

## Значимость микроорганизмов в развитии эпидемического процесса и роль дезинфекционных мероприятий в ликвидации эпидемических очагов

Шапошников А. А., академик РАЕН, Ющенко Г. В., академик РАЕН, ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия последипломного образования Минздрава России, 125445, Москва, ул. Беломорская, 19/38

Тедеева Л. У., Управление Роспотребнадзора по РСО-Алания, 362011, г. Владикавказ, ул. Тельмана, 17 а

Козлова И. И., ФБГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в ХМАО-Югра, 628012, г. Ханты-Мансийск, ул. Рознина, 72

**Указаны основные свойства бактерий и вирусов, определяющие их существование и значимость для эпидемического процесса. Акцентируется внимание читателей на значении различных дезинфектологических технологий для профилактики и борьбы с инфекционными заболеваниями, на особенности различных технологий обеззараживания. Приводятся стандартные требования к оптимальным дезинфицирующим средствам для ЛПО, а также шкала сравнительной устойчивости различных видов патогенных микроорганизмов к дезинфицирующим средствам.**

**Ключевые слова: эпидемический процесс, свойства бактерий и вирусов, определяющие их существование, дезинфектологические технологии обеззараживания, устойчивость патогенных микроорганизмов к дезинфицирующим средствам.**

Эпидемический процесс включает три звена. На его развитие воздействуют различные факторы окружающей среды и живые организмы. Основой возникновения и развития эпидемического процесса являются источник инфекции и восприим-

чивый организм. Микроорганизмы в силу своих биологических особенностей являются важным составным звеном эпидемического процесса, определяя его начало, интенсивность и направленность. Эти особенности микроорганизмов

создают проблемы для медицины вообще, для инфекционных болезней в частности и определяют эпидемический процесс.

Г. В. Ющенко [10] в своих работах отмечает, что длительное время микроорганизмам в эпидемическом процессе отводилась ведущая роль, и накопившиеся материалы позволяют определить микроорганизмы как значимую составляющую самого эпидемического процесса.

Как известно, микроорганизмы – древнейшие жители Земли. За время своего существования они накопили значительное количество способов защиты от окружающей среды, а позже и от макроорганизмов. Важным свойством их является приспособление к возникающим новым условиям и ответная реакция популяции. В результате гибели значительной части популяции остаются варианты, преадаптированные к данным условиям. Важными для микроорганизмов являются выработанные способы защиты от неблагоприятных условий.

Способов защиты от воздействия бактерий достаточно много. Значительная часть их уже известна науке, другая – еще ждет своего разрешения. Наиболее действенными являются дезинфектологические методы, используемые в настоящее время, что представлено на *рис. 1*.

Целью данных исследований явилась оценка некоторых свойств бактерий и вирусов, определяющих их существование и значимость для эпидемического процесса.

Известно, что часть бактерий способна при неблагоприятных для них условиях переходить в покоящиеся формы – споры.

В спорах микроорганизмы сохраняют жизнеспособность многие десятки и сотни лет. Споры состоят из белкового покрова, пептидогликанового комплекса, наружной и внутренней мембраны и спороплазмы. Все ферменты идентичны вегетативной клетке, но находятся в неактивной форме. Содержание ДНК и РНК снижено. Споры при такой упаковке устойчивы к температуре, кислотам, ультрафиолетовому и гамма-излучению, гидростатическому давлению. Попадая в благоприятные условия, споры прорастают, давая жизнь практически не утратившей патогенные свойства вегетативной клетке.

Известно состояние микроорганизмов, возникающее при стрессе («старвирующие клетки»). Стрессовые состояния вызываются различными

физическими, химическими и биотическими факторами.

Наиболее значимыми являются температура и недостаток питательных веществ, не исключается влияние ультрафиолетового и других видов излучения и химических веществ.

При стрессовых воздействиях в бактериальных клетках запускается каскад компенсаторно-приспособительных реакций. Микроорганизмы приобретают отличия от обычных организмов – подавляется синтез белков и нуклеиновых кислот, изменяется химический состав, снижается уровень РНК. Временно прекращается рост, который затем может восстанавливаться, но с меньшей скоростью.

В отличие от других покоящихся форм, вегетативные клетки, находящиеся в условиях стресса, более чувствительны к неблагоприятным факторам – температуре, низким значениям рН, различным видам излучения.

Имеется еще один способ сохранения – образование цистоподобных рефрактерных клеток (ЦРК). Эти клетки возникают в естественно стареющих микробных популяциях.

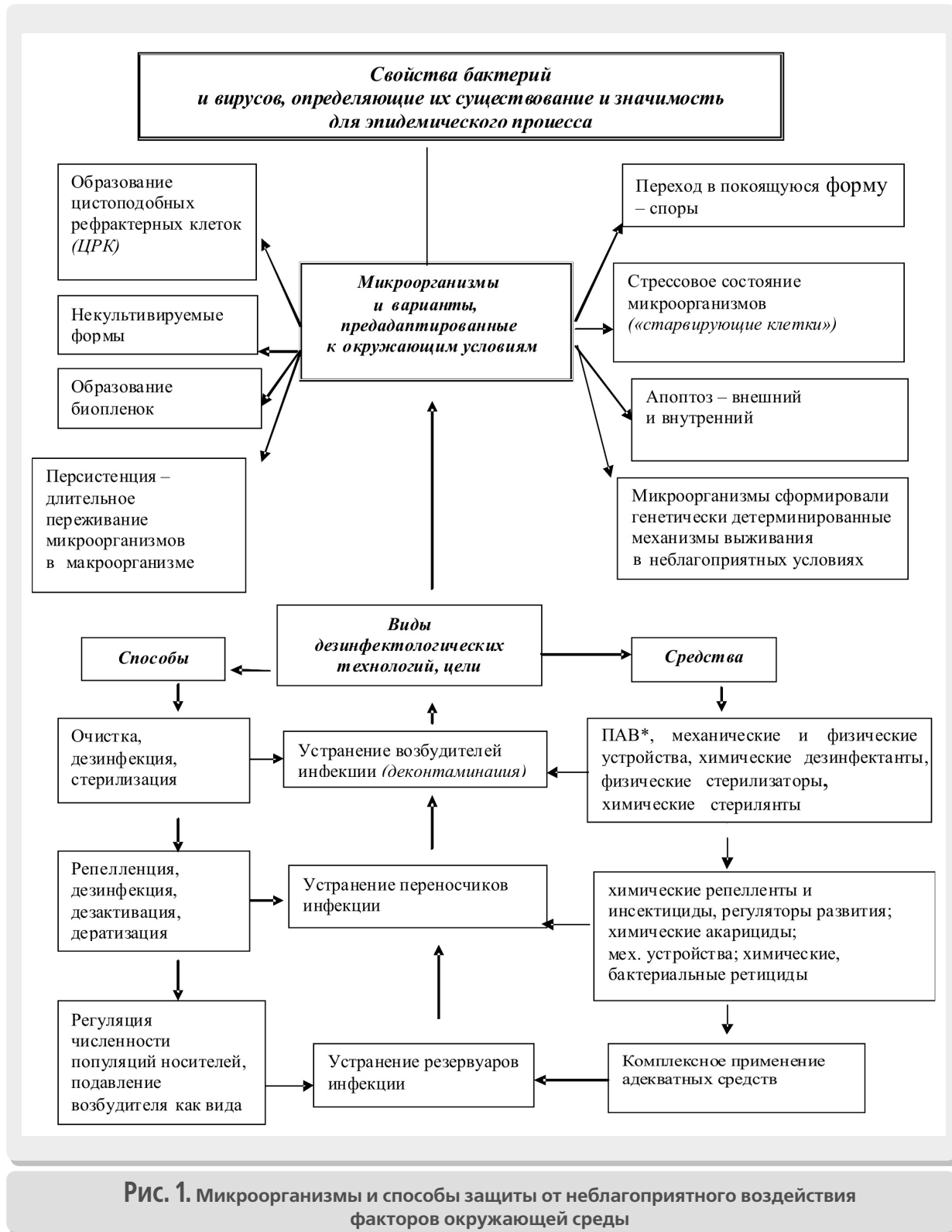
При образовании ЦРК происходит лизис части популяции. Оставшиеся клетки уменьшаются в размерах и приобретают устойчивость. Клетки в состоянии ЦРК отличаются от обычных.

Отмечено, что биологические свойства ЦРК имеют сходство с некультивируемыми формами и что это – одна из стадий перехода в некультивируемое состояние. При воздействии на клетки различных факторов (температура, солнечная радиация, осмотическое давление, химический состав питательных сред и недостаток питания), т. е. при возникшей стрессовой ситуации, в популяции микроорганизмов возникает уникальный процесс защиты – переход в некультивируемое состояние. Клетки утрачивают способность расти и размножаться. Существенно изменяется морфология клетки. Она теряет вегетативное тело, уплотняется оболочка, изменяется архитектура липополисахарида, концентрируется нуклеотид.

Обычно дополнительных защитных покровов не возникает. Клетка сохраняет генетические детерминанты патогенности. В частности, сохраняются гены, кодирующие синтез токсинов.

При переходе в некультивируемое состояние включаются альтернативные энергетические и биосинтетические метаболические пути, поддерживающие жизнеспособность. В некультивируемом

# ИНФЕКЦИОННЫЕ И ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ



**РИС. 1. Микроорганизмы и способы защиты от неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды**

\* ПАВ – поверхностно-активные вещества

состоянии клетки сохраняют пролиферативный потенциал – жизнеспособность. При попадании в благоприятные условия клетки вновь способны расти и размножаться и включают весь сохраненный патогенный потенциал.

В организме человека переход возбудителей в некультивируемое состояние определяет возможность длительного существования, а при наличии микроорганизмов хронической инфекции.

Широкое распространение некультивируемого состояния указывает на то, что такой переход является одной из форм существования и выживания микроорганизмов. Некультивируемые формы играют важную роль не только при инфекционных болезнях, но и как одна из важных составляющих в эпидемическом процессе – формировании источников инфекции и факторов передачи.

Более сложной формой выживания микроорганизмов в природных экосистемах и организме животных/человека является образование ими биопленок.

Биопленка – это высокоорганизованные сообщества, образованные бактериями одного или нескольких видов и состоящие как из активно функционирующих клеток, так и из покоящихся (некультивируемых) форм. Образование биопленок – генетически обусловленный механизм выживания микроорганизмов.

Биопленка – сложная саморегулирующаяся система (суперорганизм), обладающая свойством, отсутствующим у отдельных клеток. Биопленки развиваются на любой биогенной или абиогенной поверхности, которая контактирует с жидкостью. В организме они образуются на слизистых, поверхности зубов, почечных и печеночных конкрементах, имплантатах, в ранах и различных полостях.

В окружающей среде стационаров они формируются на медицинской технике, контактных линзах, различных катетерах, инструментах, инвентаре и т. д. Образуются они и на продуктах питания. Во внешней среде они формируются на поверхности загрязненных водоемов, на свалках и любых твердых поверхностях, водопроводных и канализационных трубах.

Образовывать биопленки могут грамположительные и грамотрицательные, спорообразующие и не образующие споры микроорганизмы, а также вирусы, простейшие, грибы, как патогенные, так и не патогенные.

В биопленки могут включаться микроорганизмы разных видов, а в водных системах – и мельчайшие водоросли.

Микроорганизмы в биопленках характеризуются измененным спектром экспрессии генов и обладают повышенной устойчивостью к различным факторам внешней среды.

Эти микроорганизмы существенно отличаются от планктонных (свободно обитающих). Они в 100–1000 раз более устойчивы к антибиотикам и антимикробным агентам, дезсредствам и т. д.

Существование бактерий в организме в биопленках защищает их от факторов иммунитета, в том числе от фагоцитоза. Кроме того, позволяет бактериям повысить патогенность и обуславливать их персистенцию.

Отличительными признаками биопленки являются прочная связь микробного сообщества с поверхностью субстрата и наличие общего матрикса, обычно полисахаридной природы.

Основной структурной единицей биопленки является микроколония, упакованная в экзополисахаридный матрикс (гликокаликс), который она продуцирует. За счет этого образуется общий для биопленки матрикс, который надежно защищает ее от воздействия различных факторов внешней среды.

Биопленка имеет сложный жизненный цикл. Первым этапом является прикрепление микробной единицы к субстрату и затем образование агрегатов микроколоний, выделение ими полисахарида – основы матрикса нового сообщества. Следующая стадия – созревание биопленки. Биопленка питается как единый организм. Ее пронизывают каналы для доставки питательных веществ и выведения переработанных продуктов.

Сообществу микроорганизмов в биопленке присуще кооперативное поведение, что координируется системой *Quorum sensing*, основанной на продукции сигнальных молекул специфических низкомолекулярных биологически активных веществ, используемых для «общения» бактерий. Сообщество биопленки способно воспринимать эти сигналы и реагировать соответствующим образом.

Установлено, что экспрессия ряда факторов бактерий происходит в зрелой биопленке, когда плотность популяции достигает определенного уровня, что предполагает наличие соответствующих коммуникативных связей.

Способность ощущать плотность собственной популяции получила название «чувство кворума»

(*quorum sensus* – феномен кооперативной чувствительности). Этот феномен играет роль регулятора вирулентности в тот момент, когда плотность популяции достаточна для наработки токсичных субстанций в достаточном количестве.

При избытке клеток в этой популяции наступает фаза распада с высвобождением части бактерий и с дальнейшим образованием новой экологической ниши – биопленки. Этот процесс происходит как во внешней среде, так и в организме животных/человека.

В организме отрыв биопленки может приводить к метастазированию возбудителей в системный кровоток и эмболии сосудов.

До 80% инфекционных заболеваний связано с образованием биопленок.

Наличие биопленок формирует хронические заболевания – язва желудка, 12-перстной кишки, болезнь Крона, миокардит, бронхиальная астма, диабет I типа, сердечно-сосудистые и другие соматические заболевания; хронические простатиты, заболевания женской половой сферы и т. д.

Биопленки на пищевых продуктах являются причиной острых кишечных инфекций и пищевых отравлений, т. к. в организм попадает большое число бактерий повышенной патогенности.

Кроме того, наличие в биопленке ассоциации микроорганизмов приводит к развитию смешанных инфекций, что в последнее время часто регистрируется.

Колонизация медицинских изделий может привести к развитию внутрибольничных заражений и вспышек – пневмоний при искусственной вентиляции легких, поражению сосудов при протезировании, урологической инфекции при использовании катетеров, эндокардита, периодонтита, остеомиелита и т. д.

Создание биопленок – одна из стратегий выживания бактерий во внешней среде и в организме инфицированных хозяев.

Следующим важным биологическим явлением, характерным для микроорганизмов, является апоптоз. Апоптоз – программированная смерть клеток – фундаментальный биологический процесс, необходимый для удаления поврежденных, старых, отработавших свой ресурс или инфицированных клеток.

Апоптоз наряду с делением, ростом, дифференцировкой играет важную роль в формировании и функционировании многоклеточных

организмов. Он наблюдается в эмбриогенезе и инволюции тканей, участвует в поддержании гомеостаза и сохранении клеточного баланса в физиологических условиях.

Существуют два сигнальных пути активации апоптоза: внешний – через поверхностные рецепторы и внутренний – через митохондрии. Первый путь индуцируется физиологическими факторами – индукторами апоптоза, включающими программу. Он начинается с клеточных рецепторов, предназначенных для включения апоптоза (Fas, TNFR1, DR3, DR4, DR5). Более действенными являются каспазы – цистеиновые протеазы, расщепляющие белки в специфической последовательности. Каспазы находятся в клетках в неактивном состоянии (прокаспазы). После их активации эффекторные каспазы осуществляют каскад протеолитических событий, целью которых является «демонтаж» клетки.

Второй путь – митохондриальный, индуцируется повреждением ДНК клетки (действием радиации, цитотоксическими агентами, глюкокортикоидами и т. д.). Он связан также с белком P53 и экспрессией генов, кодирующих проапоптотные белки семейства Bcl-2, Bax и Bid, приводящие к активации каспаз.

Имеются и другие пути индукции апоптоза – каспазонезависимый путь, реализуемый при участии белка AIF (apoptosis inducing factor), который в результате транслокации в ядро активизирует протеолитические ферменты.

Апоптоз – многоступенчатый процесс, который реализуется в несколько стадий. Первая стадия – прием сигнала, поступающего к клетке извне или возникающего в недрах клетки. Вторая стадия – молекулы-посредники в клетке передают полученный сигнал ядру. В результате запуска генетической программы «клеточного самоуничтожения» синтезируются или активизируются ферменты, разрушающие белки и нуклеиновые кислоты. Третья стадия – заключительный этап – деградация ДНК. В результате разрушения белков клетка теряет целостность и становится «пищей» макрофагов. Гибель клеток способствует быстрой элиминации возбудителя.

Явление апоптоза наблюдалось при внедрении в макроорганизм многих видов патогенных и условно патогенных бактерий: *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Staphylococcus aureus*, *S. pyogenes*, *Echerichia spp*, *Corinebacterium diptheriae*, *Bordetella pertussis*, *Helicobacter pylori*, *Legionella*

*pneumophila, Pseudomonas aeruginosis, Yersinia enterocolitica, Pseudomonas monocytogenes, Listeria monocytogenes, Clostridium difficile, Mycobacter spp, Leptospira interrogans.* Видимо, это единый ответ на внедрение микроорганизмов, возможно, и других агентов. Их реализация определяется тем, являются ли патогены внеклеточными, факультативными или облигатными внутриклеточными паразитами.

Бактерии, размножающиеся вне эукариотических клеток хозяина (энтеробактерии, стафилококки), активизируют программу клеточной гибели, что является необходимым этапом вызванного ими инфекционного процесса.

Факультативные внутриклеточные паразиты (сальмонеллы, листерии и др.) способны также индуцировать апоптоз, но чаще могут подавлять его, что позволяет им поддерживать оптимальные условия существования.

Проапоптозная активность, т. е. активность бактерий против индукции апоптоза, известна для многих бактерий. Для сопротивления апоптозу используются различные механизмы.

Таким образом, программированная клеточная гибель играет существенную роль сопротивления апоптозу в развитии многих заболеваний.

Процессы индукции апоптоза имеют ключевое значение в регуляции иммунного и воспалительного ответа на бактериальные антигены, т. е. влияют на течение и исход инфекционной болезни и опосредованно на эпидемический процесс.

Не менее важное значение в жизни микроорганизмов имеет явление персистенции. Персистенция – длительное переживание микроорганизмов в макроорганизме. Это один из вариантов выживания микроорганизмов в организме человека. Первично персистенция была изучена при вирусных инфекциях. Затем накапливались материалы о том, что персистируют не только вирусы, но и бактерии.

В настоящее время установлено, что длительное переживание вирусов и бактерий в организме животного или человека – широко распространенное взаимодействие инфекционного агента с макроорганизмом. Оно является формой симбиоза с клетками макроорганизма, характеризующегося длительным устойчивым сосуществованием.

Бактериальная клетка или вирус может выжить и получить право на персистенцию только при наличии индифферентности к воздействию защитных механизмов макроорганизма. Как

патоген, так и макроорганизм обладают адаптационной пластичностью, которая лежит в основе их сложных взаимоотношений.

Механизмы персистенции многообразны. Это продуцирование микроорганизмом секретуемых факторов, инактивирующих защиту хозяина, антигенная мимикрия (микроб теряет свое «лицо»), переход в L-форму и ряд других.

Длительное сосуществование в организме обеспечивает появление новых фенотипических вариантов, которые получают преимущество выживания в конкретных условиях. Микроорганизм становится не узнаваемым для иммунной системы, обеспечивая тем самым возможность существования.

Персистирующие микроорганизмы независимо от вида локализуются в различных органах и тканях – суставах, мышечной ткани, в том числе сердечной, в органах половой сферы, в кишечнике. Персистенция в мозговой ткани приводит к развитию медленной инфекции – патологии, которая существенно отличается от той, которая известна при острой инфекции.

Преимущественно это нейроинфекция с поражением клеток мозга и психическими нарушениями. Персистирующие микроорганизмы при этом существенно изменены. Они защищены не только от иммунной атаки, но и от лекарственных препаратов. Они не улавливаются серологическими и иммунологическими методами.

Персистенция известна для многих вирусов (папова-, адено-, герпес-, пикорно-, рео-, миксо-, парамиксо- и других). Известна она и для бактериальной флоры – условно патогенной и патогенной. С персистенцией возбудителей в организме человека связано много болезней.

Латентная и хроническая инфекция, при которой наряду с длительным неактивным пребыванием возбудителя в организме возможна репродукция и выделение его в окружающую среду. Это определяет скрытые источники инфекции и неконтролируемую циркуляцию возбудителя среди населения, что имеет значение не только для инфекционной патологии, но и для эпидемического процесса.

Таким образом, в процессе эволюции микроорганизмы сформировали генетически детерминированные механизмы выживания в неблагоприятных условиях. Для своего выживания микроорганизмы используют различные генетически определенные способы, которые дают им возможность сохра-

нить вид. Наличие коллективного существования, временное или длительное пребывание в неактивном состоянии, уклонение от иммунитета являются важными факторами, определяющими инфекционный процесс и многообразие его при формировании эпидемического процесса.

Эти особенности микроорганизмов создают проблемы для медицины вообще, инфекционных болезней в частности, и определяют эпидемический процесс. В связи с этим микроорганизмы в силу своих биологических особенностей являются важным составным звеном эпидемического процесса, определяя его начало, интенсивность и направленность.

Следует констатировать тот факт, что все биологические угрозы вытекают из общих тенденций во взаимоотношениях макро- и микроорганизмов. По выводам специалистов Центра исследований проблем безопасности РАН, эпидемическая ситуация в мире и в России последние десятилетия остается напряженной по ряду инфекций и паразитозов, таких как туберкулез, малярия, грипп, глистные инвазии, гемоконтактные гепатиты и др. Важно еще и потому, что среди населения имеется значительный процент людей с иммунодефицитным состоянием разного происхождения, при которых иммунитет не срабатывает (особо опасные вирусные геморрагические лихорадки, прионовые болезни, туберкулез, малярия, грипп и др.).

По определению М. Г. Шандалы [8], в комплексе противоэпидемических мер первостепенную роль играют правильно организованные, эффективно и качественно проведенные дезинфекционные мероприятия, имеющие своей целью уничтожение в окружающей среде токсинов и патогенных микроорганизмов, а также воздействие на механизмы и пути их передачи.

Для дезинфекции имеется широкий набор средств: химические средства дезинфекции и стерилизации, защиты от насекомых и клещей (дезинфектанты, инсектициды, репелленты, акарициды и др.); технические средства (дезинфекционные камеры, механические устройства, электротехнические, стерилизационные, коагулирующие, фильтрующие, котлы для кипячения и др.). Правильной организации дезинфекционных мероприятий способствует своевременная клиническая и лабораторная диагностика, взаимодействие органов управления, учреждений и специализированных формирований, последовательная

реализация имеющихся планов, создание запасов дезинфекционной техники и средств, кадровые технологии.

Возникающие чрезвычайные ситуации в большинстве случаев сопровождаются загрязнением окружающей среды патогенами различной природы: физическими, химическими, биологическими. Иногда они становятся главной причиной медико-санитарных последствий ЧС – массовых острых, отсроченных или даже отдаленных поражений больших групп людей на больших пространствах. В этих случаях первостепенной задачей становится локализация и устранение таких загрязнений.

До настоящего времени соблюдение гигиенических регламентов, официально устанавливаемых гигиенических нормативов, безопасных для здоровья людей, варьирования состояния окружающей среды является основным научно разработанным и практически используемым механизмом предотвращения медицинского ущерба (ухудшение здоровья), связанного с хозяйственной деятельностью человеческого общества. Однако, к сожалению, нарушение таких гигиенических требований даже в обычных условиях представляется нередким, а в некоторых отношениях – и повсеместным явлением. Тем более, подобные гигиенические состояния могут создаваться в чрезвычайных ситуациях – при крупномасштабных авариях, террористических актах и даже при некоторых природных катаклизмах, сопровождающихся массивными выбросами опасных загрязнений, содержащих патогены физической, химической и биологической природы.

В этих условиях необходима деноксация (от латинского *loxa* – вред) – обезвреживание таких патогенов непосредственно в окружающей среде, куда они поступили.

Проведение этих мероприятий может способствовать именно оздоровлению окружающей среды, когда охрана ее оказалась недостаточной, неэффективной или вовсе невозможной. К сожалению, необходимо признать, что такое – активно «оздоровительное» направление гигиенической науки и практики, которое, по нашему мнению, следовало бы назвать «деноксология», до настоящего времени разрабатывается несистематически, а фрагментарно.

И только в одной области деноксологии – в отношении патогенов биологической природы

существует научно обоснованная методология и технологии их обеззараживания непосредственно в окружающей среде и на различных ее объектах. Это «самая гигиеническая» из всех противоэпидемических отраслей профилактической медицины – дезинфектология.

Дезинфектологические технологии имеют большое значение в профилактике и борьбе с инфекционными заболеваниями в обычных условиях, но их роль многократно возрастает в чрезвычайных ситуациях, когда медицинские проблемы биобезопасности людей становятся важнейшей составляющей общественной безопасности в целом.

Биологическая безопасность как составная часть проблемы безопасности вообще характеризуется рядом особенностей. С одной стороны, в отличие от факторов физической или химической природы, некоторые инфекционно опасные микробиологические загрязнения (например возбудители сапронозных инфекций, холерный вибрион) могут не только длительно сохраняться, но и естественным образом нарастать в окружающей среде при способствующих этому условиях, что увеличивает эпидемическую опасность. С другой стороны, только в отношении микробиологического загрязнения (в отличие от всех иных загрязнений) существуют и могут эффективно использоваться технологии активного устранения, инактивации вредных агентов непосредственно в окружающей среде. Речь идет о современных дезинфекционных мероприятиях.

Необходимость использования дезинфекционных мероприятий для обеспечения безопасности, как в повседневной жизни, так и в эпидемических ситуациях, и особенно в экстремальных условиях террористического или военного применения биологического оружия, определяется рядом обстоятельств.

Во-первых, в отношении большинства даже давно и хорошо известных инфекционных болезней не существует специфических средств защиты – вакцин, и поэтому борьба с такими инфекциями невозможна «стратегическими» средствами иммунопрофилактики. В связи с этим дезинфекционные мероприятия являются главными средствами неспецифической профилактики заболеваний в отношении большинства болезней, для профилактики которых отсутствуют вакцины.

Что же касается чрезвычайных ситуаций (например актов биотерроризма), то при этом нет не-

обходимого времени для выработки иммунитета у людей, даже если и имеется соответствующая вакцина. Поэтому дезинфекционная профилактика необходима и в отношении вакцинологически управляемых инфекций.

Основной точкой приложения дезинфекционных мероприятий является «второе звено» триады эпидемического процесса – пути и факторы передачи возбудителя от источника инфекции в восприимчивый организм. Различия источников, путей и факторов передачи представляют разнообразные возможности для разработки дезинфектологических технологий, что представлено в табл. 1.

Такие технологии основываются на применении как антимикробных (дезинфицирующих или стерилизующих) средств борьбы с возбудителями, так и инсектицидных, акарицидных и репеллентных препаратов и устройств для борьбы с членистоногими и грызунами – переносчиками возбудителей инфекционных заболеваний.

В связи с этим для обеспечения надежной и оперативной профилактической работы соответствующие службы, медицинские работники и население должны располагать арсеналом дезинфицирующих средств различного предназначения, адекватных различным, в том числе чрезвычайным ситуациям.

Вторая половина XX столетия в мире, а в России – особенно последние десятилетия ознаменовались созданием, появлением на рынке и существенным ростом практического применения широкого ассортимента дезинфекционных средств. Так, только в период с 1992–1993 гг. по настоящее время в нашей стране было официально зарегистрировано и разрешено к применению около 1500 дезинфекционных средств. Ныне в официальном реестре их меньше – 335 дезинфицирующих (антимикробных), 596 – дезинсекционных (инсектицидных) и 91 – дератизационных (родентицидных) современных препаратов.

Более 30% разрешенных в настоящее время дезинфицирующих средств относятся к группе поверхностно-активных веществ, главным образом из числа четвертичных аммониевых соединений. Обладая целым рядом ценных качеств (малая токсичность, достаточная эколого-гигиеническая безопасность, наличие моющих свойств, выраженной бактерицидной активности в отношении широкого спектра грамположительных и грамотрицательных бактерий и др.), такие дезинфици-



Таблица 1

**Требования к «идеальным»  
дезинфицирующим средствам для ЛПО  
(М. Г. Шандала, 2008)**

Требования	Характеристика меропроятий
Эффективность	Спороцидная активность; быстрое микобактерицидное действие.
Безопасность	Легкая отмываемость остатков дезинфицирующего средства с обрабатываемого изделия; отсутствие раздражающего действия или запаха; полная совместимость с материалами.
Удобство пользования	Готовность к употреблению (без активации или смешивания с другими компонентами); длительный срок годности (хранения); простота утилизации отработавшего раствора.

рующие средства, однако, совсем не действуют на споры бактерий, а также характеризуются недостаточной туберкулоцидной и вируцидной активностью, что ограничивает сферу их возможного применения при угрозе биотерроризма и в чрезвычайных ситуациях вообще.

Оптимальные дезинфицирующие средства должны характеризоваться высокой целевой (соответственно антимикробной или инсекто-, акаро- или родентицидной) активностью, приемлемой гигиенической безопасностью и удобством применения.

В таблице 1 в качестве примера приведены требования к оптимальным дезинфицирующим (антимикробным) средствам для ЛПО. Однако конкретные требования к дезинфекционным средствам того или иного назначения в тех или иных реальных условиях не только могут, но, очевидно, должны отличаться.

Представляется необходимой также разработка тактики проведения дезинфекционных, дезинсекционных и дератизационных мероприятий на этапах развития эпидемической ситуации: до установления вида возбудителя инфекции, до появления больных и после появления больных с инфекционными и паразитарными заболеваниями. Это необходимо, потому что, как указывалось выше, микроорганизмы различных групп, семейств, родов, видов и даже разные штаммы одного вида обладают не одинаковой, часто существенно различающейся устойчивостью к тем или иным внешним воздействиям (табл. 2).

Как следует из таблицы, не существует очевидной зависимости между устойчивостью воз-

будителей и тяжестью, опасностью вызываемых ими заболеваний. Так например, достаточно высокоустойчивые риновирусы вызывают, как правило, легкие простудные заболевания, в то же время низкоустойчивые липидные вирусы гепатитов В, С, ВИЧ, лихорадки Эбола являются возбудителями тяжелых, нередко смертельных, заболеваний.

Это обстоятельство позволило М. Фаверо квалифицировать как «устойчивое заблуждение» бытующее среди эпидемиологов мнение, что тяжелые или смертельные заболевания вызываются микроорганизмами, обладающими крайне высокой устойчивостью к физическим и химическим агентам. Однако в действительности возбудители многих опасных (и даже особо опасных) инфекций легко инактивируются соответствующими дезинфицирующими средствами.

Широкий диапазон различий в устойчивости микробов к дезинфектантам является основанием для дифференциации способов и средств обеззараживания при контаминации тех или иных объектов микробами различных рангов устойчивости. Принятые в зависимости от этого виды обеззараживания представлены в таблице 3.

Исходя из этого, для выбора дезинфектологической технологии, адекватной соответствующей ситуации, необходимо иметь четкие представления о микробиологическом спектре возбудителей, с которыми приходится иметь дело. Так например, вирусы натуральной оспы, желтой лихорадки, возбудители сапа и мелиоидоза быстро погибают при воздействии дезинфицирующих средств «низкого» уровня. Не отличаются высокой устойчивостью к дезинфицирующим средствам возбудители холеры и некоторых других бактериальных инфекций. В то же время, относительно устойчивы к дезинфектантам возбудители таких опасных инфекционных заболеваний, как орнитоз, КУ-лихорадка, туляремия. Названные выше инфекции мы привели потому, что их возбудители (наряду с некоторыми другими), по имеющимся данным могут использоваться в качестве биотеррористических агентов. Но самыми устойчивыми, мало поддающимися обеззараживающим воздействиям являются споровые и прионовые формы возбудителей. Средством уничтожения бактериальных спор вообще является стерилизация, которая может достигаться применением ряда дезинфектологических технологий, но

Таблица 2

**Шкала сравнительной устойчивости различных видов патогенных микроорганизмов к дезинфицирующим средствам (М. Г. Шандала, 2008)**

Устойчивость микробов к дезинфектантам		Разновидности возбудителей и виды инфекционных болезней	
		Группы и виды микроорганизмов	Примеры вызываемых болезней
Высокая	G	Прионы («медленные вирусы»)	Куру, болезнь Крейтцфельда-Якоба, «коровье бешенство»
	F	Бактериальные эндоспores (бацилл, клостридий), вириды	Сибирская язва, столбняк, газовая гангрена, ботулизм
Средняя	E	Пикорновирусы, парвовирусы	Полиомиелит, гепатит А, ОРВИ, апластическая анемия
	D	Микобактерии туберкулеза, ротавирусы, реовирусы, некоторые плесени	Туберкулез, желудочно-кишечные и респираторные инфекции, дерматофитии
	C	Аденовирусы, грибы	фарингокератоконъюнктивиты, гастроэнтериты, бластомикозы, кандидозы
Низкая	B	Вегетативные формы бактерий, некоторые грибы, дрожжи, некоторые грамотрицательные микроорганизмы	Кишечные инфекции, раневые инфекции, бактериемии, пневмонии и др.
	A	Вирусы липидные или среднеразмерные, некоторые другие микроорганизмы	Гепатиты В, С, ВИЧ-инфекция, лихорадка Эбола, герпес, грипп и др.

наиболее надежным стерилизующим фактором является достаточно длительное воздействие высокой (более 120°C) температуры. Разработаны и зарегистрированы также некоторые химические препараты такого назначения, однако их применение для обеспечения биобезопасности маловероятно, поскольку в отношении спор бактерий они оказываются достаточно эффективными только при 10–12-часовой экспозиции.

Кроме того, химическая стерилизация (как, впрочем, и высокотемпературная) чревата порчей некоторых объектов обработки.

В современной дезинфектологии «белым пятном» является проблема химического обеззараживания при прионовых болезнях – Куру, Крейтцфельда-Якоба, трансмиссивной спонгиозной энцефалопатии – «коровьем бешенстве» и других конвенционных инфекциях. Специальных дезинфицирующих препаратов такого назначения ни в Российской Федерации, ни в других странах нет, и предложений такого рода ни от отечественных, ни от зарубежных производителей до настоящего времени не поступало. И не случайно. По имеющимся данным, обеззараживание прионов не достигается даже при автоклавировании, и поэтому предлагается

сжигание соответствующих инфицированных субстратов.

Обеспечение биобезопасности населения требует также предотвращения заноса и распространения инфекционных заболеваний, связанных с членистоногими – переносчиками соответствующих возбудителей: патогенных вирусов, бактерий, грибов, простейших.

С середины 90-х годов в России ухудшилась эпидемическая ситуация с малярией из-за завоза трехдневной малярии из Азербайджана и Таджикистана, а также из Грузии и Армении. Имеются случаи завоза тропической малярии из Африки. Кроме малярии, передающейся комарами *p. Anopheles*, в нашу страну вполне вероятен завоз других инфекционных лихорадок – желтой, денге, а также различных энцефалитов, вирусы которых переносят комары *p. Aedes*. Комары *p. Culex* являются переносчиками японского энцефалита, лихорадки западного Нила и др. Возникновение ряда болезней является следствием завоза инфицированных насекомых. Заболевает прежде всего персонал аэропортов, появился термин «аэропортовая малярия», которая зафиксирована в Париже, Амстердаме, Лондоне и Брюсселе, в международном аэропорту Шереметьево-2,

Таблица 3

**Особенности различных технологий обеззараживания  
(М. Г. Шандала, 2008)**

Виды обеззараживания	Уровни обеззараженности	Обеззараживающие средства и режимы
Стерилизация	Уничтожение всех вегетативных микробов. Вероятность сохранения бактериальных спор – менее $10^{-6}$ .	Высокая температура (пар или сухой жар); газо- или парообразные химикаты (окись этилена и т. п.); плазма перекиси водорода (Стеррад); микробицидная радиация – жидкие спороцидные химикаты при длительной (10–12 часов) экспозиции: – альдегиды, – перекись водорода – надуксусная кислота.
Дезинфекция высокого уровня	Уничтожение всех вегетативных микробов и части спор, но возможно сохранение части спор (вероятность и степень этого не регламентированы!!).	Жидкие спороцидные химикаты при кратковременной экспозиции (10–45 минут): – альдегиды, – ортофталевый альдегид, – перекись водорода, – надуксусная кислота.
Дезинфекция промежуточного уровня	Уничтожение <i>M. tuberculosis var. boris</i> и всех других вегетативных бактерий; всех грибов и большинства вирусов.	Туберкулоцидные средства: – фенолы, – иодофоры, – хлорактивные вещества, – спирты.
Дезинфекция низкого уровня	Уничтожение большинства вегетативных бактерий, некоторых вирусов и некоторых грибов, но не <i>M. tuberculosis var. Bori.s</i>	Четвертичные аммониевые соединения (ЧАС)

известны случаи заражения лейшманиозом от укусов москитов в самолете. Большую проблему составляют блохи как потенциальные переносчики чумы. В частности, очень опасен завоз блох в портовые города морским транспортом, например из Вьетнама, или наземным транспортом из Китая, Монголии, где имеются постоянно действующие очаги чумы.

Очевидную биологическую опасность в нашей стране представляют инфекции, передаваемые иксодовыми клещами: весенне-летний клещевой энцефалит (4–6 тыс. случаев в год), болезнь Лайма (6–7 тыс.), конго-крымская геморрагическая лихорадка, астраханская пятнистая лихорадка и др.

Обеспечивать биобезопасность населения в отношении таких трансмиссивных инфекций можно только при рациональном применении соответствующих эффективных дезинсекционных, дезакаризации, дератизационных технологий, в их числе: обработка анофелогенных водоемов для уничтожения личинок и участков природы для уничтожения имаго комаров, борьба

с подвальными комарами, обработка природных стаций от иксодовых клещей, применение соответствующих репеллентов для защиты от комаров, москитов, клещей.

С целью методической и препаративного обеспечения биобезопасности страны институтом дезинфектологии Роспотребнадзора разрабатываются и внедряются дезинфекционные средства различного назначения, в частности принципиально новые инсекто-акарицидные препараты в аэрозольных упаковках как для индивидуальной защиты человека, так и для обработки салонов самолетов в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

Разработана эффективная технология борьбы с переносчиками возбудителя лихорадки Западного Нила, схемы преодоления или предотвращения формирования резистентных к инсектицидам популяций членистоногих и др.

Таким образом, в защите населения важную роль призваны играть дезинфектологические принципы, подходы и технологии как непременная составная часть решения проблемы.

**Список использованной литературы**

**1. Беляков В. Д.** Проблема саморегуляции паразитарных систем и механизм развития эпидемического процесса. – Вестник АМН СССР, 1983, №15. – С. 3–9.

**2. Брико Н. И.** Критерии оценки эффективности вакцинации // Бюллетень «Вакцинация», №5/20, 2000 – С. 17–21.

**3. Определение чувствительности микроорганизмов** к антибактериальным препаратам. МУК 4.2.1890-04. Методические указания. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 91 с.

**4. Онищенко Г. Г., Шапошников А. А., Субботин В. Г., Простакишин Г. П., Аветисов Г. М.** Обеспечение биологической, химической и радиационной безопасности при террористических актах. Под ред. академика РАМН, проф. Г. Г. Онищенко. – М.: «МП ГИГИЕНА», 2005. – 431 с.

**5. Покровский В. И., Онищенко Г. Г., Черкасский Б. Л.** Эволюция инфекционных болезней в России в XX веке. – М.: Медицина, 2003. – 664 с.

**6. Ушаков И. Б., Володин А. С., Чикова С. С., Зуева Т. В.** Медицинские аспекты защиты здоровья населения от вредного воздействия факторов окружающей среды // Гигиена и санитария, 2005. №6. – С. 29–33.

**7. Черкасский Б. Л.** Эпидемиологический процесс как система. Функционально-морфологическая структура эпидемического процесса. – ЖМЭИ, 1986, №5. – С. 83–88.

**8. Шандала М. Г.** Дезинфектологические проблемы в эпидемиологии. В сб. «Проблемы обучения и повышения квалификации эпидемиологов». Матер. научно-практич. конф., Москва, 28.01.2005 г. – М.: ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2005.

**9. Шапошников А. А., Лукичева Т. А., Довгалев А. С., Бутаев Т. М.** Гигиеническая и микробиологическая экспертиза и лабораторный контроль в чрезвычайных ситуациях в системе СНЛК/Матер. Пленума научн. совета по экологии человека и гигиене окруж. среды РАМН и Минздрава России 16–17 декабря 2004 г. – С. 50–52.

**10. Ющенко Г. В.** Микробиологическая составляющая эпидемиологического процесса. /Акт. вопросы эпидемиологии инфекционных болезней. Сб. научн. трудов, вып. 10. – М.: ЗАО МП «ГИГИЕНА», 2011. – С. 29–39.

**The importance of microorganisms in the development of the epidemic process and the role of disinfection measures for elimination of epidemic foci**

*Shaposhnikov A.A., Tedejeva L.U.,  
Yuschenko G.V., Kozlova I.I.*

*Russian medical academy of the advanced studies,  
Health Ministry of Russian Federation  
ROSPOTREBNADZOR Department of the Republic  
of North Ossetia–Alania,  
Khanty-Mansiysk «Center of Hygiene and  
Epidemiology» in KhMAO - YuGRA”*

The main features of the bacteria and viruses that determine their existence and significance in epidemic process are described. Readers are paid attention to significance of different disinfectological technologies for the prevention and control of infectious diseases, peculiarities of different contamination technologies.

Standard requirements for optimal disinfectants for LPO, and also the scale of comparative stability of different groups of pathogenic microorganisms to disinfectants are shown.

Keywords: epidemic process, features of bacteria and viruses that determine their existence, disinfectological technologies, the resistance of pathogenic microorganisms to disinfectants.