

ФГБОУ ВО ИвГМУ Минздрава России
Кафедра безопасности жизнедеятельности
и медицины чрезвычайных ситуаций

ЛЕКЦИЯ

по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов 2 курса факультета клинической психологии

**ТЕМА 4 «Идентификация и воздействие на человека вредных и опасных
факторов среды обитания»**

Утверждено на методическом заседании кафедры БЖ и МЧС
(протокол №_____ от «__» _____ 2025 г.)

Иваново 2025

I. Учебные вопросы:

1. Классификация негативных факторов среды обитания человека
2. Техносфера как зона действия повышенных и высоких уровней энергии
3. Время реакции человека на действие раздражителей
4. Допустимое воздействие вредных факторов на человека и среду обитания
5. Воздействие негативных факторов на человека и среду обитания. Классы опасности вредных веществ.

II. Время: 90 минут

III. Расчет времени:

Введение	10 мин.
1. Классификация негативных факторов среды обитания человека	15 мин.
2. Техносфера как зона действия повышенных и высоких уровней энергии	10 мин
3. Время реакции человека на действие раздражителей	15 мин.
4. Допустимое воздействие вредных факторов на человека и среду обитания	15 мин.
5. Воздействие негативных факторов на человека и среду обитания. Классы опасности вредных веществ.	20 мин
Заключение	5 мин.

IV. Литература, используемая при подготовке к лекции

1. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебник: для образовательных организаций, реализующих образовательные программы по специальностям высшего профессионального образования укрупненной группы специальностей "Здравоохранение и медицинские науки" : [гриф] /П.Л. Колесниченко [и др.]; М-во образования и науки РФ. - М: ГЭОТАР-Медиа, 2017.
2. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в здравоохранении: Учебное пособие. Изд. НГМА Н. Новгород под ред. С.А. Разгулова, 2014 г.

V. Рекомендации преподавателю при подготовке к лекции

При подготовке к лекции необходимо обратить особое внимание на то, что количество и разнообразие негативных факторов среды обитания человека разнообразно, имеет выраженную тенденцию к росту и постоянному изменению качественных характеристик по мере развития человека и изменения техносферы. В связи с этим проблемы учета этих факторов и их класси-

фикации постоянно увеличиваются. Необходимо на первом этапе провести таксономическую работу, оценить эти факторы и только на втором этапе разработать и внедрить в жизнь основные механизмы защиты человека от воздействия этих факторов.

VI. Техническое оснащение:

1. Мультимедийный проектор
2. Презентации к лекции
3. Схемы

Вопрос 1 Классификация негативных факторов среды обитания человека

Человек живет, непрерывно обмениваясь энергией с окружающей средой, участвуя в круговороте веществ в биосфере. В процессе эволюции человеческий организм приспособился к экстремальным климатическим условиям – низким температурам Севера, высоким температурам экваториальной зоны, к жизни в сухой пустыне и в сырых болотах. Энергетическое воздействие на незащищенного человека, попавшего в шторм или находящегося в грозовом районе, может превысить допустимый для человеческого организма уровень и нести опасность его травмирования или гибели. Современные технологии и технические средства позволяют в какой-то мере снизить уровень опасности, однако сложность прогнозирования природных процессов и изменений в биосфере, недостаточность знаний о них, создают трудности в обеспечении безопасности человека в системе «человек - природная среда». Появление техногенных источников тепловой и электрической энергии, высвобождение ядерной энергии, освоение месторождений нефти, газа и электрической энергии с сооружением протяженных коммуникаций породили опасность разнообразных негативных воздействий на человека и среду обитания.

Негативные факторы, воздействующие на людей, подразделяются на:

- Естественные, т.е. природные.
- Антропогенные, которые вызваны деятельностью человека.

Опасные и вредные факторы по природе действия согласно ГОСТ 12.0.003-74 подразделяются на физические, химические, биологические, психофизиологические.

К **физическим негативным факторам** относятся, например, движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования; неустойчивые конструкции и природные образования; острые и падающие предметы; вибрация; повышенный уровень электромагнитного излучения, ультрафиолетовой и инфракрасной радиации; электрический ток и пр.

К **химически опасным и вредным факторам** относятся токсические; раздражающие; сенсibiliзирующие; канцерогенные; мутагенные; влияющие на репродуктивную функцию вещества и пр.

К **биологическим факторам** относятся микроорганизмы (бактерии, вирусы, спирохеты, риккетсии, грибы, простейшие) и продукты их деятельности (например, токсины), а также макроорганизмы (растения и животные).

К **психофизиологическим факторам** относятся физические перегрузки, которые разделяют на статические и динамические и нервно-психические перегрузки, которые делят на умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки.

Один и тот же негативный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам.

Вопрос 2 Техносфера как зона действия повышенных и высоких уровней энергии

Во второй половине XX в. во многих странах произошли значительные изменения в развитии производства, энергетики и транспорта, завершившиеся возникновением нового вида среды обитания человека — *техносферы*.

Различают производственную, промышленную, транспортную, городскую, селитебную (жилую), бытовую и другие виды техносферы. В области техносферы последовательно пребывает человек в своем суточном жизненном цикле, и каждая из них характеризуется техногенными опасностями, которые в большинстве случаев определяются существованием отходов, образующихся при любом возможном виде деятельности человека в соответствии с законом о неустранимости отходов или побочных воздействий производств. Абсолютный показатель негативности техносферы — сокращение продолжительности жизни.

Большую часть времени активной жизнедеятельности человека занимает целенаправленная профессиональная работа, осуществляемая в условиях конкретной производственной среды, которая при несоблюдении принятых нормативных требований может неблагоприятно повлиять на его работоспособность и здоровье.

Производственная среда — это часть окружающей человека среды, включающая природно-климатические факторы и факторы, связанные с профессиональной деятельностью (шум, вибрация, токсичные газы, пыль, ИИ и др.).

Деятельность человека в производственной среде осуществляется на рабочих местах в определенных условиях, которые называются **условиями труда**. Когда человек создавал техносферу, он стремился повысить рост коммуникабельности, поднять на некий уровень удобства среды своего обитания, снабдить себя защитой от всевозможных негативных воздействий естественного характера. Именно это благополучно было отражено на условиях жизни и деятельности людей и в соответствии с другими факторами положительно сказалось на продолжительности жизни людей. Созданная руками и интеллектом человека техносфера, целью которой было как можно полнее удовлетворять его потребности в комфорте и безопасности, не оправдала наших надежд.

Городская и производственная среды по уровню безопасности оказались за рамками допустимых требований. Пытаясь получить самые высокие результаты от хозяйственной деятельности, современное человечество стало использовать небактериальные источники энергии (ядерные и термоядерные), тем самым задавая высокие темпы геохимическому преобразованию природной среды. Многие процессы, вызванные деятельностью человека, оказались противоположно направленными нормальному режиму в биосфере.

На качественное изменение среды обитания в основном повлияли:

- быстрые темпы роста численности населения и урбанизация;

- рост промышленности, увеличение потребления энергетических и минеральных ресурсов, увеличение числа транспортных средств;
- химизация сельского хозяйства и быта человека;
- неэкологичность технологических процессов;
- техногенные аварии и катастрофы и др.

Источники опасностей для жизни и здоровья работающих в производственной сфере — здания и сооружения, технологическое, подъемно-транспортное и другое оборудование. Один элемент производственной сферы может быть источником опасностей нескольких видов.

Различают потенциальные и реальные техногенные опасности.

Потенциальные опасности несут скрытую угрозу здоровью работника.

Реальные опасности — это опасности, которые в данный момент или в течение какого-либо времени негативно влияют на человека.

Когда на источник опасности воздействует инициатор опасности, потенциальные опасности превращаются в реальные. Одной из особенностей системы «человек — производственная среда» оказывается то, что работник выступает в этой среде одновременно как объект негативного воздействия производственной среды и инициатор образования реальных опасностей или преобразования потенциальных опасностей в реальные. Его иницирующие воздействия на источник опасности — результат усталости, невнимательности, непрофессионализма, умышленного или случайного нарушения правил охраны труда и других причин. Другими инициаторами опасности выступают объективные факторы природного и техногенного характера.

Проявление первичных негативных факторов (столкновение транспортных средств, обрушение конструкций, взрыв и т.д.) в ЧС может вызвать цепь вторичных негативных воздействий — пожар, загазованность, затопление помещений, разрушение систем повышенного давления, химическое, радиоактивное и бактериальное воздействие и т.п.

Последствия (число травм и жертв, материальный ущерб) от действия вторичных факторов часто превышают потери от первичного воздействия, например авария на Чернобыльской атомной электростанции.

Анализ совокупности негативных факторов, действующих в настоящее время в техносфере, показывает, что приоритетное влияние имеют антропогенные негативные воздействия, среди них преобладают техногенные, которые сформировались в результате преобразующей деятельности человека и изменений в биосферных процессах, обусловленных этой деятельностью.

Большая часть факторов имеет характер прямого воздействия (яды, шум, вибрации и т.п.). Однако широкое распространение в последнее время получают вторичные факторы (фотохимический смог, кислотные дожди и др.), которые возникают в среде обитания вследствие энергетических или химических процессов взаимодействия с компонентами биосферы или между собой первичных факторов. Уровни и масштабы воздействия негативных факторов постоянно нарастают и в ряде регионов техносферы достигли таких

значений, когда человеку и природной среде угрожает опасность необратимых деструктивных изменений. Под влиянием этих негативных воздействий изменяется окружающий нас мир и его восприятие человеком, происходят изменения в процессах деятельности и отдыха людей, в организме человека возникают патологические изменения и т.п. Но на практике видно, что полностью решить задачу и устранить негативные воздействия в техносфере невозможно.

Для обеспечения защиты в условиях техносферы реально лишь ограничить воздействие негативных факторов их допустимыми уровнями с учетом их одновременного действия. Соблюдение предельно допустимых уровней воздействия – один из основных путей обеспечения безопасности жизнедеятельности человека в условиях техносферы.

Вопрос 3 Время реакции человека на действие раздражителей

Время реакции человека - время от начала подачи сигнала до ответной реакции организма.

Делится на 3 фазы:

- время прохождения нервных импульсов от рецептора до коры головного мозга;
- время, необходимое для переработки нервных импульсов и организации ответной реакции в центральной нервной системе;
- время ответного действия организма.

Время реакции человека зависит от модальности стимула, иначе говоря, от вида сигнала-раздражителя, интенсивности раздражителя, тренированности, настроенности на восприятие сигнала, возраста и пола, сложности реакции (простая или избирательная). Время реакции человека на дискретные независимые раздражители меняется в широких пределах. Для простой реакции среднее время реакции человека в самых благоприятных случаях не менее 0,15 сек (распознавание зрительных образов не менее 0,4 сек).

Время реакции человека — один из важнейших факторов профессионального отбора; имеет решающее значение при определении психофизиологических возможностей человека выполнять работу оператора, лётчика, космонавта, шофёра и т.д.

Таблица 1

Время скрытой рефлексорной реакции человека

Рефлексорные реакции	Время скрытой реакции, с
На световое раздражение:	
• центральная часть сетчатки	0.16-0.18
• периферийная часть сетчатки	0.18-0.22
На слуховое раздражение	0.14-0.16
На болевое раздражение:	
• электрокожное	0.1-0.12

• тепловое	0.36-0.4
На тепловое контактное раздражение	0.5-0.8
На холодное контактное раздражение	0.35-0.45
Вестибуломоторная реакция:	
• на угловое ускорение	0.26-0.28
• на прямолинейное ускорение	0.32-0.38
На обонятельное раздражение – воздействие паров:	
• релина	0.9-1.0
• линолеума	0.7-0.8
• древесно-стружечных плит	0.9-1.0
На вкусовые раздражения	1.1
На тактильные раздражения	0.15-0.8

Разные органы чувств имеют разное время реагирования на раздражитель. Это время называют временем скрытой реакции (латентный период), т.е. промежуток времени от момента возникновения раздражителя до начала реакции на него. В таблице 1 приведены временные характеристики некоторых органов чувств.

Вопрос 4 Допустимое воздействие вредных факторов на человека и среду обитания

Вредный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

Вредное воздействие на человека – воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни и здоровью будущих поколений.

Совокупность и уровень различных факторов производственной среды существенно влияют на условия труда, состояние здоровья и заболеваемость работающих. Особенности возникающих при этом негативных изменений в организме и мер по их предупреждению определяются характером воздействующего вредного фактора производственной среды.

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.

При оценке допустимости воздействия вредных факторов на организм человека исходят из биологического закона субъективной количественной оценки раздражителя Вебера – Фехнера. Он выражает связь между изменением интенсивностью раздражителя и силой вызванного ощущения.

Закон Вебера — Фехнера представляет собой важнейшее открытие в области психофизики, который позволяет охарактеризовать то, что, казалось бы, не способно поддаваться какой бы то ни было характеристике, а именно, ощущения человека.

Основной психофизический закон Вебера - Фехнера

Прежде всего, рассмотрим самые важные составляющие этого выражения. Закон Вебера - Фехнера гласит, что интенсивность ощущения человека пропорциональна логарифму интенсивности стимула. Что и говорить, с первого раза такая формулировка закона Вебера – Фехнера звучит пугающе, но на самом деле, все довольно просто.

Еще в 19 веке ученый Э. Вебер сумел показать при помощи нескольких экспериментов, что каждый новый раздражитель, чтобы человек имел возможность воспринимать его как отличающийся от предыдущего, должен иметь разницу с предыдущим вариантом на величину, которая пропорциональна исходному раздражителю.

В качестве простейшего примера данного утверждения можно привести любые два предмета, имеющие некую массу. Чтобы человек мог воспринимать их как отличные по весу, второй должен отличаться на $1/30$.

Другой пример можно привести на освещении. Чтобы человек увидел разницу в свете двух люстр, их яркость должна отличаться на $1/100$. То есть люстра из 12 лампочек будет слабо отличаться от той, к которой прибавили всего лишь одну, а люстра из одной лампочки, к которой прибавили еще одну, будет давать ощутимо больше света. Не смотря на то, что прибавляется и в том, и в другом случае лишь одна лампочка, восприниматься разница в освещении будет по-разному, поскольку важно именно соотношение исходного раздражителя и того, который является последующим.

Впоследствии было выяснено, что существующей интенсивности раздражения требуется достижение некоего конкретного уровня, чтобы человек имел возможность почувствовать его воздействие. Такое слабое воздействие, которое дает еле заметное ощущение, называют нижним порогом ощущения.

Существует и такой уровень воздействия, после увеличения которого ощущения уже не способны усиливаться. В этом случае речь идет о верхнем пороге ощущения. Любого рода воздействие человек ощущает исключительно в интервале между этими двумя показателями, которые благодаря этому именуют внешними порогами ощущения.

Нельзя не сказать и о том, что параллелизма в полном смысле этого слова между интенсивностями ощущения и раздражения нет и быть не может даже в межпороговом интервале. Это легко подтвердить примером: представьте, что вы взяли в руки сумку, и она, разумеется, имеет некий вес. После этого мы положим в сумку лист бумаги. Фактически вес сумки теперь увеличен, однако человек не ощутит такой разницы, не взирая на то, что она лежит в зоне между двумя порогами.

В этом случае речь идет о том, что прирост раздражения слишком слабый. Величина, на которую раздражение увеличивается, принято называть порогом различения. Отсюда следует, что раздражение со слишком малой различительной интенсивностью является допороговым, а со слишком сильной – запороговым. При этом уровень этих показателей зависит и от чувстви-

тельности в отношении различения – если чувствительность к различению выше, то порог различения, соответственно, ниже.

На базе закона Вебера – Фехнера построено нормирование вредных факторов. Чтобы исключить необратимые биологические эффекты, воздействие факторов ограничивается предельно допустимыми концентрациями.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) или предельно допустимая концентрация (ПДК) – это максимальное значение фактора, которое, воздействуя на человека (изолированно или в сочетаниях 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:

1. Приоритет медицинских и биологических показаний к установлению санитарных регламентов перед прочими подходами (технической достижимостью, экономическими требованиями)
2. Пороговость действия неблагоприятных факторов (в том числе химических соединений с мутагенным или канцерогенным эффектом действия, ионизирующего излучения)
3. Опережение разработки и внедрения профилактических мероприятий до появления опасного и вредного фактора.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.001-89 устанавливают предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, которые выражаются в миллиграммах вредного вещества, приходящегося на 1 кубический метр воздуха.

В соответствии с указанным выше стандартом установлены ПДК для более чем 1300 вредных веществ. Ещё приблизительно для 500 вредных веществ установлены ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ).

Вопрос 4 Воздействие негативных факторов на человека и среду обитания. Классы опасности вредных веществ.

Яд – вещества вызывающие отравления в малых количествах. Понятие «малое количество» носит субъективный характер. Некоторые яды вызывают смертельные исходы в дозах равных нескольким нанограммам (ботулотоксин), др. вещества (алкоголь) вызывают отравления при поступлении в организм в количестве десятков, сотен грамм.

Впервые на это указал еще в XV в. известный врач и химик Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм (Парацельс): «Все есть яд. Ничего не лишено ядовитости. И только доза делает это вещество или ядом, или лекарством» (например, O_2 – эффективное лечение состояния гипоксии, но высокие его концен-

трации могут вызвать тяжелую кислородную интоксикацию; боевое ОВ иприт в разведение с вазелином 1:1000 – мазь «псориазин»). Однако к ядам в бытовом понимании, принято относить лишь те, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и в относительно небольших количествах.

Каждому веществу присуща **токсичность** – т.е. способность, действуя на организм в определенных дозах и концентрациях, нарушать дееспособность, вызывать заболевание или даже смерть (действуя на биологические системы вызывать их повреждение или гибель). Чем в меньшем количестве они оказывают на биологические системы повреждающее действие, тем они токсичнее (ядовитее).

Токсикант – промышленный яд, вызывающий не только интоксикацию, но провоцирующий и другие формы токсического процесса на разных уровнях биологической организации.

Токсин – яд биологического происхождения.

Токсический процесс – это формирование и развитие реакции биосистемы на действие токсиканта, приводящее к ее повреждению (нарушению функций, жизнеспособности).

Показатели токсикометрии и критерии токсичности вредных веществ – это количественные показатели токсичности и опасности вредных веществ. Токсический эффект при действии различных доз и концентрации ядов может проявиться функциональными и структурными (патоморфологическими) изменениями или гибелью организма. В первом случае токсичность принято выражать в виде действующих, пороговых и недействующих концентраций и доз, а втором – в виде смертельных концентраций.

Вредное вещество – химическое соединение, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Вредные вещества подразделяются на классы опасности.

Классы опасности:

- 1-й — чрезвычайно опасные (ртуть, этиленамин и т.д.);
- 2-й — высокоопасные (хлор, фтор, фтористый водород и т.д.);
- 3-й — умеренно опасные (пластик, метиловый спирт и т.д.);
- 4-й — малоопасные (аммиак, бензин, ацетон, этиловый спирт
- и т.д.).

Значительную роль в здоровье человека играет комбинированное действие вредных веществ — это последовательное или одновременное действие нескольких ядов на организм при одном и том же пути поступления.

Типы действия комбинированных ядов (в зависимости от эффектов токсичности):

- **аддитивный** — суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов;

- **потенцированный** — компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого;
- **антагонистический** — компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого;
- **независимый** — преобладают эффекты более токсичного вещества

Резорбция – это процесс проникновения токсиканта из внешней среды в кровяное или лимфатическое русло.

При ингаляционном поражении всю толщину альвеолярно-капиллярной мембраны проходят только липофильные вещества, гидрофильные действуют местно. Огромная поверхность альвеол (80-90 м²), разветвленная капиллярная сеть с непрерывным током крови и высокая проницаемость альвеолярно-капиллярной мембраны обеспечивают быстрое всасывание ОВ в кровь.

Пероральным путём всасываются липофильные и гидрофильные вещества, причем ряд веществ начинают всасываться в полости рта.

Перкутанный путь возможен только для липофильных (жирорастворимых) токсикантов. Водорастворимые (гидрофильные) вещества через кожу не проникают. На участках кожи с истонченным эпидермисом, а также богатых потовыми и сальными железами отравляющие вещества всасываются быстрее. Гиперемия и увлажнение кожи также способствуют более легкому проникновению ОВ в кровь. Большую опасность представляет попадание ОВ в рану. В этом случае вследствие быстрого всасывания в кровь симптомы поражения наступают быстрее, чем при любых других путях проникновения в организм.

Местное действие обнаруживается на месте поступления ОВ и проявляется признаками воспаления и рефлекторными реакциями.

Всосавшееся вещество попадает в кровь и с током крови разносится по организму в свободной и связанной форме (с альбуминами, гликопротеидами и липопротеидами плазмы крови; липофильные вещества проникают через эритроцитарную мембрану и взаимодействуют с гемоглобином).

Депонирование – это накопление и длительное сохранение химического вещества в органах (тканях). В основе депонирования лежат два явления:

- высокое физико-химическое сродство ксенобиотика к неким компонентам биосистемы (напр. избирательное накопление липофильных веществ в жировой ткани);
- кумуляция благодаря избирательному, активному захвату токсиканта клетками органа (напр. печень активно захватывает различные вещества).

Элиминация – совокупность процессов, приводящих к снижению содержания токсиканта в организме. Она включает экскрецию (выведение) ксенобиотика из организма и его биотрансформацию.

Основными органами экскреции являются легкие (для летучих соединений), почки, печень, в меньшей степени слизистая ЖКТ, кожа и ее придатки.

Многие ксенобиотики в организме подвергаются биотрансформации (метаболическим превращениям), основной биологический смысл которой – превращение исходного токсиканта в форму, удобную для скорейшей экскреции. Биотрансформация – ферментативный процесс.

Выделяют 2 фазы биотрансформации:

I фаза: окисление, восстановление, гидролиз, т.е. отщепление или присоединение различных групп – метильной, гидроксильной и пр. По окончании этой фазы образуются промежуточные продукты, обладающие высокой биологической активностью (неполярная молекула приобретает заряд). Основные ферменты первой фазы: цитохром Р-450, зависимые оксидазы смешанной функции, флавинсодержащие монооксигеназы смешанной функции – ФМО, алкогольдегидрогеназа – АДГ, альдегиддегидрогеназы и др.

II фаза : синтетические превращения – реакции конъюгации (метилирование, ацетилирование, образование меркаптосоединений). Активное вещество взаимодействует с эндогенным конъюгатом (агентом). Образуется комплекс – конъюгат-яд, который легко выделяется из организма. Основные ферменты, активирующие процесс 2 фазы: УДФ-глюкуронозилтрансфераза, сульфотрансфераза, ацетил-КоА-амин-N-ацетилтрансфераза, глутатион-S-трансфераза и др.

Основным органом, метаболизирующим ксенобиотики, является печень. В меньшей степени активные превращения ксенобиотиков идут в легких, почках, кишечнике, коже, селезенке и других тканях. Некоторые вещества метаболизируют в крови. Некоторые вещества не подвергаются биотрансформации.

Ряд веществ вызывают отравления после 1 фазы (метанол – формальдегид) или после 2 фазы (метанол – муравьиная кислота).

Механизм токсического действия – это взаимодействие на молекулярном уровне токсиканта с организмом, приводящее к развитию токсического процесса. Биомишенями для токсикантов могут быть различные ферменты, медиаторы, белки, нуклеиновые кислоты и пр.

Механизмы антагонистических отношений между антидотом и токсикантом:

- химический антагонизм – антидоты непосредственно связываются с токсикантом, при этом осуществляется химическая нейтрализация свободно циркулирующего токсиканта и образование малотоксичного и пр.;
- биохимический антагонизм – вытеснение токсиканта из связи с субстратом и пр.;
- физиологический антагонизм – нормализация функционального состояния субклеточных биосистем;
- препятствие превращению ксенобиотика в высокотоксичные метаболиты (этиловый спирт – метиловый спирт).

Механизм формирования и развития токсического процесса, прежде всего, определяется строением вещества и его действующей дозой. Проявление токсического процесса (или последствия его токсического действия) исследуются на клеточном, органном, организменном, популяционном уровне.

Токсический процесс на клеточном уровне проявляется:

1. Обратимыми структурно-функциональными изменениями клетки (изменение формы, количества органелл, сродства к красителям и т.д.).
2. Преждевременной гибелью клетки (некроз, апоптоз).
3. Мутациями.

Проявления токсического процесса на отдельных органах и системах при исследовании позволяет судить об органной токсичности соединений. В результате таких исследований регистрируют проявление гепатотоксичности, гематотоксичности, нефротоксичности и т.д., т.е. способность вещества, действуя на организм, вызывать поражение того или иного органа (системы).

Токсический процесс со стороны органа или системы проявляются:

- функциональными реакциями (миоз, спазм гортани, одышка, кратковременное падение артериального давления, учащение сердечного ритма и т.д.);
- заболевание органа (как установлено, различные вещества способны инициировать самые разные виды патологических процессов);
- неопластическими процессами.

Токсическое действие веществ, регистрируемое на популяционном и биогеоэкологическом уровнях, может быть обозначено как экотоксическое.

Экотоксичность на уровне популяции проявляется:

- ростом заболеваемости, смертности, числа врожденных дефектов, уменьшением рождаемости;
- нарушением демографических характеристик популяции (соотношение возрастов, полов и т.д.);
- падением средней продолжительности жизни членов популяции, их культурной деградацией.

Формы токсического процесса, выявляемые на уровне целостного организма множественны и могут быть классифицированы следующим образом:

- интоксикации – болезни химической этиологии;
- транзиторные токсические реакции – быстро проходящие, не угрожающие здоровью населения, сопровождающиеся временным нарушением дееспособности (например, раздражение слизистых оболочек);
- аллобиотические состояния – наступающее при воздействии химического фактора изменение чувствительности организма к инфекционным, химическим, лучевым, другим физическим воздействиям и психогенным нагрузкам;
- специальные токсические процессы – беспороговые, имеющие длительный скрытый период, развивающиеся, как правило, в сочетании с дополнительными факторами (например, канцерогенез).

По Е.А. Лужникову выделяют 2 стадии острого отравления: токсигенная и соматогенная.

Токсикогенный эффект проявляется в самой ранней клинической стадии отравления – *токсикогенной*, когда токсический агент находится в организме в токсической дозе. Одновременно включаются и развиваются процессы адаптационного характера. Клинические проявления отравлений в токсикогенной стадии определяются в основном специфическими свойствами ядов.

Компенсаторные реакции и восстановительные процессы наряду с признаками нарушений структуры и функций различных органов и систем организма составляют содержание второй клинической стадии отравления – *соматогенной*, продолжающейся от момента удаления или разрушения токсического вещества до полного восстановления функций или гибели организма.

В соматогенной фазе острых отравлений клинические проявления определяются характером и степенью повреждения различных функциональных систем в зависимости от интенсивности химической травмы, длительности токсикогенной стадии и избирательной токсичности яда. В этой фазе наблюдаются патологические синдромы, приводящие зачастую к гибели больных: пневмония, острая почечная недостаточность, острая печеночная недостаточность, сепсис, отек легких, отек мозга. Именно во II фазе к экзотоксикации присоединяются связанные с метаболическими расстройствами явления эндотоксикоза, которые при любой патологии отягчают течение основного заболевания и во многих случаях предопределяют его неблагоприятный исход.

Распределение токсических веществ в организме зависит от трех основных факторов: *пространственного, временного, концентрационного*.

Пространственный фактор включает пути поступления, выведения и распространения яда, что связано с кровоснабжением органов и тканей. Количество яда, поступающее к органу, зависит от его объемного кровотока, отнесенного к единице массы. Соответственно этому можно выделить органы, в ткани которых обычно попадает наибольшее количество яда в единицу времени: легкие, почки, печень, сердце, головной мозг. При ингаляционных отравлениях основная часть яда поступает в почки, а при пероральных – в печень. Активность токсического процесса определяется не только концентрацией яда в тканях, но и степенью их чувствительности к нему – избирательной токсичностью. Особенно опасны в этом отношении токсические вещества, вызывающие необратимые поражения клеточных структур (напр. кислоты, щелочи).

Временной фактор характеризует скорость поступления яда в организм, его разрушения и выведения, т.е. он отражает связь между временем действия яда и его токсическим эффектом.

Концентрационный фактор, т.е. концентрация яда в биологических средах, в частности в крови, считается основным в клинической токсикологии. Оценка этого фактора позволяет различить токсикогенную стадию

отравления от соматогенной, прогностически охарактеризовать пороговый, критический или смертельный уровень содержания ядов в крови и оценить эффективность детоксикационных мероприятий.

Заведующий кафедрой БЖ и МЧС

П.Л. Колесниченко