

# ГИГИЕНА И ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Под редакцией  
заслуженного деятеля науки РФ,  
академика РАН, профессора  
Ю. П. Пивоварова

ЛЕКЦИИ



**Пивоваров Ю.П.**

**ГИГИЕНА И ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

**(Курс лекций)**

*Рекомендовано центральными координационно-методическими советами  
Российского государственного медицинского университета и Московского  
института медико-социальной реабилитологии в качестве учебного пособия  
для студентов*

Издание первое

Москва 1999

Курс лекций "Гигиена и экология человека" подготовлен коллективом кафедры гигиены и основ экологии человека Российского государственного медицинского университета и Московского института медико-социальной реабилитологии под общей редакцией заслуженного деятеля науки РФ, академика Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), член-корр. РАМН, профессора Ю.П. Пивоварова.

**Авторский коллектив:** Аль Сабунчи А.А. — канд. мед. наук, ст. преподаватель; Величко А.А. — канд. мед. наук, доцент; Волкова Р.С. — канд. мед. наук, доцент; Грачева М.Н. — канд. мед. наук, ст. научный сотрудник; Дериглазов А.Д. — канд. мед. наук, доцент; Зиневич Л.С. — канд. мед. наук, доцент; Королик В.В. — канд. мед. наук, доцент; Колесникова В.В. — канд. мед. наук, ст. научный сотрудник; Пивоваров Ю.П. — доктор мед. наук, профессор; Сазонова Л.П. — канд. мед. наук, ст. преподаватель; Шикалов Г.М. — канд. мед. наук, доцент (сотрудники каф. гигиены и основ экологии человека РГМУ); Алексеев С.В. — доктор мед. наук, профессор кафедры общей гигиены Санкт-Петербургской педиатрической медицинской академии; Иванов Н.Г. — доктор мед. наук, профессор, руководитель лаборатории экологии и токсикологии РГМУ; Пальцев Ю.П. — доктор мед. наук, профессор, гл. научный сотрудник, руководитель группы НИИ медицины труда РАМН.

**Рецензенты:** Кафедра общей гигиены Московского медицинского стоматологического института (зав. кафедрой, член-корр. РАЕН, профессор Лакшин А.М.); Кафедра информатики и управления охраной здоровья населения Московской медицинской академии им. Сеченова (зав. кафедрой, профессор Большаков А.М.).

**Пивоваров Ю.П.** Гигиена и экология человека: Курс лекций. — М.: ВУНМЦ МЗ РФ, 1999. — 192 с.

ISBN 5-89004-089-8

Курс лекций содержит материалы основных лекций, читаемых сотрудниками кафедры студентам лечебного, педиатрического и медико-биологического факультетов университета, а также студентам Института медико-социальной реабилитологии. В лекциях нашли отражение основные разделы гигиены: гигиена окружающей среды, гигиена питания, гигиена лечебно-профилактических учреждений, радиационная гигиена, гигиена труда, гигиена детей и подростков, гигиена экстремальных ситуаций и катастроф, а также связанные с этими разделами гигиены вопросы экологии человека.

Лекции составлены с учетом действующих на сегодняшний день официальных нормативных материалов (ГОСТы, СанПиНы, инструкции и др.), в том числе введенных в действие в последние годы.

Данный материал написан в соответствии с действующими типовыми программами соответствующих факультетов и достаточно хорошо иллюстрирован таблицами и другими информационными материалами.

18ВМ 5-89004-089-8

© Пивоваров Ю.П., 1999

© ВУНМЦ МЗ РФ, 1999

## Лекция № 1

**Предмет и методы гигиены. Взаимосвязь гигиены и экологии человека.**

**История возникновения и развития этих наук. Проблемы охраны окружающей среды в условиях НТР как важнейшие гигиенические и экологические задачи**

Гигиена — основная профилактическая медицинская дисциплина, ориентированная на сохранение и улучшение здоровья населения.

Термин "гигиена" происходит от древнегреческого слова "higienos", что означает "целебный, приносящий здоровье". Происхождение его связывают также с именем мифической богини здоровья Гигиен, дочери бога медицины Эскулапа, которая изображалась в виде красивой девушки, держащей в руках чашу, обвитую змеей. У древних греков змея олицетворяла символ мудрости, она выпивала яд из чаши жизни и обезвреживала ее. Чаша ее со змеей сохранилась до сих пор как эмблема медицины.

Основной задачей гигиены является изучение влияния окружающей среды на здоровье и трудоспособность населения. При этом под окружающей средой следует понимать весь сложный комплекс природных, социальных, бытовых, производственных и других факторов.

Другой важной задачей гигиены является разработка средств и способов, направленных на повышения сопротивляемости организма к возможным неблагоприятным влияниям окружающей среды, улучшение состояния здоровья физического развития, повышение работоспособности и ускорение восстановительных процессов после тех или иных нагрузок. Этому способствует гигиенический образ жизни, рациональное питание, физические упражнения, закаливание, правильно организованный режим труда и отдыха, соблюдение правил личной гигиены.

В гигиене широко применяются физические, химические, бактериологические, физиологические и другие экспериментальные методы исследований, разработанные различными медицинскими и естественными науками. Одни из них используются для гигиенической оценки окружающей

среды, другие — для анализа физиологических реакций организма на ее воздействие.

Истоки развития гигиены относятся к глубокой древности. Уже у народов Древней Греции, Рима, Египта, Индии, Китая и др. наблюдались первые попытки создания здоровых условий жизни. Это выражалось в различных мероприятиях, касающихся образа жизни, питания, предупреждения заразных заболеваний и борьбы с ними, физической культуры и т.д.

Наибольшего развития гигиена достигла в Древней Греции. Первое обобщение накопленных эмпирических гигиенических знаний сделано основоположником античной медицины Гиппократом (около 460 -377 гг. до н.э.). В трактате "О воздухах, водах и местностях" Гиппократ дает систематическое описание природных условий, показывает их влияние на здоровье и указывает на значение санитарных мероприятий в предупреждении болезней. Греческие писатели-философы Платон и Аристотель в своих произведениях развивали идею Гиппократа о влиянии внешней среды на здоровье людей. Поэтому в Греция, где в начале обращали главное внимание на индивидуальную гигиену и спартанское воспитание, основанное на физической тренировке, гимнастических играх, закаливании, стали проводить общественные санитарные мероприятия в области водоснабжения, питания, удаления городских нечистот и т.д.

Наследниками культурных богатств греков являлись, как известно, римляне, у которых санитарные мероприятия получили еще большее развитие. Гордостью Древнего Рима были крупные водопроводы, купальни и бани, но этими благами пользовались далеко не все граждане, так как вода облагалась большим налогом. Памятником городского благоустройства остается система канализации с использованием нечистот для удобрения садов и полей.

Период средних веков (VI-XIV) характеризуется полным упадком личной и общественной гигиены. Постоянные войны и низкий культурный и материальный уровень населения служили благоприятной почвой для развития эпидемий.

Вспышки оспы, холеры, тифов, массовое распространение проказы, кожных, венерических и глазных болезней были характерным явлением для того времени. Пандемия чумы в XIV в., известная под названием "черной смерти", унесла около 25 млн. человек.

Однако многие средневековые врачи высказывали ценные мысли в отношении гигиены. Мировую известность получило произведение выдающегося таджикского врача и философа Абу Али Ибн Сины (Авиценны) "Канон медицины", изданное в XI в.

Эпоха Возрождения (X-XVI в.) характеризуется некоторым оживлением интереса к гигиене, в частности к профессиональной гигиене. Научный трактат итальянского врача Рамаццини о болезнях ремесленников (1700) является первым сочинением в этой области.

Более интенсивно гигиена стала развиваться в XVII-XVIII и особенно в XIX вв. Поводом к этому послужили рост крупных промышленных городов и сосредоточение на их территории значительного числа рабочих, не обеспеченных материально, живущих в антисанитарных условиях, вследствие чего намного возросла опасность эпидемических заболеваний.

Огромную роль в развитии гигиенической науки сыграл немецкий ученый Макс Петтенкофер (1818-1901), который по праву считается ее основоположником. Он ввел в гигиену экспериментальный метод, благодаря чему она превратилась в точную науку, располагающую объективными способами исследования. Уделяя окружающей среде первостепенное значение в этиологии заболеваний, Петтенкофер наметил основные пути ее оздоровления. Он обращал также большое внимание на личную гигиену.

Отечественная гигиена в значительной мере развивалась самобытным путем, и многие санитарные мероприятия были осуществлены в России раньше, чем на Западе. Например, общественный водопровод в Новгороде существовал в XI в., замощение улиц в Пскове производилось в XII в., тогда как в Западной Европе эти мероприятия были осуществлены на 300 лет позднее.

Последние, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), формируют до 25% патологии человека, а в отдельных странах и отдельных регионах этих стран процент экологически обусловленных заболеваний может быть и существенно выше.

Исследованиями, выполненными в разных странах мира, в том числе и в нашей стране, накоплен большой материал, характеризующий экологические изменения природной среды и их влияние на здоровье человека.

Установлено, что за последнее столетие количество углекислого газа (основного "тепличного газа") в атмосфере планеты увеличилось на 300 млрд. тонн, что составляет примерно 18% от исходного количества. К основным источникам поступления в атмосферу "тепличных газов" (в том числе  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ) относятся предприятия теплоэнергетического комплекса (ТЭК). Выбросы только российских предприятий ТЭК составили в 1990 г. 720 млн. тонн, а в последующие годы, хотя и сократились на 60 млн. тонн, продолжали составлять основную массу загрязнений.

Массивную добавку к загрязнениям атмосферы "тепличными газами" вносит и автотранспорт. Так, автотранспорт США выбрасывает в воздух около 150 млн. тонн различных загрязнений, из которых около половины приходится на  $\text{CO}$ . Вклад автотранспорта России менее значим и составляет в год около 20 млн. тонн, в том числе около 17 млн. тонн окиси углерода. Особо неблагоприятными в этом смысле являются: Москва — 801 тыс. тонн/год; Санкт-Петербург — 244 тыс. тонн/год; Краснодар и Омск — около 150 тыс. тонн/год; Уфа, Волгоград, Самара, Воронеж — 100-120 тыс. тонн/год.

Накопление углекислого и других "тепличных газов" в атмосфере снижает рассеивание тепла в космическое пространство, ведет к повышению среднегодовой температуры примерно на  $0,05^\circ\text{C}/10$  лет и достигло в 1993 г. (по отношению к 50-м годам)  $+ 0,6^\circ\text{C}$ .

Имеет место и тенденция снижения годовых количеств осадков (по 12мм/10 лет), особенно в летнее время.

На территории России эта тенденция наиболее заметна в азиатской части

страны. Так, в Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье количество осадков в последние годы снизилось на 10% по сравнению с обычной нормой.

В средних и высоких широтах Северного полушария продолжается уменьшение общего содержания озона в атмосфере, составляющее за последние 10 лет 5-6% в зимнее и 2-3% в летнее время. Ученые объясняют это цикличностью колебаний содержания озона, а также воздействием ряда загрязнений, поступающих в атмосферу, таких как, например, фреон.

Перечисленные изменения в атмосфере в настоящее время, вероятнее всего, не оказывают прямого существенного влияния на население или, во всяком случае, такое воздействие практически невозможно установить.

Иное положение сложилось в отношении поступления в атмосферу ряда промышленных загрязнителей. Ежегодная эмиссия в атмосферу таких соединений, как диоксид серы, окись азота, твердых веществ, углеводородов, летучих органические соединений только на территории России составляет более 50 млн. тонн, т. е. около 300 кг на одного жителя. Кроме перечисленных, в атмосферу попадают: бензапирен, мышьяк, ртуть, бром, сулема, ванадий, марганец, фтор, цинк (от 10 до 1000 тонн ежегодно). По показателям относительной опасности выросов на единицу городской площади наиболее неблагоприятное положение сложилось в городах: Норильск, Никель, Новотроицк, Ангарск, Мончегорск, Новокуйбышевск, Магнитогорск, Череповец, Орск, Южно-Сахалинск, Новокузнецк, Н.Тагил, Зима, Заполярный, Стерлитамак, Липецк, Салават. По официальной статистике, только 15% городского населения России проживает на территориях с загрязнением атмосферой не превышающим гигиенические нормативы, а в 84 городах и промышленных центрах регистрируются уровни загрязнений выше 10 ПДК (Липецк, Магнитогорск, Каменск-Уральск, Красноярск, Новокузнецк, Череповец, Братск, Омск, Пермь, Тольятти и др.).

Поступающие в атмосферу загрязнения распространяются на достаточно большие расстояния в концентрациях, значительно превышающих ПДК. В дальнейшем загрязнения частично рассеиваются, частично оседают на

почвенный покров и водные пространства.

Загрязнение водоемов усугубляется ростом сброса в них сточных вод. За последние 10 лет количество сточных вод увеличилось почти на 1/3 и составило более 70 км<sup>2</sup>, из которых почти 20 км<sup>2</sup> имеют уровень загрязнения, превышающий ПДК по целому ряду компонентов. Так, только населенные пункты Московской области ежедневно сбрасывают в р. Москву и ее притоки свыше 150 тыс. м<sup>3</sup> сточных вод, из которых 80% не соответствуют санитарным нормам. Ежегодно в водоемы поступает более 30 тыс. тонн нефтепродуктов, почти 60 тыс. тонн фосфора, около 20 тыс. тонн аммонийного азота, 11 тыс. тонн синтетических поверхностно-активных веществ (СПАЕ), около 50 тыс. тонн железа, от 0,3 до 2 тыс. тонн фенолов, соединений меди, цинка. Интенсивное загрязнение водоемов отрицательно сказывается на качестве водоснабжения населения. Почти 50% из 60 млн. м<sup>3</sup> питьевой воды, подаваемой ежедневно в водопроводы из открытых водоемов, не соответствует гигиеническим нормам. Около трети населения используют воду из децентрализованных источников (колодцев, родников), качество которой имеет отклонения от нормативов по химическим и микробиологическим показателям. Особенно тяжелое положение сложилось в Архангельской, Астраханской, Курской, Ярославской, Калужской, Калининградской областях, Приморском крае, Дагестане и ряде других территорий.

Вокруг больших городов и крупных центров цветной и черной металлургии, химии и нефтехимии интенсивному загрязнению подвергается и почвенный покров. В ряде случаев имеет место образование искусственных биогеохимических провинций. Так, содержание свинца, в 10 и более раз превышающее ПДК, отмечено в городах: Рудин, Пристань, Белово, Дальногорск, Санкт-Петербург, Свирск, Медногорск. Вокруг предприятий черной металлургии (Ижевск, Саранск) содержание марганца до 6 раз превышает ПДК. Отмечено превышение ПДК по ванадию (Петропавловск-Камчатский, Свирск, Самара, Николаев-на-Амуре), меди (Мончегорск, Ижевск, Рязань, Санкт-Петербург), никелю и кобальту (Мончегорск), фтору (Братск,

Новокузнецк, Волго-рад, Красноярск). Имеют место интенсивное загрязнение почв пестицидами. Та... в 1999 г. нагрузка на почву в сельскохозяйственном производстве составила 96 тыс. тонн. В отдельных регионах (Иркутская, Волгоградская, Ростовская области, Краснодарский край) большое число проб почвы содержит пестициды в количествах, превышающих ПДК.

Вызывает настороженность рост биологического загрязнения природной среды, обусловленный, с одной стороны, увеличением отходов жизнедеятельности человека и животных, интенсивным развитием промышленности биотехнологии, а с другой — снижением самоочищающей способности почвы и воды, изменением их микробного ценоза. В этом плане особого внимания заслуживает промышленность биотехнологии.

Развитие биотехнологии, использующей редчайшие возможности микроорганизмов, клеток растений и животных, позволит решить многие вопросы народного хозяйства, создать и применить в промышленности биокатализаторы для замены дорогостоящих процессов в химии и нефтехимии, обеспечить переход медицины на принципиально новый уровень профилактики, диагностики и терапии, решить ряд актуальных проблем по охране окружающей среды. Вместе с тем строительство предприятий биотехнологии без учета основных требований гигиенической науки и практики, особенностей биотехнологии и специфических возможностей ее воздействия на здоровье человека привело к ряду негативных проявлений.

Многие предприятия биотехнологии строились в непосредственной близости с предприятиями нефтеперерабатывающей промышленности, ГРЭС и др., выбросы которых являются небезвредными для природы и здоровья человека, а при совместном воздействии усугубляют вредный эффект.

Использование в биотехнологии микроорганизмов-продуцентов, культур клеток, манипуляции с их генным аппаратом создают предпосылки неблагоприятного воздействия биологических агентов на здоровье работающих, особенно при нарушении технологических режимов. Одной из важнейших проблем в плане профессионального риска является воздействие на

рабочих как живых микроорганизмов, так и конечных продуктов биотехнологии.

В настоящее время перед гигиенической наукой остро возникла необходимость разработки теории взаимодействия биологических агентов и организма человека, с одной стороны, и влияния этих агентов на экологию региона, с другой стороны.

Серьезного внимания заслуживает радиационная ситуация на планете. В течение почти 40 лет ядерных испытаний на Земле происходило накопление радиоактивности. В биосферу было выброшено 12,5 тонн продуктов деления. Взрывы изменили равновесное содержание в атмосфере углерода —14 (на 2,6%) и трития (почти в 100 раз). К концу испытания ядерного оружия в атмосфере радиоактивное загрязнение на поверхности земли достигло 2% сверх естественного фона. Еще больше нарастает уровень радиации за счет аварий, производства и удаления радиоактивных отходов. Так, авария на Чернобыльской АЭС привела к выбросу в биосферу от 8 до 15 тонн радиоактивных веществ, что равно или даже превышает таковой за все годы испытаний атомного оружия в атмосфере. В результате этой аварии произошло загрязнение территорий Белгородской, Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Орловской, Липецкой, Тамбовской, Тульской и других областей, на которых проживает около 2,5 млн. человек.

В результате аварий на атомных подводных лодках сегодня на дне Мирового океана находится 6АПЛ, 9 атомных реакторов и 50 ядерных боеголовок. С целью захоронения радиоактивных отходов только США в период с 1946 по 1970 гг. сбросили в море более 86 тыс. контейнеров суммарной радиоактивностью около 95 кКи. Захоронение в морях осуществляли Бельгия, Великобритания, Нидерланды, Швейцария, Франция, Италия, Германия, Швеция, СССР. Все это представляет огромную экологическую опасность.

Серьезную тревогу вызывают структура и безопасность питания населения. В последние годы в нашей стране снизилось потребление ряда

продуктов животного происхождения, а также фруктов и овощей. Дефицит полноценных белков в рационах питания в среднем по России составил 25%, витамина С — 50%, витаминов группы В и витамина А — 20-30%, пищевых волокон — более 40%.

При этом отмечено существенное снижение качества продуктов. Так, за период с 1988 по 1993 гг. в целом по России от 0,8 до 3,82% изученных проб пищевых продуктов превышали установленные гигиенические регламенты по свинцу, 1,1-1,8% — по кадмию, 0,6-4,7% — по ртути, 6,5-15,9% — по нитратам, 1,7-3,3% — по пестицидам, 0,9-1,4% — по афлотоксину В, 6-11,4% — по антибиотикам.

Проблему избыточного содержания нитратов следует рассматривать и с точки зрения возможного образования из них канцерогенов-нитрозаминов. По данным Института питания РАМН, в 1992-93 гг. все изученные образцы мясной, молочной и рыбной продукции содержали нитрозоамины, при этом 36% мясных и 51% рыбных продуктов содержали его в концентрациях, превышающих установленные гигиенические регламенты.

Неблагоприятное состояние природной среды вызывает большую озабоченность у медиков в силу возможного влияния на здоровье человека. Исследования в этом направлении проводятся в большинстве развитых стран мира.

Одним из наиболее точных индикаторов экологического неблагополучия в местах проживания населения является репродуктивное здоровье. Воздействие загрязненной окружающей среды вызывает у беременных женщин и новорожденных нарушение функции эндокринной, иммунной, кроветворной и других систем. С 1981 по 1989 гг. количество гестозов в России выросло на 41%. При этом тяжелые формы гестозов в виде преэклампсий выросли в 4,8 раза. У беременных женщин в 2,6 раза увеличилась частота анемий, в 2 раза — патология почек, на 21,9% выросла частота сердечно-сосудистых заболеваний. Еще более существенные изменения течения беременности отмечены в городах с развитой нефтехимической (Уфа), металлургической (Каменск-Уральский,

Кировоград), целлюлозно-бумажной промышленностью (Братск, Байкальск, Краснокаменск), вблизи алюминиевых заводов (Новокузнецк, Шелехов).

Имеются данные влияния загрязнения окружающей среды на детскую смертность, хотя в силу сложности установления такой корреляции исследования в этом направлении немногочисленны. Несомненно, однако, что показатели младенческой смертности в таких индустриальных территориях, как Московская, Курская, Липецкая, Ростовская, Оренбургская, Новосибирская области, существенно выше в городах, чем в сельской местности.

Отмечено неблагоприятное влияние загрязнений на физическое развитие детей. Так, в Москве вес новорожденных, родившихся у матерей, проживающих в зоне влияния выбросов автозавода им. Лихачева, в среднем на 400 г меньше, чем в Юго-Западной префектуре города. Аналогичные изменения антропометрических данных отмечены в ряде регионов Урала, Оренбургской области, Башкирии. Снижение уровня физического развития детей дошкольного возраста отмечено в Уфе, Екатеринбурге, Нижнем Новгороде, Самаре, некоторых районах Москвы. Чаще всего эти изменения отмечаются в зонах выбросов предприятий меднорудной и медеплавильной промышленности, алюминиевых заводов и предприятий производства строительных материалов. При этом в "медных" городах Урала отмечено замедление не только физического, но и нервно-психического развития детей.

Детский организм обладает повышенной чувствительностью к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Это обусловлено рядом физиологических особенностей: повышенной проницаемостью кожи, слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей, гематоэнцефалогического барьера, низкой кислотностью желудочного сока, незрелостью ферментных систем печени, низкой величиной клубочковой фильтрации почек, незрелостью системного и местного иммунитета и др.

Исследования показывают, что по сравнению с контрольными районами уровень заболеваемости верхних дыхательных путей у детей выше: в зоне влияния химических производств — в 1,5-2 раза, около нефтехимических и

нефтеперерабатывающих заводов — в 2-3 раза, около металлургических комбинатов — в 4-5 раз. Отмечен рост числа детей с хроническими заболеваниями, состоящих на диспансерном учете. Количество таких детей с 1980 по 1990 гг. увеличилось в 2 раза, в том числе по хроническому фарингиту, назофарингиту и синуситу — в 2,3 раза, железодефицитной анемии — в 1,5 раза, бронхиальной астме — в 1,3 раза. Так, в Москве распространенность бронхиальной астмы среди детей в 1981 г. (по сравнению с 1949 г.) возросла в 7 раз.

В серии исследований, выполненных РГМУ в различных регионах России при использовании единых критериев оценки состояния здоровья детей, показано, что число детей, которых можно отнести к группе практически здоровых, не превышает 5-8%, а в некоторых регионах равно 0%. В различных регионах от 1/3 до 2/3 детей имеют осложненное течение внутриутробного развития. При объективном обследовании в 38-61% случаев были зарегистрированы реактивные изменения поджелудочной железы, в 17-50% — патология желчевыводящих путей, в 5-20% — аномалии развития почек, в 17-39% — выраженные отклонения на электрокардиограмме. Диагностирована высокая частота ЛОР-патологии — от 30 до 75%, причем в одних регионах доминировали хронические тонзиллиты, в других — аденоиды I-III степени. Однако среди причин подобных различий в уровне ЛОР-патологии важное место занимает качество специализированной медицинской помощи и профилактических мероприятий в детских дошкольных учреждениях.

На значительные отклонения в состоянии здоровья детей также указывают многочисленные исследования, проведенные в различных экологически неблагоприятных регионах: Уфе, Челябинске, Астрахани, Омске, Санкт-Петербурге, Москве, Новгороде, Алтайском крае, Саратове и т.д. Описаны новые, не известные ранее, заболевания: сульфитная астма, киришский синдром, респираторный дистресс-синдром взрослого типа, синдром напряженной адаптации, болезнь Минимата, диоксиновый синдром и др.

Загрязнение окружающей среды оказывает влияние и на здоровье взрослого населения, причем это воздействие может усугубляться тем обстоятельством, что в промышленных регионах существенная часть трудоспособного населения подвергается воздействию факторов профессиональной вредности. Отмечено, что в экологически неблагоприятных регионах заболеваемость взрослого населения в 2,5-3 раза выше по хроническим заболеваниям дыхательных путей и легких, в 2-2,5 раза выше по сердечно-сосудистым заболеваниям, в 1,2-1,9 раза выше по заболеваниям нервной системы.

Рост загрязнения окружающей среды химическими (прежде всего канцерогенами) и радиоактивными веществами оказывает влияние на онкологическую заболеваемость. За последние 20 лет количество таких больных среди городского населения выросло в 1,7 раза и проявляет тенденцию к дальнейшему росту.

Таким образом, среди факторов, формирующих здоровье населения, экологические являются наиболее существенными. В отличие от "экологии человека" гигиена не только фиксирует характер взаимодействия внешней среды и человека и его возможное влияние на здоровье, но и разрабатывает мероприятия, направленные на усиление положительного влияния и снижение вредного воздействия. Именно эти вопросы вы будете изучать на нашей кафедре. Оценкой уровня освоения этих профилактических знаний для вас явится курсовой экзамен по гигиене и основам экологии человека и комплексный государственный экзамен по "Профилактической медицине".

## Лекция 2

### **Атмосферный воздух как внешняя среда. Комплексное влияние метеорологических факторов на организм человека. Метеотропные реакции**

Атмосферный воздух является одним из важнейших компонентов экологии человека. В процессе своей жизнедеятельности человек постоянно соприкасается со многими факторами внешней среды, в которой он живет, и эти факторы, естественно, оказывают на организм человека определенное влияние. Одним из таких факторов, с которыми человек соприкасается наиболее тесным образом, является воздушная среда. Воздух является самым необходимым компонентом для существования организма человека. Без него человек может просуществовать лишь в течение нескольких минут.

В процессе эволюции человек приспособился к существованию в воздушной среде с определенными свойствами, и поэтому вполне понятно, что изменение химического состава этой среды или ее физических свойств сказывается на состоянии здоровья, самочувствии и работоспособности человека.

Воздушная оболочка земного шара, называемая атмосферой, прослеживается до высоты около 1000 км над поверхностью земли. Свойства атмосферы на различных высотах неодинаковы, поэтому она условно разделяется на несколько слоев: Строение атмосферы:

1. Тропосфера - до 12-14 км.
2. Стратосфера - до 80-100 км.
3. Ионосфера - до 600 км.
4. Вакуумсфера - до 1000 км.

Первый слой, наиболее близко прилегающий к поверхности земли, называется тропосферой и простирается до высоты 12-14 км. В отличие от

других, более высоко расположенных слоев, он характеризуется следующими свойствами:

1. В тропосфере постоянно происходят суточные и сезонные колебания температуры.

2. Тропосфера характеризуется постоянным перемещением воздушных потоков, происходящим в разнообразных направлениях: горизонтальном, вертикальном, турбулентном, вихревом.

3. В тропосфере постоянно присутствует значительное количество водяных паров, обуславливающих образование различного рода конденсатных явлений (облака, туманы, атмосферные осадки).

4. Тропосфера характеризуется наличием довольно значительного количества посторонних примесей (твердые, жидкие и газообразные загрязнения).

Во всех вышележащих слоях атмосферы температура воздуха всегда постоянна и не меняется в зависимости от времени суток или сезона года. В воздухе этих слоев преобладают горизонтальные перемещения воздушных масс, отсутствуют водяные пары, а поэтому и явления, связанные с ними (облака, туманы). В них практически отсутствуют характерные для тропосферы посторонние примеси, за исключением тех незначительных загрязнений, которые поступают на землю из космоса (космическая пыль), а также загрязнений, которые забрасываются в стратосферу с поверхности земли при некоторых чрезвычайных обстоятельствах (при взрывах ядерного оружия и крупных извержениях вулканов). За тропосферой следует слой, называемый стратосферой, которая простирается до высоты около 100 км. В стратосфере в основном происходят горизонтальные перемещения воздушных масс, в силу чего попадающие в стратосферу загрязнения распространяются на большие расстояния и носят названия глобальных.

Загрязнения, попадающие в стратосферу, имеют ряд особенностей. В силу значительной удаленности от поверхности земли они имеют весьма малый вес, а поэтому скорость оседания их очень незначительна. Горизонтальными

потоками воздуха они разносятся на очень большие расстояния и практически распространяются над всей земной поверхностью, что дало основание назвать их "глобальными". Это обстоятельство сыграло существенную роль в процессе заключения соглашения о запрещении испытаний ядерного оружия во внешней среде.

Выше стратосферы расположен слой, называемый ионосферой, который простирается до высоты около 600 км. Кроме тех свойств, которые характерны для стратосферы, этот слой характеризуется значительной степенью ионизации воздуха.

Вакуумсфера, простирающаяся до высоты около 1000 км, характеризуется сильной степенью разрежения воздуха. Практически до этой высоты удается обнаружить лишь отдельные элементы воздушной среды.

Таким образом, воздушная оболочка имеет наибольшую плотность у поверхности земли и, постепенно разрежаясь, теряется на высоте около 1000 км.

Естественно, что для нашей обычной жизни наибольшее значение имеет тропосфера — самый ближний к земле слой атмосферы. С воздухом тропосферы мы наиболее тесно соприкасаемся, и его свойства оказывают на нас самое непосредственное влияние. В настоящее время интенсивно изучаются свойства воздушных масс и других слоев, но непосредственно для человеческого организма они не могут иметь значения, поскольку существование человека в тех слоях вне аппаратов с искусственными условиями невозможно.

Рассмотрим химический состав атмосферного воздуха и влияние его составных частей на организм человека. Естественно, что мы будем рассматривать состав чистого воздуха, так как вопросам загрязнения воздушной среды и влияния этих загрязнений на человека будет посвящена следующая специальная лекция.

Воздух представляет собой механическую смесь газов, состоящую из кислорода (20,93 %), азота (78,1 %), углекислого газа (0,03-0,04 %) и группы

инертных газов (около 1 %). В атмосфере происходит постоянный кругооборот газов: человек и животные при дыхании поглощают кислород и выделяют углекислоту, такие же процессы происходят при любых окислительных процессах (горение, тление, гниение и др.), растительный же покров земной поверхности поглощает углекислоту и выделяет кислород. Длительное время эти процессы друг друга уравнивали, в результате чего сохранялось постоянство состава воздушной среды, которому способствовало перемещение воздушных масс, обеспечивающее равномерное перемешивание воздуха. Следует отметить, что химический состав воздуха мало меняется в зависимости от высоты воздушного слоя. Так, на высоте 28 км в воздухе содержится 20,39% кислорода (на уровне моря — 20,93 %).

**Кислород (O<sub>2</sub>).** Переходя к рассмотрению отдельных составных частей воздушной среды и их влияния на организм человека, следует отметить, что наиболее важным компонентом в составе воздуха является кислород. Прежде всего он необходим для поддержания процессов горения, тления и других окислительных процессов, происходящих в природе, которые обеспечивают существование жизни на земле. Кроме того, все окислительные процессы в самом организме происходят при непосредственном участии кислорода. Поэтому он является жизненно важным компонентом, и при его отсутствии существование организма становится невозможным. При этом весьма важно установить, до какой степени возможно снижение количества кислорода в воздухе без нарушения физиологических функций организма. Естественно, что какие-то колебания в содержании кислорода в воздухе организмом переносятся довольно безболезненно, так как организм обладает довольно мощными компенсаторными возможностями. Опытным путем установлено, что снижение количества кислорода во вдыхаемом воздухе до 16 и даже 15 % (при нормальном давлении) переносится организмом довольно безболезненно, хотя компенсаторные механизмы при этом находятся в состоянии напряжения (усиление легочной вентиляции, сердечной деятельности и др.). Кратковременно человек может просуществовать даже в атмосфере с

содержанием кислорода около 10 %, а хорошо тренированные к кислородной недостаточности люди (летчики) — до 8-7 %. Естественно, что при этом компенсаторные механизмы организма находятся в крайней степени напряжения. Дальнейшее снижение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе приводит к быстрому истощению компенсаторных механизмов организма и его гибели. Особенно чувствительна к недостатку кислорода центральная нервная система. Компенсация организмом кислородной недостаточности происходит за счет: усиления легочной вентиляции (учащение и углубление дыхательных движений); усиления циркуляции крови (увеличение систолического объема сердечных сокращений и увеличение их частоты); увеличения количества циркулирующей крови (за счет выхода ее из депо); увеличения количества форменных элементов крови, обеспечивающих функцию транспортировки кислорода (увеличение числа эритроцитов и гемоглобина в крови) и т.д.

Вдыхание воздуха с повышенным содержанием кислорода переносится организмом человека хорошо. Вдыхание даже чистого кислорода (при нормальном давлении) не приводит к возникновению патологических изменений в организме. Лишь при длительном дыхании чистым кислородом отмечается некоторое высушивающее действие его на слизистые оболочки дыхательных путей, что может привести к их раздражению и возникновению воспалительных явлений. Вдыхание же чистого кислорода под повышенным давлением (3-4 атмосферы и более) приводит к патологическим явлениям со стороны центральной нервной системы, проявляющиеся в виде судорог (кислородная интоксикация). При обычных условиях жизни такие явления не встречаются, а могут возникнуть при использовании кислородной аппаратуры в случае ее неисправности (подводные погружения).

**Углекислый газ (CO<sub>2</sub>).** Углекислого газа в воздухе весьма мало. В атмосферном воздухе всего 0,03-0,04%, а в воздухе помещений — до десятых долей процента. Однако он имеет очень большое гигиеническое значение.

Прежде всего следует отметить его роль в поддержании экологического

равновесия внешней среды в глобальном масштабе.

В течение длительного времени окислительные и восстановительные процессы, происходящие в природе, взаимно друг друга уравнивали, в силу чего состав воздуха практически не менялся. Однако в связи с техническим прогрессом, резко нарастающим количеством двигателей внутреннего сгорания и других энергетических установок значительно возросло количество окислительных процессов на земном шаре. В то же время в результате урбанизации и развития промышленности в значительной степени уменьшилось количество зеленых насаждений, являющихся основными потребителями углекислоты. Т. е. в последние годы наметился рост концентрации углекислоты в атмосферном воздухе. Ученые считают, что если нарастание количества углекислоты в воздухе будет происходить и далее, то в природе может возникнуть так называемый "парниковый эффект", так как углекислота, находящаяся в атмосфере, задерживает длинноволновую часть инфракрасной радиации, излучаемой земной поверхностью в космос. В результате произойдет повышение среднегодовой температуры атмосферного воздуха, что, в свою очередь, приведет к таянию полярных ледников, повышению уровня мирового океана, а следовательно, к затоплению значительной части земной поверхности.

Для воздуха помещений содержание углекислого газа имеет санитарно-показательное значение. В помещениях, где находятся люди, в воздух поступают разнообразные продукты жизнедеятельности человеческого организма: выдыхаемый воздух, насыщенный углекислотой и водяными парами; испарения с поверхности кожи и слизистых оболочек дыхательных путей, в составе которых присутствуют продукты разложения слизи, пота, кожного жира и т.д. В результате в воздухе увеличивается концентрация углекислоты, появляются аммиак, альдегиды, кетоны и другие дурно пахнущие газы, увеличивается влажность, пылевая и микробная загрязненность воздуха, что в целом характеризуется как душный (жилой) воздух, оказывающий влияние на самочувствие, работоспособность и здоровье людей. По

концентрации углекислоты в таком воздухе можно определить степень общей его загрязненности. Поэтому углекислый газ служит санитарным показателем чистоты воздуха в жилых и общественных помещениях. Воздух считается свежим, если концентрация углекислоты в нем не превышает 0,1%. Эта величина и считается предельно допустимой для воздуха в жилых и общественных помещениях.

Кроме того, следует учитывать тот фактор, что углекислый газ тяжелее воздуха и может скапливаться в нижних частях замкнутых пространств, не подвергающихся интенсивной вентиляции. Наиболее важно это для тех мест, где происходят усиленные окислительные процессы (бродильные чаны, заброшенные шахты или колодцы, на дне которых находятся гниющие или бродящие отбросы и т.д.). В таких местах концентрация углекислоты может достигать больших величин и представлять опасность для здоровья и существования человека. Если концентрация углекислого газа во вдыхаемом воздухе превышает 3%, то существование в такой атмосфере становится опасным для здоровья. Концентрация  $\text{CO}_2$  порядка 10 % считается опасной для жизни (потеря сознания наступает через несколько минут дыхания таким воздухом). При концентрации 20 % происходит паралич дыхательного центра в течение нескольких секунд.

**Азот ( $\text{N}_2$ ).** Считают, что азот — газ индифферентный и в воздухе играет роль наполнителя. Однако такое представление является правильным лишь при нормальном давлении. При вдыхании воздуха под повышенным давлением азот начинает оказывать наркотическое действие. Наиболее отчетливо это действие проявляется при давлении воздуха 9 и более атмосфер. Это имеет большое значение, так как при работе водолазов на больших глубинах воздух им приходится подавать под высоким давлением, иногда превышающим 10 атмосфер. При работе в таких условиях в поведении водолазов отмечается беспричинная веселость, нарушение координации движений, излишняя болтливостей другие проявления наступившей эйфории. Это и есть проявления наркотического действия азота. В настоящее время при работах водолазов на

больших глубинах для дыхания пользуются не воздухом, а специально приготовленной гелиево-кислородной смесью, т.е. азот в воздухе заменяют более инертным газом.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗДУХА**

**1. Атмосферное давление.** Как видно из предыдущего изложения материала, слой воздуха над земной поверхностью распространяется до высоты около 1000 км. Этот воздух удерживается у поверхности земли силой земного притяжения, т.е. имеет определенный вес. На поверхность земли и на все предметы, находящиеся у ее поверхности, этот воздух создает давление, равное  $1033 \text{ г/см}^2$ . Следовательно, на всю поверхность тела человека, имеющего площадь  $1,6-1,8 \text{ м}^2$  этот воздух, соответственно, оказывает давление порядка 16-18 тонн. Обычно мы этого не ощущаем, поскольку под таким же давлением газы растворены в жидкостях и тканях организма и изнутри уравнивают внешнее давление на поверхность тела. Однако при изменении внешнего атмосферного давления в силу погодных условий для уравнивания его изнутри требуется некоторое время, необходимое для увеличения или снижения количества газов, растворенных в организме. В течение этого времени человек может ощущать некоторое чувство дискомфорта, поскольку при изменении атмосферного давления всего на несколько мм. рт. столба общее давление на поверхность тела изменяется на десятки килограммов. Особенно отчетливо ощущают эти изменения люди, страдающие хроническими заболеваниями костно-мышечного аппарата, сердечно-сосудистой системы и др.

Кроме того, с изменением барометрического давления человек может встретиться в процессе своей деятельности: при подъеме на высоту, при водолазных, кессонных работах и т.д. Поэтому врачам необходимо знать какое влияние оказывает на организм как понижение, так и повышение атмосферного давления.

### *Влияние пониженного давления*

С пониженным давлением человек встречается главным образом при подъеме на высоту (при экскурсиях в горы либо при использовании летательных аппаратов). При этом основным фактором, который оказывает влияние на человека, является кислородная недостаточность.

С увеличением высоты атмосферное давление постепенно снижается (примерно на 1 мм. рт. ст. на каждые 10 м высоты). На высоте 6 км атмосферное давление уже вдвое ниже, чем на уровне моря, а на высоте 16 км — в 10 раз.

Хотя процентное содержание кислорода в атмосферном воздухе, как мы отметили ранее, с поднятием на высоту почти не меняется, однако в связи со снижением общего давления снижается и парциальное давление кислорода в нем, т.е. доля давления, которая обеспечивается за счет кислорода в общем давлении.

Оказывается, что именно парциальное давление кислорода обеспечивает переход (диффузию) кислорода из альвеолярного воздуха в венозную кровь. Вернее этот переход происходит за счет разницы парциального давления кислорода в венозной крови и в альвеолярном воздухе. Эта разница и называется диффузным давлением. При малом диффузном давлении артериализация крови в легких затрудняется, наступает гипоксемия, которая является основным фактором развития высотной и горной болезней. Симптоматика этих болезней весьма сходна с симптоматикой общей кислородной недостаточности, описанной нами ранее: одышка, сердцебиение, побледнение кожных покровов и акроцианоз, головокружение, слабость, быстрая утомляемость, сонливость, тошнота, рвота, потеря сознания. Начальные признаки высотной или горной болезни начинают проявляться уже с высоты 3-4 км.

В зависимости от парциального давления кислорода в воздухе на разных высотах различают следующие зоны (по степени влияния на организм человека):

1. Индифферентная зона - до 2 км
2. Зона полной компенсации - 2-4 км
3. Зона неполной компенсации - 4-6 км
4. Критическая зона - 6-8 км
5. Смертельная зона - выше 8 км

Естественно, что деление на такие зоны является условным, так как разные люди по-разному переносят кислородную недостаточность. Большую роль при этом играет степень тренированности организма. У тренированных людей улучшена деятельность компенсаторных механизмов, увеличено количество циркулирующей крови, гемоглобина и эритроцитов, улучшена тканевая адаптация.

Кроме кислородной недостаточности, снижение барометрического давления при подъеме на высоту приводит и к другим нарушениям состояния организма. Прежде всего это декомпрессионные расстройства, выражающиеся в расширении газов, находящихся в естественных полостях организма (придаточные пазухи носа, среднее ухо, плохо запломбированные зубы, газы в кишечнике и т.д.). При этом могут возникнуть боли, иногда достигающие значительной силы. Особенно опасны эти явления при резком снижении давления (к примеру, разгерметизация кабин самолетов). В таких случаях могут произойти повреждения легких, кишечника, носовые кровотечения и т.д. Снижение давления до 47 мм рт. ст. и ниже (на высоте 19 км) приводит к тому, что жидкости в организме закипают при температуре тела, так как давление становится ниже давления водяных паров при этой температуре. Это выражается в возникновении так называемой подкожной эмфиземы.

#### *Влияние повышенного давления*

Водолазные и кессонные работы человек вынужден выполнять при повышенном давлении. Переход к повышенному давлению здоровые люди переносят довольно безболезненно. Лишь иногда отмечаются кратковременные неприятные ощущения. При этом происходит уравнивание давления во

всех внутренних полостях организма с наружным давлением, а также растворение азота в жидкостях и тканях организма в соответствии с парциальным давлением его во вдыхаемом воздухе. На каждую добавочную атмосферу давления в организме растворяется дополнительно примерно по 1 литру азота.

Значительно серьезнее обстоит дело при переходе из атмосферы с повышенным давлением к нормальному (при декомпрессии). При этом азот, растворившийся в крови и тканевых жидкостях организма, стремится выделиться во внешнюю атмосферу. Если декомпрессия происходит медленно, то азот постепенно диффундирует через легкие и десатурация происходит нормально. Однако в случае ускорения декомпрессии азот не успевает диффундировать через легочные альвеолы и выделяется в тканевых жидкостях и в крови в газообразном виде (в виде пузырьков). При этом возникают болезненные явления, носящие название кессонной болезни. Выделение азота происходит сначала из тканевых жидкостей, поскольку они имеют наименьший коэффициент перенасыщения азота, а затем может произойти и в кровяном русле (из крови). Кессонная болезнь выражается прежде всего в возникновении резких ломящих болей в мышцах, костях и суставах. В народе это заболевание весьма метко называли "заломай". В дальнейшем симптоматика развивается в зависимости от локализации сосудистых эмболов (мраморность кожи, парестезии, парезы, параличи, и т.д.).

Декомпрессия является ответственным моментом при таких работах и на нее уходит значительное количество времени. График работы в кессоне при давлении, равном трем добавочным атмосферам (3 АТМ), следующий:

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| Длительность всей полусмены | - 5 ч 20 мин. |
| Период компрессии           | - 20 мин.     |
| Работа в кессоне            | - 2 ч 48 мин. |
| Период декомпрессии         | - 2 ч 12 мин. |

Естественно, что при работе в кессонах с более высоким давлением значительно удлиняется период декомпрессии и, соответственно, сокращается

период работы в рабочей камере.

**2. Движение воздуха.** В результате неравномерного нагревания земной поверхности создаются места с повышенным и пониженным атмосферным давлением, что, в свою очередь, приводит к перемещению воздушных масс.

Движение воздуха способствует сохранению постоянства и относительной равномерности воздушной среды (уравновешивание температур, перемешивание газов, разбавление загрязнений), а также способствует отдаче тепла организмом. Особое значение при планировке населенных мест имеет так называемая "роза ветров", представляющая собой графическое изображение повторяемости направления ветров в данной местности за определенный промежуток времени. При планировании территории населенных мест промышленную зону следует располагать с подветренной стороны по отношению к жилой зоне. Скорость движения воздуха в атмосфере может колебаться от полного штиля до ураганов (свыше 29 м/с). В жилых и общественных помещениях скорость движения воздуха нормируется в пределах 0,2-0,4 м/с. Слишком маленькая скорость движения воздуха свидетельствует о плохой вентилируемости помещения, большая (более 0,5 м/с) — создает неприятное ощущение сквозняка.

**3. Влажность воздуха.** Воздух тропосферы содержит значительное количество водяных паров, которые образуются в результате испарения с поверхности воды, почвы, растительности и т.д. Эти пары переходят из одного агрегатного состояния в другое, влияя на общую влажностную динамику атмосферы. Количество влаги в воздухе с подъемом на высоту быстро уменьшается. Так, на высоте 8 км влажность воздуха составляет всего около 1% от того количества влаги, которое определяется на уровне земли.

Для человека наиболее важное значение имеет относительная влажность воздуха, которая показывает степень насыщения воздуха водяными парами. Она играет большую роль при осуществлении терморегуляции организма. Оптимальной величиной относительной влажности воздуха считается 40-60 %, допустимой — 30-70 %• При низкой влажности воздуха (15-10 %) происходит

более интенсивное обезвоживание организма. При этом субъективно ощущается повышенная жажда, сухость слизистых оболочек дыхательных путей, появление трещин на них с последующими воспалительными явлениями и т.д. Особенно тягостны эти ощущения у температурающих больных. Поэтому на микроклиматические условия в палатах у таких больных следует обращать особое внимание. Высокая влажность воздуха неблагоприятно сказывается на терморегуляции организма, затрудняя или усиливая теплоотдачу в зависимости от температуры воздуха (см. далее вопросы терморегуляции).

**4. Температура воздуха.** Человек приспособился к существованию в пределах определенных значений температуры. У поверхности земли температура воздуха в зависимости от широты местности и сезона года колеблется в пределах около  $100^{\circ}\text{C}$ , С подъемом на высоту температура воздуха постепенно снижается (примерно на  $0,56^{\circ}\text{C}$  на каждый 100 м подъема). Эта величина называется нормальным температурным градиентом. Однако в силу особых сложившихся метеорологических условий (низкая облачность, туман) этот температурный градиент иногда нарушается и наступает так называемая температурная инверсия, когда верхние слои воздуха становятся более теплыми, чем нижние. Это имеет особое значение в решении проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха.

Возникновение температурной инверсии снижает возможности для разбавления загрязнений, выбрасываемых в воздух, и способствует созданию высоких их концентраций.

Для рассмотрения вопросов влияния температуры воздуха на организм человека необходимо вспомнить основные механизмы терморегуляции.

*Терморегуляция.* Одним из важнейших условий для нормальной жизнедеятельности человеческого организма является сохранение постоянства температуры тела. При обычных условиях человек в среднем теряет в сутки около 2400-2700 ккал. Около 90% этого тепла отдается во внешнюю среду через кожные покровы, остальные 10-15 % расходуются на нагревание пищи, питья и вдыхаемого воздуха, а также на испарение с поверхности слизистых

оболочек дыхательных путей и т.д. Следовательно, наиболее важным путем теплоотдачи является поверхность тела. С поверхности тела тепло отдается в виде излучения (инфракрасная радиация), проведения (путем непосредственного контакта с окружающими предметами и прилегающим к поверхности тела слоем воздуха) и испарения (в виде пота или других жидкостей).

В обычных комфортных условиях (при комнатной температуре в легкой одежде) соотношение степени теплоотдачи этими способами следующее:

1. Излучение - 45 %
2. Проведение - 30 %
3. Испарение - 25 %

Используя эти механизмы теплоотдачи, организм может в значительной степени охранить себя от воздействия высоких температур и предотвратить перегревание. Эти механизмы терморегуляции называются физическими. Кроме них, существуют еще химические механизмы, которые заключаются в том, что при воздействии низких или высоких температур изменяются процессы обмена веществ в организме, в результате чего происходит увеличение или снижение выработки тепла.

*Комплексное воздействие метеорологических факторов на организм.* Перегревание происходит обычно при высокой температуре окружающей среды в сочетании с высокой влажностью. При сухом воздухе высокая температура переносится значительно легче, потому что при этом значительная часть тепла отдается способом испарения. При испарении 1 г пота расходуется около 0,6 ккал. Особенно хорошо теплоотдача происходит, если сопровождается движением воздуха. Тогда испарение происходит наиболее интенсивно. Однако если высокая температура воздуха сопровождается высокой влажностью, то испарение с поверхности тела будет происходить недостаточно интенсивно или вовсе прекратится (воздух насыщен влагой). В этом случае теплоотдача происходить не будет, и тепло начнет накапливаться в организме — произойдет перегревание. Различают два проявления

перегревания: гипертермия и судорожная болезнь. При гипертермии различают три степени: а) легкая, б) умеренная, в) тяжелая (тепловой удар). Судорожная болезнь возникает из-за резкого снижения в крови и тканях организма хлоридов, которые теряются при интенсивном потении.

*Переохлаждение.* Низкая температура в сочетании с низкой относительной влажностью и малой скоростью движения воздуха переносится человеком довольно хорошо. Однако низкая температура в сочетании с высокой влажностью и скоростью движения воздуха создают возможности для возникновения переохлаждения. В силу большой теплопроводности воды (в 28 раз больше воздуха) и большой ее теплоемкости в условиях сырого воздуха резко повышается отдача тепла способом теплопроводения. Этому способствует повышенная скорость движения воздуха. Переохлаждение может быть общим и местным. Общее переохлаждение способствует возникновению простудных и инфекционных заболеваний вследствие снижения общей резистентности организма. Местное переохлаждение может привести к ознобу и отморожению, причем главным образом при этом страдают конечности ("траншейная стопа"). При местном охлаждении могут иметь место и рефлекторно возникающие реакции в других органах и системах.

Таким образом, становится понятным, что высокая влажность воздуха играет отрицательную роль в вопросах терморегуляции как при высоких, так и при низких температурах, а увеличение скорости движения воздуха, как правило, способствует теплоотдаче. Исключение составляют случаи, когда температура воздуха выше температуры тела, а относительная влажность достигает 100 %.

В этом случае повышение скорости движения воздуха не приведет к увеличению теплоотдачи ни способом испарения (воздух насыщен влагой), ни способом проведения (температура воздуха выше температуры поверхности тела).

*Метеотропные реакции.* Погодные условия оказывают существенное влияние на течение многих заболеваний. В условиях Подмосковья, например,

почти у 70% сердечно-сосудистых больных ухудшение состояния по времени совпадает с периодами значительного изменения метеорологических условий. Подобная связь отмечена и многими исследованиями, проведенными практически во всех климато-географических регионах как в нашей стране, так и за рубежом. Повышенной чувствительностью к неблагоприятной погоде отличаются также люди, страдающие хроническими неспецифическими заболеваниями легких. Такие больные плохо переносят погоду с высокой влажностью, резкими перепадами температуры, сильным ветром. Весьма выражена связь с погодой течения заболевания бронхиальной астмой. Это находит отражение даже в неравномерности географического распространения данного заболевания, которое чаще встречается в районах с влажным климатом и контрастной сменой погоды. Так, например, в Северных районах, в горной местности и на юге Средней Азии заболеваемость бронхиальной астмой в 2-3 раза ниже, чем в Прибалтийских странах. Хорошо известна также повышенная чувствительность к погодным условиям и их изменению у больных с ревматическими заболеваниями. Возникновение ревматических болей в суставах, предшествующее или сопутствующее изменению погоды, стало одним из классических примеров метеопатической реакции. Не случайно многих больных ревматизмом образно именуют "живыми барометрами". На изменение погодных условий часто реагируют больные диабетом, нервно-психическими и другими заболеваниями. Имеются данные о влиянии погодных условий на хирургическую практику. Отмечено, в частности, что при неблагоприятной погоде ухудшается течение и исход послеоперационного периода у сердечно-сосудистых и других больных.

Исходным в обосновании и проведении профилактических мероприятий при метеотропных реакциях является медицинская оценка погоды. Существует несколько видов классификации типов погоды, наиболее простой из которых является классификация по Г.П. Федорову. Согласно этой классификации различают три типа погоды:

1) *Оптимальная*— межсуточные колебания температуры до 2°C, скорость

движения воздуха до 3 м/сек, изменение атмосферного давления до 4 мбар.

2) *Раздражающая*— колебания температуры до 4°C, скорость движения воздуха до 9 м/сек, изменение атмосферного давления до 8 мбар.

3) *Острая* — колебания температуры более 4°C, скорость движения воздуха более 9 м/сек, изменение атмосферного давления более 8 мбар.

В медицинской практике желательно производить медицинский прогноз погоды на основании этой классификации и предпринимать соответствующие профилактические меры.

## Лекция №3

### **Загрязнение атмосферного воздуха как важная гигиеническая и экологическая проблема. Самоочищение атмосферного воздуха и его санитарная охрана**

В состав воздушной среды постоянно входят разнообразные посторонние включения, попадающие в него из различных источников. С течением времени в результате деятельности человека, направленной на развитие технического прогресса, количество таких посторонних примесей к воздушной среде увеличивается. В настоящее время так называемый чистый воздух в населенных пунктах практически можно показывать лишь в виде экспоната.

Все загрязнения воздушной среды можно разделить на три вида:

1. Твердые (пыль).
2. Жидкие (пары).
3. Газообразные.

Твердые загрязнения (пыль) по происхождению можно разделить на несколько категорий:

а) Почвенная пыль. Поднимается в воздухе поверхности почвы в результате перемещения воздушных масс. Этому особенно способствует движение транспортных средств.

б) Космическая пыль. На землю из космоса оседает некоторое количество твердых частиц, не имеющих практического значения.

в) Морская пыль. Образуется в результате высыхания брызг соленой воды при волнении моря. Также не имеет практического значения.

г) Твердые выбросы в атмосферу из энергетических установок (промышленных предприятий и отопительных систем).

д) Иногда в отдельную категорию выделяют радиоактивную пыль, попадающую в воздух в результате аварийных ситуаций на предприятиях,

использующих радионуклиды.

Наибольшее практическое значение имеют пылевые загрязнения, выбрасываемые в воздух энергетическими системами, поскольку количество последних постоянно возрастает. При этом роль промышленных предприятий и домашних отопительных систем может меняться в зависимости от местных условий. В некоторых местах ведущую роль играют промышленные предприятия, в других — домашние отопительные системы. Но в целом промышленные предприятия являются в этом отношении ведущими. По данным, полученным из многих стран, отмечено, что с развитием промышленности количество загрязнений, поступающих в воздух, пропорционально увеличивается. Особенно много твердых загрязнений поступает в воздух при сжигании твердого топлива (угля). При этом в воздух выбрасываются: 1) зола, 2) недожог, 3) сажа.

**Зола** представляет собой негорючие примеси к углю, содержание которых в нем может варьировать от 6-12 % (высокосортные угли) до 30-35 % (низкосортные).

**Недожог** представляет собой несгоревшие частицы угля, количество которых зависит от степени аэрации энергетической установки.

**Сажа** — это продукт неполного сгорания угля. Она является наиболее патогенным компонентом из твердых выбросов, так как содержит смолистые вещества, среди которых имеют место и канцерогенные смолы (3,4-бензпирен, 1,2,5,6-дибензантрацен, метил-холантрен и др.).

Зола является самым существенным компонентом выбросов энергетических установок.

Существует два способа сжигания угля: послойный и пылевидный. При первом способе уголь набрасывают в топку слоями, при втором — предварительно измельчают и вводят в топку в виде пыли. При этом коэффициент полезного действия значительно возрастает.

При пылевидном сжигании топлива, являющимся наиболее эффективным, в воздух (через трубу) выбрасывается около 80% образующейся

зола. Поэтому при сжигании угля, содержащего 30% золы (к примеру, подмосковный уголь), в воздух поступает около 240 кг золы на каждую тонну сжигаемого топлива (в одной тонне содержится 300 кг золы, 80% от которых составит 240 кг). Таким образом, крупная ТЭЦ, потребляющая около 1000 тонн угля в сутки, выбрасывает около 240 тонн золы. Для наглядности можно представить себе, что это 80 трехтонных грузовиков. К этому следует добавить еще недожог и сажу. Кроме того, некоторые промышленные предприятия выбрасывают в воздух специфические продукты, загрязняющие атмосферу (к примеру, цементные заводы). В результате в городах с развитой промышленностью в воздухе витает огромное количество пыли. В частности, установлено, что в крупных городах с развитой промышленностью на каждый квадратный километр поверхности из воздуха оседает пыль, измеряемая тысячами тонн в год. Например, в Луганске — около  $1300 \text{ т/км}^2$ , в Днепропетровске — около  $\text{т/км}^2$  и т.д., причем в этих данных отчетливо проявляется влияние развития промышленности, оказываемое на степень загрязнения воздуха. Например, в Остраве в 1954 г. на каждый километр поверхности оседало 557 тонн пыли, а в 1958 г. с развитием промышленности — 1018 тонн. Такие же примеры можно привести и по другим городам.

Атмосферную пыль в соответствии с классификацией Джиббса разделяют на следующие категории:

- а) собственно пыль (оседает с ускорением, величина частиц 100-10 микрон);
- б) облака или туманы (оседает с постоянной скоростью, величина частиц 10-0,1 микрон);
- в) дым (не оседает, а находится постоянно в состоянии броуновского движения, величина частиц менее 0,1 микрона).

Степень дисперсности пылевых частиц имеет также значение с точки зрения проникновения их в дыхательные пути. Самая крупная пыль (величина частиц более 10 микрон) в основном задерживается в верхних дыхательных путях и выводится с секретом слизистых оболочек. Более глубоко проникает пыль с величиной частиц от 5 до 10 микрон. Наиболее опасной считается пыль

с величиной частиц менее 5 микрон, которая проникает в альвеолы.

Источниками газообразных загрязнений воздуха являются в основном промышленные предприятия и отопительные системы, в которых сгорает уголь, однако в качестве источников газообразных загрязнений следует назвать также транспорт, использующий двигатели внутреннего сгорания. Уголь содержит в себе в качестве постоянной примеси серу, которая при сгорании угля окисляется до сернистого газа. Этот газ является основным компонентом газообразных загрязнений, выбрасываемых в воздух энергетическими установками.

Каждая крупная ТЭЦ дополнительно к пыли выбрасывает в сутки около 300 тонн сернистого газа, а также окись углерода, двуокись углерода, окислы азота и др. Кроме того, многие промышленные предприятия выбрасывают в воздух значительное количество специфических газообразных примесей. В частности, химические предприятия выбрасывают в воздух огромное количество разнообразных токсических компонентов.

Автомобильный транспорт, широко распространенный в современных городах, является основным источником загрязнения воздуха окисью углерода. Кроме этого, транспорт выбрасывает в воздух разнообразные окислы азота, двуокись углерода, недосгоревшие углеводороды, озон и др. газы. Дизельные двигатели выбрасывают в воздух также сажу, а двигатели, использующие в качестве топлива этилированный бензин, — значительное количество свинца. Каждый работающий двигатель легкового автомобиля обычно выбрасывает в воздух около 3 м<sup>3</sup> чистой окиси углерода в час, а грузовые — вдвое больше. Число автомобильного транспорта постоянно растет, и в настоящее время количество автомобилей в мире сопоставимо с количеством населения.

В результате этого в воздухе крупных городов с интенсивным автомобильным движением концентрация окиси углерода значительно превышает предельно допустимые нормы.

Жидкие загрязнения образуются в воздухе главным образом за счет взаимодействия газообразных загрязнений с атмосферной влагой. В результате,

например, из сернистого газа, выбрасываемого в воздух энергетическими системами, образуются кислоты, содержащие серу, и т.д., которые затем выпадают из атмосферы в виде так называемых кислотных дождей.

В настоящее время все вместе взятые загрязнения воздушной среды достигают во многих случаях таких высоких концентраций, которые представляют опасность для здоровья и жизни людей. Высокие степени загрязнения атмосферы принято называть сейчас токсическими туманами или смогами. Такие смоги в прежние времена случались довольно редко и лишь в некоторых городах, отличающихся характерными погодными условиями. Дело в том, что погодные условия играют существенную роль в возникновении таких токсических туманов. Последние образуются обычно при некотором сочетании метеорологических факторов: при низкой облачности, наличии температурной инверсии (см. предыдущую лекцию), полном штиле. Именно при таком стечении метеорологических условий загрязнения, выбрасываемые в воздух, не разносятся ветром, т. е. не разбавляются и концентрируются у поверхности земли. Раньше классическим городом, где возникали эти туманы, был Лондон, однако в последние годы география их возникновения резко расширилась. Они стали появляться практически во всех городах мира, даже в Японии, где смог называют "когай". В связи с этим во многих городах вынуждены предпринимать чрезвычайные меры по защите людей от вредного влияния этих смогов. Так, в Лос-Анджелесе при достижении определенных концентраций токсических веществ в воздухе объявляются тревоги номер 1, 2, 3. В соответствии с объявлением этих тревог предпринимаются меры по снижению концентрации этих загрязнений: приостанавливается деятельность некоторых предприятий, выбрасывающих в воздух особенно большое количество токсических веществ, перекрываются для движения некоторые транспортные магистрали. Известно, например, что турецкие власти при достижении высоких концентраций загрязнения воздуха прекращают деятельность некоторых школ, не рекомендуют людям выходить на улицу и т.д. Особенно это касается детей и лиц пожилого возраста. В Германии и Японии при таких обстоятельствах

людям рекомендуют пользоваться приспособлениями для защиты органов дыхания (респираторами, противогазами).

Степень загрязненности воздуха в значительной степени зависит от разнообразных условий:

- а) от времени года (зимой больше, чем летом, потому что включаются отопительные системы);
- б) от времени суток (максимальное — утром, минимальное — ночью);
- в) от силы и направления ветра (разбавление); г) от вертикального градиента температуры (температурной инверсии);
- д) от степени влажности воздуха (туманы способствуют концентрации загрязнений);
- е) от частоты и количества атмосферных осадков;
- ж) от расстояния по отношению к источникам выбросов.

Наибольшее количество пыли оседает вблизи места выброса. Так, вокруг ТЭЦ с количеством выбросов 200 тонн/сутки концентрация пыли достигает:

|                      |   |                        |
|----------------------|---|------------------------|
| на расстоянии 0,5 км | - | 5,94 мг/м <sup>2</sup> |
| на расстоянии 1 км   | - | 3,11 мг/м <sup>2</sup> |
| на расстоянии 2 км   | - | 1,21 мг/м <sup>2</sup> |
| на расстоянии 3 км   | - | 0,47 мг/м <sup>2</sup> |

## **ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ АТМОСФЕРЫ**

*1. Экономический ущерб.* При выбросах загрязнений в атмосферу происходит значительная потеря топлива, продукции и других ценных компонентов (недожога, продуктов неполного сгорания, цемента, сернистого газа, окиси углерода и т.д.). Известны случаи, когда доходы от утилизации выбрасываемых в воздух загрязнений превышали общий доход предприятия от выпуска своей основной продукции. По имеющимся данным, количество цемента, выбрасываемого цементными заводами в атмосферу, измеряется сотнями тонн в год. Весьма ценным продуктом является и сернистый газ, который при утилизации может быть переработан в сернистую, серную и

другие кислоты, на производство которых затрачиваются немалые средства. С большим экономическим эффектом может быть использован и угарный газ, который является недоокисленным продуктом горения, а следовательно, может быть подвергнут доокислению, то есть является горючим газом. При сжигании его может быть получено значительное количество дополнительной энергии.

Выбрасываемые продукты часто являются агрессивными и способствуют более быстрому разрушению строительных конструкций. При этом происходит повреждение растительности. Особенно чувствительными породами деревьев являются хвойные и фруктовые, а также некоторые мхи. Польские ученые предлагали использовать чувствительность некоторых лишайников для определения степени загрязнения воздушной среды. Страдает не только растительный, но и животный мир. В сфере интенсивного задымления выбросами от предприятий химической промышленности, а также металлургии (особенно цветной) исчезают звери, птицы, пчелы.

*2. Влияние на микроклимат населенных мест.* Так как пылевые частицы в воздухе являются ядрами конденсации влаги, при увеличении количества выбрасываемых загрязнений увеличивается число туманов, снижается интенсивность солнечной радиации и особенно ультрафиолетовой (наиболее ценной) части ее. В результате снижается биологическое влияние солнечной радиации, общая резистентность организма, а также степень освещенности, что влияет на функцию зрения, а косвенным образом также увеличивает экономический ущерб (приходится больше пользоваться искусственными источниками света).

*3. Влияние на санитарно-гигиеническое состояние населения.* Загрязнения атмосферы увеличивают загрязнение окон, квартир, одежды, белья и т.д., что в конечном счете также сказывается на состоянии здоровья людей.

*4. Самое важное — это непосредственное влияние на состояние здоровья человека.* Согласно данным многих исследований, установлено, что загрязнения атмосферы оказывают и непосредственное влияние на здоровье людей. Увеличивается число кожных заболеваний, заболеваний слизистых

оболочек дыхательных путей и глаз, злокачественных новообразований в легких, резко обостряются различные хронические заболевания и т.д. Рост атмосферных загрязнений снижает также общую резистентность организма. Влияние атмосферных загрязнений на состояние здоровья населения подтверждается многочисленными статистическими данными, полученными при возникновении токсических туманов (смогов) и при других ситуациях. В частности, исследования, проведенные в Германии, показали, что смертность от заболеваний дыхательных путей находится в прямой зависимости от степени развития промышленности. Согласно этим данным смертность составляет (на 100 тысяч жителей):

- в крупных городах - 29,4
- в средних городах - 22,7
- в мелких городах - 17,5
- в сельской местности - 14,6

Для общей ориентировки и проведения гигиенических мероприятий по снижению загрязненности атмосферного воздуха разработаны и законодательно установлены предельно допустимые концентрации загрязняющих компонентов в воздушной среде (ПДК). ПДК — это концентрации, которые не оказывают на человека ни прямого, ни косвенного вредного и неприятного действия, не снижают его трудоспособности, не влияют отрицательно на его самочувствие и настроение. Существуют две категории ПДК: максимально разовые и среднесуточные.

В настоящее время установлены следующие величины ПДК:

*а) для нетоксической пыли:*

- максимальная разовая - 0,5 мг/м<sup>2</sup>
- среднесуточная - 0,15 мг/м<sup>2</sup>

*б) для сажи:*

- максимальная разовая - 0,15 мг/м<sup>2</sup>
- среднесуточная - 0,05 мг/м<sup>2</sup>

*в) для сернистого газа:*

максимальная разовая - 0,5 мг/м<sup>2</sup>  
среднесуточная - 0,05 мг/м<sup>2</sup>

г) для окиси углерода:

максимальная разовая - 5,0 мг/м<sup>2</sup>  
среднесуточная - 3,0 мг/м<sup>2</sup>

В большинстве населенных мест с развитой промышленностью и автотранспортом концентрации загрязняющих воздух компонентов значительно превышают допустимые пределы. К примеру, в крупных городах с развитым автотранспортом (как за рубежом, так и в нашей стране) концентрация окиси углерода достигает иногда 100 мг/м<sup>2</sup>.

### САМООЧИЩЕНИЕ ВОЗДУХА

В природе происходит самоочищение воздушной среды за счет следующих факторов:

- 1) разбавление (прямо пропорционально квадрату расстояния);
- 2) седиментация (крупные частицы оседают ближе, мелкие — дальше от источника выбросов);
- 3) извлечение атмосферными осадками;
- 4) извлечение зелеными насаждениями;
- 5) химические процессы нейтрализации. Седиментации подвергаются главным образом твердые загрязнения.

Для разбавления и седиментации большое значение имеют скорость и направление ветра, а также величина взвешенных частиц. Так, при скорости ветра 2 м/с и при выбросах из трубы высотой 45 м частицы величиной 10 микрон оседают в радиусе 10 км, а величиной 2 микрона — в радиусе 300 км.

Атмосферные осадки играют большую роль в извлечении загрязнений из воздуха. Они вымывают из воздуха не только твердые частицы, но и значительную часть газообразных. Известно, что после сильного дождя первоначальные концентрации загрязнений в воздухе восстанавливаются лишь через 12 часов.

Большую роль в самоочищении воздушной среды играют зеленые насаждения. Они не только механически задерживают пыль, но и поглощают некоторые газообразные примеси.

Однако процессы самоочищения протекают сравнительно медленно и при современном интенсивном загрязнении не могут обеспечить достаточную эффективность. Поэтому требуются дополнительные меры по охране чистоты атмосферного воздуха. Эти меры можно разделить на следующие группы:

1. Планировочные.
2. Технологические.
3. Санитарно-технические.

Планировочные мероприятия включают в себя борьбу с почвенной пылью (благоустройство дорог, озеленение, обводнение), правильную планировку городов (с учетом "розы ветров"), соблюдение санитарно-защитных зон. В зависимости от количества и степени вредности выбросов в атмосферу все предприятия разделяют на 5 классов. В соответствии с этим существует 5 санитарно-защитных зон:

- 1) -1000м
- 2) -500м
- 3) -300м
- 4) - 100м
- 5) - 50 м

К планировочным мероприятиям следует отнести также ликвидацию домовых котельных, а также укрупнение отопительных систем и вывод энергетических установок, обслуживающих их, за пределы жилой зоны, увеличение количества зеленых насаждений.

В качестве технологических мероприятий следует назвать:

- 1) усовершенствование сгорания топлива;
- 2) обогащение углей;
- 3) замена одного вида топлива другим (газификация, электрификация);
- 4) увеличение эффективности разбавления (высокие трубы).

Из технологических мероприятий наиболее эффективными и перспективными следует считать замену одного вида топлива на другой, а также изменение энергетических установок. В частности, наиболее эффективными, с экологической точки зрения, являются электрические двигатели. Однако на пути эффективного и массового их использования стоят некоторые технические трудности, пока не позволяющие широко использовать такие двигатели (например, в автомобилестроении).

Усовершенствования сгорания топлива можно добиться более интенсивной аэрацией энергетических установок, а также большей степенью дисперсности топлива. При этом достигается более хороший контакт топлива с кислородом воздуха.

К санитарно-техническим устройствам относят устройство различных пыле-, золо-, газоулавливателей. К таким очистным устройствам, устанавливаемым обычно в трубах на пути выбросов в атмосферу, относят следующие:

- циклоны (улавливают до 50 % пыли);
- мультициклоны (улавливают до 65-70 % пыли);
- мокрые скрубберы (улавливают до 90 % пыли и до 30% газов);
- тканевые фильтры;
- электрические фильтры (улавливают до 96-98 % пыли).

Комбинированными методами удастся задержать на пути выбросов до 99% пылевых загрязнений.

Для уменьшения загрязнения воздуха выбросами автомобильного транспорта рекомендуется строительство подземных (или надземных) пешеходных переходов, разноуровневых транспортных развязок и т.д. Благодаря благоустройству дорог повысится скорость движения автомобилей и уменьшится необходимость их остановки. А это, в свою очередь, приведет к уменьшению количества выхлопных газов, так как наибольшее количество газов выбрасывается автомобилями в момент наибольшей нагрузки двигателя (т.е. в тот период, когда автомобиль трогается с места). Кроме того, в

настоящее время созданы и интенсивно внедряются в практику каталитические нейтрализаторы токсических компонентов в автомобильных выбросах. В частности, такие нейтрализаторы производят дожигание окиси углерода в выхлопных газах до менее токсичной двуокиси углерода. Естественно, что проводится интенсивная работа по переводу двигателей внутреннего сгорания на более чистые энергетические установки (с экологической точки зрения). Наибольший экологический эффект будет получен при переводе автомобилей на электрические двигатели — создание электромобилей. В этом отношении имеются определенные успехи: опытные образцы электромобилей уже созданы и проходят испытания. Однако до массового их производства в промышленном масштабе еще далеко.

Как видно из вышеизложенного, эффективность мероприятий по охране атмосферного воздуха от загрязнений довольно велика. Проблема заключается в том, что осуществление этих мероприятий требует значительных капиталовложений. В частности, устройство и обслуживание наиболее эффективных из очистных сооружений — электрических фильтров — стоит очень дорого. Несмотря на это, многие мероприятия осуществляются, они жизненно важны и закреплены государственными законодательными актами. В соответствии с этими законодательными актами производится строительство заводов, выпускающих очистные сооружения, разрешается или запрещается строительство и эксплуатация производств, оказывающих влияние на состояние атмосферы, устанавливаются нормативные ограничения в планировочном аспекте и т.д.

В частности, в нашей стране существует Закон об охране атмосферного воздуха, согласно которому регламентируются правила планировки и строительства населенных мест и промышленных предприятий, установка очистных сооружений, контроль за выполнением охранных мероприятий, финансирование этих вопросов и законодательная ответственность за нарушение правил и мер по охране чистоты атмосферного воздуха.

## Лекция №4

### **Солнечная радиация и причины ее изменений. Биологическое действие солнечной радиации на окружающую среду и здоровье человека.**

### **Применение ультрафиолетового излучения в профилактических целях**

Солнце — самая близкая к нам звезда — центральное тело нашей системы. Астрономы считают солнце красной карликовой звездой пятой величины. Тем не менее, условия жизни на Земле определяются исключительно энергией, получаемой от Солнца.

Диаметр Солнца составляет 1390000 км, т.е. в 109 раз больше Земли. Площадь поверхности Солнца в 12000 раз больше площади Земли. Среднее расстояние Земли от Солнца немного меньше 150 млн. км. Давление в центре Солнца достигает 10 млрд. атмосфер, а температура — 26 млн. градусов С.

Солнце излучает в мировое пространство огромное количество энергии ( $4 \times 10^{26}$  Вт) в виде волнового и корпускулярного излучения. Примерно 400-миллионная доля этой энергии поступает на внешнюю границу атмосферы Земли, создавая облученность на перпендикулярной поверхности около 2 кал/см<sup>2</sup> в минуту или 1396 Вт/м<sup>2</sup>.

Все оптическое излучение Солнца состоит из ультрафиолетовой (УФ), видимой и инфракрасной (ИК) области спектра.

Как передается и преобразуется солнечная энергия, попавшая в верхнюю часть атмосферы?

В среднем около 30% этого излучения рассеивается частицами атмосферы или непосредственно отражается облаками и поверхностью Земли.

Около 50% солнечного излучения достигает суши или океана и поглощается в форме тепла.

Остальные 20% солнечного излучения могут поглощаться, проходя через атмосферу.

Видимое излучение, на которое приходится основная часть потока солнечной энергии, в безоблачную погоду может достигать поверхности Земли без потерь.

От 1 до 3% падающего ультрафиолетового излучения поглощается в верхних слоях атмосферы. Интенсивность солнечного излучения зависит от:

**1. Высоты стояния Солнца над горизонтом.** Высота стояния Солнца над горизонтом зависит от географического расположения населенного пункта, времени года и суток. Так, при высоте  $30^\circ$  путь лучей в 2 раза длиннее, чем при  $90^\circ$ , а при закате — в 30 раз. Кроме того, солнечный поток падает на большую площадь.

**2. Прозрачности атмосферы.** Лучи с разной длиной волны по-разному проходят через атмосферу при наличии облаков. Ультрафиолетовые лучи рассеиваются, а инфракрасные — поглощаются. Озоновый слой в атмосфере резко сокращает количество коротких ультрафиолетовых лучей.

В городах интенсивность солнечной энергии в среднем ниже на 10-30% (в зимние месяцы на 60%), чем в прилегающих сельских районах, особенно коротковолновой части солнечного спектра (на 40-50%). Солнечный поток достигает Земли в виде прямой и рассеянной радиации. Чем ниже высота стояния Солнца, тем относительно больше доля рассеянной радиации.

*Пример.* Для бухты Тихой, где максимальное стояние Солнца  $33^\circ$ , рассеянная радиация составляет 70%, а прямая — 30%, в то время как для Ташкента с максимальным стоянием Солнца в  $70^\circ$  характерно обратное соотношение (рассеянная — 30%, прямая - 70%).

Определенное значение имеет и отраженная радиация. Альbedo (от лат. "белизна") показывает, какую часть падающей энергии отражает данная поверхность. Альbedo свежего снега — 81 %, воды — 20 %, а черной влажной земли — 3%.

Давно уже признано важное гигиеническое значение солнечного света, ограничение или лишение которого приводит к нарушению физиологического равновесия в организме. Так, еще Гиппократ (400 г. до н. э.) рекомендовал

принимать с лечебной целью солнечные ванны.

Первая научная работа по изучению влияния солнечной радиации опубликована в 1799 г. Бертраном в Париже.

**ГРАНИЦЫ СОЛНЕЧНОГО СПЕКТРА** Спектр Солнца, достигающий границ земной атмосферы, — от 0,1 до 60 мк. При наличии водяных паров в атмосфере он укорачивается до 2,2 мк.

1) Инфракрасные лучи (ИК) — от 0,76 до 60 мк (в этой области принято измерение в микронах);

2) Видимые лучи — 400-760 нм;

3) Ультрафиолетовые лучи (УФ) — 10-400 нм.

Характеристика потока различна по составу:

|                      | УФ | видимые | ИК  |
|----------------------|----|---------|-----|
| на границе атмосферы | 5% | 52%     | 43% |
| у поверхности Земли  | 1% | 40%     | 59% |

Биологическое действие солнечной радиации на организм складывается из совокупного воздействия всех областей оптического излучения: инфракрасной, видимой и ультрафиолетовой. Остановимся на разборе всех видов излучений.

## **ИНФРАКРАСНАЯ РАДИАЦИЯ**

Инфракрасные лучи были открыты *Гершелем* в 1800 г. Основное действие — тепловое. *Жизнь на Земле!* Доля инфракрасной радиации в общем потоке Солнца увеличивается при уменьшении высоты его над горизонтом. Так, на экваторе при  $90^\circ$  — 48,8% от общего потока, а при  $50^\circ$  — до 67,9%. При подъеме на высоту интенсивность интегрального потока резко возрастает. ИК-радиация состоит из короткой (до 1,5 мк) и длинной ( $>1,5$  мк) частей.

Длинные ИК-лучи задерживаются главным образом в эпидермисе кожи и вызывают нагревание ее поверхности, раздражают рецепторы (жжение). Инфракрасная эритема образуется за счет расширения капилляров кожи, разлитая, без четких границ.

Короткие ИК-лучи проникают на глубину 2,5-4 см, вызывают глубокое прогревание, причем субъективные ощущения значительно меньше.

В настоящее время большинство исследователей признает не только тепловое, но и фотохимическое действие ИК-лучей на организм. Отмечается поглощение ИК-лучей белками крови и активация ферментных процессов.

Общее действие ИК-лучей — нагревание с образованием выраженной разлитой эритемы, с выделением ряда физиологически активных веществ (например, ацетилхолина), которые поступают в общий круг кровообращения и вызывают усиление обменных процессов в отдаленных от мест облучения тканях и органах. Общая реакция организма выражается в перераспределении крови в сосудах, повышении числа эозинофилов в периферической крови, повышении общей сопротивляемости организма.

*Действие на центральную нервную систему (ЦНС), особенно на вегетативную НС.* Наблюдается снижение тонуса симпатической НС и, соответственно, ваготония.

*Действие на сердечно-сосудистую систему и другие органы.* Под действием инфракрасных лучей наблюдается: перераспределение крови, учащение пульса, повышение максимального и понижение минимального АД, повышение температуры тела, усиление потоотделения. Рефлекторно увеличивается теплообразование в других органах, стимулируется функция почек, расслабляется мускулатура. В результате наблюдается ускорение регенеративных процессов, уменьшение болевых ощущений,

*Действие на орган зрения.* Экспериментально установлено, что через глаз проходит 27% общего потока лучистой энергии. Наиболее частым поражением является катаракта (помутнение хрусталика). Еще в 1701 г. *Рамаццини* отметил, что постоянное "смотрение" на огонь и расплавленную жидкую стеклянную массу вызывает помутнение глаз. Это заболевание чаще бывает профессиональным и встречается у стеклодувов, рабочих железопрокатных заводов.

Но *Гиришберг* в 1898 г. высказал предположение о возможности влияния

интенсивного солнечного света на возникновение катаракты. Так, в больницах Калькутты и Бомбея ему приходилось оперировать индусов по поводу катаракты в более молодом возрасте, чем европейцев.

*Особая роль ИК в теплообмене.* Следует помнить, что человек сам является излучателем ИК-лучей (5-15 мк). Человек теряет в процессе теплоизлучения примерно 45% тепла. С одной стороны, при переохлаждении кожных покровов, когда организм испускает ИК-лучи, создаются условия для возникновения заболеваний (фурункулез, ревматизм, простудные заболевания). С другой стороны, возможно перегревание организма, солнечный удар, ожоги.

Умеренное использование ИК-лучей солнечной радиации тренирует терморегуляционные механизмы.

## **ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ**

1. Общее облучение - ИК-ванна
2. Местное - Лампа Соллюкс  
Лампа Минина

## **ВИДИМЫЕ ЛУЧИ**

Занимая промежуточное положение между УФ и ИК, видимые лучи обладают специфическим действием на орган зрения, для которого они являются адекватным раздражителем, фоточувствительные клетки глаза воспринимают и преобразуют энергию света, в результате чего организм получает необходимую информацию о состоянии окружающей среды. Кроме того, они оказывают тепловое (более мягкая энергия) и общебиологическое действие на кожу.

Общеизвестно, что наблюдается определенное соотношение биологических ритмов организма и ритмов солнечного излучения: органы живут согласно "внутренним часам", т.е. у человека вырабатывается четкий динамический стереотип. Ломка его происходит, когда человек за несколько

часов переносится на расстояние в тысячи километров. В настоящее время изучением этих вопросов занимается хронобиология.

*Пример.* После перелета Париж - Нью-Йорк человеку требуется несколько дней для восстановления ритма "сон - бодрствование", неделя — для восстановления температурного ритма, несколько недель для того, чтобы началось нормальное функционирование желез внутренней секреции (Конгресс Юнеско "Солнце на службе человека", Париж, 1973 г.).

Кроме того, хронобиология изучает изменения в восприимчивости человеческого организма к лекарствам и вредным веществам в различное время суток.

*Пример.* Смертность крыс, которым сделали инъекции никотина, колебалась в зависимости от времени суток: в 18.00 — 83%, в 13.00 — 8%.

Инъекции пенициллина наиболее благоприятно делать в период: с 19.00 до 4.00.

Видимые лучи действуют тонизирующе на весь организм. Следует выделить влияние на организм в зависимости от длины волны.

*Красные лучи* приближаются по своему действию к ИК, производя тепловой эффект. Они повышают возбудимость нервной системы, стимулируют деятельность гипофиза и других желез внутренней секреции. Так, Жак Бенуа доказал, что красные и оранжевые лучи солнечного света стимулируют половые железы, вызывая ускоренное созревание гонад.

*Фиолетовые лучи* обладают выраженным фотохимическим действием (образуют загар). Для получения от видимых лучей загарного эффекта нужна большая энергия, чем от Уф-лучей.

Наиболее нейтральным цветом является *зеленый* (человек в течение многовекового эволюционного развития был окружен зеленой растительностью). Другие цвета будут возбуждать или угнетать нервную систему.

*Красно-желтые цвета* оказывают бодрящее действие и производят впечатление теплых тонов.

*Сине-фиолетовые цвета* оказывают успокаивающее действие и производят впечатление холодных тонов.

Душевное настроение меланхоликов улучшается при помещении их в комнату с красным освещением. Для неуравновешенных людей желательно синее освещение.

*Бехтерев В.М.* рекомендовал лиц с психическим возбуждением помещать в палаты голубого цвета, а с психическим угнетением — в палаты с розовыми стенами.

В настоящее время установлено, что окраска стен и станков существенно влияет на работоспособность людей. Поэтому рекомендуются светло-желтые, зеленые, оранжевые станки, кабины.

*Ультрафиолетовая радиация* (0-400 нм). В зависимости от длины волны ультрафиолетовое излучение делят на ближний диапазон с длиной волн 200-400 нм и дальний или вакуумный — с длиной волн 10-200 нм.

Ультрафиолетовые лучи впервые открыл *Клисс* в 1801 г. Они обладают наибольшей биологической активностью и требуют к себе особого внимания, т.к. при ограничении или лишении ультрафиолетового облучения развиваются патологические процессы, получившие название "светового голодания" или ультрафиолетовой недостаточности. В естественных условиях основным источником УФ-излучения является Солнце, в спектре которого до поверхности Земли доходят только волны ближнего диапазона, что связано с поглощением волн дальнего диапазона озоном и кислородом в атмосфере. Кванты УФ-излучения разных диапазонов несут различную энергию, которая определяет характер их биологического действия.

Условно весь ультрафиолетовый спектр, достигающий поверхности планеты или излучаемый искусственными источниками, делят на 3 области:

А — 400-320 нм (преимущественное эритемное и загарное действие);

В — 320-280 нм (преимущественное антирахитическое действие);

С — 280-200 нм (преимущественное бактерицидное действие).

*Механизмы действия Уф на организм:*

1. Непосредственное.
2. Гуморальное.
3. Рефлекторное.
4. Витаминизирующее.

*1. Непосредственное действие* УФ-излучения на клетки живого организма связано со сложными фотохимическими процессами и, в первую очередь, с повреждающим действием на живую клетку и денатурацией белков.

В результате такого физического воздействия Уф-лучей в коже происходит:

а) расшатывание белковых связей в клетке и появление осколков белковых молекул;

б) клеточные ферменты, включаясь, ликвидируют поврежденные белковые вещества;

в) накапливаются продукты клеточного распада с последующим выходом гистамина и гистаминоподобных веществ;

г) развивается местная реакция — УФ-эритема — асептическое воспаление со всеми признаками, характеризующими любой воспалительный процесс: покраснение, боль, припухлость и даже нарушение функций и повышение температуры.

Процесс возникновения эритемы сложен. Несмотря на то, что это местная реакция, ее возникновение невозможно без участия нервной системы. Был проведен *эксперимент*: подопытному была сделана новокаиновая блокада, затем проведено облучение УФ-лучами — эритема не возникала. *Гистологическая картина*: Через 1-2-3 часа период, необходимый для накопления вышеперечисленных веществ, в коже:

- 1) набухание клеток;
- 2) небольшое увеличение просвета сосудов;
- 3) количество слоев эпидермиса не увеличено;
- 4) ядра клеток без изменения.

*Через 6 часов:*

- 1) эпидермис утолщен (набухание клеток и увеличение слоев);
- 2) появляются отек и инфильтрация лейкоцитами кожи.

*Через 24 часа:*

- 1) эпидермис значительно утолщен (6-7 слоев);
- 2) утолщение рогового слоя;
- 3) ядра клеток набухают с последующими вакуолизацией и кариорексисом;
- 4) резко увеличивается число лейкоцитов. Это *острый период* развития эритемы. Деятельность организма направлена на преодоление повреждающего действия УФ-излучения.

*Через 72 часа:*

- 1) клетки принимают нормальный вид;
- 2) эпидермис утолщен;
- 3) появляется пигментация.

Эти остаточные явления на месте эритемы служат примером приспособления к действию Уф-лучей.

2. *Гуморальное воздействие* связано с появлением гистамина и гистаминоподобных веществ,

Появление легкой эритемы сопровождается разрушением 12 млн. клеток, при этом разрушение 1 мг белка сопровождается выходом 1 мкг гистамина.

Гистамин является физиологическим антагонистом адреналина и норадреналина. Поэтому становится понятным значение гистамина как стимулятора симпатико-адреналовой и гипофизарно-надпочечниковой систем, играющих большую роль в приспособительных и компенсаторных реакциях организма.

3. *Рефлекторное действие.* Эритема— мощный источник раздражения, автоматически включающий вегетативные защитные реакции преодоления и приспособления. Известно использование рефлекторного действия УФ-излучения с целью повышения тонуса центральной нервной системы, а также для активация физиологических процессов в отдаленных органах и системах.

В эксперименте доказано, что УФ-излучение стимулирует симпатическую нервную систему, что может приводить к усилению выведения холестерина из организма. Кроме того, УФ-лучи изменяют прямую и непрямую возбудимость поперечно-полосатой и гладкой мускулатуры. Так, наблюдается усиление моторики кишечника, спазм бронхов, сужение просвета сосудов. УФ-облучение влияет на физическую выносливость, изменяя возбудимость поперечно-полосатых мышц, увеличивая скорость мышечных реакций.

Эритема резко очерчена, т.к. гистаминоподобных продуктов недостаточно для развития ее вне зоны облучения, а защитная реакция симпато-адреналовой системы, препятствующей распространению этих продуктов, приводит к сужению капилляров вокруг.

4. *Витаминизирующее действие.* 250 тысяч сальных желез кожи ежедневно выделяют около 20 г жировой смазки. В ней содержится 7,8-дегидрохолес-терин-провитамин Д. Под действием Уф-лучей (главным образом 290-313 нм) происходит разрыв кольца и превращение провитамина в витамин Д<sub>3</sub>.

При гиповитаминозе Д происходит нарушение фосфорно-кальциевого обмена. В анализах крови наблюдаются биохимические сдвиги:

- 1) гипофосфатемия — снижение неорганического фосфора до 3-1,5 мг%;
- 2) не изменяется или наблюдается очень небольшое снижение (до 8,5 мг%) кальция в крови. При 6-7 мг% Са в крови — тетания, при 4-5 мг% — кома и смерть. Поэтому, несмотря на снижение усвоения кальция, паращитовидные железы поддерживают его минимальную концентрацию в крови за счет вымывания из костей;
- 3) повышение активности щелочной фосфатазы (до 30-60 вместо максимальных 15 единиц по Боданскому или 1,5-2,0 вместо 0,5 единиц по Кею).

Следует отметить, что затрудняется усвоение кальция и фосфора из пищи.

Обычно из желудочно-кишечного тракта неусвоенными выводятся 20-

40% кальция и 15% фосфора. При авитаминозе Д кальций не усваивается до 90-100% и до 70% — фосфор.

Проявления гиповитаминоза Д могут быть самыми разнообразными:

1. Рахит, остеопороз, остеомаляция.
2. Увеличение склонности к простудным, инфекционным заболеваниям.
3. Замедление заживления ран и переломов. Статистические данные показывают, что в северных широтах — 64,7 койко-дня и 44,7 — при УФ-облучении.
4. Снижение содержания кальция в нервной ткани сопровождается нарушением тормозных процессов, снижением умственной и физической работоспособности (снижение успеваемости у школьников, появление раздражительности и т.д.).
5. Могут развиваться остеомаляция и тяжелые токсикозы у беременных.
6. Наблюдается чаще развитие кариеса зубов.

#### Процент заболевания кариесом

|                        | Городские дети | Сельские дети |
|------------------------|----------------|---------------|
| хороший световой режим | 67,4%          | 25,4%         |
| плохой световой режим  | 95,4%          | 65,4%         |

7. Имеется опасность вспышки туберкулеза в результате нарушения обызвествления очагов. Ультрафиолетовая терапия имеет преимущества перед приемом препаратов витамина Д:

1) исключено токсическое действие, вызываемое введением в организм чрезмерно больших доз витамина Д;

2) вырабатывается эндогенный витамин Д<sub>3</sub>.

Известно, что для нормальной регуляции фосфорно-кальциевого обмена необходимо наличие не только экзогенного (поступающего с продуктами питания), но и эндогенного витамина Д<sub>3</sub>.

3) УФ-облучение в целом благотворно влияет на организм человека.

Итак, можно с уверенностью сказать, что УФ-излучение, воздействуя на

организм человека через кожный покров, нервно-гуморальные пути, при соответствующей локализации и дозировке оказывает благотворное влияние.

Суммируя действие Уф-лучей, можно выделить следующее:

1. Усиление обмена веществ и ферментативных процессов.

2. Повышение тонуса центральной нервной системы и стимулирующее влияние на симпатическую нервную систему с последующей регуляцией холестерина обмена.

3. Повышение иммунологической реактивности организма связано с увеличением глобулиновой фракции крови и фагоцитарной активности лейкоцитов. Отмечается также увеличение количества эритроцитов и содержания гемоглобина.

4. Изменение активности эндокринной системы:

1) стимулирующее действие на симпато-адреналовую систему (увеличение адреналиноподобных веществ и сахара в крови);

2) угнетение функции поджелудочной железы.

5. Специфическое образование витамина Д<sub>3</sub>.

6. Отмечают увеличение сопротивляемости организма к действию ионизирующего излучения.

7. Бактерицидное — губительное действие на микроорганизмы.

Наряду с положительным биологическим воздействием на организм Уф-лучей следует отметить и отрицательные стороны облучения. В первую очередь это относится к последствиям бесконтрольного загорания: ожоги, пигментные пятна, повреждение глаз (развитие фотофтальмии).

Действие УФ-радиации на глаза подобно эритеме, т.к. оно связано с разложением протеинов в клетках роговой и слизистой оболочек глаза. Живые клетки кожи человека защищены от деструктивного действия Уф-лучей "мертвыми" клетками рогового слоя кожи. Глаза лишены этой защиты, поэтому при значительной дозе облучения глаз после скрытого периода развивается воспаление роговой оболочки (кератит) и слизистой оболочки глаз (конъюнктивит). Клинически это выражается появлением светобоязни,

обильного слезотечения, острой боли, ощущением постороннего тела. Длительность —1-2 дня. Этот эффект обусловлен радиацией с длиной волны короче 310 нм.

Особого рассмотрения заслуживает бластомогенное действие УФ-радиации, приводящее к развитию рака кожи. В эксперименте было доказано, что ежедневное многочасовое интенсивное УФ- облучение крыс и мышей в течение многих месяцев вызвало почти у всех животных образование злокачественных опухолей, локализованных главным образом на безволосистых частях головы. К бластомогенным относятся УФ-лучи с длиной волны 290-330 нм, особенно 301-303 нм.

Рак кожи распространен у всех народов Земного шара, живущих в разных климатических условиях. Однако частота заболеваний раком кожи среди населения разных стран далеко не одинакова. Так, в Австралии число таких больных составляет более половины общего числа всех онкологических больных. Клинические наблюдения показывают, что чаще рак кожи развивается у людей со светлой кожей. Так, на Гавайских островах рак кожи среди белых встречается в 42 раза чаще, чем среди негров. В Казахстане казахи болеют раком кожи в 10 раз реже, чем приезжие. Механизм бластомогенного действия УФ-радиации пока неясен.

Итак, мы разобрали биологическое значение для организма инфракрасной, видимой и ультрафиолетовой радиации.

Многие люди находятся в условиях недостаточного облучения или, как принято говорить, солнечного или светового голодания. И в наибольшей степени это относится к УФ-недостаточности.

Наиболее серьезное влияние оказывает световое голодание на жителей крайнего Севера и Заполярья, пребывающих в период длительной, полярной ночи в неблагоприятных свето-климатических условиях. Уже на широте 69° (Мурманск) полярная ночь длится 52 дня.

Кроме того, существует довольно большой контингент людей, которые систематически лишены естественного света. К ним относятся:

- 1) рабочие угольной, горнорудной промышленности;
- 2) работники метрополитенов;
- 3) рабочие безоконных или "бесфонарных" производств;
- 4) жители крупных городов.

В городах недостаток солнечного света связан с загрязнением атмосферного воздуха пылью, дымом, газами, задерживающими в основном ультрафиолетовую часть солнечного спектра. По данным Куличковой: в пригороде потери УФ — 23% в городе — 26-42% (в Лос-Анджелесе — 35%).

Проникновение Уф-лучей вглубь помещения сопровождается резким уменьшением интенсивности радиации. При южной ориентации окон интенсивность внутри помещения зависит от глубины помещения. Даже при открытых окнах: 1. На подоконнике — 51% УФ от исходной интенсивности потока Уф-лучей.

2. На расстоянии 1 м — уменьшается еще на 20-25%.

3. На расстоянии 1,5 м остается только 5-8% от падающего потока Уф-лучей.

Двойное остекление снижает количество УФ-лучей в 5-6 раз.

Даже лучшее оконное стекло не пропускает УФ-лучи короче 310 нм. Увиолетовые стекла пропускают лучи с длиной волны до 254,4 нм.

Резко снижают ультрафиолетовый поток загрязнение стекол и применение занавесей. Тюлевые занавески снижают УФ-радиацию на 20%. Поэтому на многих производствах и в быту наблюдается так называемая "биологическая полутьма". В первую очередь страдают дети. В дореволюционной России на Севере 100% детей болело рахитом.

Существует 2 подхода ликвидации ультрафиолетовой недостаточности:

1. Максимальное использование естественного УФ-излучения.
2. Применение искусственных источников.

Дозируют УФ-облучение в эритемных дозах.

Количество УФ-радиации, вызывающее через 6-10 часов едва заметное покраснение кожи незагорелого человека, называется эритемной или пороговой

дозой.

2-3 дозы дают яркую эритему, 5 доз — болезненный ожог. 10 доз — ожог с образованием волдырей.

Фоточувствительность зависит от:

- 1) возраста (особенно чувствительны дети до 1 года);
- 2) повторяемости;
- 3) цвета кожи и волос (блондины более чувствительны, чем брюнеты), пола (мужчины менее чувствительны, чем женщины);
- 4) заболеваний печени (увеличивают чувствительность);
- 5) применения лекарственных средств (хинин, сульфаниламиды и др. повышают чувствительность); наркоз, сон и опьянение (уменьшают чувствительность к Уф-лучам);
- 6) от длительного УФ-голодания (в крови и моче появляется гематопорфирин).

Считают, что появление гематопорфирина сопровождается снижением устойчивости организма и к другим повреждающим факторам (химическим, бактериологическим, механическим). Внутривенное введение 0,2 г гематопорфирина с одновременным Уф-облучением в эксперименте вызывает появление глубоких некрозов в коже.

Известно, что годовое количество солнечной радиации и ее распределение по отдельным сезонам зависят от географической широты. Например, на широте 60° (Ленинград) можно получить 630 эритемных доз естественной Уф-радиации в год, человеку же нужно их всего 45. Следовательно, в условиях чистой атмосферы человек может получить их в 14 раз больше необходимого количества.

Если принять годовое количество ультрафиолетового излучения за 100, то при равномерном его распределении на каждый месяц придется 8,3%.

*В действительности дело обстоит иначе:* Так, в Санкт-Петербурге на 4 летних месяца (май-август) приходится 75% общегодовой Уф-радиации, в том числе:

|                |        |
|----------------|--------|
| апрель         | - 11%  |
| сентябрь       | - 8%   |
| октябрь        | - 3-4% |
| март           | - 1%   |
| ноябрь         | - 1%   |
| январь-декабрь | - нет. |

Пороговая эритема в ясный день летнего месяца при открытом горизонте может быть получена на юге Средней Азии за 8-9 мин, в Крыму — за 10-12 мин, в Москве — за 40 мин, на Крайнем Севере — за 60 мин.

Как показывает опыт, для борьбы с ультрафиолетовой недостаточностью особенно эффективно применение комплекса гигиенических мероприятий: 1, Борьба за чистоту атмосферы. 2. В северных районах страны необходимо больше применять архитектурно-планировочные приемы, обеспечивающие проникновение внутрь здания Уф-лучей.

3. Следует больше использовать в строительстве увиолевое стекло, ацетил-целлюлозные пленки, целлофан (армированный капрон), пропускающие УФ-лучи.

4. Широко проводить санитарно-просветительную работу.

Так, в средней полосе в июле около 260 часов солнечного сияния. Это время надо использовать для естественного УФ-облучения.

5. Применение соляриев, состоящих из кабин, покрытых полиэтиленовой пленкой, с целью продления приема солнечных ванн и защиты от сильного ветра. Пленка обычная толщиной 100-200 мкм. Надо учитывать, что пленки оптически стареют. Лучше применять в холодное время, т.к. температура внутри кабины выше на 10-12°, чем снаружи.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ**

7 октября 1965 г. Министерство здравоохранения СССР утвердило "Указания по профилактике светового голодания у людей". Севернее 60° — с 1 октября по 1 апреля. Средние широты (50-60°) — с 1 ноября по 1 апреля.

Южные широты (45-50°) — с 1 декабря по 1 марта,

Применяют 3 варианта облучения людей:

а) эритемными дозами;

б) закаливающими дозами, которые по действию мягче, но постепенно возрастают по количественному значению. Организм имеет возможность хорошо компенсировать воздействие Уф-лучей;

в) витаминные дозы — небольшие по количественному выражению.

Большая биологическая активность Уф-лучей выдвигает необходимость точной дозировки. Минимальное количество УФ-излучения — 1/8-1/10 эритемной дозы в сутки. Из практики известно, что оптимум лежит в пределах 1/3-1/6 эритемной дозы. Величина оптимальной дозы постепенно повышается по мере привыкания человека к Уф-лучам и достигает 1/2 -1 биодозы при длительном облучении.

### **ИСТОЧНИКИ ОБЛУЧЕНИЯ**

1. БУВ 15 и 30 (ЛБ-30-1) максимальное излучение 254 нм.
2. ЭУВ 15 и 30 (ЛЭ-30-1) максимальное излучение 313 нм.
3. ПРК 2, 4, 7 (375,220,1000 Вт) максимальное излучение в области А.
4. ДКсТ — безбалластные дуговые трубчатые ксеноновые лампы, мощностью от 2 до 100 кВт. Они могут применяться в больших спортзалах, плавательных бассейнах.

### **СИСТЕМЫ ОБЛУЧЕНИЯ**

1. Светооблучательные установки длительного действия (ЭУВ, ДКсТ).
2. фотарии (ЭУВ и ПРК) маячного, кабинного и лабиринтного типов.

Антирахитический эффект можно получить, если облучать 600 см<sup>2</sup> поверхности кожи 1/8-1/10 эритем-ной дозы (лицо, руки).

В фотариях облучению подвергается сразу 8-16000 см<sup>2</sup> поверхности кожи с начальной дозировкой не менее 1/2 биодозы.

## Лекция 5

### **Вода как фактор внешней среды, ее гигиеническое и эпидемиологическое значение. Нормирование качественного состава питьевой воды**

Программа развития питьевого водоснабжения является неотъемлемой частью плана социально-экономического развития территорий в составе Российской Федерации.

Вода необходима для поддержания жизни и поэтому важно обеспечить потребителей водой хорошего качества.

Как известно, тело человека состоит на 65% из воды и даже небольшая ее потеря приводит к серьезным нарушениям состояния здоровья. При потере воды до 10% отмечается резкое беспокойство, слабость, тремор конечностей. В эксперименте на животных установлено, что потеря 20-25% воды приводит к их гибели. Все это объясняется тем, что процессы пищеварения, синтез клеток и все обменные реакции происходят только в водной среде.

Несмотря на исключительно большую роль воды для человека, расход ее для питьевых целей невелик. В условиях умеренного климата при работе средней тяжести организм взрослого расходует 2,5-3 л воды в сутки. Но при тяжелой работе (особенно в условиях жаркого климата или в горячих цехах) потребность в воде может возрасти до 10 и даже до 15 л/сутки.

Гигиеническое значение воды не исчерпывается лишь ее физиологической ролью. Большое количество воды необходимо для санитарных и хозяйственно-бытовых целей.

При расчете водопотребления необходимо учитывать неравномерность расхода воды как в отдельные часы, так и по сезонам года. На основании степени благоустройства населенного пункта разработаны "Нормы водопотребления", которые согласованы с Министерством здравоохранения и введены в строительные нормы и правила (табл. 1).

Вода может выполнять свою гигиеническую роль лишь в том случае, если она обладает необходимыми качествами, которые характеризуются ее органолептическими свойствами, химическим составом и характером микрофлоры.

Наилучший способ обеспечения безопасности питьевой воды — это охрана источников водоснабжения от загрязнения. В первую очередь источники питьевого водоснабжения должны быть защищены от загрязнений отходами жизнедеятельности человека и животных, которые могут содержать различные бактериальные и вирусные патогены, а также простейшие и гельминты. Патогенные для человека организмы, которые могут передаваться перорально с питьевой водой, приведены в таблице 2 (данные ВОЗ).

Персистентность в воде характеризует способность патогенных микроорганизмов и паразитов сохранять жизнеспособность и способность к размножению. На персистентность оказывает влияние температура, ультрафиолетовое излучение солнечного света, наличие биоразлагаемого органического углерода и др.

Присутствие в воде сальмонелл, шигелл, патогенных кишечных палочек, холерного вибриона, вирусов и многих других патогенных микроорганизмов может привести к возникновению кишечных заболеваний.

Наибольшему риску заражения через воду подвержены грудные и маленькие дети, ослабленные или живущие в антисанитарных условиях люди, больные и престарелые. Для этих людей инфицирующие дозы значительно ниже, чем для большинства взрослого населения. Болезни, передаваемые через воду, могут также передаваться при личном контакте людей, приеме пищи, через аэрозоли, а это поддерживает резервуар заболевших и носителей болезней. Вспышки болезней, передаваемые через воду, как правило, сопровождаются одновременным заражением значительной части населения.

Второй риск для здоровья связан с наличием в воде токсических химических веществ. Он отличается от риска, вызванного микробиологическим загрязнением, тем, что лишь очень немногие химические компоненты в воде

могут привести к острым нарушениям здоровья. Опыт показывает, что при авариях вода обычно становится непригодной для питья из-за неприятного запаха, вкуса и вида.

Тот факт, что химические загрязняющие вещества обычно не связаны с острыми эффектами, позволяет отнести их к категории более низкой приоритетности, чем микробные загрязнители. Проблемы, связанные с химическими компонентами питьевой воды, возникают главным образом из-за способности оказывать неблагоприятный эффект на здоровье при длительном воздействии.

Таблица 1

**Нормы хозяйственно-бытового водопотребления для населенных пунктов**

| Степень благоустройства районов жилой застройки  | Среднесуточное за год водопотребление на 1 жителя, л/сутки |
|--|--|
| Для сельскохозяйственных районов: хозяйственно-питьевых нужд (без учета расхода воды на поливку) с водопользованием из водоразборных колонок | 30-50  |
| Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией без ванн   | 125-160  |
| То же с ваннами и местными нагревателями   | 160-230  |
| То же с централизованным горячим водоснабжением  | 250-350  |

Особое внимание следует уделять тем загрязняющим агентам, которые обладают кумулятивным токсическим действием (например, канцерогенные вещества, тяжелые металлы и некоторые микроэлементы — фтор, стронций, уран, молибден и др.). Известный русский ученый В.И. Вернадский и его

ученик А.П. Виноградов разработали учение о биогеохимических провинциях, т.е. районах, характеризующихся избытком или недостатком отдельных микроэлементов в почве, воде, растениях, что позволило объяснить причины возникновения так называемых эндемических заболеваний человека и животных.

**Фтор.** При содержании более 1,5 мг/л — флюороз 5 стадии; менее 0,7 — кариес зубов (диапазон от 0,7 до 1,5 мг/л). Поражение зубов протекает в несколько стадий:

1. Симметричные меловидные пятна на эмали зубов.
2. Пигментация (пятнистость эмали).
3. Тигроидные резцы (поперечная исчерченность эмали зубов).
4. Безболезненное разрушение зубов.
5. Системный флюороз зубов и скелета. Уродства развития скелета у детей, кретинизм.

**Молибден** — чрезмерное содержание в воде приводит к повышению активности ксантиноксидазы, сульфгидрильных групп и щелочной фосфатазы, увеличению мочевой кислоты в крови и моче и патоморфологическим изменениям внутренних органов (провинции в Армении, Московской и Томской области и др.).

**Стронций** и (**Уран**) склонны к материальной и функциональной кумуляции. Повсеместно распространенный элемент, концентрация в подземных водах может составлять десятки мг/л. Может поступать в водоемы со сточными водами предприятий, занятых их добычей или использующих в технологическом процессе. Обмен стронция в организме хорошо изучен, установлено, что значительная его часть откладывается в костной ткани. Выведение осуществляется в основном через кишечник. Поступление в организм приводит к угнетению синтеза протромбина в печени, снижению активности холинэстеразы, активации остеогенеза (включение  $^{88}\text{Sr}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в костную ткань), снижающего включение в костную ткань Са и приводящего к развитию "стронциевого рахита".

Таблица 2.

**Водные патогенные организмы, передающиеся пероральным путем, их значимость для водоснабжения**

| Патогенный организм                        | Опасность для здоровья водоснабжения | Персистентность в системах | Устойчивость к хлору <sup>б</sup> доза <sup>а</sup> | Относительно инфицирующая | Есть ли животное-носитель |
|--|--------------------------------------|----------------------------|---|---------------------------|---------------------------|
| 1  | 2                                    | 3                          | 4   | 5                         | 6                         |
| <b>Бактерии</b>                            |                                      |                            |   |                           |                           |
| <i>Campylobacter</i>                       |                                      |                            |   |                           |                           |
| <i>Jeijuni, C.coli</i>                     | высокая                              | средняя                    | низкая  | средняя                   | да                        |
| <b>Патогенные</b>                          |                                      |                            |   |                           |                           |
| <i>Escherichia coli</i>                    | высокая                              | средняя                    | низкая  | высокая                   | да                        |
| <i>Salmonella typhi</i>                    | высокая                              | средняя                    | низкая  | высокая                   | нет                       |
| Другие сальмонеллы                         | высокая                              | длительная                 | низкая  | высокая                   | да                        |
| <i>Shigella spp.</i>                       | высокая                              | кратковременная            | низкая  | средняя                   | нет                       |
| <i>Vibro cholerae</i>                      | высокая                              | кратковременная            | низкая  | высокая                   | да                        |
| <i>Yersinia enterocolitica</i>             | высокая                              | длительная                 | низкая  | высокая (?)               | да                        |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <sup>д</sup> | средняя                              | может размножаться         | средняя   | высокая (?)               | нет                       |

Продолжение таблицы 2.

| 1                       | 2          | 3                     | 4       | 5           | 6       |
|-------------------------|------------|-----------------------|---------|-------------|---------|
| Aeromonas spp.          | средняя    | может<br>размножаться | низкая  | высокая (?) | нет     |
| <b>Вирусы</b>           |            |                       |         |             |         |
| Adenoviruses            | высокая    | (?)                   | средняя | низкая      | нет     |
| Enteroviruses           | высокая    | длительная            | средняя | низкая      | нет     |
| Hepatitis A             | высокая    | (?)                   | средняя | низкая      | нет     |
| Энтеровирусы гепатита E | высокая    | (?)                   | (?)     | низкая      | нет     |
| Норволк вирус           | высокая    | (?)                   | (?)     | низкая      | нет     |
| Ротавирус               | высокая    | (?)                   | (?)     | средняя     | нет (?) |
| Мелкие круглые вирусы   | средняя    | (?)                   | (?)     | низкая      | нет     |
| <b>Простейшие</b>       |            |                       |         |             |         |
| Entamoeba histolytica   | высокая    | средняя               | высокая | низкая      | нет     |
| Giardia intestinalis    | высокая    | средняя               | высокая | низкая      | да      |
| Cryptosporidium         |            |                       |         |             |         |
| parvum высокая          | длительная | высокая               | низкая  | да          |         |

Продолжение таблицы 2.

| 1                             | 2       | 3       | 4       | 5      | 6  |
|-------------------------------|---------|---------|---------|--------|----|
| <b>Простейшие</b>             |         |         |         |        |    |
| <i>Dracunculus medinensis</i> | высокая | средняя | средняя | низкая | да |

? - неизвестно или неясно

<sup>а</sup> Период обнаружения на стадии инфицирования в воде при 20°C: короткий — до 1 нед.; средний — от 1 нед. до 1 мес.; длительный — свыше 1 мес.

<sup>б</sup> Когда инфекционный агент находится в свободном взвешенном состоянии в воде, подвергшейся обработке, при обычных дозах и времени контакта. Средняя устойчивость — патогенный агент может быть уничтожен не полностью; низкая устойчивость — патоген уничтожен полностью.

<sup>в</sup> Доза, при которой вызывается инфекция у 50% взрослых здоровых добровольцев, для некоторых вирусов это инфицирующая единица.

<sup>г</sup> Результаты опытов на волонтерах.

<sup>д</sup> Основной путь заражения — кожный контакт, но инфицирование раковых больных или людей с иммунодефицитом может происходить и пероральным путем.

**Эндемический зоб** — заболевание, связано с низким поступлением в организм йода, т.е. со снижением его содержания в продуктах питания (суточная потребность 120 мг). Вода же имеет сигнальное значение.

**Нитраты** — повышенное их содержание вызывает токсический цианоз (метгемоглобинемию), особенно у детей грудного возраста, находящихся на искусственном вскармливании, чаще в сельских районах при использовании колодезной воды для разведения детских питательных смесей.

Метгемоглобинемию отмечают не только у детей, но и у взрослых. Нитраты + амины = канцерогенные вещества. Содержание нитратов (МОд) из года в год растет за счет органических загрязнений поверхностных и подземных водоисточников. В Белгородской области недоочищенные сточные воды используют для повышения урожая, вследствие чего содержание МО в воде достигает 500-700 мг/л, в том числе в оздоровительных детских лагерях.

Вредное воздействие нитратов проявляется тогда, когда происходит восстановление нитратов в нитриты, а их всасывание приводит к образованию метгемоглобина крови. Поражению младенцев способствуют дисбактериоз и слабость метгемоглобиновой редуктазы, наблюдаемой в этом возрасте.

Следует отметить, что использование химических дезинфицирующих средств для очистки и обеззараживания воды часто приводит к образованию побочных химических продуктов, а некоторые из них (диоксины, нитраты, ост. алюминий) потенциально опасны.

Характеристики опасности наиболее распространенных в питьевой воде веществ приведены в таблице 3 (СанПин 2.1.4.559.96).

Как следует из таблицы 3, образующиеся при обработке воды химические вещества могут оказывать токсическое воздействие на организм человека и очень важно проводить контроль за их образованием.

Необходимо также учитывать радиационный риск для здоровья, связанный с присутствием в воде радионуклидов, которые попадают в нее естественным путем, хотя при обычных условиях доля радионуклидов в окружающей среде в целом гораздо выше, чем в питьевой воде.

В соответствии с Федеральным законом "О питьевой воде" удовлетворение потребностей населения в питьевой воде в местах их проживания осуществляется мерами, направленными на развитие централизованных приоритетно либо нецентрализованных (местных) систем питьевого водоснабжения.

В Российской Федерации централизованные системы водоснабжения имеют 1052 города (99% от общего количества городов) и 1785 поселков городского типа (81%). Однако в большинстве городов ощущается недостаток мощностей водопровода.

В 6 городах и 380 поселках городского типа нет централизованного водоснабжения.

Источниками централизованного водоснабжения служат поверхностные воды (их доля составляет 68%) и подземные воды (32%).

Атмосферные воды (снег, дождевая вода) для хозяйственно-питьевого водоснабжения используются только в маловодных районах, Заполярье и на Юге. Эта вода слабо минерализована, очень мягкая, содержит мало органических веществ и свободна от патогенных микроорганизмов.

Подземные воды, располагаясь под землей, образуют в зависимости от залегания несколько водоносных горизонтов.

Атмосферные осадки, фильтруясь через поры водопроницаемых пород и скапливаясь над первым от поверхности водонепроницаемым пластом (глина, гранит, водонепроницаемые известняки), образуют первый водоносный горизонт, который называют *грунтовые воды*. Глубина залегания грунтовых вод в зависимости от местных условий колеблется от 1,5-2 до нескольких десятков метров. При фильтрации вода освобождается от взвешенных частиц и микроорганизмов и обогащается минеральными солями.

Грунтовые воды прозрачны, имеют невысокую цветность. Количество растворенных солей невелико, но повышается с увеличением глубины залегания. При мелкозернистых породах (начиная с глубины 5-6 м) вода почти не содержит микроорганизмов.

Таблица 3

## Характеристики опасности наиболее распространенных в питьевой воде веществ

| №  | Вещества       | Наиболее вероятный путь поступления в питьевую воду     | Гигиенический норматив, мг/л | Мутагенное действие | Генотоксическое действие | Поражаемые органы и системы     | Примечание                          |
|----|----------------|---|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1  | 2              | 3   | 4                            | 5                   | 6                        | 7                               | 8                                   |
| 1. | Акриламид      | Обработка воды полиакриламидными флокулянтами           | 0,01                         | +                   | -                        | ЦНС, репродуктивная функция     | Избыточный риск рака                |
| 2. | Алюминий       | Коагуляция воды   | 0,5                          | -                   | +                        | ЦНС                             | Нарушения в технологии очистки воды |
| 3. | Аммиак         | Загрязненный источник, обеззараживание воды хлорамином. | 0,1                          |                     |                          | Образуются нитриты              |                                     |
| 4. | Барий          | Природный фактор, загрязненный источник                 | 0,1                          | -                   | -                        | С-С система, репродукт. функция |                                     |
| 5. | 3,4-бензапирен | Загрязненный источник                                   | 0,000005                     |                     |                          |                                 | По критерию избыточного риска рака  |

Продолжение табл. 3.

| 1   | 2                               | 3                                | 4                               | 5 | 6 | 7                                   | 8  |
|-----|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---|---|-------------------------------------|--|
| 6.  | Бензол                          | Загрязненный источник            | 0,01                            |   |   | ЦНС, кровь (лейкемия) и др.         | Длительно сохраняется в грунтовых водах                                    |
| 7.  | Бериллий                        | Загрязненный источник            | 0,0002                          | + | - | -                                   | -  |
| 8.  | Бор                             | Загрязненный источник, природный | 0,5                             |   |   | Ж/к тракт, репродукт. функция       |  |
| 9.  | Гексахлорбензол                 | Загрязненный источник            | 0,05                            | - | - | Печень, кожа                        | По критерию избыточного риска рака   |
| 10. | ДДТ (ди-Хлордифенилтрихлорэтил) | Загрязненный источник            | 0,1<br>(Для промышл. сточ. вод) | ± | + | ЦНС, почки, печень, тератоген и др. | Чрезвычайно стабилен, накапливается в пищевых цепях, в организме человека. |
| 11. | Дибромхлорметан                 | Хлорирование воды                | 0,03                            |   |   | Печень, почки                       |  |
| 12. | Дихлорбензол                    | Загрязненный источник            | 0,002                           |   |   | Почки                               | Длительно сохраняется в грунтовых водах                                    |

Продолжение табл. 3.

| 1   | 2               | 3   | 4           | 5 | 6 | 7   | 8  |
|-----|-----------------|---|-------------|---|---|---|--|
| 13. | Дихлор-метан    | Хлорирование воды   | 0,5         |   |   | Почки   | То же  |
| 14. | Дихлор-этилен   | Хлорирование воды   | 0,0006      |   | + | Печень, иммунная система                        | То же  |
| 15. | Железо          | Загрязненный источник, природный фактор, коррозия водопроводных конструкций | 0,3         |   |   | Раздражающее действие, гемохроматоз, аллергия   | Осадок в распределительной системе, рост железобактерий  |
| 16. | Кадмий          | Загрязненный источник, миграция из материалов                               | 0,001       | - | + | Почки, надпочечники, ж/к тракт, костная система | При дефиците кальция и белка увеличивается всасываемость |
| 17. | Кобальт         | Загрязненный источник   | 0,1         |   |   | Кроветворная система                            |  |
| 18. | Марганец        | Загрязненный источник, Миграция из материалов                               | 0,1         |   |   | ЦНС, гемопоэз                                   | При стирке окрашивание белья                             |
| 19. | Медь            | То же   | 1,0         | - | - | Печень, почки, ж/к тракт                        |  |
| 20. | <i>Молибден</i> | <i>То же</i>  | <i>0,25</i> |   |   |   |  |

Продолжение табл. 3.

| 1   | 2                         | 3   | 4                        | 5 | 6   | 7   | 8   |
|-----|---------------------------|---|--------------------------|---|-----|---|---|
| 21. | Мышьяк                    | То же   | 0,05                     | - | -   | ЦНС, кожа, сосудистая система               | Неорганический мышьяк более опасен                        |
| 22. | Никель                    | То же   | 0,1                      | + | -   | Ж/к тракт, красная кровь                    | Женщины более чувствительны                               |
| 23. | Нитраты                   | Загрязненный источник, озонирование воды, содержащей аммиак | 4,5 (поNO <sub>3</sub> ) |   |     | Кровь, сердечно-сосудистая система          | Опасные продукты метаболизма, нитрозамины                 |
| 24. | Нитриты                   |   | 3,0 по NO <sub>2</sub>   |   |     |   |   |
| 25. | Полихлордиоксины и фураны | Загрязненный источник                                       | Пересматривается         | ± | +   | Тератоген. действие, кожа, иммунная система | Чрезвычайно токсичен, стабилен, накапливается в организме |
| 26. | <i>Ртуть</i>              | <i>Загрязненные сточные воды</i>                            | <i>0,0005</i>            | + | > + | <i>ЦНС (дети) кровь, почки</i>              | Интенсивное всасывание метил-ртути                        |
| 27. | Свинец                    | Загрязненный источник, миграция из материалов               | 0,03                     | - | -   | ЦНС, периф. нервная система                 | Для детей в 4-5 раза токсичнее, чем для взрослых          |

Продолжение табл. 3.

| 1   | 2               | 3  | 4     | 5                | 6 | 7  | 8   |
|-----|-----------------|--|-------|------------------|---|--|---|
| 28. | Селен           | Загрязненные сточные воды                                | 0,01  | -                | - | Печень, соединительная ткань, желудочно-кишечный тракт, сердечно-сосудистая система, кожа, ЦНС |   |
| 29. | Стирол          | То же  | 0,1   | +<br>(метаболит) | - | ЦНС, печень, белковый обмен  | Метаболизируется в мутаген Стирол-7,8-оксид |
| 30. | Сурьма          | Загрязненный источник, миграция из материалов            | 0,05  | -                | - | Нарушение жирового и углеводного обмена  |   |
| 31. | Фенол           | Загрязненный источник                                    | 0,001 | -                | - | Почки, ЖКТ, ЦНС проникает через кожу   |   |
| 32. | Формальдегид 4  | Загрязненный источник, озонирование, полимерная арматура | 0,05  | -                | - | ЦНС, почки, печень, слизистые, кожа  |   |
| 33. | Хлор (активный) | Хлорирование воды  | 0,5   | -                | - | Раздражает слизистые, аллерген   | Способствует образованию канцерогенов       |

Продолжение табл. 3.

| 1   | 2                        | 3   | 4       | 5 | 6 | 7                                   | 8   |
|-----|--------------------------|---|---------|---|---|-------------------------------------|---|
| 34. | Хлорамин                 | Хлорирование воды                                       | -       | + | - | Лейкопоз                            | По критерию избыточного риска рака  |
| 35. | Хлорбензол               | Загрязненный источник, хлорирование воды, содер. бензол | 0,02    | - | - | Печень, почки, кроветворная система |   |
| 36. | Хлороформ                | Хлорирование воды                                       | 0,2     | - | + | ЦНС, печень, почки, щитовид. железа | По критерию избыточного риска рака  |
| 37. | Цианиды                  | Загрязненный источник                                   | 0,035   | - | - | Щитовидная железа, ЦНС              | При хлорировании воды с рН 8,5 цианиды превращаются в нетоксичные цианаты             |
| 38. | Четыреххлористый углерод | Загрязненный источник, загрязненные хлорагенты          | 0,006   | + | - | Печень, почки, поджелудочная железа |   |
| 39. | Фториды                  | Природные подземные воды                                | 0,7-1,5 | - | - | При избытке - флюороз               | При недостатке - кариес зубов и скелета, уродства развития скелета у детей, кретинизм |

Грунтовые воды, благодаря их доступности широко используются в сельских местностях путем устройства колодцев.

Следует отметить, что первый водоносный горизонт легко загрязняется как патогенными микроорганизмами, так и токсическими химическими веществами при бытовом или техногенном загрязнении почвы.

Грунтовые воды могут проникать в область между двумя слоями породы — водоупорным ложем и водоупорной крышей. Такие воды называются *межпластовыми*. В зависимости от местных условий межпластовые воды могут образовывать второй, третий, четвертый водоносные уровни. Вода на этих уровнях может заполнять все пространство и, если пробурить кровлю, поднимается на поверхность земли, а иногда даже изливается фонтаном. Такую воду называют *артезианской*.

Межпластовые воды имеют стабильный минеральный состав, их температура колеблется в пределах 5-12°C. Однако встречаются подземные воды с избытком солей: очень жесткие, соленые, горько-соленые, богатые фтором, железом, сероводородом или радиоактивными веществами.

В связи с тем, что межпластовые воды проходят длинный путь под землей, а сверху покрыты одним или несколькими водоупорными слоями, защищающими их от загрязнения с поверхности почвы, они свободны от бактерий и, как правило, могут использоваться для питьевого водоснабжения, не подвергаясь обеззараживанию. Благодаря постоянному и большому дебиту (от 1 до 20 м<sup>3</sup>/ч и больше), а также хорошему качеству межпластовые воды представляют лучший источник водоснабжения для водопроводов небольшой и средней мощности.

Подземные воды могут самостоятельно выходить на поверхность земли. Это — *родники*. Родники могут быть образованы как грунтовыми, так и межпластовыми водами. Качество родниковой воды в большинстве случаев хорошее и зависит от водоносного горизонта, питающего родник. При правильном каптаже — заключении воды в трубы с целью предотвращения загрязнения и хорошо организованной площадки водоразбора — эту воду

можно использовать для питьевых целей.

Открытые водоемы — это озера, реки, ручьи, каналы и водохранилища. Все открытые водоемы подвержены загрязнению атмосферными осадками, талыми и дождевыми водами, стекающими с поверхности земли. Особенно сильно загрязнены участки водоема, прилегающие к населенным пунктам и местам спуска бытовых и промышленных сточных вод. Для исключения эпидемиологической опасности вода всех открытых водоемов нуждается в тщательной проверке.

Органолептические свойства и химический состав воды открытых водоемов зависят от ряда условий. Глинистые породы обуславливают высокую мутность, а открытые водоемы в заболоченных местностях характеризуются высокой цветностью.

Поверхностные воды, как правило, мягкие и слабоминерализованные. Для них характерно изменение качества воды в зависимости от сезона (таяние снегов, ливневых дождей). При необходимости использовать открытый водоем для централизованного водоснабжения предпочтение отдают крупным и проточным водоемам, достаточно защищенным от загрязнения сточными водами.

Каждый водоем — это сложная живая система, где обитают растения, специфические организмы, в том числе и микроорганизмы, которые постоянно размножаются и отмирают, что обеспечивает *самоочищение водоемов*. Факторы самоочищения водоемов многочисленны и многообразны. Условно их можно разделить на три группы: физические, химические и биологические.

*Физические факторы* — это разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнений, осаждение в воде нерастворимых осадков, в том числе и микроорганизмов. Понижение температуры воды сдерживает процесс самоочищения, а ультрафиолетовое излучение и повышение температуры воды ускоряет этот процесс.

Из *химических факторов* самоочищения следует отметить окисление органических и неорганических веществ. Часто оценку самоочищения водоема

дают по биохимической потребности кислорода (БПК) и по конкретным соединениям в воде — углеводородам, смолам, фенолам и др.

Санитарный режим водоема характеризуется прежде всего количеством растворенного в нем кислорода. Его должно быть не менее 4 мг/л в любой период года.

К *биологическим факторам* самоочищения водоемов относится размножение в воде водорослей, плесневых и дрожжевых грибков. Кроме растений, самоочищению способствуют и представители животного мира: моллюски, некоторые виды амёб.

Самоочищение загрязненной воды сопровождается улучшением ее органолептических свойств и освобождением от патогенных микроорганизмов. Скорость самоочищения зависит от степени загрязнения воды, сезонов года. При небольшом загрязнении вода в основном самоочищается за 3-4 суток.

Отрицательное влияние на процесс самоочищения оказывает загрязнение водоема химическими веществами (азот, фосфор), ароматическими углеводородами и нефтепродуктами. Самоочищение воды от нефти растягивается на длительное время (месяцы, а на реках с малым током даже на годы).

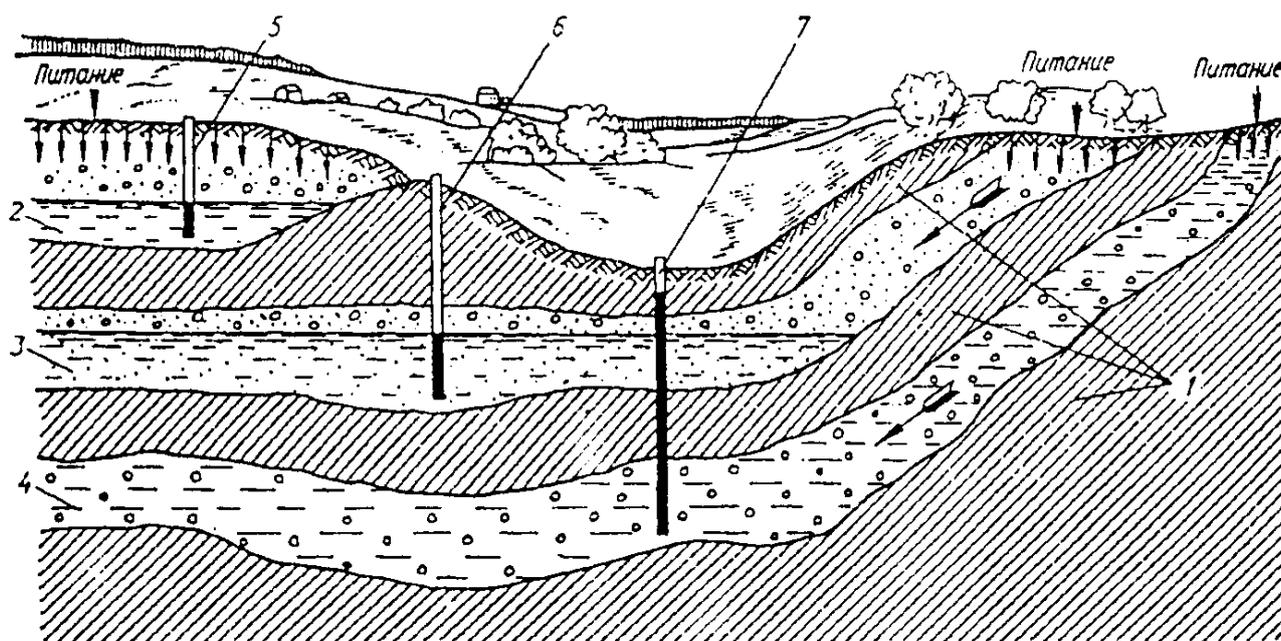
Санитарные правила предлагают выбирать источники водоснабжения в следующем порядке:

1. Межпластовые напорные (артезианские) воды.
2. Межпластовые безнапорные воды.
3. Грунтовые воды.
4. Открытые водоемы.

На основании Закона РСФСР "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" разработаны "Санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы СанПиН-2.1.4.559-96" -нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и безвредности для человека факторов его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности. Санитарные правила обязательны для соблюдения всеми

государственными органами и общественными объединениями... должностными лицами и гражданами" (статья 3).

"Должностные лица и граждане РСФСР, допустившие санитарное правонарушение, могут быть привлечены к дисциплинарной, административной и уголовной ответственности" (статья 27).



#### **Общая схема залегания подземных вод:**

1 — водоупорные слои; 2 — водоносный горизонт грунтовых вод; 3 — водоносный горизонт межпластовых безнапорных вод; 4 — водоносный горизонт меж пластовых напорных вод (артезианских); 5 — колодец, питающийся грунтовой водой; 6 — колодец, питающийся межпластовой безнапорной водой; 7 — колодец, питающийся артезианской водой

Разработка и утверждение нового нормативного документа Сан ПиН-2.1.4.559-96 обусловлена необходимостью гармонизации российских нормативов с рекомендациями ВОЗ, новыми научными знаниями о влиянии питьевой воды на здоровье населения также повсеместным ухудшением качества воды поверхностных и подземных водоисточников.

Контроль за качеством питьевой воды, осуществляемый до настоящего времени в соответствии с требованиями ГОСТа 2874- 82 "Вода питьевая", не в

полной мере давал реальное представление о качестве воды и не обязывал выбирать контролируемые показатели в зависимости от конкретных условий.

Структура СанПиН, сохраняя преемственность требований ГОСТа 2874-82, обогащена рядом новых положений.

Многие положения (например, новые микробиологические показатели, единицы их измерения) приближены к рекомендациям ВОЗ. Контроль за качеством питьевой воды проводится в лабораториях центров государственного эпидемиологического надзора всех уровней. Водопользование подразделяется на две категории. К *первой категории* относится использование водного объекта в качестве источника централизованного или нецентрализованного (т.е. местного) хозяйственно-питьевого водоснабжения и для водоснабжения предприятий пищевой промышленности. Ко *второй* — использование водного объекта для купания, спорта и отдыха населения, а также использование водных объектов в черте населенных мест.

Гигиеническими критериями для использования альтернативного источника или для коррекции технологии водоподготовки являются: постоянное присутствие в воде веществ 1 и 2 классов, превышающих ПДК, связанное с загрязнением источника или с процессом очистки и обеззараживания воды.

При поступлении в водные объекты различных веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности сумма отношений концентрации каждого из веществ в водном объекте ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) к соответствующим ПДК не должна превышать единицы.

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

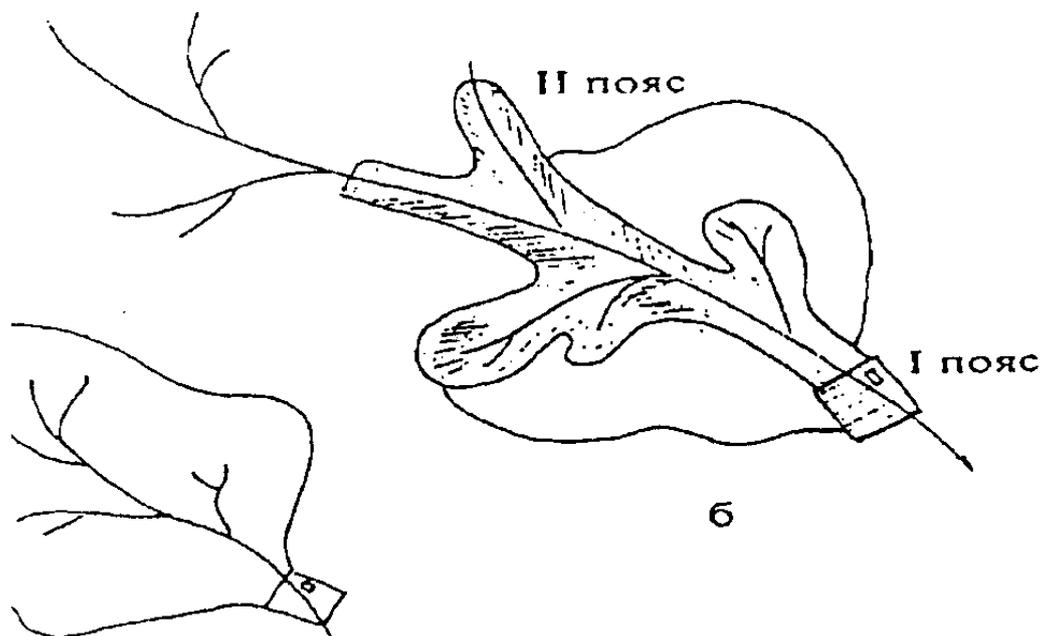
СанПиН 2.1.4.559-96 рекомендуют применять принцип суммации только для веществ 1 и 2 классов опасности, характеризующихся однотипным механизмом токсического действия (например: нитриты+нитраты,

триаглометаны, полихлорированные бифенилы, цианиды+хлорцианиды+ацетонциан-гидрин и др.), обнаруженных в одной и той же пробе воды.

При организации водоснабжения необходимо учитывать стабильность и трансформацию химических веществ в водной среде.

*Стабильность химического вещества в воде* — это способность сохраняться без изменений его химической структуры и физико-химических свойств.

*Трансформация химического вещества в воде* — это изменения химической структуры, физико-химических свойств и биологической активности под влиянием как природных, так и искусственных факторов воздействия. Трансформация химических веществ может сопровождаться как деструкцией химического вещества, так и биотрансформацией.



Схемы зон санитарной охраны для водозаборов из поверхностных водоисточников (по С.Н. Черкинскому, Е.Л. Минкину, Н.Н. Трахтман):  
а) для малых водоемов; б) для средних и больших по расходу водоемов.

*Деструкция* — это распад химического вещества в водной среде до более простых продуктов под влиянием различных факторов воздействия.

*Биотрансформация* — это модификация структуры молекулы вещества в процессе его метаболизма в организме.

В результате трансформации химических веществ образуются новые, отличающиеся не только по своему химическому составу и физико-химическим свойствам, но и по характеру и степени влияния на органолептические свойства воды, процессы самоочищения водоемов и биологической активности, способности к кумуляции и появлению отдаленных специфических эффектов действия и т.д.

Как правило, трансформация химических веществ в водной среде так же, как и биотрансформация в организме приводит к образованию менее токсичных и опасных продуктов.

Однако в процессе трансформации в ряде случаев могут образовываться более опасные по сравнению с исходными веществами продукты. Например, метилирование в водной среде металлической ртути приводит к образованию метилртути — вещества более токсичного и опасного, чем сама ртуть.

В процессе хлорирования воды наблюдается образование хлорорганических продуктов и присутствие в наибольших количествах хлороформа. Гидролиз малотоксичного уротропина приводит к образованию формальдегида, обладающего высокой токсичностью и цитогенетической активностью.

Согласно "Водному кодексу Российской Федерации" для поддержания объектов в состоянии, соответствующем экологическим требованиям, для предотвращения загрязнения и истощения поверхностных вод, а также сохранения среды обитания объектов животного и растительного мира устанавливаются водоохранные зоны.

Зоны санитарной охраны (ЗСО) организуются на всех водопроводах вне зависимости от ведомственной принадлежности, подающих воду как из поверхностных, так и подземных источников.

Зоны санитарной охраны организуются в составе трех поясов.

*Первый пояс (или зона строгого режима)* включает территорию расположения водозаборов и территорию, на которой находятся головные сооружения водопровода: насосные станции, водоочистные сооружения, резервуары чистой воды. Эта территория ограждается и охраняется. Доступ посторонним лицам в нее запрещен. Воспрещено проживание на территории зоны и содержание животных (кошек, собак и др.). Вся территория должна быть озеленена, канализована с хорошим отводом атмосферных осадков с территории зоны ниже места забора воды.

В пределах первого пояса воспрещается пользование водоемом для каких бы то ни было целей (катание на лодках, купание, стирка белья, рыбная ловля, забор льда, водопой скота и т.д.).

Для персонала обязательны периодические медицинские осмотры, обследование на бациллоносительство, строгое соблюдение правил личной гигиены и санитарные знания в соответствии с объемом выполняемой работы.

Граница первого пояса для проточных водоемов: «вверх по течению» — не менее 200 м (в зависимости от скорости течения) и вниз по течению — не менее 100 м; по прилегающему к водозабору берегу — не менее 100 м от линии уреза воды при наивысшем ее уровне. Для непроточных водотоков (водохранилища, озера); по прилегающему к водозабору берегу — не менее 100 м от водозабора и от линии уреза воды — 100 м.

При устройстве водопровода из подземного источника граница первого пояса устанавливается в радиусе не менее 30-50 метров.

Второй и третий пояс (*зона ограничений*) введены для предотвращения загрязнений. При речном водопроводе зона ограничений распространяется вверх по течению на десятки километров. В качестве критерия для установления границ принята скорость процессов самоочищения водоемов от органического и бактериального загрязнений, для завершения которых в период летней межени необходим 2-4-суточный пробег воды.

*Межень* — ежегодно повторяющееся сезонное стояние низких

(меженных) уровней воды в реках. В умеренных и высоких широтах различают летнюю и зимнюю межень.

Основные мероприятия по второму поясу зон санитарной охраны: выявление объектов, загрязняющих водоем, и строительство сооружений по очистке и обеззараживанию сточных вод. Во втором поясе регулируют размещение населенных пунктов. На 10-15 км выше места забора воды в 100-200 метров прибрежной полосы запрещено удобрение пахотных земель навозом или ядохимикатами.

Массовое купание людей, водопой скота, стирка белья и др. разрешается только в местах, устанавливаемых санитарными органами.

Второй пояс зон санитарной охраны в *подземном источнике* колеблется от 50 до 1000 метров и более. Он зависит от того, в какой мере защищен эксплуатируемый водоносный горизонт от загрязнения с поверхности. Запрещено проведение работ, связанных с возможностью загрязнения грунтовых вод (устройство карьеров, траншей, выгребных ям и др.).

## Лекция 6

### Методы улучшения качества питьевой воды.

#### Обеззараживание питьевой воды при централизованном водоснабжении и в полевых условиях

Методов улучшения качества воды много, и они позволяют освободить воду от опасных микроорганизмов, взвешенных частиц, гуминовых соединений, от избытка солей, токсических и радиоактивных веществ и дурнопахнущих газов.

Основная цель очистки воды — защита потребителя от патогенных организмов и примесей, которые могут быть опасны для здоровья человека или иметь неприятные свойства (цвет, запах, вкус и т.д.). Методы очистки следует выбирать с учетом качества и характера источника водоснабжения.

Использование подземных межпластовых водоисточников для централизованного водоснабжения имеет целый ряд преимуществ перед использованием поверхностных источников. К важнейшим из них относятся: защищенность воды от внешнего загрязнения, безопасность в эпидемиологическом отношении, постоянство качества и дебита воды. Дебит — это объем воды, поступающий из источника в единицу времени (л/час, м<sup>3</sup>/сутки и т.д.).

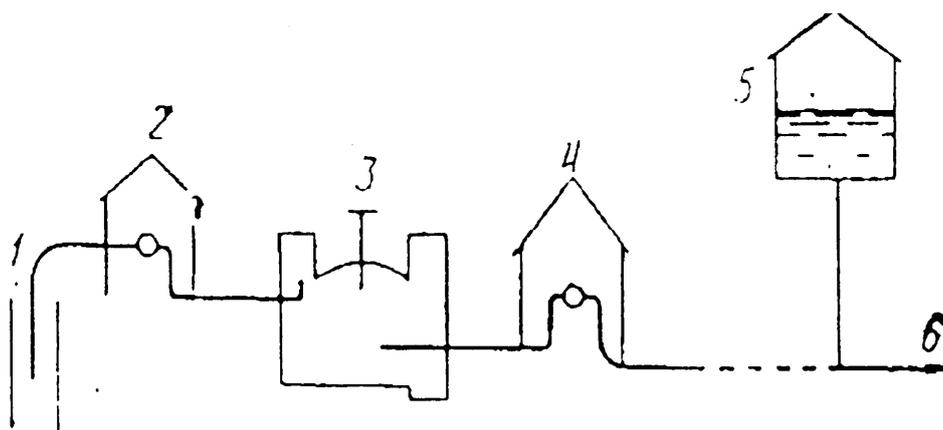
Обычно подземные воды не нуждаются в осветлении, обесцвечивании и обеззараживании, Схема водопровода на подземных водах представлена на рисунке.

К числу недостатков использования подземных водоисточников для централизованного водоснабжения относится-небольшой дебит воды, а значит применять их можно в местностях со сравнительно небольшой численностью населения (малые и средние города, поселки городского типа и сельские населенные пункты). Более 50 тыс. сельских населенных пунктов имеют

централизованное водоснабжение, однако благоустройство сел затруднено в силу рассредоточенности сельских поселений и малой их численности (до 200 человек). Чаще всего здесь используются различные виды колодцев (шахтные, трубчатые).

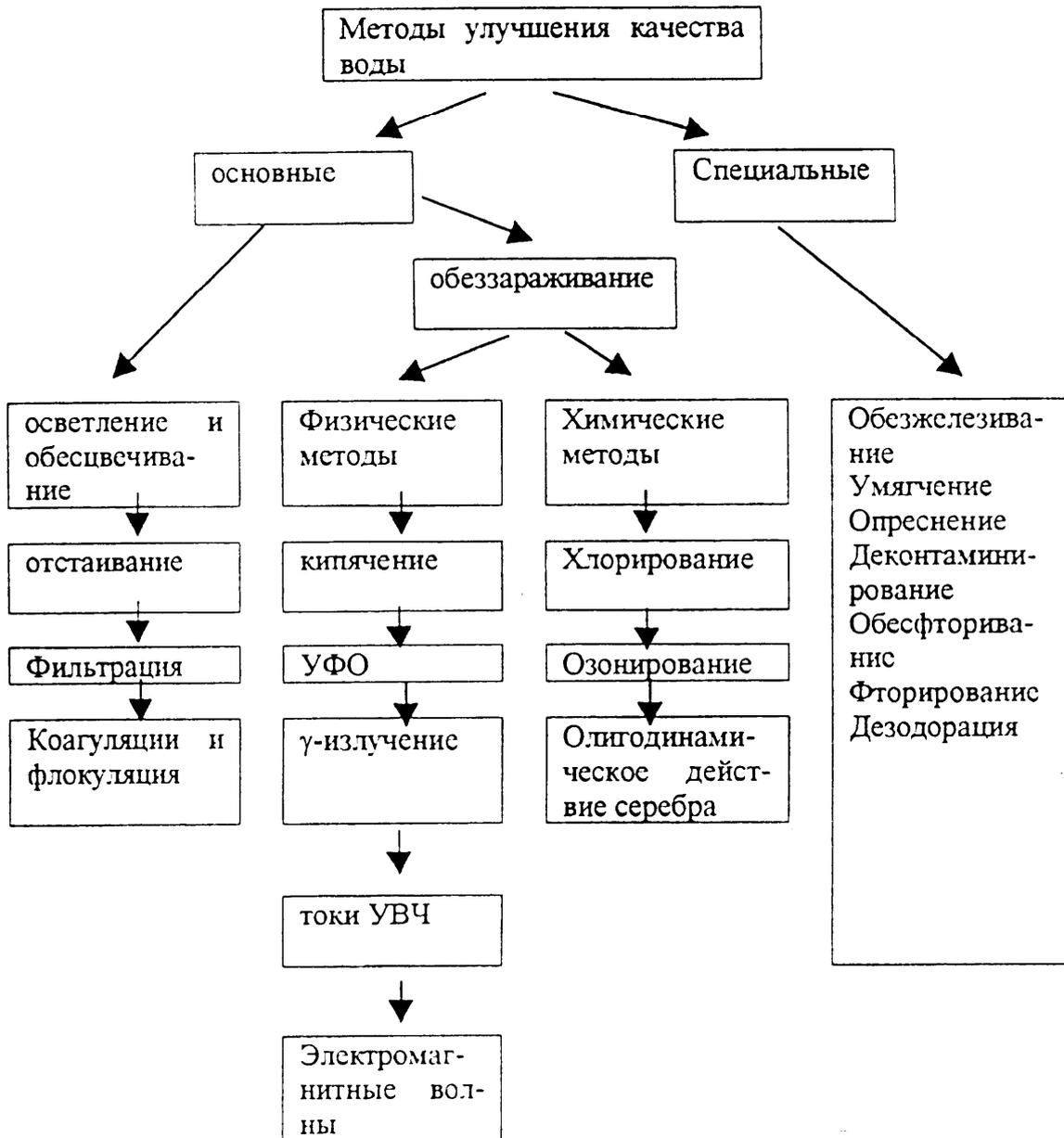
Место для колодцев выбирают на возвышенности, не менее 20-30 м от возможного источника загрязнения (уборные, выгребные ямы и др.). При рытье колодца желательно дойти до второго водоносного горизонта.

Дно шахты колодца оставляют открытым, а основные стенки укрепляют материалами, обеспечивающими водонепроницаемость, т.е. бетонными кольцами или деревянным срубом без щелей. Стенки колодца должны возвышаться над поверхностью земли не менее чем на 0,8 м. Для устройства глиняного замка, препятствующего попаданию поверхностных вод в колодец, вокруг колодца выкапывают яму глубиной 2 м и шириной 0,7-1 м и наполняют ее хорошо утрамбованной жирной глиной. Поверх глиняного замка делают подсыпку песком, мостят кирпичом или бетоном с уклоном в сторону от колодца для стока поверхностных вод и пролива при ее заборе. Колодец необходимо оборудовать крышкой и пользоваться только общественным ведром. Лучший способ подъема воды — насосы. Кроме шахтных колодцев, для добывания подземных вод применяют разные типы трубчатых колодцев.

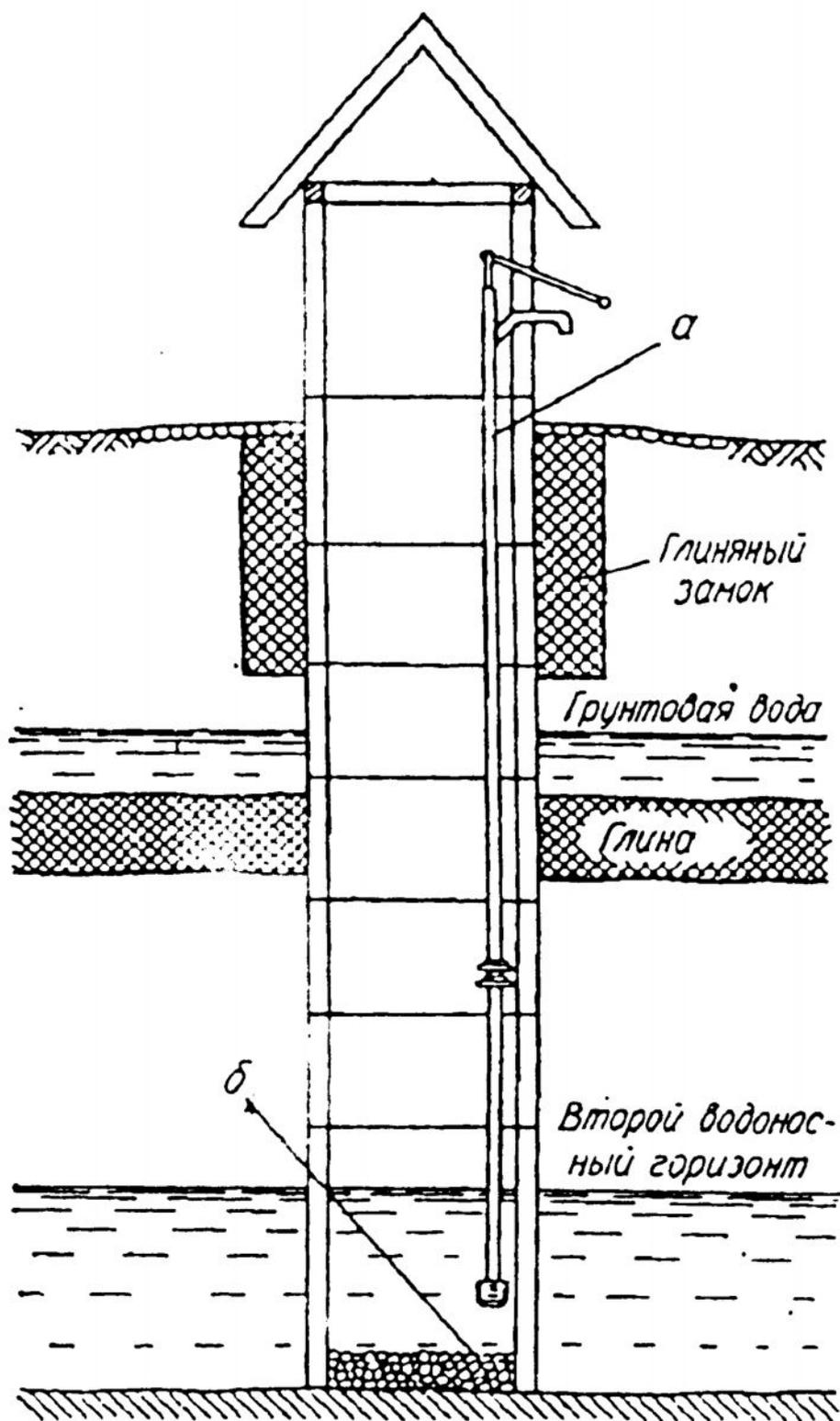


Примерная схема головных сооружений водопровода из подземных источников: 1 — трубчатый колодец; 2 — насосная станция первого подъема; 3 — резервуар; 4 — насосная станция второго подъема; 5 — водонапорная башня; 6 — водонапорная сеть

### Схема методов улучшения качества воды.

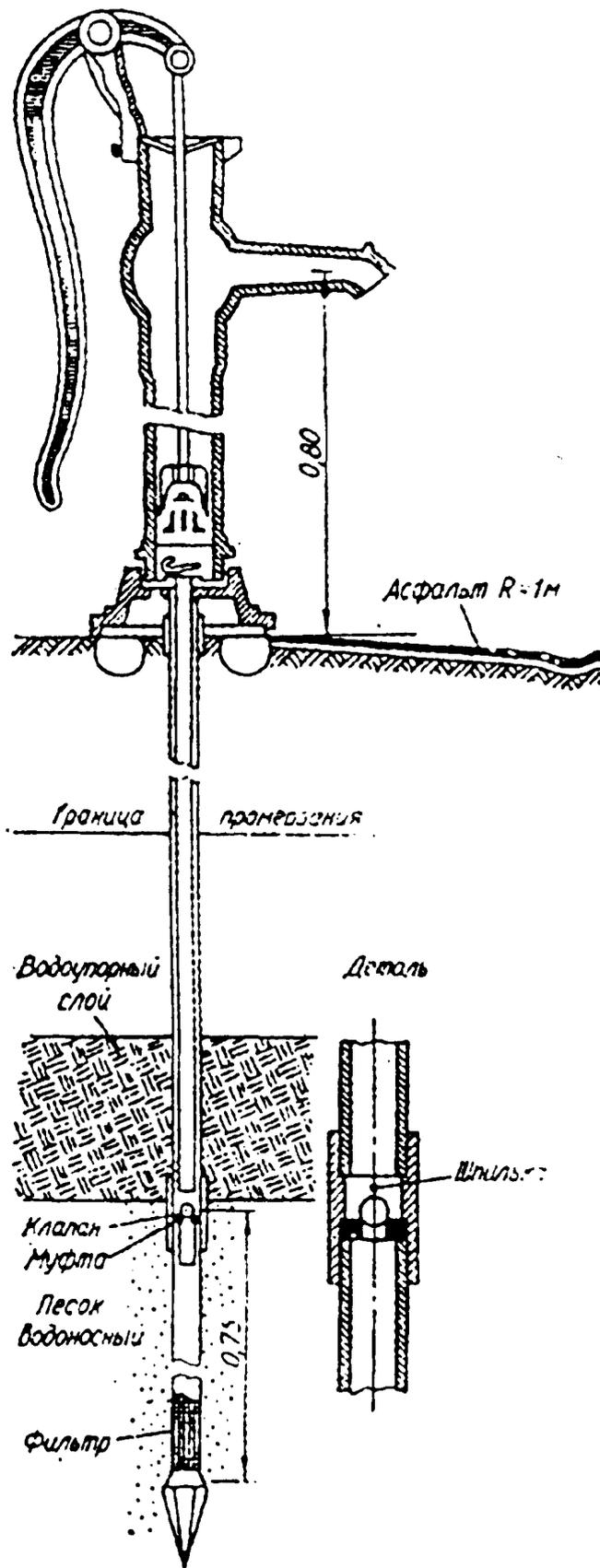


Преимущество таких колодцев в том, что они могут быть любой глубины, стенки их изготавливаются из водонепроницаемых металлических труб, по которым насосом поднимается вода. При расположении меж пластовой воды на глубине больше 6-8 м ее добывают посредством устройства скважин, оборудованных металлическими трубами и насосами, производительность которых достигает 100 м<sup>3</sup>ч и более.



Шахтный колодец из бетонных колец с насосом:

а — насос; б — слой гравия на дне колодца



Мелкотрубчатый колодец

Вода открытых водоемов подвержена загрязнению, поэтому, с эпидемиологической точки зрения, все открытые водоисточники в большей или меньшей степени потенциально опасны. Кроме того, эта вода часто содержит гуминовые соединения, взвешенные вещества из различных химических соединений, поэтому она нуждается в более тщательной очистке и обеззараживании

Схема водопровода на поверхностном водоисточнике приведена на рисунке 1.

Главными сооружениями водопровода, питающегося водой из открытого водоема, являются: сооружения для забора и улучшения качества воды, резервуар для чистой воды, насосное хозяйство и водонапорная башня. От нее отходит водовод и разводящая сеть трубопроводов, изготовленных из стали или имеющих антикоррозийные покрытия.

Итак, первый этап очистки воды открытого водоисточника — это осветление и обесцвечивание. В природе это достигается путем длительного отстаивания. Но естественный отстой протекает медленно и эффективность обесцвечивания при этом невелика. Поэтому на водопроводных станциях часто применяют химическую обработку коагулянтами, ускоряющую осаждение взвешенных частиц. Процесс осветления и обесцвечивания, как правило, завершают фильтрованием воды через слой зернистого материала (например, песок или измельченный антрацит). Применяют два вида фильтрования — медленное и скорое.

Медленное фильтрование воды проводят через специальные фильтры, представляющие собой кирпичный или бетонный резервуар, на дне которого устраивают дренаж из железобетонных плиток или дренажных труб с отверстиями. Через дренаж профильтрованная вода отводится из фильтра. Поверх дренажа загружают поддерживающий слой щебня, гальки и гравия по крупности, постепенно уменьшающейся кверху, что не дает возможности мелким частицам просыпаться в отверстия дренажа. Толщина поддерживающего слоя — 0,7 м. На поддерживающий слой загружают

фильтрующий слой (1 м) с диаметром зерен 0,25-0,5 мм. Медленный фильтр хорошо очищает воду только после созревания, которое состоит в следующем: в верхнем слое песка происходят биологические процессы — размножение микроорганизмов, гидробионтов, жгутиковых, затем их гибель, минерализация органических веществ и образование биологической пленки с очень мелкими порами, способными задерживать даже самые мелкие частицы, яйца гельминтов и до 99% бактерий. Скорость фильтрации составляет 0,1-0,3 м/ч.

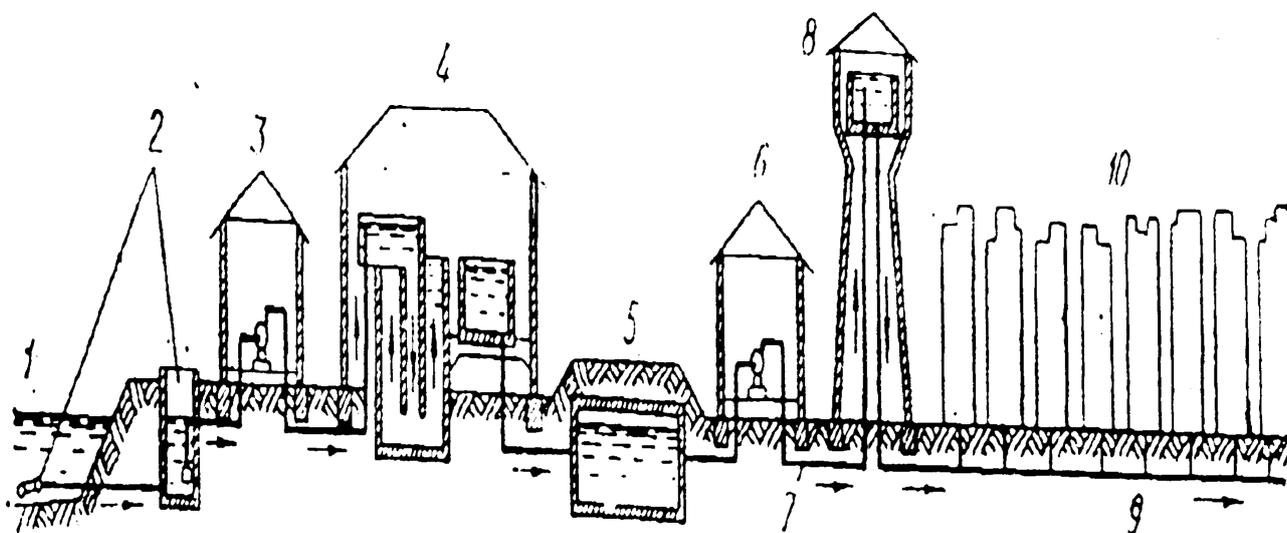


Рис. 1. Примерная схема водопровода с забором воды из реки: 1 — водоем; 2 — заборные трубы и береговой колодец; 3 — насосная станция первого подъема; 4 — очистные сооружения; 5 — резервуары чистой воды; 6 — насосная станция второго подъема; 7 — трубопровод; 8 — водонапорная башня; 9 — разводящая сеть; 10 — места потребления воды.

Медленнодействующие фильтры применяют на малых водопроводах для водоснабжения сел и поселков городского типа. Раз в 30-60 дней поверхностный слой загрязненного песка снимают вместе с биологической пленкой.

Стремление ускорить осаждение взвешенных частиц, устранить цветность воды и ускорить процесс фильтрования привело к проведению предварительного коагулирования воды. Для этого к воде добавляют

коагулянты, т.е. вещества, образующие гидроокиси с быстро оседающими хлопьями. В качестве коагулянтов применяют сернокислый алюминий —  $Al_2(SO_4)_3$ ; хлорное железо —  $FeCl_3$ , сернокислое железо —  $FeSO_4$  и др. Хлопья коагулянта обладают огромной активной поверхностью и положительным электрическим зарядом, что позволяет им адсорбировать даже мельчайшую отрицательно заряженную взвесь микроорганизмов и коллоидных гуминовых веществ, которые увлекаются на дно отстойника оседающими хлопьями. Условия эффективности коагуляции — наличие бикарбонатов. На 1 г коагулянта добавляют 0,35 г  $Ca(OH)_2$ . Размеры отстойников (горизонтальных или вертикальных) рассчитаны на 2-3-часовое отстаивание воды.

После коагуляции и отстаивания вода подается на скорые фильтры с толщиной фильтрующего слоя песка 0,8 м и диаметром песчинок 0,5-1 мм. Скорость фильтрации воды составляет 5-12 м/час. Эффективность очистки воды: от микроорганизмов — на 70-98% и от яиц гельминтов — на 100%. Вода становится прозрачной и бесцветной.

Очистку фильтра проводят путем подачи воды в обратном направлении со скоростью, в 5-6 раз превышающей скорость фильтрования в течение 10-15 мин.

С целью интенсификации работы описанных сооружений используют процесс коагуляции в зернистой загрузке скорых фильтров (контактная коагуляция). Такие сооружения называют контактными осветлителями. Их применение не требует строительства камер хлопьеобразования и отстойников, что позволяет уменьшить объем сооружений в 4-5 раз. Контактный фильтр имеет трехслойную загрузку. Верхний слой — керамзит, полимерная крошка и др. (размер частиц — 2,3-3,3 мм).

Средний слой — антрацит, керамзит (размер частиц — 1,25-2,3 мм).

Нижний слой — кварцевый песок (размер частиц — 0,8-1,2 мм). Над поверхностью загрузки укрепляют систему перфорированных труб для введения раствора коагулянта. Скорость фильтрации до 20 м/час.

При любой схеме заключительным этапом обработки воды на

водопроводе из поверхностного источника должно быть обеззараживание.

При организации централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения небольших населенных пунктов и отдельных объектов (дома отдыха, пансионаты, пионерские лагеря) в случае использования в качестве источника водоснабжения поверхностных водоемов необходимы сооружения небольшой производительности. Этим требованиям отвечают компактные установки заводского изготовления "Струя" производительностью от 25 до 800 м<sup>3</sup>/сутки.

В установке используют трубчатый отстойник и фильтр с зернистой загрузкой. Напорная конструкция всех элементов установки обеспечивает подачу исходной воды насосами первого подъема через отстойник и фильтр непосредственно в водонапорную башню, а затем потребителю. Основное количество загрязнений оседает в трубчатом отстойнике. Песчаный фильтр обеспечивает окончательное извлечение из воды взвешенных и коллоидных примесей.

Хлор для обеззараживания может вводиться либо перед отстойником, либо сразу в фильтрованную воду. Промывку установки проводят 1-2 раза в сутки в течение 5-10 мин обратным потоком воды. Продолжительность обработки воды не превышает 40-60 мин, тогда как на водопроводной станции этот процесс составляет от 3 до 6 ч.

Эффективность очистки и обеззараживания воды на установке "Струя" достигает 99,9%.

Обеззараживание воды может быть проведено химическими и физическими (безреагентными) методами.

К химическим методам обеззараживания воды относят хлорирование и озонирование. Задача обеззараживания — уничтожение патогенных микроорганизмов, т.е. обеспечение эпидемической безопасности воды.

Россия была одной из первых стран, в которой хлорирование воды стало применяться на водопроводах. Произошло это в 1910 г. Однако на первом этапе хлорирование воды проводили только при вспышках водных эпидемий.

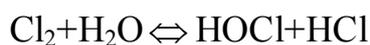
В настоящее время хлорирование воды является одним из наиболее широко распространенных профилактических мероприятий, сыгравших огромную роль в предупреждении водных эпидемий. Этому способствует доступность метода, его дешевизна и надежность обеззараживания, а также многовариантность, т.е. возможность обеззараживать воду на водопроводных станциях, передвижных установках, в колодце (при его загрязнении и ненадежности), на полевом стане, в бочке, ведре и во фляге.



Установка для очистки воды типа «Струя»

Принцип хлорирования основан на обработке воды хлором или химическими соединениями, содержащими хлор в активной форме, обладающей окислительным и бактерицидным действием.

Химизм происходящих процессов состоит в том, что при добавлении хлора к воде происходит его гидролиз:



т.е. образуются соляная и хлорноватистая кислота. Во всех гипотезах, объясняющих механизм бактерицидного действия хлора, хлорноватистой кислоте отводят центральное место. Небольшие размеры молекулы и электрическая нейтральность позволяют хлорноватистой кислоте быстро пройти через оболочку бактериальной клетки и воздействовать на клеточные ферменты (SH-группы;), важные для обмена веществ и процессов размножения клетки. Это подтверждено при электронной микроскопии: выявлено повреждение оболочки клетки, нарушение ее проницаемости и уменьшение объема клетки.

На крупных водопроводах для хлорирования применяют газообразный хлор, поступающий в стальных баллонах или цистернах в сжиженном виде. Используют, как правило, метод нормального хлорирования, т.е. метод хлорирования по хлорпотребности.

Имеет важное значение выбор дозы, обеспечивающий надежное обеззараживание. При обеззараживании воды хлор не только способствует гибели микроорганизмов, но и взаимодействует с органическими веществами воды и некоторыми солями. Все эти формы связывания хлора объединяются в понятие *"хлорпоглощаемость воды"*.

В соответствии с СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода..." доза хлора должна быть такой, чтобы после обеззараживания в воде содержалось 0,3-0,5 мг/л свободного остаточного хлора. Этот метод, не ухудшая вкуса воды и не являясь вредным для здоровья, свидетельствует о надежности обеззараживания.

Количество активного хлора в миллиграммах, необходимое для обеззараживания 1 л воды, называют *хлорпотребностью*.

Кроме правильного выбора дозы хлора, необходимым условием эффективного обеззараживания является хорошее перемешивание воды и достаточное время контакта воды с хлором: летом не менее 30 минут, зимой не менее 1 часа.

Модификации хлорирования: двойное хлорирование, хлорирование с аммонизацией, перехлорирование и др.

*Двойное хлорирование* предусматривает подачу хлора на водопроводные станции дважды: первый раз перед отстойниками, а второй — как обычно, после фильтров. Это улучшает коагуляцию и обесцвечивание воды, подавляет рост микрофлоры в очистных сооружениях, увеличивает надежность обеззараживания.

*Хлорирование с аммонизацией* предусматривает введение в обеззараживаемую воду раствора аммиака, а через 0,5-2 минуты — хлора. При этом в воде образуются хлорамины — монохлорамины ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ) и дихлорамины ( $\text{NHCl}_2$ ), которые также обладают бактерицидным действием. Этот метод применяется для обеззараживания воды, содержащей фенолы, с целью предупреждения образования хлорфенолов. Даже в ничтожных концентрациях хлорфенолы придают воде аптечный запах и привкус. Хлорамины же, обладая более слабым окислительным потенциалом, не образуют с фенолами хлорфенолов. Скорость обеззараживания воды хлораминами меньше, чем при использовании хлора, поэтому продолжительность дезинфекций воды должна быть не меньше 2 ч, а остаточный хлор равен 0,8-1,2 мг/л.

*Перехлорирование* предусматривает добавление к воде заведомо больших доз хлора (10-20 мг/л и более). Это позволяет сократить время контакта воды с хлором до 15-20 мин и получить надежное обеззараживание от всех видов микроорганизмов: бактерий, вирусов, риккетсий Бернета, цист, дизентерийной амебы, туберкулеза и даже спор сибирской язвы. По завершении процесса обеззараживания в воде остается большой избыток хлора и возникает

необходимость дехлорирования. С этой целью в воду добавляют гипосульфит натрия или фильтруют воду через слой активированного угля.

Перехлорирование применяется преимущественно в экспедициях и военных условиях.

К недостаткам метода хлорирования следует отнести:

а) сложность транспортировки и хранения жидкого хлора и его токсичность;

б) продолжительное время контакта воды с хлором и сложность подбора дозы при хлорировании нормальными дозами;

в) образование в воде хлорорганических соединений и диоксинов, небезразличных для организма;

г) изменение органолептических свойств воды.

И тем не менее высокая эффективность делает метод хлорирования самым распространенным в практике обеззараживания воды.

В поисках безреагентных методов или реагентов, не изменяющих химического состава воды, обратили внимание на *озон*. Впервые эксперименты с определением бактерицидных свойств озона были проведены во Франции в 1886 г. Первая в мире производственная озонаторная установка была построена в 1911 г. в Петербурге.

В настоящее время метод озонирования воды является одним из самых перспективных и уже находит применение во многих странах мира — Франции, США т.д. У нас озонируют воду в Москве, Ярославле, Челябинске, на Украине (Киев, Днепропетровск, Запорожье и др.).

Озон ( $O_3$ ) — газ бледно-фиолетового цвета с характерным запахом. Молекула озона легко отщепляет атом кислорода. При разложении озона в воде в качестве промежуточных продуктов образуются короткоживущие свободные радикалы  $HO_2$  и  $OH$ . Атомарный кислород и свободные радикалы, являясь сильными окислителями, обуславливают бактерицидные свойства озона.

Наряду с бактерицидным действием озона в процессе обработки воды происходит обесцвечивание и устранение привкусов и запахов.

Озон получают непосредственно на водопроводных станциях путем тихого электрического разряда в воздухе. Установка для озонирования воды объединяет блоки кондиционирования воздуха, получения озона и смешения его с обеззараживаемой водой. Косвенным показателем эффективности озонирования является остаточный озон на уровне 0,1-0,3 мг/л после камеры смешения.

Преимущества озона перед хлором при обеззараживании воды состоит в том, что озон не образует в воде токсических соединений (хлорорганических соединений, диоксинов, хлорфенолов и др.), улучшает органолептические показатели воды и обеспечивает бактерицидный эффект при меньшем времени контакта (до 10 мин). Он более эффективен по отношению к патогенным простейшим — дизентерийной амебе, лямблиям и др.

Широкое внедрение озонирования в практику обеззараживания воды сдерживается высокой энергоемкостью процесса получения озона и несовершенством аппаратуры.

Олигодинамическое действие серебра в течение длительного времени рассматривалось как средство для обеззараживания преимущественно *индивидуальных запасов воды*. Серебро обладает выраженным бактериостатическим действием. Даже при введении в воду незначительного количества ионов микроорганизмы прекращают размножение, хотя остаются живыми и даже способными вызвать заболевание. Концентрации серебра, способные вызвать гибель большинства микроорганизмов, при длительном употреблении воды токсичны для человека. Поэтому серебро в основном применяется для консервирования воды при длительном хранении ее в плавании, космонавтике и т.д.

Для обеззараживания индивидуальных запасов воды применяются таблетированные формы, содержащие хлор.

**Аквасепт** — таблетки, содержащие 4 мг активного хлора моновалентной соли дихлор-зоциануровой кислоты. Растворяется в воде в течение 2-3 мин, подкисляет воду и тем самым улучшает процесс обеззараживания.

**Пантоцид** — препарат из группы органических хлораминов, растворимость — 15-30 мин., выделяет 3 мг активного хлора.

**К физическим методам** относятся кипячение, облучение ультрафиолетовыми лучами, воздействие ультразвуковыми волнами, токами высокой частоты, гамма-лучами и др.

Преимущество физических методов обеззараживания перед химическими состоит в том, что они не изменяют химического состава воды, не ухудшают ее органолептических свойств. Но из-за их высокой стоимости и необходимости тщательной предварительной подготовки воды в водопроводных конструкциях применяется только ультрафиолетовое облучение, а при местном водоснабжении — кипячение.

**Ультрафиолетовые лучи** обладают бактерицидным действием. Это было установлено еще в конце прошлого века А.Н. Маклановым. Максимально эффективен участок УФ-части оптического спектра в диапазоне волн от 200 до 275 нм. Максимум бактерицидного действия приходится на лучи с длиной волны 260 нм. Механизм бактерицидного действия УФ-облучения в настоящее время объясняют разрывом связей в ферментных системах бактериальной клетки, вызывающим нарушение микроструктуры и метаболизма клетки, приводящим к ее гибели. Динамика отмирания микрофлоры зависит от дозы и исходного содержания микроорганизмов. На эффективность обеззараживания оказывают влияние степень мутности, цветности воды и ее солевой состав. Необходимой предпосылкой для надежного обеззараживания воды УФ-лучами является ее предварительное осветление и обесцвечивание.

Преимущества ультрафиолетового облучения в том, что УФ-лучи не изменяют органолептических свойств воды и обладают более широким спектром антимикробного действия: уничтожают вирусы, споры бацилл и яйца гельминтов.

**Ультразвук** применяют для обеззараживания бытовых сточных вод, т.к. он эффективен в отношении всех видов микроорганизмов, в том числе и спор бацилл. Его эффективность не зависит от мутности и его применение не

приводит к пенообразованию, которое часто имеет место при обеззараживании бытовых стоков.

**Гамма-излучение** очень эффективный метод. Эффект мгновенный. Уничтожение всех видов микроорганизмов, однако в практике водопроводов пока не находит применения.

**Кипячение** является простым и надежным методом. Вегетативные микроорганизмы погибают при нагревании до 80°C уже через 20-40 с, поэтому в момент закипания вода уже фактически обеззаражена. А при 3-5-минутном кипячении есть полная гарантия безопасности, даже при сильном загрязнении. При кипячении разрушается ботулинический токсин и при 30-минутном кипячении погибают споры бацилл.

Тару, в которой хранится кипяченая вода, необходимо мыть ежедневно и ежедневно менять воду, так как в кипяченой воде происходит интенсивное размножение микроорганизмов.

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Традиционная технология очистки воды в водопроводах обладает ограниченным барьерным действием в отношении многих химических веществ. Подземные же воды очень часто высокоминерализованы и нуждаются в специальной очистке. Рассмотрим некоторые из них.

*Дезодорация* — устранение запахов. Достигается аэрированием, обработкой окислителями (озонирование, большие дозы хлора, марганцовокислый калий), фильтрованием через активированный уголь.

*Обезжелезивание* производится путем разбрызгивания воды с целью аэрации в специальных устройствах — *градирнях*. При этом двухвалентное железо окисляется в гидрат окиси железа, который осаждается в отстойнике и задерживается на фильтре.

*Умягчение воды* достигается фильтрованием через ионообменные фильтры, загруженные либо *катионитами* (обмен катионов), либо *анионитами* (обмен анионов). Происходит обмен ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  на ионы  $\text{Na}^{2+}$  или  $\text{H}^+$ .

*Опреснение.* Последовательное фильтрование воды сначала через катионит, а затем через анионит позволяет освободить воду от всех растворенных в ней солей. Термический метод опреснения — дистилляция, выпаривание с последующей конденсацией. Вымораживание. Электродиализ — опреснение с использованием селективных мембран.

*Деконтаминация.* Снижение содержания радиоактивных веществ в воде на 70-80% происходит при коагуляции, отстаивании и фильтровании воды. Для более глубокой деконтаминации воду фильтруют через ионообменные смолы.

*Обезфторивание воды* проводят фильтрованием через анионообменные фильтры. Часто для этого используют активированную окись алюминия. Иногда для снижения концентрации фтора проводят разбавление водой другого источника, не содержащей фтора либо содержащей его в ничтожных количествах.

*Фторирование.* Искусственное добавление фтора. Проводят при содержании фтора в воде менее 0,7 мг/л с целью профилактики кариеса зубов. Фторирование воды снижает заболеваемость кариесом на 50-70%, т.е. в 2-4 раза.

## Лекция № 7

### **Почва как фактор внешней среды. Роль почвы в передаче эпидемических, инфекционных и паразитарных заболеваний. Загрязнение и самоочищение почвы**

Изучение почвы, ее оценку по различным показателям условно можно разделить на 4 этапа.

I. Допастеровский период (до 1852 г.). Центральным моментом этого периода является локалистическая теория Петтенкофера, который считал, что все эпидемии тесно увязываются с механическим составом почвы, содержанием углекислого газа и количеством органических веществ.

Не подозревая о возбудителях инфекционных заболеваний, он выдвинул некоторые косвенные показатели санитарного состояния почвы. Создание локалистической теории вызвало волну оздоровительных мероприятий во всех странах Европы. В России первые работы по изучению почвы принадлежат А.П. Доброславину, который изучал почвы района Санкт-Петербурга.

II. Постпастеровский период, начавшийся с открытия Пастера (1852 г.) и охвативший целое столетие. Период характеризуется интенсивным изучением химического состава почвы, изучением всего живого, что обнаруживалось в почве. В этот период возникло учение о биогеохимических провинциях и окончательно изучено эпидемиологическое значение почвы.

III. Третий период (1952-1972 гг.) характеризуется недооценкой почвы, проблем ее охраны.

IV. Период (с 1972 г. по н/вр.) характеризуется изучением почвы как фактора, определяющего ее первостепенное значение в циркуляции химических веществ, связанных с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта. Именно в этот период нашла обоснование схема нормирования химических веществ в почве.

Объектами гигиенического изучения и оценки санитарного состояния могут быть два вида почв.

I. Естественно образовавшаяся почва вне населенных мест, участки которой могут быть использованы для застройки и в других народнохозяйственных целях.

II. Искусственно образовавшаяся почва населенных мест, смешанная с отходами жизнедеятельности человека, его разумной и неразумной хозяйственной деятельности, что объединяется под термином "Культурный слой почвы населенных мест".

Предметом санитарно-гигиенической оценки почвы являются:

1. Показатели химического состава почвы — содержание в ней микро- и макроэлементов, солей и их влияние на изменение химического состава пищевых продуктов и воды.

2. Способность почвы к самоочищению.

3. Эпидемиологическая роль почвы, характеризующаяся:

а) выживаемостью в почве патогенных бактерий, спор и вегетативных форм бацилл и вирусов;

б) ролью почвы как промежуточной среды развития гельминтов;

в) ролью почвы в развитии мух (от личинки до половозрелой особи).

19 февраля 1991 г. был принят закон Российской Федерации "Об охране окружающей природной среды", в котором в отношении почвы определены наиболее важные задачи:

1. Охрана естественных свойств почвы, важных с точки зрения ее плодородия и содержания биомикроэлементов.

II. Охрана почвы от внесения в нее токсических, бластомогенных веществ.

III. Охрана почвы от загрязнения органическими веществами.

IV. Правила устройства искусственных покрытий и замощений.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

В настоящее время установлено, что в организме человека содержится около 60 различных химических элементов, что составляет около 0,6% от общего веса. Наличие микроэлементов хотя бы в небольших количествах постоянно связано с их ролью в усвоении азота и фотосинтеза. Только для поддержания нормального состава крови человека необходимо около 25 микроэлементов, а в состав грудного молока их входит более 30. Степень обеспеченности растительных и животных организмов микроэлементами находится в прямой зависимости от наличия их в земной коре (почве). Именно на этот момент впервые указал академик В. Вернадский. На основе этого А.П. Виноградов создал учение об аномальных биогеохимических провинциях (территориях), где отсутствие или избыток того или другого элемента приводит к появлению эндемических заболеваний (биогеохимических эндемий). В 1958 г. на территории бывшего СССР насчитывалось 14 естественных биогеохимических провинций, а к 1990 г. в связи с более глубоким изучением новых территорий их количество удвоилось.

Вместе с тем в результате хозяйственной деятельности человека в почву непосредственно или опосредованно попадает огромное количество химических веществ, что может существенно менять ее химический состав.

Все химические вещества, попадающие в почву, можно разделить на 2 группы:

I. Химические вещества, вносимые в почву планомерно, целенаправленно, организованно:

- а) пестициды (до 90-100 тыс. тонн в год);
- б) минеральные удобрения;
- в) структурообразователи почвы;
- г) стимуляторы роста растений и др.

Только в случае избыточного внесения их в почву они становятся загрязнителями.

II. Химические вещества, попадающие в почву случайно с техногенными

жидкими, твердыми и газообразными отходами. Территориально это связано с конкретными видами промышленности, а следовательно, с определенным видом химического загрязнения. Эти территории, разумеется, страдают избытком определенных химических веществ. На территории России имеется около 40 территорий, которые определяют как искусственные биогеохимические провинции. Уже взяты на учет области с избытком свинца, фтора, кадмия, талия, брома, ртутных соединений и даже бериллия. Эти вещества включаются в биологический цикл и, естественно, не минуют человека. Опасность соединений как первой, так и второй группы определяется их токсичностью, бластомогенным, аллергенным, мутагенным, эмбриогенным и другими видами воздействия.

То, что сейчас происходит в процессе загрязнения почвы химическими веществами ученые называют "химической" атакой неуправляемого технологического процесса на человека. Расчеты, основанные на данных генетиков, показывают, что к 2000 г. свыше 30% людей, родившихся за последние 30 лет, будут иметь генетические отклонения. Нанося вред окружающей среде и прежде всего почве человек поступает как самоубийца.

Химические вещества экзогенного происхождения при их накоплении в почве почти полностью подавляют весь биоценоз почвы, извращают процессы самоочищения.

Уже сейчас с химическим загрязнением определенных районов тесно увязывается повышенный уровень заболевания населения, частота уродств, аномалий развития, нарушения физического развития и формирования психики.

Загрязнение почвы неизбежно ведет к деградации среды обитания человека.

Оценка эпидемиологических вопросов, касающихся почвы, связана с выяснением степени ее загрязнения органическими веществами.

В чистой, незагрязненной почве обитает не так много возбудителей инфекций. В основном это возбудители раневых инфекций (столбняк, газовая гангрена), ботулизма, сибирской язвы. Это споровые микроорганизмы и их

споры сохраняют жизнеспособность до 25 лет.

Постоянно загрязняющаяся органическими веществами почва всегда содержит возбудителей кишечных инфекций (дизентерия, брюшной тиф), сроки выживания которых могут колебаться от нескольких месяцев до полутора лет, полиомиелита — до 110 дней.

Почва играет специфическую роль передатчика гельминтозов, являясь промежуточной средой развития. Яйца аскарид могут сохранять жизнеспособность в почве 7-10 лет.

Почва, загрязненная органическими веществами, способствует развитию грызунов, являющихся источниками и разносчиками возбудителей особо опасных инфекций (бешенство, чума, туляремия).

Загрязненная почва является благоприятным местом развития мух (особенно синантропной "комнатной" мухи). Наличие большого количества мух является наглядным показателем санитарного неблагополучия, т.к. свидетельствует о нарушении сроков удаления твердых отходов из населенного пункта. Срок развития мухи от личинки до половозрелой особи — от 4 до 7 суток. Кроме того, мухи сами являются очень активными переносчиками возбудителей, в первую очередь кишечных инфекций.

Почва является естественным приемником всех отходов жизнедеятельности человека. Об этом писал еще в середине XIX в. гигиенист Рубнер: "Единственным местом, удовлетворяющим требованиям и предназначенным самой природой для восприятия органических отходов, является почва и в почве даны все условия к тому, чтобы благодаря совершающимся в ней процессам различные органические вещества превратились в те же формы неорганических соединений, в виде которых они являются необходимым питательным материалом для растений". Эти процессы, описанные Рубнером, являются процессами самоочищения почвы, происходящими под действием целого ряда факторов (физических, химических и биологических).

Под действием физических факторов (солнце, высушивание)

значительная часть патогенной микрофлоры погибает. Под действием химических факторов (кислород воздуха и почвы) происходит окисление органических веществ (жиры, углеводы) до углекислого газа и воды, а азотсодержащие вещества, разлагаясь на аминокислоты и подвергаясь последующему окислению, нитрифицируются. Существенную роль при этом играют микроорганизмы *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*. В итоге образуются минеральные вещества, которые усваиваются растениями.

Очень важно в интенсивности процесса самоочищения почвы явление гуммификации. В результате сложного взаимодействия химических реакций, действия мезофильных и термофильных микроорганизмов образуется сложное органическое вещество гумус, в состав которого входят гумины, углеводы, жиры, органические кислоты и целый ряд углеродистых соединений. Особенность гумуса состоит в том, что он не способен загнить и, следовательно, не может стать средой размножения микроорганизмов, прежде всего патогенных. Особое значение в подавлении роста и развития нежелательной микрофлоры, в ее последующем отмирании имеет действие бактериофагов и антибиотиков. В результате этих сложных процессов почва становится эпидемиологически безопасной. Становится стабильным состав почвенного воздуха.

Санитарная оценка почвы, а именно оценка степени загрязнения органическими веществами, проводится по целому ряду показателей.

Снижение количества кислорода, увеличение процента углекислоты, появление метана и водорода — результат загрязнения.

При длительном наблюдении за процессами самоочищения почвы установлено, что после сильного загрязнения при коли-титре 0,0001 г только через год показатели достигают нормы (коли-титр 1,0).

### Показатели чистой почвы:

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. По численности:                           | - 0                 |
| личинки мух на площади 0,25 м <sup>2</sup>   | - 0                 |
| яиц гельминтов на 1 кг почвы                 | - 0                 |
| коли-титру                                   | - 1                 |
| титру анаэробов                              | - 0,1               |
| 2. Санитарное число (С)                      | В (азот гумуса)     |
| должно приближаться к 1; С=                  | -                   |
|  | А (общий орг. азот) |
| 3. Состав почвенного воздуха на глубине 1 м: |                     |
| CO <sub>2</sub>                              | - 0,38-0,8%,        |
| O <sub>2</sub>                               | -19,75-20%,         |
| CH <sub>4</sub>                              | - отсутствует       |
| H <sub>2</sub>                               | - отсутствует       |

Вновь вспоминая слова Рубнера о том, что почва — естественный приемник всех отходов, мы должны учитывать относительность этого положения. Компенсаторные силы самой почвы достаточны лишь при очень небольшом в количественном отношении загрязнении почвы. Резкое увеличение нагрузки на почвенные процессы приводит к тому, что процессы самоочищения угнетаются, изменяется биоценоз почвы. И увеличение отходов приводит к следующим неблагоприятным моментам:

1. Изменение воздушной среды. При разложении отходов в воздух выделяется аммиак, сероводород, метан, индол, скатол, при сильном высушивании легкие предметы поднимаются в воздух.

2. Резко возрастает загрязненность открытых водоемов, а также грунтовых вод и других водоносных горизонтов.

3. Сильное загрязнение поверхности на территории населенных пунктов.

Учитывая все это, очистка населенных мест от твердых и жидких

отбросов представляется очень важной санитарно-гигиенической задачей. Очистка населенного пункта должна представлять собой единую систему мероприятий, охватывающую всю территорию населенного пункта. Процессы сбора, удаления, очистки территории и обезвреживания отбросов должны быть в максимальной степени механизированы, а контакт населения и осуществляющего очистку персонала с отбросами должен быть по возможности исключен или сведен до минимума.

#### **Классификация отбросов:**

- твердые;
- жидкие.

В настоящее время удаление жидких отбросов и их обезвреживание не является острой проблемой. Жидкие отбросы при наличии канализации поступают в замкнутую сеть, они не загрязняют ни почву, ни воздух, ни здания, ни дворы. И, наконец, сплав жидких отбросов по трубам является экономически более дешевым, чем вывоз.

Сложнее дело обстоит с твердыми отбросами. Санитарная очистка от твердых бытовых отбросов — одна из актуальнейших проблем населенных мест: города, поселка, деревни. Значение этой проблемы определяется тем, что во всем мире идет процесс увеличения количества бытовых отходов, приходящихся на 1 человека. Чем выше уровень благоустройства, уровень культуры нашей жизни, тем большее количество отбросов приходится на человека. Уровень благоустройства нашей жизни неуклонно повышается, соответственно, и годовой прирост твердых бытовых отходов является постоянной цифрой — 5-8% от общего количества.

Для санитарных работников организация очистки населенных мест имеет особое значение также и потому, что вопросы обезвреживания накапливающихся отбросов во всем мире еще не решены должным образом. Достаточно сказать, что в Западной Европе 70% всех твердых бытовых отбросов, а в США — 85% попадают на свалки, которые очень часто представляют собой беспорядочное скопление мусора. Такая "организация"

очистки неизбежно приводит к огромному, все растущему из год в год загрязнению почвы, безусловно опасному для здоровья населения. Только правильная организация удаления из населенных мест твердых отходов с использованием существующих методов их обезвреживания может предотвратить нежелательные последствия.

Как же правильно организовать очистку населенных мест от твердых бытовых отходов?

Санитарная чистка всегда имеет три этапа: *сбор отходов, их хранение, вывоз к месту обезвреживания*. У нас в стране всю эту работу выполняет специальная организация — коммунальные органы (трест благоустройства, коммунальные хозяйства и т.д.). В обязанности санитарных органов входят проверка правильности принятой системы очистки и наблюдение за местами сбора, хранения и обезвреживания отходов. При организации сбора твердых бытовых отходов надо *знать их качественный и количественный состав*.

В качественном составе твердых бытовых отходов (мусора) можно выделить основные составные части, от количества которых будет зависеть возможность переработки мусора разными методами. Это пищевые отходы, бумага, твердые не перерабатываемые части (уголь, стекло, зола). Эти составные части будут встречаться в разном по происхождению мусоре, но количество их будет зависеть от климатического пояса, сезона года, уровня благоустройства и от сложившихся исторически привычек населения. Так, если взять мусор разных городов мира, то больше всего пищевых отходов (62%) во Франции, золы (57%) — в Англии, бумаги (65%) — в Финляндии. В мусоре России примерно одинаковое количество пищевых отходов и бумаги, но по определенным городам состав мусора неравномерен: в мусоре городов Донбасса, например, 50% угля, а в мусоре Санкт-Петербурга совсем мало пищевых отходов и т.д.

Основное, что необходимо знать о качестве мусора — это его эпидемиологическое значение. В твердых бытовых отходах всегда содержится большое количество микроорганизмов, среди которых могут быть любые

патогенные бактерии и вирусы. Поэтому при эпидемиологических обследованиях не следует забывать, что через твердые бытовые отбросы могут передаваться возбудители следующих инфекций и инвазии:

- 1) желудочно-кишечных инфекций;
- 2) гельминтозов;
- 3) вирусных инфекций;
- 4) зоонозных инфекций;
- 5) инфекций, в распространении которых играют роль грызуны;
- 6) пылевых инфекций;
- 7) инфекций, возбудители которых вегетируют в почве (порядок перечисления соответствует частоте встречаемости).

Очень важный момент при сборе отбросов — это правильное определение их количества. По объему накапливаемых отбросов проводится расчет количества необходимых мусоросборников. За основу расчета принята норма накопления мусора в год на 1 человека, которая сейчас составляет 1000 л. Объемный вес 1 м<sup>3</sup> мусора — 0,2 т, т.е. 1 м<sup>3</sup> мусора весит 200 кг.

$$Q = \frac{P \cdot m \cdot k}{365}$$

Для Москвы и некоторых других крупных городов установлена норма мусора в год в 262 кг.

$Q$  — общее количество мусора;

$P$  — ежедневная норма (удваивается при низкой коммунальной обустроенности);

$k$  — коэффициент неравномерности (от 1 до 1.3);

365 — дней в году.

Из общих закономерностей изменения состава мусора можно отметить один процесс: повсеместное увеличение упаковочного материала в составе отбросов.

Из других особенностей мусора нас интересуют те, которую имеют эпидемиологическое значение. Такой особенностью является содержание органических веществ и их инфицированность патогенными микроорганизмами и яйцами гельминтов. Нарушение сбора ведет к тому, что эти организмы попадают в почву.

Существует 2 системы сбора мусора:

1. *Унитарная система* — когда все составные части отбросов поступают совместно в мусоросборники.

2. *Раздельный сбор* — при этой системе в нашей стране отдельно собираются пищевые отходы. Этот сбор экономически целесообразен и практически возможен в домах не выше трех этажей. Сбор этих пищевых отходов осуществляется заинтересованными предприятиями сельского хозяйства. Причем сбор и вывоз пищевых отходов должен производиться ежедневно.

При унитарной системе мусор в мусоросборниках не должен задерживаться более двух суток. При более длительных сроках создаются условия для выплода мух.

В домах выше 5 этажей предусмотрены мусоропроводы с мусороприемной камерой, устройству которой сейчас уделяется особое внимание.

Учитывая неудачный опыт строительства заглубленных камер, в настоящее время приемные камеры мусоропроводов строятся выше уровня пола первого этажа на 5-10 см, что позволяет максимально очищать камеру при вывозе мусора. Это почти всегда исключалось при заглубленных камерах. Кроме всего, используются 2 вида мусоросборников: переносные и сменные (контейнерные).

Расположение мусоросборников во дворах должно быть удобно для населения и при хорошем санитарном состоянии они могут находиться в любой близости от дома.

**Удаление твердых бытовых отходов** во всем мире осуществляется

исключительно автотранспортом. Основным недостатком автотранспорта является его малая полезная грузоподъемность (КПД — 30-35%), а значит высокая стоимость перевозок. Поэтому, с экономической точки зрения, наиболее оптимальным вариантом вывоза мусора является система вывоза с перегрузкой. Из города он вывозится за пределы населенного пункта на обычных мусоровозах, а затем перегружается на другой транспорт (в Англии — на баржи, в Голландии — на железнодорожный транспорт, в США и Германии — на специальные автопоезда). Существует три системы удаления мусора:

1. *Планово-поквартирная* (в определенный час приезжает транспорт и население выносит мусор из квартир и погружает в транспорт).

2. *Планово-регулярная* — вывоз мусора из дворовых мусоросборников и приемных камер мусоропроводов.

3. *Планово-подворная* — сбор мусора из квартирных мусоросборников, оставленных во дворе.

Кроме широко распространенного во всем мире вывоза мусора автотранспортом, существуют и другие методы:

1. Дробление мусора на месте его образования с последующим сплавом в канализацию. Впервые применен и получил некоторое распространение в США. Недостатком этого метода является:

1) сильный шум во время работы дробильных машин;  
2) большой дополнительный расход водопроводной воды для смыва мусора в канализацию (6-8 л на 1 кг мусора);

3) большое увеличение нагрузки на сооружения по очистке сточных вод (увеличение осадка на 67%). 2. Система пневматического трубопроводного транспорта. Состоит из вентиляционных камер в зданиях, из которых мусор по всасывающим трубам удаляется за черту населенного пункта.

Система пневматического трубопроводного транспорта очень перспективна, т.к. имеет много положительных моментов:

- 1) исключает ручной труд;
- 2) исключает хранение мусора в квартирах;

- 3) исключает применение автотранспорта;
- 4) исключает применение мусоросборников во дворах;
- 5) исключает контакт мух, грызунов с отходами.

Впервые такая установка была создана в Швейцарии и обслуживала 5000 квартир (2,5 км). Сейчас такая установка действует в Олимпийской деревне в Германии (под Мюнхеном). Планируется создание таких установок и у нас. Существенную проблему для системы очистки составляют методы обезвреживания твердых отходов. Эти методы можно разделить на 2 группы:

1. Ликвидационные (без использования ценных свойств мусора).

- II. Утилизационные (с утилизацией наиболее ценных компонентов мусора).

Наиболее часто:

1. Переработка отходов на компост.
2. Сжигание с использованием тепла (в тепличных хозяйствах).
3. Выделение металлических частей в качестве вторичного сырья для металлургии.
4. Выделение бумаги и тряпья для целлюлозно-бумажной промышленности.

Экспериментальные (США, Япония):

5. Изготовление строительных блоков.
6. Получение этилового спирта.
7. Пиролизное разложение для получения сырья для химической промышленности.

Выбор метода обезвреживания мусора определяется системой сбора и его составом. Преобладание в мусоре той или иной части определяет метод обезвреживания.

Так, при содержании органических веществ менее 25% он не пригоден для компостирования, при низкой теплотворной способности сжигать мусор нецелесообразно.

Выбор метода обезвреживания в большей степени зависит от экономической значимости. Из двух наиболее часто применяемых методов

(компостирование и сжигание) наиболее дорогим является сжигание (на 50% дороже компостирования), потому что здесь необходимы мероприятия для предупреждения загрязнений атмосферного воздуха золой и газами.

Однако при оценке общей экономической эффективности следует учесть, что при максимальном приближении мусоросжигательных установок к городу получается существенное уменьшение затрат на вывоз мусора.

Тем не менее наиболее рентабельным в настоящее время является метод компостирования. В основе биологической переработки мусора на компост лежит аэробная переработка отходов, происходящая в результате деятельности термофильных бактерий. Повышение температуры внутри отходов до 50-70°C создает условия для более быстрого разложения органических веществ и отмирания патогенной микрофлоры и яиц гельминтов. В обычных, естественных условиях полная переработка мусора происходит за 1-1,5 года. Совершенно очевидно, что для успешного и более быстрого процесса необходимо использовать какие-то дополнительные факторы и новые методы.

#### I. Компостирование в штабелях.

На специально отведенных полях мусор укладывается в штабеля, имеющие форму трапеций (высота — до 2м, длина — до 25 м). Сверху засыпается торфом (или землей) либо на 2-3 недели закрывают полиэтиленовой пленкой. Площадь территории под компостирования — 1,5-2 га на 10000 тыс. населения.

#### II. Бескамерное обезвреживание с дополнительной аэрацией.

Это такое же компостирование в штабелях, но уже высотой штабеля 3-4 м. Внутри штабеля укладываются вентиляционные дренажи, через которые происходит усиленная аэрация мусора в результате разницы между температурой воздуха и температурой внутри штабеля. С помощью такого простого приспособления удается сократить длительность процесса до 3-4 месяцев.

III. Биотермические камеры. Это емкости из железа, бетона, объем которых от 2 до 20 м<sup>3</sup>. За счет дополнительной аэрации удается достичь

температуры 70°C. Срок компостирования сокращается до 60 дней. Однако использование этих камер не получило широкого распространения.

IV. Строительство компостирующих заводов. Компостирующие заводы представляют собой целое промышленное предприятие по переработке мусора, твердых отходов. Достоинство этих заводов в том, что процесс переработки заканчивается в течение 5 суток и в некоторых случаях этот процесс сокращается до 3 суток.

На этих заводах мусор в приемных бункерах сортируется, с помощью магнита из него удаляются металлические примеси, затем подается во вращающийся барабан, где тщательно измельчается и аэрируется, при этом температура достигает 65°C.

Разновидностью этого вращающегося барабана может быть так называемый бункерный ферментатор — вертикальная камера, разделенная на 5 этажей. На каждом этаже измельченный мусор находится в течение суток, а затем пересыпается на следующий этаж (аналогично передвижению во вращающихся барабанах). Если остаются какие-то некомпостирующиеся части, их сжигают. В настоящее время такие заводы имеются в 25 странах. В России находятся два завода (в Москве и Санкт-Петербурге). К 1990 г. их должно было быть около 50, но эта программа не выполнена.

Из 100 тонн сырого мусора в среднем получается около 70 тонн компоста и лишь 1/10 часть этого мусора не компостируется. Контроль за качеством переработки осуществляется постоянно. Санитарно-бактериологические показатели компоста должны быть такие же, как у чистой почвы. Не должно быть личинок мух, яиц гельминтов и коли-титр 1,0. В России компостированию подвергается примерно 3% от общего количества. Несмотря на санитарно-гигиенические и экономические выгоды компостирования, в настоящее время наиболее распространенным методом обезвреживания мусора является ликвидационный.

| Виды обезвреживания   | % обезвреживания мусора |       |            |
|-----------------------|-------------------------|-------|------------|
|                       | Зап. Европа             | США   | Япония     |
| Сжигание              | 20%                     | 14,5% | Утилизация |
| Компостирование       | 10%                     | 0,5%  | 75%        |
| Ликвидация на свалках | 70%                     | 85%   | 25%        |

В качестве единственного возможного метода (ликвидационного) обезвреживания следует считать усовершенствованные свалки.

На этих свалках слои мусора уплотняются и через каждые 2 м толщины покрываются слоем изолирующего материала (водонепроницаемый грунт, лесоматериалы). Распад мусора протекает в анаэробных условиях. Верхний слой в 2 м перерабатывается в течение 10-15 лет, самые нижние — в течение 100 лет. При организации таких свалок иногда высотой до 40 м с повышенной нагрузкой на м<sup>2</sup> образуется очень много взрывоопасных веществ (метан).

Особую опасность при этом представляет жидкий фильтрат, составляющий около 10% от веса мусора. Опасность его состоит в том, что этот фильтрат загрязнен органическими веществами и содержит очень много микроорганизмов, поэтому предусматриваются мероприятия по охране грунтовых вод (складирование производится на водонепроницаемой основе, сбор и испарение фильтрата, отвод атмосферных и талых вод от участка).

## Лекция 8

### **Биологическое загрязнение объектов внешней среды как важная гигиеническая и экологическая проблема**

"Термин "биологическое загрязнение" охватывает различные биологические объекты, способные оказывать прямое либо опосредованное (через объекты окружающей среды) неблагоприятное воздействие на здоровье человека путем угнетения их естественных процессов самоочищения" (Г.И.Сидоренко).

Основными компонентами биологического загрязнения являются: живые организмы (макро- и микроорганизмы) и продукты их жизнедеятельности, а также некоторые органические вещества естественного происхождения.

Актуальность биологического загрязнения связана с наличием целого ряда медицинских и экологических проблем, а именно:

1. Несмотря на обширную информацию о механизме действия микроорганизмов, их воздействие на состояние здоровья человека все еще полностью не контролируется.

2. Загрязненность воздушной среды микроорганизмами и пылью органического происхождения на предприятиях биотехнологии, текстильной промышленности, на животноводческих и птицеводческих комплексах и ряде других производств является важнейшим фактором, оказывающим негативное воздействие на здоровье работающих.

3. Регистрируется неуклонный рост заболеваний, вызванных условно-патогенными возбудителями, представителями обычной микрофлоры человека.

4. Наблюдается возникновение многочисленных поствакцинальных осложнений в связи с повышенной сенсibilизацией организма человека.

5. Возникают трудности при лечении многих заболеваний вследствие широкого распространения в окружающей среде антибиотикоустойчивых

микроорганизмов.

6. Все возрастающие темпы урбанизации создают опасность недостаточного обезвреживания огромного количества сточных вод.

7. Развитие биотехнологий, перевод животноводства и птицеводства на промышленную основу привело к увеличению масштабов микробного загрязнения как воздуха рабочей зоны, так и окружающей среды, а следовательно к ухудшению состояния здоровья людей, работающих на таких предприятиях и проживающих в районах расположения этих производств.

Это, к сожалению, далеко не полный перечень вопросов, связанных с биологическим загрязнением внешней среды.

Разнообразие видов работ, связанных с опасностью вредного действия биологических факторов на организм людей, также очень велико. Их можно разделить на 3 группы.

**1 группа** работ, связанных с вредным воздействием микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. Это:

— работы по производству и контролю биологических препаратов, основой или продуцентами которых являются микроорганизмы, биологические жидкости, ткани и органы, а также культуры клеток и тканей;

— работы по использованию биологических препаратов для профилактики, лечения, диагностики и других целей в медицине, ветеринарии и сельском хозяйстве;

— работы по локализации и ликвидации очагов инфекционных болезней;

— работы по использованию культур микроорганизмов в научно-исследовательских, учебных и практических учреждениях;

— работы, требующие соприкосновения с почвой и водой (местами возможного обитания микроорганизмов);

— работы по лечению и уходу за людьми и животными (больными и носителями);

— работы по исследованию материалов от людей и животных, а также трупного материала в диагностических и научно-исследовательских целях.

**II группа** работ сопряжена с опасностью вредного воздействия животных (домашних, диких и лабораторных) и продуктов их жизнедеятельности. Это:

- работы по обслуживанию животных в сельском хозяйстве и при производстве биологических препаратов, продуцентами которых они служат;
- работы по обслуживанию животных в вивариях научно-исследовательских и практических учреждений;
- охотничьи и рыболовные промыслы;
- убой животных;
- переработка сырья животного происхождения;
- обслуживание и дрессировка животных в зоологических садах и цирках.

**III группа** работ, связанная с опасностью вредного воздействия растений (культурных и дикорастущих). Это:

- работы по выращиванию растений в сельском, лесном и городском хозяйствах;
- работы по сбору и переработке растительного сырья;
- лесохозяйственные работы и работы по заготовке леса;
- работы по производству лекарственных препаратов и аллергенов из растений;
- работы по производству кормов.

Все компоненты, входящие в структуру биологического фактора, целесообразно разделить на две основные группы:

*I группа — естественно-природная:*

- возбудители, переносчики и носители инфекционных заболеваний людей;
- возбудители инфекционных заболеваний животных;
- возбудители инфекционных заболеваний птиц;
- естественные отходы животного мира;
- пыльца при цветении растений;
- сине-зеленые водоросли;

— заплесневелые предметы.

То есть элементы естественных природных процессов, способные при определенных условиях играть роль биологического фактора.

// группа — *индустриальная или техногенная*. В нее входят гигиенически значимые факторы (микроорганизмы, готовые продукты, пыль растительного происхождения и т.д.), присущие:

— промышленно-животноводческим комплексам;

— производству и использованию микробиологических средств защиты растений;

— производству и использованию антибиотических средств;

— производству и использованию белково-витаминных концентратов;

— производствам по улучшению и использованию стимуляторов роста;

— сооружениям по очистке сточных вод;

— производствам сена, льна, хлопка, зерна;

— производствам вакцин и сывороток;

— производствам физиологически активных препаратов.

Безусловно, удельный вес различных компонентов неодинаков. Ведущие места в настоящее время занимают микробиотехнология, а также животноводство, переведенное на промышленную основу.

Современные животноводческие комплексы отличаются высокой концентрацией поголовья скота, новой технологией производства и бесподстилочным содержанием животных. Все это приводит к образованию большого количества (до 3-5 тыс. м<sup>3</sup>/сутки) высококонцентрированных стоков, опасных в санитарно-эпидемиологическом отношении ввиду содержания в них патогенных микроорганизмов, яиц и личинок гельминтов, а также других компонентов: консервантов, антибиотиков, недоокисленных продуктов (альдегидов, кетонов и др.) и комплекса органических веществ.

По степени загрязненности органическими веществами, уровню бактериальной обсемененности (в том числе микроорганизмами, патогенными для человека) и по содержанию гельминтов и простейших отходы

животноводческих комплексов значительно превосходят хозяйственно-бытовые сточные воды и стоки предприятий.

При ферментативных процессах брожения в навозе наряду с окисленными продуктами появляются водород, альдегиды, спирты, сложные эфиры, жирные кислоты и другие соединения. В анаэробных условиях при гниении белковых веществ образуются пептоны, аммиак, сероводород, сернистый аммоний, меркаптаны, фенол, индол, скатол и другие, обладающие неприятными запахами.

Неприятные запахи вызывают, кроме чувства отвращения, головную боль, тошноту и поверхностное дыхание, которое ведет к уменьшению легочной вентиляции, следовательно, к снижению окислительных процессов в организме.

Натурные исследования показали, что животноводческие комплексы являются массивными источниками загрязнения атмосферного воздуха. Так, валовый выброс загрязнений в атмосферный воздух только из организованных источников (системы вентиляции) комплекса крупного рогатого скота на 10 тыс. голов составляет по аммиаку 57 кг/сут., а суммарно по органическим веществам — 2148 кг/сут. Кроме того, из системы вентиляции в атмосферный воздух ежедневно выбрасывается до 1310 млрд. микроорганизмов.

В стоках животноводческих комплексов содержатся сальмонеллы, энтеропатогенные кишечные палочки, протек синегнойная палочка.

Отходы животноводства также могут быть потенциальными носителями возбудителей ряда зоонозных инфекционных заболеваний: бруцеллеза, лептоспироза, туберкулеза, ящура и др. Необеззараженные стоки могут содержать в 1 л от нескольких десятков до нескольких десятков тысяч жизнеспособных яиц гельминтов и цист простейших. В основном это яйца аскарид и власоглавов и цисты балантидий.

В связи с этим утилизация неочищенных или недостаточно очищенных животноводческих стоков приводит к опасному загрязнению почвы, грунтовых и поверхностных вод. Это усугубляется большей выживаемостью в навозе

микроорганизмов-возбудителей инфекционных заболеваний и яиц гельминтов.

Так, в жидком навозе яйца гельминтов сохраняют жизнеспособность более 1 года, сальмонеллы — 160 суток, бруцеллы — 170 суток, микобактерии туберкулеза — 460 суток и т.д.

Таким образом, навоз, попадая в почву и водные объекты, становится чрезвычайно мощным источником распространения инфекций и инвазий для людей и животных. Использование в животноводческих комплексах антибиотиков и кормовых дрожжей может приводить к развитию у работающих людей микозов.

Кроме того, биологические загрязнители животного происхождения (шерсть, перхоть и экскременты животных) являются сильными аллергенами и способны вызывать у животноводов целый ряд аллергозов.

В течение последних двух десятилетий чрезвычайно масштабное развитие получила основная отрасль биотехнологии — микробиотехнология. Это связано с тем, что микроорганизмы обладают заметными преимуществами перед растительными и животными объектами, т. е. имеют в сотни и тысячи раз большую скорость размножения и синтеза биологически активных веществ, быстроту адаптации к изменяющимся условиям среды обитания, максимальную экономию сырья и энергии.

В настоящее время определились сферы приоритетного внедрения микробиотехнологии. Это медицинская, химическая и пищевая промышленность, сельское хозяйство, охрана окружающей среды, коммунальное хозяйство.

В медицинской и фармацевтической промышленности микробиотехнология используется для производства десятков дорогостоящих биологически активных веществ, в том числе антибиотиков, ферментов, аминокислот, витаминов, вакцин, антигенных веществ и пр.

В химической промышленности получают дешевые и в неограниченных количествах органические кислоты, кетоны, спирты.

Само существование пищевой промышленности не мыслимо без

использования микробиотехнологий для изготовления пекарских дрожжей, кисломолочных продуктов и сыров, хлебобулочных изделий, пищевого белка, ферментации чая, табака, кофе, какао, маслин и т.д.

Для нужд сельского хозяйства производится кормовой белок, микробные инсектициды, осуществляется силосование кормов, мочка льна, джута и пр.

Это далеко не полный перечень важнейших аспектов жизни и практической деятельности человека, в которых применяются биотехнологии.

Вместе с тем наблюдается значительное загрязнение микроорганизмами-продуцентами и продуктами микробиологического синтеза как производственной, так и окружающей среды в районах расположения таких предприятий.

Работами различных авторов показано, что содержание микроорганизмов-продуцентов в воздухе биотехнологических производств составляет от сотен до десятков миллионов микробных тел в  $1 \text{ м}^3$  воздуха.

Наряду с загрязнением производственной среды на предприятиях биотехнологии наблюдается массивное поступление промышленных микроорганизмов и продуктов микробиологического синтеза в различные объекты окружающей среды. Так, при отсутствии очистки газовоздушных выбросов содержание в них микроорганизмов-продуцентов составило на различных предприятиях от сотен тысяч до миллионов микробных клеток в  $1 \text{ м}^3$

Высокая загрязненность атмосферного воздуха промышленными штаммами регистрируется также при использовании микробиологических средств защиты растений — миллионы микробных тел в  $1 \text{ м}^3$  атмосферного воздуха. Наряду с живыми микроорганизмами в газовоздушных выбросах биотехнологических производств очень высоко содержание готового продукта. Так, валовые выбросы пыли белково-витаминных концентратов составляют в среднем  $187 \text{ кг/час}$ .

Предприятия биотехнологии интенсивно загрязняют и водную среду за счет сброса сточных вод, содержащих сотни миллионов микробных тел в  $1 \text{ л}$ .

Обработка сельскохозяйственных культур бактериальными инсектицидами также способна приводить к значительному обсеменению воды открытых водоемов и составлять в день обработки  $10^6$ - $10^8$  кл/л.

Поступление выбросов биотехнологических предприятий в атмосферу и водную среду сопровождается накоплением микроорганизмов-продуцентов в почве. Так, загрязненность почвы клетками штамма-продуцента дрожжей Сапера на расстоянии от 50 до 150 метров от завода по производству БВК превышала контроль в среднем на 20%. Использование в сельском хозяйстве микробиологических средств защиты растений приводит к загрязнению промышленными микроорганизмами поверхностного слоя почвы — до  $10^7$ - $10^8$  клеток в 1 г почвы.

Безусловно, применение в сельском хозяйстве микробных инсектицидов загрязняет энтомопатогенными микроорганизмами растительные продукты питания — до  $10^6$ - $10^9$  клеток на 1 г.

Таким образом, многочисленные факты интенсивного биологического загрязнения производственной и окружающей среды не вызывают сомнений.

Непосредственное действие биологических факторов изучено достаточно хорошо. Различные компоненты биологического загрязнения могут приводить к прямому или косвенному негативному влиянию на здоровье людей и попадать в организм: с загрязненным воздухом, водой и растительными пищевыми продуктами (например, после обработки сельскохозяйственных культур микробными инсектицидами). Специфические заболевания связаны с воздействием биологических агентов микробиотехнологических предприятий, проявляются в виде сенсibiliзирующего, иммунотоксического и дисбиотического действия на организм человека. Чаще всего показатели заболеваемости определяются такими нозологическими формами как бронхиальная астма, хронические астматические бронхиты, риносинуситы, кандидозы верхних дыхательных путей, конъюнктивиты, дерматиты и кольпиты.

Растительные продукты, загрязненные бактериальными инсектицидами,

при определенных условиях могут вызывать пищевые токсикоинфекции.

Детский организм в силу своих физиологических особенностей, как известно, обладает повышенной чувствительностью к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Поэтому негативное воздействие промышленных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, загрязняющих окружающую среду, прежде всего проявляется во влиянии на организм детей. Многие исследователи, изучавшие состояние здоровья детей, проживающих в районах расположения биотехнологических предприятий, отмечают у этих детей рост не только специфических, но и неспецифических заболеваний. Очень тревожные данные получены на основании 3-летних наблюдений за состоянием здоровья подростков-школьников в 4-5-километровой зоне Кировского биохимического завода. Установлено, что биологическое загрязнение объектов окружающей среды этой территории оказывает влияние на все показатели состояния здоровья подростков. Наблюдается снижение массы тела по сравнению со сверстниками контрольного района; более чем в 2 раза чаще встречается ухудшенное физическое развитие, нарушения опорно-двигательного аппарата и т.д. Выявлено снижение функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, снижение гемоглобина крови. Ведущими патологиями являлись болезни уха, горла, носа и заболевания нервной системы.

Процент подростков, относящихся к 3 и 4 группам здоровья, проживающих в зоне загрязнения биовыбросами, возрастает. В контрольной же группе число здоровых подростков остается стабильным. Таким образом, возможность прямого негативного действия микроорганизмов-продуцентов на организм людей не вызывает сомнений.

Опосредованное неблагоприятное влияние на здоровье человека промышленных микроорганизмов заключается в том, что при массивном загрязнении этими штаммами почвы и водоемов происходит нарушение процессов самоочищения, разбалансировка микробиоценозов и увеличение сроков выживания патогенной микрофлоры.

Все это способно привести к снижению плодородия почвы, резкому ухудшению санитарного состояния окружающей среды, нарушению экологического равновесия в природе и возникновению эпидемически опасных ситуаций.

## **ПРОФИЛАКТИКА**

Большое разнообразие работ, связанных с воздействием на организм человека биологических факторов, определяет специфичность и различие мер профилактики в отношении конкретных биологических загрязнений. Именно поэтому, а также учитывая значительный удельный вес в биологическом загрязнении производственной и окружающей среды биотехнологических производств, в данной лекции речь пойдет о профилактических мероприятиях, направленных на охрану окружающей среды и здоровья людей от вредного воздействия промышленных микроорганизмов и готовых биотехнологических продуктов.

### **А. Организационные меры.**

1. На стадии проектирования предприятий биотехнологии необходимо проведение санитарно-гигиенической экспертизы проекта.

2. Размещение биотехнологических производств в каждом конкретном случае согласуется с органами санитарного надзора.

3. В качестве микроорганизмов-продуцентов разрешается применять штаммы, прошедшие экспериментальную проверку и допущенные к применению специализированными учреждениями Министерства здравоохранения России.

### **Б. Меры профилактики, обеспечивающие безопасность труда и защиту производственной среды.**

#### *1. Медико-профилактические мероприятия*

1. Рабочие биотехнологических производств в соответствии с приказом МЗ СССР № 400 должны подвергаться предварительным медицинским осмотрам при поступлении на работу с учетом противопоказаний, касающихся

работ с микроорганизмами-продуцентами и готовыми продуктами.

Кроме того, рабочие должны проходить медицинский осмотр, в котором принимают участие терапевт, невропатолог и дерматолог. Обязательно проведение рентгенологического исследования легких и исследования состава периферической крови.

2. Для улучшения состояния здоровья работающих и снижения потерь временной нетрудоспособности необходимо функционирование санатория-профилактория.

## *II. Гигиенические и санитарно-технические меры профилактики:*

1. Проведение регулярного контроля загрязненности микроорганизмами-продуцентами и готовыми биотехнологическими продуктами, специальной одежды и средств индивидуальной защиты рабочих помещений.

2. Усовершенствование технологий производства биологических препаратов. Этот процесс включает высокую степень автоматизации и герметизации процессов, препятствующих биологическому загрязнению воздуха рабочих помещений.

3. Использование в производственных помещениях общеобменной приточно-вытяжной вентиляции и местных отсосов, обеспечивающих соблюдение предельно допустимых концентраций штаммов-продуцентов и готовых продуктов в воздухе рабочих помещений.

4. Полы и стены в производственных помещениях должны выполняться из материалов несорбирующих влагу, с гладкой поверхностью, удобных для мойки и дезинфекции.

5. В производственных помещениях должна предусматриваться ежедневная влажная уборка с дезинфекцией.

6. Обязательное использование средств индивидуальной защиты и меры личной профилактики:

а) рабочие и служащие биотехнологических производств должны бесплатно обеспечиваться спец. одеждой, спец. обувью и средствами для защиты органов дыхания (респираторы "Лепесток");

б) все рабочие должны проходить систематические инструкции по вопросам соблюдения правил работы, мер личной гигиены и индивидуальной профилактики;

в) на рабочих местах биотехнологических предприятий запрещается принимать пищу, курить.

Меры профилактики на различных этапах работы с биологическими препаратами заключаются в соблюдении правил их транспортировки, хранения и безопасного применения.

### **В. Меры профилактики, направленные на охрану окружающей среды и здоровья населения.**

Предупреждение опасного загрязнения природной среды и негативного влияния биологических факторов на здоровье населения в значительной степени определяется эффективностью профилактических мер, приведенных выше, но также имеет ряд дополнительных особенностей:

1. Предотвращение выброса биологических загрязнений путем создания безотходных технологий.

2. Проведение регулярного контроля за содержанием микроорганизмов-продуцентов и готовых биотехнологических продуктов в воздушных выбросах и сточных водах предприятий, а также в атмосферном воздухе, водоемах и почве в районах расположения биотехнологических производств.

3. Соблюдение санитарно-защитных зон.

## ЧАСТЬ ЛЕКЦИИ 9??????????

торые установки находятся в этом режиме до 14 лет. Кроме того, на территории Архангельской и Мурманской областей число ядерных энергетических установок превысило 270 единиц.

Однако все, о чем мы с вами говорили до сих пор, составляет не более 10% сверх естественного радиационного фона — излучения от естественных источников, таких как космическое излучение, излучения естественно распределенных природных радионуклидов в поверхностных слоях Земли, приземной атмосфере, продуктах питания, воде и организме человека.

Примерно 25% сверх естественного радиационного фона дает использование радиоактивных веществ и рентгеновского излучения в медицине с целью диагностики и, в меньшей степени, с целью лечения. И около 40% сверх естественного радиационного фона относится к так называемому техногенному фону. (*Техногенный фон* — это также естественный фон, усиленный деятельностью человека. Например, естественные радионуклиды, извлекаемые из глубин Земли вместе с углем, нефтью, газом, минеральными удобрениями, термальными водами, строительными материалами).

Основными загрязнителями окружающей среды, относимыми к техногенному фону, являются такие радионуклиды, как калий-40, свинец-210, полоний-210, радон-222, торон-220, радий-226, радий-228, торий-232, уран-238 и др. При добыче угля, в котором содержится небольшое количество первичных радионуклидов, значительно увеличивается техногенный фон, так как уголь широко и в больших количествах используется во всех странах мира. Значительно меньше возрастает техногенный фон при использовании нефти и газа.

Большую опасность для окружающей среды в качестве загрязнителя радионуклидами представляет производство и использование фосфорных минеральных удобрений, а также производство строительных материалов, особенно портландцемента, кирпича, гранита строительного, фосфогипса,

кальций-силикатного шлака (45 Бк/кг, 1.26 Бк/кг, 170 Бк/кг,

**Удельная радиоактивность строительных материалов, применяющихся в разных странах**

| Строительные (35)          | Удельная радиоактивность ^ счет |
|----------------------------|---------------------------------|
| Дерево                     | 1.1                             |
| Природный гипс             | 20                              |
| Песок и гравий             | 34                              |
| Портланд-цемент            | 45                              |
| Кирпич                     | 126                             |
| Гранит (Англия)            | 170                             |
| Зольная пыль               | 341                             |
| Глинозем                   | 406                             |
| Фосфогипс                  | 574                             |
| Кальций-отвалы предприятий | 2140                            |
|                            | 4625                            |

574 Бк/кг, 2140 Бк/кг, соответственно. Сравните: дерево — 1,1 Бк/кг1 а отвалы урановых обогатительных мероприятий — 4625 Бк/кг).

Конечно, самый большой вклад в коллективную эффективную дозу облучения населения вносит естественный радиационный фон (10^ чел.-Зв в год), затем взрывы ядерного оружия (7x10^ чел.-Зв в год или 3xЮ^чел.-Зв за все взрывы до 1980 г.). Ядерная энергетика дает 5x10^ чел.-Зв в год, что в 2000 раз меньше естественного радиационного фона.

Однако тяжелые аварии могут давать такое добавление к коллективной эффективной дозе, как и годовое функционирование всего топливного цикла. Например, Чернобыльская авария создает 6x10^ чел.-Зв в год.

И всем должно быть ясно, что для оценки радиационной экологии необходимо учитывать все составляющие радиационного фона и источники радиоактивного загрязнения внешней среды.

**Радиоактивный выброс при аварии иа и ^пип^>«1п»\*г\*1^гьи А\*^^\***

| Радионуклид | Период полураспада | П |
|-------------|--------------------|---|
| Иод-131     | 8,05               | 2 |
| Теллур-132  | 3,75               | 1 |
| Йод-134     | 7,50               | 1 |
| Йод-137     | 1,1                | 1 |
| Молибден-   | 2,8                | 2 |
| Цезий-      | 65,5               | 3 |
| Рутений-    | 30,5               | 2 |
| Рутений-    | 36,8               | 2 |
| Барий-140   | 12,8               | 5 |
| Йод-141     | 32,5               | 2 |
| Йод-144     | 28,4               | 2 |
| Стронций-   | 52                 | 4 |
| Стронций-   | 1,02               | 4 |

**Уровни радиации и прогнозируемые величины доз внешнего облучения населения районов с наибольшим загрязнением**

| Об  |   |   |   |   | а |
|-----|---|---|---|---|---|
|     | п | п | п | п |   |
| Кие |   |   |   |   | 1 |
| Жи  |   |   |   |   | 0 |
| Чер |   |   |   |   | 0 |
| Гом |   |   |   |   | 0 |
| Мо  |   |   |   |   | 0 |
| Бра |   |   |   |   | 0 |
| Тул |   |   |   |   | 0 |

## Лекция 10

### **Питание как фактор сохранения и укрепления здоровья. Физиологические нормы питания. Значение отдельных компонентов пищи в питании человека. Значение белков в питании человека, их нормы и источники поступления в организм**

Питание является одним из наиболее активных и важных факторов внешней среды, которое оказывает разнообразное влияние на организм человека, обеспечивает его рост, развитие, сохранение здоровья, трудоспособности и оптимальной продолжительности жизни. Все это обеспечивается ежедневным, регулируемым приемом пищи с определенным набором пищевых продуктов. Пищевые продукты представляют собой сложный комплекс химических веществ, включающий:

#### **1. Питательные вещества.**

*пищевые:*

белки

жиры

углеводы

витамины

минеральные соли

воду

*вкусовые:*

органические кислоты

эфирь

кетонь

красители

дубильные вещества

ароматические соединения

*и другие*

## **II. Антипитательные вещества.**

- антиаминокислоты
- антиминеральные вещества
- антивитамины

*и другие*

## **III. Чужеродные вещества (примеси).**

- остаточные количества пестицидов
- радиоактивные вещества
- соли тяжелых металлов
- нитрозамины
- примеси растительного и иного происхождения

*и другие*

При этом "питательные" и "антипитательные" вещества являются естественными компонентами пищевого продукта, а чужеродные (примеси), как это видно и из названия, попадают в продукты питания в результате нарушений агротехники их выращивания, хранения, транспортировки, использования несоответствующей тары и в результате других причин.

**Питательные вещества** — это те компоненты, ради которых, собственно, и потребляются продукты питания. Пищевые вещества обеспечивают биологические потребности организма в веществах и энергии, а вкусовые, не обладая, как правило, биологическим действием, обеспечивают определенные органолептические свойства продукта питания (его внешний вид, консистенцию, цвет, запах, вкус и т.д.). **Антипитательные** вещества, являясь естественным компонентом пищи, снижают ее биологическую ценность за счет нарушения усвоения соответствующих пищевых веществ (например, антивитамина аскорбиназа разрушает аскорбиновую кислоту продукта).

**Чужеродные** вещества не только не обладают полезным биологическим действием, но и могут оказывать на организм неблагоприятное действие. Этому вопросу будет посвящена отдельная лекция.

В современном представлении задачи гигиены питания включают следующие основные вопросы:

1. *Изучение количественной и качественной сторон* питания человека в различных условиях его жизни и деятельности (осуществляется врачами любого профиля).

2. *Разработка мероприятий по повышению полноценности* питания и обогащения продуктов питания биологически активными веществами-витаминами, аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами и др. обогатителями (осуществляется технологами пищевой промышленности по представлению врачей-специалистов в области гигиены питания).

3. *Разработка и осуществление методов действенного* контроля — предупредительного и текущего санитарного надзора (осуществляется врачами-гигиенистами).

4. *Осуществление мероприятий по предупреждению* пищевых токсикоинфекций и интоксикаций и создание условий к полной их ликвидации как нозологической формы (осуществляется врачами любого профиля через санпросветработу).

5. *Контроль и организация профилактического* питания на промышленных предприятиях, школьного и детского питания в школах и детских учреждениях, а также специального питания во всех других организованных коллективах (осуществляется врачами соответствующих учреждений).

6. *Организация питания на рациональных основах в системе* общественного питания и превращение их в центры пропаганды и практического внедрения рационального питания среди населения (осуществляется врачами-диетологами и врачами поликлинической сети через санпросветработу).

Исходя из задач, можно сказать, что гигиена питания — это наука о здоровом, рациональном и профилактическом питании.

1. *Здоровое питание* — безвредное (борьба с фальсификацией пищевых

продуктов, контроль за добавлением химических веществ, за остаточными количествами инсектофунгицидов и др.).

*II. Рациональное питание* — это питание практически здорового человека, построенное на научных основах и способствующее:

- а) повышению уровня здоровья;
- б) повышению сопротивляемости организма;
- в) сохранению (возможно дольше) высокой работоспособности, бодрости и продолжительности жизни;
- г) физическому и умственному развитию подрастающего поколения.

*III. Профилактическое питание* — это питание также здорового человека, но ежедневно подвергающегося влиянию вредных факторов на производстве. Главная цель — ослабить действие вредных факторов, воздействующих на организм рабочего.

Необходимо сказать несколько слов о *лечебном питании*. Лечебное питание — это дифференцированная диетотерапия, учитывающая патогенез, клиническую картину и динамику развития болезни.

*Лечебное питание* должно быть обязательным фоном, на котором применяются другие лечебные мероприятия. Оно должно применяться при всех заболеваниях, так как химические составные части пищи участвуют в процессах межуточного обмена, нарушение которого имеет место при всех заболеваниях. Рациональное питание имеет три звена:

- 1. Физиологические нормы.**
- 2. Нормы потребления продуктов.**
- 3. Режим питания.**

**Физиологические нормы** — это научно обоснованные нормы питания, полностью покрывающие энергетические траты организма и обеспечивающие его всеми веществами в надлежащих количествах и в наиболее выгодных (оптимальных) соотношениях.

*В физиологических нормах питания различают 2 стороны:*

- 1) *количественную*, т.е. калорийность рациона;

2) *качественную* — где расшифровывается структура калорийности, т.е. за счет каких пищевых веществ обеспечивается калорийность.

Количественная сторона физиологических норм должна обеспечивать покрытие энерготрат организма, складывающихся в обычных условиях из *нерегулируемых трат* — основной обмен (1400-1700 ккал) и специфическое динамическое действие пищи (СДД), составляющее 10% от основного обмена, т.е. 140-170 ккал и *регулируемых трат* — расход энергии в процессе трудовой деятельности, бытового и домашнего труда, занятий спортом и др. (200-260 ккал/час).

В результате длительного изучения потребности организма в калориях и пищевых веществах было установлено, что определяющим фактором для детей, подростков и пожилых людей является их возраст, а для трудоспособного населения — возраст и характер трудовой деятельности. У нас в стране первые нормы были утверждены в 1951 г. В последующем эти нормы неоднократно пересматривались, уточнялись, улучшались или в них вносились вынужденные корректировки без существенного снижения качества.

В соответствии с ныне действующими физиологическими нормами все население разделено на ряд групп. Среди них 9 групп детского населения по возрастному принципу, в том числе 3 группы детей грудного возраста, 6 групп дошкольного и школьного возраста. В двух последних группах, помимо возрастного, использован и половой признак — мальчики и девочки в группе 11-13 лет и юноши и девушки в группе 14-17 лет. По возрастному принципу выделены и группы лиц пенсионного возраста 60-74 года и старше 75 лет с дифференциацией по половому признаку.

Взрослое трудоспособное население в зависимости от тяжести трудовой деятельности подразделено на 5 групп у мужчин и 4 группы у женщин.

**1 группа. Работники преимущественно умственного труда:** руководители предприятий и организаций; инженерно-технические работники, труд которых не требует существенной физической активности; врачи (кроме врачей хирургического профиля); педагоги; работники науки; литераторы;

культурно-просветительные работники; работники планирования и учета; секретари и делопроизводители; диспетчеры и работники пультов управления.

**2 группа.** Работники, занятые легким физическим трудом: инженерно-технические работники, труд которых связан с некоторыми физическими усилиями; работники, занятые на автоматизированных процессах; работники радиоэлектронной промышленности; швейники; агрономы и зоотехники; ветеринарные работники; медсестры и санитарки; продавцы промтоварных магазинов и сферы обслуживания; работники связи и телеграфа; преподаватели; инструкторы физкультуры и спорта, тренеры.

**3 группа. Работники среднего по тяжести труда:** станочники; слесари; наладчики и настройщики; врачи хирургического профиля; химики; текстильщики и обувщики; водители транспортных средств; работники пищевой промышленности; работники коммунально-бытового обслуживания и общественного питания; продавцы продовольственных товаров; бригадиры транспортных и полеводческих бригад; железнодорожники и водники; машинисты подъемно-транспортных механизмов; полиграфисты.

**4 группа. Работники тяжелого физического труда:** строительные рабочие; основная масса сельскохозяйственных рабочих и механизаторов; горнорабочие на поверхностных работах; работники нефтяной и газовой промышленности; металлурги и литейщики; работники целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности; стропальщики и такелажники; плотники; работники промышленности строительных материалов.

**5 группа. Работники, занятые особо тяжелым физическим трудом:** горнорабочие на подземных работах; сталевары; вальщики леса; каменщики и бетонщики; землекопы; грузчики.

В каждой из этих групп выделена дифференциация по возрасту: 18-29 лет, 30-39 лет и 40-59 лет.

В качестве дополнительных групп выделяются беременные и кормящие женщины с детьми 1- 6 месяцев и 7-12 месяцев. Для них указаны добавки к соответствующим их трудовой деятельности групповым нормам.

Физиологические нормы питания являются средними ориентировочными величинами, отражающими оптимальные потребности отдельных групп населения в основном пищевых веществах и энергии.

Физиологические нормы питания должны использоваться в качестве исходных величин:

а) при планировании развития экономики страны, в частности сельского хозяйства и пищевой промышленности;

б) при проведении расчетов, необходимых для разработки рационального питания в коллективах;

в) для общей ориентации медицинских работников и населения в вопросах рационального питания;

г) в качестве критерия для оценки состояния фактического питания населения.

При сопоставлении наших физиологических норм питания с нормами, разработанными в других странах, отмечается существенная разница. Нормы питания в нашей стране намного превышают таковые не только в развивающихся, но и развитых странах. Это объясняется тем, что значительная часть территории нашей страны расположена в зоне относительно *холодного климата* и средняя температура ниже, чем в странах Западной Европы, США и Канаде, не говоря уже об азиатских, африканских и латиноамериканских государствах. Это обуславливает необходимость повышения суточной калорийности на 5% при снижении среднегодовой температуры на каждые 10°C.

*Качественный состав* питания представляет содержание в рационе белков, жиров, углеводов, минеральных солей и витаминов. Все пищевые вещества по их преимущественному назначению можно разделить на 3 группы:

1) *белки и минеральные соли: кальций и фосфор* (с преимущественно пластической функцией);

2) *жиры и углеводы* {с преимущественно энергетической функцией);

3) *витамины и минеральные соли, микроэлементы и макроэлементы* — вещества, выполняющие в организме специфическую роль нормализаторов обменных процессов.

Суточная потребность в пищевых веществах и энергии групп

| Возраст<br>Пол | Нормы физиологических |           |        |             |                      |              |             |            |
|----------------|-----------------------|-----------|--------|-------------|----------------------|--------------|-------------|------------|
|                | Энергия<br>(ккал)     | Белки (г) |        | Жиры<br>(г) | Угле-<br>воды<br>(г) | Минеральные  |             |            |
|                |                       | Всего     | В т.ч. |             |                      | Каль-<br>ций | Фос-<br>фор | Магни<br>й |
| 0-3 мес*       | 115                   | 2,2       | 2,2    | 6,5 (0,7)   | 13                   | 400          | 300         | 55         |
| 4-6 мес        | 115                   | 2,6       | 2,5    | 6,0 (0,7)   | 13                   | 500          | 400         | 60         |
| 7-12 мес       | 110                   | 2,9       | 2,3    | 5,5 (0,7)   | 13                   | 600          | 500         | 70         |
| 1-3 года       | 1540                  | 53        | 37     | 53          | 212                  | 800          | 800         | 150        |
| 4-6 лет        | 1970                  | 68        | 44     | 68          | 272                  | 900          | 1350        | 200        |
| 6 (школьн.)    | 2000                  | 69        | 45     | 67          | 285                  | 1000         | 1500        | 250        |
| 7-10 лет       | 2350                  | 77        | 46     | 79          | 335                  | 1100         | 1650        | 250        |
| 11-13          |                       |           |        |             |                      |              |             |            |
| мальч. 11-13   | 2750                  | 90        | 54     | 92          | 390                  | 1200         | 1800        | 300        |
| девоч. 14-17   | 2500                  | 82        | 49     | 84          | 355                  | 1200         | 1800        | 300        |
| юноши 14-17 *  | 3000                  | 98        | 59     | 100         | 425                  | 1200         | 1800        | 300        |
| девуш.         | 2600                  | 90        | 54     | 90          | 360                  | 1200         | 1800        | 300        |

\* Потребности детей первого года жизни в энергии, белке, жире, углеводах даны в расчете г/кг массы тела.

детского населения.

| потребностей (в день) |      |      |          |                  |       |                  |                   |                   |                   |          |                       |                         |
|-----------------------|------|------|----------|------------------|-------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|-----------------------|-------------------------|
| вещества (мг)         |      |      | Витамины |                  |       |                  |                   |                   |                   |          |                       |                         |
| Железо                | Цинк | Иод  | С, мг    | А, мкг рет. экв. | Е, мг | Д, мкг ток. экв. | В <sub>1</sub> мг | В <sub>2</sub> мг | В <sub>6</sub> мг | Ниа-цин, | Фо-лат, мг ниац. экв. | В <sub>12</sub> мкг мкг |
| 4                     | 3    | 0,04 | 30       | 400              | 3     | 10               | 0,3               | 0,4               | 0,4               | 5        | 40                    | 0,3                     |
| 7                     | 3    | 0,04 | 35       | 400              | 3     | 10               | 0,4               | 0,5               | 0,5               | 6        | 40                    | 0,4                     |
| 10                    | 4    | 0,05 | 40       | 400              | 4     | 10               | 0,5               | 0,6               | 0,6               | 7        | 60                    | 0,5                     |
| 10                    | 5    | 0,06 | 45       | 450              | 5     | 10               | 0,8               | 0,9               | 0,9               | 10       | 100                   | 1,0                     |
| 10                    | 8    | 0,07 | 50       | 500              | 7     | 2,5              | 0,9               | 1,0               | 1,3               | 11       | 200                   | 1,5                     |
| 12                    | 10   | 0,08 | 60       | 500              | 10    | 2,5              | 1,0               | 1,2               | 1,3               | 13       | 200                   | 1,5                     |
| 12                    | 10   | 0,10 | 60       | 700              | 10    | 2,5              | 1,2               | 1,4               | 1,6               | 15       | 200                   | 2,0                     |
| 15                    | 15   | 0,10 | 70       | 1000             | 12    | 2,5              | 1,4               | 1,7               | 1,8               | 18       | 200                   | 3,0                     |
| 18                    | 12   | 0,10 | 70       | 800              | 10    | 2,5              | 1,3               | 1,5               | 1,6               | 17       | 200                   | 3,0                     |
| 15                    | 15   | 0,13 | 70       | 1000             | 15    | 2,5              | 1,5               | 1,8               | 2,0               | 20       | 200                   | 3,0                     |
| 18                    | 12   | 0,13 | 70       | 800              | 12    | 2,5              | 1,3               | 1,5               | 1,6               | 17       | 200                   | 3,0                     |

В скобках указана потребность в линолевой кислоте (г/кг массы тела). Величины потребности в белке даны для вскармливания детей материнским молоком или заменителем женского молока с биологической ценностью (БЦ) белкового компонента более 80 %; при вскармливании молочными продуктами с БЦ менее 80 %, указанные величины необходимо увеличить на 20-25%.

**Белок.** Одним из важнейших компонентов пищи является белок. Достаточное количество и высокое качество белка в пище обеспечивает наилучшие условия для нормальной жизнедеятельности организма и его высокой работоспособности. Особенно большое значение имеет достаточное содержание белка для растущего организма, т.к. белку принадлежит основная пластическая роль.

Именно белковая часть рациона является источником роста, восстановления и обновления протоплазмы клеток и тканей. Недостаточное поступление белка в организм сказывается на функции всех систем.

*1. Прежде всего страдает ферментная система.*

*2. Тесно связан с белками синтез гормонов,*

*3. Снижаются защитные функции организма - в связи со снижением выработки антител (т.к. снижается биосинтез глобулинов,  $\gamma$ -глобулина).* Снижается сопротивление детского организма к респираторным и кишечным инфекциям.

*4. При недостатке белка в рационе наблюдается изменение морфологии в клетках костного мозга, а это влечет за собой нарушение процесса кроветворения и изменение морфологического состава крови, а также снижение онкотического давления.*

*5. Снижение количества белка в рационе отражается условно-рефлекторной деятельности, вызывая ослабление возбудительного и тормозного процессов.*

*6. Хроническое недостаточное поступление белка ведет к глубоким нарушениям функции печени, вызывая развитие жировой инфильтрации печени. Работами советских ученых установлено, что для предотвращения жировой инфильтрации печени необходим **холин**, который может поступать в готовом виде с продуктами (фосфотиды) или может синтезироваться в организме при участии аминокислоты метионина. Метионин же поступает с полноценными белками животного происхождения. Болезнь чаще всего поражает детей раннего возраста (6-8 мес.). Летальность — 40-50%. При*

введении в рацион полноценного белка болезнь излечивается.

7. *Недостаточное поступление белка с пищей* отражается на течении минерального обмена. Установлено, например, что нарушение фосфорно-кальциевого обмена у детей может быть связано не только с недостатком этих солей, витамина Д, но и с недостатком белка. При этом наблюдается снижение роста костей и изменяется их химический состав. Это связано со снижением активности фермента фосфазы — важного фактора костеобразования.

8. *Имеются данные (Rodies, 1959) о ,белковая недостаточность впервые годы жизни может привести впоследствии не только к низкорослости, но и к задержке психомоторного развития.*

9. *Что касается влияния белковой недостаточности на витаминный обмен, то в этой области имеется очень много работ, указывающих на тесную связь между этими обменами. Известно, например, что при недостатке белков нарушается синтез витамина РР в организме, т.к. его синтез связан с аминокислотой триптофаном. Наблюдения показали, что если в питании населения большой удельный вес падает на такой продукт, как кукуруза (маис) к которой содержит очень мало триптофана, и если в рационе мало молочных продуктов, то среди населения чаще появляются заболевания пеллагрой. При введении в питание достаточного количества животного белка заболевание пеллагрой снижается.*

При недостатке белка в питании увеличивается выведение из организма витамина С.

Увеличение выделения с мочой рибофлавина (В<sub>2</sub>) и развитие арибофлавиноза самым тесным образом связано с обеспеченностью организма белком.

При длительном недостаточном поступлении белков с пищей у детей развивается заболевание, носящее название болезни Квашиоркор, что в переводе с языка жителей Ганы означает "болезнь ребенка, отнятого от груди". Такое заболевание распространено в развивающихся странах Индокитая, Африки и Южной Америки. По мере роста ребенка, если сохраняется белковый

дефицит, болезнь Квашиоркор переходит в заболевание взрослого — алиментарную дистрофию или алиментарный маразм. Эти заболевания являются необратимыми и приводят к смерти таких больных уже в юношеском возрасте.

Какое же количество белка необходимо иметь ежедневно в пищевом рационе?

Потребность в белке зависит от возраста, пола, характера трудовой деятельности, климатических и национальных особенностей и др. Особую сложность представляет определение оптимальной белковой нормы и величины допустимого ее снижения без ущерба для здоровья человека в различных условиях его жизни и деятельности.

Наиболее тщательно изучены и подробно разработаны именно данные о минимальной потребности человека в белке, что связано с дефицитностью и особой ценностью белка как пищевого вещества и наличием апробированных методических подходов. Для этой цели используется метод определения азотистого баланса. При определенном минимальном поступлении белка с пищей устанавливается азотистое равновесие, т.е. количество экскретируемого различными путями азота становится равным его поступлению с пищей. Если количество белка в составе пищевого рациона недостаточно, то устанавливается состояние отрицательного азотистого баланса, свидетельствующее о том, что расход тканевых белков превышает поступление их с пищевым рационом.

Согласно физиологическим нормам питания, действующим в нашей стране, общее количество белка в рационах питания детей должно составлять удвоенное количество по сравнению с обеспечивающим азотистый баланс или азотистое равновесие, а для взрослого населения — 1,5 количества. Для дошкольников — 53-69 г, для школьников — 77-98 г, для взрослого населения: у женщин — 58-87 г и у мужчин — 65-117 г (в зависимости от их профессиональной деятельности).

В целом за счет белков должно обеспечиваться 14% калорийности

рациона.

Наряду с общим количеством белка нормируется и количество белков животного происхождения, т.к. они являются полноценными белками, т.е. содержат все незаменимые аминокислоты — валин, гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, триптофан, тре-онин и фенилаланин. Белки животного происхождения должны составлять не менее 60% для детей и не менее 55% — для взрослых.

Среди незаменимых аминокислот наибольшее значение для организма человека имеют триптофан, лизин и метионин. Оптимальным соотношением этих аминокислот в суточном рационе питания является 133, что соответствует их соотношению в женском молоке и усредненному аминокислотному составу тела человека. Если эти аминокислоты поступают в ином соотношении, то синтез белка в организме человека идет на уровне той аминокислоты, которой меньше всего, а оставшиеся неиспользованными аминокислоты выводятся из организма.

Биологическая роль трех наиболее дефицитных незаменимых аминокислот:

**1. Метионин** участвует в жировом обмене (регулирует обмен жиров-фосфатидов), являясь одним из лучших литотропных веществ, предупреждающих ожирение печени. Метионин является лучшим *дона-тором метильных групп для синтеза* холина — этого антисклеротического фактора. Метионин предохраняет от тяжелых поражений при лучевом воздействии и от действия бактериальных токсинов. Способствует более полному проявлению действия витамина В<sup>12</sup>, фолиевой кислоты и т.д.

Хорошим *источником* метионина является *молочный белок "казеин"*, который содержит до 3% метионина. Много его содержится в *белках трески, яиц, мяса, т. е. в белках животных продуктов.*

В природе самое высокое содержание серосодержащих аминокислот (метионин+цистин) в *зернах подсолнуха.*

### Суточная потребность в веществах и энергии взрослого

| Нормы физиологических |                  |         |                |           |                |          |              |             |        |        |
|-----------------------|------------------|---------|----------------|-----------|----------------|----------|--------------|-------------|--------|--------|
| Группа                | Коэфф. физ. акт. | Возраст | Энергия (ккал) | Белки (г) |                | Жиры (г) | Углеводы (г) | Минеральные |        |        |
|                       |                  |         |                | Всего     | В т.ч. животн. |          |              | Кальций     | Фосфор | Магний |
| 1                     | 2                | 3       | 4              | 5         | 6              | 7        | 8            | 9           | 10     | 11     |
| <b>Мужчины</b>        |                  |         |                |           |                |          |              |             |        |        |
| I                     | 1.4              | 18-29   | 2450           | 72        | 40             | 81       | 358          | 800         | 1200   | 400    |
|                       |                  | 30-39   | 2300           | 68        | 37             | 77       | 335          |             |        |        |
|                       |                  | 40-59   | 2100           | 65        | 36             | 70       | 303          |             |        |        |
| II                    | 1.6              | 18-29   | 2800           | 80        | 44             | 93       | 411          | 800         | 1200   | 400    |
|                       |                  | 30-39   | 2650           | 77        | 42             | 88       | 387          |             |        |        |
|                       |                  | 40-59   | 2500           | 72        | 40             | 83       | 366          |             |        |        |
| III                   | 1.9              | 18-29   | 3300           | 94        | 52             | 110      | 484          | 800         | 1200   | 400    |
|                       |                  | 30-39   | 3150           | 89        | 49             | 105      | 462          |             |        |        |
|                       |                  | 40-59   | 2950           | 84        | 46             | 98       | 432          |             |        |        |
| IV                    | 2.2              | 18-29   | 3850           | 108       | 59             | 128      | 566          | 800         | 1200   | 400    |
|                       |                  | 30-39   | 3600           | 102       | 56             | 120      | 528          |             |        |        |
|                       |                  | 40-59   | 3400           | 96        | 53             | 113      | 499          |             |        |        |
| V                     | 2.5              | 18-29   | 4200           | 117       | 64             | 154      | 586          | 800         | 1200   | 400    |
|                       |                  | 30-39   | 3950           | 111       | 61             | 144      | 550          |             |        |        |
|                       |                  | 40-59   | 3750           | 104       | 57             | 137      | 524          |             |        |        |
| <b>Женщины</b>        |                  |         |                |           |                |          |              |             |        |        |
| I                     | 1.4              | 18-29   | 2000           | 61        | 34             | 67       | 289          | 800         | 1200   | 400    |
|                       |                  | 30-39   | 1900           | 59        | 33             | 63       | 274          |             |        |        |
|                       |                  | 40-59   | 1800           | 58        | 32             | 60       | 257          |             |        |        |

|   |       |       |      |    |    |     |      |      |      |     |
|---|-------|-------|------|----|----|-----|------|------|------|-----|
| II  | 1.6   | 18-29 | 2200 | 66 | 36 | 73  | 318  | 800  | 1200 | 400 |
|   |       | 30-39 | 2150 | 65 | 36 | 72  | 311  |      |      |     |
|   |       | 40-59 | 2100 | 63 | 35 | 70  | 305  |      |      |     |
| III   | 1.9   | 18-29 | 2600 | 76 | 42 | 87  | 378  | 800  | 1200 | 400 |
|   |       | 30-39 | 2550 | 74 | 41 | 85  | 372  |      |      |     |
|   |       | 40-59 | 2500 | 72 | 40 | 83  | 366  |      |      |     |
| IV  | 2.2   | 18-29 | 3050 | 87 | 48 | 102 | 462  | 800  | 1200 | 400 |
|   |       | 30-39 | 2950 | 84 | 46 | 98  | 432  |      |      |     |
|   |       | 40-59 | 2850 | 82 | 45 | 95  | 417  |      |      |     |
| Дополнительно к норме, соответствующей физической активности и возрасту |       |       |      |    |    |     |      |      |      |     |
| Беременные  |       |       | +350 | 30 | 20 | 12  | 30   | 300  | 450  | 50  |
| Кормящие(1-6 мес.)  |       |       | +500 | 40 | 26 | 15  | 40   | 400  | 600  | 50  |
| Кормящие (7-12 мес.)  |       |       | +450 | 30 | 20 | 15  | 30   | 400  | 600  | 50  |
| Нормы для лиц престарелого и старческого возраста                       |       |       |      |    |    |     |      |      |      |     |
| Мужчины   | 60-74 | 2300  | 68   | 37 | 77 | 335 | 1000 | 1200 | 400  |     |
|   | 75+   | 1950  | 61   | 33 | 65 | 280 | 1000 | 1200 | 400  |     |
| Женщины   | 60-74 | 1975  | 61   | 33 | 66 | 284 | 1000 | 1200 | 400  |     |
|   | 75+   | 1700  | 55   | 30 | 57 | 242 | 1000 | 1200 | 400  |     |

**трудоспособного населения и лиц пенсионного возраста**

| Потребностей (в день) |      |      |          |                     |                    |           |                        |                        |                        |                             |               |                          |
|-----------------------|------|------|----------|---------------------|--------------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------|
| вещества (мг)         |      |      | Витамины |                     |                    |           |                        |                        |                        |                             |               |                          |
| Железо                | Цинк | Йод  | С, мг    | А, мкг<br>рет. экв. | Е, мг<br>ток. экв. | Д,<br>мкг | В <sub>1</sub> ,<br>мг | В <sub>2</sub> ,<br>мг | В <sub>6</sub> ,<br>мг | Ниацин,<br>мг<br>ниац. экв. | Фолат,<br>мкг | В <sub>12</sub> ,<br>мкг |
| 12                    | 13   | 14   | 15       | 16                  | 17                 | 18        | 19                     | 20                     | 21                     | 22                          | 23            | 24                       |
| 10                    | 15   | 0,15 | 70       | 1000                | 10                 | 2,5       | 1,2                    | 1,5                    | 2                      | 16                          | 200           | 3                        |
| 10                    | 15   | 0,15 | 70       | 1000                | 10                 | 2,5       | 1,4                    | 1,7                    | 2                      | 18                          | 200           | 3                        |
| 10                    | 15   | 0,15 | 80       | 1000                | 10                 | 2,5       | 1,6                    | 2,0                    | 2                      | 22                          | 200           | 3                        |
| 10                    | 15   | 0,15 | 80       | 1000                | 10                 | 2,5       | 1,9                    | 2,2                    | 2                      | 26                          | 200           | 3                        |
| 10                    | 15   | 0,15 | 100      | 1000                | 10                 | 2,5       | 2,1                    | 2,4                    | 2                      | 28                          | 200           | 3                        |
| 18                    | 15   | 0,15 | 70       | 800                 | 8                  | 2,5       | 1,1                    | 1,3                    | 1,8                    | 14                          | 200           | 3                        |
| 18                    | 15   | 0,15 | 70       | 800                 | 8                  | 2,5       | 1,1                    | 1,3                    | 1,8                    | 14                          | 200           | 3                        |
| 18                    | 15   | 0,15 | 80       | 1000                | 8                  | 2,5       | 1,3                    | 1,5                    | 1,8                    | 17                          | 200           | 3                        |
| 18                    | 15   | 0,15 | 80       | 1000                | 8                  | 2,5       | 1,5                    | 1,8                    | 1,8                    | 20                          | 200           | 3                        |
| 20                    | 5    | 0,03 | 20       | 200                 | 2                  | 10        | 0,4                    | 0,3                    | 0,3                    | 2                           | 200           | 1                        |
| 15                    | 10   | 0,05 | 40       | 400                 | 4                  | 10        | 0,6                    | 0,5                    | 0,5                    | 5                           | 100           | 1                        |
| 15                    | 10   | 0,05 | 40       | 400                 | 4                  | 10        | 0,6                    | 0,5                    | 0,5                    | 5                           | 100           | 1                        |
| 10                    | 15   | 0,15 | 80       | 1000                | 15                 | 2,5       | 1,4                    | 1,6                    | 2,2                    | 18                          | 200           | 3                        |
| 10                    | 15   | 0,15 | 80       | 1000                | 15                 | 2,5       | 1,2                    | 1,4                    | 2,2                    | 15                          | 200           | 3                        |
| 10                    | 15   | 0,15 | 80       | 800                 | 12                 | 2,5       | 1,3                    | 1,5                    | 2                      | 16                          | 200           | 3                        |
| 10                    | 15   | 0,15 | 80       | 800                 | 12                 | 2,5       | 1,1                    | 1,3                    | 2                      | 13                          | 200           | 3                        |

\* Для женщин старше 50 лет во всех группах кальция - 1000 мг/сут.

**2. Лизин** — тесным образом связан с кроветворением. При его недостатке уменьшается число эритроцитов и количество Нв.

Кроме того, при его недостатке отмечается нарушение кальцификации костей, истощение мышц. Лизин необходим для роста молодых организмов.

Основным источником лизина является молочный белок. Творог содержит его 1,5%. Имеется также в мясе животных.

**3. Триптофан** является аминокислотой, необходимой для синтеза в организме никотиновой кислоты (РР), гемоглобина, образования сывороточных белков. Ростовой фактор. Чем меньше возраст, тем выше потребность в триптофане (1,0).

Но триптофан набрать в достаточном количестве довольно трудно, т.к. в 100 г мяса, яиц его содержится только 0,2 г.

В молоке триптофан находится в альбумине, который при нагревании свыше 70°C денатурируется и выпадает в осадок на стенке посуды, следовательно, теряется и триптофан. Поэтому важно так обрабатывать молоко, чтобы не было потери альбуминов. Лучше всего, конечно, употреблять сырое молоко от здоровой коровы.

Продукты— источники полноценного белка (%)

|                |         |
|----------------|---------|
| мясо           | - 16-22 |
| рыба           | - 14-20 |
| птица          | - 16-24 |
| яйца           | - 12,5  |
| яичный порошок | - 52    |
| молоко         | - 3,4   |
| творог тощий   | - 17,5  |
| творог жирный  | - 13    |
| сыры разные    | - 18-25 |

Менее полноценными по аминокислотному составу являются белки из продуктов растительного происхождения.

Но неполноценность аминокислотного состава растительных белков компенсируется при питания смешанной пищей и особенно за счет

рационального подбора различных продуктов растительного и животного происхождения.

Кроме того, среди растительных продуктов есть бобовые, содержащие большое количество полноценных белков.

|                             |   |       |
|-----------------------------|---|-------|
| 1) горох                    | - | 19,8% |
| 2) фасоль                   | - | 19,6% |
| 3) чечевица                 | - | 20,4% |
| 4) мука гороховая           | - | 22%   |
| 5) мука соевая обезжиренная | - | 4140/ |

Белки этих продуктов имеют в достаточном количестве особенно ценные аминокислоты, такие как триптофан, лизин, метионин, а соя содержит этих аминокислот даже больше, чем мясо, а метионина в ней столько же, сколько и в твороге.

## Лекция 11

### **Значение жиров, углеводов и минеральных веществ в питании человека. Нормы этих компонентов пищи и источники их поступления в организм человека**

Как уже указывалось на предыдущей лекции, жиры относятся к веществам, выполняющим в организме в основном энергетическую функцию. В этом плане жиры превосходят все другие компоненты пищи (углеводы и белки), так как при их сгорании выделяется в 2 раза больше энергии (1 г жира образует 9,3 ккал, в то время как 1 г белка и соответствующее количество углеводов только 4,3 ккал).

Однако биологическое значение жиров не исчерпывается только их энергетической функцией. Жиры участвуют в пластических функциях, являясь структурной частью клеток и их мембранных систем. Недостаточное поступление жира может привести к:

- нарушению центральной нервной системы за счет нарушения направленности потоков нервных сигналов;
- ослаблению иммунологических механизмов;
- изменению кожи, где они выполняют защитную роль, предохраняя от переохлаждения, повышают эластичность и препятствуют высыханию и растрескиванию;
- нарушению внутренних органов, в частности почек, которые предохраняют от механического повреждения.

Жир улучшает вкусовые свойства пищи (выступает в качестве вкусового вещества) и повышает ее питательность (создает высокую степень насыщаемости). Однако еще более важное значение имеет тот факт, что только вместе с жирами пищи в организм поступает ряд биологически ценных веществ: жирорастворимые витамины, фосфатиды (лецитин),

полиненасыщенные жирные кислоты, стерины, токоферолы и другие вещества, обладающие биологической активностью.

В организме человека жир находится в двух видах: структурный (протоплазматический) и резервный (в жировых депо — в подкожном жировом слое, в брюшной полости — сальнике, около почек — околопочечный жир).

Количество протоплазматического жира поддерживается в органах и тканях на постоянном уровне и не изменяется даже при голодании.

Степень накопления резервного жира зависит от характера питания, уровня энерготрат, возраста, пола, деятельности желез внутренней секреции.

Тяжелая физическая работа, некоторые заболевания, недостаточное питание способствуют уменьшению количества запасного жира. И, наоборот, избыточное питание, гиподинамия, снижение функции половых желез, щитовидной железы приводят к увеличению резервного жира.

## **ПИЩЕВЫЕ ЖИРЫ**

Пищевые жиры состоят из эфиров глицерина и высших жирных кислот.

Важнейшим компонентом, определяющим свойства жиров, являются жирные кислоты. Они делятся на насыщенные (предельные) и ненасыщенные (непредельные). Наибольшее значение по степени распространения в продуктах питания и их свойствам представляют насыщенные кислоты (масляная, стеариновая, пальмитиновая), которые встречаются в составе животного жира и составляют до 50% жирных кислот бараньего и говяжьего жира, обуславливая высокую температуру плавления и худшую усвояемость.

Из ненасыщенных жирных кислот наибольшее значение имеют линолевая, линоленовая и арахидоновая, известные под общим названием "витаминоподобный фактор Р". Две первые распространены в жидких жирах (маслах) и в жире морских рыб. В растительных маслах (подсолнечном, кукурузном, оливковом, льняном) их содержится до 80-90% от общего количества жирных кислот.

Большое значение имеет ПНЖК-та арахидоновая, которая в

незначительных количествах содержится в некоторых животных жирах, в растительных маслах она отсутствует. Так, свиной жир содержит 500 мг% арахидоновой кислоты в 5 раз больше, чем говяжий и бараний жир, а насыщенных кислот в нем на 20% меньше.

Таким образом, пищевые и биологические свойства свиного жира выше, чем говяжьего и бараньего.

### **1. Биологическая роль ПНЖК.**

1. Участвуют в качестве структурных элементов в фосфатидах, липотропных клеточных мембран.

2. Входят в состав соединительной ткани и оболочек нервных волокон.

3. ПНЖК влияют на обмен холестерина, стимулируя его окисление и выделение из организма, а также образуя с ним эфиры, которые не выпадают из раствора.

4. ПНЖК оказывают нормализующее действие на стенки кровеносных сосудов, повышая их эластичность и укрепляя их.

5. ПНЖК участвуют в обмене витаминов группы В (пиридоксина и тиамин).

6. ПНЖК стимулируют защитные механизмы организма (повышают устойчивость к инфекционным заболеваниям и действию радиации и т.д.).

7. ПНЖК обладают липотропным действием, т.е. предотвращают ожирение печени.

8. ПНЖК имеют значение в профилактике и лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Биологическое значение ПНЖК неодинаково. Наибольшим действием обладает арахидоновая кислота, меньшим — линолевая и линоленовая. Потребность в ПНЖК составляет 3-6 г/сутки. По содержанию ПНЖК пищевые жиры делят на три группы:

**1 группа** — жиры, богатые ПНЖК: рыбий жир (30% арах.), растительные масла (льняное, конопляное, подсолнечное, хлопковое, кукурузное, соевое).

**2 группа** — жиры со средним содержанием ПНЖК: свиное сало,

гусиный, куриный жир.

**3 группа** — содержание ПНЖК не превышает 5-6%: бараний и говяжий жиры, некоторые виды маргарина.

Особенно высокой биологической активностью отличается печеночный жир рыб и морских млекопитающих.

Показателем биологической ценности жиров является также наличие витаминов А, Д, Е. Поэтому сливочное масло, содержащее эти витамины, несмотря на низкий уровень ПНЖК, является продуктом высокой биологической ценности.

**II. Биологическая роль фосфатидов.** В состав жира входят фосфатиды. Наибольшей биологической активностью обладают: лецитин, кефалин, сфингомиелин.

1. В комплексе с белками они входят в состав нервной ткани, печени, сердечной мышцы, половых желез.

2. Участвуют в построении мембран клеток, определяют степень их проницаемости для жирорастворимых веществ.

3. Участвуют в активном транспорте сложных веществ и отдельных ионов в клетки и из них.

4. Фосфолипиды участвуют в процессе свертывания крови.

5. Способствуют лучшему использованию белка и жира в тканях.

6. Предупреждают жировую инфильтрацию печени.

7. Фосфатиды, главным образом лецитин, играют роль в профилактике атеросклероза — предотвращают накопление холестерина в стенках сосудов, способствуют его расщеплению и выведению из организма.

Благодаря указанным свойствам фосфатиды относятся к липотропным факторам.

Потребность в фосфатидах составляет 5-10 г/сутки.

Фосфатиды содержатся: в яичном желтке — 9000 мг%, мозгах — 6000 мг%, печени — 2500 мг%, а также в мясе, сливках, сметане.

Из растительных продуктов значительным содержанием характеризуются

в основном нерафинированные масла.

### Содержание фосфатидов в растительных маслах

|              | нерафинированное | рафинированное |
|--------------|------------------|----------------|
| соевое масло | 3000 мг% и более |                |
| хлопковое    | 2500 мг%         | 100-200 мг%    |
| пшеничное    | 2000 мг%         |                |
| подсолнечное | 1400 мг%         |                |
| кукурузное   | 700-1500 мг%     | 100 мг%        |

За рубежом используется соевый лецитин как источник фосфатидов.

В нашей стране производятся фосфатидные концентраты — подсолнечные и соевые, применяемые для рафинированных растительных масел и маргарина. Препятствием к использованию этих концентратов являются неудовлетворительные их вкусовые свойства, быстрая окисляемость и прогорклость.

**III. Биологическая роль стеринов.** В состав жира входят жироподобные вещества — стерины, нерастворимые в воде соединения. Различают фитостерины (растительного происхождения) и зоостерины (животного происхождения).

Фитостерины обладают биологической активностью и играют важную роль в нормализации жирового и холестерина обмена. Важнейшим представителем фитостеринов является ситостерин, особенно  $\beta$ -ситостерин, который образует с холестерином нерастворимые комплексы, препятствует всасыванию холестерина в кишечнике, что имеет большое значение в профилактике атеросклероза.

$\beta$ -ситостерол содержится в арахисовом (300 мг%), подсолнечном (200 мг%), соевом (300 мг%), оливковом (300 мг%), хлопковом и кукурузном (400 мг%) маслах.

Важным зоостерином является холестерин. Он поступает в организм с продуктами животного происхождения, однако может синтезироваться и из промежуточных продуктов обмена углеводов и жиров.

Холестерин играет важную физиологическую роль, являясь структурным компонентом клеток. Он источник желчных кислот, гормонов (половых и коры надпочечников), предшественник витамина Д<sub>3</sub>.

Вместе с тем холестерин рассматривают и как фактор формирования и развития атеросклероза.

В крови, желчи холестерин удерживается в виде коллоидного раствора благодаря связыванию с фосфатидами, ненасыщенными жирными кислотами, белками. При нарушении обмена этих веществ или их недостатке холестерин выпадает в виде мелких кристаллов, оседающих на стенках кровеносных сосудов, в желчных путях, что способствует появлению атеросклеротических бляшек в сосудах, образованию желчных камней.

Однако есть исследования, отрицающие роль холестерина в развитии атеросклероза и выдвигающие на первый план повышенное потребление животных жиров, богатых твердыми насыщенными жирными кислотами.

Основной биосинтез холестерина происходит в печени. При преобладании насыщенных жирных кислот биосинтез холестерина повышается, при преобладании ПНЖК — снижается. В холестериновом обмене важную роль играют витамины С, В<sub>12</sub>, В<sub>6</sub> и фолиевая кислота. Потребность в холестерине — 0,5-1,0 г/сутки.

Содержится холестерин почти во всех продуктах животного происхождения. Наибольшее количество находится: в мозгах (2000 мг%), пасте "Океан" (1000 мг%), яйце курином (570 мг%), яйце утином (560 мг%), сыре (520 мг%).

#### **IV. Животные жиры — источники витаминов А, Д, Е и фактора F.**

Сливочное масло содержит витамины А и Д. Растительные масла — витамины Е и фактор F.

#### **V. Биологическая роль токоферолов. В состав жира входят**

токоферолы, которые содержатся в растительных маслах и представлены 7 видами ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -токоферолы и т. д.), из которых и  $\alpha$ -токоферолы и  $\beta$ -токоферолы обладают Е-витаминной активностью, а остальные являются мощными антиоксидантами. Важнейшим свойством токоферолов является их способность нормализовать и стимулировать мышечную деятельность. Степень обеспечения организма токоферолами имеет значение для нормальной функции сердечной мышцы. Еще более широкое использование получают токоферолы при больших физических нагрузках для повышения мышечной работоспособности. Важным свойством токоферолов является их способность повышать накопление во внутренних органах всех жирорастворимых витаминов, особенно ретинола. Они являются одним из наиболее активных средств, способствующих превращению в организме каротина в ретинол (витамин А). Если учесть, что 75% потребности в ретиноле покрывается каротином и что последний трудно усваивается, то становится понятным то большое значение, которое имеют токоферолы в обеспечении организма ретинолом. Источниками токоферолов являются растительные масла, а подсолнечное масло отличается особой ценностью, т.к. в его состав входит только  $\alpha$ -токоферол (100%), обладающий витаминной активностью.

Значительное количество токоферолов содержится в желтке яиц, сливочном масле, маргарине. Жиры нормируются в физиологических нормах питания по отношению к белку 1:1 (для детского населения) и 1:1,2 (для взрослых), при этом 20% жиров должно обеспечиваться за счет растительных масел.

Ценность жира определяется такими важными показателями, как незаменимость, перевариваемость, всасываемость и усвояемость.

При смешанном питании усваиваются 93-98% сливочного масла, 96-98% свиного жира, 80-94% говяжьего жира, 86-90% подсолнечного масла, 94-98% маргарина. Хранить растительные жиры надо в закрытой посуде в темном, прохладном месте. Топленые жиры при длительном хранении не портятся в холодильнике.

Гораздо короче срок годности сливочного масла и маргарина, т.к. они содержат воду в большем количестве, чем другие жиры. Маргарин хранят при температуре не выше 10° и не более 15 суток, сливочное масло — не более 10 суток.

Избыточное потребление жиров (особенно животного происхождения) ведет к развитию атеросклероза, нарушению жирового обмена, функции печени, а также к увеличению частоты злокачественных новообразований. Нежелательно употребление избыточного количества тугоплавких жиров во время ужина (ведет к образованию тромбов). Не рекомендуется и избыток растительного масла, при котором снижается активность щитовидной железы и вызывается недостаточность витамина Е (т.к. ПНЖК являются для него антагонистами).

Длительная термическая обработка жиров разрушает биологически активные вещества, при этом образуются токсические продукты окисления жирных кислот. При нагревании свыше 200°С и многократной тепловой обработке масла становятся канцерогенными.

Недостаточное поступление в организм жира может привести к ряду нарушений ЦНС, ослаблению иммунобиологических механизмов, патологическим изменениям кожи, почек, органов зрения.

При безжировой диете у животных прекращается рост, падает масса тела, нарушаются половая функция и водный обмен, уменьшается выработка стероидных гормонов в надпочечниках, ослабляется устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов, укорачивается продолжительность жизни.

Однако при многих заболеваниях надо ограничивать количество жира:

- 1) при ожирении;
- 2) заболеваниях поджелудочной железы;
- 3) хронических колитах;
- 4) заболеваниях печени;
- 5) при диабете;

б) ацидозе.

## УГЛЕВОДЫ

**Биологическая роль.** Углеводам в питании принадлежит исключительно важная роль.

1. Углеводы являются хорошим энергетическим материалом.

2. Пластическая функция углеводов невелика, однако они входят в состав некоторых тканей и жидкостей организма.

3. Регуляторная функция углеводов состоит в том, что они противодействуют накоплению кетоновых тел при окислении жиров (при нарушении обмена углеводов (сахарный диабет) развивается ацидоз).

4. Углеводы придают пище ощущение сладкого вкуса, тонизируют ЦНС.

5. Углеводы обладают биологической активностью (гепарин предотвращает свертывание крови в сосудах, гиалуроновая кислота препятствует проникновению бактерий через клеточную оболочку).

6. Роль углеводов в защитных реакциях (особенно в печени): глюкуроновая кислота соединяется с токсическими веществами, образуя нетоксические сложные эфиры, растворимые в воде (удаляются с мочой).

Углеводы пищевых продуктов делятся на простые и сложные.

К простым углеводам относятся моносахариды (глюкоза, фруктоза) и дисахариды (сахароза, лактоза, мальтоза). К сложным углеводам относятся полисахариды (крахмал, гликоген, пектиновые вещества, клетчатка).

Простые сахара очень быстро всасываются и быстро сгорают, освобождая энергию. Это свойство с успехом используют спортсмены, чтобы поддержать высокую, но кратковременную работоспособность (например, при беге на короткие дистанции).

### **Биологическая роль моносахаридов.**

*Глюкоза* — важнейшая структурная единица, из которой построены полисахариды (крахмал, гликоген, клетчатка). Глюкоза входит в состав дисахаридов — сахарозы, лактозы, мальтозы. Она быстро всасывается в кровь и

при больших физических нагрузках используется как источник энергии. Глюкоза участвует в образовании гликогена, питании тканей мозга, работающих мышц (особенно сердечной мышцы). Глюкоза легко превращается в жиры в организме, особенно при ее избыточном поступлении с пищей.

Источники глюкозы: фрукты и ягоды (виноград, хурма, бананы, яблоки, персики и т.д.), а также пчелиный мед, где глюкозы содержится до 37%.

*Фруктоза* обладает теми же свойствами, что и глюкоза, но она медленнее усваивается в кишечнике и, поступая в кровь, быстро ее покидает, не вызывая перенасыщения крови сахаром. Это свойство фруктозы используется при заболевании сахарным диабетом. Фруктоза значительно быстрее, чем глюкоза, превращается в гликоген. Отмечается ее лучшая переносимость по сравнению с другими сахарами. Фруктоза почти в 2 раза слаще сахарозы, в 3 раза слаще глюкозы.

Если принять сладость сахарозы за 100, то сладость фруктозы составит 173, глюкозы — 74, ксилозы — 40, инвертного сахара — 130, мальтозы — 32,5, галактозы — 32,1, лактозы — 16. Высокая сладость фруктозы позволяет использовать ее в малом количестве, что имеет большое значение для пищевых рационов ограниченной калорийности.

Источники фруктозы: фрукты и ягоды (хурма, бананы, виноград, яблоки, груши, черная смородина, персики, малина, арбузы, дыня), пчелиный мед. В арбузе, дыне, яблоке, груше, черной смородине фруктоза преобладает над глюкозой.

### **Биологическая роль дисахаридов.**

*Сахароза* в желудочно-кишечном тракте распадается на глюкозу и фруктозу. Сахароза — наиболее распространенный сахар. Источники сахарозы: сахарная свекла (14-18%) и сахарный тростник (10-15%). Содержание сахарозы: в сахарном песке — 99,75%, в сахаре-рафинаде — 99,9%.

Сахароза обладает способностью превращаться в жир. Избыточное поступление этого углевода в пищевом рационе вызывает нарушение жирового и холестерина обмена в организме человека, оказывает отрицательное

воздействие на состояние и функцию кишечной микрофлоры, повышая удельный вес гнилостной микрофлоры, усиливая интенсивность гнилостных процессов в кишечнике, приводит к развитию метеоризма кишечника. Избыточное количество сахарозы в питании детей приводит к развитию кариеса зубов.

*Лактоза* — углевод животного происхождения. При гидролизе расщепляется на глюкозу и галактозу. Гидролиз протекает медленно, ограничивая процесс брожения, что имеет большое значение в питании детей грудного возраста. Поступление лактозы в организм способствует развитию молочнокислых бактерий, подавляющих развитие гнилостных микроорганизмов. Лактоза в наименьшей степени используется для жиरोобразования и при избытке не повышает содержание холестерина в крови. Источник лактозы: молоко и молочные продукты, в которых содержание этого дисахарида может достигать 4-6%.

#### **Биологическая роль полисахаридов.**

*Крахмал.* На его долю в пищевом рационе приходится около 80% общего количества потребляемых углеводов. Крахмал в организме человека является основным источником глюкозы. Крахмал составляет основную часть углеводов хлеба и хлебобулочных изделий, муки, различных круп, картофеля.

*Гликоген* является резервным углеводом животных тканей. Избыток углеводов, поступающих с пищей, превращается в гликоген, который откладывается в печени, образуя депо углеводов, используемых для различных физиологических функций — важная роль в регуляции уровня сахара в крови. Общее содержание гликогена около 500 г. Если углеводы с пищей не поступают, то запасы его исчерпываются через 12-18 часов. В связи с истощением резервов углеводов усиливаются процессы окисления жирных кислот. Обеднение печени гликогеном ведет к возникновению жировой инфильтрации, а далее — к жировой дистрофии печени.

Источники гликогена: печень, мясо, рыба.

*Пектиновые вещества.* Различают пектины и протопектины.

*Протопектин* — соединение пектина с целлюлозой. Он содержится в клеточных стенках растений, в воде нерастворим. Жесткость незрелых плодов объясняется значительным содержанием в них протопектина. В процессе созревания протопектин расщепляется и плоды становятся мягкими, одновременно они обогащаются пектином.

*Пектин* является составной частью клеточного сока и отличается хорошей усвояемостью. Пектиновые вещества обладают свойством тормозить деятельность гнилостной микрофлоры кишечника. Пектин используется в лечебно-профилактическом питании для лиц, работающих со свинцом и другими токсическими веществами.

Пектиновые вещества содержатся в абрикосах, апельсинах, вишне, сливе, яблоках, груше, айве, тыкве, моркови, редисе.

*Клетчатка* (целлюлоза) образует оболочки клеток и является опорным веществом. Важная роль клетчатки в качестве стимулятора перистальтики кишечника, адсорбента стероидов, в том числе холестерина, препятствует обратному их всасыванию и выведению из организма. Клетчатка играет роль в нормализации состава микрофлоры кишечника, в уменьшении гнилостных процессов, препятствует всасыванию ядовитых веществ.

Клетчатка содержится: в картофеле (1 %), плодах и фруктах (0,5-1,3%), овощах (0,7-2,8%), гречневой крупе (2%).

Потребность углеводов в среднем равна 400-500 г/сутки, что составляет по отношению к белкам и жирам 1:1:4 (для детей) и 1:1,25:5 (для взрослых). При этом в общем количестве углеводов на крахмал должно приходиться 350-400 г, на моно- и дисахари-ды— 50-100 г, на пищевые балластные вещества (целлюлозу и пектиновые вещества) —25 г.

Неумеренное потребление сахара способствует развитию кариеса зубов, нарушению нормального соотношения возбуждательных и тормозных процессов в ЦНС, поддерживает воспалительные процессы, способствует алергизации организма.

Необходимо ограничивать углеводы при следующих заболеваниях:

- 1) сахарном диабете;
- 2) ожирении;
- 3) аллергиях, заболеваниях кожи;
- 4) воспалительных процессах.

## **МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА**

Минеральные вещества являются необходимыми пищевыми веществами, которые должны обязательно поступать в организм. Значение минеральных веществ в питании человека очень многообразно:

1. Минеральные вещества в организме входят в комплекс веществ, составляющих живую протоплазму клеток, в которой основным веществом является белок.

2. Минеральные вещества входят в состав всех межклеточных и межтканевых жидкостей, обеспечивая им необходимые осмотические свойства.

3. Минеральные вещества в большом количестве входят в состав опорных тканей, костей скелета и в состав таких тканей, как зубы, в которых необходима и твердость и особая прочность.

4. Минеральные элементы входят в состав некоторых эндокринных желез (йод — в состав щитовидной железы, цинк — в состав поджелудочной железы и тканей половых желез).

5. Минеральные вещества входят в состав некоторых сложных органических соединений (железо — в состав Нв, фосфор — в состав фосфатидов и т.д.).

6. В виде ионов минеральные вещества участвуют в передаче нервных импульсов.

7. Минеральные вещества обеспечивают свертывание крови.

Особенно большое значение имеют минеральные вещества для растущего организма. Повышенная потребность в них детей объясняется тем, что процессы роста и развития сопровождаются увеличением массы клеток, минерализацией скелета, а это требует систематического поступления в

организм ребенка определенного количества минеральных солей.

Минеральные вещества поступают в организм в основном с пищевыми продуктами. Элементы, встречающиеся в пищевых продуктах, можно разделить на 3 группы: макроэлементы, микроэлементы, и ультрамикроэлементы.

*Макроэлементы* — элементы, которые присутствуют в продуктах в значительных количествах (десятки и сотни мг%). К ним относятся: фосфор, кальций, калий, магний, марганец. *Микроэлементы* — элементы, присутствующие в пищевых продуктах в количествах менее 1 мг%: фтор, йод, кобальт, железо.

*Ультрамикроэлементы* — их содержание в продуктах в мкг%: золото, свинец, ртуть, радий и др.

## МАКРОЭЛЕМЕНТЫ

Одним из важнейших минеральных веществ является *кальций*. Кальций — постоянная составная часть крови, он участвует в свертывании крови, входит в состав клеточных и тканевых жидкостей, клеточного ядра и играет важную роль в процессах роста и деятельности клеток, участвует в регуляции проницаемости клеточных мембран, в процессах передачи нервных импульсов, мышечном сокращении, контролирует активность ряда ферментов. Основное значение кальция заключается в участии его в формировании костей скелета, где он является главным структурным элементом (содержание кальция в костях достигает 99% от общего его количества в организме).

Потребность в кальции особенно высока у детей, в организме которых протекают костеобразовательные процессы, а также у женщин — в период беременности и при кормлении грудью.

Длительный недостаток кальция в пище приводит к нарушению костеобразования: к возникновению рахита у детей, остеопороза и остеомаляции у взрослых.

Особенность обмена кальция состоит в том, что при недостатке его в

пище он продолжает выделяться из организма в значительных количествах за счет запасов организма (костей), чем вызывается кальциевая недостаточность (в Китае, в провинции Шаньги, где существовал порочный обычай кормить матерей в течение месяца после рождения ребенка только рисовой кашей, огромное количество женщин превращалось в калек вследствие остеомалации).

Кальций относится к трудноусвояемым элементам. Причем его усвояемость зависит от соотношения с другими компонентами пищи и, в первую очередь, с фосфором, магнием, а также белком и жиром.

1. На усвоение кальция, в первую очередь, оказывает влияние его соотношение с фосфором. Наиболее благоприятным соотношением кальция и фосфора является 1:1,5, когда образуются мелкорастворимые и хорошо всасываемые фосфорнокислые соли кальция. Если в пище имеется значительный избыток фосфора по сравнению с кальцием, тогда образуется трехосновной фосфорнокислый кальций, который плохо усваивается.

2. Отрицательное влияние на всасывание кальция оказывает избыток жира в пище, т.к. при этом образуется большое количество кальциевых мыл, т.е. кальций с жирными кислотами. В таких случаях обычного количества желчных кислот оказывается недостаточно для перевода кальциевых мыл в комплексные растворимые соединения, и эти кальциевые мыла в неусвояемом виде выделяются с калом. Благоприятное соотношение кальция с жирами: на 1 г жира должно приходиться 10 мг кальция.

3. Отрицательное влияние на всасывание кальция оказывает избыток магния в пищевом рационе. Объясняется это тем, что для растворения солей магния (так же как и кальция) требуется их соединение с желчными кислотами. Оптимальное соотношение Ca:Mg - 1:0,5.

4. Неблагоприятное влияние на усвоение кальция Приказывает щавелевая и инозитфосфорная кислоты, которые образуют нерастворимые соли. В значительных количествах щавелевая кислота содержится в щавеле, шпинате, ревене, какао. Много инозитфосфорной кислоты содержится в злаках.

Содержание Са и Р в некоторых продуктах питания (в мг%)

| Продукты          | Са  | Р   | Соотношение Са:Р |
|-------------------|-----|-----|------------------|
| Хлеб ржаной       | 32  | 180 | 1:5,6            |
| Хлеб пшеничный    | 27  | 194 | 1:7              |
| Крупа гречневая   | 39  | 226 | 1:5,8            |
| Крупа овсяная     | 69  | 392 | 1:5,7            |
| Пшено             | 30  | 186 | 1:6              |
| Картофель         | 10  | 35  | 1:3,5            |
| Томаты            | 10  | 23  | 1:2,3            |
| Капуста           | 43  | 28  | 1:0,65           |
| Молоко свежее     | 115 | 87  | 1:0,75           |
| Творог            | 306 | 235 | 1:0,78           |
| Сыр               | 885 | 650 | 1:0,73           |
| Молоко сгущенное  | 307 | 219 | 1:0,72           |
| Говядина          | 10  | 188 | 1:18             |
| Свинина           | 8   | 170 | 1:21             |
| Куры              | 15  | 201 | 1:14             |
| Яйца куриные      | 55  | 215 | 1:4              |
| Консервы рыбные   | 450 | 290 | 1:0,64           |
| в томатном соусе  |     |     |                  |
| Консервы "Треска  | 462 | 292 | 1:0,63           |
| в масле"          |     |     |                  |
| Консервы "Шпроты" | 246 | 348 | 1:1,4            |

Благоприятное влияние на усвоение кальция оказывает достаточное содержание в пище полноценных белков и лактозы.

Одним из решающих факторов, обуславливающих хорошее усвоение кальция (в особенности у детей раннего возраста), является витамин Д.

При учете всех факторов, влияющих на усвоение кальция, лучше всего всасывается кальций, содержащийся в молоке, молочных продуктах. Однако, если даже до 80% потребности организма в кальции удовлетворится за счет этих продуктов, всасывание его в кишечнике не превышает обычно 50%.

Содержится кальций и в зеленом луке, петрушке, фасоли. Значительно меньше в яйцах, мясе, рыбе, овощах, фруктах, ягодах.

Источником кальция может явиться и костная мука, которая обладает хорошей усвояемостью (до 90%) и может добавляться в небольших количествах в различные блюда и кулинарные изделия (каша, мучные изделия).

Особенно большая потребность в кальции наблюдается у больных с травмами костей и у туберкулезных больных.

У больных туберкулезом, наряду с распадом белка, организм теряет в большом количестве кальций. Поэтому туберкулезный больной нуждается в большом поступлении кальция в организм.

*Фосфор.* Фосфор участвует в процессах обмена углеводов, жиров и белков. Он является элементом, входящим в структуру важнейших органических соединений и растений, в состав нуклеиновых кислот и ряда ферментов, необходим для образования АТФ. Около 80% всего фосфора входит в состав костной ткани, около 10% находится в мышечной ткани. Требуется 1200 мг в сутки. Потребность организма в фосфоре увеличивается при недостаточном поступлении белка с пищей и особенно при усилении физической нагрузки.

У спортсменов потребность в фосфоре увеличивается до 2,5 мг, а иногда до 3-4,5 мг в сутки в пищевых продуктах как животного, так и растительного происхождения. Фосфор находится в виде солей и различных производных ортофосфорной кислоты и главным образом в форме органических соединений фосфорной кислоты — в виде фитина, который не расщепляется в кишечнике человека (нет фермента). Незначительное расщепление его происходит в нижних отделах за счет бактерий. В форме фитина фосфор находится в злаковых продуктах (до 50%). Расщеплению фитина способствует производство хлеба на дрожжах и увеличение времени подъема теста. В крупах количество фитина снижается при их предварительном замачивании на ночь в горячей воде. Источники фосфора: продукты животного происхождения (печень, икра), а также зерновые и бобовые. Богатым источником фосфора

являются крупы (овсяная и перловая).

*Магний.*

1) необходим для активности ряда ключевых ферментов, обеспечивающих метаболизм;

2) участвует в поддержании нормальной функции НС и мышцы сердца;

3) оказывает сосудорасширяющее действие;

4) стимулирует желчеотделение;

5) повышает двигательную активность кишечника;

6) способствует выведению шлаков из организма;

7) способствует выведению холестерина. Усвоению магния мешают наличие фитина и избыток жиров и кальция в пище.

Суточная потребность 400 мг в сутки. У беременных и кормящих повышается потребность на 50 мг в сутки.

При недостатке магния в питании нарушается усвоение пищи, задерживается рост, в стенках сосудов обнаруживается кальций.

Магнием богаты в основном растительные продукты. Большое количество содержат пшеничные отруби, крупы (овсяная и др.), бобовые, урюк, курага, чернослив. Мало магния в молочных продуктах, мясе, рыбе, макаронных изделиях.

## **МИКРОЭЛЕМЕНТЫ**

*Железо.* Необходимо для биосинтеза соединений, обеспечивающих дыхание, кроветворение, участвует в иммунобиологических и окислительно-восстановительных реакциях, входит в состав цитоплазмы, клеточных ядер и ряда ферментов.

Ассимиляции железа препятствует щавелевая кислота и фитин. Для усвоения необходим  $V_{12}$  и аскорбиновая кислота.

Потребность: мужчины — 10 мг в сутки

женщины — 18 мг в сутки.

При дефиците железа развивается малокровие, нарушается газообмен,

клеточное дыхание.

Содержится: в субпродуктах, мясе, яйцах, фасоли, овощах, ягодах, хлебопродуктах. Однако в легкоусвояемой форме железо находится только в мясных продуктах, печени, яичном желтке.

## Лекция 12

### **Значение витаминов в питании человека. Пищевые продукты — источники витаминов**

Уже давно человечество заметило, что при длительном однообразном питании, в случаях исключения каких-то продуктов из рациона, особенно в условиях длительных экспедиций, довольно часто возникали различные заболевания. На первый взгляд не виделось первопричины. Однако с накоплением этого опыта становилось ясно, что в пище присутствуют какие-то специфические компоненты в очень небольших количествах, но обладающие большим регулирующим действием на обмен веществ.

В 1880 г. русский ученый Николай Иванович Лунин, поставив эксперимент на животных, высказал следующее: "Если невозможно обеспечить жизнь белками, жирами, углеводами, минеральными солями и водой, то из этого следует, что в пище содержатся и другие вещества, необходимые для питания".

Позднее этот взгляд подтвердил в эксперименте голландский ученый Эйкман при оценке характера питания заключенных, присланных из метрополии на острова Ява и Морадур (Индонезия). Начиная питаться полированным рисом, у заключенных быстро развивались явления периферического полиневрита. И в то же время при использовании воды, в которой рис предварительно замачивался, симптомы полиневрита смягчались.

В 1911 г. польский ученый Казимир Функ, помня о наблюдениях Эйкмана, из настоя отрубей риса выделил вещество, содержащее аминную группу, которое у подопытных животных приводило к исчезновению явлений полиневрита. Функ назвал эту аминную группу "амином жизни", т.е. "Витамин". Впоследствии, при открытии других витаминов, аминных групп не обнаруживалось, но название "витамин" прочно вошло в лексику научных

исследований, неся определенную смысловую нагрузку.

В 1912 г. Гопкинс, используя данные Лунина, Эйкмана, Функа и собственные исследования, определенно высказал мысль, что все витамины (или почти все) не синтезируются в организме. А все заболевания, связанные с недостаточностью витаминов, следует считать болезнями пищевой недостаточности.

"В настоящее время большинство витаминов — это низкомолекулярные соединения органической природы, не синтезирующиеся в организме человека, поступающие извне в составе пищи, не обладающие энергетическими и пластическими свойствами и проявляющие биологическое действие в малых дозах".

Биохимическая сущность витаминов, веществ разнообразных по своей химической природе, сводится главным образом к осуществлению каталитических функций. Находясь в составе ферментов, они катализируют реакции превращения белков, жиров, углеводов, причем отдельные химические процессы катализируются одновременно несколькими взаимодействующими витаминами. При этом свои функции биокатализаторов витамины выполняют, находясь в тканях организма в относительно малых количествах.

Свою столь активную роль в обменных процессах большинство витаминов выполняют, находясь в составе ферментов. К настоящему времени известно свыше 100 тканевых и клеточных ферментов, в состав которых входят витамины и примерно столько же различных биохимических реакций, невозможных без витаминов.

В состав специфического фермента витамины входят в виде простетической группы небелкового порядка — кофермента, который вступает в соединение с белковым ингредиентом — апоферментом, синтезируемым в организме. Сами же витамины, как правило, в организме не синтезируются и должны поступать извне, с пищей.

В настоящее время известно более 20 витаминов и витаминоподобных веществ. Важнейшие из них сгруппированы в таблице 1 на основании

характера физиологического влияния на организм.

При нарушении обмена витаминов в организме могут наблюдаться такие патологические состояния, как гиповитаминозы и авитаминозы.

Несмотря на то, что с момента открытия витаминов прошло более 100 лет, вопрос изучения роли последних до настоящего времени остается актуальным. По данным ВОЗ, и в наши дни наблюдаются массовые заболевания берибери, пеллагрой, рахитом, сезонные заболевания цингой. В чистой форме авитаминозы не встречаются, однако гиповитаминозные состояния наблюдаются довольно часто (по данным ВОЗ, 80% населения земного шара страдают гиповитаминозными состояниями).

Причины нарушения витаминного обмена довольно многообразны. Принято выделять две основные группы факторов, обуславливающих развитие витаминной недостаточности: экзогенные, внешние причины, приводящие к первичным гипо- и авитаминозам; и эндогенные, внутренние, обуславливающие развитие вторичных гипо- и авитаминозов.

По механизму развития витаминной недостаточности различают несколько форм:

**Алиментарная форма** обусловлена недостаточным поступлением витамина с пищей или возникает при нормальном поступлении витаминов, но при нарушении соответствия компонентов в рационе. Так установлено, что увеличение углеводов в рационе требует увеличения суточной нормы витамина В<sub>1</sub> что, в свою очередь, увеличивает расход также витаминов В<sub>2</sub> и С. Однако, несмотря на большую роль качественных нарушений режима питания, основное практическое значение приобретают нарушения количественные, связанные с понижением содержания отдельных витаминов в готовой пище. Главнейшими причинами снижения количества отдельных витаминов в готовой пище являются:

- а) неправильное хранение продуктов, в том числе овощей, приводящее к разрушению некоторых витаминов (особенно витамина С);
- б) одностороннее питание, особенно с исключением овощей,

являющихся основными поставщиками витаминов С, Р и др.;

в) нарушение правил кулинарной обработки продуктов, которые вместе с неудовлетворительным их хранением могут приводить к значительному уменьшению количества витаминов в готовой пище;

г) неправильное хранение и задержка выдачи готовых блюд.

Обычно эти причины сочетаются между собой, наносят серьезный ущерб содержанию витаминов в суточном рационе, приводя к развитию алиментарных форм витаминной недостаточности.

**Резорбционная форма** обусловлена причинами внутреннего порядка. Среди этих причин наибольшее внимание заслуживает частичное разрушение витаминов в пищеварительном тракте и нарушение их всасывания. Так установлено, что при заболеваниях желудка, сопровождающихся понижением кислотности желудочного сока, тиамин (т.е. В<sub>1</sub>, никотиновая кислота (витамин РР), а также витамин С подвергаются значительному разрушению. При резекции пилорического отдела желудка легко развивается пеллагра, т.е. авитаминоз РР, а при поражении дна желудка — гиперхромная анемия Аддисон-Бирмера, являющаяся витамин 512-дефицитной анемией. При язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки нарушается обмен витаминов А, С, никотиновой кислоты, каротина. Различного рода заболевания кишечника приводят к понижению всасывания различных витаминов, что также может приводить к гиповитаминозам.

**Дессимиляционная форма** связана с физиологическими сдвигами в обмене веществ, в том числе витаминов. Эта форма гиповитаминозов может наблюдаться: при нарушении соотношения отдельных компонентов пищи (о чем уже говорилось выше), при физической и нервной нагрузке, при работе в условиях низкого парциального давления кислорода (например, в горной местности), при работе в условиях высокой температуры, низкой температуры (особенно при сочетании с УФЛ-недостаточностью), при ряде заболеваний (особенно инфекционных), при лечении сульфаниламидами и антибиотиками (в силу влияния на кишечную микрофлору и связанное с этим нарушение синтеза бактерий отдельных витаминов).

Перейдем к детальному рассмотрению физиологической роли витаминов и источников обеспечения ими организма человека. Как вам известно, все витамины делятся на водорастворимые и жирорастворимые. Рассмотрим первую группу. Наиболее важным витамином этой группы является витамин С.

Таблица 1.

| Вызываемый эффект                         | Название витамина  | Физиологический характер   |
|---|--|--|
| Повышающие общую резистентность организма | В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> , РР, В <sub>6</sub> , А, С, Д | Регулируют функциональное состояние ЦНС, обмен веществ и трофику тканей  |
| Антигеморрагические                       | С,Р,К  | Обеспечивают нормальную проницаемость и резистентность кровеносных сосудов, повышают свертываемость крови  |
| Антианемические                           | В <sub>12</sub> , С, В <sub>9</sub> (фолиевая кислота)         | Нормализуют и стимулируют кроветворение  |
| Антиинфекционные                          | А, С, группа В   | Повышают устойчивость организма к инфекциям: стимулируют выработку антител, усиливают фагоцитоз, усиливают защитные свойства эпителия, нейтрализуют токсическое действие возбудителя |
| Регулирующие зрение                       | А, В <sub>2</sub> , С  | Обеспечивают адаптацию глаза к темноте, усиливают остроту зрения, расширяют поле цветного зрения   |
| Антиоксиданты                             | С,Е  | Защищают структурные липиды от окисления   |

Таблица 2.

## Влияние условий труда и заболеваний на потребность организма в витаминах

|  | С (мг)  | В, (мг) | В, (мг) | РР (мг) | А (мг) | Д и Е   |
|--|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| При среднем по тяжести физическом труде в обычных условиях | 70      | 2       | 2,5     | 15      | 1,5    | 300     |
| При работе на высоте 1500-3000 м                           | 100-125 | 5-7     | 5       | 30-40   | 3-4    | 300-500 |
| При работе на высоте свыше 3000 м                          | 125-150 | 7-10    | 8       | 40-50   | 4-5    | 300-500 |
| В условиях высокой температуры                             |         |         |         |         |        |         |
| с выполнением тяжелой работы (горячие цеха)                | 100-150 | 5-7     | 4-5     | 30      | 2-3    | 300-500 |
| В условиях работы на Крайнем Севере                        | 120-150 | 5       | 5       | 30-40   | 3      | 1000    |
| При инфекционных заболеваниях                              | 300-500 | до 10   | 4-5     | 30-40   | Д015   | 300-500 |

**Витамин С.** Витамин С играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах в организме. Способность аскорбиновой кислоты окисляться связана с наличием диэтиловой группы. В процессе окисления аскорбиновая кислота превращается в дегидроаскорбиновую, которая также выполняет витаминную функцию, так как может восстанавливаться в аскорбиновую кислоту (под действием глутатиона). Однако дегидроаскорбиновая кислота — вещество малостойкое и продукты ее превращения витаминными свойствами не обладают.

Аскорбиновая кислота оказывает специфическое влияние на стенки капилляров. Недостаток ее ведет к увеличению проницаемости сосудистой стенки, нарушению целостности опорных тканей мезенхимального происхождения — фиброзной, хрящевой, костной, дентина. Благодаря своему влиянию на процессы обмена тирозина и фенилаланина аскорбиновая кислота регулирует обмен белков. Определенное влияние аскорбиновая кислота оказывает и на обмен углеводов, хотя влияние это осуществляется не непосредственно, а через сложную симпатико-адреналовую систему.

Аскорбиновая кислота оказывает влияние также на процессы регенерации, на функциональное состояние ЦНС, обмен холестерина, иммунобиологические реакции организма.

Естественный биологический комплекс витамина С состоит не только из аскорбиновой кислоты. Он включает в себя Р-активные вещества, дубильные вещества, органические кислоты, пектины, которые, с одной стороны, способствуют сохранению аскорбиновой кислоты, с другой — усиливают ее биологическое действие.

Нормальное содержание витамина С (в крови 0,7-1 мг%) подвержено большим колебаниям в зависимости от поступления его с пищей. В организме взрослого здорового человека содержится около 5000 мг витамина С. Запасы эти не пассивные, они активно участвуют в процессах обмена веществ. Больше всего витамина С сосредоточено в печени, сердце, почках и ткани мозга, лейкоцитах и железах внутренней секреции, что, очевидно, связано с более интенсивным обменом веществ в этих органах.

Недостаточное поступление витамина С с пищей проявляется в форме авитаминоза (цинги) или в виде С-гиповитаминозного состояния.

При гиповитаминожном состоянии имеются лишь субъективные признаки, выражающиеся в понижении общего тонуса организма (слабость,

апатия, понижение работоспособности, быстрая утомляемость, сонливость). Люди с гиповитаминозом С более подвержены заболеваниям, причем заболевания эти протекают, как правило, более длительно и тяжело.

Особенно часто С-гиповитаминозные состояния возникают в период повышенной потребности организма в витамине С: при беременности, кормлении, усиленной физической и умственной работе, при инфекционных заболеваниях и т.д. Чаще гиповитаминозы С можно наблюдать в весенние месяцы, когда, с одной стороны, уменьшается употребление овощей, а с другой — снижается содержание в них витаминов вследствие длительного хранения. К тому же отмечено, что увеличение УФЛ-радиации, которая наблюдается в весенние месяцы, приводит к повышенному расходу витамина С тканями организма.

Суточная потребность (физиологическая норма) потребления зависит от возраста, пола, среды обитания. Если говорить о взрослом населении, то эта норма составляет: для женщин — 65 мг, мужчин — 70 мг в сутки. Эта величина в организме как бы делится на две составляющие. Первая — антискорбутная величина (20-35 мг), т.е. чисто специфическое назначение для поддержания резистентности сосудистой системы, и вторая — величина общего назначения (35-40 мг) — для поддержания нормального состояния внутренней среды. Потребность возрастает при интенсивных физических нагрузках (в том числе и спортивных), при воздействии высоких и низких температур, при наличии инфекционных заболеваний. Исследования, проведенные группой сотрудников Института питания РАМН, показали, что у рабочих горячих цехов при обычном содержании витамина С в пищевом рационе наблюдается дефицит этого витамина в организме. Для обеспечения потребности организма в витамине С его доза должна быть увеличена до 150 и даже 200 мг. Более высокие дозы витамина С требуются и для обеспечения нормальных потребностей в этом витамине у жителей Крайнего Севера. Так, Пушкина считает, что суточная доза этого витамина для жителей Крайнего Севера должна быть не ниже 150-250 мг, особенно для лиц, занятых тяжелым физическим трудом. Повышенная

потребность в витамине С наблюдается также у рабочих, имеющих контакт с различными токсическими веществами (свинец, мышьяк, фосфор, бензол), а также радиоактивными веществами. Проведенные в последние годы исследования показали, что с развитием механизации и автоматизации производственных процессов, снижающих энергетические траты, потребность работающих в витаминах (в том числе в витамине С) не только не снижается, а, наоборот, повышается, что связано с ростом нервно-психической нагрузки.

Источниками витамина С являются в основном продукты растительного происхождения: фрукты, ягоды овощи. По количественному содержанию витамина С все растительные продукты могут быть разбиты на три группы. Первую группу составляют продукты, содержащие свыше 100мг% витамина С. К ним относятся шиповник, зеленый горошек, грецкий орех, черная смородина, красный перец, ягоды сибирской облепихи, брюссельская капуста.

Вторую группу составляют продукты, содержащие витамин С в количествах от 50 до 100 мг%. Это красная и цветная капуста, клубника, ягоды рябины.

И, наконец, к третьей группе относятся витамине носители средней и слабой активности. Продукты этой группы содержат не более 50мг% витамина С. К витаминосителям средней активности относятся: белокочанная капуста, зеленый лук, цитрусовые, антоновские яблоки, зеленый горошек, малина, томаты, брусника, а также продукты животного происхождения — кумыс (25 мг%), печень (20 мг%). К источникам витамина С слабой активности (до 10 мг%) относятся картофель, репчатый лук, морковь, огурцы, свекла.

Содержание витамина С в различных растительных продуктах может варьировать в довольно широких пределах в зависимости от условий выращивания почвы, сорта, климатического пояса. Установлено, что в овощах, выращенных на Севере, содержание витамина С значительно ниже, чем в овощах средней полосы. Вместе с тем у коренных жителей Крайнего Севера авитаминоз С, как правило, не наблюдается. Это связано с тем, что на Севере значительно выше содержание витамина С в продуктах животного

происхождения, составляющих основные продукты рациона питания местного населения:

| Продукт               | Содержание |
|-----------------------|------------|
| мясо оленя            | 10 мг%     |
| мясо рогатого скота   | 1-2 мг%    |
| сердце оленя          | 12-22 мг%  |
| сердце рогатого скота | 3,8 мг%    |
| печень оленя          | 60-130 мг% |
| печень рогатого скота | 6-20 мг%   |
| рыба на севере        | 10 мг%     |

Большое значение в качестве источника витамина С на Севере имеют местные дикорастущие растения, такие как шиповник, рябина, синика, морошка и др. Большое количество витамина С можно получить из листьев различных ягодников (малина, черника, черная смородина), где он содержится до 600-700 мг%. Настои из листьев этих и ряда других ягод, а также из хвои могут применяться для обеспечения потребности организма в витамине С в случаях, когда получение его за счет естественных источников в рационе (овощей, фруктов) не может быть по каким-то причинам достигнуто. Например, в условиях длительных экспедиций, военно-полевых условиях и т.д.

Витамин С относится к наименее устойчивым витаминам. Как уже указывалось выше, основным источником этого витамина являются овощи, однако не следует забывать, что даже при достаточном содержании овощей в пищевом рационе может наблюдаться витаминная недостаточность, так как при неправильной кулинарной обработке содержание витамина С в них может снижаться на 75-80 % и более.

Аскорбиновая кислота легко окисляется и при этом теряет свою биологическую активность. Наиболее интенсивное ее окисление идет в растворах, особенно со щелочной реакцией, в присутствии кислорода. Процессу окисления витамина С способствуют соли тяжелых металлов, прежде всего меди и железа. Поступая в воду из котлов при варке пищи, из посуды и

кухонного инвентаря, из водопроводной воды, соли этих металлов катализируют процессы окисления аскорбиновой кислоты. На окисление аскорбиновой кислоты влияют также ферменты (аскорбиназа и аскорбиноксилаза), содержащиеся в растительных продуктах. От количества данных ферментов в продукте в значительной мере зависит сохранность в нем витамина С. Наибольшая активность этих ферментов отмечается при температуре 30-50° С и прекращается при кипении продукта. Разрушают витамин С и солнечные лучи. Так, уже рассеянный свет в течение 5-6 минут разрушает 64% витамина С в молоке, а прямые солнечные лучи за это же время разрушают до 90% аскорбиновой кислоты. При сушке плодов на солнце витамин С разрушается почти полностью, вследствие чего сухофрукты аскорбиновой кислоты не содержат. При сублимационной сушке ягод удается сохранить некоторое количество витамина С, хотя и сниженное на 70-80%. К низкой температуре аскорбиновая кислота достаточно устойчива, однако при оттаивании разрушается очень интенсивно.

Большое значение для сохранения витамина С в продуктах имеет правильная организация хранения овощей. Первым фактором, определяющим потерю овощами витамина С, является время хранения. Установлено, что в течение зимы овощи теряют до 45% витамина С. Однако степень разрушения аскорбиновой кислоты зависит не только от времени хранения, но и от средней температуры воздуха и доступа его в хранилище. Так, по данным Марха, в среднем за 9 месяцев хранения томатной продукции потери витамина С составляют: при 2° С — 10%, при 16-18° С — 20%, а при 37° С — около 64%. Лучше других овощей сохраняет витамин С капуста. Квашеная капуста, покрытая рассолом, в течение 6-7 месяцев почти не теряет витаминной ценности. Такая же капуста в открытой посуде без рассола за 24 часа теряет около 75% аскорбиновой кислоты. Замораживание капусты снижает содержание витамина С на 20-40%, а при последующем ее оттаивании — до 70-80%.

Неизбежная потеря витамина С происходит и при подготовке овощей к

тепловой обработке. Так, в процессе очистки картофеля теряется около 22% витамина С. В вареной картошке "в мундире" содержание витамина С снижается до 30%, в тушеной капусте — на 65%, в картофельном пюре — на 44%, в супе-рассольнике — на 36%, в кислых щах — на 34%.

Все эти данные свидетельствуют о том, что аскорбиновая кислота сохраняется в продуктах и готовой пище в относительно больших количествах только при определенных условиях, несоблюдение которых обычно ведет к значительному разрушению этого витамина, а следовательно, к обеднению пищи. Поэтому при расчете рационов необходимо увеличивать количество продуктов с витамином С для того, чтобы в готовом продукте его количество составило необходимую величину.

**Витамин Р** — группа растительных пигментов-флавоноидов. Название этого витамина происходит от слова *Раріса* (перец), где он впервые был обнаружен. Выделенный из кожуры цитрусовых плодов витамин получил другое название — цитрин. По химической природе это вещество представляет семь флавоновых глюкозидов. Аналогичной активностью обладают и катехины, выделенные из отходов чайного производства, а именно из огрубевших листьев чайных растений. Р-витаминной активностью обладает также рутин, получаемый из цветов и листьев гречихи и самого зерна.

Биологическая роль Р-активных веществ выяснена еще далеко не полностью. Изучение роли этого витамина затруднено тем, что в естественных условиях он всегда сопровождает витамин С, вследствие чего симптомы недостаточности этих витаминов обычно сочетаются. Установлено, что Р-активные вещества повышают резистентность капилляров, уменьшают их хрупкость и проницаемость. Витамин Р повышает активность аскорбиновой кислоты и способствует ее накоплению в организме. Изучение взаимодействия витаминов С и Р показало, что витамин Р предохраняет аскорбиновую кислоту от окисления путем образования рыхлого комплекса. При нагревании этот комплекс разрушается и аскорбиновая кислота начинает окисляться. Противоокислительное действие витамина Р не ограничивается аскорбиновой

кислотой. Считают, что витамин Р предохраняет от окисления также и адреналин. Имеются указания на гипотензивное действие витамина Р, т.е. его способность снижать кровяное давление при гипертонической болезни. Благодаря способности повышать устойчивость капилляров витамин Р относится к антирадиантам, уменьшающим отрицательное действие ионизирующего излучения.

Витамин Р сдерживает синтез гистамина и гистаминаподобных веществ, а поэтому используется как противошоковое средство, входя в противошоковый коктейль (особенно при травматическом шоке).

Витамин Р способствует укреплению связочного аппарата, суставных сумок, влияет на эластичность хрящевой ткани (особенно межпозвоночных хрящей). Правда, механизм этого воздействия мало изучен. По мнению разных авторов, суточная потребность колеблется от 25 до 35 мг в сутки. Однако при таком врожденном заболевании, как капилляротоксикоз доза составляет 50 мг в сутки. Авитаминоз и гиповитаминозы возможны при полном или частичном исключении из рациона всех растительных продуктов, что встречается крайне редко.

Авитаминоз Р проявляется в виде синдрома, характеризующегося болью в ногах и плечах, общей слабостью и высокой утомляемостью, падением прочности капилляров и развитием внезапных кровоизлияний петехиального типа на поверхностях тела, подвергаемых давлению. Гиповитаминозные состояния, связанные с недостатком этого витамина, обычно наблюдаются на фоне С-витаминной недостаточности и не могут быть от них дифференцированы. Натуральными источниками витамина Р являются все овощи и фрукты, а также листья чая. Наибольшие количества этого витамина определяются в черной смородине (до 2000 мг%), другие ягоды — брусника, виноград, клюква, вишня, земляника, черника — содержат его в количествах от 250 до 600 мг%, содержание его в овощах обычно от единиц до 100 мг%.

Перейдем к рассмотрению большой группы водорастворимых **витаминов группы В.**

Первый представитель этой группы **витамин В<sub>1</sub>** Тиамин оказывает мощное регулирующее воздействие на отдельные функции организма и, в первую очередь, на обменные процессы. Сущность этого процесса заключается в том, что тиамин участвует в обмене веществ в качестве коэнзима. Наиболее интенсивное влияние тиамин оказывает на углеводный обмен. Свою биологическую активность тиамин приобретает в кишечнике, печени и почках в процессе присоединения фосфорной кислоты — фосфорилирования и в виде витамина принимает участие в расщеплении пировиноградной кислоты и других кетокислот. Если в организме мало тиамина, то задерживается распад пировиноградной кислоты, а накопление ее в организме, в свою очередь, ведет к нарушению нормальной функции нервной системы, к развитию полиневрита и другим проявлениям В<sub>1</sub> - витаминной недостаточности.

Особое внимание заслуживает значение витамина В<sub>1</sub> для функционального состояния центральной нервной системы. Это связано с тем, что в энергетической деятельности ЦНС широко используются углеводы, в обмене которых тиамин принимает участие. Тиамин является важным фактором в передаче нервных импульсов, т.к. тормозит образование и инактивирует холинэстеразу, которая гидролизует ацетил-холин. Этим самым тиамин косвенно усиливает активность ацетилхолина как медиатора передачи нервного возбуждения.

Витамин В<sub>1</sub> довольно часто называют "энергетическим витамином". Для получения 1000 ккал необходимо 0,6 мг витамина в сутки. Суточная потребность колеблется от 1 до 2,6 мг в сутки в зависимости от возраста, пола, внешних условий. Однако, как это имело место и для витамина С, потребность в нем может возрастать при тяжелой физической работе, одностороннем питании, беременности и лактации. Потребность в витамине В<sub>1</sub> возрастает при инфекционных заболеваниях, патологических процессах в желудке и кишечнике, при лечении сульфаниламидами и антибиотиками, что связано с изменением состава кишечной микрофлоры. На потребность организма в витамине В<sub>1</sub> оказывает влияние также наличие определенного количества

других витаминов.

При нормальном питании потребности организма в витамине В<sub>1</sub> обеспечиваются прежде всего хлебом, крупой, картофелем. Витамин В<sub>1</sub> содержится в небольших количествах (порядка десятых долей мг%) во многих растительных и животных продуктах, среди которых наиболее важное значение для организма в качестве источника тиамин имеют различные зерновые. При этом основная масса тиамин сосредотачивается в оболочке зерна и его зародыше, поэтому хорошо очищенные зерна и мука высокого качества, содержащая мало отрубей, значительно теряет свою витаминную ценность.

ВОЗ определяет недостаточность витамина В как "болезнь цивилизации", что определяется увеличением удельного веса в рационе человека рафинированных продуктов (хлебобулочные изделия из высоких сортов муки).

Тиамин обладает выраженной стойкостью к влиянию многих факторов внешней среды. В отличие от витамина С он не разрушается и не окисляется под влиянием света и кислорода воздуха. Витамин В<sub>1</sub> хорошо переносит кислую среду (например, в желудке), но теряет свои свойства в щелочной среде. Особое внимание заслуживает отношение тиамин к высокой температуре ввиду возможности его разрушения, однако установлено, что в процессе обычных способов термической кулинарной обработки содержание витамин В<sub>1</sub> снижается всего в пределах от 5 до 25%. Значительную роль при этом играет рН среды. При варке в щелочной среде тиамин быстро разрушается, в кислой же сохраняется почти полностью. Поэтому при тепловой обработке пищи ее полезно подкислять добавлением томат-пюре, щавеля или уксуса.

При обычной пастеризации молока теряется около 25% тиамин, выпечка хлеба на дрожжах сопровождается сравнительно малым разрушением тиамин, порядка 10-30%. Добавление в тесто соды значительно увеличивает потери тиамин в процессе выпечки хлеба. Принято считать, что при хранении и кулинарной обработке продуктов потери витамин В<sub>1</sub> составляют 30%. При употреблении достаточного количества ржаного хлеба, выпеченного из цельной

муки, потребность человека в витамине В удовлетворяется полностью и возникновение гипо- и авитаминозных состояний исключается.

Второй представитель этой группы **витамин В<sub>2</sub>** Рибофлавин представляет собой желтый фермент, состоящий из соединения сахара с красящим веществом. Физиологическая роль рибофлавина сводится к ферментации окислительно-восстановительных процессов обмена углеводов и белков. Рибофлавин катализирует процессы дегидрирования (отщепления водорода).

Насколько велика роль витамина В<sub>2</sub> в обмене белков свидетельствует тот факт, что при его недостатке в организме некоторые аминокислоты покидают организм (с мочой). Сюда относятся такие жизненно важные аминокислоты, как триптофан, гистидин, фенилаланин и др. При недостатке этих аминокислот витамин В<sub>2</sub> выводится из организма с мочой.

Рибофлавин принимает важное участие в механизме зрения. Благодаря своей светочувствительности витамин В<sub>2</sub> под влиянием фиолетовых и синих лучей дает более длинноволновое свечение (свет зеленой флюоресценции), к которому глаз обладает большей чувствительностью. Следовательно, рибофлавин выполняет как бы роль сенсibilизатора в зрении, производя батохромный (смягчающий) эффект.

Рибофлавин через активацию других витаминов (В<sub>6</sub> и особенно РР) оказывает существенное влияние на пластические процессы в эпителии слизистых оболочек. При недостатке В<sub>2</sub> эпителий разрыхляется, что способствует проникновению инфекционного начала. При этом возникают стоматиты, гингвиты, хейлоз, глосеит.

Являясь сильным окислительно-восстановительным фактором, рибофлавин играет большую роль в обеспечении процессов тканевого дыхания в ЦНС и рецепторном аппарате. Положительное влияние рибофлавина оказывает и на усвоение и синтез белков. Отмечено также его влияние на активность костного мозга.

Суточная потребность человека в рибофлавине составляет 2-3 мг%.

Организм не синтезирует этот витамин и поэтому нуждается в систематическом его поступлении с пищей. Наиболее богатыми источниками являются: дрожжи (2-4 мг%), яичный белок (0,52 мг%), молоко (0,2 мг%), печень, почки, мясо, рыба. Зерновые и бобовые содержат его в очень небольших количествах (порядка сотых долей мг%), а овощи и фрукты почти не содержат.

Рибофлавин быстро разрушается в щелочных растворах, особенно при нагревании, но обладает большой устойчивостью в кислой среде. Он также устойчив к окислителям, за исключением марганцевокислого калия и хромовой кислоты.

В силу присущей ему устойчивости к высокой температуре витамин В<sub>2</sub> при кулинарной обработке продуктов разрушается мало. При обычных условиях приготовления пищи эти потери составляют всего 15-20%. Хранение в холодильнике и замораживание продуктов приводит к разрушению примерно такого же количества витамина. При консервации и копчении эти потери возрастают до 30%. В то же время рибофлавин почти полностью сохраняется при солении и квашении продуктов. Сильным разрушающим фактором рибофлавина является солнечный свет, особенно его ультрафиолетовая часть. Так, на солнце за 3 часа молоко теряет до 60% содержащегося в нем рибофлавина.

**Витамин РР** (никотаминид, ниацин, противопеллагрический фактор). Прежде всего следует отметить огромное значение этого витамина в деятельности желудочно-кишечного тракта. Витамин РР регулирует моторную функцию желудка, секреторную функцию железистого аппарата, состав секрета поджелудочной железы, обуславливает антитоксическую функцию печени и регулирует трофику всех видов эпителия.

Источниками витамина РР являются продукты как животного, так и растительного происхождения. Однако количество его в продуктах ежедневного рациона недостаточно. Поэтому организм сам способен синтезировать этот витамин (из аминокислоты триптофан в присутствии витамина В<sub>6</sub>), который поступает в организм в основном с продуктами

животного происхождения. ВОЗ определяет пеллагру как болезнь белковой недостаточности (точнее, недостаточности белка животного происхождения).

Суточная потребность составляет 15 мг, примерно 50% от этого количества синтезируется организмом.

В последнее время установлено, что никотинамид существенное влияние оказывает на процесс расщепления растительных продуктов и использования растительных белков.

Нормальное содержание никотиамида в кровч 0,4-0,8 мг%. В сутки с мочой выделяется около 5 мг. Снижение выделения до 1 мг — признак гиповитаминозного состояния. Пеллагра — это нарушение функции почти всего организма, укладывающееся в три "Д" (дерматит, диарея и, как следствие длительного гиповитаминозного состояния, деменция).

Витамин РР устойчив при различных воздействующих факторах. При разрушении никотиамида высвобождается триптофан, который тут же включается в процесс синтеза витамина РР (1 мг витамина из 60 мг триптофана — ниациновый эквивалент).

**Витамин В<sub>6</sub>** Пиридоксин представляет группу веществ, состоящую из трех витаминов: пиридоксола, пиридоксаля и пиридоксамина, способных взаимно превращаться одно в другое. Пиридоксин принимает активное участие в процессе обмена белков, способствует расщеплению аминокислот, образованию глютаминовой кислоты, которая играет большую роль в метаболических процессах головного мозга, связанных с механизмами возбуждения и торможения. В обеспечении этих сложных процессов в головном мозгу принимают участие и другие витамины группы В, однако ведущая роль принадлежит здесь пиридоксину. Недостаток его в ткани мозга сопровождается повышением возбудимости коры и проявляется в виде эпилептиформных припадков у детей, которые проходят после введения пиридоксина. Пиридоксин принимает активное участие в процессах обмена таких аминокислот, как триптофан, метионин, цистеин. Витамин В<sub>6</sub> оказывает влияние на образование гемоглобина, участвуя в синтезе гистина, пролина, а

также глобина из аминокислот.

В настоящее время установлена и роль пиридоксина в обмене жиров. Он участвует в синтезе арахидоновой кислоты из линоленовой, оказывает берегающее влияние на витамин Р (ненасыщенные жирные кислоты), вместе с последним уменьшает уровень холестерина и липоидов в крови. Недостаток пиридоксина сопровождается уменьшением активности витамина Р и ведет к жировой инфильтрации печени, а также ускоряет развитие атеросклероза.

Суточная потребность человека в витамине В<sub>6</sub> ориентировочно исчисляется 1,5-3 мг. Такое количество витамина обычно может быть обеспечено за счет бактериального синтеза. Необходимость во введении в организм человека пиридоксина возникает при назначении сульфаниламидов, синтомицина и других антибиотиков, угнетающих микрофлору кишечника и ведущих тем самым к эндогенному гиповитаминозу. Кроме того, необходимость в дополнительном введении пиридоксина может возникнуть при употреблении большого количества белков с пищей, при беременности, охлаждении и физической нагрузке.

Витамин В<sub>6</sub> содержится в небольших количествах многообразных продуктов как животного, так и растительного происхождения. Наиболее богаты этим витамином: яичный желток (1-1,5 мг%), рыба (до 4 мг%), зеленый перец (до 8 мг%), дрожжи (до 5 мг%).

Витамин В<sub>6</sub> хорошо сохраняется во время кулинарной обработки пищи, а также при консервировании пищевых продуктов. Однако при жарении, копчении и тушении мяса потери пиридоксина могут быть довольно значительны (до 20-50%).

**Витамин В<sub>12</sub>.** Цианокобаламин представляет собой сложное соединение, содержащее в своем составе кобальт. Физиологическое значение витамина В<sub>12</sub> в организме человека многообразно и связано с участием его в различных биохимических процессах.

Основная физиологическая роль его состоит в обеспечении нормального гемопоэза путем активации созревания красных кровяных шариков.

Недостаточное содержание витамина В<sub>12</sub> в организме ведет к нарушению нормального образования кровяных элементов в костном мозгу. При этом возникает мегалобластический тип кроветворения, развивается анемия Аддисона-Бирмера. В настоящее время считается установленным, что витамин В<sub>12</sub> представляет собой внешний антианемический фактор (внешний фактор Кастря), который может быть усвоен в организме только в смеси с желудочным соком, содержащим внутренний антианемический фактор, вырабатываемый побочными клетками желез дна желудка. Роль последнего состоит в том, что он, соединяясь с витамином В<sub>12</sub>, предохраняет его от захватывания бактериями верхнего отдела кишечника, а затем способствует его всасыванию в идеальном отделе тонкого кишечника. Влияние витамина В<sub>12</sub> на гемопоэз тесно связано с фолиевой кислотой. Считают, что он способствует превращению фолиевой кислоты в ее активную форму — фолиновую кислоту, которая и обеспечивает нормальное кроветворение.

Вместе с фолиевой кислотой цианокобаламин принимает участие в синтезе гемоглобина.

Роль витамина В<sub>12</sub> в организме не исчерпывается его влиянием на процессы кроветворения. Благоприятное действие этот витамин оказывает и на ЦНС, повышая возбудимость коры головного мозга, особенно на фоне ее понижения.

Выявлена роль витамина В<sub>12</sub> в отношении стимуляции роста, что связано с его воздействием на образование нуклеиновых кислот и на синтез белка. В<sub>12</sub> обладает также липотропным действием, стимулируя образование метионина и холина.

Витамин В<sub>12</sub> оказывает влияние на углеводный и липоидный обмен веществ, способствуя превращению каротина в витамин А.

Суточная потребность организма в витамине В<sub>12</sub> равняется 10-15 мкг при приеме внутрь или 1-2 мкг — при парентеральном введении.

Образование цианокобаламина может происходить непосредственно в организме человека за счет синтеза бактерий в толстом кишечнике при наличии

ионов кобальта, однако всасывание его здесь не происходит. Поэтому суточная потребность человека в этом витамине должна обеспечиваться за счет его поступления с пищей.

Основным поставщиком витамина В<sub>12</sub> являются продукты животного происхождения (отсюда у вегетарианцев часто отмечается недостаточность витамина В<sub>12</sub>). Особенно богаты витамином В<sub>12</sub> печень и почки животных, в 100 гиповитаминоз которых содержатся десятки микрограмм витамина (15-20 мкг%), содержится он также в свежем мясе (1-3 мкг%), яичном желтке (1,4мкг%), молоке (0,2-0,3 мкг%)и ряде других продуктов.

Необходимо однако отметить, что усвоение витамина В<sub>12</sub> может быть достигнуто только в том случае, когда в желудке вырабатывается в достаточном количестве внутренний фактор Кастля. При ряде заболеваний, в частности после резекции желудка, выработка этого фактора может нарушаться. В этих случаях при достаточном и даже избыточном поступлении витамина В<sub>12</sub> с пищей будет наблюдаться его недостаточность в организме. Поэтому одновременно с витамином В<sub>12</sub> должен вводиться и гастромукопротеин (внутренний фактор Кастля). Установлено, что для усвоения 1,5 мкг витамина В<sub>12</sub> необходимо 80 мг гастромукопротеина.

Витамин В<sub>12</sub> обладает довольно высокой устойчивостью к нагреванию. В сухом виде он может выдерживать автоклавирование при 121°C и последующее хранение при комнатной температуре в темноте в течение года и более. В то же время он довольно быстро разрушается под влиянием солнечного света.

Перейдем к рассмотрению жирорастворимых витаминов.

**Витамин А.** Ретинол представляет собой производное группы палеиновых соединений и группы терпенов и является ненасыщенным спиртом.

Витамин А имеет большое значение в питании человека, особенно детей. Роль его в организме многообразна. Витамин А необходим для осуществления процессов роста человека и животных. Недостаток его в организме приводит к замедлению роста, падению веса, нарастанию общей слабости. Это послужило основанием назвать витамин А фактором роста.

Ретинол необходим для обеспечения нормальной дифференциации эпителиальной ткани. При его недостаточности наблюдается так называемая кератинизация, т.е. метаплазия эпителия различных органов в многослойный плоский ороговевающий эпителий. Предполагается, что кератинизация вызывается особым веществом, единственным антагонистом которого является витамин А. При низком содержании витамин А кожа и слизистые становятся сухими. Именно сухостью слизистых объясняется поражение глаз, известное под названием ксерофтальмии и кератомалации. Возникающая при недостаточности витамина А сухость кожи способствует более легкому повреждению эпителия, что облегчает внедрение инфекции.

Большое значение витамина А имеет для обеспечения нормального зрения. Он принимает участие в образовании зрительного пурпура — родопсина, обеспечивающего сумеречное зрение. При этом витамин А входит в состав родопсина и в процессе его превращений частично теряется. Если при этом запасы витамина А в организме не восполняются, то развивается гемералопия — "куриная слепота", характеризующаяся ухудшением зрения с наступлением сумерек и ночью на фоне нормального дневного зрения. Ретинол участвует также в обеспечении цветного зрения, особенно на синий и желтый цвета (синтез иодопсина).

Кроме того, витамин А принимает участие в минеральном обмене, в образовании холестерина, усиливает внутрисекреторную функцию поджелудочной железы.

Суточная потребность человека в витамине А равна 1,5-2 мг или 5000-6600 МЕ или ИЕ.

Организм человека получает витамин А с пищей. Среди продуктов животного происхождения наиболее богаты витамином А жир печени морских животных и рыб (до 19 мг%), содержится он также в печени крупного рогатого скота и свиней (6-15 мг%), в молоке и молочных продуктах, а также в яйцах, хотя и в малых количествах (0,05-0,3 и 0,7 мг%). Концентрация витамина А, как правило, находится в прямой связи с желтой окраской жира. Необходимо

отметить, что витамин А хорошо сохраняется в растительных маслах, маргарине и комбижире. Менее устойчив в топленом и сливочном масле, быстро разрушается в говяжьем жире. Витамин А относительно устойчив к нагреванию, но быстро разрушается кислородом воздуха, особенно на свету в теплой среде. Сильным разрушающим фактором для витамина А являются ультрафиолетовые лучи и кислая среда.

В продуктах растительного происхождения находится провитамин витамина А — каротин.  $\beta$ -каротин превращается в витамин А непосредственно в организме, в стенке кишечника и накапливается в печени.  $\beta$ -каротин всасывается в кишечнике значительно труднее, чем витамин А. Лучшему усвоению как витамина А, так и каротина способствует достаточное содержание в рационе жира. На усвоение каротина влияет также способ кулинарной обработки продуктов. Так, из моркови каротин усваивается значительно лучше, если ее измельчить. Хорошо усваивается он также из продуктов детского питания, таких как морковное пюре и морковный сок. Обеспечить потребность организма в витамине А только за счет каротина нельзя. Обычно необходимо обеспечить совместное поступление каротина и витамина А. 1/3 суточной потребности обеспечивается за счет витамина А и 2/3 — за счет каротина.

Основными источниками каротина являются такие растительные продукты, как петрушка (8,4 мг%), морковь (7,2 мг%), щавель (6,1 мг%), зеленый лук (4,8 мг%), томаты (1,7 мг%), абрикосы (1,7 мг%), в остальных овощах и фруктах содержание каротина незначительно (около 0,25-1 мг%).

Каротин чрезвычайно устойчив к нагреванию. Только сушка на солнце может приводить его к разрушению. При этом по сравнению с исходным количеством содержание каротина в продукте снижается на 30-40%. Некоторое разрушение каротина возможно также при размораживании продуктов.

**Витамин Д.** Кальциферол регулирует фосфорно-кальциевый обмен в организме и тем самым способствует процессу костеобразования. Под влиянием витамина Д повышается усвоение пищевого кальция в кишечнике,

поддерживается нормальный уровень кальция в крови, улучшается обеспечение организма фосфором за счет усиления его реабсорбции почками. Витамин Д способствует костеобразованию также путем синтеза лимонной кислоты, которая принимает участие в кальцинировании кости. Кроме того, витамин Д улучшает усвоение магния, ускоряет выведение свинца из организма.

При недостаточности витамина Д изменяется общее состояние организма, нарушается обмен веществ и прежде всего минеральный. Кальций и фосфор усваиваются в малых количествах или совсем не усваиваются. У детей это приводит к рахиту. У взрослых может наступить остеопороз — изменение структуры костей.

Суточная потребность человека в витамине Д составляет около 500 МЕ при одновременном введении соответствующего количества кальция и фосфора. О том, как обеспечивается потребность в этом витамине за счет его образования из провитамина в коже человека под влиянием УФЛ-лучей вам читалось на лекции, поэтому на этом вопросе останавливаться не будем.

Источником витамина Д является в основном жир различных видов рыбы и морских животных (от 200 до 60 000 МЕ), незначительные количества витамина Д содержатся также в молоке, масле, яйцах, рыбе (0,2-10 МЕ). Витамин Д независимо от источника его получения обладает сильным действием. Например, одного грамма достаточно, чтобы защитить от рахита 280 детей в течение года. Витамин Д устойчив к щелочам и кислотам, высокой температуре. Его активность теряется лишь при 180° С, однако совместное действие высокой температуры и кислорода воздуха может привести к частичному разрушению витамина Д.

**Токоферолы** (витамин Е) представлены многочисленной группой веществ, широко представленных в животных и растительных продуктах.

Основное физиологическое значение токоферолов заключается в охране от окисления структурных липидов, входящих в мембрану клеток, митохондрий. Активны в организме только циркулирующие токоферолы. При появлении избыточной подкожно-жировой клетчатки они быстро

депонируются и их антиокислительная функция прекращается. Токоферолы оказывают нормализующее значение на мышечную систему. При недостатке токоферолов в первую очередь страдают высокоорганизованные клетки (клетки крови, клетки половой сферы). Ориентировочная потребность — 20-30 мг в сутки.

Рассматривая отдельные витамины, мы с вами отмечали, что большинство из них разрушается в той или иной мере в процессе кулинарной обработки, нарушение же условий обработки продуктов может приводить к значительным потерям витаминной ценности пищи, а следовательно, к развитию гиповитаминозов. В целях предупреждения гиповитаминозов необходимо соблюдать следующие условия:

1. Свежие овощи должны храниться в складах без естественного освещения, нехорошо вентилируемых, при оптимальной влажности воздуха 85-90% и при температуре от 1 до 3°C тепла. Квашеные и соленые продукты следует хранить в закрытой посуде.

2. Очистку овощей желательно производить с наименьшим количеством отходов, непосредственно перед варкой. Срок пребывания овощей в моечных машинах не должен превышать 1,5-2 мин. Мойка овощей в ванне должна продолжаться не более 10-15 мин.

3. Замороженные овощи необходимо опускать сразу в кипящую воду, так как медленное оттаивание ведет к большим потерям витаминов, особенно витамина С и каротина.

4. Железные и медные части режущих машин, железные и медные котлы, а также ножи, применяемые для обработки овощей, должны быть хорошо вылужены. Посуда не должна содержать больше 1% свинца.

5. Варку пищи следует производить в котлах, плотно закрытых крышками, в возможно более короткие сроки (только до ее готовности). Закладывание продуктов в котел надо проводить с учетом продолжительности варки того или иного продукта.

6. Во время варки кипение не должно быть бурным. Продукт должен

быть полностью покрыт водой или бульоном. Частое размешивание пищи не рекомендуется. При варке овощей не следует добавлять соду, т.к. в щелочной среде быстро разрушаются витамины С, В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>.

7. Готовую пищу необходимо хранить как можно меньше. Сроки хранения не должны превышать час, при температуре не ниже 75°C.

В настоящее время в целях большей сохранности витаминов в пище прибегают к использованию веществ, защищающих витамины от разрушения (стабилизаторы). Наибольшее значение стабилизаторы имеют для такого малоустойчивого витамина, как аскорбиновая кислота.

Установлено, что устойчивость витамина С повышает те пищевые вещества, которые своей консистенцией и вязкостью уменьшают диффузию кислорода воздуха и ослабляют воздействие на аскорбиновую кислоту ионов меди.

К первым относятся крахмал и крахмалсодержащие продукты, такие как пшеничная и ржаная мука, перловая, овсяная и другие крупы. Так, заправка щей, борща, овощного супа пшеничной мукой (2-4%) повышает сохранность витамина С на 14-26%.

Ко второй группе веществ (образующих с медью малоионизированные соединения и тем самым исключаящие медь из реакции с аскорбиновой кислотой) относятся белки, аминокислоты, поваренная соль и др. Так, при добавлении пшеничной муки или яичного порошка при заправке борщей, щей или супа сохранность аскорбиновой кислоты возрастает на 4-16%. Тормозят окисление аскорбиновой кислоты пекарские дрожжи, витамин В<sub>1</sub>, фитонциды.

Стабилизаторы используются также для витамина А. В качестве таковых обычно используют вещества, содержащие токоферол (витамин Е). При этом сохранность витамина А в процессе кулинарной обработки возрастает в зависимости от вида пищи на 20-30%.

В последнее время стали широко применять искусственную витаминизацию продуктов, т.е. добавление к тем или иным естественным продуктам искусственных витаминов.

Аскорбиновой кислотой витаминизируют сахар из расчета 400 мг на 100 г и соль — 500 мг на 100 г. При этом витамин С довольно длительное время сохраняется в этих продуктах. Так, в сахаре его количество за два года снижается только на 30%. Правда, повышение влажности сахара способствует более быстрому разрушению витамина С. Несколько быстрее аскорбиновая кислота окисляется в соли, ее количество уже через 1-1,5 года снижается в 2 раза.

Промышленное обогащение продуктов витаминами все время расширяется. Маргарин и растительные масла, богатые токоферолами, витаминизируют витамином А (50000 МЕ на кг) и витамином Д (5000 МЕ на 1 кг веса). В муку добавляют тиамин (В<sub>1</sub>), рибофлавин (В<sub>2</sub>) по 3 мг на кг и никотинамид (20 мг на кг). Этими же витаминами обогащается вермишель. Разработаны и внедряются в практику методы обогащения поливитаминами молока, шоколада, конфет.

И, в заключение, несколько слов о токсичности витаминов. Большинство витаминов не токсичны для человека, и их передозировка не приводит к вредным последствиям. Исключение составляют только витамины А, Д, РР.

При передозировке витамина А (при приеме дозы свыше 303 мг) наступают явления острой интоксикации: резкая головная боль, тошнота, рвота, слабость, гиперемия слизистых и кожных покровов с крупно-пластинчатым шелушением кожи. Эти нарушения возникают обычно при приеме концентратов витамина А, однако могут наблюдаться и после употребления пищи, богатой данным витамином (печень белого медведя, палтуса и др.). В качестве основного лечебного мероприятия в этих случаях рекомендуется промывание желудка и естественное прекращение принятия в пищу указанных продуктов.

## Лекция №13

### Чужеродные химические вещества в продуктах питания

Чужеродные химические вещества (ЧХВ) включают соединения, которые по своему характеру и количеству не присущи натуральному продукту, но могут быть добавлены с целью совершенствования технологии, сохранения или улучшения качества продукта и его пищевых свойств, или же они могут образоваться в продукте в результате технологической обработки (нагревания, жарения, облучения и др.) и хранения, а также попасть в него или пищу вследствие загрязнения.

По данным зарубежных исследователей, из общего количества чужеродных химических веществ, проникающих из окружающей среды в организм людей, в зависимости от местных условий, 30-80 % и более поступаете пищей (К. Нот, 1976).

Спектр возможного патогенного воздействия ЧХВ, поступающих в организм с пищей, очень широк. Они могут:

- 1) неблагоприятно влиять на пищеварение и усвоение пищевых веществ;
- 2) понижать иммуно-защитные силы организма;
- 3) сенсibilизировать организм;
- 4) оказывать общетоксическое действие;
- 5) вызывать гонадотоксический, эмбриотоксический, тератогенный и канцерогенный эффекты;
- 6) ускорять процессы старения;
- 7) нарушать функцию воспроизводства. Поэтому актуальность рассматриваемой проблемы не вызывает сомнений.

Для эффективной профилактики "химических болезней" алиментарного происхождения необходимо знать происхождение и *основные пути поступления в продукты* питания важнейших групп ЧХВ. Вредное действие на

организм могут оказывать:

1) продукты, содержащие пищевые добавки (красители, консерванты, антиокислители и др.), неапробированные, неразрешенные или используемые в повышенных дозах;

2) продукты или отдельные пищевые вещества (белки, аминокислоты и др.), полученные по новой технологии. в т.ч. путем химического или микробиологического синтеза, неапробированные или изготовленные с нарушением установленной технологии или из некондиционного сырья;

3) остаточные количества пестицидов, которые могут содержаться в продуктах растениеводства или животноводства, полученных с использованием кормов или воды, загрязненных высокими концентрациями пестицидов или в связи с обработкой ядохимикатами животных;

4) продукты растениеводства, полученные с использованием неапробированных, неразрешенных или нерационально применяемых *удобрений* или оросительных вод (минеральные удобрения и другие агрохимикаты, твердые и жидкие отходы промышленности и животноводства, коммунальные и др. сточные воды, осадки из очистных сооружений и др.);

5) продукты животноводства и птицеводства, полученные с использованием неапробированных, неразрешенных или неправильно примененных *кормовых добавок и консервантов* (минеральные и непротеиновые азотистые добавки, стимуляторы роста — антибиотики, гормональные препараты и др.). К этой группе следует отнести загрязнение продуктов, связанное с ветеринарно-профилактическими и терапевтическими мероприятиями (антибиотики, антигельминтные и др. медикаменты);

б) *токсиканты, мигрировавшие в продукты из пищевого оборудования:* посуды, инвентаря, тары, упаковок, упаковочных пленок при использовании неапробированных или неразрешенных пластмасс, полимерных, резиновых или других материалов;

**7) токсические вещества, образующиеся в пищевых продуктах (их называют примесями эндогенного происхождения) вследствие тепловой**

обработки, копчения, жарения, облучения ионизирующей радиацией, ферментной и др. методов технологической кулинарной обработки (например, образование бенз(а)пирена и нитрозаминов при копчении и др.);

8) пищевые продукты, содержащие *токсические вещества, мигрировавшие из загрязненной окружающей среды*: атмосферного воздуха, почвы, водоемов. Из этих веществ наибольшее значение имеют тяжелые металлы и др. химические элементы; персистентные хлорорганические соединения, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нитроамины и другие канцерогены, радионуклиды и т.д.

В эту последнюю группу входит наибольшее количество ЧХВ.

## **КАНЦЕРОГЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ**

Одна из старейших медицинских проблем "Питание и рак". Это обусловлено тем, что пища может содержать канцерогенные химические вещества (КХВ) и их предшественники.

К источникам КХВ прежде всего принадлежат отходы промышленных предприятий, тепловых электростанций, отопительных систем и транспорта. Мигрируя в атмосфере, в почве и водоемах, эти канцерогены могут попадать в пищевые продукты. Из таких канцерогенов наибольшее значение имеют полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нитрозосоединения (НС) и их предшественники, ряд тяжелых металлов (хром, кадмии и др.), мышьяк и др. химические вещества. К числу канцерогеноопасных производств прежде всего относятся: алюминиевая, никелевая, нефтяная промышленность и черная металлургия, а также предприятия, выбрасывающие в атмосферу значительное количество смолистых возгонов, в том числе десятки килограммов бенз (а) пирена.

Важным источником загрязнения пищевых и кормовых растений КХВ могут быть пестициды. Выявлена прямая корреляция между высоким содержанием нитратов в пище и уровнем заболеваемости раком желудка.

К числу канцерогенных примесей к пищевым продуктам можно отнести также гормональные и др. препараты, которые используются для ускорения роста с/х животных и птиц, а также в ветеринарной практике.

В наше время процессы технологической переработки пищевого сырья и получения пищевых продуктов все больше приобретают характер индустриальный, что увеличивает вероятность проникновения в пищу канцерогенных веществ. Так, доказана возможность образования ПАУ и НС в мясных и рыбных продуктах при обработке коптильным дымом, в растительных продуктах при сушке горячим воздухом, содержащим продукты сжигания топлива, при многократном перегревании жиров во время жарения и пр.

Канцерогенные вещества могут быть соотнесены с неапробированными в этом аспекте *пищевыми добавками*. В эксперименте злокачественные опухоли вызывали некоторые пищевые красители, ароматические добавки к безалкогольным напиткам и пиву (сафрол и др.).

Канцерогенами могут оказаться *новые*, получаемые путем химического и микробиологического синтеза, *пищевые вещества*, продукты или корма. Особого внимания требует *биотехнология* получения пищевых веществ, при выращивании микропродуцентов на продуктах нефти и других подобных материалах.

Наконец, канцерогенные вещества могут мигрировать в пищевые продукты *из материала оборудования*, тары и упаковок при изготовлении, хранении и транспортировке продуктов питания. Особенно следует соблюдать осторожность при применении новых металлических сплавов, парафинов, резины, пластических и полимерных материалов, из которых могут мигрировать ПАУ, НС, винилхлорид, тяжелые металлы и др.

Изложенное указывает на необходимость защиты пищевых продуктов от загрязнения химическими примесями и занимает видное место в профилактике рака.

## НИТРАТЫ, НИТРИТЫ И АЗОТНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Азотные удобрения не только повышают урожай, но и могут увеличивать содержание в культурах белков, повысить их витаминную ценность, т.к. азот входит в состав этих пищевых компонентов. Однако благоприятный эффект минеральные удобрения дают в случае строгого соблюдения агрохимических и гигиенических регламентов с учетом местных условий. Несоблюдение этих требований чревато избыточным накоплением нитратов в почве, а затем в продуктах растениеводства.

Нитраты, нитриты и другие азотсодержащие соединения в настоящее время привлекают особое внимание гигиенистов. Это вызвано следующими причинами:

1. Увеличивающееся применение азотных удобрений привело к возрастанию уровня нитратов непосредственно в почве и опосредованно — в продовольственных и фуражных с/х культурах.

2. Обнаружено, что нитриты легко вступают в реакцию с вторичными аминами и амидами с образованием нитрозаминов, обладающих канцерогенным действием.

3. Нитраты и нитриты порознь и в сочетании применяются в качестве пищевых добавок. Они используются для фиксации цвета и в качестве консервирующего вещества (задерживают развитие *Cl.botulinum*) для мяса и мясопродуктов (колбасные изделия), рыбопродуктов, в рассоле для просолки рыбы, а также некоторых видов сыров.

Растения ассимилируют нитраты с помощью корневой системы, восстанавливая до нитритов, а затем до аммиака. Амины используются для синтеза аминокислот и белков.

Одни культуры полностью восстанавливают нитраты в корнях, другие — в различной степени.

Нитраты в больших концентрациях встречаются в корнях, стеблях, черешках и жилках растений. *Листья и корнеплоды богаче нитратами, чем плоды.* Нитриты обнаруживаются в растениях только в небольших количествах,

как промежуточная форма восстановления.

При одном и том же уровне нитратов в почве *наибольшие* концентрации обнаруживаются в зелени, овощах (особенно корнеплодах), бахчевых (от  $10^1$  до  $10^3$  мг/кг), меньшие — в злаках, фруктах, ягодах, продуктах животного происхождения. Поэтому можно полагать, что 80-90% суточного количества нитратов поступает за счет овощей и зелени. Особенно большим накоплением нитратов отличаются: черная редька (до 2500 мг/кг), красная свекла (до 3200 мг/кг), салат (3600 мг/кг), щавель (725 мг/кг), редиска (1600 мг/кг), ревень (3200 мг/кг), сельдерей (1850 мг/кг), листья петрушки (2500 мг/кг), укроп (850 мг/кг).

Большинство исследователей высказывают мнение, что злаки, фрукты и ягоды не накапливают опасных концентраций нитратов.

В парниковых и тепличных овощах и зелени определяется большее содержание нитратов, чем в растениях, выращенных на открытом грунте.

Содержание *нитритов* может возрастать при хранении вареных овощей и овощных пюре для детского питания при комнатной температуре, что связывают с благоприятными условиями для развития микрофлоры, восстанавливающей нитраты. Однако, как правило, уровень нитритов увеличивается не более чем в 2 раза. В консервированных овощах концентрация нитритов не повышается из-за присутствия уксусной кислоты.

Описаны случаи отравления детей соком моркови. После приготовления и до употребления сока проходило не менее 24-48 часов, в течение которых в соке накапливались токсические количества *нитритов*. Поэтому авторы пришли к выводу, что детям, особенно в первые 3-6 месяцев жизни, овощные соки можно давать в течение не более 1 часа после приготовления.

Кулинарная обработка продуктов снижает концентрации нитратов. Снижению способствует очистка, мытье и вымачивание продуктов (уменьшение на 5-15%). При варке овощей до 80% нитратов и нитритов вымывается в отвар.

Возможность высокого содержания нитратов в кормах вызывала интерес

к определению их количества в продуктах животного происхождения, особенно в молоке и молочных продуктах, широко применяющихся в кормлении детей. При богатом нитратами корме в молоке обнаруживалось нитратов 100 мг/л и более.

При высоком содержании нитратов в пищевом рационе кормящих матерей концентрация нитратов в грудном молоке увеличивалась до 50 мг/л, а нитритов — до 5 мг/л. Таким образом, молочные железы не обладают абсолютной барьерной функцией в отношении нитратов.

В натуральном мясе уровень нитратов обычно невелик — 5-20 мг/кг, в рыбе (еще меньше) — 2-15 мг/кг. Возрастание количества нитратов в корме животных приводит к увеличению их содержания в мясе всего в 1,5-2 раза.

Применение нитратов и нитритов в качестве пищевых добавок строго регламентируется. Тем не менее, ряд зарубежных исследователей сообщают о высоком, часто встречающемся содержании нитратов и нитритов в мясопродуктах. Так, концентрация нитратов в окороках составляла (130-300 мг/кг), в ветчине — 340-570 мг/кг, в колбасном фарше — 50-100 мг/кг, в сосисках — 120-140 мг/кг.

По данным наших авторов, в отечественных мясопродуктах (окорок, ветчина, колбаса) содержание нитратов намного ниже — от 0 до 9 мг/кг.

Используется также нитритная посолочная смесь. По данным зарубежных авторов, в сырокопченых колбасах больше нитритов (150 мг/кг), чем в вареных (до 50 мг/кг).

Нитраты применяют против развития посторонней микрофлоры и при производстве некоторых сыров. Так, в костромском сыре  $\text{NO}_3$  обнаруживалось до 30-140 мг/кг.

## **ТОКСИКОЛОГИЯ НИТРАТОВ И НИТРИТОВ**

Часть нитратов и нитритов, поступивших в пищеварительный канал, метаболизируется микрофлорой желудка и кишечника, выводится из организма, а остальное количество легко всасывается. Всасывание происходит

главным образом в желудке. В течение 8 часов выделяется 40-90% введенных нитратов. Наивысшее содержание метгемоглобина обнаруживается через 2-3 часа после приема пищи, содержащей нитраты.

*Нитриты.* Поступая в кровь, взаимодействуют с гемоглобином, образуя метгемоглобин, который неспособен осуществлять обратимое связывание кислорода. Вследствие уменьшения кислородной емкости крови развивается клиническая картина гипоксии (одышка, тахикардия, цианоз, слабость).

В случаях ошибочного добавления в пищу вместо поваренной соли нитрита натрия зарегистрировано, что острое отравление наступает при однократном поступлении (200-300 мг), а летальная доза для человека — 300-2500 мг. Допустимая суточная доза (ДСД) нитритов составляет 0,15 мг/кг массы тела в расчете на ион нитрита, или 0,2 мг/кг массы тела — нитрита натрия.

О возможных отдаленных эффектах *при хронической нитритной интоксикации* единого мнения нет, поскольку исследовалось действие преимущественно больших доз.

*Нитраты.* Биологическая активность нитратов пищи примерно в 2 раза меньше биологической активности нитратов воды и в 40 раз меньше биологической активности нитратов. Сами по себе нитраты не обладают выраженной токсичностью. Острые отравления наблюдались при случайном приеме внутрь от 1 до 4 г нитратов; количество 8 г может оказаться смертельным, доза 13-14 г обычно смертельна. Главной причиной острой интоксикации служит восстановление МО в МО в ЖКТ. Допустимая суточная доза (ДСД) для нитратов = 5 мг/кг массы тела в расчете на ион нитрата.

Ряд авторов в экспериментах на крысах изучали возможность отдаленных эффектов при длительном воздействии нитратов на организм. Установлено, что в дозе 80-140 мг/кг массы тела нитраты вызывают аномалии развития плода у крыс.

## НИТРОСОЕДИНЕНИЯ (НС)

НС широко распространены в окружающей среде, в т.ч. в пищевых продуктах, могут синтезироваться из предшественников в организме человека. Многие НС в настоящее время признаны наиболее сильнодействующими из известных химических канцерогенов. Доказано иммунодепрессивное действие нитрозаминов (НА), а также трансплацентарное действие — эмбриотоксический или тератогенный эффект, опухоли у потомства.

НС в относительно небольших дозах вызывают опухоли у всех представителей животного мира, от рыб до приматов.

Нитрозамины образуются в результате взаимодействия нитритов с аминами. Амины — промежуточные продукты метаболизма белков. Поэтому содержатся почти во всех продуктах питания, особенно богатых белками. В свежих продуктах НА не содержатся, но вследствие высокого уровня предшественников, в результате хранения и переработки продуктов количество НА может стать значительным. Чем интенсивнее термическая обработка и длительнее хранение продуктов, тем больше вероятность образования в них НС.

**НС в растительных продуктах.** В 20-30% случаев и в большем количестве содержат НС растительные продукты, богатые нитратами-нитритами и подвергшиеся обработке и длительному хранению. Резко замедляет образование НС хранение продуктов при низких температурах.

**Молоко.** В молоке, молочнокислых продуктах, сгущенном молоке НА почти полностью отсутствуют.

**Напитки.** В 70-75% случаев НА выявляются в пиве. В вине — реже и в меньших количествах.

**Продукты животного происхождения.** В свежем мясе НА или совсем нет или очень мало. В изделиях же из мяса НА определяются в высоких концентрациях. Причем количество НС может зависеть от вида кулинарной обработки. При варке мяса НА образуются меньше, чем при его жарении, посоле, копчении.

Наибольшее содержание НА наблюдалось в свиной колбасе со специями, салями, ливерной колбасе, сосисках, жареном беконе.

**Меры профилактики:**

1. Сведение к минимуму содержания предшественников НА.
2. Максимальное использование мяса в свежевареном виде.
3. Четкое выполнение режимов обработки в процессе изготовления различных изделий.

**ПОЛИКЛИНИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (ПАУ)**

Бенз(а)пирен (БП) — один из важнейших канцерогенных компонентов сажи и смолы и является наиболее сильным канцерогеном из числа ПАУ. Канцерогенные ПАУ могут образовываться за счет природных процессов (например, синтез ПАУ растениями, микрофлорой и др.), что составляет фоновый уровень ПАУ (в почве фоновое содержание БП = 20 мг/кг).

**Техногенные источники ПАУ:** промышленные предприятия (в особенности коксохимические, металлургические, нефтехимические), теплоэнергетические установки (котельные, ТЭС), а также наземный, воздушный и водный транспорт.

Например, доказано, что уровень загрязнения почвы БП резко возрастает в индустриальных районах. Это важно, т.к. если концентрация БП в почве не превышает критической дозы (200 мг/кг), то не наблюдается выраженного накопления БП в растениях.

Высокие концентрации БП могут встречаться в растительных маслах (10-30 мг/кг). Полагают, что эти продукты загрязняются в процессе получения — эмульгатором или бензином, которые применяются для экстракции масла. Кроме того, в растительные продукты БП может поступать в процессе обжаривания.

Непосредственный контакт с дымом также увеличивает загрязнение пищевых продуктов БП (например, в подгоревшей корке хлеба).

Незначительное содержание БП в продуктах животного происхождения

определяется в молоке, свежем мясе. Жарение лишь немного увеличивает концентрацию БП в мясе, а копчение — увеличивает значительно. При хранении копченых продуктов происходит миграция БП из наружных слоев во внутренние. Поэтому рекомендуется сокращать сроки хранения копченостей.

В пищевой промышленности используются упаковочные материалы, представляющие собой продукты нефтехимического синтеза. Это парафины и полимеры. Они могут содержать ПАУ. Некоторые пищевые продукты могут элюировать БП. Например, при 20°C молоко элюирует до 94% БП, содержащегося в парафинобумажных пакетах. Затаривание плавленого сыра, молочного жира и других богатых жиром продуктов в упаковки из полиэтилена связано с возможностью загрязнения этих продуктов БП.

## **МЕТАЛЛЫ**

Рассматриваемые загрязнители попадают в пищевое сырье и продукты следующими путями:

1. В районах местонахождения металлических или других руд соответствующими элементами загрязняется почва, а затем – растительные продукты.

Период полувыведения кадмия из организма составляет 13-40 лет. Смертельная доза кадмия для человека составляет 150 мг/кг массы тела.

Больше половины кадмия мы получаем с *растительной пищей*. Особенно большую опасность представляют грибы, которые часто могут накапливать кадмий в исключительно высоких концентрациях. Так, например, в луговых шампиньонах было найдено до 170 мг/кг кадмия. Поэтому в Германии Федеральное ведомство по здравоохранению рекомендовало употреблять в пищу меньше дикорастущих грибов, а также почек и печени.

Особый интерес гигиенистов вызвал хронический кадмиевый токсикоз-заболевание "итай-итай". Среднесуточное поступление с пищей у заболевших составляло 180-400 мкг. Болели в основном женщины в возрасте 40 лет и старше, преимущественно много рожавшие. Предполагают, что у них был наибольший дефицит кальция. Симптомы отравления: сильная боль в пояснице и нижних конечностях, остеомаляция, остеопороз, дисфункция почек, железодефицитная анемия. Прогноз неблагоприятный. Часто летальный исход.

Эксперты ФАО предложили считать допустимым для взрослых людей недельное поступление кадмия в количестве 500 мкг, т.е. ДСП = 70 мкг. ПДК кадмия: молочные продукты — 10, хлебопродукты, соки, напитки — 20, овощи и фрукты — 30, мясо — 50, рыба — 100 мкг/кг.

## **ПРИНЦИПЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОТ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

1. Гигиенические нормативы содержания химических веществ в объектах окружающей среды (воздухе, воде, почве, пищевых продуктах) и разработанное на их основе санитарное законодательство (санитарные правила, ГОСТы и др.) являются важнейшими медицинскими критериями при планировании мероприятий по охране окружающей среды и определению их эффективности.

2. Разработка новых технологий в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства, которые способствуют минимальной опасности загрязнения окружающей среды. С этой целью проводится замена особо

опасных химических веществ менее токсичными и нестабильными в окружающей среде. Осуществляется герметизация и автоматизация производственных процессов, переход на безотходные производства, работающие по замкнутому циклу, постепенная замена применения пестицидов биологическими методами борьбы с вредителями с/х культур и др.

3. Внедрение на уже действующих предприятиях более эффективных санитарно-технических устройств для обезвреживания выбросов в атмосферу, сточных вод, твердых отходов. Для очистки сточных вод вводятся современные методы биотехнологии. Особо опасные отходы (радионуклиды, канцерогенные вещества и др.) концентрируются и захораниваются в специальных могильниках.

4. Разработка и внедрение при гражданском и промышленном строительстве плановых мероприятий (выбор площадки для строительства объекта, создание зоны санитарной охраны), предупреждающих загрязнение окружающей среды.

5. Осуществление квалифицированного предупредительного и текущего санитарного надзора: а) за объектами, которые могут привести к загрязнению атмосферного воздуха, водоемов, почвы, пищевых продуктов;

б) за объектами, где может произойти загрязнение пищевого сырья и продуктов питания ЧХВ (предприятия пищевой промышленности, совхозы, колхозы, продовольственные склады, предприятия общепита).

6. Проведение санитарно-эпидемиологическими станциями совместно с учреждениями гидрометеослужбы и ведомственными лабораториями контроля за чистотой окружающей среды, в т.ч. пищевых продуктов.

7. Получение организаторами здравоохранения и врачами СЭС исчерпывающей информации о химическом загрязнении окружающей среды, включая пищевые продукты, и о возможном неблагоприятном влиянии его на здоровье населения.

## **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ ЧХВ В**

## СУТОЧНОМ ПИЩЕВОМ РАЦИОНЕ, ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

В гигиене питания базисным регламентом является допустимая суточная доза (ДСД) нормируемого ЧХВ. ДСД ЧХВ — это максимальная доза (в миллиграммах на 1 кг массы тела), ежедневное пероральное поступление которой на протяжении всей жизни человека безвредно, т.е. не оказывает неблагоприятного влияния на жизнедеятельность, здоровье настоящего и будущего поколений.

Умножая ДСД на массу тела человека (60 кг), определяют допустимое суточное поступление (ДСП) ЧХВ (в мг в сутки) в составе пищевого рациона. В последний входит суточный набор продуктов и вода. Зная ДСД, ДСП и средний набор пищевых продуктов в суточном рационе, рассчитывают ПДК ЧХВ в тех продуктах, в которых он может находиться.

Считают, что в пищевом продукте допустима концентрация ЧХВ, отвечающая следующим требованиям:

1) безвредная для человека при сколько угодно длительном употреблении данного продукта в реально возможном для большинства населения суточном количестве — **токсикологический показатель вредности;**

2) не ухудшаются органолептические свойства продукта — **органолептический показатель вредности;**

3) не оказывающая негативного влияния на питательную ценность продукта (состав пищевых компонентов, биологическую ценность), его сохранность и технологические свойства — **общегигиенический показатель вредности;**

4) не превышающая концентрацию, требуемую по технологическим условиям (например, концентрация консерванта в продукте), а также фактическую концентрацию в пищевом продукте, наблюдаемую при соблюдении гигиенических и технологических регламентов применения ксенобиотика (например, пестицидов, удобрений и др.) — **технологический показатель вредности.**

Если ЧХВ обладает высокой токсичностью ( $LD_{50}$  менее 50 мг/кг) и

персистентностью ( $K = 1-2$ ) или выраженными канцерогенными, мутагенными или ал-лергенными свойствами, то его либо не разрешают применять, либо ограничивают область или срок использования. Необходимо также, чтобы подобные ХВ не содержались в объектах, из которых возможна их миграция в пищевой продукт (удобрения, пестициды, полимерные материалы, контактирующие с пищевыми продуктами и др.).

## Лекция 14

### Медицинский контроль за питанием организованных групп населения\*

#### Лечебно-профилактическое и лечебное питание

Питание является одним из основных факторов, определяющих здоровье человека. Организация питания коллектива связана с видом учреждения (детский сад, школа, производственное учреждение, полевой стан, лечебно-профилактические учреждения, армия и др.), численностью людей и продолжительностью их пребывания в данном учреждении. В большинстве случаев медицинские работники сами принимают участие в организации питания и осуществляют медицинский контроль за ним с целью профилактики алиментарных заболеваний.

В начале лекции остановимся на изложении общих принципов организации питания и проведения медицинского контроля за ним в коллективах, затем разберем особенности этого контроля в различных учреждениях.

Общие принципы организации питания в различных учреждениях связаны с гигиеническими и эпидемиологическими мероприятиями.

Гигиенические мероприятия всегда начинаются с рациональной планировки пищеблока. Так, помещение столовой на промышленном предприятии должно быть удалено не более чем на 300-350 м от рабочих мест, если обеденный перерыв один час, и не более 100-150 м — при получасовом перерыве на обед. Пищеблок целесообразно размещать на последних этажах больницы, санатория или детского сада или в отдельном блоке при блочной системе застройки, чтобы запахи пищи не достигали рабочих помещений или мест нахождения людей.

Рациональная планировка включает достаточную обеспеченность людей посадочными местами. При недостатке посадочных мест наблюдается

значительная потеря рабочего или свободного времени, нарушается трудовая дисциплина, а иногда это приводит к нарушению режима питания (ввиду отказа людей получать полноценную горячую пищу в столовой из-за очереди).

Сам пищеблок любого учреждения должен иметь определенный набор помещений, в которых должны выполняться санитарные требования к отделке помещений, оборудованию, технологическому инвентарю и посуде. Эти вопросы подробно изложены в "Руководстве к практическим занятиям по гигиене". Организационные мероприятия тесно связаны с соблюдением основных принципов рационального, лечебного или лечебно-профилактического питания. Медицинский работник данного учреждения составляет ежедневно меню-раскладку в соответствии с утвержденными и разработанными Институтом питания РАМН рационами для детских дошкольных учреждений, школ, летних оздоровительных лагерей, профессионально-технических училищ, а также с нормами продовольственных пайков в армии. На промышленных предприятиях используются рационы лечебно-профилактического питания для рабочих, работающих в контакте с вредными производственными факторами. В лечебно-профилактических учреждениях сначала в отделении диетсестра составляет порционные требования на питание больных, подписывает их У заведующего отделением. Затем диетсестра лечебно-профилактического учреждения составляет сводный больничный порционник, который подписывают: врач-диетолог, заместитель главного врача по административно-хозяйственной части и утверждает главный врач.

При отсутствии необходимых продуктов рациона должна производиться замена равноценными продуктами питания. Большую помощь в таких случаях оказывает картотека блюд, где указаны раскладка продуктов, энергетическая ценность, содержание белков, жиров, углеводов, минеральных солей и основных витаминов. Чтобы не нарушить сбалансированность рациона при замене продуктов, в первую очередь, рассчитывается равноценность их по белку и жирам.

Осуществление принципа доброкачественности продуктов питания и приготовленных блюд требует от медицинского персонала проведения контроля за качеством исходных продуктов при их поступлении на кухню, хранением суточного запаса продуктов, полуфабрикатов и готовой пищи. Санитарная экспертиза исходных пищевых продуктов проводится в соответствии с ГОСТами или техническими условиями, а также с учетом сроков хранения и реализации продуктов питания. Чаще всего эта экспертиза основывается на оценке органолептических свойств продукта питания. Следует помнить, что мороженые продукты вначале должны быть дефростированы.

Контроль за технологией приготовления и кулинарной обработкой осуществляется в процессе снятия пробы — это бракераж готовой пищи. При этом оцениваются органолептические признаки готового блюда, а правильность кулинарной обработки проверяется по коагуляции белка на разрезе мясных и рыбных изделий.

Организация С-витаминизации (чаще всего третьих блюд) проводится в весеннее время. Вначале рассчитывается общее количество аскорбиновой кислоты на имеющееся в наличии количество людей с учетом суточной потребности для данной возрастной группы. Длительность хранения пищи после витаминизации (особенно на горячей плите) влияет на сохранность аскорбиновой кислоты. Поэтому аскорбиновую кислоту вначале следует растворить в 0,5 стакана чистой воды и за 15 минут до выдачи раствор вылить в котел с первым или третьим блюдом.

К организационным мероприятиям относится контроль за правильностью отпуска продуктов и готовых блюд из кухни. Выход готовой пищи должен соответствовать количеству продуктов, выписанных в меню-раскладке, которые указываются в массе-брутто. При этом следует учитывать нормы отходов при кулинарной обработке. Для этого пользуются таблицами определения несъедобной части и находят массу-нетто продукта. Выдача готовой пищи осуществляется в соответствии с раздаточной ведомостью. Чтобы не вымерять порции жидких блюд и гарниров котлы на кухне должны

быть промаркированы и иметь специальные метки, помогающие определить нужное количество пищи. Посуда для раздачи также должна быть вымерена.

Одним из принципов рационального и диетического питания является соблюдение режима питания. Кратность приемов пищи зависит от возраста и может изменяться при проведении лечения в стационаре или санатории, когда количество приемов пищи увеличивается до 5-6 раз в сутки. Это может быть примером дробного питания. При увеличении кратности приемов пищи и при обычном режиме необходимо распределять калорийность по приемам, а это может быть связано с режимом труда и отдыха. Например, работа в ночные часы требует изменения калорийности рациона в течение суток, или работа при малом обеденном перерыве смещает увеличение калорийности рациона с обеда на ужин.

Эпидемиологические мероприятия, проводимые на пищеблоке любого учреждения, направлены на предупреждение пищевых отравлений микробной природы и кишечных инфекций. Медицинский контроль предусматривает отбор лиц для работы на пищеблоке с проведением предварительного медицинского обследования и оформления санитарной книжки, а затем периодических медицинских обследований персонала кухни. Персонал пищеблока должен быть обучен, то есть работники пищеблока должны прослушать цикл бесед по санитарному минимуму при поступлении на работу и один раз в два года в соответствии с Законом Российской Федерации "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".

В процессе приготовления блюд необходимо соблюдать поточность мытья, разделки сырых и вареных продуктов. Для правильной, доведенной до автоматизма деятельности, на пищеблоке необходима соответствующая маркировка инструментария и технического оборудования.

Санитарное состояние пищеблока во многом зависит от правильной организации труда работников самого пищеблока, администрации и смежных служб. Медицинские работники только контролируют выполнение графика генеральной и ежедневной уборки всех помещений. Работу эту легче

организовать и проконтролировать, если в графике будут точно указаны виды работ и лица, выполняющие эти виды деятельности в определенное время. Персонал пищеблока должен быть обеспечен чистой одеждой, моющими и дезинфицирующими средствами, соблюдать правила личной гигиены. Водопровод и канализация должны работать, пищевые отходы вовремя удаляться.

Итак, гигиенические и эпидемиологические мероприятия направлены на организацию фактического питания детей и взрослых в различных учреждениях. Медицинский контроль включает в себя изучение этого питания во взаимосвязи со здоровьем людей, так как оно является отражением характера питания.

Питание организованных групп населения может быть в коллективах, где питающиеся получают полный рацион (больницы, санатории, школы-интернаты, дома престарелых, армия) и частичный рацион (детские сады, школы). При изучении питания населения необходимо отбирать однородные группы в учреждениях одного типа, одной климатической зоны и в одни и те же сезоны года.

Изучение питания в коллективах может проводиться расчетным (по меню-раскладкам и отчетам) и лабораторными методами. Неполный анализ по меню-раскладке студенты проводят на практическом занятии, оценивая разнообразие продуктов питания, энергетическую ценность, химический состав рациона и режим питания. Для более полного анализа необходимо составить накопительную ведомость за неделю или больший период времени (чаще всего за месяц).

Для повышения точности изучения фактического питания целесообразно с расчетными показателями проводить выборочные лабораторные исследования суточного рациона, определяя химический состав и энергетическую ценность готовой пищи.

Состояние здоровья оценивают по пищевому статусу, для чего определяют ряд показателей физического развития человека (масса, длина тела,

толщина подкожножировой складки), обмен веществ, функциональное состояние отдельных органов и систем, физическую и умственную деятельность. Биохимические методы исследования позволяют диагностировать гиповитаминозные состояния. Гипо- и авитаминозные состояния имеют также соответствующие клинические проявления.

При проведении анализа заболеваемости, в первую очередь, следует учитывать наличие избыточной или недостаточной массы тела, состояние желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы.

Организация питания в различных учреждениях имеет свои особенности. В детских учреждениях, как правило, должно быть организовано рациональное питание для здоровых детей и щадящее питание для детей, имеющих функциональные отклонения или перенесших острые заболевания почек, печени, желчевыводящих путей, желудка или кишечника, а также детей, страдающих хроническими заболеваниями этих органов в стадии ремиссии. Построение рационов щадящего питания чаще всего связано с исключением из меню ряда продуктов (например, сельди, копченостей). Но чаще всего для изготовления блюд применяется специальная кулинарная технологическая обработка продуктов: мясо и рыба отвариваются или приготавливаются в рубленом виде на пару; крупы и овощи развариваются до мягкости. Жарение исключается.

Следует отметить, что в организованных коллективах детей и подростков создаются наиболее благоприятные условия для обеспечения рациональным питанием. В детских дошкольных учреждениях старшая медсестра под руководством врача составляет перспективное 10-дневное меню, используя разработанные Институтом питания РАМН и утвержденные санитарным управлением рационы для детских дошкольных учреждений. Перспективное меню необходимо составлять для того, чтобы вовремя обеспечить поступление необходимых продуктов питания. Питание детей должно быть разнообразным. Ежедневно в рацион должны входить суточные нормы: молока, сливочного масла, мяса, сахара, хлеба, овощей и фруктов или сухофруктов. Крупяные или

макаронные изделия следует давать один раз в день. Рыбу, яйца, сыр, творог, сметану можно давать не каждый день, но в течение недели они должны быть использованы в полном объеме в соответствии с рекомендованным набором продуктов.

Дети младшего возраста должны получать пищу из продуктов, подвергшихся тщательной кулинарной обработке. Например, детям полутора лет рекомендуются мясные паровые котлеты, фрикадельки или запеканки. С 3-летнего возраста можно давать жареные котлеты.

Организация питания школьников имеет свои особенности. Первый завтрак ребенок получает дома. Второй завтрак организуется в школе во время большой перемены в виде горячего или холодного молочно-фруктового блюда. Меню горячего завтрака включает мясное или рыбное блюдо с гарниром из овощей, или творожное, яичное или крупяное блюдо. К этому добавляют фрукты, сок или витаминный напиток, чай с булочкой или куском хлеба.

Холодные молочно-фруктовые завтраки состоят из молочных или кисломолочных продуктов и хлебобулочных изделий.

Институтом питания РАМН разработано примерное месячное меню рациональных завтраков для общеобразовательных школ. В школе с продленным днем организуют обед из четырех блюд, а в школах-интернатах полный рацион 4-разового питания.

Новой формой организации школьного питания стали базовые столовые, одновременно обслуживающие от 10 до 45 школьных столовых.

Преимущества этой формы организации следующие:

- 1) обеспечение питания учащихся по единым научно обоснованным наборам продуктов;
- 2) приготовление пищи квалифицированными поварами;
- 3) централизованное снабжение широким ассортиментом продуктов, а также продуктами, специально разработанными и выпускаемыми для детского питания.

Особенности организации питания в летних оздоровительных лагерях

связаны с тем, что более высокая двигательная активность детей в летний период, участие в туристических походах определяют повышение энергозатрат на 10%. Это обуславливает необходимость соответствующего увеличения калорийности питания за счет всех питательных веществ в рационе. Институтом питания РАМН разработан примерный набор продуктов для загородных лагерей в день на 1 ребенка, ежедневное меню и нормы отходов при холодной и тепловой обработке продуктов.

Подростки, обучающиеся в средних профессионально-технических училищах, обеспечиваются 4- или 2-разовым питанием, 4-разовое питание получают учащиеся, проживающие в отрыве от родителей, а двухразовое питание — проживающие в семьях.

Институтом питания РАМН разработаны натуральные нормы питания (суточный набор продуктов) на одного учащегося СПТУ и примерное двухнедельное (14 дней) меню рационов четырехразового питания учащихся СПТУ. Составлены примерное меню и перечень блюд, рекомендуемых для включения в рацион шадящего питания.

В лечебно-профилактических учреждениях общее руководство за организацией питания больных осуществляет главный врач. Ответственность за обеспечение пищеблока продуктами, оборудованием, посудой, спецодеждой возлагается на заместителя главного врача по административно-хозяйственной части. Непосредственное руководство лечебным питанием осуществляет врач-диетолог. При отсутствии этой должности организация лечебного питания возлагается на одного из лечащих врачей. Врач составляет 7-дневное меню по основным диетам, проверяет ежедневное меню, контролирует качество поступающих продуктов, условия их хранения, сроки их реализации, правильность кулинарной обработки, соответствие пищи диетам. Он участвует в бракераже готовой пищи и контролирует санитарно-гигиеническое состояние пищеблока.

**Диетическое или лечебное питание** является важным элементом комплексного лечения больных. Это научно обоснованная система организации

питания и дифференцированного использования с лечебной целью определенных пищевых продуктов и их сочетаний.

При построении любой диеты должны быть учтены основные принципы лечебного питания.

1. Обеспечение физиологических потребностей больного человека в пищевых веществах. Рациональное питание предусматривает определенную сбалансированность рациона. В диетическом питании возможна разбалансировка обычного рациона. Например, при некоторых заболеваниях почек уменьшают количество белка. Однако эти ограничения имеют свои пределы, ибо рацион должен обеспечивать хотя бы минимальную физиологическую потребность в незаменимых аминокислотах.

2. Соответствие химической структуры пищи функциональному состоянию ферментных систем организма предусматривает обеспечение пищеварения при ферментопатиях. При нарушении образования пищеварительных ферментов из диеты исключают соответствующие продукты. При дефиците лактазы исключают свежее молоко, при дефиците пептидазы, расщепляющей белок глютен пшеницы, ржи, овса, из рациона исключают продукты, содержащие белок злаков.

3. Для усвоения ряда пищевых веществ следует учитывать взаимодействие пищевых веществ в желудочно-кишечном тракте. Например, для усвоения кальция необходимо помнить, что всасывание его ухудшается при избытке жиров, фосфора, магния, оксалатов, а также недостатке витамина Д. Избыток углеводов в рационе увеличивает потребность организма в тиамине.

4. Направленное изменение режима питания в целях своеобразной тренировки биохимических и физиологических процессов в организме. Так, рекомендуют частые приемы низкокалорийной пищи при ожирении. Частые приемы пищи способствуют улучшению желчевыделения, подавляют чувство голода.

5. Учет местного воздействия пищи на органы чувств (зрение, обоняние, вкус) и непосредственно на желудочно-кишечный тракт. Значительные сдвиги

секреторной и двигательной функций органов пищеварения возможны при механических, химических и термических влияниях пищи.

Механическое щажение достигается за счет измельчения пищи, а также специального способа ее тепловой обработки (варка на пару, в воде). Оно достигается также путем использования продуктов, содержащих минимальное количество клетчатки. Например, картофель, яблоки содержат мало клетчатки, а капуста, свекла — много.

Химическое щажение достигается путем исключения из пищи некоторых компонентов или уменьшения их количества. Например, при подагре исключаются блюда, богатые экстрактивными веществами, при поражении почек — острые, кислые, соленые и др.

Термическое щажение — это исключение сильных термических раздражителей (очень холодной или очень горячей пищи). Температура горячей пищи не должна превышать 60°C, холодной — не ниже 15°C. Изменяя количество и качество химических и механических раздражителей, а также температуру пищи, можно влиять на сокоотделительную, моторную и эвакуационную функции желудка и кишечника.

Например, быстро покидают желудок: молоко, молочные продукты, яйца всмятку, фрукты, ягоды. Медленно перевариваются: свежий хлеб, тугоплавкие жиры, жареное мясо, бобовые, яйца, сваренные вкрутую. Выраженным сокогонным действием обладают экстрактивные вещества мяса, рыбы, грибов (бульоны), а также сыр, специи, соки, капуста, огурцы, копчености. Слабым сокогонным действием обладают молочные продукты, вареные овощи и фрукты. Послабляющее действие оказывают чернослив, растительное масло, ксилит, сорбит, холодные овощные соки, сладкие напитки, кефир, холодная минеральная вода, хлеб из муки грубого помола. Закрепляющим действием обладают горячие блюда, кисели, рисовая и манная каши, мучные блюда, крепкий чай, кофе, какао, шоколад.

6. Использование в питании методов тренировки, разгрузки и контрастных дней. В лечебном питании необходимо избегать поспешного

расширения строгих диет, а также чрезмерного их затягивания. Продолжительная щадящая диета при поносах может привести к запорам, поэтому щажение сочетают с тренировками, вводя новые, менее щадящие блюда и продукты.

*Разгрузочные дни*, молочные, фруктовые облегчают функции органов и систем, способствуют выведению шлаков из организма.

*Контрастные дни* выделяют на фоне основной диеты 1-2 дня в неделю, когда включают в рацион ранее исключенные вещества (клетчатка, соль, сахар). Эта система зигзагов повышает адаптационные возможности организма.

У нас в стране разработаны 15 основных диет, которые иногда называют столами лечебного питания. В рамках одной диеты имеются варианты. Назначается та или иная диета с учетом характера заболевания, показаний и противопоказаний, особенностей течения основного и сопутствующего заболевания, вкусов больного и национальных традиций.

**Лечебно-профилактическое питание** — это специально подобранные рационы питания, направленные на предупреждение нарушений в организме, обусловленных воздействием вредных профессиональных факторов. Лечебно-профилактическое питание построено с учетом ряда принципов.

1. Использование антидотных свойств компонентов пищи в зависимости от природы вредного фактора и характера его действия.

2. Ускорение метаболизма ядов, замедление всасывания ядовитых веществ в желудочно-кишечном тракте, ускорение выведения их из организма.

3. Повышение общей резистентности организма и функциональных способностей наиболее поражаемых органов.

4. Компенсация повышенных затрат биологически активных веществ в связи с детоксикацией ядов и действием вредных факторов.

Основным принципом подбора рациона конкретного состава является патогенетическая обоснованность с учетом механизма действия профессионального фактора.

Исключительная роль принадлежит белкам, которые в зависимости от

особенностей механизма действия химического вещества могут давать разнонаправленный эффект. Так, белки могут участвовать в связывании токсических веществ, повышать антитоксическую функцию печени. Серосодержащие аминокислоты способствуют образованию легкорастворимых и быстро выделяющихся из организма соединений.

Еще большая разнонаправленность действия в зависимости от особенностей интоксикации характерна для жиров. Жиры ускоряют всасывание многих ядов из желудочно-кишечного тракта. Известно, что органические соединения способны депонироваться в жировой ткани. В то же время и полиненасыщенные кислоты защищают нервную систему от вредного действия ряда соединений (например, ртути, марганца).

Углеводные рационы повышают барьерную функцию печени, способствуют выведению токсических веществ из пищеварительного тракта (пищевые волокна, пектины).

Хорошо выражено повышение устойчивости организма к токсическим веществам, ионизирующему излучению под действием витаминов. Антиоксидантами являются токоферолы, аскорбиновая кислота, рутин.

Из минеральных веществ наибольшее значение в профилактике интоксикаций имеют железо, кальций и магний.

У нас в стране разработаны пять рационов лечебно-профилактического питания. Их составление основано на принципе соответствия защитной активности рациона по отношению к специфике влияния вредного воздействия. Вредные вещества при этом объединяются по признаку однородности механизма их действия. Например, рацион № 5 предназначен для работающих с тетраэтилсвинцом, соединениями ртути, марганца и бария. Действие рациона направлено на защиту нервной системы.

Вид и объем профилактического питания определяются характером действующего агента, продолжительностью контакта с ним, условиями производственной среды. Перечень производств, профессий, должностей, дающих право на бесплатное получение лечебно-профилактического питания в

связи с вредными условиями труда, утвержден постановлениями Государственного комитета по труду и социальным вопросам.

Для рабочих, подвергающихся воздействию высоких температур и интенсивному теплоизлучению, а также занятых в табачно-махорочном и никотиновом производствах, предусмотрена выдача только комплекса витаминов.

Организация горячих завтраков и обедов должна производиться в столовых и буфетах предприятий, устройство и оборудование которых должно соответствовать санитарным правилам. Контроль за выдачей проводят медицинские работники медсанчастей и здравпунктов.

## Лекция 15

### **Пищевые отравления человека и их классификация. Пищевые токсикоинфекции и их профилактика**

1 По международной классификации болезней пищевые отравления выделены в отдельную группу заболеваний. К ним относятся преимущественно остро протекающие заболевания, вызываемые употреблением пищи, массивно обсемененной микробами или содержащей токсические вещества.

Согласно классификации пищевых отравлений, принятой в 1981 г. и построенной по этиопатогенетическому принципу, пищевые отравления *по этиологии* разделяют на 3 группы:

1. Микробные.

2. Немикробные.

3. Неустановленной этиологии. Пищевые отравления составляют группу довольно распространенных заболеваний, при этом подавляющее большинство приходится на долю микробных пищевых отравлений (до 95-97% всех случаев).

**1. Пищевые отравления микробной природы** — это острые желудочно-кишечные заболевания, возникающие при употреблении продуктов питания, инфицированных некоторыми микроорганизмами или содержащих их токсины.

Пищевые отравления микробного происхождения:

а) часто носят массовый характер, охватывая большие группы людей, связанных общим источником питания;

б) в отличие от кишечных инфекций эти заболевания имеют короткий инкубационный период (исчисляемый часами);

в) не передаются от больного человека здоровому (не контагиозны), имеют только пищевой путь передачи.

**По патогенезу** микробные пищевые отравления разделяют на 3 группы:

1. Токсикоинфекции.

2. Интоксикации (токсикозы).

3. Смешанной этиологии (миксты). Это деление объясняется принципиальными отличиями в механизмах возникновения (патогенезе), особенностями течения заболеваний, различаются также меры их профилактики.

## **ПИЩЕВЫЕ ТОКСИКОИНФЕКЦИИ (ПТИ)**

ПТИ представляют собой заболевания с явлениями кратковременного инфицирования организма и выраженной интоксикации, связанные с поступлением в желудочно-кишечный тракт продуктов, содержащих в большом количестве живые микробы и их токсины, выделяемые при размножении и гибели микроорганизмов.

Как видно из таблицы, возбудителями ПТИ являются так называемые потенциально-патогенные микроорганизмы. Это широко распространенные в окружающей среде микробы, являющиеся частыми обитателями желудочно-кишечного тракта человека и животных (кишечная палочка, протей, энтерококки, патогенные галофильные микроорганизмы, некоторые спорообразующие бактерии и др.). Отравления этими микроорганизмами возникают лишь при наличии благоприятных условий, а именно:

1) при содержании в продуктах большого числа микробов определенных штаммов (серотипов) — свыше  $10^3$  клеток в 1г (мл) продукта. Обычно в случаях пищевых токсикоинфекций обнаруживается уровень обсеменения  $10^5$ - $10^8$  клеток/г и более. Такое накопление микробов в продуктах имеет место при грубых нарушениях правил хранения, приготовления и сроков реализации готовых блюд. Увеличение случаев заболеваний отмечается в летнее время года.

2) при снижении резистентности организма человека под влиянием различных болезней, нарушений питания (голодание, переедание и др.), тяжелой физической нагрузки, интоксикаций и т.д. При этом на фоне снижения сопротивляемости организма, в том числе иммунологической резистентности, возникает относительное увеличение патогенности указанных выше микроорганизмов.

| Нозологическая  | Этиологический фактор  |
|---|--|
| <b>1. Микробные</b>                                     |  |
| 1.1. Токсикоинфекции:                                   | Потенциально-патогенные микроорганизмы: <i>Proteus mirabilis</i> и <i>vulgars</i> , энтеропатогенные, энтероинвазивные <i>E.coli</i> , <i>Bac.cereus</i> , <i>Cl.perfringens</i> типа А, <i>Str.taecalis var.liquefaciens zymogenes</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , другие малоизученные бактерии ( <i>Citrobacter</i> , <i>Hafnia</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Edwardsiella</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Aeromonas</i> и др.) |
| 1.2. Токсикозы:   |  |
| 1.2.1. бактериальные                                    | Бактериальные токсины, вырабатываемые <i>Staphylococcus aureus</i> и <i>Cl.botulinum</i>   |
| 1.2.2. микотоксикозы                                    | Микотоксины, вырабатываемые микроскопическими грибами родов <i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Claviceps purpurea</i> и др.  |
| 1.3. Смешанной этиологии (микст)                        | Сочетания потенциально-патогенных микроорганизмов или потенциально-патогенных микроорганизмов+токсин: <i>Bac.cereus</i> +энтеротоксигенный <i>S.aureus</i> ; протей + энтеротоксигенный <i>S.aureus</i> т.п.   |
| <b>2. Немикробные</b>                                   |  |
| 2.1. Отравления ядовитыми растениями и тканями животных | Дикорастущие растения (белена, дурман, болиголов, красавка, вех ядовитый, аконит, бузина и др.); семена сорняков, злаковых культур (софора, триходесма, гелиотроп и др.)   |
| 2.1.1. растениями, ядовитыми по своей природе           | Ядовитые грибы (бледная поганка, мухомор, сатанинский гриб и др.); условно съедобные грибы, не подвергнутые правильной кулинарной обработке (груздь, волнушка, валуй, сморчки и др.)   |
| 2.1.2. тканями животных, ядовитыми по своей природе     | Органы некоторых рыб (маринка, усач, севанская хромюля, иглобрюх и др.)  |

|  |   |
|--|---|
| 2.2. Отравления продуктами растительного и животного происхождения, ядовитыми при определенных условиях                              | Ядра косточковых плодов (персика, абрикосов, вишни, миндаля), содержащие амигдалин; орехи (бука, тунга, рицинии), проросший (зеленый) картофель, содержащий соланин; бобы сырой фасоли, содержащие фазин  |
| 2.2.1. продуктами растительного происхождения  |   |
| 2.2.2. продуктами животного происхождения  | Рыба, содержащая сакситоксин, сигуатеротоксин, биогенные амины; печень, икра и молока некоторых видов рыб в период нереста (налим, щука, скумбрия и др.); мед пчелиный при сборе пчелами нектара с ядовитых растений  |
| 2.3. Отравления примесями химических веществ   | Нитраты, бифенилы, пестициды; соли тяжелых металлов и мышьяк; пищевые добавки, введенные в количествах, превышающих допустимые; соединения, микрирующие в пищевой продукт из оборудования, инвентаря, тары, упаковочных материалов; другие химические примеси |
| 3. Неустановленной этиологии<br>Алиментарная пароксизмально-токсическая миоглобинурия<br>(гаффская, юксовская, сартландская болезнь) | Озерная рыба некоторых районов мира в отдельные годы  |

**Патогенез** ПТИ в общем виде представляется следующим образом: микробы, в большом количестве попавшие в желудочно-кишечный тракт, частично погибают, наиболее жизнеспособные проникают в лимфоузлы тонкого кишечника (мезентериальные), где также отмечается их массовая гибель. Оставшиеся микроорганизмы с током крови заносятся в органы ретикулоэндотелиальной системы, где происходит их окончательная гибель, а освобожденный при этом эндотоксин вызывает развитие комплекса изменений в органах и системах организма, что обуславливает клинические проявления отравления. Знание патогенеза ПТИ весьма важно для подтверждения диагноза заболевания. Поскольку в первые дни при ПТИ имеет место бактериемия, возбудители могут быть обнаружены при посеве крови больных на гемокультуру, а также в выделениях больного (рвотные массы, испражнения, промывные воды желудка, моча и др.). Возможна также ретроспективная диагностика заболевания с использованием реакции агглютинации и определения титра специфических антител на 7-й или 14-й день от начала ПТИ.

## **ПТИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО-ПАТОГЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ**

Частыми возбудителями ПТИ являются такие хорошо известные микроорганизмы, как кишечная палочка, протей, энтерококки.

*Кишечная палочка (E.coli)* широко распространенная в природе, содержится в основном в кишечнике человека, домашнего скота, птицы и др. С выделениями из кишечника попадает в почву, воду, на различные объекты внешней среды. Токсикоинфекций вызывают лишь отдельные виды кишечной палочки, так называемые энтеропатогенные серотипы (вырабатывающие термолабильный и термостабильный энтеротоксины). На предприятиях общественного питания основным источником инфицирования продуктов E.coli является человек — бактерионоситель энтеропатогенных ее штаммов. Заболевания наиболее часто связаны с употреблением мясных и рыбных блюд, особенно изделий из фарша, салатов, винегретов, картофельного пюре, молока,

молочных продуктов и др.

*Протеи* (*Proteus u Proteus mirabillis*) относится к гнилостным бактериям и содержится в гниющих отходах. Выделяется во внешнюю среду из кишечника человека и животных. Может длительно сохраняться и размножаться на загрязненных остатками пищи инвентаре и оборудовании (в трещинах, углублениях деревянного инвентаря и др.). На предприятия может поступать сырье и полуфабрикаты, обсемененные протеем. Обнаружение его в готовой продукции говорит о нарушениях правил тепловой обработки, условий хранения и сроков реализации. Чаще всего заболевания связаны с употреблением изделий из мяса и рыбы: различные салаты, паштеты и т. д. Обсеменение может происходить при использовании одних и тех же разделочных досок, ножей, мясорубок для сырых и вареных продуктов. При антисанитарном состоянии предприятий общественного питания вспышки протейных и колитоксико-инфекций могут приобретать затяжной характер.

*Энтерококки—фекальные стрептококки (Str. Faecalus var liquefaciens u zymogenes)* постоянные обитатели кишечника человека и животных, энтеротоксигенные штаммы стрептококков могут находиться в верхних дыхательных путях больных ОРЗ или бактерионосителей. Патогенные штаммы могут вызывать ПТИ, интенсивно размножаясь при комнатной температуре, в разнообразных пищевых продуктах (изделия из фарша, заливные блюда, кремы, пудинги и др.). Энтерококки могут вызывать ослизнение продукта, неприятный горький привкус.

Токсикоинфекций, вызываемые кишечной палочкой, протеем и энтерококками, протекают в основном легко. Инкубационный период составляет обычно 4-8 часов, реже растягивается до 20-24 часов, а затем появляются признаки гастроэнтерита (рвота, понос, режущие спастические боли в животе, отмечается наличие слизи и крови в испражнениях). Из общих симптомов возможны головная боль, незначительное повышение температуры, слабость. Продолжительность заболевания — 1-3 дня.

Частой причиной ПТИ являются спорообразующие микроорганизмы —

*Cl. perfringens*, *Bac. Cereus*, *Cl. Perfringens* типа А — спорообразующий факультативно анаэробный микроорганизм. Чрезвычайно широко распространен в окружающей среде (почва, вода, воздух, пыль), содержится в кишечнике травоядных животных, рыб, постоянный обитатель кишечника человека. Во внешней среде *Cl. perfringens* находится в споровой форме. Отличительной особенностью спор является их высокая термоустойчивость (выдерживают кипячение от 1 до 6 часов). Частой причиной ПТИ является мясо (жареное, вареное, консервированное), особенно мясо вынужденного убоя, т.к. возбудитель, подобно некоторым видам сальмонелл, может прижизненно обсеменять мышечные ткани животных. Кроме того, возможно отравление после употребления мясных подлив, студней, салатов, рыбных продуктов и др. Отмечается большая обсемененность этими микроорганизмами различных специй, муки, круп, зелени. В связи с высокой терморезистентностью спор *Cl. perfringens* имеется возможность их выживания и повторного размножения в продуктах, прошедших тщательную термическую обработку и хранившихся затем при комнатной температуре. Этим обстоятельством объясняются случаи отравлений, вызванные блюдами, приготовленными накануне и употреблявшимися без повторной термической обработки.

*Bacillus cereus* — аэробные спорообразующие бактерии — также частая причина ПТИ. Микроорганизмы широко распространены в окружающей среде (в почве, воде, воздухе), а также в растительных продуктах. Отличительной особенностью *Bacillus cereus* является образование спор с высокой термоустойчивостью (10 мин при 100°C), размножение в широком диапазоне температур (от 10 до 50°C) и значений рН среды.

Пищевые отравления возникают обычно после употребления продуктов растительного происхождения (салаты, винегреты, гарниры, растительные консервы), а также колбасных изделий, мясных соусов, куда палочки вносятся в виде спор с мукой, крахмалом, специями. Причиной ПТИ могут быть также молоко (в том числе кипяченое) и молочные продукты. Изменений органолептических свойств блюд при размножении *Bacillus cereus* не

наблюдается.

Клиника ПТИ, вызываемых описанными спорообразующими микроорганизмами, во многом схожа. Инкубационный период колеблется от 6 до 24 часов. Заболевания обычно отличаются легким течением и имеют следующую симптоматику: боли в животе спастического характера, тошнота, в некоторых случаях — рвота, диарея, часто профузная. Возможно повышение температуры (чаще субфебрильная), головная боль. Заболевание продолжается в среднем около суток, реже растягивается до 2-3 дней.

Следует, однако, иметь в виду, что помимо описанных легких клинических форм ПТИ у пожилых людей, ослабленных различными заболеваниями, а также у детей описаны случаи тяжелых расстройств. Так, например, в литературе имеются описания ПТИ, вызванных *Cl. Perfringens* типа А, которые протекали по типу некротического энтерита и закончились летально.

Пищевые отравления, вызываемые *Vibrio parahaemolyticus*, в нашей стране изучаются с начала 70-х годов, однако в Японии этот микроорганизм определяется с 50-х годов, и в течение многих лет занимает первое место среди возбудителей бактериальных пищевых отравлений.

*Vibrio parahaemolyticus* — представитель галофильных ("солелюбивых") вибрионов, чрезвычайно широко распространенных в морской среде. Микроорганизмы выделяются из планктона, гидробионтов, рыбы, ракообразных и других обитателей моря, главным образом в теплое время года. В холодный период они обнаруживаются реже или не выделяются совсем. Размножается в широком диапазоне температур от 8 до 48°C и значений pH (от 5,0 до 10,9). Оптимальная концентрация  $\text{MgCl}_2$ , необходимая для размножения микроорганизмов, составляет 3-8%, при 9% — размножение идет только при 20-48°C, 10% концентрация  $\text{NaCl}$  полностью подавляет рост *Vibrio parahaemolyticus*. Вибрионы обладают относительной термоустойчивостью: нагревание до 55°C они выдерживают в течение 10 мин, 70°C — 5 мин., при 100°C отмечается их гибель в течение 1 мин. При низких значениях температур

они могут сохраняться довольно долго — от нескольких дней до нескольких недель, чем объясняются случаи выделения вибрионов из мороженой рыбы. Они также хорошо переносят такие виды кулинарной обработки, как вяление, копчение. Пищевые отравления, вызываемые *Vibrio parahaemolyticus*, описаны в США, Индии, Австралии, Африке, России и др. В Японии на их долю приходится от 30 до 50% всех случаев ПТИ. Это объясняется тем, что в японской национальной кухне широко используются рыбопродукты в сыром или слегка термически обработанном виде.

Инкубационный период отравления составляет от 6 до 20 часов (в среднем 15 часов). Характерна клиника гастроэнтерита, иногда выражен колитический синдром. Помимо легкопротекающих, описаны тяжелые случаи ПТИ (холеро- и дизентериеподобные формы), закончившиеся летальными исходами.

В качестве причины заболеваний людей ПТИ в последние годы часто фигурируют различные малоизученные бактерии: *Citrobacter*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Edwardsiella*, *Pseudomonas*, *Aeromonas* др. Существует мнение, что любые микроорганизмы при высокой степени размножения в продукте могут быть причиной ПТИ. Как правило, это легкопротекающие диарейные заболевания, характеризующиеся в основном желудочно-кишечными расстройствами в течение 1-3 дней. Поскольку клиника этих заболеваний полиморфна и не имеет специфических черт диагноз ставится на основании бактериологических и серологических данных.

В настоящее время из группы ПТИ исключены *пищевые сальмонеллезы*, для которых обязательным является алиментарный путь передачи. В связи с тем, что эти заболевания имеют много общего с ПТИ (одинаковый патогенез, схожую клинику и особенно пути предупреждения), целесообразно остановиться на их разборе.

В последние годы (начиная с 1986 г.) заболеваемость сальмонеллезами во всех экономически развитых странах, а также в нашей стране имеет неуклонную тенденцию к росту, что объясняется расширением сети

общественного питания, интенсификацией животноводства и птицеводства, расширением международной торговли кормами, в которых часто используется мясная, рыбная и костная мука, обсемененная сальмонеллами (особенно из азиатских и африканских стран). Все это приводит к повышенной заболеваемости животных, а следовательно и людей.

Бактерии рода сальмонелл чрезвычайно широко распространены в природе и являются частыми возбудителями заболеваний у крупного рогатого скота, свиней, домашней птицы. Около 100 типов сальмонелл патогенны для человека. Из них, в свою очередь, наиболее часто встречаются в случаях заболеваний у людей 10-15 сероваров. В нашей стране чаще других фигурируют возбудители мышинного тифа (с. Бреслау), холеры свиней, энтерита телят (с. Гертнера) и др. По данным многочисленных авторов, удельный вес различных сероваров стечением времени может существенно меняться.

*S. typhimurium* — полипатогенные серовары — встречаются у очень широкого круга животных, но наиболее часто обнаруживаются у мышей, водоплавающей птицы. *S. cholerae* поражает преимущественно свиней. *S. euteritidis var kil* — самый частый возбудитель заболеваний у крупного рогатого скота (инфекционный аборт). *S. euteritidis var essen* вызывает заболевания у уток.

Сальмонеллы устойчивы во внешней среде, долго переносят низкие температуры (ниже 0°C), большие концентрации соли и кислот, а также копчение. В пищевых продуктах они могут оставаться жизнеспособными многие дни и месяцы. В мясных, рыбных и молочных продуктах хорошо размножаются, не изменяя при этом органолептических свойств продуктов. Наиболее интенсивное размножение происходит при 37°C, но и при комнатной температуре идет довольно быстро. При температуре ниже 8°C и выше 50°C размножение приостанавливается, при нагревании до 60°C эти бактерии погибают через час, при 70°C — через 25 мин, при 80°C — через 1 мин.

Основными источниками инфекции являются больные животные и домашняя птица (особенно водоплавающая), а также голуби, кошки, собаки,

крысы и мыши. Среди этих животных распространено носительство *S* в кишечнике и при ослаблении животного (в результате травмы или болезней) микробы из кишечника могут проникать во внутренние органы и обсеменять мышечные ткани.

На предприятиях общественного питания особую опасность представляют сотрудники, больные сальмонеллезом или бактерионосители. Установлено, что хроническое носительство *S* отмечается у 2,5-5% переболевших.

Основной причиной заболевания сальмонеллезом является употребление **мяса и мясных продуктов**; на их долю приходится до 70-80% всех случаев заболеваний. Мясо может быть инфицировано как при жизни животного в результате первичных или вторичных сальмонеллезом, так и посмертно (в процессе убоя) из-за неправильного или задержанного удаления кишечника, а также при нарушении правил разделки туши и обработки мяса.

*Первичные сальмонеллезы животных* — это специфические инфекционные заболевания животных, вызываемые сальмонеллами (например, инфекционный аборт крупного рогатого скота и овец, энтериты телят, паратиф телят и свиней, энтероксемия поросят, белый понос цыплят и др.), при которых имеется определенная клиника.

*Под вторичными сальмонеллезами* подразумевают особые формы инфекционного состояния организма животного, сопровождающиеся бациллоносительством и бацилловыделением. Чаще всего бессимптомное носительство *S* отмечается у ослабленных и истощенных животных. В результате нарушения кишечного барьера микроорганизмы могут попадать в кровяное русло и инфицировать мышцы и внутренние органы. Мясо вынужденно забитых животных наиболее часто является причиной сальмонеллезом. Инфицирование мяса и мясных изделий может быть следствием нарушения технологии производства: контакте грязными руками, грызунами, мухами, использование грязной воды. Часто наблюдается заражение продуктов, уже прошедших термическую обработку, при контакте с

сырьем или загрязненным инвентарем и оборудованием. Интенсивность обсеменения резко возрастает при измельчении мяса (приготовление фарша) за счет распространения микроорганизмов по всей массе продукта. Особую опасность представляют также студни, состав и технология приготовления которых способствует интенсивному обсеменению. Причиной вспышек сальмонеллеза могут быть ливерные и кровяные колбасы, зельцы, макароны "по-флотски" и др.

На 2-м месте ( 10 % случаев) как фактор передачи находятся **молоко и молочные продукты** (сыр, сметана, мороженое и др.), инфицированные больными животными или бактерионосителями. Примерно 8-10% случаев сальмонелезов связаны с употреблением яиц, мяса водоплавающей птицы и кур, а также яичного порошка, яичного меланжа и майонеза. Эксперименты показали, что *S.* выживают при обычной кулинарной обработке яиц (пудинги, омлеты, яичница из взбитых яиц), особенно если яйца хранились в холодильнике. В последние годы повысилась роль **яиц и кондитерских изделий** в этиологии сальмонеллезов. Примерно 3,5% заболеваний приходится на **рыбные продукты** и, наконец, единичные вспышки могут быть обусловлены употреблением таких блюд, как салаты, винегреты и другие холодные закуски, а также компоты, кондитерские изделия с кремом и т.п.

*Клиническая картина.* Существует несколько клинических классификаций сальмонеллезов в связи с полиморфностью клинического течения (от носительства до сепсиса и менингита). Однако доминирующей является гастроинтестинальная форма (по А.Ф. Билибину).

Инкубационный период при сальмонеллезах исчисляется в среднем 12-24 часами, редко укорачиваясь до 4-8 часов или затягиваясь до 2-3 дней. Основные симптомы заболевания: повышение температуры до 38-40°C, нередко с ознобом, общее недомогание, тошнота, рвота, боли в животе, частый жидкий обильный стул, иногда с примесью слизи или крови, повышенная жажда вследствие обезвоживания организма, обложенный сухой язык, пульс слабого наполнения, бледность кожных покровов, головная боль. В более тяжелых

случаях наблюдается боль в мышцах и суставах, мышечные судороги (преимущественно в икроножных мышцах). В типичных случаях продолжительность заболевания составляет 3-5 дней. Более тяжелое течение отмечается у лиц пожилого возраста и детей, при этом значительно выражены явления общей интоксикации и нарушение функций сердечно-сосудистой системы. В подобных случаях увеличивается продолжительность заболевания; летальные исходы встречаются редко.

Наряду с описанной клинической формой реже встречаются холероподобная, септическая и гриппоподобная формы сальмонеллезов.

*Профилактика пищевых токсикоинфекций* основывается на многообразных мероприятиях, которые следует объединить в 3 основные группы:

1. *Мероприятия, направленные на предупреждение инфицирования пищевых продуктов и пищи возбудителями ПТИ:*

— выявление носителей патогенных форм кишечной палочки, протей и другой условно-патогенной флоры и своевременное лечение работников, больных колибактериальными заболеваниями;

— выявление обсемененного сырья и стерилизация специй;

— соблюдение правил механической обработки продуктов;

— исключение контакта сырья и готовой продукции;

— строгое соблюдение правил личной гигиены и санитарного режима пищевого предприятия;

— дезинфекция оборудования и инвентаря, борьба с насекомыми и грызунами.

2. *Мероприятия, направленные на обеспечение условий, исключаящих массовое размножение микроорганизмов в продуктах:*

— хранение продуктов и готовой пищи в условиях холода (при температуре ниже 6°C);

— реализация готовой пищи (1-х и 2-х блюд) при температуре выше 60°C, холодных закусок — ниже 14°C;

— строгое соблюдение сроков реализации продукции; хранение и реализация консервов в соответствии с правилами.

*3. Достаточная термическая обработка пищевых продуктов с целью уничтожения микроорганизмов:*

— обезвреживание условно-годных продуктов в соответствии с правилами;

— достаточная тепловая обработка продуктов и кулинарных изделий (до достижения 80°C внутри продукта).

## Лекция 16

### Бактериальные интоксикации и микотоксикозы. Основные направления профилактики

*Пищевые токсикозы* или интоксикации — острые заболевания, возникающие при употреблении пищи, содержащей токсин, накопившийся в результате развития специфического возбудителя.

Согласно "классификации пищевых отравлений" к этой группе заболеваний отнесены бактериальные токсикозы и микотоксикозы.

К бактериальным токсикозам относятся отравления, вызываемые экзотоксинами *Staphylococcus aureus* и *Clostridium botulinum*.

*Стафилококковый токсикоз* в последние годы занимает первое место среди пищевых отравлений микробной природы. Стафилококки очень широко распространены во внешней среде, однако патогенными свойствами обладают определенные штаммы золотистого стафилококка (*St.aureus*), которые при попадании в продукт способны вырабатывать энтеротоксигены. Это так называемые энтеротоксигенные, плазмокоагулирующие штаммы. Известно 5 серологически различных энтеротоксинов (от А до Е). При размножении стафилококков и выделении энтеротоксинов органолептические свойства продуктов не изменяются.

Оптимальная температура для роста стафилококков — выше 22°C, размножение прекращается при температуре ниже 4°C и выше 45°C. Погибают микроорганизмы при 80°C через 20-30 мин. Рост стафилококков задерживается при больших концентрациях поваренной соли (12%), сахара (60%) и активной кислотности (рН 4,5). Накопление энтеротоксина наиболее активно происходит в молочных, мясных продуктах, гарнирах и кондитерских изделиях с кремом при температуре 28-37°C.

Накопившийся **токсин** устойчив к кислотам, щелочам и воздействию

высокой температуры. Окончательное разрушение токсина и, следовательно, обезвреживание продукта происходит только через 2-2,5 ч кипячения. Имеются данные, свидетельствующие о сохранении токсина стафилококка в консервах после автоклавирования (рыбные консервы в масле рядовой укладки). Известно также, что готовый энтеротоксин не инактивируется в замороженных продуктах (например, мороженое).

Основным источником патогенных стафилококков является человек. Стафилококки локализуются на его кожных покровах, в носоглотке, кишечнике. Наиболее опасным источником заражения продуктов этим возбудителем являются работники общественного питания с нагноившимися порезами, ожогами, заболеваниями верхних дыхательных путей (ангина, пневмония, отиты) и др. Часто отмечается бессимптомное носительство патогенных стафилококков в носоглотке. Распространенным источником стафилококковой инфекции являются животные, больные маститом или гнойными заболеваниями внутренних органов. При этом возможно заражение молока дойных или мяса убойных животных. Приготовление из непастеризованного зараженного молока творога, сыра, мороженого и др. продуктов может привести к вспышке стафилококкового токсикоза. Мясные продукты (колбасные изделия, изделия из мясного фарша, паштеты и др.), а также мясо птицы являются частой причиной отравлений стафилококковой природы. Энтеротоксин накапливается в фарше до опасной концентрации через 12 ч хранения при благоприятной температуре, в готовых котлетах — через 3 ч. Процесс накопления токсина ускоряется при добавлении в фарш хлеба. Хорошей средой для размножения и токсинообразования стафилококков являются продукты, богатые углеводами и белками, — картофельное пюре, манная каша, отварные макароны. Заварной крем — наиболее опасный продукт в отношении стафилококкового токсикоза, так как содержит много влаги и крахмала при относительно низкой концентрации сахара. Накопление энтеротоксина в заварном креме может произойти через 3-4 ч хранения в тепле. Причиной заболевания могут быть также рыба и рыбные продукты.

**Клиника** стафилококкового токсикоза: инкубационный период короткий — от 1 до 6 ч, чаще заболевание наступает через 2-4 ч после приема пищи, содержащей токсин *St.aureus*, и сопровождается тошнотой, многократной рвотой и диареей. Характерны явления гастроэнтерита: резкие схваткообразные боли в подложечной области, реже в области живота. Температура чаще нормальная, реже — повышенная. В тяжелых случаях обычно резко выражены явления интоксикации — адинамия, состояние протрации, мышечные судороги, падение артериального давления (вплоть до коллапса), нитевидный пульс, акроцианоз, судороги. Летальные исходы наблюдаются редко. Дезинтоксикационные меры быстро приводят к улучшению состояния больных.

**Профилактика** стафилококкового токсикоза заключается: во-первых, в своевременном выявлении лиц с воспалительными заболеваниями верхних дыхательных путей и гнойничковыми поражениями кожи и отстранении их от работы с готовой пищей, во-вторых, в создании условий, препятствующих образованию энтеротоксина в пищевых продуктах за счет хранения их при температуре ниже 40°C и сокращения сроков реализации. Роль ветеринарной службы заключается в контроле за здоровьем дойных и убойных животных. Не допускается употребление молока от больных животных. Для получения различных молочных продуктов следует использовать пастеризованное молоко.

*Ботулизм* — тяжелое пищевое отравление, возникающее при употреблении пищи, содержащей токсин *Cl.botulinum*. Название заболевания происходит от лат. "botulus", что означает "колбаса", так как первые описанные случаи заболеваний (в начале XIX в. в Германии) были обусловлены употреблением кровяных и ливерных колбас. Аналогичные по клинике заболевания были известны и в других странах. Например, в России они были описаны ранее под названием "рыбных отравлений", поскольку в большинстве случаев отравления происходили после употребления осетровой (так называемой "красной" рыбы).

Возбудитель ботулизма — спорообразующая анаэробная палочка

(*Cl.botulinum*), обитающая в кишечнике теплокровных животных, человека, птиц и рыб. Обнаруживается в почве, иле водоемов, в пищевых продуктах. Известно 7 типов возбудителя (от А до О). В нашей стране большинство случаев ботулизма связано с типами А, В и Е.

**Споры** *Cl.botulinum* обладают чрезвычайно высокой устойчивостью к низким и высоким температурам, высушиванию, химическим факторам. Полное разрушение спор достигается при 100°C через 5-6 ч, при 105°C — через 2 ч., при 120°C — через 10 мин. Прорастание спор задерживают высокие концентрации поваренной соли (более 8%), сахара (более 55%) и кислая среда (рН ниже 4,5). Эти особенности непременно должны учитываться в производстве консервированных продуктов.

**Вегетативные формы** *Cl.botulinum* характеризуются слабой устойчивостью к высоким температурам, они погибают при 80° С в течение 15 мин. Интенсивное размножение микроорганизмов и активное токсинообразование происходят при повышенной температуре (25-30°C) в строго анаэробных условиях. В этом случае токсин может образоваться очень быстро (через 10-12 ч). Причиной ботулизма чаще всего бывают консервированные продукты как животного, так и растительного происхождения, а также мясо- и рыбокопчености, (в глубине продукта могут создаваться анаэробные условия). Размножение *Cl.botulinum* и накопление токсина прекращаются лишь при охлаждении продукта ниже 40°C. Накопление токсина, как правило, мало изменяет органолептические свойства продуктов, в консервах возможно развитие бомбажа (вздутие банок).

*Ботулотоксин* является самым сильным из всех бактериальных токсинов и отличается высокой устойчивостью к действию консервирующих факторов — солению, замораживанию, маринованию. В то же время высокая температура довольно быстро вызывает его инактивацию: при кипячении (100°C) токсин разрушается через 10-15 мин, при 80°C — через 30 мин. Для полного обезвреживания продукта рекомендуется проводить кипячение не менее часа.

*Продукты — причина ботулизма.* В нашей стране случаи отравлений

связаны в основном с употреблением грибов домашнего консервирования, овощных и мясных консервов низкой кислотности, изготовленных в домашних условиях. Это объясняется тем, что обеспечить необходимый режим стерилизации герметически укупоренных консервов можно только в условиях промышленного производства. Помимо консервов большое число заболеваний (особенно в Сибири и на Дальнем Востоке) связано с употреблением рыбных продуктов домашнего соления, копчения, вяления. В Центральной и Западной Европе на 1-м месте в качестве причины ботулизма находятся мясные продукты (колбасы, окорока и др.), в США — овощные (преимущественно бобовые) и фруктовые консервы, а также рыба домашнего приготовления, в Японии чаще всего фигурируют рыба, икра, моллюски, ракообразные, приготовленные в соответствии с требованиями национальной кухни (подвергавшиеся брожению). Небольшой процент случаев (2-3%) ботулизма во всех странах связан с консервами (мясными, рыбными, фруктовыми и овощными) промышленного производства. Описаны случаи заболеваний, связанных с употреблением зеленого горошка, томатного сока, кальмаров. Размножение *Cl.botulinum* и продукция токсина в этих случаях были связаны с нарушением технологического режима обработки консервов.

**Клиника** ботулизма. Инкубационный период составляет от нескольких часов до нескольких дней, чаще укладывается в 12-24 ч. Ботулизм проявляется в основном поражением бульбарных центров головного мозга.

**К ранним** симптомам заболевания относят постепенно развивающиеся явления офтальмологии в результате поражения внутренних и наружных мышц глаза. Больные отмечают прежде всего расстройства зрения: двоение предметов, нечеткое видение ("сетка", "туман" перед глазами и другие жалобы). Часто наблюдаются следующие глазные симптомы: опущение верхнего века (птоз), косоглазие (стробизм), неравномерное расширение зрачков (анизокория), позднее регистрируется отсутствие реакции зрачков на свет (паралич глазного яблока). В дальнейшем нарушается глотание в результате паралича мышц мягкого неба (жидкость из полости рта выливается через нос).

Из-за паралича мышц гортани развиваются расстройства речи (дизартрия) вплоть до полной афонии. Указанные симптомы регистрируются на фоне нарастающей слабости, головокружения, головной боли.

Со стороны желудочно-кишечного тракта характерно нарушение двигательной функции кишечника — появление стойких запоров и метеоризма, что обусловлено парезом мышц желудка и кишечника. Отмечается также стойкое снижение слюноотделения, сухость во рту, охриплый голос. Весьма характерным признаком при ботулизме является несоответствие температуры тела частоте пульса: при нормальной или даже пониженной температуре пульс, как правило, резко учащен. Летальность при ботулизме может достигать 60-70%. Смерть обычно наступает в результате паралича дыхательного центра. Раннее применение поливалентной противоботулинической сыворотки резко снижает летальность (в США — до 25%, в нашей стране — до 30%).

**Профилактика** ботулизма включает следующие мероприятия:

- быстрая переработка сырья и своевременное удаление внутренностей (особенно у рыб);
- широкое применение охлаждения и замораживания сырья и пищевых продуктов;
- соблюдение режимов стерилизации консервов;
- запрещение реализации без лабораторного анализа консервов с признаками бомбажа или повышенным уровнем брака (более 2%)
- хлопающими концами банок, деформациями корпуса, подтеками и др.;
- санитарная пропаганда среди населения опасности домашнего консервирования, особенно герметически укупоренных консервов из грибов, мяса и рыбы.

*Микотоксикозы* — алиментарные заболевания, вызванные употреблением в пищу продуктов, содержащих токсины микроскопической грибной клетки (живой или мертвой). Микотоксины относятся к наиболее опасным контаминантам пищевых продуктов и кормов. Они отличаются высокой токсичностью, а многие из них обладают мутагенным, тератогенным и

канцерогенным свойствами. В настоящее время известно более 250 видов различных микроскопических (плесневых) грибов, продуцирующих около 100 токсичных метаболитов, являющихся причиной алиментарных токсикозов человека и сельскохозяйственных животных. К микотоксикозам относятся:

1. Эрготизм.

2. Фузариотоксикозы:

а) алиментарно-токсическая алейкия (АТА) — споро-ротрихиеллотоксикоз;

б) отравление "пьяным хлебом" — фузариограминиеротоксикоз;

в) отравление "красной плесенью" — фузариони-валетоксикоз.

3. Афлатоксикозы.

4. Охратоксикоз.

5. Кардиальная форма бери-бери.

*Эрготизм* (злая корча, "огонь святого Антония") — заболевание, возникающее при употреблении продуктов из зерна, содержащего примесь гриба *Claviceps purpurea*.

Токсичной для человека является покоящаяся (склероциальная) стадия грибов, известная под названием "рожки спорыньи", которые выделяются по своим размерам и темно-фиолетовой окраске. Действующим началом спорыньи являются алкалоиды лизергиновой кислоты (выделено 23, среди которых эргометрин и эрготамин) и клавиновые производные (19). Токсические вещества устойчивы к нагреванию и сохраняют токсичность после выпечки хлеба. Длительное хранение не инактивирует токсических свойств спорыньи.

Массовые вспышки эрготизма, известные с далекой древности, уносили десятки тысяч жизней. Так, в 1129 г. в Париже погибло от эрготизма около 14 тыс. жителей.

Заболевание может протекать в острой и хронической форме.

Острая форма может развиваться после однократного приема злаков. Это судорожная или конвульсивная форма, проявляющаяся поражением центральной нервной системы и острым гастроэнтеритом. Может закончиться летально. У больных появляются тонические судороги, головокружение,

парестезии. В тяжелых случаях наблюдаются галлюцинации, расстройство сознания, эпилептиформные судороги. Отсюда название — злая корча. При выздоровлении могут наблюдаться парезы, атрофия мускулатуры, контрактуры сгибателей рук и ног.

Употребление зерновых продуктов в течение 10-20 дней может привести к хронической форме эрготизма, которая характеризуется поражением сосудисто-нервного аппарата и развитием гангрены. В клинике при гангренозной форме наблюдается: побледнение, затем посинение кожных покровов, образование некротических очагов, сопровождается сильными болями в пораженных участках. При конвульсивной форме в случаях хронического течения заболевания поражение желудочно-кишечного тракта не отмечается. Могут быть и смешанные формы течения.

В настоящее время это заболевание практически исчезло. Однако при определенных условиях локальные вспышки могут возникать, о чем свидетельствует случай эрготизма в одной из стран Центральной Африки в 1981-82 гг. Этому способствовали 3-летняя засуха, неурожай и голод. В нескольких населенных пунктах района стихийного бедствия при осмотре зерна (ячменя) было выявлено тотальное его поражение склероциями спорыньи. У больных наблюдалась различная степень гангренозных изменений нижних, а иногда и верхних конечностей.

*Фузариотоксикозы. АТА — алиментарно-токсическая алейкия* — заболевание, возникающее при употреблении изделий из зерна, зараженного грибами *Fusarium sporotrichiella*. До последнего времени считали, что заболевание возникает при употреблении перезимовавшего зерна. Сегодня мы говорим о зерне, которое было поздно убрано из-за погодных условий, а также хранилось в условиях повышенной влажности, при которой возможно размножение этих микроскопических грибов.

Первые описания заболевания без указания на причину относятся к 1851 г.

На территории стран СНГ АТА впервые обнаружена в 1932-1933 гг. в

Казахстане, в 1934 г. — в Свердловской и Челябинской областях, Башкирии, Западной Сибири, Казахстане и Киргизии, в 1935 г. — в Саратовской области, в 1942 г. — в Алтайском крае, в 1942 г. — в Молотовской, Кировской и Чкаловской областях, в 1943 г. — в Саратовской области и Казахстане, в 1944 г. — Чкаловской области и Казахстане, с 1951 по 1954 гг. — единичные случаи в разных районах страны.

Типичная форма АТА или септической ангины связана с длительным употреблением зерновых продуктов, содержащих споротрихиеллотоксин. Атипичная форма может протекать остро. После однократного приема продуктов через 5-10ч происходит поражение центральной нервной системы, возникают вегетативные расстройства из-за поражения гипоталамической области с летальным исходом в течение первых суток.

Типичная форма заболевания протекает в 4 стадии.

#### **Первая стадия АТА — острые симптомы интоксикации.**

Сразу или через несколько часов после приема в пищу изделий из токсичного перезимовавшего зерна могут появиться симптомы местного и общего характера.

**Местные явления:** жалобы на горький вкус во рту, одеревенение языка или его опухание, жжение в полости рта, саднение в зеве и глотке, боль при глотании. При осмотре: гиперемия, отечность и мелкие кровоизлияния мягкого и твердого неба, очаговый или сплошной белый налет на слизистой оболочке щек, десен, обложенный язык.

**Общие симптомы:** слабость, недомогание, ломота в теле, потливость, плохой сон, состояние опьянения. Эти симптомы могут быть слабо выражены и тогда их выявляют ретроспективно. Через 3-5 дней эти симптомы проходят.

**Вторая стадия — лейкопеническая.** Длительность этой стадии АТА различна: 2-3 недели, реже — 6-8 недель, иногда до 3-4 месяцев. Зависит от реактивной способности человека, токсичности и количества съеденного зерна.

Эта стадия протекает со слабовыраженными клиническими проявлениями: слабость, вялость, быстрая утомляемость, учащение пульса.

Кожа бледная, сухая, землистого оттенка, зрачки расширены. Основные изменения наблюдаются со стороны кроветворения: лейкопения, нейтропения с относительным лимфоцитозом; эритропения и тромбоцитопения.

При своевременно принятых мерах — изъятии продуктов, пораженных токсином, и госпитализации больных — наступает выздоровление.

### **Третья стадия АГА — ангинозно-геморрагическая.**

Из названия видно, что она характеризуется резко выраженными симптомами: ангина (от катаральной до гангренозной), высокая температура, петехиальная сыпь ярко-красного или темно-вишневого цвета, кровотечения любой локализации, тахикардия (пульс 100 уд./мин).

В крови нарастают гранулопения, нейтропения и относительный лимфоцитоз до 80% и выше. Токсическая зернистость оставшихся гранулоцитов может достигать 100%. СОЭ ускоряется до 40 мм/ч. Число эритроцитов может падать до 2,5-2,0 млн., гемоглобин — ниже 40%. Количество тромбоцитов снижается до 80-20 тыс. (кровотечения появляются при 50 тыс.). Свертываемость крови и ретракция кровяного сгустка замедлена, поэтому с кровотечениями трудно бороться. Летальность высокая, если ангинозный процесс длится 1-2 недели. При распознавании болезни в этой стадии заболевание переходит в 4-ю стадию, когда происходит выздоровление или развиваются осложнения.

### **Четвертая стадия АГА — восстановление и возможные осложнения.**

Эта стадия длится 10-14 дней. За этот период некротические очаги и геморрагические явления претерпевают обратное развитие, температура падает литически. Остаточные явления интоксикации могут оставаться долго, если присоединяются осложнения: гастроэнтерит, гепатит, нарушения ЦНС, нагноительные процессы в легких и других органах.

Данные о регенерации кроветворения противоречивы: иногда в течение нескольких дней наступает увеличение количества лейкоцитов в 5-10 раз, чаще этот период затягивается до 1-1,5 месяцев. Эритро-поэз восстанавливается быстрее, чем тромбоцитопо-эз, который восстанавливается через 4,5-6 месяцев.

СОЭ восстанавливается через 1-1,5 месяца.

*Отравление "пьяным хлебом"*. Это заболевание людей и животных связано с употреблением зерновых культур, пораженных грибами рода *Fusarium*. Впервые было описано в 1882 г. на Дальнем Востоке Н.А. Пальчевским под названием "пьяный хлеб", "опьяняющая рожь", "ячмень ядовитый". Подобные заболевания имели место в Швеции в 1883 г., Финляндии, Северной Америке и Германии от завезенных из Америки партий пораженного зерна.

М.В. Воронин, изучив в 1888 г. микрофлору болезнетворного зерна, выделил *Fusarium graminearum* и другие грибы.

После приема в пищу продуктов, главным образом хлеба, у людей появляются: слабость, чувство тяжести в конечностях, затем дрожь и скованность походки, потеря работоспособности. Позднее характерны резкие головные боли, головокружение, рвота, боли в области живота, понос. В тяжелых случаях наблюдается потеря сознания, обморок. **Спустя сутки** у человека возникает состояние, аналогичное тяжелому опьянению.

В последние годы установлено, что и другие виды грибов рода *Fusarium* (*F. moniliforme*) могут продуцировать на зерновых культурах метаболит зеараленон ( $F_2$ ), обладающий эстрогенным действием (у крупного рогатого скота — аборт, бесплодие, у птиц — нарушение яйценоскости).

*Отравление "красной плесенью"* — *фузарионивалетоксикоз* — тяжелое заболевание людей, наблюдаемое при употреблении продуктов из пшеницы, ячменя и риса, пораженных "красной плесенью". Впервые описано в Японии. Заболевание сопровождается тошнотой, рвотой, диареей, головными болями, судорогами. Из пораженного зерна выделены микотоксины: ниваленол, фузаренон-Х, ниваленол-диацетат.

**Афлатоксикозы** — алиментарные заболевания у птицы, рыб и животных, связанные с употреблением контаминированных афлатоксинами кормов. Афлатоксины вырабатываются грибами-аспергиллами, некоторые (стеригматоцистины, обладающие канцерогенным действием) вырабатываются

и пенициллами.

Токсичность *A. flavus* для свиней была установлена в 1957 г. Buruside с авторами. Расширились исследования в Англии, когда в 1961 г. возникла массовая гибель (до 100 тыс.) индюшат. Причиной заболевания явилось вскармливание птицы кормами с включением арахиса, пораженного *A. flavus link*, содержащего афлатоксин В<sub>1</sub> в концентрации 10 мг/кг.

Афлатоксикоз протекает в острой и хронической форме.

Острая форма заболевания проявляется симптомами поражения желудочно-кишечного тракта: потеря веса из-за диареи, некроз и жировая инфильтрация печени, поражение почек и нейроинтоксикация, судороги, нарушение координации и парезы. В клинике множественные геморрагии и отеки. Афлатоксины являются гепатотропными ядами и при хронической интоксикации развивается цирроз печени и гепатома — первичный рак печени.

В странах тропической зоны чаще встречается первичный рак печени. Так, в одном из округов Уганды первичный рак печени встречается с частотой 15 случаев на 100 тыс. населения, а из 105 образцов пищи в 44% обнаружены афлатоксины в концентрации до 1000 мкг/кг массы продукта.

*Действие афлатоксинов на человека.* Острые афлатотоксикозы у людей наблюдаются редко, они связаны с высокими концентрациями афлатоксинов в пище (от 0,2 до нескольких мг/кг). В Сенегале причиной заболевания у детей явилась арахисовая мука, содержащая афлатоксин В<sub>1</sub> в концентрации 1 мг/кг. В Индии дети в возрасте от 1,5 до 5 лет получали при лечении синдрома белковой недостаточности — квашиоркора — арахисовую муку (0,3 мг/кг). Средняя суточная доза токсина составляла 1,1 мкг/кг массы тела. У детей развился острый гепатит. Например, у 1,5-летнего мальчика после его гибели в печени были обнаружены изменения, характерные для афлатоксикоза. Описан случай гибели 15-летнего мальчика от острого гепатита, употреблявшего маниоку, содержащую афлатоксин В<sub>1</sub> в концентрации 1,7 мг/кг. Убедительна вспышка токсического гепатита в северозападных районах Индии в 1974 г. Заболевание характеризовалось подострым началом с лихорадкой, последующей быстрой

желтухой (98% случаев) и асцитом. Путем биопсии и аутопсии выявлена характерная пролиферация желчных протоков. Смертность среди заболевших была высокой. Анализ продуктов показал, что причиной явилась кукуруза, содержащая афлатоксин В<sub>1</sub> в концентрации 15,6 мкг/кг. Человек в сутки получал от 2 до 6 мг, что составляло до 120 мкг/кг массы тела в сутки.

Описаны случаи воздействия афлатоксинов в производственных условиях. В одном из случаев у 7 из 55 работающих на переработке арахиса и других масличных культур развивался рак различной локализации (период наблюдения — 11 лет, период воздействия — 2-3 года). Концентрация афлатоксинов в воздухе была в пределах 0,37-72 мг/м<sup>3</sup>. Описаны 2 случая легочного аденоматоза с летальным исходом у лиц, работающих с бразильским арахисом. И, наконец, имеется описание обнаружения карциномы толстого кишечника у двух научных работников, в течение ряда лет занимавшихся выделением и очисткой афлатоксинов для научно-исследовательской работы.

Основными производителями арахиса (70%) являются страны Азии и Африки, для населения которых он является главным источником пищевого белка и масла. В Индии, на долю которой приходится 1/3 мирового производства арахиса, от 10 до 40% образцов арахиса и 82% образцов арахисового шрота, анализированных в 1965-67 гг., содержали афлатоксины в значительных количествах (отдельные пробы до 25000 мкг/кг массы). В Таиланде контаминация аф-латоксином арахиса: в 49% образцов; средний уровень — 1000 мкг/кг, максимальный — 12300 мкг/кг.

Другие виды продуктов, часто содержащие афлатоксины:

**Кукуруза.** США производят 40% мирового производства. В 1969-70 г. 30% образцов содержали афлатоксины в среднем 66 мкг/кг. Сильная засуха является причиной высокой контаминации. В 1977 г. в штате Северная Каролина 78% образцов кукурузы содержали афлатоксины (максимальная концентрация — 3600 мкг/кг). Ущерб составил 16 млн. долларов вследствие невозможности использования урожая.

**Рис.** 90% этого продукта производится в странах, расположенных в

"муссонной" зоне Азии. Максимальный уровень контаминации афлатоксинами риса в естественных условиях — 600 мкг/кг.

Особо следует отметить возможность появления афлатоксинов в **продуктах животного происхождения**: в молоке, тканях и органах животных, получавших корм, загрязненный афлатоксинами в высоких концентрациях. Наиболее высокий уровень афлатоксина (до 250 мкг/л) выделили в 1973-74 г. в 50% проб коровьего молока в деревнях Ирана. Афлатоксины были обнаружены в сырах из ФРГ, Франции, Швейцарии (0,1-0,6 мкг/кг), Турции (до 30 мкг/кг). Важно подчеркнуть, что пастеризация молока и процесс высушивания не влияют на содержание в нем афлатоксина М<sub>1</sub>. В процессе получения сыра из контаминированного молока 50% афлатоксина М<sub>1</sub> определяется в творожной массе. При получении масла 10% афлатоксина переходит в сливки, 75% — остается в снятом молоке. В лабораторных условиях образование афлатоксинов в высоких концентрациях возможно на многих продуктах, зараженных токсигенными штаммами: винограде, персиках, яблоках, в соках, на масле, маргарине, мясе.

**Охратоксикоз.** Считают, что охратоксины, вырабатываемые аспергиллами (*A.ochraceus*) и пенициллами (*P.viridicatum*), обладают нефротическим действием, по степени токсичности близки к афлатоксинам. Охратоксины являются этиологическим фактором нефропатии свиней и домашней птицы. Они широко распространены в продуктах и кормах многих стран мира: рожь, ячмень, пшеница (10-27500 мкг/кг), бобы, кофе (20-360 мкг/кг). Охратоксины могут накапливаться в тканях животных: почках, печени, мышцах, а также экскретироваться с молоком. , Например, в Дании в почках свиней — 20 мкг/кг.

На основании длительных эпидемиологических исследований предполагают, что охратоксины являются причиной заболевания людей, известного под названием Балканской эндемической нефропатии.

**Кардиальная форма бери-бери.** В середине 50-х годов в Японии были зафиксированы случаи тяжелых алиментарных токсикозов, обозначенных

"болезнью желтого риса". Этиологическим фактором явилось поражение риса грибами рода *Penicillium citreo-viride*, вырабатывающими *цитреовиридин* — желтый пигмент, обладающий выраженными нейротоксическими свойствами. Вызывает параличи, нарушения ЦНС, дыхательной и сердечной или кардиальной формы бери-бери, когда в клинике нарушается проводящая система сердца и появляются отеки. Изъятие из употребления продукта, загрязненного этими грибами, приводит к выздоровлению.

**Профилактика микотоксикозов.** Разработка и осуществление профилактических мероприятий в отношении микотоксикозов затруднены тем обстоятельством, что многие из них изучены недостаточно. Исходя из этого, ВОЗ поставила перед медициной и сельскохозяйственной наукой следующие задачи:

1. Проводить широкие эпидемиологические исследования связи различных болезней невыясненной этиологии, особенно злокачественных новообразований, с уровнем пораженности продуктов питания микотоксинами.

2. Разрабатывать комплекс агротехнических мероприятий по предотвращению распространения токсичных грибов во внешней среде.

3. Проводить микологический контроль за зерном и мукой. По санитарному законодательству РФ содержание спорыньи в муке допускается не более 0,05%. Зерно, пораженное фузариозом до 3% (ГОСТ 1699-71), реализуется на общих основаниях, при большем загрязнении решается вопрос о его использовании.

4. В 1967 г. на совещании экспертов ВОЗ по вопросам микробиологических аспектов пищевой гигиены обсуждался вопрос о нормировании афлатоксинов в пище. Было бы идеальным иметь пищу, свободную от афлатоксинов. Такие требования предъявляются к продуктам детского питания. Для большинства продуктов рекомендована ПДК до 30 мкг/кг массы арахиса, маслянистых культур. В 1990 г. Япония установила у себя ПДК — 10 мкг/кг.

В нашей стране с 1980 г. установлена ПДК охратоксина А в кормах

свиней и птиц всех возрастов на уровне 50 мкг/кг. Для гарантированного получения чистых продуктов животноводства запрещено скармливать животным и птице корма, содержащие любые количества охратоксинов, в течение 10-дневного периода, предшествующего убою животных. В случаях выявления заболеваний у населения, вызванных микотоксинами, подозреваемые продукты конфискуются с заменой их на заведомо доброкачественные.

## Лекция 17

### Пищевые отравления немикробной природы и основные направления их профилактики

Пищевые отравления немикробной природы занимают небольшой удельный вес среди пищевых отравлений. На их долю приходится не более 1% этих заболеваний. Однако немикробные пищевые отравления отличаются, как правило, тяжелым течением и высокой летальностью, чем собственно и привлекают к себе внимание органов здравоохранения.

Данные группы заболеваний представлены: отравлениями ядовитыми растениями и тканями животных; отравлениями продуктами растительного и животного происхождения, ядовитыми при определенных условиях и отравлениями примесями химической природы.

**В первую группу входят** отравления: дикорастущими растениями (белена, дурман, болиголов, красавка, ядовитый вех, аконит, бузина и др.); семенами сорняков злаковых культур (софора, триходесма, гелиотроп и др.); ядовитыми грибами (бледная поганка, мухомор, сатанинский гриб и др.) и условно-съедобными грибами, не подвергнутыми правильной кулинарной обработке (груздь, волнушка, валуй, сморчки и др.), а также ядовитой морской рыбой, моллюсками и органами некоторых видов рыбы (маринка, усач, севанская хромупя, иглобрюх и др.).

Ядовитые свойства растений обусловлены наличием в их составе *алкалоидов, глюкозидов и сапонинов*. Описано большое количество ядовитых растений, однако наиболее часто встречаются отравления, вызываемые вехом ядовитым, болиголовом пятнистым, беленой, красавкой.

*Вех ядовитый.* Представляет собой многолетнее растение высотой до 1,25 метра с круглым толстым корневищем. Токсичность веха зависит от целого ряда факторов — сезона года, района произрастания и т.д. Наибольшую опасность представляет корневище веха в силу высокой токсичности, а также

благодаря тому, что его часто путают с корневищем петрушки и сельдерея (сходный запах). Главное действующее начало вежа ядовитого — *цикутоксин*, близкий по токсичности к *ботулотоксину* и *аманитотоксину*. Отравление развивается обычно через 30 мин, появляются боли в желудке, головокружение, тошнота, иногда рвота, понос. Отмечается обморочное состояние, скрежетание зубами, цианоз, холодный пот, затруднение дыхания, пенистое отделение слюны, иногда с кровью. Появляются судороги приступами, напоминающими эклампсию. Нарушается работа сердца, дыхание, кровяное давление падает. Смерть может наступить через 1,5-3 ч от паралича дыхания.

*Болиголов пятнистый*. Отравление происходит обычно при ошибочном использовании его листьев и корневища вместо съедобной петрушки. Ядовитое начало — алкалоид *кониин*, а в плодах также — *псевдоколгидрин*. Отравление протекает с преимущественным поражением центральной нервной системы, отмечаются судороги и параличи, а также нарушение чувствительности, в тяжелых случаях может наступить паралич дыхания и смерть от асфиксии.

*Белена и Красавка*. Отравления наблюдаются обычно в результате ошибочного принятия различных частей белены за съедобные растения: листьев — за лебеду, корня — за петрушку, семян — за просо. Ягоды красавки привлекают детей яркой окраской и сладковатым вкусом. Действующие начала этих растений общие — алкалоиды (*гиосциамин, атропин, скопо-ламин*).

Первые признаки отравления наблюдаются через час, а иногда даже через 10-20 мин. Симптоматика отравлений очень характерна. Наблюдается сухость во рту и глотке, хриплый голос, покраснение лица и сильное расширение зрачков, затем наступает психическое возбуждение, беспокойство, спутанность сознания, бред и галлюцинации (обычно зрительные). Наблюдается бессвязная речь, "пьяная" походка, кожная сыпь, повышение температуры, непроизвольная дефекация и мочеиспускание, иногда парез кишечника. Пульс частый, слабого наполнения. Дыхание сначала ускорено, затем замедленно и затруднено. В тяжелых случаях развивается кома, асфиксия, дыхание все более замедляется, сокращение сердца становится все реже и слабее. Смерть наступает от паралича

дыхания обычно в течение первых суток. При выздоровлении наблюдается полная амнезия.

Широко распространены в Африке, Азии, Океании, Латинской Америке отравления растением маниока, в котором содержится глюкозид, образующий с водой СЫН группы, обладающие высокой токсичностью. При сушке и варке СМН испаряется и продукт становится безопасным, однако для этого необходима длительная обработка.

**Профилактика отравлений этой группы** направлена на ограждение детей от возможности поедания ядовитых растений. Земельные участки детских учреждений и постоянных мест прогулок должны быть свободными от ядовитых растений. Для этого нужно производить перекапывание почвы, скашивание и вырывание ядовитых растений с последующим их уничтожением. Участки детских учреждений рекомендуется 2-3 раза в неделю осматривать и очищать от ядовитых растений.

При употреблении в пищу изделий из зерна, зараженного ядовитыми семенами некоторых сорных растений, наблюдаются пищевые отравления, носящие название *сорняковых токсикозов*.

В Средней Азии сорняковые токсикозы имели широкое распространение, что было связано с плохой очисткой семенного зерна, примитивными способами обработки посевных площадей и плохой очисткой их от сорных трав. Развитие крупного сельского хозяйства колхозов и совхозов, применение новых машинных методов обработки посевных площадей, использование высокосортного семенного зерна позволили прекратить распространение сорняковых токсикозов. В наше время они почти не встречаются. Из сорняковых токсикозов наибольшего внимания заслуживает гелиотропный токсикоз и триходесмо-токсикоз.

*Гелиотропный токсикоз (токсический гепатит)* — заболевание, развивающееся при длительном употреблении в пищу изделий из зерна, засоренного семенами гелиотропа опушенноплодного. Заболевание по клинике принято разделять на три периода. **В первом периоде** имеют место

диспептические нарушения: отсутствие аппетита, тошнота, боли в эпигастральной области, а также вздутие живота, иногда понос, печень плотная, увеличенная, часто болезненная при пальпации. Температура обычно нормальная. Этот период болезни длится от нескольких дней до 2-3 месяцев.

**Во втором периоде** наблюдается общая слабость, исхудание, уменьшение выделения мочи, часто повышение температуры. Печень остается увеличенной. Важным симптомом является увеличение живота и появление асцита. Длительность второго периода заболевания 2-4 месяца.

**Третий период** протекает различно. В легких и средних по тяжести случаях отравлений отмечается медленное улучшение состояния здоровья, хотя остаточные явления со стороны печени сохраняются еще долго. В тяжелых случаях усиливается функциональная недостаточность печени, приводящая к смерти при явлениях печеночной комы. В этот период наступает атрофия печени — она резко уменьшается в размере, присоединяется желтуха, повышается количество уробилина в моче.

Токсическое действие семян гелиотропа обусловлено содержанием в них комплекса алкалоидов, из которых наиболее известны: циноглоссин, вызывающий параличи, а также гелиотрин и лазиокарпин, являющиеся гепатотропными ядами.

*Триходесмотоксикоз (местный энцефалит)* возникает при использовании в питании изделий из зерна, засоренного семенами седой триходесмы. Седая триходесма — многолетнее растение, семена которого содержат алкалоиды: *инканин, триходесмин* и *α-оксид инканин*.

При отравлении семенами триходесмы наблюдается тошнота, рвота, увеличение печени. Как правило, резко понижается артериальное давление (до 55 и 80 мм рт.ст.), со стороны крови отмечается понижение процента гемоглобина, уменьшение числа эритроцитов, относительный лимфоцитоз, уменьшение ретикулоцитов и увеличение эозинофилов.

Резкие изменения наблюдаются со стороны нервной системы. При медленном развитии болезни появляется общая слабость, разбитость, боли в

мышцах, головная боль, головокружение, тошнота, рвота. Иногда наступает внезапная потеря речи, отнимаются руки и ноги, часто эпилептиформные припадки. Вообще симптоматика этого заболевания чрезвычайно многообразна. В частности, могут наблюдаться симптомы бульбарных парезов и параличей.

При легкой форме заболевание может ограничиваться несколькими днями выраженных мозговых расстройств и последующим удовлетворительным состоянием. Однако возможны рецидивы (на 2-3 дня) через 15-30 дней.

При тяжелых формах течение болезни волнообразное, длительное, требующее нескольких месяцев ухода и лечения.

Токсикозы могут вызывать и другие сорные травы — софора, куколь, вика, дурман.

**Профилактика пищевых отравлений ядовитыми семенами сорных трав** заключается в тщательной очистке семенного зерна, своевременной прополке посевов от сорных трав, ранней и быстрой уборке посевов, т.к. сорную траву созревают позже. При первых признаках заболеваний должна производиться конфискация загрязненного зерна и его замена на доброкачественное. Важным профилактическим мероприятием является запрещение использования с пищевой целью "сечки" (дробленого зерна, образующегося при уборке зерна комбайнами), т.к. в "сечке" постоянно содержатся семена сорных трав, причем удалить их обычно не представляется возможным. В последнее время для предварительного уничтожения сорных трав с успехом применяются химические вещества — гербициды. Например: 2,4-дихлор-фенокси-уксусная кислота 2,4,5-трихлор-фенокси-уксусная кислота и мурбетол, трихлорацетат натрия.

**Среди многочисленных видов грибов** наиболее часто пищевые отравления вызывают *строчки, бледная поганка и мухоморы.*

*Строчки.* Строчки, несмотря на свои ядовитые свойства, употребляются в пищу. Однако для этого они должны быть подвергнуты варке с последующим

удалением отвара. В процессе отваривания происходит выщелачивание водой *гельвеловой кислоты*, представляющей токсическое начало строчков. В случаях неправильного приготовления строчков развивается пищевое отравление. Инкубационный период составляет около 8 ч., затем появляется тошнота, боли в подложечной области, неукротимая рвота, общая слабость, желтуха (в силу того, что *гельвеловая кислота* обладает гемолитическим и гепатотропным действием). Летальность достигает 30%.

*Бледная поганка.* Отравления грибами этой группы отличаются очень высокой летальностью (до 90%). Наиболее часто страдают дети, так как они отличаются повышенной чувствительностью к токсическим веществам бледной поганки, из которых наиболее хорошо изучены —  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ -аманитины и *фалло-дин*. Отравление характеризуется острым желудочно-кишечным расстройством, нередко холероподобного характера, сопровождается неукротимой рвотой, поносом (вследствие чего происходит обезвоживание организма), увеличением печени, болями в подложечной области, желтухой, анурией, развивается коматозное состояние, во время которого может наступить летальный исход.

*Мухоморы.* Эти грибы характеризуются яркой броской окраской, чем привлекают внимание детей. При отсутствии надлежащего контроля со стороны взрослых дети могут подвергнуться отравлению этими грибами. Токсическим началом мухоморов является алкалоидоподобное вещество — *мускарин*. Отравление проявляется через 1-6 ч и сопровождается слюнотечением, рвотой, поносом, сужением зрачков, в тяжелых случаях — бредом и судорогами. Летальные исходы при этих отравлениях отмечаются редко.

**Профилактика отравлений грибами** сводится к упорядочению сбора грибов, их переработки и продажи. Собирать можно только заведомо съедобные грибы. На заготовительных грибных пунктах от сборщиков необходимо принимать только сортированные грибы. Переработку грибов и изготовление грибных полуфабрикатов на государственных предприятиях

следует проводить по утвержденным стандартам и правилам. Пластинчатые грибы подвергаются только засолке и маринованию с предварительным отвариванием в подсоленной воде в течение 5-7 минут и промыванием в проточной воде. Нельзя пластинчатые грибы сушить и готовить из них икру.

На рынках для торговли грибами необходимо выделить специальное место. Запрещается продажа смеси грибов; они должны быть рассортированы по видам. Пластинчатые грибы нужно продавать с ножками; в противном случае трудно установить принадлежность их к отдельным видам. Не разрешается продавать грибные салаты, икру и другие грибные продукты в измельченном виде.

*Отравления ядовитыми продуктами животного происхождения.*

Отравления ядовитыми животными тканями встречаются редко. Они связаны с употреблением в пищу ядовитых тканей рыб, моллюсков и желез внутренней секреции убойных животных.

*Отравления ядовитой рыбой* чаще всего наблюдаются в островных государствах, тропической части Индийского и Тихого океана. Отравления вызывают некоторые виды рыбы, обитающей на коралловых рифах. Токсическими свойствами обладают и некоторые виды тропических моллюсков, а также морских черепах, обитающих у Филиппинских островов, Индонезии и Шри Ланки.

Известны отравления рыбой *маринкой*, распространенной в Средней Азии в озерах Балхаш, Иссык-Куль и др. Мясо (мышцы) маринки безвредны. Ядовитыми свойствами обладают икра и молоки, и, по некоторым данным, брюшина. Помимо маринки, ядовитые свойства икры и молоко имеют *когак*, или *севанская хромуля*, *усач*, сротночелюстные рыбы — *иглобрюхие* др. Химическая природа и характер токсического начала икры и молоко этих рыб не выяснены. Из желез внутренней секреции убойных животных опасность представляют блюда из *надпочечников* и *поджелудочной железы* с большой концентрацией веществ высокой биологической активности. Другие эндокринные железы (семенники, зубная железа) являются съедобными.

**Пищевые отравления продуктами, ядовитыми при определенных условиях,** встречаются очень редко. В эту группу входят отравления продуктами растительного (пектины сырой фасоли, амигдалин ядер косточковых плодов, фагин буковых орехов, соланин картофеля) и животного (ткани рыб, мидии, пчелиный мед) происхождения.

*Лектины.* Лектины сырой фасоли представляют собой *токсальбумины* — гемагглютинирующие вещества. Они разрушаются и теряют токсические свойства при интенсивном прогревании. Поскольку фасоль не едят в сыром виде, а подвергают достаточно долгой термической обработке, с потреблением фасоли, как таковой, пищевые отравления не связаны. Возникновение отравлений возможно при использовании в питании фасолевого теста и пищевых концентратов в случае недостаточной термической обработки. Отравление проявляется диспепсическими явлениями различной интенсивности. Профилактика отравлений фазином сводится к введению в технологический процесс приготовления фасолевого концентрата приемов термической обработки, надежно инактивирующих фазины.

*Амигдалин.* Горький миндаль и горькие ядра косточковых плодов содержат гликозид *амигдалин*, который при гидролизе отщепляет синильную кислоту. В горьком миндале содержание амигдалина составляет 2-8 %. Высоким содержанием амигдалина характеризуются ядра косточек абрикосов и персиков (4-6 %).

В легких случаях отравление проявляется головной болью и тошнотой. В тяжелых случаях наблюдаются цианоз, судороги, потеря сознания. Небольшое количество очищенных абрикосовых горьких ядер (примерно 60-80 г) может вызвать смертельное отравление. Возможны отравления амигдалином (синильная кислота) при потреблении жмыхов, остающихся в процессе производства персикового и абрикосового масла. Применение горького миндаля в кондитерском производстве подвергается ограничению. Ограничивается также длительное настаивание косточковых плодов в производстве алкогольных напитков. Употребление варения из косточковых

плодов неопасно, так как в процессе варки фермент теряет активность и синильная кислота не образуется. Продажа косточек абрикосов и персиков не должна допускаться. Их следует использовать только для получения масла.

*Фагин.* Фагин является действующим началом буковых орехов (*Fagus silvatica*). Отравление вызывают только сырые орехи. Под влиянием термической обработки токсическое начало буковых орехов инактивируется. В связи с этим прожаренные орехи или орехи, используемые в кондитерском производстве в изделиях, подвергаемых термической обработке, опасности не представляют. Химическая природа токсического начала буковых орехов (фагин) не выяснена. Отравления сырыми буковыми орехами проявляются общим плохим самочувствием, головной болью, тошнотой, дисфункцией кишечника.

Согласно существующим законоположениям буковые орехи допускаются к использованию в кондитерской промышленности при условии их термической обработки при температуре 120-130°C не менее 30 мин.

*Соланин.* Содержащийся в картофеле соланин по свойствам близок к сапонинам и глюкозидам и является гемолитическим ядом. Соланин входит в состав зрелого картофеля в количестве от 0,002 до 0,01 % (иногда в норме содержание его достигает 0,02 %). Наибольшее количество соланина (0,03-0,064 %) содержится в кожуре.

Резко увеличивается содержание соланина в случаях прорастания или позеленения картофеля (в результате хранения на открытом воздухе). Количество соланина в ростках проросшего картофеля достигает 0,42-0,73 %.

Отравления соланином картофеля редки, так как основные его количества удаляются с кожурой. Возможность отравления повышается в случаях потребления большого количества проросшего картофеля, сваренного с кожурой. Токсические свойства соланина относительно невелики. Для человека дозой, способной вызывать отравления, является 200-400 мг соланина. Отравление соланином сопровождается тошнотой, рвотой и дисфункцией кишечника. При употреблении в пищу картофеля, содержащего повышенное

количество соланина, отмечают горьковатый вкус и царапающее ощущение в зеве.

***Отравление тканями рыб.*** Эти отравления наблюдаются преимущественно при употреблении икры, молок и печени, приобретающих токсические свойства в период нереста рыб и в связи с изменением планктона, служащего их питанием.

Отравления, связанные с потреблением икры или молок некоторых видов рыб, известны давно. При полной безвредности мышечной ткани употребление в пищу половых продуктов приводит к отравлениям, сопровождающимся явлениями острого гастроэнтерита, который иногда принимает холероподобное течение.

В отдельные периоды нереста ядовитые свойства могут приобретать икра, молоки и печень налима, щуки, окуня и скумбрии.

***Отравления моллюсками (мидиями).*** В нашей стране зарегистрированы отдельные случаи отравления мидиями (митилизм). Установлено, что мидии приобретают ядовитые свойства только в летнее время, когда одноклеточные планктонные микроорганизмы (динофлагеллаты), которыми питаются мидии, размножаются особенно быстро.

Яд, который содержится в этих простейших организмах, очень сильный, оказывает нейротоксическое действие. Заболевшие вначале отмечают общую слабость, тошноту, головокружение, затем онемение лица, губ, языка, затруднение дыхания, парезы. Зрачки у больных расширены, появляются беспокойство, чувство мучительного страха. Выздоровление наступает медленно. Наблюдаются смертельные исходы в связи с параличом дыхательного центра.

Профилактика митилизма: при обнаружении размножения динофлагеллатов (красное окрашивание моря и ночная люминесценция) в местах обитания мидий, лов их должен быть немедленно прекращен.

***Отравления пчелиным медом.*** Отравление может вызвать пчелиный мед, собранный пчелами с таких ядовитых растений, как багульник болотный,

белена, дурман, рододендрон и азалия. Отравления характеризуются многообразием симптоматики, что зависят от действующего начала ядовитого растения, с которого пчелами собран нектар. Заболевание протекает остро. В целях профилактики таких отравлений пасеки рекомендуется размещать в местах, свободных от произрастания ядовитых растений.

Возможны также отравления мясом и печенью акул, печенью и почками белого медведя. Эти отравления являются, по сути, гипервитаминозами А, так как в указанных органах содержится очень большое количество данного витамина.

*Отравления примесями химических веществ* могут быть связаны с включением этих веществ в "пищевую цепочку" и накоплением в продуктах питания в качестве чужеродных веществ или с их поступлением в пищу в процессе ее переработки и приготовления в результате миграции из оборудования, инвентаря, тары и упаковочных материалов.

В настоящее время в пищевой промышленности используются сотни наименований различных синтетических материалов, в той или иной степени контактирующих с продуктами питания. Среди них: многочисленные марки различных клеев, лаков, лакокрасочных покрытий, прессматериалы для производства посуды пищевого назначения, различные пленки (полиамидная, полиацетатная, полиэтиленовая), поливинилацетат, полистиролы, различные резиновые смеси, ионообменные смолы, органическое стекло, фторопласты, целлофан различных марок, многочисленные эмали для покрытия оборудования и тары и др. Все эти синтетические материалы пищевого контактирования допускаются к практическому внедрению только с разрешения Главного санитарно-эпидемиологического управления Министерства здравоохранения.

Из кухонной посуды, аппаратуры, тары и упаковочных пленок в пищу чаще всего могут перейти соли тяжелых металлов (медь, цинк, свинец и др.) и различные органические вещества.

*Свинец.* Вызывает хронические отравления, которые возникают при

длительном использовании некачественной посуды для изготовления и хранения пищи — варенья, ягод, маринадов, солений и т.д. Заболевания обычно носят семейный характер.

Явления свинцового отравления (плюмбизм) развиваются очень медленно. Самочувствие человека долгое время остается удовлетворительным. Затем появляются общая слабость, головокружение, головная боль, неприятный вкус во рту, к которым присоединяются тремор конечностей, потеря аппетита, снижение массы тела, упадок сил. В более поздних стадиях у пострадавших на деснах обнаруживают голубовато-серую "свинцовую кайму", возникающую вследствие образования сернистого свинца. Сернистый свинец образуется в результате соединения выделяющегося через слизистые оболочки десен свинца с сероводородом — продукт разложения остатков белковой пищи между зубами.

Сравнительно рано появляются свинцовые колики и запор. В связи с действием соединений свинца на кровь у пострадавших наблюдаются выраженные явления анемии.

Профилактика включает меры по предупреждению попадания свинца в пищу. Чаще всего (особенно в прошлом) соединения свинца поступали в пищу из глиняной глазурованной посуды кустарного производства. С 1934 г. с целью профилактики таких отравлений кустарные артельные мастерские снабжают высококачественной готовой сплавленной (фриттированной) глазурью с содержанием не более 12% химически прочно связанного свинца (вместо 40-60% свинца в глазури, изготовлявшейся кустарным способом). Глазурь фарфоровых изделий не содержит свинца, поэтому их использование безопасно, в том числе и для хранения кислых продуктов.

Наблюдались также случаи попадания свинца в пищу из луженой кухонной посуды, аппаратуры, консервных банок. Во избежание таких отравлений в олове, используемом для лужения пищеварных котлов, содержание свинца допускается не более 1%. В оловянных покрытиях консервной жести содержание свинца не должно превышать 0,04 %. Внедрение

в пищевую промышленность новых видов жести, покрытых специальными лаками, является радикальной мерой предупреждения попадания в консервы свинца. Не менее важно не допустить использование низкокачественных эмалей и красок, содержащих свинец, для покрытия поверхностей аппаратуры, посуды, тары и др.

*Соли меди и цинка.* В отличие от соединений свинца соли меди и цинка вызывают только острые отравления. Последние возникают при неправильном использовании медной и оцинкованной посуды.

Соли меди и цинка из желудочно-кишечного тракта в кровь почти не всасываются, поэтому выраженного общего действия на организм не оказывают. Симптомы отравления связаны с местным раздражающим действием на слизистую оболочку желудка. Обычно проявляются не позже 2-3 ч после приема пищи, а при больших концентрациях меди и цинка в пище уже через несколько минут начинается рвота, появляются коликообразные боли в животе, к которым присоединяется понос. Ощущается металлический привкус во рту. Выздоровление наступает в течение суток.

Для предупреждения отравлений солями меди необходимо всю медную кухонную посуду подвергнуть лужению оловом, содержащим не более 1% свинца. Медную аппаратуру и посуду без полуды можно использовать только на предприятиях консервной и кондитерской промышленности, но при условии строгого соблюдения санитарных правил (быстрое освобождение медных емкостей от изготовленной продукции, тщательное немедленное мытье и протирание до блеска рабочей поверхности).

Меры профилактики отравлений солями цинка направлены на предупреждение использования оцинкованной посуды не по назначению. Не допускаются хранение пищевых продуктов и изготовление пищи в такой посуде. Оцинкованная посуда может применяться только для кратковременного хранения воды и в качестве уборочного инвентаря.

*Олово.* Вопрос о токсичности олова нельзя считать решенным. По-видимому, олово, поступавшее в организм даже в большом количестве, не

обладает токсическими свойствами. Однако при введении в пищеварительный тракт больших количеств олова возможны нарушения ферментативных процессов и расстройства пищеварения. Основанием для нормирования олова в пищевых продуктах является главным образом то, что в нем всегда присутствует некоторое количество свинца. Согласно действующим законоположениям в жести консервных банок допускается содержание олова до 200 мг на 1 кг продукта. Эффективной мерой ограничения поступления олова в консервированные продукты является замена оловянных покрытий жести на устойчивые к коррозии покрытия.

*Полимерные материалы (пластмассы).* Полимерные материалы находят все более широкое применение в пищевой промышленности, общественном питании и торговле. Пластмассы используются для изготовления посуды, тары, упаковки, трубопроводов, деталей машин и оборудования, холодильников, термостатов и др.

Наряду с положительными, изделия из пластмасс имеют и отрицательные свойства. Опасность представляют не полимерная основа, а добавки (стабилизаторы и антиоксиданты, пластификаторы, красители), незаполимеризованные мономеры. Остаточное количество мономеров не должно быть более 0,03-0,07%. Отрицательным моментом полимерных материалов является также то, что со временем они подвергаются деструкции, старению.

С целью профилактики отравлений органическими соединениями полимерных материалов, мигрирующих в пищу, необходимо соблюдать правила пользования посудой и изделиями из них. Например, нельзя хранить растительное масло в пластмассовой фляге для воды. Во избежание опасных последствий посуду из пластмассы нужно использовать для хранения только тех продуктов, для которых она предназначена.

Вопросу о возможном влиянии чужеродных веществ, включающихся в "пищевую цепочку" и накапливающихся в пищевых продуктах, будет посвящена отдельная лекция.

И, наконец, несколько слов об отравлениях не установленной этиологии. По состоянию на сегодняшний день в эту группу включено одно заболевание — *Алиментарная проксимально-токсическая миоглобинурия*, или Гаффская, Юксовская, Сартландская болезнь. Все эти названия относятся к одному и тому же заболеванию, наблюдаемому в России и Швеции и связанному с использованием в пищу таких видов рыбы, как щука, окунь, судак, а также мелкой озерной рыбы. Заболевания возникают внезапно в Районе определенного озера (например, Сартленскече озера в Новосибирской области), продолжаются неопределенное время и затем также внезапно прекращаются на несколько лет или даже десятилетий. Обычно предвестником таких заболеваний является обнаружение вокруг данного озера трупов мелких животных — лисиц, песцов, собак, кошек и др.

Заболевание начинается внезапными приступами острых мышечных болей, настолько сильных, что больной полностью теряет подвижность. Продолжительность приступа — 2-4 суток. Приступы могут повторяться 3-7 раз через неопределенные сроки. У больных во время приступа отмечается изменение окраски мочи в бурый и коричневый цвет вследствие вымывании миоглобина из мышечной ткани и выведения его из организма с мочой. Летальность при отдельных вспышках заболеваний достигает 2%. Смерть наступает обычно от асфиксии вследствие поражения мышц диафрагмы и межреберных мышц или в результате почечной недостаточности вследствие забивания миоглобином почечных клубочков.

Заболевание протекает при нормальной температуре и отсутствии каких-либо воспалительных явления. В основе заболевания лежат некротические процессы в мышцах (восковидный некроз мышечных волокон), а также нарушения функции почек и поражение центральной нервной системы.

Химический состав и структура ядовитого начала, вызывающего данное заболевание, пока не установлена. Приобретение ядовитых свойств рыбой связывают с изменением свойств и характера фитапланктона, которым она питается. Существует и ряд других теорий. В частности, поступление в воду и кумуляция водными растениями селена и его производных, В<sub>1</sub> - авитамикозная теория и др. Однако достоверно доказанной причины этого заболевания пока

нет.

## Лекция 18

### Гигиенические требования к планировке, строительству и функционированию лечебно-профилактических учреждений разного профиля

Для успешного лечения больных недостаточно одних лекарственных назначений и лечебных процедур. Прежде всего в лечебных учреждениях необходимо создать оптимальные гигиенические условия, которые обычно называют лечебно-охранительным режимом. Без создания таких условий трудно ожидать большого оздоровительного эффекта в процессе лечения больных.

Создание оптимальных показателей внешней среды в больницах включает в себя:

- а) благоприятный микроклимат в помещениях;
- б) отсутствие загрязнения воздуха;
- в) достаточную инсоляцию и освещенность помещений;
- г) устранение шума;
- д) создание обстановки покоя, удобства и благоприятных эстетических впечатлений.

Кроме того, в больницах должна быть устранена возможность распространения внутрибольничных инфекций, а также созданы хорошие условия для безопасной и эффективной деятельности персонала (сокращение времени по уходу за больными, защита персонала от неблагоприятного действия различных излучений и т.д.).

Создание таких оптимальных гигиенических условий в больницах зависит от следующих факторов:

- 1) системы строительства больниц;
- 2) обеспеченности коечным фондом;
- 3) величины (мощности) больницы;

- 4) расположения больницы в плане населенного пункта;
- 5) планировки и благоустройства участка больницы;
- 6) компоновки (конфигурации) здания;
- 7) внутренней планировки отделений;
- 8) санитарно-технического оснащения, питания, режима дня и других организационных моментов.

Эффективность лечебного процесса в значительной степени будет зависеть от этих условий. В дальнейшем мы рассмотрим эти условия более подробно, но сначала совершим небольшую историческую экскурсию, которая небезынтесна в плане развития больничного строительства в нашей стране.

Возникновение первых лечебных учреждений в России относится к довольно отдаленным временам. Так, из летописей становится известно, что при киевском князе Владимире после крещения Руси в 988 г. строили не только храмы, но и приюты для стариков и сирот, а также больницы. Обычно эти больницы в те времена имели церковную принадлежность и строились при монастырях на пожертвования различных меценатов. Так, известно, что больницы были в те времена построены при Киевско-Печерской лавре, при Троице-Сергиевой лавре и при других монастырях. Одна из лучших по тем временам больниц была открыта в первой половине XVI в. при Соловецком монастыре.

Первая светская больница (не принадлежащая церкви) мощностью 15 коек была построена в Москве при царе Алексее Михайловиче в 1654 г. на пожертвования боярина Федора Ртищева, а вторая была сооружена у Никитских ворот по царскому указу в 1682 г. Обе эти больницы до настоящего времени не сохранились.

Значительно энергичнее больничное строительство стало происходить при царствовании Петра Первого. Царь Петр придал больничному строительству некоторую системность и воинскую направленность. В частности, по его указу во всех губерниях должны были быть построены так называемые богадельни "для призрения за счет церковно-свечных сумм

раненых и увечных офицеров и нижних чинов". Как видно из этого указа, здесь был уже установлен и источник финансирования строительства больничных учреждений. Кроме того, Петр Первый организовал строительство "Гофшпиталей". Первый такой "Гофшпиталь" был построен в 1707 г. в Лефортово. Он сохранился до настоящего времени и ныне преобразован в Главный военный госпиталь имени Н.Н. Бурденко. Всего же при Петре Первом было построено около 10 таких госпиталей, а к концу XVIII в. их было уже около 30.

Вполне естественно, что эти больницы строились без соблюдения каких бы то ни было гигиенических требований, и поэтому условия пребывания в них были весьма неблагоприятными. Известный хирург Н.И. Пирогов так описывал гигиенические условия в лефортовском госпитале: "Огромные (на 60-100 коек) палаты его, темные, сырые, без вентиляции, были переполнены больными, которые размещались без учета характера заболеваний, и в госпитале царили внутрибольничные заражения".

В настоящее время существует несколько систем строительства больниц:

**1. Централизованная,** при которой все подразделения и службы больницы располагаются в одном здании.

**2. Децентрализованная,** при которой каждое подразделение больницы расположено в отдельном одноэтажном здании.

**3. Смешанная,** при которой основные отделения и подразделения больницы располагаются в главном корпусе, а подразделения и отделения, имеющие некоторую специфику, способную повлиять на лечебно-охранительный режим в других отделениях, располагаются в отдельных корпусах. Обычно это хозяйственные постройки, морг, инфекционный корпус. В отдельные корпуса также рекомендуется выносить детское отделение (если оно имеется) и акушерско-гинекологическое отделение с роддомом, поскольку эти отделения имеют особую специфику. При современных больницах работают поликлиники, которые тоже рекомендуется размещать в отдельном корпусе, связанном с главным корпусом одно- или двухэтажным переходом.

Вполне естественно, что все больницы, построенные до середины XIX в., относятся к централизованной системе, т. к. в те времена больных не разделяли по характеру заболевания и размещали всех в одном больничном помещении, что и было отмечено в описании Н.И. Пирогова.

Однако и Н.И. Пирогов и другие видные деятели медицины понимали, что в таких больницах не могут быть созданы хорошие условия для пребывания больных, скученность разных больных способствует распространению внутрибольничных инфекций. Поэтому с конца XIX в. больницы стали строить по децентрализованной системе, что сыграло существенную роль в снижении количества внутрибольничных инфекций, а также значительно улучшило условия пребывания больных. Размещение больных в одно- и двухэтажных "павильонах" с учетом характера заболевания ("внутренние", "наружные", "прилипчивые", "поносные" и т.д.) в палатах по 20-40 человек положительно сказалось на качестве лечения.

Следует отметить, что в таких больницах (децентрализованных, или павильонных) улучшились условия инсоляции, аэрации палат, а также облегчилась возможность выхода больных на улицу для пользования природными факторами.

По централизованной системе в Москве построены: 1-я Гродская, 4-я Градская, Институт им. Склифосовского, а по децентрализованной системе — 1-я детская больница, больница им. Боткина и др.

Больницы в прежние времена строились на пожертвования различных меценатов, поэтому носили соответствующие названия. К примеру, 1-я Градская больница называлась Голицынской, 4-я Градская — Павловской, Боткинская — Солдатенковской, Институт им. Склифосовского — странноприимный дом Шереметьева, 1-я детская — Морозовской и т.д.

К строительству этих больниц привлекались видные архитекторы (Казаков, Назаров, Кваренги), поэтому многие из них являются архитектурными памятниками.

Значительно усилилось больничное строительство в России при

установлении Советской власти, когда оно приобрело государственный и плановый характер. Темпы больничного строительства можно контролировать по степени обеспеченности населения коечным фондом, которое вычисляется по количеству стационарных коек на тысячу (или на 10 тыс.) населения. В 1913 г. в России обеспеченность коечным фондом составляла 1,3 койки на тысячу населения, в 1917 г.— 1 койка, а затем обеспеченность коечным фондом увеличивалась довольно равномерно приблизительно на 1-2 койки за 10 лет. Таким образом, в 1970 г. обеспеченность коечным фондом в нашей стране была доведена до 11, в 1981 г. она составила 12,6, а в настоящее время составляет около 13 на тысячу населения.

Обеспеченность коечным фондом зависит и от других факторов: от продолжительности пребывания больного на койке (то есть от эффективности лечения), качества амбулаторного обслуживания больных, общей материальной обеспеченности общества (в частности, от обеспеченности жилой площадью, коммунальных удобств и т.д.).

Строительство больниц может осуществляться по типовым или индивидуальным проектам. В нашей стране оно осуществляется в большинстве своем по типовым проектам. Специалисты считают, что в настоящее время в проекты строительства больничных зданий должны быть заложены возможности их реконструирования, поскольку конструкции зданий, рассчитанные на длительное существование, относительно быстро устаревают морально.

Каждая из систем строительства больниц имеет свои преимущества и недостатки. В свое время децентрализованные больницы сыграли положительную роль в ограничении распространения внутрибольничных инфекций и создании более благоприятных условий пребывания в них больных. Однако с течением времени в связи с развитием общей и санитарной культуры населения, санитарной техники коммунального обслуживания и т.д. высокая степень разобщения больных потеряла свою актуальность. Создание лифтового обслуживания резко увеличило транспортные возможности больных и

персонала, в связи с чем увеличение этажности больничных зданий не создало дополнительных неудобств в обслуживании больных. Поэтому в настоящее время снова перешли к строительству больниц по централизованной и смешанной системам. Большую роль при этом также сыграл дефицит земельной площади, который возникает в последнее время в городах с высокой плотностью населения. Прежде всего это сказалось в странах Западной Европы, а затем в нашей стране.

Одной из прогрессивных разновидностей централизованной системы строительства больниц является блочная, при которой строят несколько многоэтажных корпусов, соединенных между собой теплыми надземными или подземными переходами.

Наиболее излюбленной формой строительства больничных зданий в настоящее время является Т-образная или У-образная.

Мощность больниц диктуется местными условиями, однако общая тенденция в настоящее время склоняется к укрупнению. Если раньше было значительное количество мелких больниц (на 15, 25, 50 коек), то сейчас, в связи с изменением медицинской технологии, считают целесообразным строить крупные больницы мощностью 600-1200 коек. В таких больницах персонал и медицинская техника могут быть использованы наиболее эффективно.

Большое значение имеет размещение больниц в населенном пункте. Раньше больницы старались строить в пригородной зоне или на окраине населенного пункта, в настоящее время общесоматические больницы считают целесообразным размещать наиболее приближенно к обслуживаемому населению, поскольку в современных больницах предусмотрено наличие подразделений для оказания экстренной медицинской помощи. Как правило, в них расположены родильные дома, поликлиники и т.д. Кроме того, в таких больницах удобно посещать больных, что также имеет немаловажное значение. В то же время для размещения больницы следует выбрать участок в наиболее уютном и тихом месте, по возможности удаленном от мест с высокой степенью загрязненности воздуха. Однако больницы, не имеющие в своем составе

подразделений, оказывающих скорую помощь, и поликлиник, считается целесообразным размещать на окраине населенных мест или даже за городом. В частности, это инфекционные больницы, а также психоневрологические и противотуберкулезные лечебницы.

Наиболее рациональной формой больничного участка считается прямоугольник с соотношением сторон 1:2 или 2:3. Участок должен иметь не менее двух въездов (один из них хозяйственный). Степень озеленения должна превышать 60% его площади.

Планировка больничного участка должна предусматривать соблюдение определенного порядка. В частности, участок должен быть разделен на соответствующие зоны. Отсутствие такого зонирования приводит к нарушению лечебно-охранительного режима в больнице и отрицательно сказывается на функционировании больницы. Считается целесообразным предусматривать следующие зоны на больничном участке:

- а) зона лечебных корпусов;
- б) зона поликлиники и административная;
- в) зона хозяйственного двора;
- г) зона зеленых насаждений.

В зоне лечебных корпусов несколько обособляется инфекционный корпус, если инфекционное отделение имеется в больнице. В хозяйственной зоне обособляется патологоанатомический корпус. Зона зеленых насаждений должна включать в себя больничный сад (кроме зеленых насаждений по периметру участка и между зданиями). Больничный сад должен представлять собой наиболее уютное тихое место для отдыха больных.

Основной единицей внутренней планировки больниц является палатная секция, которая представляет собой комплекс палат, служебных и подсобных помещений для больных с однородными заболеваниями. Размер палатной секции зависит от ее профиля и колеблется от 15 до 30 коек. Наиболее распространены секции на 25 и 30 коек. Отделение может состоять из одной или двух палатных секций. Большое значение имеет коечность палат.

Современными СНИПами предусмотрена максимальная коечность палат для взрослых вместимостью 4 койки, а для детей до года — 2 койки. Таким образом, секция может состоять из комплекса 4, 3, 2 и однокочных палат. Однако в каждой секции должно быть предусмотрено наличие не менее двух однокочных (изоляционных) палат. Окна палат рекомендуется ориентировать на юго-восточную или южную сторону.

Койки в палатах следует размещать параллельно светонесущей стене, что обеспечивает более удобное обслуживание больных.

В отношении освещенности все помещения в больницах можно разделить на три группы:

1. Помещения, где целесообразна хорошая инсоляция, но без перегрева (палаты, комнаты для дневного пребывания больных, ожидальные). Для этой группы наиболее целесообразной ориентацией является южная и юго-восточная, а для районов севернее  $55^{\circ}$  допускается и юго-западная.

2. Помещения, в которых инсоляция не показана: а) из-за возможности ослепляющего действия (операционные, перевязочные, манипуляционные, лаборатории, секционные);

б) из-за возможности перегрева (морги, варочные цеха и заготовочные кухни, кладовые для продуктов).

Для этой группы рекомендуемая ориентация — север, северо-восток.

3. Помещения, для инсоляции которых не предъявляется особых требований, но без перегрева (административные помещения, кабинеты физиотерапии, подсобные помещения, санузлы и др.

Особого внимания требует планировка коридоров. Коридоры могут быть трех типов:

1) с двухсторонней застройкой (центральные);

2) с односторонней застройкой (боковые);

3) с частичной двухсторонней застройкой.

С гигиенической точки зрения, коридоры с двухсторонней застройкой являются самыми плохими, так как в них весьма слабые возможности для

создания достаточной естественной освещенности, а также достаточного проветривания. Как правило, в них довольно темно и душно. Очень хорошие гигиенические условия в боковых коридорах, в которых одна сторона сплошь состоит из окон. Однако они весьма неудобны в организационном плане. Все помещения вытягиваются в один ряд, в результате чего значительно удлиняются графики движения как больных, так и персонала. Наиболее приемлемыми оказались коридоры с частичной двухсторонней застройкой, при которой во второй половине застройки устраивают так называемый световой разрыв, который часто служит в качестве помещения для дневного пребывания больных. При устройстве такого коридора следует однако соблюдать соотношение между застроенной частью и световым разрывом. Последний должен составлять не менее 40% от общей длины коридора.

Планировка больниц различного профиля имеет некоторые особенности. Наибольшие отличия от общесоматических имеют больницы инфекционные. Основной особенностью инфекционных больниц или отделений является устройство в них боксов и полубоксов, наличие которых в значительной степени снижает возможность распространения внутрибольничных инфекций, а также резко повышает возможности использования коечного фонда.

Бокс представляет из себя автономную палату с санузлом, которая имеет внутренний вход (в коридор) для персонала и наружный вход (с улицы) для больных. При входе в бокс с улицы больной проходит через тамбур, а при входе из коридора устраивают шлюз, в котором персонал подвергается шлюзованию (моет руки, меняет спецодежду и т.д.). Таким образом, достигается максимальная изоляция больных, находящихся в боксе, от контакта с другими больными в отделении.

Большие изменения происходят в настоящее время в отношении оборудования, формирования интерьера больничных помещений, создания психологической обстановки в них. В прежние времена к внутреннему оборудованию и содержанию больничных помещений предъявлялись весьма строгие требования с точки зрения распространения инфекций. Обстановка и мебель в палатах и других помещениях была довольно простой, все должно было быть окрашено белой масляной краской, чтобы удобно было производить

влажную уборку помещений. Считалось недопустимым использовать в больницах мягкую мебель, ковры и другие предметы интерьера, способствовавшие, как тогда считалось, увеличению количества пыли и общему загрязнению больничных помещений. В настоящее время в этом отношении все изменилось, поскольку появились дополнительные технические возможности для уборки помещений, улучшились знания в области санитарной микробиологии, повысилась санитарная культура больных и персонала.

В настоящее время большое внимание уделяется эмоционально-психологическому состоянию больных. Считается, что хорошее эмоционально-психологическое состояние больного в значительной степени способствует его выздоровлению. А поэтому в больницах сейчас стараются создать обстановку покоя, комфорта и благоприятных эстетических впечатлений. Поэтому в настоящее время в больницах разрешается использовать мягкую мебель, ковры, картины, цветы и другие предметы, создающие впечатление комфортности. Существует даже мнение, что вместо белого постельного белья и халатов следует использовать цветное.

Большое внимание следует уделить вопросам питания в больницах.

Существуют **централизованная и децентрализованная системы организации питания** в них. При централизованной системе на центральном пищеблоке больницы готовят блюда, которые доставляют непосредственно в отделение, где их подогревают и раздают больным. При такой системе блюда готовятся заранее, они некоторое время хранятся на кухне, пища несколько раз перекалывается из одной посуды в другую, транспортируется (часто по улице), охлаждается и подогревается. При этом в значительной степени теряются вкусовые качества пищи, снижается ее витаминная ценность. При децентрализованной системе на центральном пищеблоке заготавливаются полуфабрикаты, а в отделениях оборудованы кухни-доготовочные, в которых из полуфабрикатов относительно быстро изготавливают готовые блюда, которые сразу раздают больным. При такой системе пищевая ценность рациона значительно улучшается. Однако в организационном смысле эта система значительно более громоздка, поэтому используется пока редко. При организации питания в больницах следует иметь в виду, что в настоящее время существует весьма прогрессивная тепловая техника, позволяющая быстро и качественно осуществлять изготовление блюд для питания (различного рода автоматы для приготовления пищи, сверхвысокочастотные печи и т.д.).

## Лекция 19

### **Воздействие факторов производства на здоровье. Гигиена умственного и физического труда. Профилактика переутомления.**

#### **Производственные вредности и профессиональные заболевания. Основные направления их профилактики**

Производственная деятельность является неотъемлемой частью жизни взрослого трудоспособного человека. При этом производственный процесс и факторы производственной среды оказывают на организм человека многостороннее действие. Научным направлением профилактической медицины в области гигиенических аспектов трудовой деятельности человека занимается гигиена труда или (в последние годы) — медицина труда.

Производственные факторы, воздействующие на работающих, могут включать:

- химические, физические и биологические вредные факторы производственной среды;
- особенности производственных процессов и оборудования;
- характер и организацию труда;
- организацию рабочих мест;
- состояние и гигиеническую эффективность санитарно-технических устройств и средств индивидуальной защиты (СИЗ);
- бытовое обеспечение работающих на производстве;
- психологический климат в трудовом коллективе.

В современных формах трудовой деятельности чисто физический труд не играет существенной роли. Однако пока общепризнанной остается физиологическая классификация трудовой деятельности, в соответствии с которой различаются: формы труда, требующие значительной мышечной активности; механизированные формы труда; формы труда, связанные с полуавтоматическим и автоматическим производством; групповые формы

труда, связанные с дистанционным управлением; формы интеллектуального труда.

*Формы труда, требующие значительной мышечной активности* В настоящее время этот вид трудовых операций имеет место при отсутствии механизированных средств для работы. Эти работы характеризуются, в первую очередь, повышенными энергетическими затратами от 17-25 МДж (4000-6000 ккал) в сутки и выше.

Физический труд, развивая мышечную систему и стимулируя обменные процессы, в то же время имеет ряд отрицательных последствий. Прежде всего это социальная неэффективность физического труда, связанная с низкой его производительностью, необходимостью высокого напряжения физических сил и потребностью в длительном (до 50% рабочего времени отдыха).

*Групповые формы труда — конвейер.* Особенности данных форм труда определяются дроблением процесса на операции, заданным ритмом, строгой последовательностью выполнения операций, автоматической подачей деталей к каждому рабочему месту с помощью движущейся ленты конвейера.

Конвейерная форма труда требует синхронизированной работы ее участников в соответствии с заданным темпом и ритмом. При этом чем меньше интервал времени, затрачиваемый работником на операцию, тем монотоннее работа и упрощеннее ее содержание. Монотония — одна из ведущих отрицательных особенностей конвейерного труда, приводящая к преждевременной усталости и быстрому нервному истощению. В основе этого специфического явления лежит преобладание процесса торможения в корковой деятельности, развивающегося при действии однообразных повторных раздражителей. При этом снижается возбудимость анализаторов, рассеивается внимание, снижается скорость реакций и быстро наступает утомление.

*Механизированные формы труда.* При этих формах труда энергетические затраты рабочих находятся в пределах 12,5-17 МДж (3000-4000 ккал) в сутки.

Особенностью механизированных форм труда являются изменения характера мышечных нагрузок и усложнение программы действий. Профессии

механизированного труда нередко требуют специальных знаний и двигательных навыков. В условиях механизированного производства наблюдается уменьшение объема мышечной деятельности, в работу вовлекаются мелкие мышцы дистальных отделов конечностей, которые должны обеспечить большую скорость и точность движений, необходимую для управления механизмами. Однообразие простых и большей частью локальных действий, однообразие и малый объем воспринимаемой в труде информации приводит к монотонности труда,

*Формы труда, связанные с частично автоматизированным производством.* При полуавтоматическом производстве человек выключается из процесса непосредственной обработки предмета труда, который целиком выполняет механизм. Задача человека ограничивается выполнением простых операций по обслуживанию станка: подать материал для обработки, пустить в ход механизм, извлечь обработанную деталь.

Характерные черты этого вида работ: монотонность, повышенный темп и ритм работы, утрата творческого начала.

Физиологической особенностью в значительной мере автоматизированных форм труда является готовность работника к действию и связанная с ней быстрота реакции по устранению возникающих неполадок. Такое функциональное состояние "оперативного ожидания" бывает различным по степени утомительности в зависимости от отношения к работе, срочности необходимого действия, ответственности предстоящей работы и т.д.

*Формы труда, связанные с управлением производственными процессами и механизмами.* При этих формах труда человек включен в систему управления как необходимое оперативное звено: чем меньше автоматизирован процесс управления, тем больше его участие. С физиологической точки зрения, различаются две основные формы управления производственным процессом. В одних случаях пульта управления требуют частых активных действий человека, а в других — редких. В первом случае непрерывное внимание работника получает разрядку в многочисленных движениях или

речедвигательных актах, во втором — работник находится главным образом в состоянии готовности к действию, его реакции малочисленны.

*Формы интеллектуального (умственного) труда.* Этот труд представлен как профессиями, относящимися к сфере материального производства (конструкторы, инженеры, техники, диспетчеры, операторы и др.), так и вне его (врачи, учителя, писатели, артисты, художники и др.).

Интеллектуальный труд характеризуется необходимостью переработки большого объема разнородной информации с мобилизацией памяти, внимания, частотой стрессовых ситуаций. Вместе с тем мышечные нагрузки, как правило, незначительны, суточные энергозатраты составляют 10-11,7 МДж (2400-2000 ккал в сутки). Для данного вида труда характерна гипокинезия, т.е. значительное снижение двигательной активности человека, приводящее к ухудшению реактивности организма и повышению эмоционального напряжения. Гипокинезия является неблагоприятным производственным фактором, одним из условий формирования сердечно-сосудистой патологии у лиц умственного труда.

Формы умственного труда подразделяются на операторский, управленческий, творческий труд, труд медицинских работников, труд преподавателей, учащихся и студентов. Указанные виды труда отличаются по организации трудового процесса, равномерности нагрузки, степени эмоционального напряжения.

*Операторский труд.* В условиях современного механизированного производства основными становятся функции контроля за работой машин, широкое распространение приобретает операторская деятельность.

Работа оператора отличается большой ответственностью и высоким нервно-эмоциональным напряжением. Так, например, труд телефонисток характеризуется переработкой большого объема информации за короткое время и повышенной нервно-эмоциональной напряженностью.

*Управленческий труд* — труд руководителей учреждений, предприятий характеризуется чрезмерным ростом объема информации, возрастанием

дефицита времени для ее переработки, повышенной личной ответственностью за принятие решений, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

*Творческий труд* (научные работники, писатели, композиторы, артисты, художники, архитекторы, конструкторы) — наиболее сложная форма трудовой деятельности, требующая значительного объема памяти, напряжения внимания, что повышает степень нервно-эмоционального напряжения.

*Труд преподавателей и медицинских работников* отличается постоянными контактами с людьми, повышенной ответственностью, часто дефицитом времени и информации для принятия правильного решения, что обуславливает высокую степень нервно-эмоционального напряжения.

*Труд учащихся и студентов* характеризуется напряжением основных психических функций, таких как память, внимание, восприятие; наличием стрессовых ситуаций (экзамены, зачеты).

Первичные функциональные изменения в организме человека при умственном труде наступают прежде всего в динамике изменений высшей нервной деятельности. Локальные процессы активации развиваются во многих зонах мозга, захватывая левое и правое полушарие. Важнейшую роль в осуществлении психических функций играют лобные отделы мозга.

Основной задачей медицины труда в области организации трудового процесса является предупреждение развития утомления и переутомления.

*Утомление* — физиологическое состояние, сопровождающееся чувством усталости, снижением работоспособности, вызванной интенсивной или длительной деятельностью, выражающееся в ухудшении количественных и качественных показателей работы и прекращающееся после отдыха.

В отличие от утомления, переутомление является состоянием пограничным с патологией. Причем обычный кратковременный отдых не восстанавливает исходного уровня работоспособности, а изменение морфологических, биохимических и иных показателей организма носит выраженный и длительный характер.

Исходя из сущности утомления и учитывая известные механизмы,

вызывающие это состояние, предупреждение его может быть достигнуто благодаря широкому кругу социально-экономических, психофизиологических, технических и других мероприятий. Разработкой подобных мероприятий, предназначенных для реализации на производстве, помимо гигиены, физиологии и психологии труда занимаются эргономика, техническая эстетика, инженерная психология и научная организация труда (НОТ).

*Эргономика* занимается решением прикладных вопросов физиологии труда: рационализацией трудовых процессов и рабочих мест, направленной на приспособление их к возможностям человека с учетом его анатомо-физиологических и психологических особенностей, что имеет важнейшее значение для предупреждения утомления и повышения работоспособности.

*Техническая эстетика* имеет два основных вида применения: цветовое оформление производственных помещений и оборудования и художественное конструирование оборудования, т.е. создание оборудования красивой и рациональной формы, обеспечивающей удобства эксплуатации.

Техническая (или производственная) эстетика занимается вопросами выбора и применения оптимальных цветов для производственных помещений и оборудования, т.е. созданием цветового климата. В основном это группа цветов, имеющих малую насыщенность и сравнительно большой коэффициент отражения.

Цветовое оформление производственных объектов должно быть различным в зависимости от характера выполняемой работы. Так, например, "холодные" цветовые тона (зеленые, зелено-голубые), понижающие напряжение зрения и действующие успокаивающе, рекомендуют применять при выполнении умственной и физической работы, требующей большой сосредоточенности.

Мероприятия технической эстетики повышают работоспособность человека не только путем создания у него хорошего настроения (положительных эмоций), но и благодаря воздействию на функции сердечно-сосудистой и центральной нервной системы. Грамотно и рационально

выполненное цветное оформление дает большой производственный и экономический эффект. Функциональная окраска производственных помещений и оборудования повышает производительность труда.

*Инженерная психология* изучает связи конструкций пультов управления с особенностями восприятия и переработки информации операторами. Целью инженерной психологии является проектирование и конструирование пультов управления с учетом пропускной способности анализаторных систем человека (зрительной, слуховой и др.) с тем, чтобы поток поступающих сигналов не превышал психофизиологических возможностей человека.

Связи оператора с машиной осуществляются путем восприятия информации, передачи ее в ЦНС, переработки, принятия решения, передачи исполнительным органам и выполнения. Этот последний этап осуществляется путем воздействия на органы управления машины.

Между оператором и машиной существуют и другие формы взаимодействия, которые характеризуются рабочей позой оператора, величиной усилий, скоростью, траекторией, количеством движений.

*Научная организация труда.* В настоящее время на всех крупных промышленных предприятиях существует служба научной организации труда (НОТ), занимающаяся разработкой и внедрением мероприятий, направленных на оптимизацию трудового процесса. Эта деятельность должна основываться на достижениях науки, в том числе гигиены и физиологии труда, а также на передовом опыте, что позволит наилучшим образом организовать технику и людей в едином производственном процессе, обеспечивающем наиболее эффективное использование материальных и трудовых ресурсов, непрерывное повышение производительности труда. Внедрение гигиенических мероприятий системой НОТ способствует улучшению условий труда, сохранению здоровья человека.

Однако не только переутомление характеризует возможность неблагоприятного воздействия на организм человека.

Трудовая деятельность человека протекает в условиях определенной

производственной среды, которая при несоблюдении гигиенических требований может оказывать неблагоприятное влияние на работоспособность и здоровье человека.

Производственная среда как часть внешней среды, окружающей человека, складывается из природно-климатических факторов и факторов, связанных с профессиональной деятельностью (шум, вибрация, токсические пары, газы и т.д.), которые принято называть вредными факторами. Те же факторы могут быть и опасными.

*Опасными* называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибель организма; вредными — факторы, оказывающие отрицательное влияние на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия.

## **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ВРЕДНОСТИ:**

### **1. Неправильная организация трудового процесса.**

*/.* *Вынужденное положение тела.* Например, *стоячее* — у рабочих за станком, формовщиков в литейных, сельскохозяйственных рабочих, строителей, ткачей, прачек и т.д.; *сидячее* — у портных, сапожников и т.д.; *положение, связанное с длительным хождением* — прядильщицы, официанты, милиционеры; *с подниманием и переноской тяжести* — грузчики, письмоносцы, рассыльные и др. В результате длительного вынужденного положения (особенно в сочетании с мышечной нагрузкой) может возникнуть деформация стопы — *плоскостопие*, когда вследствие перенапряжения связочно-мышечного аппарата понижается, либо исчезает свод стопы.

В выраженных случаях плоскостопие вызывает быструю утомляемость, боли в стопе, судороги икроножных мышц и т.д.

*Изменение осанки.* Чаще всего проявляется в виде кифозов или сколиозов. Искривления позвоночника тем возможнее, чем в более молодом возрасте возникла необходимость вынужденного положения тела.

Предрасполагающими факторами являются рахит и общая мышечная слабость. Большое значение в профпатологии у лиц стоячих профессий имеет *варикозное* расширение вен на ногах, что происходит вследствие недостаточного оттока крови из венозной сети нижних конечностей, недостаточности венных клапанов, нарушения питания стенок. Обследование колхозников Киевским институтом гигиены труда показало, что из обследованных в 7,1% случаев варикозное расширение нижних конечностей служит причиной к ограничению или потере трудоспособности.

2. *Напряжение отдельных органов и систем.* Например, воспаление сухожильных влагалищ со скоплением воспалительной жидкости и отложением фибрина вдоль сухожилия — *тендовагинит*, который встречается в ряде профессий, связанных со значительным тоническим напряжением мышц предплечья и часто повторяющимися движениями пальцев и кисти (плотники, кузнецы, формовщики кирпича, чулочницы, скрипачи и др.). Основные признаки заболевания: боль, хруст в движениях, припухлость вдоль пораженных сухожилий.

*Координаторные невроты*, из которых самым частым является неврот пишущих или "писчий спазм" (у бухгалтеров, канцелярских служащих, стенографисток и т.д.). Сначала жалуются на утомляемость и неловкость рук при письме, в дальнейшем возникает напряжение мышц, иногда дрожание и боли, непроизвольное сгибание и разгибание пальцев во время письма.

*Люмбаго* — боль в поясничной и пояснично-крестцовой области — встречается у представителей профессий, работа которых характеризуется сильным физическим напряжением, особенно при длительном вынужденном положении тела, чаще всего с наклоном вперед. Это заболевание бывает у кузнецов, молотобойцев, грузчиков, плотников, забойщиков и др. Возникновению заболевания (помимо физического напряжения) способствуют и неблагоприятные микроклиматические факторы: низкая температура, резкое ее колебание, повышенная влажность и т.д.

Длительная работа с напряжением аккомодации, усиленная конвергенция

могут способствовать развитию у рабочих *близорукости*. Последняя встречается у сборщиков мелких деталей, часовщиков, граверов, ювелиров, корректоров, чертежников, наборщиков и др. Характерно, что у представителей одной и той же профессии частота близорукости тем выше, чем труднее для зрения условия труда. Так, если среди обычных наборщиков процент близорукости был 51%, то среди наборщиков по шрифтам восточных языков он составляет 64,1% (Шахбазян). Д.И. Каганович обнаружил резкое возрастание процента близорукости в РУ для швейников (за 2 года на 19,3%), в то время как среди РУ других профилей (слесари, столяры, строители) процент близоруких оставался прежним; это связано с тонкой зрительной работой швейников.

3. *Нерациональный режим труда (удлинение рабочего дня, сокращение или отсутствие перерывов)*.

Мы уже с вами говорили, какое значение имеют указанные факторы в жизни школьников, позвольте проиллюстрировать вред нерационального режима труда одним примером истории 1-й Мировой войны. Выпуск военной продукции в тот период был значительно увеличен путем удлинения рабочего дня до 13-14ч и отмены дней отдыха. Уже через год оказалось, что хроническое переутомление стало прямым препятствием к повышению производительности труда. Созданная специальная правительственная комиссия, в которую вошли физиологи, врачи и гигиенисты Англии, ознакомившись с положением дела, рекомендовала сократить рабочий день и восстановить дни отдыха. В результате часовая производительность труда возросла на 35-38%, а недельная — или не уменьшилась, или даже несколько повысилась.

*Профилактика*, автоматизация, комплексная механизация, сокращение рабочего дня, соблюдение перерывов в работе, профотбор.

## **II. Неблагоприятные условия внешней среды.**

### 1. *Повышенная и пониженная температура воздуха помещений.*

Производственные помещения делят на: холодные, имеющие нормальную температуру и горячие цехи. К цехам с незначительным тепловыделением относят такие, в которых тепловыделения от оборудования,

материалов, людей и ингаляции не превышают 20 ккал на 1 м<sup>2</sup> помещения в час.

Если тепловыделение превышает указанную величину, то цехи относят к горячим.

Особенно большие тепловыделения встречаются в металлургии (доменные, мартеновские и прокатные цехи), машиностроении (литейные, кузнечные, термические цехи), текстильной промышленности (красильные и сушильные цехи), швейной промышленности (утюжные), на хлебозаводах, стекольном производстве и т.д. Для горячих цехов особо важное значение имеет отдача тепла излучением. Температура нагретых, раскаленных и расплавленных тел, с которыми приходится встречаться в горячих цехах, достигает сотен и даже тысяч градусов (температура плавления стали 1800°). Тепло, получаемое от перечисленных источников за счет инфракрасной реакции, может быть столь значительным, что температура воздуха рабочих помещений может достигать 30-40° и даже более.

В ряде производств работа проводится при пониженной температуре воздуха.

На пивоваренных заводах в подвальных отделениях при температуре +4-7°, в холодильниках — от 0 до -20°.

Многие работы производятся в неотапливаемых помещениях (склады, элеваторы) или на открытом воздухе (строители, лесозаготовки, сплав леса, карьеры, открытые разработки угля и руды и т.д.).

## 2. Повышенная или пониженная влажность.

Встречается в прачечных, красильных цехах текстильных фабрик, на химических предприятиях и т.д. Особенно неблагоприятные условия создаются, если испаряющиеся жидкости нагреваются и кипят.

В этих случаях абсолютная влажность воздуха помещения может достигать максимальной влажности при t° поверхности кожи, т.е. физиологический дефицит насыщения будет равен нулю и испарение пота станет невозможным. Однако это ни в коей степени не задерживает процесса

выделения пота (не эффективного) и вызываемого им обезвоживания

организма. Так, в воздухе, насыщенном влагой, при  $t=35^{\circ}$  выделение пота может достигать 3,5 л/час.

### 3. Повышенное или пониженное атмосферное давление.

Связано с работой водолазов, кессонными работами, работой в авиации и горными работами.

### 4. Чрезмерные шум и вибрация.

Шум является одним из наиболее распространенных факторов внешней среды. Некоторые технологические процессы (например, испытание автомоторов, работа на ткацких станках, клепка, вырубка и обрубка литья, очистка литья в барабанах, штамповка и т.д.) сопровождаются резким шумом, оказывающим неблагоприятное действие не только на орган слуха, но и на нервную систему рабочего. Сотрясение (или вибрация) представляет колебания упругих тел с частотой меньше 16 Гц/с (инфразвуки) и свыше 20 тыс. Гц/с (ультразвуки).

Как вибрация ощущаются и колебательные движения с частотами более 16 Гц. В этом случае колебания воспринимаются и как звук низкой частоты, и как вибрация. Воздействие вибрации наблюдается в основном вследствие широкого применения пневматического инструмента: отбойных молотков и перфораторов, пневматических зубил, виброуплотнителей и т.д.

### 5. Запыленность воздуха — промышленная

В условиях производства выделение пыли в подавляющем большинстве случаев связано с процессами механического измельчения: бурения, дробления, помола, истирания. Пыль может быть:

а) *органической* растительно-древесной (хлопковой, льняной, мучной и т.п.), а также животной (шерстяной, волосистой, костяной и т.п.);

б) *неорганической*. металлическая пыль (медная, железная и т.п.), а также минеральная (наждачная, песчаная, кварцевая, асбестовая, цементная, известковая и т.п.).

Часто встречается смешанная пыль (например, минеральная и угольная

при добывании каменного угля и т.п.).

Наиболее распространенным профессиональным заболеванием, развивающемся при длительном вдыхании различной пыли, является *пневмокониоз*, который характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях, но главным образом — в легких. Наиболее опасен *силикоз*.

#### 6. Промышленные яды.

Химические методы все больше внедряются в различные отрасли промышленности — металлургическую, машиностроительную, горнорудную и т.д. Бурно развивается химическая промышленность. Все более широко применяются инсектоfungициды в сельском хозяйстве.

Количество профессиональных отравлений, особенно острых, на территории нашей страны с каждым годом снижается. Совершенно исчезли случаи массовых отравлений окисью углерода и бензина, наблюдавшиеся в 1924-1925 гг. В виде исключения наблюдаются случаи отравления анилином, фосфатом, окисью цинка (литейная лихорадка), метиловым спиртом, взрывными газами. Однако хронические профессиональные отравления отдельными веществами (свинец, ртуть, марганец, бензин, тетраэтилсвинец и т.д.) еще не изжиты и борьба с ними остается одной из важнейших задач гигиены труда.

#### 7. Бактериальное загрязнение среды.

Вызывает *профессиональные инфекции*, распространяющиеся среди работающих в контакте с тем или иным инфекционным началом. В одних случаях болезнь возникает в результате контакта людей с больными животными (зоотехники, ветеринары и т.д.), в других — с инфекционным материалом: кожей, шерстью животных, тряпьем, бактериальными культурами (рабочие кожевенных заводов, рабочие утильзаводов, работники микробиологических лабораторий и др.), в третьих — с больными людьми (медицинский персонал, ухаживающий за инфекционными больными).

8. Радиоактивное заражение внешней среды, помещений, инструмента, материалов.

Этому вопросу будут посвящены самостоятельные лекции.

III. Несоблюдение общесанитарных условий в местах работы. К ним относятся:

1) *недостаточная площадь и кубатура помещений;*

2) *неудовлетворительное отопление и вентиляция*, чем объясняется холод и жара, неравномерность температур и т.д. (например, на паровозе разность температур на уровне головы и ног достигает 40°C;

3) *нерационально устроенное и недостаточное естественное и искусственное освещение.*

## **ПРИНЦИПЫ ПРОФИЛАКТИКИ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Мероприятия по профилактике профессиональных заболеваний являются индивидуальными в отношении каждой отдельной вредности и каждого отдельного производственного процесса. Общими являются только некоторые важнейшие принципы, на которых базируются профилактические мероприятия в отношении отдельных вредностей и отдельных производств.

К общим принципам профилактики относятся:

1. Гигиеническое нормирование профессиональных вредностей (например: установление предельно допустимых концентраций токсических и нетоксических веществ в воздухе рабочих помещений, допустимых уровней ионизирующих излучений, уровней шума и вибрации и т.д.). Эти регламентирующие показатели являются основой профилактической работы и оценки эффективности проведения оздоровительных мероприятий. Систематический контроль за состоянием производственной среды осуществляется лабораториями СЭС, заводскими лабораториями.

2. Изменение технологии производства (использование вместо порошкообразных продуктов брикетов, гранул, паст; замена сухих процессов влажными; пневмоклепальных молотков точечной сваркой и т.д.).

3. Механизация и автоматизация производственных процессов.

4. Герметизация аппаратуры, в которой происходит обработка токсических или пылящих материалов.

5. Эффективная местная и общеобменная вентиляция.

6. Использование индивидуальных средств защиты.

7. Биологические методы профилактики: общеоздоровительные и специальные. К первой группе относятся: рациональная организация труда и отдыха, массовые занятия физкультурой и спортом, рациональное питание и пр. Вторая группа мероприятий проводится в зависимости от этиологического и патогенетического принципа, на основании знания неблагоприятного действия на организм различных факторов производственной среды — пылевых, химических и физических. Например, известно положительное значение дыхательной гимнастики, ингаляций аэрозолями, а также рационального питания с включением соответствующих витаминов в профилактике пневмоклерозов, бронхитов пылевой и токсико-химической этиологии, значение массажа, камерных ванн и целенаправленных гимнастических упражнений для профилактики вибрационной болезни и т.д.

8. Предварительные и периодические медицинские осмотры лиц, работающих в условиях профессиональных вредностей, способных вызвать профессиональные заболевания.

9. Санитарно-просветительная работа. Перечисленные направления профилактической работы осуществляются различными службами промышленного предприятия, в том числе и медицинской службой, и контролируются вышестоящими организациями — санитарно-эпидемиологической службой, профсоюзными органами, соответствующими комиссиями органов власти на местах и федерального уровня и др.

К числу основных задач работы врача на производстве относятся: участие в мероприятиях, направленных на оздоровление труда рабочих и служащих, предупреждение и снижение общей и профессиональной заболеваемости.

Работа медико-санитарных частей или поликлиники строится по цеховому принципу. Это значит, что к каждому цеху прикрепляется врач-

терапевт (цеховой врач), ответственный за лечебно-профилактическую работу в закрепленном за ним цехе. В обязанности цеховых врачей входит:

1. Оказание квалифицированной лечебной помощи работающим (в необходимых случаях с привлечением других специалистов или использованием стационара).

2. Организация и проведение предварительных при поступлении на работу, а также периодических медицинских осмотров (совместно с СЭС и администрацией предприятия).

3. Анализ причин общей и профессиональной заболеваемости и участие (совместно с СЭС и администрацией предприятия) в разработке мероприятий по их профилактике и снижению.

4. Санитарно-просветительная работа. Для проведения профилактической работы цеховому врачу-терапевту выделяется из общего бюджета рабочего времени 9 ч в неделю; другим врачам-специалистам: хирургам, гинекологам, окулистам, дерматологам — примерно 4 ч в неделю; фтизиатрам — 6 ч в неделю и т.д.

Работа врачей на производстве может быть эффективной только при знании условий труда рабочих и служащих и профессиональной патологии. На основании изучения технологических и санитарно-гигиенических особенностей производства цеховой врач (совместно с санитарным врачом по гигиене труда) разрабатывает конкретные мероприятия по снижению заболеваемости и участвует в контроле за выполнением всех оздоровительных мероприятий на производстве.

Врачи-специалисты также осуществляют профилактику заболеваемости. Так, дерматологи знакомятся с санитарными условиями на рабочих местах с целью борьбы с микротравмами, приводящими к развитию гнойничковых заболеваний кожи, следят за санитарным состоянием одежды; офтальмологи изучают глазной травматизм и его причины и т.д.

Профилактическим медицинским осмотрам подлежат лица, которые могут подвергаться воздействию опасных, вредных веществ и неблагоприятных

факторов производства в соответствии с Приказом МЗ № 555 от 29 сентября 1989 г. "О совершенствовании системы медицинских осмотров трудящихся и водителей индивидуальных транспортных средств". Приказ №555 утверждает:

1) перечень опасных и вредных веществ и неблагоприятных производственных факторов, характер проводимых работ, при которых обязательны осмотры с целью предупреждения профессиональных заболеваний;

2) периодичность осмотров;

3) участие врачей-специалистов;

4) необходимые лабораторные и функциональные исследования;

5) медицинские противопоказания к допуску на работу трудящихся;

6) список профессиональных заболеваний;

7) положение о диспансеризации больных профзаболеваниями.

Медицинские осмотры разделяются на предварительные и периодические.

Предварительные медицинские осмотры проводятся при поступлении на работу. Они позволяют выявить людей, которые по состоянию здоровья не могут быть допущены на работу в условиях данного производства. В предварительных медицинских осмотрах участвуют все врачи-специалисты (терапевт, невропатолог, офтальмолог, дерматовенеролог, отоларинголог, хирург).

Периодические медицинские осмотры позволяют на ранних стадиях выявить профессиональное заболевание или отклонение в состоянии здоровья, повышающие опасность воздействия профессиональных вредностей. Основным лицом, проводящим периодические медицинские осмотры, является врач-терапевт. Участие врачей-специалистов (фтизиатра, невропатолога и др.) определяется врачом-терапевтом.

При проведении предварительных и периодических медицинских осмотров все женщины обязательно обследуются врачом акушером-гинекологом с проведением цитологического и бактериоскопического

исследования.

Лица, подвергающиеся воздействию веществ, являющихся аллергенами, в обязательном порядке осматриваются терапевтом, отоларингологом, дермато-венерологом с проведением клинического анализа крови.

Все данные медицинского обследования заносятся в медицинскую карту амбулаторного больного (форма 025/У-87).

В случае установления при проведении медицинских осмотров признаков профзаболевания трудящиеся направляются в центры профпатологии для специального обследования с целью уточнения диагноза и установления связи заболевания с профессиональной деятельностью.

Одним из документов, на основании которого решается вопрос о связи заболевания с профессиональным трудом, является санитарно-гигиеническая характеристика условий труда работающего (осуществляется в соответствии с приказом МЗ № 555). Санитарно-гигиеническая характеристика составляется и выдается только санитарно-эпидемиологической станцией. Право на запрос санитарно-гигиенической характеристики имеет главный врач медико-санитарной части предприятия, на котором работает заболевший.

Все лица с выявленными профзаболеваниями должны находиться на диспансерном наблюдении в течение всей жизни у соответствующих специалистов в зависимости от установленного патологического процесса (Приложение № 9 к Приказу МЗ от 30.05.86 г. №770).

В профилактической работе цехового врача большое значение имеет *санитарно-просветительная работа*. В ней в обязательном порядке участвуют все врачи и средние медицинские работники. Содержанием санитарно-просветительной работы на предприятии являются:

- а) пропаганда медицинских знаний по вопросам прежде всего тех заболеваний, которые распространены на данном предприятии;
- б) пропаганда знаний по борьбе с профессиональными болезнями;
- в) пропаганда знаний в области личной и общественной гигиены.

## Лекция 20

### **Промышленные яды, их классификация. Общие закономерности действия промышленных ядов. Основные направления профилактики**

В народном хозяйстве промышленно развитых стран мира используются несколько сотен тысяч разнообразных по строению и физико-химическим свойствам химических веществ, с которыми контактируют работающие. Это неорганические, органические и элементоорганические соединения. Из неорганических соединений наиболее распространенными являются металлы (ртуть, свинец, олово, кадмий, хром, никель, цинк, марганец, ванадий, алюминий, бериллий и др.) и их соединения, галогены (фтор, хлор, бром, йод), сера и ее соединения (сероуглерод, сернистый ангидрид), соединения азота (аммиак, гидразин, окислы азота), фосфор и его соединения, углерод и его соединения.

Органические соединения, имеющие промышленное значение, также весьма разнообразны и относятся к различным классам и группам веществ. Наиболее часто воздушная среда производственных помещений загрязняется алифатическими и ароматическими углеводородами — метаном, пропаном, этиленом, пропиленом, толуолом, ксилолом, стиролом, их галогенопроизводными — четыреххлористым углеродом, хлорбензолом, хлорированными нафталинами и др. Спирты и фенолы (метиловый спирт, этиленгликоль, хлорфенолы, крезолы), а также простые и сложные эфиры, альдегиды и кетоны также производятся и используются в значительных количествах. Весьма значительна и группа нитро- и аминосоединений жирного и ароматического рядов (нитрометан, метиламин, этиламин, нитробензол, нитротолуолы, анилин, хлоранилины и пр.). Безусловно, это далеко неполный перечень химических соединений, которые могут оказать неблагоприятное действие на здоровье работающих в различных отраслях промышленности. Все

или почти все химические вещества, встречающиеся в процессе трудовой деятельности человека в промышленности в качестве исходных, промежуточных, побочных или конечных продуктов в форме газов, паров или жидкостей, а также пыли, дыма или туманов и оказывающие вредное действие на работающих людей в случае несоблюдения правил техники безопасности и гигиены труда, являются промышленными ядами.

Яд — химический компонент среды обитания, поступающий в количестве (реже — качестве), не соответствующем врожденным или приобретенным свойствам организма, и поэтому несовместимый с его жизнью.

### **КЛАССИФИКАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЯДОВ**

Важнейшей характеристикой химического вещества является степень его токсичности (или ядовитости).

Токсичность — мера несовместимости вещества с жизнью; величина, обратная абсолютному значению среднесмертельной дозы ( $1/DL_{50}$ ) или концентрации ( $CL_{50}$ ). Средняя смертельная доза (или концентрация) — количество яда, вызывающее гибель 50% стандартной группы подопытных животных при определенном сроке последующего наблюдения. Токсичность различных химических соединений для одних и тех же видов животных сильно различается. Так,  $DL_{50}$  этилового спирта для белых мышей при введении в желудок составляет 10000 мг/кг веса тела, а  $DL_{50}$ -ддиоксина при том же пути поступления в организм белых мышей равна 0,001 мг/кг. Поэтому первоначально создавались многочисленные классификации химических веществ (в том числе и промышленных) по величине среднесмертельных доз или концентраций для многих видов лабораторных животных (белых мышей, крыс, морских свинок, кроликов и др.) при различных путях поступления в организм (ингаляции, введении в желудок, подкожно или внутривенно, аппликации на кожу). Однако в реальных производственных условиях вероятность развития интоксикации тем или иным веществом обусловлена не только его токсичностью, но и возможностью поступления в организм в

опасных для жизни количествах. Для характеристики указанной особенности промышленного яда используется понятие "опасность" — вероятность возникновения вредных для здоровья эффектов в реальных условиях производства и применения химических продуктов. В России принята официальная классификация опасности вредных веществ, которая приведена в таблице 1.

**По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на 4 класса опасности:**

1-й — вещества чрезвычайно опасные

2-й — вещества высоко опасные

3-й — вещества умеренно опасные

4-й — вещества малоопасные

Показатели опасности делятся на две группы. К первой группе относятся показатели потенциальной опасности — летучесть вещества (или ее производное — коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО), равный отношению летучести к токсичности при ингаляции в стандартных условиях: 20°C, экспозиция — 2 ч, мыши), растворимость в воде и жирах и другие (например, дисперсность аэрозоля). Эти свойства определяют возможность попадания яда в организм при вдыхании, попадании на кожу и т.п.

Ко второй группе относятся показатели реальной опасности — многочисленные параметры токсикометрии и их производные:

1. Токсичность — обратно пропорциональна смертельным дозам (концентрациям), прямо пропорциональна опасности.

2. Производные параметры токсикометрии — зона острого действия  $Z_{ac}$ , зона хронического действия  $Z_{ch}$ .

Понятие зоны острого действия было предложено одним из основателей российской промышленной токсикологии профессором Н.С. Правдиным. Вещество тем опаснее для развития острого отравления, чем меньше разрыв между концентрациями (дозами), вызывающими начальные признаки отравления, и концентрациями, вызывающими гибель. Так, например, аммиак

имеет  $Z_{ac} > 100$  (естественный продукт метаболизма, к которому организмы приспособились). Это вещество мало опасно в смысле острого отравления. В то же время, например, амиловый спирт имеет очень узкую зону острого действия ( $Z_{ac} = 3$ ). Это опасное вещество в плане возможности развития острого отравления. Что касается зоны хронического действия, связанной с кумулятивными свойствами веществ, то ее величина прямо пропорциональна опасности хронического отравления.

Для характеристики качественной стороны действия промышленных ядов, оценки их влияния на ту или иную функциональную систему организма предложено несколько классификаций. В таблице 2 приведена одна из них, разработанная Г.Г.Авиловой применительно к условиям хронического воздействия промышленных веществ в минимальных эффективных дозах и концентрациях. В указанной классификации опасность вещества по типу действия оценивается, в принципе, по степени необратимости изменений жизнедеятельности организма.

## **ОБЩИЙ ХАРАКТЕР ДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ**

В производственных условиях токсические вещества поступают в организм человека через дыхательные пути, кожу, а также через желудочно-кишечный тракт. Пути поступления веществ в организм зависят от их агрегатного состояния (газообразные и парообразные вещества, жидкие и твердые аэрозоли) и от характера технологического процесса (нагрев вещества, измельчение и др.).

Токсическое действие веществ, их судьба в организме зависят от физических характеристик и химической активности, так как биологическое действие является результатом химического взаимодействия между данным веществом и биологическими рецепторами. Это взаимодействие определяет степень задержки вещества в организме, процессы его биотрансформации, депонирования и выведения из организма.

Таблица 1.

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от следующих норм и показателей.

|   | 1     | 2        | 3          | 4      |
|---|-------|----------|------------|--------|
| Предельно допустимая концентрация       |       |          |            |        |
| вредных веществ в воздухе рабочей зоны, | <0,1  | 0,1-1,0  | 1,1-10,0   | >10,0  |
| Средняя смертельная доза при введении в | <15   | 15-150   | 151-5000   | >5000  |
| Средняя смертельная доза при нанесении  | <100  | 100-500  | 501-2500   | >2500  |
| Средняя смертельная концентрация в      | <500  | 500-5000 | 5001-50000 | >50000 |
| Коэффициент возможности                 |       |          |            |        |
| отравления (КВИО)                       | >300  | 300-30   | 29-3       | <3     |
| Зона острого действия                   | <6,0  | 6,0-18,0 | 18,1-54,0  | >54,0  |
| Зона хронического действия              | >10,0 | 10,0-5,0 | 4,9-2,5    | <2,5   |

Таблица 2.

Классы опасности вредных веществ по типу действия на низких уровнях воздействия.

| Класс опасности | Вид действия   |
|-----------------|--|
| I               | Вещества, оказывающие избирательное действие в отдаленный период: бластомогены, мутагены, атеросклеротические вещества, вызывающие склероз органов (пневмосклероз, нейросклероз и др.), гонадотропные, эмбриотропные вещества. |
| II              | Вещества, действующие на нервную систему: судорожные и нервно-паралитические, наркотики, вызывающие поражение паренхиматозных органов, наркотики, оказывающие чисто наркотический эффект.                                      |
| III             | Вещества, оказывающие действие на кровь — вызывающие угнетение костного мозга, изменяющие гемоглобин, гемолитики.  |
| IV              | Раздражающие и едкие вещества: раздражающие слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, раздражающие кожу.  |

При поступлении в легкие газы, пары и аэрозоли резорбируются в кровь. Степень резорбции для различных веществ не одинакова и зависит прежде всего от растворимости в биологических жидкостях и способности проникать через альвеолярные, сосудистые и клеточные мембраны. После резорбции в кровь и распределения по органам яды подвергаются превращениям (биотрансформации) и депонированию. Почти все неорганические, а также многие органические вещества длительно задерживаются в организме, накапливаясь в различных органах и тканях.

Циркуляция металлов в организме осуществляется путем образования биокомплексов с жирными кислотами и аминокислотами (глутаминовой и аспарагиновой кислотами, цистеином, метионином и др.). Комплексы с аминокислотами образуют ртуть, свинец, медь, цинк, кадмий, кобальт, марганец и некоторые другие металлы. Однако наиболее устойчивы комплексы металлов с белками, что обуславливает их длительную циркуляцию и депонирование в мягких тканях и паренхиматозных органах. Металлы накапливаются в основном в тех же тканях, в которых они содержатся как микроэлементы, а также в органах с интенсивным обменом веществ (печень, почки, эндокринные железы). Преимущественное депонирование свинца, бериллия и урана в костной ткани связано с их способностью образовывать устойчивые, малорастворимые соединения с фосфором и отложением в костной ткани в виде фосфатов. Ртуть и кадмий накапливаются в паренхиматозных органах (печень, почки), что обусловлено образованием устойчивых комплексов этих металлов с белками. Хром, достигая клетки, фиксируется на клеточных мембранах, в значительных количествах накапливаясь, например, на мембране эритроцитов.

Распределение в организме элементарноорганических и органических соединений связано с их взаимодействием с липидными компонентами тканей и прежде всего с липидными компонентами клеточных мембран, что определяет их проникновение в клетку и дальнейшую биотрансформацию. Биотрансформация чужеродных соединений — это цепь последовательных

ферментативных реакций. Она подразделяется, как правило, на две фазы. Основную нагрузку в реакциях первой фазы несет семейство микросомальных ферментов цитохрома Р-450, локализованных в гладком эндоплазматическом ретикулуме гепатоцитов. Кроме того, превращение ксенобиотиков катализируют и ферменты, содержащиеся в плазме крови, цитозоле и митохондриях паренхиматозных органов.

В первой фазе в результате реакций окисления, восстановления, гидролиза, гидратации, дегалогенирования и др. молекула яда получает функциональные группы, необходимые для протекания второй фазы — конъюгации. Следует иметь в виду, что образование промежуточных продуктов метаболизма (интермедиатов) ксенобиотиков не всегда сопровождается снижением токсичности. Так, некоторые фосфорорганические инсектициды (например, октаметил и тиофос) образуют в организме более токсичные (фосфамидоксид и параоксон, соответственно).

Вторая фаза включает реакции синтеза (конъюгации) интермедиатов или поступивших ядов с эндогенными соединениями (глюкуроновой, серной, уксусной кислотами, аминокислотами, глутатионом), а также реакции метилирования.

В результате биотрансформации ксенобиотики превращаются в более полярные (более растворимые) и, как правило, менее токсичные вещества. Молекулярная масса и размеры полученных соединений возрастают, облегчается их экскреция и выведение из организма. К настоящему времени накоплен материал о том, что конъюгаты определенных веществ могут подвергаться дальнейшим превращениям в организме, что иногда называют третьей фазой биотрансформации. Образующиеся в результате этих реакций соединения могут быть более токсичными, чем исходные. Так, конъюгаты с глюкуроновой кислотой, выделяясь в желчь и попадая затем в кишечник, могут катаболизироваться  $\beta$ -глюкуронидазой (ферментом микрофлоры кишечника с последующим выделением) либо повторной реабсорбцией и дальнейшим метаболизмом. Глутатионовые конъюгаты под влиянием кишечной

микрофолоры могут превращаться в тиоловые с повышением токсичности. Сульфирование и ацетилирование приводит к метаболической активации N-гидроксиароматических аминов. Конъюгаты глутатиона могут играть важную роль при объяснении нефротоксических свойств веществ, а реакции метилирования — в токсичности металлов, глюкуронид-ная конъюгация — в процессах канцерогенеза при воздействии  $\beta$ -нафтиламина или 3,2'-диметил-4-ами-нобифенила. Преобладание процессов детоксикации или токсификации зависит от многих факторов: прежде всего активности соответствующих ферментов и кинетических параметров реакций, доступности эндогенных субстратов и кофакторов, дозы поступившего вещества и степени насыщения метаболических путей, генетической вариабельности метаболических путей, биологического вида организма, пола, возраста, диеты, сопутствующих заболеваний.

Выделение поступивших в организм токсических веществ происходит различными путями: через легкие, желудочно-кишечный тракт, почки, кожу. С выдыхаемым воздухом через легкие выделяются летучие вещества (бензол, толуол, ацетон, хлороформ и многие другие) или летучие метаболиты, образовавшиеся при биотрансформации ядов. Например, одним из конечных продуктов биотрансформации хлороформа, четыреххлористого углерода, этиленгликоля и многих других веществ является углекислота, которая выводится через легкие. Резорбированные и циркулирующие в крови яды и их метаболиты выводятся почками путем пассивной фильтрации в почечных клубочках, пассивной канальцевой диффузии и активным транспортом. Многие токсические вещества (ртуть, сероуглерод) выделяются потовыми железами кожи, а также слюнными железами. Многие яды и их метаболиты, образующиеся в печени, выделяются с желчью в кишечник. Такой путь выведения характерен для металлов (ртуть, свинец, марганец и др.). Обратная резорбция металлов из кишечника в кровь и из крови в печень обуславливает кишечно-почечную циркуляцию металлов, которая и определяет в итоге долю металла, выводимого кишечником.

Циркуляция, превращение и выведение токсических веществ отражают совокупность явлений, происходящих с ядом в организме, и определяют токсикокинетику процессов детоксикации, т.е. кинетику (динамику) прохождения токсических веществ через организм. В основе токсикокинетики лежат, как правило, экспериментальные данные о содержании веществ и их метаболитов в различных биосредах подопытных животных в определенные интервалы времени. Математический анализ указанных данных позволяет выявить закономерности токсикодинамики любого химического вещества и экстраполировать их на человека с учетом особенностей обменных и других процессов.

Промышленные яды в зависимости от их свойств и условий воздействия (концентрация/доза, время) могут вызывать развитие острых и хронических интоксикаций. Как правило, острые отравления возникают при авариях, грубых нарушениях технологического процесса. Острые отравления развиваются непосредственно после контакта с ядом (например, окисью углерода) или после скрытого периода — от 6-8 ч до нескольких суток (например, двуокисью азота). В результате модернизации технологии и проведения широких гигиенических мероприятий в настоящее время происходит загрязнение воздуха рабочей зоны низкими концентрациями промышленных ядов, которые приводят к развитию хронических интоксикаций при длительном, многолетнем воздействии.

Проявления действия промышленных ядов на человека весьма разнообразны, так как патологические процессы, возникающие при воздействии химического вещества, обусловлены не только его свойствами, но и ответной реакцией организма, которая варьирует в широких пределах. При воздействии промышленных веществ может развиваться любой из известных патологических процессов — воспаление, дистрофия, сенсибилизация, фиброз, повреждение хромосомного аппарата клетки, канцерогенный эффект и др. При этом в силу физико-химических особенностей каждое вещество обладает собственным, характерным для него действием на организм, а также несет свойства, присущие химическому классу (группе), к которой оно относится.

Среди промышленных веществ выделяют: раздражающие, нейротропные, гепатотропные, почечные яды, яды крови, аллергены, мутагены, канцерогены, тератогены и некоторые другие группы. Подобное деление указывает на преимущественный (избирательный) характер действия яда, который проявляется при его воздействии в минимальных количествах. При экспозиции в более высоких дозах (концентрациях) и/или в течение длительного времени развиваются и политропные (общетоксические) проявления интоксикации.

Раздражающими веществами, вызывающими развитие воспаления на месте контакта с тканями организма, являются хлор, сернистый ангидрид, двуокись азота, кислоты, щелочи и др. Преимущественное поражение нервной системы характерно для органических растворителей, некоторых тяжелых металлов. К гепатотропным промышленным ядам относятся четыреххлористый углерод, аллиловый спирт и др. Выраженными аллергенными свойствами обладают хром, бериллий, формальдегид и многие другие вещества. Среди веществ, оказывающих действие в основном на почки, следует назвать мышьяковистый водород, этиленгликоль. К веществам, обладающим мутагенным, тератогенным, канцерогенным и гонадотропным свойствами, относятся бенз(а)пирен, никель, шестивалентный хром, этиленмин, гидразин и его производные, органические перекиси.

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ**

В целях предупреждения неблагоприятных последствий контакта работающих с вредными химическими веществами в разных странах сложились системы предупредительных мероприятий, среди которых одним из главных является токсикологическая оценка новых веществ и композиций, включающая их предварительный отбор для последующего производства и применения, ограничение допустимых уровней воздействия на рабочих местах. В нашей стране организована многостадийная токсикологическая оценка всех используемых в промышленности химических веществ, начиная с лабораторной разработки и кончая массовым производством и применением

химической продукции. Необходимость создания такой системы обусловлена гигиенической и экономической целесообразностью: замена высоко-опасных химических веществ на стадии разработки новой технологии более целесообразна, чем реконструкция действующих производств. На стадии теоретического проекта технологической схемы проводится предварительная токсикологическая оценка используемых химических веществ, включающая анализ данных литературы и расчет показателей их токсичности и опасности на основе сопоставлений химической структуры, химических и физических свойств с биологическим действием, интерполяцией и экстраполяцией в рядах соединений. Если принимается решение о лабораторной разработке нового химического соединения, то встает вопрос о более глубокой оценке его токсичности, опасности и характера вредного действия на организм с целью разработки гигиенического норматива допустимого содержания в воздухе рабочей зоны. Как следует из табл. 3, проводятся специальные токсикологические исследования по разработке ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ), устанавливаемых на ограниченное время (3 года), а затем предельно допустимых концентраций (ПДК).

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны — это концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в пределах 8 ч (и не более 40 ч в неделю), в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Воздействие вредного вещества на уровне ПДК не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

Контроль воздушной среды на предприятиях проводится не только по уровню концентраций в воздухе, при котором возможно лишь косвенно судить о количестве яда поступившего в организм рабочего, но и непосредственно измеряя уровни вредных веществ или их метаболитов в организме. Для некоторых промышленных ядов установлены биологические ПДК(БПДК).

Биологический ПДК — уровень вредного вещества (или продуктов его превращения) в организме работающих (кровь, моча, выдыхаемый воздух, волосы и др.) или уровень биологического ответа наиболее поражаемой системы организма (например, содержание метгемоглобина, активность холинэстеразы и др.), при котором непосредственно в процессе воздействия или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений не возникает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, определяемых современными методами исследования.

Основными принципами установления гигиенических нормативов являются:

1. Опережение токсикологических исследований, обоснование гигиенических нормативов и осуществление предупредительных мер по сравнению с моментом внедрения новых технологических процессов, оборудования, химических веществ и т.д. в производство и применение.

2. Приоритет медицинских и биологических показаний при обосновании гигиенических нормативов по сравнению с технической достижимостью сегодняшнего дня и экономическими требованиями. Соблюдение медицинских требований привело к многочисленным изменениям в технологии. Так, внедрение предварительно обожженных электродов в производстве алюминия позволило значительно снизить выброс в воздух бенз(а)пирена. Использование рутильных электродов при сварке способствует уменьшению концентраций марганца в воздухе рабочей зоны.

3. Пороговость вредного действия химических веществ. Порог вредного действия — такая минимальная концентрация веществ в воздухе рабочей зоны, при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления веществ) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология. Следует подчеркнуть, что не всякая реакция организма на химическое вещество может считаться порогом вредного действия, а только та, которая соответствует критерию вредности (по Н.С. Правдину — обладает

гигиенической значимостью). В таблице 4 суммированы некоторые критерии вредности, используемые при оценке токсичности и опасности химических соединений для организма.

*Таблица 3.*

Стадийность в установлении гигиенических нормативов вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

| Стадии установления гигиенического  | Стадии технологической разработки  |
|---|--|
| 1. Обоснование ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ)  | Период лабораторной разработки новых соединений (период, предшествующий проектированию производства) |
| 2. Обоснование предельно допустимых концентраций (ПДК)  | Период полужаводских испытаний и проектирования производства   |
| 3. Корректировка ПДК путем сравнения условий труда работающих и состояния их здоровья (Клинико-гигиеническая апробация ПДК) | После внедрения вещества в производство (не позднее 3-5 лет с момента внедрения).                    |

При обосновании гигиенических нормативов вредных веществ в экспериментах на различных видах лабораторных животных (белые мыши и крысы, кролики, морские свинки) определяется токсичность при различных путях воздействия (ингаляция, попадание в ЖКТ и на кожу), способность оказывать раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки глаз, проникать через неповрежденные кожные покровы и вызывать развитие интоксикации, а также кумулировать (накапливаться) в организме. Оценивается способность вещества вызывать аллергические реакции при длительных аппликациях на кожу. При однократной и повторных ингаляционных воздействиях (длительность — до 4 месяцев при ежедневной экспозиции — 4 ч. устанавливаются минимально эффективные (пороговые) концентрации веществ

по общим и специфическим показателям вредного действия. С этой целью регистрируют функциональные, биохимические и морфологические изменения различных органов и систем с помощью комплекса адекватных методов.

После внедрения вещества в производство (как правило, через 3-5 лет), проводится изучение условий труда и состояния здоровья рабочих, которые подвергаются его воздействию. Целью этих исследований является установление безопасности на основе экспериментальных исследований ПДК. В подавляющем большинстве случаев при соблюдении гигиенического норматива каких-либо изменений состояния здоровья рабочих не обнаруживают. Однако иногда приходилось проводить коррекцию величины ПДК на основании результатов клинко-гигиенических исследований. Так, ПДК хлористого винила была снижена с 30 до 5 мг/м<sup>3</sup> а ПДК кобальта и его неорганических соединений была уменьшена до 0,01 мг/м<sup>3</sup>

На основании результатов токсикологических экспериментов решаются и другие вопросы обеспечения безопасных условий труда. Если вещество обладает раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки глаз или способно проникать в организм через неповрежденные кожные покровы рекомендуется применять средства индивидуальной защиты (спецодежда). При высокой опасности вещества при ингаляции могут быть использованы изолирующие противогазы. На пылеопасных производствах часто применяют респираторы различной конструкции.

В этой лекции были освещены некоторые вопросы токсикологии промышленных ядов — значительной группы химических веществ, с которыми контактирует человек. Если после знакомства с изложенным материалом читатель заинтересуется проблемами токсикологии в целом, автор сочтет свою задачу выполненной.

Таблица 4.

Некоторые критерии вредности при установлении порогов действия химических соединений на организм

| Группы критериев      | Формулировка   |
|-----------------------|--|
| 1                     | 2  |
| <i>Статистические</i> | <p>Изменения достоверно (<math>p &lt; 0,05</math>) отличаются от контроля и выходят за пределы (<math>&gt; 2\sigma</math>) физиологических колебаний показателя для данного вида животных и данного времени года.</p> <p>Достоверных (<math>p &lt; 0,05</math>) изменений по сравнению с контролем нет, однако наблюдаются скрытые нарушения равновесия с внешней средой (сужение возможности адаптации), выявляемые, в частности, при помощи функциональных и экстремальных нагрузок (реакции выходят за пределы <math>\pm 2\sigma</math> соответствующей нормы).</p> <p>Изменения достоверно (<math>p &lt; 0,05</math>) отличаются от контроля, находятся в пределах физиологической нормы, однако стойко сохраняются (в эксперименте на животных — более 1 месяца).</p> <p>Суммарное число достоверных изменений (<math>p &lt; 0,05</math>) разных показателей в измеряемом комплексе в течение длительного времени (например, хронический эксперимент) достоверно отличается от контроля, хотя все эти изменения находятся в пределах физиологических колебаний.</p> |

| 1                            | 2   |
|------------------------------|---|
| <i>Метаболические</i>        | <p>Снижение активности ферментных систем, сопровождающихся увеличением концентрации субстрата.</p> <p>Увеличение биологического действия яда при нагрузке на измененную ферментную систему избытком субстрата.</p> <p>Принцип "песочных часов" — изменение "ключевых" ферментов в метаболической системе.</p> <p>Компенсаторное увеличение активности ферментной системы, для которой яд является субстратом.</p> <p>Изменение соотношений активности ферментов одного метаболического цикла.</p> |
| <i>Токсико- кинетические</i> | <p>Относительное уменьшение выведения слабо метаболизируемого яда.</p> <p>Относительное уменьшение метаболизации веществ.</p> <p>Двухкратное превышение нормального выведения экзогенного вещества, являющегося в то же время физиологическим метаболитом.</p>  |

варительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров. Противопоказаниями к приему на работу, связанную с воздействием пыли, являются все формы туберкулеза, хронические заболевания органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, глаз и кожи.

Основная задача периодических осмотров — своевременное выявление ранних стадий заболевания и предупреждение развития пневмокониоза, определение профпригодности и проведение наиболее эффективных лечебно-профилактических мероприятий. Сроки проведения осмотров зависят от вида производства, профессии и содержания свободной двуокиси кремния в пыли. Осмотры терапевтом и отоларингологом проводятся 1 раз в 12 или 24 мес. в зависимости

от вида пыли с обязательной рентгенографией грудной клетки и крупнокадровой флюорографией.

Среди профилактических мероприятий, направленных на повышение реактивности организма и сопротивляемости пылевым поражениям легких, наибольшей эффективностью обладает УФ-облучение в фотариях, тормозящее склеротические процессы, щелочные ингаляции, способствующие санации верхних дыхательных путей, дыхательная гимнастика, улучшающая функцию внешнего дыхания, диета с добавлением метионина и витаминов.

Показателями эффективности противопылевых мероприятий являются уменьшение запыленности, снижение уровня заболеваемости профессиональными заболеваниями легких.

## Лекция 22

### Шум и вибрация, их влияние на организм человека в условиях производства. Меры профилактики

В группу вредных производственных физических факторов входят шум и вибрация, возникающие в результате колебаний твердых и упругих тел. Колебания любого твердого тела, жидкости, газа характеризуются амплитудой (величина отклонения от точки своего равновесия), частотой (количество отклонений в единицу времени. 1 Гц — одно отклонение в 1 секунду) и скоростью продвижения колебательной волны в физической или биологической среде (теле).

По частоте все колебания делятся на три диапазона:

- а) инфразвуковые — до 16 Гц;
- б) звуковые (воспринимаются органом слуха как звук) — от 16 до 20000 Гц;
- в) ультразвуковые — свыше 20000 Гц.

В бытовых, уличных и производственных условиях на нас постоянно действуют и передаются на все структуры организма колебания как твердого, так и упругого тела в сочетании с обязательным включением воздушной среды. В зависимости от качественных и количественных показателей этих колебаний реакция организма, соответственно, различна. Двигаясь в автобусе, троллейбусе, вагоне метро, проходя мимо работающих механизмов по ремонту дорог, мы часто ощущаем неприятные воздействия и вибрации, и шума. Но, выйдя из транспортного средства, удалившись с места транспортных работ, мы очень быстро забываем эти неудобства. И совсем другое дело, когда эти два фактора действуют на организм в течение рабочего дня, месяца или многих лет. Тогда эти факторы выступают как профессиональные вредности, способствуя развитию шумовой и вибрационной болезней. В действии этих факторов много общего, но и много специфичности, что позволяет рассмотреть их по отдельности.

**Вибрация** — это периодическое отклонение твердого тела от точки

своего равновесия. Если нет постоянного энергетического побудителя, то эти отклонения быстро гаснут. Но в производственных условиях этот побудитель (электроэнергия, трансмиссия и др.) постоянно присутствует и, следовательно, вибрация генерируется постоянно. При контакте человека с этими сотрясающимися объектами его организм включается в общую систему сотрясений. Костная система, нервные структуры, вся сосудистая система являются хорошими проводниками и резонаторами вибрации. Степень чувствительности организма в целом по отношению к этому очень вредному производственному фактору зависит от функционального состояния коры больших полушарий.

Работая с вибрирующими механизмами, инструментами (особенно пневматическими), рабочие подвергаются воздействию не только вибрации, но и высокочастотного шума большой интенсивности, что ускоряет и усугубляет развитие и полисимптоматичность вибрационной болезни.

Вибрация значительное влияние оказывает на вестибулярный аппарат. Экспериментальные данные показали, что вибрация может оказывать на организм различное действие. В некоторых случаях возможно благотворное влияние — стимулирующее действие на функции различных органов и систем, но в основном это достаточно вредный фактор и вредность его определяется следующими моментами:

1. Почти все вибрирующие инструменты, машины *не дают* правильных колебаний, к которым может приспособиться организм, а дают колебания с постоянно меняющейся амплитудой, частотой и ускорением.

II. Биологическая реакция организма зависит от физической характеристики вибрации: чем больше частота, тем больше повреждающее действие. Различают вибрации:

низкочастотную — до 16 Гц;

среднечастотную — от 16 до 30 Гц;

высокочастотную — свыше 35 Гц.

Выраженную вибрационную болезнь вызывают колебания от 35 до

250 Гц. Но это не означает, что низележащие частоты безвредны. Они могут вызывать определенные клинические явления.

III. Степень чувствительности человека к воздействию вибрации зависит от положения тела в пространстве. Очень вредное влияние на организм оказывает вертикальная вибрация (в положении стоя).

IV. Сила неблагоприятного воздействия вибрации зависит от взаимодействия человека с вибрирующим предметом. Для характеристики силы повреждающего действия большое значение имеет сила обратного удара (например, на ладонь, удерживающую инструмент). Чем больше амплитуда, чем тяжелее инструмент, тем сильнее возвратный удар, тем выраженнее травматизация.

V. Неблагоприятное воздействие вибрации на организм в значительной степени зависит от внешних условий. Особенно отрицательное значение оказывает низкая температура внешней среды и высокая влажность.

Вибрация (сотрясение) работающей машины, платформы, инструмента может передаваться на тело человека через нижние конечности, все тело одновременно (сидя), верхние конечности.

Благодаря напряжению мышц происходит гашение вибрации. Чем сильнее напряжение мышц, тем сильнее они гасят вибрацию. Если к телу человека в этот момент подключить виброграф, то можно получить запись колебаний различных участков (зон) организма.

Работа с вибрирующими приборами, аппаратами, как правило, связана с довольно большим напряжением мышц — *длительное статическое напряжение*, что приводит к резкой анемизации всех тканей (*нарушение трофики*). Возникающие колебательные движения в тканях приводят к перемещению тканевых структур относительно друг друга, что является мощным раздражителем для воспринимающих рецепторов.

*Анемизация, смещение тканей, травматизация, действующие на периферические нервы, вызывают сильное раздражение, передающееся в ЦНС, приводит к сильному возбуждению вегетативных центров.*

Постоянный поток раздражений, идущий с периферии, вызывает изменения в функциональном состоянии не только периферических нервных рецепторов, но и центров спинного и головного мозга.

*По месту приложения в организме Вибрации разделяются на местную — работа с вибрирующим инструментом (например, пневматическим молотом) и общую, когда вибрация одновременно действует на весь организм.*

Преимущественно общее вибрационное действие возникает при виброуплотнении бетона, когда рабочий стоит на вибрирующей платформе. В меньшей степени при работе: на грузовых автомобилях, тракторах, бульдозерах и даже при передвижении на городском транспорте.

Принципиальной разницы между этими формами вибрации в отношении их биологического действия нет, т.к. локальная вибрация, т.е. связанная прежде всего с воздействием на руку, вызывает не только реакцию со стороны тканей руки, но и общую реакцию организма. Так и действие общей вибрации сопровождается развитием отдельных локальных изменений.

Вибрация, действующая постоянно в производственных условиях, вызывает в организме сложный комплекс изменений (главным образом в нервной и сосудистой системах) и определяет вибрационную болезнь.

Вибрационная болезнь складывается из местных и общих проявлений (симптомов).

Одним из ведущих симптомов вибрационной болезни является нарушение периферического кровообращения на уровне прекапиллярного и капиллярного русла. Это нарушение выражается в резком спазме или атонии капилляров, выявляемых при капилляроскопии, что зависит от частотной характеристики вибрации. При низкочастотной — атония, при высокочастотной — спазм. А так как все сотрясения механизмов дают постоянно меняющиеся диапазоны частот, то в поле зрения при капилляроскопии мы увидим и атонию и спазм капилляров. И в том, и в другом случае это неизбежно ведет к нарушению трофики соответствующих зон организма, отдельных органов.

На фоне нарушения капиллярного кровообращения резко нарушается функция периферической нервной системы. Изменяются все виды чувствительности (тактильная, температурная), развиваются парестезии (покалывания, чувство носков, перчаток, ползание мурашек). Развивается полиневрит с поражением чувствительных волокон. У больных появляются выраженные боли, по-разному сочетающиеся с сосудистыми явлениями (атония — багрово-синюшная кисть, при спазме — резкое побледнение — симптом мертвых пальцев, мертвой кисти). Эти явления могут возникать при действии вибрации, а также во время сна.

При объективном исследовании чувствительности отмечается снижение осязательной чувствительности: "чувство носок", "чувство чулок", "чувство перчаток". Наличие болей, похолодание конечностей, потливость стоп и ладоней позволяет этот синдром классифицировать как сосудистый вегетативный полиневрит.

Возникают изменения со стороны мышц — в мышцах плечевого пояса, предплечья: болезненность при пальпации, уплотненные болезненные тяжи (миофас-цикулит). Эти явления, со одной стороны, связаны с трофическими нарушениями, которые зависят от сосудистых нарушений, расстройства питания мышц. С другой стороны, имеет значение величина мышечного статического напряжения. Действительно, выраженные дистрофические изменения при вибрационной болезни наблюдаются в мышцах у рабочих, работа которых связана со значительным мышечным напряжением и большой массой инструмента, когда имеет место большой обратный удар.

Костный аппарат при вибрационной болезни страдает в разной степени в зависимости от характера вибрации и суммы дополнительных неблагоприятных факторов. Если вибрация передается только по кисти, нет большого обратного удара, микротравматизации, то рентгенологические изменения выражаются в неглубоких (близких к функциональным) изменениях мелких костей кисти.

Характерным является деформация мелких суставов и деструктивные процессы в крупных суставах. Последние связаны с нарушениями

минерального обмена Са и Р. Кальций вымывается из дистальных участков кости.

При работе в шахтах, когда применяется тяжелый инструмент, имеет место большая отдача, большое мышечное напряжение, вынужденная поза, в костях могут возникать более грубые дистрофические изменения. Поражаются кости не только локтевого и плечевого суставов, но и позвоночника. Эти изменения могут сопровождаться мучительными болями в костях.

Таким образом, в тяжелых случаях поражаются все элементы опорно-двигательного аппарата: сосуды, нервы, мышцы, связочный аппарат и весь костный скелет.

Общие проявления: воздействие вибрации не ограничивается местом приложения, а рефлекторно передается на следующие уровни нервной системы, затрагивает головной и спинной мозг. Эти изменения со стороны ЦНС большей частью проявляются по типу функциональных неврозов, астении. Наблюдается головная боль, утомляемость, головокружение, раздражительность, у женщин — плаксивость. Все эти проявления могут быть более тяжелыми при генерализации сосудистых вегетативных расстройств. У отдельных лиц могут развиваться нейроциркулярные сосудистые кризы. Сосудистые кризы могут разыгрываться в сосудах головного мозга. В этом случае возникают приступообразные головокружения. Такого же характера нарушения могут быть со стороны коронарных сосудов, в этом случае возникают явления стенокардии. Различают 4 стадии вибрационной болезни: Начальная стадия: человек практически здоров, отмечаются отдельные легкие проявления в виде снижения чувствительности, температуры кожи, изменения при капилляроскопии незначительные — выявляется тенденция к спазму. Несколько изменена трофика мышц плечевого пояса. *В этой стадии процесс полностью обратим.*

Стадия II — целый симптомокомплекс. Стойкие парестезии, значительное снижение температуры кожи, *чувствительности всех пальцев кисти.* Стойкий спазм капилляров. В мышечной системе — *миофасцикулиты.*

В деятельности ЦНС — астеноневротические реакции. Процесс вполне обратим при полном прекращении работы в условиях вибрации, при симптоматическом лечении.

Стадия III — приступы побеления пальцев (симптом "мертвых пальцев"), сменяющиеся парезом капилляров и резкой синюшностью. Могут быть приступы судорог в кистях. Снижение чувствительности по *сегментарному типу*, что говорит о поражениях в спинном мозге. Нарушается деятельность желез эндокринной системы (гиперфункция щитовидной железы). Изменения стойкие и очень трудно поддаются лечению.

Стадия IV — встречается редко. Генерализация сосудистых процессов, нарушение трофики вплоть до некрозов на конечностях. Резкие коронарораспазмы, мозговые кризы, головокружение типа синдрома Мельера. Резкие нарушения со стороны вестибулярного аппарата. Обратимость процесса различна: чем больше выражена стадия, тем менее обратим процесс.

Поэтому проблема диагностики вибрационной болезни, своевременного ее выявления в обратимой стадии в связи с широким распространением в промышленности инструментов, генерирующих вибрацию, приобретает исключительную актуальность.

Но еще большую актуальность представляет современный комплекс профилактических мероприятий по предупреждению развития вибрационной болезни как таковой.

I. В процессе работы должны использоваться инструменты и механизмы, оборудованные приспособлениями, гасящими вибрацию или изменяющими ее частотную характеристику.

II. Из диапазона частот в первую очередь необходимо исключить частоты от 35 до 250 Гц, как наиболее опасные.

III. Правильная организация режима работы:

а) через каждый час работы — 10-минутный перерыв. Перерыв должен проводиться в помещении с температурой не ниже 18°C. Во время перерыва — элементы самомассажа конечностей.

б) если в диапазоне частот преобладает высокочастотная вибрация, время работы с генераторами вибрации должно составлять 35% от общей продолжительности рабочего дня. Остальное время — на смежных операциях, не связанных с воздействием вибрации. При низких частотах — 45% от продолжительности рабочего дня.

IV. Индивидуальные средства защиты: специальная обувь и рукавицы с виброгасящей прокладкой.

V. В зависимости от диапазона частотной характеристики, вида вибрации установлены предельно допустимые уровни виброскорости.

VI. В конце каждой рабочей смены общие тепловые процедуры (теплый душ), если нет возможности — местные тепловые ванны с самомассажем.

VII. Введение в рацион питания дополнительных количеств (50% от суточной нормы) витамина В<sub>1</sub>, регулирующего деятельность периферической нервной системы, и витамина С, поддерживающего резистентность сосудистой стенки и, в частности, капилляров.

VIII. Обязательное облучение рабочих в осенне-зимний и зимне-весенний периоды УФ-излучением (зона А и В в пределах 0,3 до 0,7 биодозы), два цикла облучений по 15 сеансов.

IX. Обязательный врачебно-профилактический отбор при приеме на работу (учитывается перечень противопоказаний, определенный приказом Министерства здравоохранения).

X. Обязательные профессиональные ежегодные осмотры с участием невропатолога и ЛОР-специалиста и обязательным проведением капилляроскопии.

Показано соответствующее санитарно-курортное лечение.

При обнаружении между двумя профилактическими осмотрами специфических симптомов у рабочего должен быть решен вопрос о его лечении и дальнейшем трудоустройстве.

**Шум** — это совокупность звуков различной интенсивности и частоты, беспорядочно сочетающихся и изменяющихся во времени. Звук —

механическое колебание упругой среды (воздушной) с частотой от 16 до 20000 Гц. Звуковая волна несет с собой звуковое давление, измеряемое в Ньютонах на м<sup>2</sup> (Н/м<sup>2</sup>) и звуковую энергию, измеряемую в ваттах на м<sup>2</sup> (Вт/м<sup>2</sup>).

Любой шум характеризуется определенным частотным составом или, как говорят, спектром. В зависимости от спектра все шумы делят на три класса:

- а) низкочастотный — до 350 Гц;
- б) среднечастотный — от 350 до 800 Гц;
- в) высокочастотный — свыше 800 Гц.

В условиях производства наиболее часто встречаются шумы в диапазоне от 45 до 11000 Гц. Весь этот спектр разделен на 8 октавных полос (1 октава, когда левая частотная характеристика в два раза меньше правой 45-90, 90-180, 180-360 и т.д.).

Интенсивность (сила) зависит от количества энергии (вт/м<sup>2</sup>), протекающей за единицу времени. Разница в мощности энергии звуков, ощущаемых ухом человека, огромная и выражается величиной в 10 раз большей, чем порог ( $10^{-12}$  вт/м<sup>2</sup>). Сила (интенсивность) прирастает логарифму увеличения величины энергии. Увеличение энергии на порядок (10 раз) дает увеличение интенсивности на единицу (последовательно 1,2,3,4 и т.д.) Ухо человека ощущает от порога слышимости до 14 единиц (бел). 1 /10 бела — децибел.

В зависимости от источника шума последний делится на бытовой, уличный и производственный. Независимо от происхождения шум, как правило, — это вредный фактор, Бездействующий на весь организм. Естественно, что бытовой и уличный шумы действуют на человека, но это действие эпизодическое, временное, т.е. ненаправленное. В этих случаях очень трудно выявить какие-то закономерности, установить причастность к развитию специфических процессов. В городских условиях основным источником шума является транспорт и его интенсивность зависит от качества магистралей.

| Категория улиц и дорог   | Шумовая характеристика транспортного потока $A_{\text{экв.}}$ , дБА |
|--|---|
| Скоростные дороги  | 87  |
| Магистральные улицы общегородского значения с непрерывным движением  | 85  |
| Магистральные улицы общегородского значения с регулируемым движением | 82  |
| Магистральные улицы районного значения                               | 81  |
| Магистральные дороги с грузовым движением                            | 84  |
| Дороги промышленных и коммунально-складских районов                  | 81  |

В производственных условиях действие шума на организм человека определяется многими моментами:

- а) близость от источника шума;
- б) длительность воздействия (рабочий день);
- в) замкнутость рабочего пространства (рабочее помещение);
- г) интенсивная физическая нагрузка;
- д) комплекс других вредных производственных факторов (загрязнение воздушной среды и др.).

Наибольшей интенсивности шум может достигать на отдельных промышленных предприятиях: ткацкое производство, работа котельщиков, пресловое производство, штамповочное производство, клепка, молотобойное производство и другие отрасли.

| Тип предприятий  | Уровни звука, дБА |
|--|-------------------|
| Мотороиспытательные станции, клепально-штамповочные цехи | 110               |
| Предприятия промышленности:                              |                   |
| - металлургический и металлообрабатывающей               | 100               |
| - домостроительной и деревообрабатывающей                | 90                |
| - пищевой и химической                                   | 85                |
| - полиграфической, швейной, ткацкой и трикотажной        | 80                |
| Компрессорные станции                                    | 85                |

Работая отбойным молотком при обрубке литья, рабочий испытывает на себе шум интенсивностью в 120-125 децибел, при этом, как правило, частота колебаний свыше 2000 Гц.

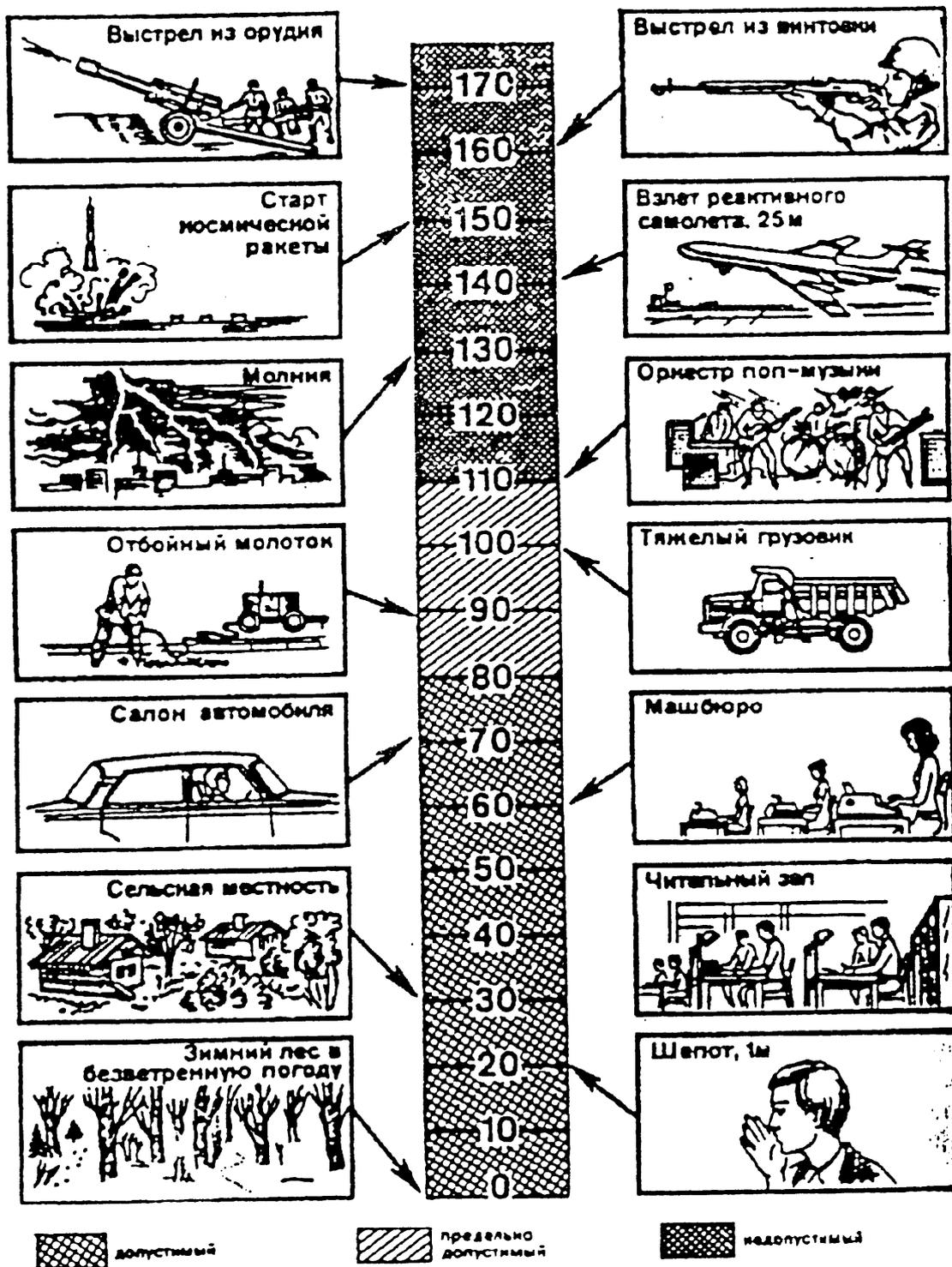
Шумовая болезнь, как и вибрационная, — это сложный симптомокомплекс функциональных и органических изменений в организме и было бы неправильно отдавать первенство изменению функции органа слуха.

Как в действии всякого вредного производственного фактора следует видеть общее и специфическое воздействие, так и в действии шума это проявляется довольно отчетливо.

Общее действие проявляется прежде всего при воздействии на ЦНС, проявляющуюся в резком замедлении всех нервных реакций, сокращении времени активного внимания, снижении работоспособности и качества работы. Даже производственный травматизм на шумных предприятиях выше, чем на бесшумных.

Особо стоит отметить расстройство функции вегетативной нервной системы. После длительного воздействия шума у рабочих изменяется ритм дыхания и сердечных сокращений. Особенно четко проявляется усиление тонуса (гипертонус) сосудистой системы, что приводит к повышению

систолического и диастолического уровня кровяного давления. Изменяется двигательная и секреторная деятельность желудочно-кишечного тракта, гиперсекреция отдельных желез внутренней секреции.



Шум от различных источников, дБА

К вегетативным расстройствам следует отнести повышение потливости вообще и особенно стоп, кистей.

Выявлены некоторые нарушения обмена веществ, особенно липидного. В зависимости от стажа работы (около 5 лет) в крови повышается содержание липидов, резко возрастает уровень холестерина (эндогенная гиперхолестеринемия), что ускоряет развитие атеросклероза и развитие гипертонической болезни. У рабочих шумных предприятий гипертония на 50-60% выше, чем на бесшумных предприятиях. У женщин под воздействием шума гипертоническая реакция проявляется в два раза чаще, чем у мужчин.

Шум как внешний фактор угнетает иммунные реакции организма, снижает защитные функции последнего. Это видно на примере значительно высокой заболеваемости простудными и инфекционными заболеваниями (на 20-50% выше, чем обычно).

Отмечается подавление всех психических функций, особенно памяти.

Головная боль, головокружение, расстройство сна — постоянные жалобы лиц, подвергшихся длительному воздействию шума.

Специфическое воздействие шума проявляется в существенном расстройстве функции органа слуха. Ухо, как и все органы чувств, способно адаптироваться к шуму и сохранять свою функцию. Адаптация состоит в том, что по мере воздействия шума повышается порог слышимости на 10-15 дБ. После воздействия шума порог слышимости восстанавливается в течение 3-5 мин. Если это время увеличивается, то следует думать об утомлении органа слуха. С повышением интенсивности (80 дБ и более) и частотной характеристики утомляющее действие шума резко возрастает. 90 дБ и выше при любой частоте является резко утомляющим фактором органа слуха.

Следующей формой расстройства функции органа слуха является профессиональная тугоухость — стойкое снижение чувствительности к различным тонам и шепотной речи. На этом этапе легко возникают воспаления среднего и внутреннего уха, что способствует развитию дегенеративных изменений в улитке, в ее нижнем завитке. Постоянный спазм капилляров ведет

к атрофии кортиева органа и, следовательно, к профессиональной глухоте.

Профилактика шумовой болезни должна также проводиться комплексно:

1. Изменение технологии производства, сочетающееся с возможной автоматизацией производства и выведением человека из производственной среды.

2. Применение устройств на механизмах, снижающих интенсивность шума, а также его частотную характеристику.

3. Изоляция одного рабочего места от другого.

4. Правильное устройство фундаментов для шумогенерирующих машин.

5. Все поверхности шумного помещения (стены, потолок и др.) должны быть облицованы звукопоглощающим материалом.

6. Режим работы — через каждый час работы 10-минутный перерыв, который должен проводиться в специально оборудованном помещении, положительно влияющим на эмоциональный статус человека. Температура помещения — не ниже 18°C.

7. Индивидуальные средства защиты: от самых простых (беруши) до устройства шумоизолирующих кабин.

8. На каждом рабочем месте в зависимости от точности выполняемой работы устанавливается предельно допустимый уровень интенсивности шума, а в зависимости от частотной характеристики — октавная полоса.

9. Врачебно-профессиональный отбор рабочих с учетом противопоказаний, указанных в регламентирующих документах.

10. Периодические профессиональные осмотры с участием ЛОР-специалиста, невропатолога и обязательной аудиометрией. Причем следует отметить, что периодические осмотры проводятся в течение первых трех лет через каждые три месяца. После этого срока проводятся один раз в год и даже реже. Лица, у которых порог слышимости повышается на 20 дБ и более, должны быть трудоустроены на работу, не связанную с воздействием шума.

1 1. Санаторно-курортное лечение в условиях теплого, сухого климата.

## Лекция 25

### **Основные проблемы гигиены труда в сельском хозяйстве. Гигиена труда при работе с ядохимикатами. Профилактика заболеваний у сельскохозяйственных рабочих**

Проблемы гигиены труда в сельском хозяйстве прежде всего касаются основных отраслей сельскохозяйственного производства — животноводства, птицеводства и полеводства.

Животноводство является многопрофильным хозяйством, включающим мясное и молочное скотоводство (крупный рогатый скот), свиноводство, овцеводство, коневодство и др. Несмотря на многообразие отраслей животноводства, условия труда в них, с позиций гигиены, имеют много общего. Основными профессиональными вредностями для животноводов являются: загрязненный различными газами, пылью и микроорганизмами воздух рабочих помещений; опасность заражения работающих заболеваниями, передающимися от больных животных; значительная физическая нагрузка на немеханизированных фермах; неудовлетворительный микроклимат.

Источником загрязнения воздуха животноводческих помещений аммиаком, углекислым газом, сероводородом, меркаптанами, аминами, альдегидами и другими газами являются разлагающиеся органические вещества (моча, кал, остатки корма). Специфический неприятный запах вызывает отрицательные эмоции, головную боль, тошноту, легко поглощается одеждой, кожей и волосяным покровом.

При приготовлении сенной муки на дробилках и измельчении корнеплодов работающие подвергаются воздействию значительной запыленности. Пыль может содержать кормовые добавки: антибиотики, витамины, микроэлементы, продукты микробиологического синтеза, пух, перхоть, шерсть и другие компоненты, которые могут вызывать различные

аллергические заболевания у работающих людей.

Наличие в воздухе рабочих помещений грибов и актиномицетов может явиться причиной таких заболеваний, как актиномикоз.

Различные виды работ с зараженными животными могут вызвать у работников фермы зоонозные инфекции, при работе с крупным рогатым скотом — бруцеллез, лептоспироз, Ку-лихорадку, токсоплазмоз, сибирскую язву, геморрагическую лихорадку, оспу коров. При несоблюдении правил личной гигиены у животноводов возможны глистные инвазии: аскаридоз, трихинеллез и др. На птицеводческих предприятиях имеется опасность инфицирования орнитозом, туберкулезом, токсоплазмозом.

На немеханизированных фермах весьма трудоемкими, требующими значительного физического напряжения являются такие производственные операции, как дойка, кормление, мойка молочной посуды и пр. (немеханизированный труд доярок, скотников и телятниц относится к категории тяжелого физического труда). Тяжелый ручной труд и вынужденное положение тела приводит к развитию таких профессиональных заболеваний, как тендовагинит, невриты локтевого и срединного нервов, радикулиты пояснично-крестцового отдела.

Одной из причин, оказывающих неблагоприятное влияние на организм работающих, является неудовлетворительный микроклимат, который может быть обусловлен высокими или низкими температурами воздуха, наличием сквозняков в производственных помещениях.

В связи с этим одно из основных мест в структуре заболеваемости животноводов занимают простудные заболевания.

Нормативы микроклимата для персонала, обслуживающего животных, устанавливаются в соответствии с нормами технологического проектирования.

## **ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И ПТИЦЕВОДСТВЕ**

1. Внедрение комплексной механизации и автоматизации трудоемких производственных процессов, перевод на промышленную основу.

2. Размещение и оборудование животноводческих ферм, их водоснабжение, канализация, отопление, вентиляция должны осуществляться в

соответствии с действующими СНиПами.

3. Обеспечение ветеринарной службой профилактического ежегодного обследования животных на предмет выявления инфекционных заболеваний, проведение профилактических прививок животным.

4. В очагах инфекции вводят карантин, а обслуживающий персонал получает соответствующие прививки.

5. Обязательное (2 раза в год) проведение профилактической дезинфекции помещений для животных.

6. Использование в рабочих помещениях механизированной приточно-вытяжной вентиляции.

### **ГИГИЕНА ТРУДА В ПОЛЕВОДСТВЕ**

Имеется в виду проведение профилактических мероприятий в целом ряде производственных операций: пахота, боронование, культивация, посев, уборка урожая, молотба. Основные работы в полеводстве механизированы и выполняются тракторами, самоходными прицепными и навесными сельскохозяйственными машинами. Все указанные виды трудовой деятельности характеризуются примерно одинаковыми условиями труда.

Неблагоприятными факторами для работающих являются: длительное воздействие неблагоприятных метеорологических условий; вдыхание пыли и газов; воздействие шума и вибрации; неудобное, часто вынужденное положение тела; воздействие на организм работающих ядохимикатов.

Неблагоприятные метеорологические условия определяются сезоном года и проявляются воздействием на организм механизаторов низких или высоких температур. Так, в весенне-летнее время в результате инсоляции, теплоизлучения двигателя, облучения от нагретых поверхностей в кабинах тракторов и комбайнов температура воздуха может достигать 40-47°C (при наружной температуре воздуха 25-30°C).

Запыленность воздуха на тракторах с закрытыми кабинами может составлять до 600 мг/м<sup>3</sup> и более. Весной и осенью пыль состоит в основном из

минеральных частиц размером от 1 до 5 мк. При уборке урожая значительную долю пылевых частиц составляют органические частицы размером менее 1 мк.

Вместе с вдыхаемым воздухом в организм механизаторов могут попасть и выхлопные газы, в состав которых входят CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> альдегиды. Этому способствует расположение выхлопной трубы сбоку и впереди рабочего места.

Так, содержание окиси углерода в зоне дыхания трактористов и комбайнеров достигает 500 мг/м<sup>3</sup> и более.

Шум при работе тракторов и комбайнов создается двигателями, выхлопами и другими факторами. Интенсивность шума на рабочем месте колеблется от 50 до 100 дБ и выше.

Вибрация, Бездействующая на трактористов и комбайнеров, может быть периодической (создаваемой работой двигателя) и непериодической (возникающей от езды по неровной поверхности почвы).

Амплитуда колебаний находится в пределах 0,75-78,5 мм, частота — от 2 до 9 в секунду.

Особого внимания заслуживает рабочее место тракториста. Нерациональная конструкция кабины, рабочего места, неудобное расположение органов управления и контроля способствует более быстрому утомлению.

## **ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ У МЕХАНИЗАТОРОВ**

Основным направлением является дальнейшее улучшение конструкции машин.

1. Для снижения запыленности и концентрации выхлопных газов в кабинах тракторов и комбайнов обеспечивается максимальная герметизация кабин, кондиционирование воздуха или, в крайнем случае, достаточная приточная вентиляция.

2. Предотвращение длительного вредного воздействия высоких или низких температур достигается герметизацией и теплоизоляцией кабин, а также рациональным устройством в кабине воздушного душа и отопления.

3. Шум и вибрация в кабинах сельскохозяйственных машин устраняется наличием эффективных амортизаторов, звукоизоляцией кабины, применением рациональных мягких сидений и пр.

4. Органы управления и контроля в кабинах машин должны иметь расположение, обеспечивающее оптимальную физиологичную позу и возможность управления машиной без значительных физических усилий.

Чрезвычайно актуальной, с точки зрения гигиены, является проблема охраны здоровья работающих и населения в связи с широким использованием в сельском хозяйстве ядохимикатов.

### **ГИГИЕНА ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ЯДОХИМИКАТАМИ**

Ядохимикатами называют большую группу химических веществ, предназначенных для уничтожения вредителей и болезней растений, сорняков, вредителей запасов зерна и пищевых продуктов, эктопаразитов сельскохозяйственных животных. В мировой практике используется еще одно название — пестициды (от лат. "pestis" — зараза и "caedo" — убивать). Классификация ядохимикатов по их назначению:

1. Инсектициды — ядохимикаты, используемые для уничтожения вредных насекомых.
2. Гербициды — для уничтожения сорной растительности.
3. Фунгициды — для уничтожения грибов.
4. Зооциды — для уничтожения грызунов.
5. Протравители семян и целый ряд других ядохимикатов.

Многие ядохимикаты обладают широким спектром действия и называются инсектофунгицидами.

Основная область применения ядохимикатов — сельское хозяйство. Использование пестицидов необходимо для повышения урожайности, увеличения продуктивности животноводства. Известно, что около 1/3 населения Земного шара страдает от недоедания. Вместе с тем за последние 50 лет в мире потери сельскохозяйственной продукции от вредителей составили

20 % и более от общего ее производства.

Актуально значение ядохимикатов и для профилактики опасных пищевых отравлений животных и людей, возникающих при употреблении в пищу продуктов переработки зерна, загрязненного митотоксинами грибов Ризапипп, АзрегдШиз и другими, а также пищевых отравлений многими сорными растениями.

Таким образом, польза от применения ядохимикатов бесспорна.

Вместе с тем проблема использования пестицидов продолжает тревожить врачей всей планеты по следующим причинам:

*Во-первых*, эффективное использование пестицидов для защиты растений подразумевает применение концентраций, часто токсичных для людей.

*Во-вторых*, при обработке сельскохозяйственных культур и животных остаточные количества ядохимикатов могут сохраняться в продуктах питания и вместе с ними попадать в организм людей, вызывая отравления.

*В-третьих*, использование пестицидов может приводить к загрязнению воздуха, почвы и воды, отрицательно влиять на экологическое равновесие в природе и, соответственно, попадать с водой, воздухом и продуктами питания в организм человека.

Таким образом, создается возможность токсического воздействия ядохимикатов для живой природы. Опасность этих веществ усугубляется еще и тем, что некоторые из них, кроме общетоксического, оказывают:

— *гонадотоксическое* действие (т.е. функциональные и морфологические изменения в половых железах и генеративных клетках);

— *эмбриотоксическое* действие (влияние на развитие беременности и плода);

— *тератогенное* действие (пороки развития плода и рождение потомства с уродствами);

— *мутагенное* действие (изменения в хромосомном аппарате, влияющие на генетическую систему человека).

*Отдельные пестициды дают канцерогенный эффект. Это*

подтверждается в эксперименте, а частично и в клинике.

В общем количестве профессиональных отравлений пестициды играют ведущую роль.

Среди всего населения (например, в США) число смертных случаев вследствие отравлений пестицидами составляет от 8,0 до 13% всех известных смертных случаев отравления жидкими или твердыми веществами.

Важнейшей проблемой использования ядохимикатов является загрязнение ими различных объектов окружающей среды.

1. Возможно интенсивное *загрязнение атмосферного воздуха* непосредственно при применении ядохимикатов путем опрыскивания, а также в результате испарения их с поверхности почвы, растений и воды.

Наиболее значительные количества пестицидов попадают в атмосферу при авиационном их применении и при более высоких температурах воздуха.

2. *Загрязнение ядохимикатами водоемов* возможно или непосредственно, или из атмосферы и почвы.

В небольших количествах пестициды могут попадать в подземные воды в результате постепенного вымывания с поверхности в более глубокие слои.

Одной из важных проблем загрязнения ядохимикатами водоемов является накопление пестицидов в отдельных видах водных организмов. Так, несмотря на низкие концентрации хлорорганических пестицидов в воде, они способны накапливаться в различных гидробионтах. В отдельных видах рыб обнаружено содержание ДДТ от 0,1 до 1000 мг на 1 кг массы.

3. *Загрязнение ядохимикатами почвы* может происходить в результате прямого внесения в почву, а также через растения, животных и из воды.

Стойкие ядохимикаты могут сохраняться в почве длительное время (ДДТ — более 10 лет, ртутьорганические препараты — также несколько лет). В почвенных организмах (дождевые черви, членистоногие) возможно накопление пестицидов, что в ряде случаев приводит к гибели этих организмов.

Очень часто высокие концентрации пестицидов угнетают жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, что приводит к резкому

нарушению процессов самоочищения почвы и ухудшению ее санитарного состояния.

В природе существуют многочисленные естественные *механизмы обезвреживания ядохимикатов*: путем диффузии в верхние слои атмосферы, фотохимического разложения, разложения водной и почвенной флорой и фауной и метаболизма в растениях и животных.

Несмотря на это, возможно интенсивное загрязнение ядохимикатами окружающей среды. Например, пестицид ДДТ во время его широкого использования обнаруживался в любой точке Земного шара. Он был найден даже в жире пингвинов в Антарктиде, где данный пестицид никогда не применялся.

Поэтому применение в сельском хозяйстве ядохимикатов выдвинуло перед медицинскими работниками следующие *задачи*:

1. Профилактика профессиональных отравлений среди лиц, работающих с пестицидами.
2. Профилактика отравлений пищевыми продуктами, которые могут содержать остаточное количество пестицидов.
3. Санитарная охрана воздуха, воды, почвы от загрязнения ядохимикатами.
4. Дальнейшее изучение токсических свойств вновь вводимых в практику пестицидов.

В *настоящее время* в качестве ядохимикатов используются неорганические соединения: препараты меди; препараты, содержащие анабазин и никотин; препараты фтора и др. Однако наиболее широко применяются:

- а) фосфорорганические;
- б) хлорорганические;
- в) ртутьорганические;
- г) производные карбаминовой кислоты.

В зависимости от силы токсического действия ядохимикаты условно делят на 4 группы по величине  $LD_{50}$  (среднесмертельной дозы):

- 1 группа — сильнодействующие ( $LD_{50}$  менее 50 мг/кг);
- 2 группа — высокотоксичные ( $LD_{50}$  от 50 до 200 мг/кг);
- 3 группа — среднетоксичные ( $LD_{50}$  от 200 до 1000 мг/кг);
- 4 группа — малотоксичные ( $LD_{50}$  более 1000 мг/кг).

Кроме того, используется *классификация* ядохимикатов по *стойкости в окружающей среде*:

I группа — очень стойкие (сохраняются в окружающей среде свыше 2 лет);

II группа — стойкие (0,5-2,0 года);

III группа — умеренно стойкие (1-6 месяцев);

IV группа — малостойкие (менее 1 месяца).

У нас в стране действует положение, согласно которому пестициды, относящиеся к 1 группе, не допускаются к использованию или их применение резко ограничено.

*Возможная опасность* ядохимикатов для организма определяется критериями, общепринятыми в токсикологии:

1 ) *абсолютной величиной токсичности*. Регистрируемые отравления почти всегда связаны с действием высокотоксичных препаратов и почти никогда — с малотоксичными.

2) Независимо от роли токсического действия для здоровья человека (при поступлении с пищевыми продуктами) наибольшую опасность представляют *стойкие ядохимикаты*, длительно не разрушающиеся в природных условиях. Особенно если они не разрушаются при кулинарной обработке пищи.

3) *Величиной зоны токсического действия*. Незначительная разница между пороговой и смертельной дозами определяет возможность быстрого перехода от пороговых начальных изменений в организме к летальным исходам.

4) *Кумулятивными свойствами*. Например, препарат ДДТ способен накапливаться в организме. После прекращения поступления выведение его заканчивается только через 3-4 года.

5) *Растворимостью в воде, липоидах* (что определяет действие их на ЦНС, проникновение их через кожу).

6) *Способом поступления*. Наиболее опасен — ингаляционный путь, который преобладает при профессиональном контакте с ядохимикатами. У населения, профессионально не связанного с ядохимикатами, наиболее частый путь проникновения пестицидов — через желудочно-кишечный тракт. Наиболее часты такие отравления у детей в возрасте до 5 лет.

Поступление ядохимикатов через желудочно-кишечный тракт представляет меньшую опасность по сравнению с ингаляционным путем, т.к. большую роль играет барьерная функция печени.

## **ПРОФИЛАКТИКА ОТРАВЛЕНИЙ ЯДОХИМИКАТАМИ**

В нашей стране существует *законодательство*, регламентирующее использование ядохимикатов:

1. Внедрение вновь синтезированных пестицидов допускается только с разрешения Министерства здравоохранения РФ при рассмотрении вопросов:

- 1) ПДК ядохимикатов в воздухе рабочей зоны;
- 2) обеспечение защиты работающих;
- 3) установлении методов обработки продовольственных культур, сроков обработки, норм расхода препаратов;
- 4) остаточные количества в пищевых продуктах, обеспечивающие безвредность их потребления. Контроль за остаточным количеством ядохимикатов возложен на СЭС.

II. В числе профилактических мер большое значение имеет *разработка и внедрение менее опасных пестицидов*. Производится замена ядохимикатов, стойких в окружающей среде и обладающих высокими кумулятивными свойствами.

III. Важное значение имеет *медицинский контроль* за работающими с ядохимикатами. Медицинский контроль проводится в виде предварительных (при поступлении на работу) и периодических (1 раз в год) медицинских

осмотров. Причем медицинские осмотры обязательны как для лиц, направляемых на постоянную работу, так и привлекаемых к сезонным работам.

К работе с ядохимикатами *не допускаются*:

- а) люди моложе 18 лет;
- б) беременные женщины и кормящие матери;
- в) люди с заболеваниями: сердечно-сосудистой системы, центральной и периферической нервной системы, с эндокринными заболеваниями, заболеваниями паренхиматозных органов, заболеваниями глаз и ЛОР-органов.

Медицинские осмотры проводятся терапевтом и невропатологом. Проводится клинический анализ крови. При работе с ФОС 1 раз в неделю определяется активность в крови холинэстеразы. При работе с РОС — анализ мочи на ртуть.

Работающие могут соприкасаться с ядохимикатами при выполнении целого ряда операций: хранение, транспортировка, протравливание семян, опыливание растений и т.д. В связи с этим необходимо:

1. *Соблюдение правил хранения ядохимикатов на складах:*

- а) территория складов должна быть огорожена;
- б) складские помещения отделаны плотными, не-сорбирующими материалами. Пол — асфальтированный;
- в) 10-кратная вентиляция в течение 1 ч;
- г) хранение ядохимикатов в исправной, герметично закупоренной таре;
- д) достаточная искусственная освещенность.

2. *Соблюдение правил транспортировки:*

- а) спецавтотранспортом, централизованно;
- б) персонал, обслуживающий транспорт, должен использовать индивидуальные средства защиты;
- в) ядохимикаты должны перевозиться в исправной, закрытой таре;
- г) присутствие посторонних лиц в автотранспорте запрещено.

3. *Меры профилактики при применении ядохимикатов:*

- а) соблюдение продолжительности рабочего дня не более 6 часов, а при

контакте с ядохимикатами 1 группы — не более 4 часов;

б) все работы должны быть механизированы: при наземной обработке используются тракторы с прицепами, при авиационной — самолеты;

в) все работающие должны пройти инструктаж;

г) работа осуществляется только с применением индивидуальных средств защиты;

д) на дорогах и в местах работ — предупредительные знаки.

Необходимые меры профилактики *при протравливании семян РОС'*.

а) запрещено протравливание ручным способом или путем перелопачивания в бочках;

б) протравливание осуществляется только универсальными машинами ПУ-1 и ПУ-3 (протравитель универсальный);

в) запрещено протравливание семян в закрытых помещениях, т.к. в этом случае загрязнение воздуха в 50-100 раз превышает ПДК;

г) строгий контроль за хранением протравленного зерна. Хранится зерно в маркированной таре с надписью "Ядовито";

д) персонал без индивидуальных средств защиты к работе не допускается;

е) строго соблюдать порядок снятия спец. одежды: сначала моют руки в перчатках в растворе соды, а затем в воде. После этого снимают очки и респиратор, сапоги и комбинезон.

При работе с ядохимикатами необходимо соблюдение *правил личной гигиены*.

1) тщательное мытье рук и открытых частей тела обеззараживающими растворами;

2) во время работы категорически запрещено курение и принятие пищи в рабочих помещениях;

3) спецодежда домой не забирается.

*Средствами индивидуальной защиты* обеспечиваются все работающие.

1. При работе с нелетучими ядохимикатами, образующими пыль:

- а) комбинезон со шлемом;
- б) рукавицы хлопчатобумажные с пленочным покрытием;
- в) брезентовые бахилы; г) противопылевые очки;
- д) противопылевые респираторы типа "Лепесток".

II. При работе с летучими высокоядовитыми соединениями, а также при опрыскивании и опыливания в воздухе образуются пары, поэтому необходимо использовать:

- а) спецодежду из брезентовой ткани или ткани с пленочным покрытием;
- б) резиновые перчатки;
- в) резиновые сапоги;
- г) герметичные очки;
- д) респираторы с противогазовыми фильтрами.

Стирка спец. одежды проводится не реже чем 1 раз в 6 рабочих смен.

III. *Охрана природной среды и населения* осуществляется путем:

1. Заблаговременного оповещения жителей.
2. Оповещательных знаков на дорогах, вокруг обрабатываемых участков.
3. Обеспечения санитарно-защитных зон:
  - а) склады — не ближе 200 м от населенных пунктов и водоемов;
  - б) авиаобработка — не ближе 1000 м от населенных пунктов и водоемов.
4. Применение ядохимикатов с учетом скорости ветра:
  - а) при всех видах наземных работ — не более 4 м/с;
  - б) при авиаопылении — не более 2 м/сек.

Авиаобработка осуществляется на бреющем полете на высоте 5 метров над землей.

5. Время работ — рано утром или поздно вечером.

6. Соблюдение карантинных сроков. Не разрешается выход на обработанные территории и работы там на срок от 3 дней до 2 недель в зависимости от вида использованного ядохимиката и вида работ.

IV. *Охрана пищевых продуктов.*

1. Применение нестойких ядохимикатов.

2. Соблюдение сроков обработки.

3. Выпас скота на обработанной территории не раньше 25 дней после обработки.

4. Запрещена обработка молочного и убойного скота, а также их кормов стойкими препаратами, обладающими кумуляцией.

5. Ряд культур вообще запрещено обрабатывать любыми ядохимикатами: клубнику, малину, лук-перо, зеленый горошек, фасоль, свеклу и др.

6. Лабораторный контроль за остаточными количествами ядохимикатов в продуктах (ПДК в продуктах питания) необходим:

а) если неизвестен использованный ядохимикат или метод применения;

б) при обработке сельскохозяйственных культур с нарушениями инструкций; в) если возникло пищевое отравление;

г) если есть подозрение на загрязнение кормов или животные и птицы обработаны стойкими пестицидами, исследуется мясо животных, птиц, жир, яйца;

д) исследуются плоды и овощи — при наличии на поверхности налетов, следов, масляных пятен ядохимикатов;

е) при обнаружении несвойственного продукту запаха.

## Лекция 26

### **Электромагнитные поля и их влияние на организм в процессе жизни и профессиональной деятельности человека**

Жизнь на Земле возникла, развивалась и продолжается в условиях воздействия относительно слабых электромагнитных полей (ЭМП) естественного происхождения, источниками которых являются излучения Солнца и Космоса, магнитные свойства Земли, грозовые разряды и пр. Эти поля, являясь постоянно действующим экологическим фактором с изменяющимся уровнем интенсивности, оказывают определенное влияние на жизнедеятельность человека, животных, растений.

Широкое использование электромагнитной энергии в самых различных областях человеческой деятельности привело к тому, что к существующему естественному электромагнитному фону в биосфере Земли прибавились ЭМП искусственного происхождения. В результате к настоящему времени (особенно в крупных городах) сложилась такая электромагнитная ситуация, для характеристики которой стали широко использоваться такие понятия, как "электромагнитный смог" и "электромагнитное загрязнение окружающей среды".

Исследования различных авторов свидетельствуют о том, что за последние десятилетия суммарная напряженность ЭМП антропогенного происхождения на различных участках земной поверхности возросла по сравнению с естественным фоном от 2 до 5 порядков. В первую очередь, вблизи высоковольтных линий электропередач, радио и телестанций, средств радиолокации, различных энергетических и энергоемких установок промышленного, медицинского и бытового назначения. В результате резко увеличилась потенциальная опасность этого физического фактора и риск для здоровья широких слоев населения. Проблема электромагнитной безопасности

особенно обострилась в последнее время в связи с массовым внедрением в повседневную жизнь телевизоров, персональных компьютеров, мобильных средств радиотелефонной и космической связи, разнообразных электрических и электронных изделий медицинского и бытового назначения.

Сегодня общепризнана точка зрения, что техногенные ЭМП могут играть заметную этиологическую роль в эпидемиологии нервно-психических, сердечно-сосудистых, онкологических, офтальмологических и ряда других заболеваний. Они могут оказывать неблагоприятное воздействие на генетические структуры, эндокринную и иммунную системы организма, функции воспроизводства потомства. Имеются данные о повышенной чувствительности детей, беременных женщин и больных людей к ЭМП даже малой интенсивности. Вот почему Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) включила электромагнитное загрязнение среды в число наиболее важных экологических проблем, на решение которой направлены усилия ученых во всем мире. Особенно интенсивно ведутся научные исследования в России, США, Германии, Швеции, Великобритании, Японии и других странах. Работы специалистов разных стран по решению этой проблемы рассматриваются в рамках международных организаций: Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Международного комитета по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP) и Европейского комитета по электромагнитной совместимости (CENELEC).

Отсюда вполне понятно, почему в последние годы резко возросло число исследований и публикаций по вопросам электромагнитной биологии, медицины, экологии и гигиены. Очевидно, что на данном этапе медико-биологических исследований необходимо иметь четкие представления об энергетической, сигнальной и информационной роли ЭМП, их регулирующем, стабилизирующем и дестабилизирующем влиянии на живые системы, принципах их гигиенической регламентации, степени опасности для основных биофизиологических процессов, протекающих в организме человека.

## 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭМП

Электромагнитные поля являются видом материи и обладают массой и энергией, которые перемещаются в пространстве в виде электромагнитных волн. Они состоят из электрической (E) и магнитной (H) составляющих, которые перпендикулярны друг к другу и направлению распространения. Основными параметрами электромагнитных волн являются частота (f), длина волн ( $\lambda$ ) и скорость распространения (c), которые связаны между собой соотношением  $f = c/\lambda$ , справедливым для свободного пространства, где  $c = 3 \times 10^8$  м/с (скорость света).

Частота обычно выражается в герцах (Гц), килогерцах (кГц), мегагерцах (МГц) и гигагерцах (ГГц), а длина волны — в километрах, метрах, дециметрах, сантиметрах и миллиметрах. Если скорость света выражена в м/с, частота — в МГц, то длину волн в метрах можно определить по формуле:  $\lambda = 300/f$ .

В электромагнитной волне, распространяющейся от источника излучения, в зависимости от расстояния различают три условные зоны: ближнюю, промежуточную и дальнюю. Ближняя — это зона не сформировавшейся волны с неоднородной структурой электромагнитного поля. Поэтому напряженность электрической и электромагнитной составляющей должна оцениваться отдельно. Дальняя зона характеризуется сформировавшейся электромагнитной волной, где соотношение между E и H постоянно ( $E/H = 377 \text{ В/А}$ ). Размеры этих зон зависят от типов антенн, длины волны излучения и площади раскрытия антенны.

К дальней зоне относится область, находящаяся на расстоянии от источника излучения более  $2L_2/\lambda$ , где E — максимальный линейный размер источника.

Не менее важным для взаимодействия с биологическими объектами является поляризация электромагнитной волны, которую определяет положение векторов E и H в пространстве.

Энергия квантов электромагнитного поля в диапазоне частот от долей Гц до 300 ГГц достаточно низка и не способна вызывать ионизацию атомов или

молекул веществ. Поэтому этот участок электромагнитных излучений относится к неионизирующим.

Интенсивность электромагнитного поля в диапазоне от долей Гц до 300 МГц оценивается отдельно по электрической составляющей  $E$  в вольтах на метр (В/м) и по магнитной  $H$  в амперах на метр (А/м).

В диапазоне частот от 300 мГц до 300 гГц интенсивность электромагнитного поля оценивается плотностью потока энергии (ППЭ), единицей измерения которого является ватт на квадратный метр ( $\text{Вт/м}^2$ ) или ( $\text{мВт/см}^2$ ,  $\text{мкВт/см}^2$ ).

Интенсивность магнитных полей измеряется также в теслах (Тл), милитеслах (мТл), микротеслах (мкТл) и нанотеслах (нТл).

Для передачи или приема информации несущую электромагнитную волну модулируют. Различают модуляцию амплитудную, частотную фазовую.

## **2. БИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭМП С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ**

Основываясь на общих принципах закона Grotthus-Draper, эффект взаимодействия ЭМП с биологической средой зависит от поглощенной за определенное время энергии поля, т.е. от дозы облучения. В его основе лежит преобразование энергии поля в тепло, которое происходит по двум классическим механизмам, определяемым диэлектрическими характеристиками биологического материала: индуцирование токов и вращение/перемещение молекул.

Вопросы дозиметрии ЭМП очень сложны, т.к. величина поглощенной энергии определяется не только интенсивностью и частотой поля, но и размерами, формой объекта, его расположением относительно  $E$  и  $H$  векторов, внутренней структурой, окружающим пространством и многими другими трудно учитываемыми факторами. В упрощенной форме дозиметрия биологических объектов в ЭМП сводится к двум вопросам: какое количество энергии поглощено и где оно сосредоточено. В качестве этой характеристики

используется параметр SAR (Specic Absorbed Rate), применяемый в зарубежных исследованиях, или УПМ (Удельная поглощенная мощность) — в отечественных. УПМ представляет собой поглощенную единицей массы объекта часть энергии ЭМП и измеряется в Вт/кг или мВт/г.

В дозиметрии ЭМП используются как теоретические, так и экспериментальные методы, взаимно дополняющие друг друга. Теоретическая дозиметрия состоит в решении уравнений Maxwell, с помощью которых с определенной степенью приближения оценивается структура распределения энергии поля вне и внутри реального объекта.

Экспериментальная дозиметрия заключается в инструментальном определении общей УПМ и структуры ее распределения в самом объекте, включая и локальные величины в отдельных точках. Для этой цели в последние годы стали широко использоваться повторяющие оригинал модели (фантомы) человека или животных. Они изготавливаются из материалов, по своим диэлектрическим свойствам имитирующих: кожу, мышцы, кости, мозг, кровь и пр. После или в процессе воздействия ЭМП с помощью различных методов регистрируются температура в определенных точках модели или величины электрического и магнитного поля.

Интенсивность воздействия, а следовательно, и характер ответной реакции любой биологической системы определяется величиной температуры или внутреннего поля, индуцированного внешним облучением. Глубина проникновения электромагнитной волны в ткани человека и животных зависит от частоты поля и содержания в них воды. В самом общем виде

можно констатировать, что величина УПМ зависит от частоты ЭМП, ориентации облучаемого объекта относительно векторов  $E$  и  $H$ , падающей электромагнитной волны и имеет максимальное значение на определенных (резонансных) частотах. Условно кривую частотной зависимости УПМ для человека можно разделить на несколько областей: дорезонансную (от крайне низких частот до 30 МГц), собственно резонансную (30-300 МГц, с резонансным максимумом около 70 МГц), резонанс отдельных частей тела:

голова, шея (300-400 МГц), образования "горячих пятен" (400-2000 МГц) и сверхрезонансную (2000 МГц).

Благодаря введению понятия и разработке практических методов определения УПМ стало возможным сопоставление результатов биологических экспериментов, проведенных с использованием различных методов, условий и объектов облучения, частотных диапазонов, видов модуляции и пр.

Как мы уже отмечали, нагрев биологического объекта является основным механизмом преобразования энергии ЭМП высокой интенсивности. Изменение температуры тела может служить пусковым механизмом для различных реакций, уровень изменения которых зависит от терморегуляторных и метаболических характеристик конкретной функциональной системы организма.

На Международном симпозиуме в Варшаве в 1973 г. впервые была принята классификация ЭМП в диапазоне частот 300 МГц-300 ГГц в соответствии с наблюдающимися биологическими эффектами:

1. Высокие интенсивности (ППЭ более  $10 \text{ мВт/см}^2$ ), при которых преобладают четкие тепловые эффекты.
2. Средние интенсивности (ППЭ от 1 до  $10 \text{ мВт/см}^2$ ), при которых отмечаются слабые, но различимые тепловые эффекты.
3. Низкие интенсивности (ППЭ ниже  $1 \text{ мВт/см}^2$ ), при которых отсутствуют или явно не выражены тепловые эффекты.

Ориентация на чисто тепловые механизмы действия ЭПМ, поддерживаемая долгое время специалистами США, значительно затормозила изучение альтернативных механизмов.

В настоящее время общепризнанно, что биологические эффекты могут проявляться и при воздействии нетепловых интенсивностей ЭМП. Большинство исследователей связывают их с изменением биофизических процессов в тканях организма (возникновение ионных потоков и электропотенциалов в молекулах клеток, изменение проницаемости клеточных мембран и реактивности рецепторного аппарата), что вызывает трансформацию

электрических свойств тканей и окислительных процессов, смещение равновесия рН, изменение проницаемости гистогематических барьеров и рефлекторные изменения в различных органах и системах организма, являющиеся основой развития донозологических состояний.

Кумуляция указанных биоэффектов проявляется в виде комплекса изменений функции органов и систем организма — радиоволновой болезни, характеризующейся поражением центральной нервной, эндокринной, иммунной и сердечно-сосудистой систем.

По-видимому, более правильно рассматривать четыре уровня интенсивностей ЭМП (Г.Ф. Плеханов) с общебиологических позиций:

1. Низкий — ниже наблюдаемого в естественных условиях.
2. Средний — близкий к обычному естественному фону.
3. Высокий — при превышении естественного уровня на 1-2 порядка.
4. Крайне высокий — превышающий на 3 и более порядка естественный уровень.

В соответствии с этим общие механизмы действия ЭМП следует рассматривать как сигнальные, дестабилизирующие, регулирующие и энергетические.

### **3. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭМП ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Интерес к этой проблеме возник еще в 1-й половине столетия после появления работ А.Л. Чижевского и В.И. Вернадского. В спектре естественных ЭМП можно выделить несколько составляющих: постоянное магнитное поле Земли (ГМП), электростатическое поле и переменные поля в диапазоне частот от  $10^{-3}$  до  $10^{12}$  Гц.

Установлено, что у различных организмов (от бактерий до млекопитающих) выявляется ряд реакций на изменение геомагнитного поля. Изучение магниторецепции у человека дало основание считать, что она представлена в структурах мозга и надпочечниках.

Величина ГМП может изменяться на поверхности Земли от 26 мкТл (район Рио-де-Жанейро) до 68 мкТл (вблизи географических поясов), достигая максимум (до 190 мкТл) в районах магнитных аномалий (район г. Курска).

Наряду с постоянным ГМП имеется переменное магнитное поле, порожденное токами, текущими в ионо- и магнитосфере. Его величина составляет около 4-5% главного ГМП.

ГМП претерпевает колебания с длительными (многолетними) и короткими (суточными и минутными) периодами, хотя и с малыми значениями амплитуд (доли и единицы нТл). Если режим устойчивых колебаний ГМП является "привычным" для биосистем, то изоляция от него может приводить к негативным последствиям.

В периоды магнитных бурь, обусловленных солнечной активностью, наблюдается глобальное возбуждение микропульсаций, которые могут служить синхронизаторами некоторых биологических процессов, поскольку являются резонансными для ряда из них. Определенный вклад в формирование естественного электромагнитного фона Земли вносит и грозовая активность.

В спектр солнечного и галактического излучения, достигающего Земли, входят ЭМП всего радиочастотного диапазона, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, видимый свет, ионизирующее излучение. В совокупности ЭМП Земли представляют собой широкий спектр, в условиях воздействия которого существует Земля и все живое на ней.

Естественные ЭМП могут оказывать неоднозначное влияние на организм человека. Отмечена связь между возникновением геомагнитных возмущений с возрастанием числа клинически тяжелых патологий (инфарктов миокарда и инсультов), а также числа дорожно-транспортных происшествий и аварий самолетов.

Очевидно, что естественные ЭМП следует рассматривать как один из важнейших экологических факторов. Поэтому попадание организма человека в ситуацию, когда уровни ЭМП существенно увеличены или снижены за счет антропогенных источников, может приводить к серьезным негативным

последствиям.

#### **4. ЭМП КАК ФАКТОР ОКРУЖАЮЩЕЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ**

С ЭМП каждый человек сталкивается повседневно как в бытовых, так и в производственных условиях. Поэтому вполне правомочна постановка вопроса о создании так называемого электромагнитного по-пуляционного комфорта, т.е. оптимизации электромагнитных условий жизни и деятельности человека.

Согласно Международной классификации антропогенные источники ЭМП делятся на 2 группы:

1 группа— генерирующие статические электрические и магнитные поля, а также так называемые крайне низкие и сверхнизкие частоты (до 3 кГц), к которым относятся все средства выработки, передачи и распределения электроэнергии (электростанции, линии электропередач постоянного и переменного тока и электротехнические устройства, силовые кабельные линии, электромагниты и др.), транспортные средства на электроприводе и магнитной подушке и др.;

2 группа — генерирующие ЭМП в радиочастотном диапазоне, включая и микроволновый — от 300 мГц до 300 ГГц. Основную массу источников этой группы составляют передатчики (радио- и телевизионные станции, радиотелефоны, станции радиорелейной, тропосферной и спутниковой связи, системы локации и навигации), средства визуального отображения информации (телевизоры, мониторы компьютеров и др.), технологическое, медицинское и бытовое оборудование.

Источниками ЭМП являются технические средства и изделия, которые предназначены для применения в различных сферах человеческой деятельности и в основе которых используются физические свойства этих полей: распространение в пространстве и отражение, нагрев материалов, взаимодействие с веществами и ряд других.

##### **4.1. Электростатические поля.**

Электростатические поля (ЭСП) представляют собой поле неподвижных электрических зарядов либо стационарные электрические поля постоянного тока. С одной стороны, они широко используются в различных технологических процессах (электрогазоочистка, электростатическая сепарация руд и материалов, электроворсование и др.), создавая при этом определенный электростатический фон на рабочих местах.

С другой стороны, они могут возникать как паразитные на производстве и в быту: в энергетических установках, при изготовлении и эксплуатации полупроводниковых приборов и микросхем, обработке полимерных материалов и изготовлении из них различных изделий, в текстильной промышленности при изготовлении тканей из волокон с высокими диэлектрическими свойствами, в помещениях с вычислительной и множительной техникой, при пользовании персональными компьютерами и телевизорами, при наличии синтетических покрытий внутри помещений. Статическое электричество может возникать при движении топлива по трубопроводам, фильтрации воздуха загрязненного пылью. Электризация создается и при движении транспортных средств, особенно тех, в конструкции которых входят композиционные материалы.

В настоящее время считается, что ЭСП могут вызывать у работающих нарушения функционального характера в виде астеновегетативного синдрома и вегетососудистой дистонии, а также головную боль, раздражительность и нарушение сна. Следует отметить, что механизмы влияния ЭСП и ответных реакций организма остаются неясными и требуют дальнейшего изучения.

#### **4.2. Постоянные магнитные поля (ПМП)**

Источниками постоянных магнитных полей (ПМП) являются постоянные магниты, электромагниты, сильноточные системы постоянного тока. Постоянные магниты широко используются в приборостроении и при устройствах динамиков, магнитных сепараторов, устройств для магнитной обработки воды, магнито-гидродинамических генераторах, установках ядерного магнитного резонанса, электронного парамагнитного резонанса и пр.

В системе СИ единицей измерения напряженности ПМП является ампер на метр (А/м), магнитного потока — вебер (Вб), магнитной индукции — тесла (Тл). В местах нахождения персонала, обслуживающего МГД, генераторы, термоядерные установки, магниторезонансные томографы, магнитная индукция достигает 50 мТл и более. Пациенты при применении ядерно-магнитных томографов подвергаются воздействию ПМП до 2 Тл и более. Средние уровни ПМП (порядка 5-100 мТл) создаются в салоне транспортных средств на магнитной подушке и в рабочей зоне операторов при электролитических процессах.

Эксперты ВОЗ считают, что уровни ПМП до 2 Тл не оказывают существенного влияния на основные показатели функционального состояния организма животных и человека. По данным отечественных исследователей (А.М. Вялов, Ю.П. Сыромятников и др.), у работающих с источниками ПМП возможны изменения в состоянии здоровья в форме вегетодистонии, астено-вегетативного и периферического вазовегетативного синдрома или их сочетания.

#### **4.3. Электрические и магнитные поля промышленной частоты (50 Гц)**

Основными источниками ЭМП ПЧ являются различные типы производственного и бытового электрооборудования, в первую очередь трансформаторные подстанции и воздушные линии электропередачи. Поскольку соответствующая частоте 50 Гц длина волны составляет 6 тыс. км человек подвергается воздействию фактора в ближней зоне. В связи с этим гигиеническая оценка ЭМП ПЧ осуществляется отдельно по электрической и магнитной составляющей.

Согласно современным представлениям параметром, определяющим степень воздействия ЭМП ПЧ, является плотность наведенного в теле вихревого тока. При этом для электрического поля характерно слабое проникновение в тело человека, для магнитного — организм практически прозрачен. Плотность наведенного тока может быть рассчитана как для

электрического, так и для магнитного поля.

Первые исследования влияния на человека ЭМП ПЧ были проведены отечественными авторами в середине 60-х годов. У персонала, обслуживающего подстанции и воздушные линии электропередачи, отмечались жалобы неврологического характера на нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта. Обнаружены и некоторые функциональные сдвиги в форме вегетативной дисфункции и нерезко выраженные изменения состава периферической крови. В последние годы внимание специалистов привлечено к возможному канцерогенному, преимущественно лейкогенному, влиянию ЭМП ПЧ. При этом основная роль отводится низко интенсивному магнитному полю.

#### **4.4. Электромагнитное поле радиочастотного диапазона (РЧ)**

Поглощение и распределение энергии внутри тела существенно зависит от соотношения формы и размеров облучаемого объекта с длиной волны излучения. С этих позиций в спектре ЭМП РЧ можно выделить 3 области:

- 1-я — с частотой до 30 мГц;
- 2-я — с частотой более 10 гГц;
- 3-я — с частотой от 30 мГц до 10 гГц.

Для первой характерно быстрое падение величины поглощения с уменьшением частоты. Относительной особенностью второй является очень быстрое затухание энергии ЭМП при проникновении внутрь ткани — практически вся энергия поглощается в поверхностных слоях биоструктур. Для третьей, промежуточной по частоте области, характерно наличие ряда максимумов поглощения, при которых тело как бы втягивает в себя поле и поглощает энергии больше, чем приходится на его поперечное сечение. В этом случае резко проявляются интерференционные явления, приводящие к возникновению локальных максимумов поглощения, так называемых "горячих пятен". Для человека условия возникновения локальных максимумов поглощения в голове имеют место на частотах 750-2500 мГц, а максимум,

обусловленный резонансом с общим размером тела, лежит в диапазоне 50-300 мГц.

В последнее десятилетие, наряду с тепловой теорией, получила развитие информационная теория воздействия ЭМП, основанная на концепции взаимодействия внешних полей с внутренними полями организма (Н.Д. Девятков).

Установлено, что организм человека и животных весьма чувствителен к воздействию ЭМП РЧ. Причем биологическая активность убывает с увеличением длины волны. Наиболее активными являются санти-, деци- и метровые диапазоны радиоволн. По мнению ряда ученых, ЭМП *импульсной* генерации обладают больше биологической активностью, чем *непрерывной*.

На практике люди часто подвергаются прерывистым воздействиям ЭМП от устройств с перемещающейся диаграммой излучения (радиолокаторы). Экспериментально доказано, что при одинаковых интенсивностно-временных параметрах прерывистые воздействия обладают меньшей биологической активностью по сравнению с непрерывными.

Вопросы сочетанного действия ЭМП с другими факторами среды изучены недостаточно.

Поражения, вызываемые ЭМП РЧ, могут быть острыми и хроническими. Острые — возникают при воздействии значительных тепловых интенсивностей ЭМП. Они встречаются крайне редко: при авариях или грубых нарушениях правил техники безопасности. Острые поражения отмечаются полисимптомностью нарушений с выраженной астенизацией, диэнцефальными расстройствами и угнетением функции половых желез. У пострадавших отмечается сильная головная боль, головокружение, тошнота, повторные носовые кровотечения. Эти явления сопровождаются общей слабостью, адинамией, обморочными состояниями, неустойчивостью артериального давления и показателей белой крови. Указанные нарушения сохраняются до 1,5-2 месяцев. Возможно развитие катаракты.

Для профессиональных условий возможны хронические поражения,

проявляющиеся после нескольких лет работы с источниками ЭМП при уровнях от десятых долей до нескольких мВт/см<sup>2</sup>. В клинической картине три неспецифических ведущих синдрома: астенический, астеновегетативный и гипоталамический. Больные повышено возбудимы, эмоционально лабильны. В отдельных случаях обнаруживаются признаки раннего атеросклероза, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни.

При более низких уровнях воздействия выраженных заболеваний не описано. В отдельных случаях могут отмечаться определенные функциональные сдвиги, отражающие повышенную чувствительность к ЭМП.

Шведскими учеными выявлено несколько большее число случаев аномалий развития у детей, матери которых — физиотерапевты — в период беременности подвергались воздействию ЭМП коротковолнового и микроволнового диапазонов.

В ряде работ привлекается внимание к онкологической опасности ЭМП РЧ. Приведенные данные свидетельствуют о необходимости проведения серьезных эпидемиологических исследований по данному вопросу.

## 5. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ РЕГЛАМЕНТЫ ЭМП

Гигиеническое нормирование является основным элементом электромагнитной производственной и экологической безопасности человека.

В соответствии с "Санитарно-гигиеническими нормами допустимой напряженности электростатического поля" № 1757-77 и ГОСТом 12.1.045-84 "Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля" допустимая напряженность ЭСП на рабочих местах не должна превышать следующих величин: — при воздействии до 1 ч—60 кВ/м; —от 1 ч до 9 ч— величины ПДУ определяются по формуле:

$$E_{\text{ПДУ}} = \frac{60}{\sqrt{t}},$$

отсюда

для 9 ч – E=20 кВ/м;

для 4 ч – E=30 кВ/м;

для 2 ч – E=42,5 кВ/м;

Допустимое время пребывания персонала в диапазоне интенсивности 20-60 кВ/м можно определить по формуле:

$$t = \left( \frac{E_{ПДУ}}{E_{\phi}} \right)$$

Единственным документом, регламентирующим уровни ЭСП для населения является "Санитарно-гигиенический контроль полимерных стройматериалов, предназначенных для применения в строительстве жилых и общественных зданий" № 2158-80, согласно которому ПДЧ ЭСП составляет 15 кВ/м. Аналогичные уровни напряженности ЭСП устанавливаются стандартами США и западноевропейских стран.

Напряженность ПМП на рабочих местах согласно "Предельно допустимым уровням воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами" № 1742-77 не должна превышать 8 кА/м (100 эрстед, 10 мТл). В последнее время специалистами МНИИГ им. Ф.Ф. Эрисмана предложена ПДУ ПМП с учетом времени воздействия.

| В США Министерством энергетики рекомендованы следующие АДУ |                       |
|--|-----------------------|
| для 8 ч воздействия  | - 10 мТл на все тело  |
|  | - 100 мТл на руки     |
| для < 1 часа   | - 100 мТл на все тело |
|  | - 1000 мТл на руки    |
| для < 10 мин   | - 500 мТл на все тело |
|  | - 2000 мТл на руки    |

В 1991 г. Международным комитетом по неионизирующим излучениям

рекомендованы следующие уровни ПМП:

*Для профессионалов*

- а) полный рабочий день (8 час) — 200 мТл;
- б) кратковременное воздействие на тело — 2000 мТл;
- в) кратковременное воздействие на руки — 5000 мТл.

*Для населения*

- а) непрерывная экспозиция — 10 мТл.

Гигиеническая рекомендация ЭМП ПЧ осуществляется отдельно для электрической и магнитной составляющих. В России в настоящее время действуют гигиенические нормативы для производственных воздействий как по ЭП, так и по МП ПЧ; для населения — только по ЭП. В соответствии с ГОСТом 12.1.002-84 и СанПиН № 5802-91 ПДУ ЭП ПЧ для полного рабочего дня составляет 5 кВ/м, а максимальный ПДУ для воздействий — не более 10 мин — 25 кВ/м. В интервале интенсивностей 5-20 кВ/м допустимое время пребывания определяется по формуле:

$$t = \frac{50}{E} - 2ч$$

где  $E$  — напряженность воздействующего ЭП в контролируемой зоне, кВ/м.

ПДУ МП ПЧ для условий производственных воздействий согласно СанПиН 2.2.4.723-98 "Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях" дифференцированы по времени: при пребывании в течение всего рабочего дня — от 100 мкТл (80 А/м); при кратковременном пребывании — до 2 мТл (1600 А/м).

Для населения ПДУ ЭП ПЧ, создаваемые ВЛ электропередачи, составляют: внутри жилых зданий — от 0,5 кВ/м, на территории жилой застройки — до 20 кВ/м, в труднодоступных районах — 1 кВ/м.

Основным нормативным документом, регламентирующим допустимые уровни воздействия ЭМП РЧ является СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96

"Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ)". В ПДУ для профессионального воздействия в диапазоне частот от 30 кГц до 300 ГГц используется энергетический дозовый подход, когда, наряду с интенсивными параметрами (Е, Н, ППЭ), нормируется и энергетическая экспозиция за рабочий день. Последняя в диапазоне частот до 300 МГц выражается произведением квадрата напряженности ЭП или МП на время воздействия на организм, в диапазоне частот выше 300 МГц — произведением ППЭ излучения на время воздействия.

ПДУ интенсивности ЭМП РЧ ( $E_{ПДУ}$ ,  $H_{ПДУ}$ ,  $ППЭ_{ПДУ}$ ) определяется в зависимости от времени воздействия исходящей предельно допустимой энергетической экспозиции (табл. 1) по формулам:

$$E_{ПДУ} = \sqrt{\frac{\text{ЭЭ}E_{ПДУ}}{T}};$$

$$H_{ПДУ} = \sqrt{\frac{\text{ЭЭ}H_{ПДУ}}{T}};$$

$$ППЭ_{ПДУ} = \frac{\text{ЭЭ}ППЭ_{ПДУ}}{T}.$$

При этом в любом случае они не должны превышать значений, установленных в качестве максимально допустимых (табл. 2).

В указанных выше СанПиН, наряду с профессиональными представлены ПДУ ЭМП РЧ для населения (табл. 3).

В связи с развитием мобильных систем радиотелефонной связи разработаны ГН 2.1.8/2.2.4-019-94 "Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи", которые регламентируют ЭМП для пользователей в 100 мВт/см<sup>2</sup>.

В 1996 г. утверждены СанПиН 2.2.2.542-96 "Гигиенические требования к

видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ" (табл. 4). Зарубежные стандарты и международные рекомендации допускают существенно более высокие уровни воздействия ЭМП РЧ по сравнению с установленными в РФ. Это объясняется тем, что отечественные нормативы базируются на более жестких критериях вредного воздействия ЭМП РЧ, учитывающих напряжение компенсаторных систем организма, т.е. пограничные состояния между физиологическими и патологическими реакциями.

Таблица № 1.

ПДУ энергетических экспозиций (ЭЭ) за рабочий день

| Параметр                                       | ЭЭПДУ в диапазонах частот |      |        |            |
|--|---------------------------|------|--------|------------|
|  | 0,03-31                   | 3-30 | 30-300 | 300-300000 |
| $\text{ЭЭЕ}(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$      | 20000                     | 7000 | 800    |            |
| $\text{ЭЭ}, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$     | 200                       | -    | -      | -          |
| $\text{ЭЭ}^{\wedge}(\text{мкВт/см}^2 \cdot 2)$ | -                         | -    | -      | 200        |

Таблица № 2.

Максимально допустимые напряженности и плотности потока энергии ЭМП

| Параметр                 | Максимально допустимые уровни частот (МГц) |      |        |            |
|--------------------------|--|------|--------|------------|
|                          | 0,03-3                                     | 3-30 | 30-300 | 300-300000 |
| ЕВ/м                     | 500  | 300  | 80     |            |
| НА/м                     | 50   | -    | -      | -          |
| ППЭ мкВт/см <sup>^</sup> | -  |      | -      | 1000       |
| 5000*                    |  |      |        |            |

\* Для условий локального облучения кистей рук.

Таблица №. 3

ПДУ ЭМП РЧ для населения (непрерывное воздействие).

| Диапазон частот, МГц             | 0,03-0,3 | 0,3-3 | 3-30 | 30-300 | 300-300.000              |
|----------------------------------|----------|-------|------|--------|--------------------------|
|                                  |          |       |      |        | ППЭ мкВт/см <sup>2</sup> |
| ПДУ напряженности электрического | 25       | 15    | 10   | 3*     | 10                       |

\*- кроме телевизионных станций, ПДУ излучение которых дифференцированы в зависимости от частот и составляют от 2,5 до 5 В/м.

Таблица № 4.

ПЛУ ЭМП. создаваемых ВЛТ

| Место         | Нормируемый параметр, | ПДУ     |
|---------------|-----------------------|---------|
| измерения     | диапазон частот       |         |
| На расстоянии | Напряженность ЭП      |         |
| 50 см от ВДТ  | в диапазонах частот   |         |
|               | 4 Гц- 2кГц            | 25 В/м  |
|               | 2 - 400кГц            | 25 В/м  |
|               | Плотность магнитного  |         |
|               | потока в диапазонах   |         |
|               | частот 41~ц - 2кГц    | 250 мТл |
|               | 2кГц -400 кГц         | 25 мТл  |
|               | Поверхностный         |         |
|               | электростатический    |         |
|               | потенциал             | 500 В/м |

## 6. ЗАЩИТА ОТ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ДЕЙСТВИЯ ЭМП

Защита организма человека от действия ЭМП предполагает снижение их интенсивности до уровней, не превышающих предельно допустимых. Защита обеспечивается выбором конкретных методов и средств, учетом их экономических показателей, простоты и надежности эксплуатации. Организация этой работы подразумевает:

- оценку уровней интенсивности полей и сопоставление их в соответствии с действующими нормативными документами;
- выбор необходимых мер и средств защиты;
- организация системы контроля за функционирующей защитой.

В соответствии с действующими нормативно-методическими документами контроль уровней ЭМП на рабочих местах должен производиться не реже одного раза в год при максимальной мощности, а также при вводе в эксплуатацию новых установок, изменении конструкции и режима работы действующих установок, внесении изменений в средства защиты, организации новых рабочих мест.

Измерения ЭМП на открытой территории с целью определения размеров санитарно-защитных зон и зон ограничения застройки проводятся на высоте 2 м от поверхности земли и на больших высотах в зависимости от этажности застройки.

Контроль уровней ЭМП должен производиться приборами, имеющими государственную аттестацию и прошедшими своевременную государственную поверку, подтверждаемую соответствующими документами.

По конструктивному решению различают приборы двух типов: с антеннами, требующими учета поляризации поля, т.е. направленного действия (ПЗ-9), и изотропными датчиками (ПЗ-15, 16... до ПЗ-25). Существенным недостатком приборов первого типа является непригодность для метрологии сложных полей, в том числе создаваемых несколькими источниками. Приборы с изотропными датчиками могут применяться для оценки ближних и дальних полей, в том числе от нескольких источников.

Используемые в настоящее время в гигиенической практике отечественные измерительные средства, по сути, не обеспечивают в полной мере измерения ЭМП во всех частотных диапазонах, а также от источников с неизвестной частотой излучения.

В последние годы в Германии фирмой "Wandel&Goltermann" разработана серия приборов, в которых реализованы современные достижения в технологии измерения (включая систему передачи сигналов по волоконно-оптическим линиям связи для компьютерной обработки), автоматическую калибровку трехкоординатной системы и др.

Для оценки ЭМП РЧ, наряду с инструментальными, применяются расчетные методы. Используя данные о технических параметрах радио- и телепередающих устройств, можно рассчитать интенсивность ЭМП в любой точке пространства. Тем не менее расчет даже в самом современном исполнении дает лишь приблизительные сведения. Поэтому расчетные методы целесообразно применять на стадии проектирования передающих радиотехнических объектов.

По своему назначению защита может быть коллективной, предусматривающей мероприятия для групп персонала, и индивидуальной — для каждого специалиста в отдельности. Инженерно-технические мероприятия включают рациональное размещение оборудования, использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, экранирование). К средствам индивидуальной защиты относятся: защитные очки, щитки, шлем, защитная одежда (комбинезоны, халаты и пр.).

К организационным мероприятиям относятся: выбор рациональных режимов работы установок; ограничение места и времени нахождения персонала в зоне обслуживания и др.

Способ защиты в каждом конкретном случае определяется с учетом рабочего диапазона частот, характера выполняемых работ, необходимой эффективности защиты.

Указанные меры защиты следует применять при всех видах работ, если уровни ЭМП превышают допустимые.

Важное место в системе профилактических мероприятий отводится предварительным и периодическим медицинским осмотрам. Все лица с начальными проявлениями неблагоприятного воздействия ЭМП, а также с общими заболеваниями, течение которых может усугубляться под влиянием ЭМП, должны браться под наблюдение с проведением соответствующих гигиенических и терапевтических мероприятий. В случаях прогрессирования профессионально обусловленной заболеваемости осуществляется временный или постоянный перевод на другую работу. Переводу на другую работу подлежат женщины в период беременности и кормления ребенка, если уровни ЭМП превышают допустимые величины, установленные для населения.

## Лекция 30

### Гигиена учебных занятий в школе

Одной из ведущих проблем гигиены детей и подростков является *проблема обучения и воспитания*. Самые массовые учебно-воспитательные учреждения в нашей стране — общеобразовательные школы, в которых ежегодно обучаются более 50 млн. детей, в связи с этим вопросам гигиены учебных занятий уделяется серьезное внимание.

Освоение учебного материала в школьном возрасте связано с большой умственной нагрузкой, с "величайшим напряжением всей активности (его) собственной мысли" (Выготский Л.С.). Однако не следует упускать из виду, что 10 лет пребывания в школе — это период роста и развития, в течение которого организм ребенка очень восприимчив как к благоприятным, так и к неблагоприятным воздействиям. Кроме того, на школьные годы приходится два так называемых "возрастных" криза, в которые организм оказывается наиболее чувствительным. Это начало обучения в школе (6-7 лет) и пубертатный период.

*Поступление в школу* часто оказывается особенно трудным для детей, психологически не подготовленных к этому изменению в их жизни, а также для соматически ослабленных детей. У детей может развиваться так называемый "школьный невроз", "школьный шок", "школьный стресс", "школофобия" — все эти термины характеризуют невротические реакции, которые выбивают учащихся из нормальной жизни и часто приводят к категорическим отказам от посещения школы. Сложным вопросам адаптации учащихся к началу школьного обучения посвящена отдельная лекция по гигиене детей и подростков.

Психическое здоровье *подростков* особенно нуждается в защите. В этот период происходят некие, якобы немотивированные изменения характера, часто ухудшается успеваемость, легко назревают конфликты : окружающими. По определению детского психиатра Nutter, в подростковом возрасте

"нормальные ненормальности встречаются часто, тогда как ненормально, если все течет нормально".

Помимо биологических кризисных периодов, следует обязательно учитывать так называемые *переломные моменты социализации*, каковыми для школьников являются поступление в школу, переход от начального обучения с одним педагогом к предметному с несколькими новыми учителями, необходимость выбора профессии. Каждый такой переломный период требует адаптации к нему, которая не всегда протекает безболезненно.

С помощью многочисленных исследований установлено, что учебные занятия могут оказывать оздоравливающий эффект, способствовать нормальному росту и развитию детского организма, гармоничному физическому и духовному развитию, полноценному развитию всех функций при условии полного соответствия разнообразных видов учебной деятельности возрастным анатомо-физиологическим особенностям детей.

Итак, учебный процесс в школе должен базироваться на гигиенической основе, а именно:

а) с учетом возрастных анатомо-физиологических особенностей детского организма;

б) обучение должно осуществляться в наиболее благоприятных условиях окружающей среды.

Только в этих случаях создаются предпосылки для оптимального, наилучшего функционирования детского организма, поддерживается высокий уровень работоспособности школьников, достигается основная цель — сохранение и укрепление их здоровья.

Учебные занятия — серьезный труд для детей (особенно для детей младшего школьного возраста), они предъявляют большие требования к организму ребенка. Из трех видов деятельности (умственной, физической и статической) для 6-7-летних детей статическое напряжение является наиболее утомительным и вызывает наиболее неблагоприятные физиологические сдвиги в организме. Ребенок может долго бегать, играть, ходить, совершать

разнообразные движения (двигательная активность у детей очень велика), а неподвижное стояние или сидение дается детям ценой больших усилий.

Немалую трудность для учащихся начальной школы представляют:

1) *статическое напряжение*, которое они испытывают при сидении за партой. Сидение — это не пассивное состояние, а активный процесс, направленный на преодоление силы тяжести и поддержание головы в вертикальном или слегка наклоненном положении. При этом ряд мышечных групп — шейных, затылочных, спинных, мышц тазового пояса — находятся в состоянии постоянного напряжения. В связи с этим требование к учащимся сохранять на занятиях неподвижно-выпрямленную позу физиологически неоправданно. Педагоги и школьные врачи должны это учитывать и допускать изменения положения тела учащихся во время урока. На снятие напряжения с "позных" мышц направлены обязательные к выполнению динамические паузы (физкультминутки), проводимые для учащихся 6-летнего возраста на 10-й и 20-й минуты от начала урока, для остальных — в середине урока .

2) *процесс овладения письмом*. Написание букв требует *тонкой координации движений пальцев правой руки* и осуществляется в основном мелкими червеобразными мышцами кисти. Однако к 7-летнему возрасту нервно-мышечный аппарат кисти еще далек от совершенства, не завершены процессы окостенения костей запястья и фаланг пальцев (происходит к 10-13 годам). Кроме того, положение пальцев во время письма противоречит врожденной координации их движений. Наиболее естественными для пальцев являются хватательные движения, при которых большой палец действует самостоятельно, а остальные 4 пальца — совместно и одинаково. При письме мы насильственно объединяем движения большого пальца, указательного и среднего, безымянный и мизинец не участвуют в процессе письма и служат лишь опорой для кисти. В этом противоречии с врожденной деятельностью кисти лежит одна из причин высокой утомляемости младших школьников во время письма.

Все вышесказанное диктует необходимость ограничения

продолжительности непрерывного письма для учащихся. Гигиеническими исследованиями установлено, что оптимальная длительность письменных работ для детей 1-го класса должна составлять 5-8 мин, для учащихся 4-го класса — может быть увеличена до 20 мин.

В научной литературе в течение ряда лет горячо обсуждался вопрос о том, какой способ письма — прямой или наклонный — отвечает физиологическим возможностям детей младшего школьного возраста. Специальные исследования позволили установить, что наклонный способ письма чаще оказывает неблагоприятное воздействие на организм ребенка и, прежде всего, отрицательно влияет на осанку и зрение учащихся. При прямом письме правильная поза встречается в 2 раза чаще, чем при наклонном, следовательно, уменьшается количество детей с различными дефектами осанки, особенно с сутулостью и плоской спиной. Кроме того, при прямом письме расстояние от глаз до рабочей поверхности составляет 26 см, а при наклонном сокращается до 21 см. Соблюдение расстояния наилучшего зрения при прямом письме способствует поддержанию более высокого функционального состояния зрительного анализатора, предотвращает развитие его утомления. Таким образом, сравнительная гигиеническая оценка позволяет рекомендовать способ прямого письма, как наиболее оптимальный при обучении детей в начальной школе.

3) *большая нагрузка на орган зрения* (особенно в связи с овладением навыками чтения).

Чтение (или зрительное восприятие текста) представляет собой быстрое различение очень большого числа мелких объектов. Если подразделить букву на составные части — отдельные штрихи и белые просветы между ними, то окажется, что таких буквенных элементов глазу приходится воспринимать огромное количество. Так, например, в одной букве Н их девять (два вертикальных, пять горизонтальных и два белых просвета), а в трех строчках книжного текста глаз различает 1170 черных и белых объектов, размеры которых очень малы — от сотых и десятых долей миллиметра до 1,75 мм.

Следовательно, воспринимающему аппарату глаза приходится во время чтения выполнять титаническую работу. Большая нагрузка при чтении падает и на мышечный аппарат глаза, осуществляющий движение глаз вдоль строки и от строки к строке (глазодвигательные мышцы). Рассматривание текста на близком расстоянии требует напряжения аккомодации, т.е. установления определенной кривизны хрусталика, что достигается сокращением специальных мышц. Известно, что движение глаз по строке происходит не плавно и непрерывно, а скачками, после которых следует кратковременная остановка (фиксация), во время которой и совершается восприятие текста. Опытный читатель делает 4-6 остановок на строке, неопытный — 10-20, т.е. в 3-4 раза больше. Большое число фиксаций ведет к большому утомлению мышечного аппарата глаза. Наиболее утомительны так называемые рефиксации или обратные движения глаза, которые связаны с тем, что глаз теряет читаемый текст, проскакивает дальше, чем следует, и вынужден возвращаться обратно. Таких движений младшие школьники, у которых не выработан динамический стереотип чтения, делают в 10 раз больше, чем опытные читатели.

В гигиенических рекомендациях в связи с большой нагрузкой на орган зрения продолжительность непрерывного чтения в 1-м классе ограничивается 7-10 мин. Поскольку работоспособность органа зрения тесно связана с условиями освещенности, нормативы предусматривают оптимальные уровни естественной и искусственной освещенности.

В последние годы в связи с широким использованием в школе технических средств обучения (учебное телевидение, учебное кино, показ диапозитивов), а также с внедрением компьютерной техники в учебный процесс нагрузка на зрительный анализатор детей резко возрастает. Кроме того, при показе требуется зашторивание окон, что ведет к смене освещенности и необходимости переадаптации глаза — очень утомительной для детей. Согласно гигиеническим рекомендациям длительность показа диафильмов, диапозитивов для учащихся 1-2-х классов не должна превышать 7-15 мин. Показ кинофильмов и телепередач не должен превышать 15-20 мин в 1-2

классе, для учащихся 8-10-х классов — 25-30 мин. Для детей и подростков общая продолжительность работы с компьютером устанавливается в зависимости от возраста. В возрасте 6-8 лет она составляет 10 мин, для 10-летних — 15 мин, в 12 лет — 20 мин, в 14 лет — 25 минут. Для 16-летних подростков допускаются 2 занятия в неделю, продолжительностью 30 и 20 мин.

4) Обучение ребенка в школе связано с *активной деятельностью ЦНС*. Учебные занятия требуют высокой активности как возбудительных, так и тормозных процессов, хорошего их уравнивания, иногда быстрой их смены. Однако процессы возбуждения и торможения имеют ряд особенностей у детей младшего школьного возраста. Для них характерно:

а) преобладание возбудительных процессов над тормозными;

б) преобладание иррадиации над концентрацией в связи с чем процессы возбуждения легко распространяются на большие участки коры;

в) легкость возникновения новых очагов возбуждения даже от незначительных внешних раздражителей. В связи с этим у детей развит ориентировочный рефлекс "Что такое?" Они легко отвлекаются, трудно сосредотачиваются.

г) слабость тормозных реакций, чем объясняется малая продолжительность активного внимания, составляющая у детей младшего школьного возраста лишь 15-20 мин.

Исходя из особенностей функционирования коры головного мозга у детей младшего школьного возраста, вполне объяснимо, что детям этого возраста трудно сосредоточиться, выполнять однообразную работу, длительное время напрягать память, сохранять рабочую позу за партой. Поэтому при проведении урока учитель может рассчитывать на сосредоточенное внимание класса в течение 15-20 мин. Следует строить урок с учетом особенностей высшей нервной деятельности детей и терпимо относиться к их двигательной активности.

Основным раздражителем в преподавании ряда предметов является слово, речь педагога. Таким образом, высшая нервная деятельность

осуществляется в основном в сфере 2-й сигнальной системы. Эта система является наиболее молодой в филогенетическом отношении и в процессе индивидуального развития уступает 1-й сигнальной системе, является более ранимой и относительно легко нарушается. Наблюдения показывают, что у маленьких детей в период формирования речи, речевая функция быстрее и чаще других страдает при заболеваниях. Даже у детей дошкольного возраста хронические заболевания, снижение физического развития часто бывают сопряжены с расстройствами речи. К моменту поступления в школу 2-я сигнальная система ребенка достаточно укреплена, но даже в школьном возрасте она оказывается слабее 1-й, и физиологические сдвиги на протяжении учебного дня раньше всего наступают в речевой функции. Поэтому постоянное воздействие *словом* (преимущественное использование в процессе обучения 2-й сигнальной системы) создает для школьников, особенно младших классов, известные трудности. Наиболее легко дети воспринимают раздражители 1-й сигнальной системы, т.е. те раздражители, которые непосредственно воздействуют на органы чувств. Поэтому преподавание должно строиться в большей мере на чувственном восприятии — наглядный метод обучения. Использование наглядных пособий (рисунков, макетов, таблиц, слайдов, учебного кино, диапозитивов и т.д.), адресуя возбуждение в различные анализаторы (зрительный, двигательный, осязательный, слуховой), наиболее соответствует возрастным особенностям высшей нервной деятельности школьников младших классов и облегчает процесс школьного обучения.

Итак, учебные занятия представляют для ребенка серьезные трудности, которые преодолеваются ценой физических и нервно-психических усилий. В процессе самой учебной деятельности создаются достаточные предпосылки для возникновения утомления. *Утомление* — это естественное следствие всякой более или менее напряженной и длительной работы. Это физиологический процесс, сопровождающийся снижением полноценности функций не только работающего органа, но и ряда других органов и систем, т.е. всего организма в целом. Субъективно утомление выражается в чувстве усталости. Очень важно

уметь распознать утомление, так как оно может перейти в переутомление, определяемое как предпатологическое состояние.

Утомление у младших школьников проявляется прежде всего в изменении высшей нервной деятельности, в изменении соотношения тормозных и возбудительных процессов и протекает в 2 фазы:

В 1-й фазе происходит ослабление процессов активного торможения — "растормаживание тормоза", которое особенно ярко проявляется у младших школьников. В поведении детей отмечаются характерные изменения, которые можно квалифицировать как речевые и двигательные реакции возбуждения. В этой стадии утомления (фаза возбуждения) возникают речевые реакции: посторонние разговоры, подсказывания, выкрики, неадекватный смех, хоровые ответы, пение. Кроме того, наблюдаются двигательные реакции возбуждения: посторонние движения, вскакивание с места; залезание под парту, сосание ручки, почесывания и причесывания, игра с посторонними предметами, гримасничание.

Затем наступает II-я фаза утомления (фаза торможения), которая характеризуется ослаблением процессов возбуждения и преобладанием процесса торможения. В поведении детей можно отметить характерные речевые и двигательные реакции торможения: , замедленные, вялые ответы, молчание в ответ на вопросы учителя, расслабленная поза, дети полулежат на парте, зевают, потягиваются, трут глаза, не участвуют в работе.

Учащиеся средних и особенно старших классов активными волевыми усилиями могут подавлять 1-ю фазу утомления, поэтому процессы утомления у них носят более глубокий характер.

*Переутомление* можно охарактеризовать как длительное, накопившееся утомление. При этом происходят более глубокие и стойкие изменения в организме. Начальными признаками переутомления считаются изменения в поведении школьника, снижение успеваемости, потеря аппетита, наличие некоторых функциональных расстройств (плаксивость, раздражительность, нервные тики и др.). Могут также наблюдаться различные вегетативные

расстройства, особенно со стороны сердечно-сосудистой системы.

Выраженными признаками переутомления являются следующие:

- 1) стойкое снижение умственной и физической работоспособности;
- 2) выраженные нервно-психические расстройства (нарушение сна, чувство страха, истеричность, различные фобии);
- 3) стойкие вегетативные нарушения (аритмия, вегетодистония по гипертоническому или гипотоническому типу);
- 4) снижение сопротивляемости организма к воздействию неблагоприятных факторов и патогенных микроорганизмов.

Указанные признаки не исчезают после кратковременного отдыха или ночного сна нормальной продолжительности. Для полного восстановления работоспособности, ликвидации нервно-психических расстройств и вегетативных нарушений школьникам необходим более длительный отдых, а в некоторых случаях — комплексное лечение с применением медикаментозных средств, физиотерапевтических процедур и лечебной гимнастики. Продолжение учебных занятий на фоне переутомления неблагоприятно отражается на дальнейшем росте и развитии организма ребенка, на состоянии его здоровья. Г.Н. Сперанский справедливо считал переутомление виновником многих патологических состояний, возникающих у детей и подростков.

Для профилактики переутомления у школьников учебный процесс должен строиться: во-первых, с учетом физиологических принципов изменения работоспособности детей и подростков; во-вторых, учебная нагрузка должна соответствовать возрастным и индивидуальным особенностям ребенка; в-третьих, должны строго соблюдаться гигиенические требования к режиму и условиям обучения.

Во время учебной деятельности работоспособность организма заметно изменяется. Типичная кривая работоспособности выглядит следующим образом: вначале работоспособность повышается (период вработывания), затем она держится на высоком уровне (период высокой продуктивности) и, наконец, постепенно снижается (период снижения работоспособности или утомления).

Отсюда следует, что начало урока, учебной недели, четверти или года должно быть облегченным, так как продуктивность труда школьника в этот период снижена. Повышенные требования к учащимся можно и нужно предъявлять по завершении периода вработывания, когда работоспособность достигла наивысшего уровня. В это время рекомендуется излагать новый и наиболее сложный учебный материал, давать контрольные работы.

В середине учебной недели, четверти и года должны планироваться наибольший объем учебной нагрузки, факультативные занятия, кружковая работа и др. Появление начальных признаков утомления свидетельствует об окончании периода высокой и устойчивой работоспособности. В зоне прогрессивного падения работоспособности требовать выполнения интенсивных нагрузок недопустимо, так как при этом происходит истощение энергетических потенциалов организма, что может отрицательно сказаться на состоянии здоровья школьника.

Составление расписания школьных занятий должно проводиться обязательно с учетом возраста учащихся, а также динамики их дневной и недельной работоспособности. Суммарный недельный объем учебных нагрузок не должен превышать в 1-х классах — 20 учебных часов, во 2-х — 22, в 3-4-х — 24, в 5-8-х — 30 и в 9-11-х — 32 часа. Количество факультативных занятий также должно регламентироваться. Проводить их желательно в дни с наименьшим количеством уроков и не менее, чем через 45-60 мин после обязательных занятий. Для 6-летних школьников разработан специальный "тренирующий", ступенчатый режим обучения. Он предусматривает ограничение длительности урока, постепенное увеличение количества уроков, отсутствие домашних заданий в 1-м полугодии. В сентябре-октябре для этих учащихся рекомендуют проводить не более 3 уроков в день продолжительностью по 30 мин, в ноябре-декабре — 4 урока по 30 мин, с января — 4 урока по 35 мин.

В нашей стране, как и во многих странах мира, установленная продолжительность урока равна 45 мин. Однако достоверно доказано, что в течение первых трех лет обучения (у 6-8-летних детей) быстрое снижение

работоспособности наступает уже после 35 мин занятий. На последних 10-15 мин урока у них нарушается нейродинамика коры большого мозга, а также проявляется чрезмерная статическая нагрузка на опорно-двигательный аппарат при длительном сидении. Для учащихся 1-х классов максимальная продолжительность урока — 35 мин. Для учащихся 2-х классов гигиенисты рекомендуют проводить комбинированный урок, т.е. последние 10 мин дети находятся в классе, но учитель использует это время для снятия утомления (чтение художественной литературы, настольные игры, разучивание комплекса физических упражнений и др.).

При *проведении урока* следует помнить, что способность к сосредоточенному вниманию колеблется у детей школьного возраста от 10 до 30 мин. На продолжительность времени активного внимания влияет тип высшей нервной деятельности, состояние здоровья ребенка, степень его развития, методика учебного процесса и условия внешней среды. Новый материал нужно объяснять в период максимальной способности к сосредоточенному вниманию (основная часть занятия). После окончания этого периода происходит быстрое снижение способности к вниманию. Поэтому для продуктивной работы учитель должен переключить учащихся на другой вид деятельности. При этом способность к вниманию сначала снова возрастает, а затем опять падает, причем более быстро. Продолжительность активного внимания укорачивается в том случае, если учитель преподносит новый материал неинтересно и монотонно, если материал слишком труден и если внимание учеников снижается под влиянием каких-либо факторов окружающей среды (высокая температура, холод, шум и др.). Хорошо известно, что дети устают быстрее, если нагрузка во время занятий приходится преимущественно на один анализатор.

Физиологи доказали, что переход от одного вида деятельности к другому благотворно влияет на функциональное состояние организма школьников. Согласно учению И.П. Павлова это объясняется возникновением отрицательной индукции, т.е. возбуждение, сконцентрированное в одном

участке коры головного

мозга, обуславливает в окружающих участках коры противоположный процесс — торможение. В связи с этим необходимо, особенно у младших школьников, в течение урока чередовать различные виды деятельности (чтение должно сменяться рассказом по картинке, письмом и др.).

Кроме того, очень важно широко использовать наглядные пособия, т.к. при наглядном методе обучения в большей степени участвует 1-я сигнальная система, в то время как при словесном способе обучения — 2-я сигнальная система, которая (особенно в младшем школьном возрасте) развита хуже. Использование технических средств обучения (телевидение, кинофильмы, диафильмы, звукозаписи) в учебном процессе нарушает монотонность урока, придает занятиям эмоциональную окраску и в итоге способствует повышению работоспособности и успеваемости учащихся. Однако не следует нарушать при этом нормативов, разработанных в отношении длительности использования ТСО на уроках, в связи с повышением нагрузки на ЦНС, особенно на зрительный и слуховой анализаторы. Для повышения умственной работоспособности детей и снятия у них мышечного статического напряжения учитель начальных классов обязательно должен проводить на уроках физкульт-минуты.

Сдваивать уроки не рекомендуется во всех классах, за исключением случаев, когда проводятся лабораторные и контрольные работы, уроки труда и занятия физкультурой в зимнее время (лыжи).

*Перерывы* являются такой же важной частью воспитательного процесса, как и урок. Правильное чередование работы и отдыха является одним из основных положений гигиены воспитательного процесса. Любой урок вызывает некоторое утомление, которое должно быть устранено в течение перерыва. Физиологами установлено, что на перемене происходят: восстановление сниженной к концу урока работоспособности и упрочение ее на этом уровне. Минимальная продолжительность перемен между уроками составляет 10 мин. Большая перемена (после 2-го урока) длится 30 мин. Вместо

одной большой перемены допускается устанавливать две перемены (после 2-го и 3-го уроков) по 20 мин. Перерыв должен являться активным отдыхом, а поэтому недопустимо, чтобы ученики проводили его, сидя за партой. Перемены необходимо проводить на свежем воздухе. Имеется ряд работ, убедительно показывающих, что движения на свежем воздухе благоприятно влияют на работоспособность детей в течение следующего урока.

Гигиенические требования к *составлению расписания* уроков в школе сводятся к обязательности учета динамики изменения физиологических функций и работоспособности учащихся на протяжении учебного дня и недели. Сочетания видов деятельности в режиме учебного дня могут быть чрезвычайно разнообразными. Однако следует отдавать предпочтение тем, которые обеспечивают сохранение работоспособности учащихся к концу занятий на высоком уровне.

Для рационального составления расписания должны учитываться трудности предметов и преобладание статического или динамического компонентов во время занятий. Динамический компонент преобладает на уроках физкультуры, труда, производственной практики и пения. Это наименее утомительные уроки, которые при правильной организации могут снимать утомление, возникшее на предшествующих занятиях. Известно, что с 3-го урока у младших школьников и с 4-го урока (в старших классах) быстро падает работоспособность и укорачивается продолжительность активного внимания. Поэтому наиболее трудные предметы следует включать в расписание младших школьников первыми или вторыми (у старших — вторыми, третьими уроками), т.е. проводить их в период наиболее высокой работоспособности учащихся, 3-й урок в начальной школе (соответственно, 4-й урок — у учащихся средних и старших классов) должен быть с преобладанием динамического компонента, что дает возможность школьникам переключаться с умственной деятельности на физическую.

Не рекомендуется сочетание двух или трех трудных уроков подряд (например, математика, физика, иностранный язык); лучше чередовать их с

менее трудными предметами (например, история, математика, география). Школа, к сожалению, часто не может выполнить этих условий, так как не имеет достаточного количества учителей, которые бы обеспечили выполнение такого расписания.

Динамика недельной работоспособности, несомненно, должна учитываться при составлении расписания занятий. Известно, что в понедельник работоспособность учащихся не самая высокая, т.к. имеет место вработываемость после выходного дня (особенно удлиняется период вработываемости после двух выходных дней). Во вторник и особенно в среду работоспособность повышается, начиная с четверга наблюдается падение работоспособности. Следовательно, в расписании необходимо снижать нагрузку в понедельник и четверг и максимально использовать высокую работоспособность в другие дни недели. В настоящее время многие школы перешли на 5-дневную неделю. Два выходных дня обеспечивают более благоприятные условия для детей. Исключается один из дней с пониженной работоспособностью (суббота). Более продолжительный отдых в течение двух дней дает возможность активно использовать их для занятий физкультурой, поездок с семьей за город и др. Однако гигиенисты считают, что пятидневка в школе допустима только при сокращении объема общей недельной нагрузки.

Все виды внешкольной работы учащихся должны исходить из тех же положений, что и школьная работа, составляя с ней единое целое. Так, приготовление домашних заданий не должно занимать в 1-м классе более 0,5-1 ч, во 2-м — 1-1,5 ч, с постепенным увеличением до 3 ч в 9-11 классах. Если длительность домашней подготовки превышает указанное время, она становится неэффективной и служит причиной переутомления школьников. Так же, как и в школе, после 45 мин домашней подготовки нужно устраивать короткий перерыв, предназначенный для домашнего отдыха. Для детей младшего школьного возраста период непрерывной работы должен составлять 30 мин. При работе дома должны соблюдаться гигиенические требования, предъявляемые к освещению, микроклимату, рабочему месту и т.д. Недостаточное освещение вызывает утомление зрения. Желательно, чтобы домашние задания выполнялись при естественном освещении. Рабочее место, за которым ученик готовит домашние задания, должно отвечать тем же требованиям, что и в школе.

## Лекция 31

### **Использование технических средств в обучении школьников и их гигиеническая оценка. Гигиенические проблемы обучения школьников работе на компьютере, меры профилактики их неблагоприятного воздействия**

В последние годы в учебный процесс широко внедряются технические средства обучения (ТСО). ТСО обеспечивают лучшее восприятие учебного материала, повышают внимание и интерес к изучаемому материалу. К ТСО относят кино-, диа- и эпипроекторы, аудиомагнитофоны и проигрыватели, телевидение и видеотелевидение и, наконец, широко используемые в учебном процессе персональные компьютеры.

При решении вопроса об использовании ТСО классные комнаты, кабинеты и лаборатории необходимо обеспечить электрическими розетками возле рабочего места учителя и на задней стене помещения, телевизионными антеннами, тележками-подставками для ТСО, экранами и установкой зашторивания окон с ручным или автоматическим приводом. Выделяется комната для хранения и профилактики ТСО или небольшие комнаты на каждом этаже для хранения технических средств, передвигаемых из кабинета в кабинет. Кроме того, предусматриваются просмотровая и радиопункт с дикторской.

Актовый зал во всех школах может быть использован как кинозал с установкой, рассчитанной на 350-миллиметровую пленку. Для демонстрации фильмов рекомендуется использовать кинопроекторы "Украина", "КПШ-школьник".

Демонстрация фильмов и диапозитивов представляет значительную нагрузку для глаз из-за малых размеров изображения и недостаточной яркости экрана. Зрительная нагрузка уменьшается при использовании проекторов "ЛЭТИ", "УП-Г", "УП-3", "Свет", "Связь", "Протон", которые создают

достаточную яркость экрана при расстоянии 6-7 м от него. Для демонстрации диафильмов, диапозитивов, а также фильмов наиболее пригоден стандартный экран типа ЭПП-3, ЭПБ-С, обеспечивающий высокий эффект отражения (до 0,8). Воспроизведение изображения на стене не допускается в связи с малым коэффициентом отражения.

При использовании в структуре урока программированной звукозаписи с учетом физиологических особенностей развития слухового анализатора детей уровень громкости звуковых сигналов около уха школьника должен быть в пределах 40-45 дБ. Однако при использовании программированной звукозаписи необходимо помнить, что все учащиеся получают при работе информацию из одного источника — магнитофона — с одним усилением, достаточным при нормальном слухе. Даже небольшая степень понижения слуха может привести к затруднению восприятия тех или иных элементов речи. В связи с этим каждую пару головных телефонов типа ТОН-2 рекомендуется оборудовать индивидуальными регуляторами громкости.

В школах, где имеется один комплект ТСО, для использования их в учебно-воспитательном процессе организуется кабинет ТСО. Если комплектов ТСО несколько, ими оснащают каждый этаж школьного здания, используя для этого тележки-подставки. Комплекты технических средств обучения прикрепляются к тому или иному кабинету на этаже и временно передаются для использования в другие кабинеты.

При демонстрации учебного кинофильма первый ряд зрителей должен находиться на расстоянии 3-4 м от экрана. Следовательно, при демонстрации кинофильма в классной комнате необходимо пересаживать учащихся с первых парт. Удаление центра экрана от пола в классной комнате должно равняться 1,5 м, а в зале — 2 м. При этом образованной линией взора и перпендикуляром, опущенным в центр экрана, угол, под которым зритель с любого места видит центр экрана, не должен превышать 20-25°.

Просмотр учебных телевизионных передач организуется для 20-25 учащихся, сидящих на расстоянии от 2 до 6 м от экрана телевизора с размером

экрана не менее 59 см по диагонали. Высота размещения экрана 1,2-1,3 м от пола.

Неблагоприятные условия видимости создаются для учащихся, сидящих на первых крайних (при расположении телевизора в центре класса) и на последних партах. Учащиеся на первых партах крайних рядов вынуждены воспринимать кадры на экране под очень малым углом "рассматривания" (горизонтальный угол между линией взора и плоскостью экрана), что вызывает напряжение зрения, неправильную позу и более быстрое утомление. Поэтому учащихся с первых парт крайних рядов надо пересаживать. На последних партах учащиеся почти не воспринимают мелкие детали изображения. Исходя из этого, в учебном кабинете, классной комнате желательно устанавливать не менее двух телевизоров. Наиболее оптимально ставить один из них перед первыми тремя-четырьмя рядами, а другой — перед последующими тремя рядами парт. Допустимо оба телевизора размещать по углам классной комнаты.

Существует мнение, что просмотр телевизионных программ может оказывать неблагоприятное воздействие на организм ребенка. Действительно, сразу же после включения телеприемника у его экрана возникает статическое электрическое поле положительного знака, по мере удаления от экрана телевизоров напряженность поля снижается. Предельно допустимый уровень напряженности в помещении (25 кВт/м), регистрируется на расстоянии 50-60 см от экрана цветных телевизоров, на расстоянии 1 м электростатическое поле обнаруживается. В момент выключения телевизора электростатические поля изменяют свой знак на противоположный, который исчезает через 2-3 мин.

Аэроионный режим помещения практически приближается к исходному уровню лишь на расстоянии 2,6 м от экрана.

Во время работы телевизора отмечается незначительное изменение показателей микроклимата помещения (температура, относительная влажность), которые не оказывают отрицательное воздействие на самочувствие присутствующих. Одновременно отмечается ухудшение состояния зрительного

анализатора, снижается видимость.

Условия расположения зрителя у телеэкрана оказывают влияние на функциональное состояние ЦНС.

Исследования показывают, что после 60 минут непрерывного просмотра телевизионных передач у детей наступает ухудшение остроты зрения.

Рекомендации:

1. Оптимальное расстояние должно быть равным 10 высотам телеэкрана.
2. Длительность пребывания у телеэкрана не должна превышать 1,5 ч.
3. Искусственное освещение в теле-зале — от 40 до 100 Вт.
4. Через каждый 1,5 ч просмотра необходимо делать 30-минутный перерыв.

Сегодня наибольшее значение среди ТСО приобретают персональные компьютеры в силу:

- 1) простоты пользования;
- 2) возможности индивидуального взаимодействия;
- 3) высоких возможностей по переработки информации;
- 4) наличия программного обеспечения, охватывающего практически все сферы человеческой деятельности.

Компьютер означает "вычислитель", т.е. устройство для обработки и хранения данных, или можно сказать, что компьютер — это техническое средство отображения визуальной информации, обеспечивающее эффективное информационное взаимодействие с человеком. Компьютеры становятся все более привычными не только на производстве, в больницах, но и в школьных классах и даже в детских садах. По мнению ученых, сущность ранней психологической подготовкой ребенка к работе с компьютером состоит в развитии у детей целенаправленности своих действий и их планирования.

Применение компьютеров в учебном процессе увеличивает объем информации, сообщаемой ученику на уроке, и приводит к активизации умственной деятельности, а также способствует повышению уровня функционирования организма.

Массовое компьютерное обучение школьников является одним из основных направлений развития современной общеобразовательной и профессиональной школы. И здесь можно сказать, что школа должна обеспечить хороший уровень компьютерной грамотности учащихся, поэтому в настоящее время в общеобразовательных школах введен предмет "Основы информатики и вычислительной техники".

Включение в структуру школьного обучения работы на дисплеях требует детального изучения характера и степени влияния на здоровье школьников. Основные рабочие элементы:

1. Монитор (экран), его размеры.
2. Клавиатура и мышка.
3. Рабочая мебель.
4. Общая освещенность.
5. Микроклимат рабочего помещения.

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОТРИЦАТЕЛЬНО ВЛИЯЮЩИЕ НА ОРГАНИЗМ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ РАБОТЕ НА КОМПЬЮТЕРЕ**

Длительное пребывание у экрана компьютера без соблюдения санитарно-гигиенических правил и норм небезопасно для здоровья и может повлечь за собой развитие некоторых заболеваний. На состояние здоровья могут влиять такие факторы, как: длительное статистическое напряжение, являющееся причиной мышечно-скелетного нарушения, утомление мышц рук и позвоночника, напряжение глаз, нарушение зрения, воздействие электростатических и электромагнитных полей. Надо сказать, существует тесная взаимосвязь между эргономикой (научная организация рабочего места и уровень психологических расстройств) и нарушением здоровья.

## **ЗРЕНИЕ И КОМПЬЮТЕР**

### **Анатомо-физиологические особенности глаза**

#### **у детей**

С возрастом утолщается сетчатая оболочка, расширяется слой палочек, продолжается миелинизация зрительного нерва. Размеры глазного яблока после 10-летнего возраста увеличиваются очень медленно.

В возрасте 3-7 лет происходит дальнейшее совершенствование

зрительных функций. В дошкольном возрасте у многих детей еще сохраняется дальнозоркость. К 7-10 годам у большинства детей рефракция глаза становится соразмерной. Функции глаза совершенствуются.

Темпы увеличения остроты зрения существенно различаются у детей даже одного возраста.

Глаз обладает различной световой чувствительностью к разным длинам волн монохроматических излучений в диапазоне 380-700 нм. Наибольшая чувствительность глаза днем — в спектре 555 нм.

Светотехнические параметры дисплея (цветовые параметры, скорость смены информации, яркость экрана дисплея и частота смены кадров), размеры экрана и символов, общая освещенность экрана в помещении влияют на состояние органов зрения.

Низкий уровень освещенности экрана ухудшает восприятие информации, а слишком высокий приводит к уменьшению контраста изображения знаков на экране, что вызывает утомление глаз.

Работа на близком расстоянии (менее 50 см) вызывает покраснение глаз, слезотечение, резь в глазах.

Расстройство зрения у пользователей видеодисплейных терминалов (ВДТ) проявляется сначала повышенным зрительным утомлением, а затем приводит к функциональным нарушениям (астенопия — резь и ощущение инородного тела в глазах, покраснение глаз), на зрительное утомление влияет необходимость постоянного перемещения взора с экрана на клавиатуру.

Применение цветных дисплеев существенно увеличивает диапазон фактических возможностей, однако специфические особенности цветных телевизионных мониторов (в частности, более низкая четкость изображения, так называемое не сведение цветов) увеличивают опасность неблагоприятного влияния дисплеев на зрения школьников. Занятия с использованием таких компьютеров могут создавать зрительные перегрузки при той же напряженности и длительности учебной деятельности, которая соответствует гигиеническим нормам.

В результате однообразных, постоянно повторяющихся действий у глаз не бывает необходимых фаз расслабления, они не имеют возможности перемещаться с темного на светлое, с близких объектов на удаленные, с мелких предметов на крупные, чтобы испытывать необходимый контраст. Таким образом, центральное и периферическое зрение не подвергаются нагрузке (центральное зрение позволяет рассматривать мелкие детали, периферическое дает возможность ориентироваться в пространстве). Это приводит к тому, что глаза напрягаются, их работоспособность снижается и общее состояние зрения ухудшается.

Исследования показывают, что у школьников старших классов снижается устойчивость аккомодации после 45 мин работы с компьютером, а у учащихся младших классов — после 20 мин.

Можно сказать, что работа с ВДТ вызывает напряжение зрительной функции, которая обусловлена рядом причин:

1. Символы на экране не имеют такой четкости, как печатный текст.
2. Символы на экране часто имеют непривычную форму.
3. Необычный контраст между фоном и символами на экране ВДТ.
4. Осознанное или бессознательное восприятие дрожания или мелькания изображения.

## **ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ КОМПЬЮТЕРОВ**

Известно, что переменное электрическое поле вызывает ощутимые физиологические реакции и приводит к нарушению иммунной, нервной и сердечнососудистой систем организма.

Анализы показывают, что эти излучения влияют на биологические процессы в организме человека, резко изменяется химический состав мочи и потребность организма в ряде минеральных веществ. При этом отмечено увеличение выброса одних веществ (Ca, Ba, Al) с резким сокращением других (Fe, P), т.е. происходит определенный перекоп в минеральном обмене. Это объясняется либо непосредственным влиянием этих факторов на ионные

каналы клеточных мембран, либо активацией надпочечников, гормоны которых влияют на минеральный обмен. Имеются данные, показывающие, что при работе с дисплеем в течении 2-6 и более часов в день повышается риск заболевания экземой из-за наличия электростатического и возможно электромагнитного полей, которые являются причиной повышения концентрации положительных аэроионов в рабочей зоне.

Одним из наиболее распространенных источников электромагнитных загрязнений является компьютер. Некоторые исследования показывают, что хронические воздействия компьютерного излучения приводят к изменению лимфатической системы крови и нарушениям иммунной системы.

Электромагнитные поля мешают проявлению новых условных рефлексов, ухудшают процесс запоминания.

### **ВЛИЯНИЕ НА ЦНС**

Ритмические сигналы, исходящие от монитора, могут быть причиной плохого самочувствия из-за повышения судорожной готовности организма детей. При длительной работе на компьютере у некоторых школьников отмечаются психологические расстройства, раздражительность, нарушение сна и нежелание приступать к работе с компьютером.

При более длительной работе на компьютере у школьников отмечается снижение работоспособности и сдвиги в функциональном состоянии организма, такие как нарушение цветоразличия, головная боль, возникновение негативного эмоционального состояния (чаще депрессия). При длительной работе на ЭВМ снижается скорость восприятия и переработки информации, ухудшается концентрация, внимание, увеличивается коэффициент утомляемости.

### **ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ**

При длительной работе на компьютере отмечается нагрузка на остисто-крестцовые мышцы, а также могут отмечаться хронические боли шейного и

подвижного отдела позвоночника из-за вынужденной рабочей позы.

Выполнение большего количества локальных движений при малой общей двигательной активности, а также неправильное положение кистей рук во время работы могут быть причиной болезни периферических нервов мышц и сухожилий:

1. Ущемление медиального нерва рук.
2. Тендовагинит кистей, запястья и плеч.

## **СОСТОЯНИЕ ВОЗДУХА И ПОКАЗАТЕЛИ МИКРОКЛИМАТА В РАБОЧЕМ ПОМЕЩЕНИИ**

Анализ микроклимата кабинетов информатики показывает, что во все сезоны года температура воздуха выше нормальных показателей и составляет 22-23° С. Относительная влажность воздуха в большинстве случаев ниже 30 % и это является причиной увеличения в воздухе концентрации микрочастиц с высоким электростатическим зарядом, способных адсорбировать частицы пыли, являющиеся причиной аллергических заболеваний. Одновременно возникает крайне неблагоприятное условие для сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма (снижается систолическое АД на 10-15 мм рт. ст. и увеличивается диастолическое — на 10-20 мм рт. ст.).

Исследования показывают, что к концу занятий концентрация углекислого газа в классах информатики в два раза превышает ПДК, а также увеличивается содержание аммиака в воздухе.

В плохо проветриваемых помещениях (компьютерные классы) отмечается превышение концентрации газа озона в воздухе.

## **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Для уменьшения негативных воздействий компьютера на здоровье школьников нужно соблюдать санитарные рекомендации при работе с ВДТ:

*1. Требование к школьным компьютерам.*

**А - Монитор**

1. Размер экрана дисплея по диагонали не менее 31 см.
2. Рекомендуется использовать мониторы с позитивным изображением (черные символы на белом фоне), это устраняет зрительной дискомфорт у

школьников и одновременно снижает время переадаптации, наблюдаемой при переходе взгляда школьника от светлого учебника к темному экрану.

3. Применение экранных фильтров, которые позволяют снизить величину излучения.

4. Применение специальных антибликовых покрытий экрана. 5. Полная электротравмобезопасность.

#### Б - Клавиатура

1. Эргономические требования к клавиатуре имеют важное значение при изготовлении школьных компьютеров для устранения нарушений функции верхних конечностей.

2. Форма клавиш должна соответствовать анатомическому строению пальцев руки школьника.

3. Размер клавиш должен быть не менее 13 мм.

4. При работе с клавиатурой локтевой сустав должен находиться под углом 90°.

#### В - Рабочее место

1. Оптимальное размещение оборудования на рабочем месте.

2. Расположение компьютеров с учетом взаимного влияния их излучения.

3. Расположение двух и более компьютеров в одном помещении должно обеспечивать расстояние между столами не менее 2 м, и между боковыми поверхностями мониторов — не менее 1,2 м.

4. Оптимальное расстояние глаз школьника до экрана монитора должно быть в пределах 60-70 см.

5. Уровень глаза должен приходиться на центр или 2/3 его высоты.

#### *//. Компьютерные классы*

Площадь компьютерных классов планируется из расчета не менее 6 м<sup>2</sup> на одного школьника. Высота помещения — не менее 4 метров. Общая освещенность в классе должна быть в пределах 300-500 люкс. Если помещение светлое, то окна должны иметь шторы или жалюзи, монитор лучше располагать

под углом к окну, близком к прямому.

Искусственное освещение не должно быть слишком ярким, исключается прямое солнечное освещение, но при эффективном использовании системы солнцезащиты выбор оптимальной ориентации снимается сам собой. Коэффициент отражения стены — около 0,7. Размер мебели должен соответствовать росту школьника, с регулировкой высоты сидения и угла наклона стула с отсутствием блестящих поверхностей.

### *///. Поза школьника во время работы с компьютером*

Для снятия статистического напряжения туловище должно быть слегка наклоненным вперед, предплечья должны опираться на поверхность стола, при этом нужно исключать сильные повороты головы, поясничная часть спины опирается на спинку стула.

## **РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ШКОЛЬНИКОВ НА КОМПЬЮТЕРЕ**

Длительность работы на компьютере во время занятия зависит от возраста школьников.

Число занятий должно быть не более одного в день для учащихся V-IX классов, и не более двух в день — для учащихся X-XI классов.

- в V классе - 15 мин
- в VI-VII классах - 20 мин
- в VIII-IX классах - 25 мин
- в X-XI классах - 30 мин (1 урок)  
- по 20 мин (2 урока)

## **ПРОФИЛАКТИКА ОБЩЕЙ И ЗРИТЕЛЬНОЙ УТОМЛЯЕМОСТИ**

1. Для снятия общей утомляемости у школьников всех возрастных групп рекомендуется выполнять релаксационные упражнения или массаж мышц шеи, плеч и ладоней рук. Упражнения должны быть простыми, не требующими

специальной подготовки.

2. Для борьбы против зрительного утомления можно проводить упражнения для улучшения кровообращения глаз. Например, каждые 10 мин можно отводить взгляд в сторону на 5-10 с, или смотреть прямо, затем налево и направо, вверх и вниз (10 с), после этого зажмурить и открыть глаза (10 с). Дети, имеющие аномалии рефракции и получившие по назначению врача очки, должны пользоваться ими как при просмотре телевизионных передач, так и во время видеоигр.

*Пример упражнения:*

1. Положение сидя, закрыть глаза, расслабить мышцы лица, свободно без напряжения откинуться к спинке стула, руки положить на бедра (10-15 с).

2. В положении стоя, руки опущены, повороты головой вправо и влево.

В заключение можно сказать, что для сохранения здоровья школьников, работающих на компьютере требуются:

1. Оптимальные показатели естественного и искусственного освещения;
2. Оптимальные показатели микроклимата в компьютерном классе;
3. Правильная организация рабочего места;
4. Правильное размещение аппаратуры в классе;
5. Строгое соблюдение временного режима при работе с компьютером;
6. Замеры уровня окружающего шума;
7. Измерения уровней излучения;
8. Определения светотехнических условий (освещенность, яркость, контрастность);
9. Использование средств индивидуальной защиты.