ВОЗДЕЙСТВИЕ ОПАСНОСТЕЙ И ИХ НОРМИРОВАНИЕ

**Оценка негативных факторов.** При оценке воздействия негатив­ных факторов на человека следует учитывать степень влияния их на здоровье и жизнь человека, уровень и характер изменений функцио­нального состояния и возможностей организма, его потенциальных резервов, адаптивных способностей и возможности развития послед­них.

Чтобы исключить необратимые биологические эф­фекты, воздействие факторов ограничивается предельно допустимы­ми уровнями или предельно допустимыми концентрациями.

Предельно допустимый уровень или предельно допустимая кон­центрация — это максимальное значение фактора, которое, воздей­ствуя на человека (изолированно или в сочетании с другими фактора­ми), не вызывает у него и у его потомства биологических изменений даже скрытых и временно компенсируемых, в том числе заболеваний, изменений реактивности, адаптационно-компенсаторных возмож­ностей, иммунологических реакций, нарушений физиологических циклов, а также психологических нарушений (снижения интеллекту­альных и эмоциональных способностей, умственной работоспособ­ности). ПДК и ПДУ устанавливают для производственной и окру­жающей среды. При их принятии руководствуются следующими принципами:

— приоритет медицинских и биологических показаний к уста­новлению санитарных регламентов перед прочими подходами (технической достижимостью, экономическими требованиями);

— пороговость действия неблагоприятных факторов (в том числе химических соединений с мутагенным или канцерогенным эффек­том действия, ионизирующего излучения);

— опережение разработки и внедрения профилактических меро­приятий появления опасного и вредного фактора.

Ниже рассмотрено воздействие на организм человека и гигиени­ческое нормирование негативных факторов техносферы.

**Вредные вещества**

В настоящее время известно около 7 млн. химических веществ и соединений (далее вещество), из которых 60 тыс. находят примене­ние в деятельности человека. На международном рынке ежегодно по­является 500... 1000 новых химических соединений и смесей.

Вредным называется вещество, которое при контакте с организ­мом человека может вызывать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Химические вещества (органические, неорганические, элемент-органические) в зависимости от их практического использования классифицируются на:

— промышленные яды, используемые в производстве: напри­мер, органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бу­тан), красители (анилин);

— ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды (гексахлоран), инсектициды (карбофос) и др.;

— лекарственные средства;

— бытовые химикаты, используемые в виде пищевых добавок (уксусная кислота), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т. д.;

— биологические растительные и животные яды, которые содер­жатся в растениях и грибах (аконит, цикута), у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов);

— отравляющие вещества (ОВ): зарин, иприт, фосген и др. Ядовитые свойства могут проявить все вещества, даже такие, как

поваренная соль в больших дозах или кислород при повышенном давлении. Однако к ядам принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

К промышленным ядам относится большая группа химических веществ и соединений, которые в виде сырья, промежуточных или го­товых продуктов встречаются в производстве.

В организм промышленные химические вещества могут прони­кать через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и неповреж­денную кожу. Однако основным путем поступления являются легкие. Помимо острых и хронических профессиональных интоксикаций промышленные яды могут быть причиной понижения устойчивости организма и повышенной общей заболеваемости.

Бытовые отравления чаще всего возникают при попадании яда в желудочно-кишечный тракт (ядохимикатов, бытовых химикатов, ле­карственных веществ). Возможны острые отравления и заболевания при попадании яда непосредственно в кровь, например при укусах змеями, насекомыми, при инъекциях лекарственных веществ.

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показа­телями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества классифицируют на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные. Эффект токсического действия различ­ных веществ зависит от количества попавшего в организм вещества, его физических свойств, длительности поступления, химизма взаи­модействия с биологическими средами (кровью, ферментами). Кро­ме того, эффект зависит от пола, возраста, индивидуальной чувстви­тельности, путей поступления и выведения, распределения в орга­низме, а также метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды.

Общая токсикологическая классификация вредных веществ при­ведена в таблице 1.

Таблица 1. Токсикологическая классификация вредных веществ

|  |  |
| --- | --- |
| Общее токсическое воздействие | Токсичные вещества |
| Нервно-паралитическое действие (брон-хоспазм, удушье, судороги и параличи)  Кожно-резорбтивное действие (мест­ные воспалительные и некротические из­менения в сочетании с общетоксическими резорбтивными явлениями)  Общетоксическое действие (гипоксиче-ские судороги, кома, отек мозга, параличи)  Удушающее действие (токсический отек легких)  Слезоточивое и раздражающее действие (раздражение наружных слизистых оболо­чек)  Психотическое действие (нарушение психической активности, сознания) | Фосфорорганические инсектициды (хлорофос, карбофос, никотин, ОВ и др.)  Дихлорэтан, гексахлоран, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема)  Синильная кислота и ее производные, угарный газ, алкоголь и его суррогаты, ОВ Оксиды азота, ОВ  Пары крепких кислот и щелочей, хлор­пикрин, ОВ  Наркотики, атропин |

Яды наряду с общей обладают избирательной токсичностью, т. е. они представляют наибольшую опасность для определенного органа или системы организма. По избирательной токсичности выделяют яды:

— сердечные с преимущественным кардиотоксическим дейст­вием; к этой группе относят многие лекарственные препараты, расти­тельные яды, соли металлов (бария, калия, кобальта, кадмия);

— нервные, вызывающие нарушение преимущественно психи­ческой активности (угарный газ, фосфорорганические соединения, алкоголь и его суррогаты, наркотики, снотворные лекарственные препараты и др.);

— печеночные, среди которых особо следует выделить хлориро­ванные углеводороды, ядовитые грибы, фенолы и альдегиды;

- почечные - соединения тяжелых металлов этиленгликоль. щавелевая кислота;

- кровяные - анилин и его производные, нитриты, мышьяко­вистый водород:

- легочные - оксиды азота, озон, фосген и др. Показатели токсиметрии и критерии токсичности вредных ве­ществ \_ это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ. Токсический эффект при действии различных доз и концентраций ядов может проявиться функциональными и струк­турными (патоморфологическими) изменениями или гибелью орга­низма. В первом случае токсичность принято выражать в виде дейст­вующих, пороговых и недействующих доз и концентраций, во вто­ром — в виде смертельных концентраций.

Смертельные, или летальные, дозы DL при введении в желудок или в организм другими путями или смертельные концентрации CL могут вызывать единичные случаи гибели (минимальные смертель­ные) или гибель всех организмов (абсолютно смертельные). В качест­ве показателей токсичности пользуются среднесмертелъными дозами и концентрациями: DL50, CL50 — это показатели абсолютной токсично­сти. Срелнесмертельная концентрация вещества в воздухе СL5о — это концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных жи­вотных при 2...4-часовом ингаляционном воздействии (мг/м3); среднесмертельная доза при введении в желудок (мг/кг) обозначается как DL(Ж)50, среднесмертельная доза при нанесении на кожу — DL(k)50.

Степень токсичности вещества определяется отношением 1/DL50 и 1/СL50»; чем меньше значения токсичности DL5o и CL50, тем выше степень токсичности.

Об опасности ядов можно судить также по значениям порогов вредного действия (однократного, хронического) и порога специфи­ческого действия.

Порог вредного действия (однократного или хронического) — это минимальная (пороговая) концентрация (доза) вещества, при воз­действии которой в организме возникают изменения биологических показателей на организменном уровне, выходящие за пределы при­способительных реакции, или скрытая (временно компенсирован­ная) патология. Порог однократного действия обозначается Limас, порог хронического Limch, порог специфического Limsp.

Опасность вещества — это вероятность возникновения неблаго­приятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства или применения химических соединений.

В табл. 6.3 приведена классифика­ция производственных вредных веществ по степени опасности.

Таблица 6.3. Классификация производственных вредных веществ по степени опасности (ГОСТ 12.1.007—76)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Класс опасности | | | |
| 1-й | 2-й | 3-й | 4-й |
| ПДК вредных веществ в воз­духе рабочей зоны, мг/м3  Средняя смертельная доза при введении в желудок DL\*50, мг/кг  Средняя смертельная доза при нанесении на кожу DLK50, мг/кг  Средняя смертельная кон­центрация С в воздухе, мг/м3  Зона острого действия Zc  Зона хронического действия    КВИО | Менее 0,1  Менее 15  Менее 100  Менее 500  Менее 6  Более 10  Более 300 | 0,1 - 1,0  15- 150  100 - 500  500 - 5000  6-18  10-5  300 — 30 | 1,1- 10,0  151 - 5000  501 - 2500  5001-50 000  18,1-54  4,9 - 2,5  29-3 | Более 10  Более 5000  Более 2500  Более  50 000  Более 54  Менее 2,5  Менее 3,0 |

Отравления протекают в острой, подострой и хронической формах. Острые отравления чаще бывают групповыми и происходят в резуль­тате аварий, поломок оборудования и грубых нарушений требований безопасности труда; они характеризуются кратковременностью дейст­вия токсичных веществ, не более чем в течение одной смены; поступ­лением в организм вредного вещества в относительно больших коли­чествах — при высоких концентрациях в воздухе; ошибочном приеме внутрь; сильном загрязнении кожных покровов. Например, чрезвы­чайно быстрое отравление может наступить при воздействии паров бензина, сероводорода высоких концентраций и закончиться гибелью от паралича дыхательного центра, если пострадавшего сразу же не вынести на свежий воздух. Оксиды азота вследствие общетоксического действия в тяжелых случаях могут вызвать развитие комы, судороги, резкое падение артериального давления.

Хронические отравления возникают постепенно, при длительном поступлении яда в организм в относительно небольших количествах.

Отравления развиваются вследствие накопления массы вредного ве­щества в организме (материальной кумуляции) или вызываемых ими нарушений в организме (функциональная кумуляция). Хронические отравления органов дыхания могут быть следствием перенесенной однократной или нескольких повторных острых интоксикаций. К ядам, вызывающим хронические отравления в результате только функциональной кумуляции, относятся хлорированные углеводоро­ды, бензол, бензины и др.

При повторном воздействии одного и того же яда в субтоксиче­ской дозе может измениться течение отравления и кроме явления ку­муляции развиться сенсибилизация и привыкание.

Сенсибилизация – состояние организма, при котором повторное воздействие вещества вызывает больший эффект, чем предыдущее. Эффект сенсибилизации связан с образованием в крови и других внутренних средах измененных и ставших чужеродными для организ­ма белковых молекул, индуцирующих формирование антител. По­вторное, даже более слабое токсическое воздействие с последующей реакцией яда с антителами вызывает извращенный ответ организма в виде явлений сенсибилизации. Более того, в случае предварительной сенсибилизации возможно развитие аллергических реакций, выра­женность которых зависит не столько от дозы воздействующего ве­щества, сколько от состояния организма. Аллергизация значительно осложняет течение острых и хронических интоксикаций, нередко приводя к ограничению трудоспособности. К веществам, вызываю­щим сенсибилизацию, относятся бериллий и его соединения, карбонилы никеля, железа, кобальта, соединения ванадия и т. д.

При повторяющемся воздействии вредных веществ на организм можно наблюдать и ослабление эффектов вследствие привыкания. Для развития привыкания к хроническому воздействию яда необходи­мо, чтобы его концентрация (доза) была достаточной для формирова­ния ответной приспособительной реакции и нечрезмерной, приводя­щей к быстрому и серьезному повреждению организма. При оцен­ке развития привыкания к токсическому воздействию надо учиты­вать возможное развитие повышенной устойчивости к одним ве­ществам после воздействия других. Это явление называют толе­рантностью.

Существуют адаптогены (витамины, женьшень, элеутерококк), способные уменьшить реакцию вредных веществ и увеличить устой­чивость организма к многим факторам окружающей среды, в том числе химическим. Однако следует иметь в виду, что привыкание яв­ляется лишь фазой приспособительного процесса, и уловить грань между физиологической нормой и напряжением регуляторных механизмов не всегда удается. Перенапряжение же систем регуляции при­водит к срыву адаптации и развитию патологических процессов.

На производстве, как правило, в течение рабочего дня концентра­ции вредных веществ не бывают постоянными. Они либо нарастают к концу смены, снижаясь за обеденный перерыв, либо резко колеблют­ся, оказывая на человека интермиттирующее (непостоянное) дейст­вие, которое во многих случаях оказывается более вредным, чем не­прерывное, так как частые и резкие колебания раздражителя ведут к срыву формирования адаптации. Неблагоприятное действие интермиттирующего режима отмечено при вдыхании оксида углерода СО.

Биологическое действие вредных веществ осуществляется через рецепторный аппарат клеток и внутриклеточных структур. Во многих случаях рецепторами токсичности являются ферменты (например, ацетилхолинэстераза), аминокислоты (цистеин, гистидин и др.), ви­тамины, некоторые активные функциональные группы (сульфгид-рильные, гидроксильные, карбоксильные, амино- и фосфорсодержа­щие), а также различные медиаторы и гормоны, регулирующие обмен веществ. Первичное специфическое действие вредных веществ на ор­ганизм обусловлено образованием комплекса «вещество — рецеп­тор». Токсическое действие яда проявляется тогда, когда минималь­ное число его молекул способно связывать и выводить из строя наи­более жизненно важные клетки-мишени. Например, токсины ботулинуса способны накапливаться в окончаниях периферических двигательных нервов и при содержании восьми молекул на каждую нервную клетку вызывать их паралич. Таким образом, 1 мг ботулинуса может уничтожить 1200 т живого вещества, а 200 г этого токсина способны погубить все население Земли.

Классификация веществ по характеру воздействия на организм и об­щие требования безопасности регламентируются ГОСТ 12.0.003-74. Согласно ГОСТ, вещества подразделяются на токсические, вызы­вающие отравление всего организма или поражающие отдельные системы (ЦНС, кроветворения), вызывающие патологические изме­нения печени, почек; раздражающие — вызывающие раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, глаз, легких, кожных покро­вов; сенсибилизирующие, действующие как аллергены (формальде­гид, растворители, лаки на основе нитро- и нитрозосоединений и др.); мутагенные, приводящие к нарушению генетического кода, из­менению наследственной информации (свинец, марганец, радиоак­тивные изотопы и др.); канцерогенные, вызывающие, как правило, злокачественные новообразования (циклические амины, ароматиче­ские углеводороды, хром, никель, асбест и др.); влияющие на репродуктивную (детородную) функцию (ртуть, свинец, стирол, радиоак­тивные изотопы и др.).

Три последних вида воздействия вредных веществ — мутагенное, канцерогенное, влияние на репродуктивную функцию, а также уско­рение процесса старения сердечно-сосудистой системы относят к от­даленным последствиям влияния химических соединений на орга­низм. Это специфическое действие, которое проявляется в отдален­ные периоды, спустя годы и даже десятилетия. Отмечается появление различных эффектов и в последующих поколениях. Эта классифика­ция не учитывает агрегатного состояния веществ, тогда как для боль­шой группы аэрозолей, не обладающих выраженной токсичностью, следует выделить фиброгенный эффект действия ее на организм. К ним относятся аэрозоли дезинтеграции угля, угольнопородные аэрозоли, аэрозоли кокса (каменноугольного, пескового, нефтяно­го, сланцевого), саж, алмазов, углеродных волокнистых материалов, аэрозоли (пыли) животного и растительного происхождения, силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты, аэрозоли дезинте­грации и конденсации металлов, кремнийсодержащие пыли.

Попадая в органы дыхания, вещества этой группы вызывают ат­рофию или гипертрофию слизистой верхних дыхательных путей, а за­держиваясь в легких, приводят к развитию соединительной ткани в воздухообменной зоне и рубцеванию (фиброзу) легких. Профессио­нальные заболевания, связанные с воздействием аэрозолей, пневмокониозы и пневмосклерозы, хронический пылевой бронхит занима­ют второе место по частоте среди профессиональных заболеваний в России.

В зависимости от природы пыли пневмокониозы могут быть раз­личных видов: например, силикоз — наиболее частая и характерная форма пневмокониоза, развивающаяся при действии свободного ди­оксида кремния; силикатоз может развиваться при попадании в лег­кие аэрозолей солей кремниевой кислоты; асбестоз — одна из агрес­сивных форм силикатоза, сопровождающаяся фиброзом легких и на­рушениями функций нервной и сердечно-сосудистой систем.

Наличие фиброгенного эффекта не исключает общетоксического воздействия аэрозолей. К ядовитым пылям относят аэрозоли ДДТ, триоксид хрома, свинца, бериллия, мышьяка и др. При попадании их в органы дыхания помимо местных изменений в верхних дыхатель­ных путях развивается острое или хроническое отравление.

Большинство случаев профессиональных заболеваний и отравле­ний связано с поступлением токсических газов, паров и аэрозолей в организм человека главным образом через органы дыхания. Этот путь наиболее опасен, поскольку вредные вещества поступают через разветвленную систему легочных альвеол (100–120 м2) непосредственно в кровь и разносятся по всему организму. Развитие общетоксического действия аэрозолей в значительной степени связано с размером час­тиц пыли, так как пыль с частицами до 5 мкм (так называемая респирабельная фракция) проникает в глубокие дыхательные пути, в альве­олы, частично или полностью растворяется в лимфе и, поступая в кровь, вызывает картину интоксикации. Мелкодисперсную пыль трудно улавливать; она медленно оседает, витая в воздухе рабочей зоны.

Попадание ядов в желудочно-кишечный тракт возможно при не­соблюдении правил личной гигиены: приеме пищи на рабочем месте и курении без предварительного мытья рук. Ядовитые вещества могут всасываться уже из полости рта, поступая сразу в кровь. К таким ве­ществам относятся все жирорастворимые соединения, фенолы, циа­ниды. Кислая среда желудка и слабощелочная среда кишечника мо­гут способствовать усилению токсичности некоторых соединений (например, сульфат свинца переходит в более растворимый хлорид свинца, который легко всасывается). Попадание яда (ртути, меди, це­рия, урана) в желудок может быть причиной поражения его слизи­стой.

Вредные вещества могут попадать в организм человека через не­поврежденные кожные покровы, причем не только из жидкой среды при контакте с руками, но и в случае высоких концентраций токсиче­ских паров и газов в воздухе на рабочих местах. Растворяясь в секрете потовых желез и кожном жире, вещества могут легко поступать в кровь. К ним относятся легко растворимые в воде и жирах углеводо­роды, ароматические амины, бензол, анилин и др. Повреждение кожи безусловно способствует проникновению вредных веществ в организм.