

# Санэпидрежим в ЛПУ. Современные технологии обеззараживания воздуха в лечебно-профилактических учреждениях

Тема: Санэпидрежим, радиационная безопасность

Источник: Журнал "Заместитель главного врача", №9-2009

Автор: Савенко С. М.

Традиционно обеззараживание воздуха в помещениях ЛПУ проводится с помощью ультрафиолетового облучения. Этот метод применяется во всех медицинских учреждениях, однако не удовлетворяет требованиям стерильности и безопасности. Автор рассматривает наиболее эффективный, с его точки зрения, способ очистки воздуха – с помощью фотокаталитических очистителей и импульсных ксеновых ламп.

Воздушно-капельные инфекции обладают исключительной активностью и скоростью распространения и поэтому представляют одну из острейших проблем при обеспечении инфекционной безопасности в ЛПУ. Воздушно-капельным путем передаются микобактерии туберкулеза, пневмококки, клебсиелы, бактерии *Escherichia coli*. В сухой пыли могут присутствовать также бактерии *Staphylococcus aureus*. Особую проблему создают инфекции гриппа и острые респираторные инфекции, вызываемые более 200 различными вирусами.

Профилактика и меры борьбы с внутрибольничными заражениями воздушно-капельными инфекциями основаны на проведении общегигиенических мероприятий, среди которых особое место отводится обеззараживанию воздушной среды.

Метод обеззараживания воздуха с помощью ультрафиолетового облучения имеет следующие недостатки:

- энергетическая эффективность ртутных ламп реализуется в очень узком диапазоне физических и энергетических параметров, а именно только при удельной электрической мощности, вкладываемой на единицу длины лампы, не более 1 Вт на 1 см длины, в связи с чем самые мощные бактерицидные лампы длиной порядка 1 м не превышают по мощности 100 Вт. В результате интенсивность ультрафиолетового излучения и, соответственно, облученность обрабатываемого объекта оказываются весьма низкими – милли- и даже микроватты на 1 см<sup>2</sup>. Для получения бактерицидного эффекта требуется значительное время экспозиции. Таким образом, бактерицидные лампы имеют весьма низкую эффективность обеззараживания массивно загрязненных поверхностей;
- монохроматичность или селективность испускаемого ультрафиолетового излучения – излучается только одна спектральная линия. Различные микроорганизмы имеют в ультрафиолетовой области различные спектральные полосы поглощения. Ртутные лампы способны эффективно инактивировать только определенные виды микроорганизмов, а именно те, максимум спектральной чувствительности которых совпадает или близок к спектральной линии излучения лампы (254 нм). Жизнедеятельность же других микроорганизмов, спектр поглощения которых не совпадает с эмиссионным спектром лампы, не будет подавляться совсем, или будет, но очень слабо и неэффективно. По этой причине ртутные лампы имеют весьма низкую биоцидную эффективность в отношении ряда вирусных и споровых (в т. ч. патогенных) видов микрофлоры, грибов и др.;
- эксплуатационные недостатки, связанные с наличием ртути, узким

температурным диапазоном работы, быстрым запылением колбы лампы ввиду ионизации пылевых частиц и пр.;

- использование ртутных ламп затрудняет поддержание микробного фона помещения на достаточно низком уровне во время всего рабочего времени эксплуатации помещения, особенно это касается асептических помещений (операционные, перевязочные, смотровые, стерильные зоны центральных стерилизационных отделений и пр.). Правильным было бы после каждой операции или перевязки заново готовить помещение (проводить влажную обработку дезинфицирующим раствором и ультрафиолетовое облучение). Но при использовании ртутных ламп это практически не представляется возможным при большом потоке больных (на подготовку помещения после каждого больного необходимо затратить более 1 часа).

Наиболее эффективным способом обеззараживания помещений и, следовательно, решения проблемы противодействия распространению внутрибольничных инфекций является, на наш взгляд, внедрение в практику новых биоцидных технологий: фотокаталитического способа очистки воздуха и импульсной ксеноновой технологии.

В НИИ катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН и Информационно-технологическом институте (г. Москва) разработаны бытовые фотокаталитические очистители воздуха “Аэролайф”. Прибор представляет собой настенный рециркулятор воздуха. Проходя через рециркулятор, воздух в помещении, оборудованном данным устройством, очищается – уровень вредных газов и микроорганизмов постепенно доходит до самого низкого, не представляющего опасности для человека.

При фотокаталитическом способе очистки частицы, находящиеся в воздухе, проходя через рециркулятор, не задерживаются и не накапливаются, как это происходит в других очищающих устройствах, которые при несвоевременной замене загрязненного фильтра могут стать своеобразной бактериологической бомбой, а просто разлагаются. Например, белковые молекулы разлагаются на элементарные составляющие: углерод, водород, кислород, серу и пр. В связи с этим микроорганизмы уже никогда не смогут выработать устойчивые штаммы ввиду необратимости процесса распада белковых тел.

Фотокаталитические очистители очищают воздух от всех примесей органического и неорганического состава с размером частиц до 0,001 микрон (величина, сопоставимая с размером вирусов и молекул и являющаяся тем физическим минимумом, которого можно достичь в принципе), от газовых загрязнений (формальдегида, угарного газа, озона, окислов азота, фенолов, ксилолов, этилацетатов, окиси углерода, аммиака и др.), от аллергенов. Это может послужить основой для дальнейших разработок новых более эффективных методов очистки воздуха от отравляющих веществ. Например, при испытаниях с использованием выхлопных газов удалось получить абсолютно чистый воздух без каких-либо вредных примесей.

Фотокаталитический очиститель воздуха “Аэролайф-Л” прошел апробацию в ФГУ “Клиническая больница Управления делами Президента РФ” – центральном стерилизационном отделении, отделениях реанимации, пульмонологии, бактериологии. Например, микробный фон в центральном стерилизационном отделении после проведения капитального ремонта и замены оборудования был чрезвычайно высок. После проведения штатной обработки помещений – влажной уборки с применением дезинфицирующих препаратов и ультрафиолетового

облучения, воздушная среда в гряз- ной зоне ЦСО выглядела следующим образом:

- обшемикробное число (ОМЧ) 1 КОЕ<sub>2</sub> в 1 куб. м воздуха – 230 колоний;
- *Staphilococcus aureus* – 4 КОЕ/1м<sup>3</sup>;
- *Penicillium Sp.* – 8 КОЕ/м<sup>3</sup>.

Микробиологический мониторинг воздуха проводился в течение двух суток при трехкратных замерах микробиологического фона воздуха.

**Показатели очистки воздуха фотокаталитическим очистителем представлены в таблице.**

Таким образом, в отсутствии людей можно очистить воздух на 100%; в присутствии людей, работающих с загрязненными и инфицированными инструментами, микробиологический фон не только не повышается, но имеет тенденцию к снижению по ОМЧ и полностью очищается от патогенных микроорганизмов, в т. ч. плесенных грибов, что вряд ли возможно при использовании традиционных методов (ультрафиолетовое облучение, дезинфицирующие препараты).

Работу установки “Аэролайф” следует сочетать с предварительной дезинфицирующей влажной уборкой помещения, мебели и аппаратуры, т. к. установка не обрабатывает поверхности. Однако последние достижения в области технологии обеззараживания – импульсные ксеноновые установки серии “Альфа” позволяют довести до минимума использование вредных для здоровья химических дезинфицирующих препаратов.

В основу импульсной ксеноновой технологии положена обработка воз- духа и объектов несколькими короткими по длительности (несколько десятков или сотен микросекунд) световыми импульсами очень высокой интенсивности (более 10 кВт/см<sup>2</sup>) – в десятки тысяч раз превышающей интенсивность солнечного излучения и интенсивность самых мощных ртутных бактерицидных ламп.

В качестве источников излучения используются ультрафиолетовые лампы нового поколения – импульсные ксеноновые лампы, применение которых ранее ограничивалось в основном лазерной техникой. Спектр излучения таких ламп сплошной и по характеру близок к спектру солнечного излучения – он непрерывно перекрывает всю ультрафиолетовую, видимую и ближнюю инфракрасную области. Однако доля коротковолнового ультра- фиолетового излучения, т. е. излучения в диапазоне длин волн 200–300 нм, которое обладает максимальной фотохимической и биоцидной активностью, в спектре применяемых ламп намного выше, чем в спектре солнца.

Высокая антимикробная эффективность обусловлена широким сплошным спектром ультрафиолетового излучения, его чрезвычайно высокой интенсивностью и коротким временем воздействия. Широкоспектральное ультрафиолетовое облучение микроорганизмов вызывает многоканальное деструктивное воздействие на все жизненно важные структуры клетки (нуклеиновые кислоты, белки, мембраны и пр.), что не позволяет микроорганизмам адаптироваться к новым условиям и выработать устойчивые штаммы. Высокая импульсная интенсивность излучения многократно усиливает рост цепных реакций фотодеструкции с участием радикальных частиц, обеспечивает условия значительного превышения скорости прямых (т. е. деструктивных) процессов над обратными (релаксационными,

рекомбинационными, репарационными), позволяет, наряду с фотохимическими механизмами разрушения клеток, реализовать нестационарные фототермические процессы деструкции.

В результате синергизма всех этих факторов имеет место существенное снижение пороговых энергетических доз, необходимых для обеспечения заданного уровня деконтаминации или достижения стерилизующего эффекта. Это приводит к тому, что несмотря на высокую импульсную мощность излучения, средняя потребляемая электрическая мощность установок оказывается сравнительно небольшой, а процесс в целом – энергоэкономным. Обработка объектов осуществляется со скоростью от 1 до 20 и более световых вспышек в секунду, в связи с чем эти технологии могут обеспечить высокую производительность процесса дезинфекции. В частности, как показывают эксперименты, одна импульсная ксеноновая лампа со средней электрической мощностью 1 кВт способна в течение 1 ч осуществить эффективную дезинфекцию 2000 м<sup>3</sup> воздуха, 500 м<sup>2</sup> контаминированной поверхности и 10 м<sup>3</sup> воды.

Одновременно с обеззараживанием под воздействием высокоинтенсивного широкоспектрального ультрафиолетового излучения может происходить фотодеструкция и фотоокисление сложных органических молекул, что, в частности, проявляется в эффективной дезодорации обрабатываемых объектов.

С установками “Альфа” проводились многолетние (с 1996 г.) клинические испытания и опытная эксплуатация в условиях функционирования крупного клинического комплекса ФГУ “Клиническая больница Управления делами Президента РФ” и НИИ нейрохирургии РАМН им. акад. Н.Н. Бурденко. Особо следует отметить, что с помощью установок “Альфа” удалось быстро и эффективно подавить споровые формы грибов, трудно поддающиеся инаktivации традиционными методами.

Установки “Альфа” разработаны в НИИ энергетического машиностроения МГТУ им. Н.Э. Баумана и серийно выпускаются фирмой “Мелитта” в двух модификациях: “Альфа-01” для больших помещений (например, операционной) и “Альфа-05” для относительно малых помещений (процедурных, перевязочных, смотровых, стоматологических, гинекологических и пр. кабинетов). Обе установки мобильны: “Альфа-01” можно перевозить, а “Альфа-05” – переносить из одного помещения в другое по мере надобности. Мобильность и быстрота действия установок позволяют иметь лишь один или несколько приборов на ЛПУ.

Каждый из предложенных методов очистки и обеззараживания воздуха имеет свои преимущества и недостатки;

- фотокаталитический метод эффективен, устройство может работать в присутствии людей и поддерживать низкий микробный фон в течение всего рабочего дня, но действует медленно;
- импульсный метод также эффективен, за минуты прибор может обработать помещение, но только в отсутствие людей.

Эти два метода дополняют один другой, поэтому их можно использовать в последовательности:

- проводится влажная уборка помещения;
- в течение 3–8 мин, в зависимости от объема помещения и требуемого уровня чистоты (от 80 до 99,9%), проводится “обстрел” помещения (при отсутствии людей) установкой “Альфа”;
- включается фотокаталитическая установка “Аэролайф”, уже в присутствии людей

на полный рабочий день.

Таким образом, новые технологии обеззараживания воздуха имеют существенные преимущества перед традиционной технологией – с использованием ртутных бактерицидных ламп и химических дезинфицирующих препаратов, а именно следующие:

- высокая степень эффективности в широком антимикробном диапазоне;
- экологическая чистота (не вырабатывают озон и окислы);
- снижение до минимума расхода дезинфицирующих препаратов решает и экологические, и финансовые проблемы (экономия на дезинфицирующих средствах);
- не содержат ртути и других токсичных веществ;
- обладают дезодорирующим эффектом;
- позволяют эффективно и быстро (за несколько минут) подготавливать асептические помещения к работе и поддерживать низкий микробный фон в условиях присутствия людей в течение многих часов, что особенно важно при проведении долгих операций (по 9–12 ч) в трансплантологии, нейрохирургии и т. д.

Оба метода обеззараживания воздуха в помещениях ЛПУ имеют все разрешительные и методические документы и разрешены к применению Минздравсоцразвития России.

Замена устаревшей технологии обеззараживания воздуха с использованием ультрафиолетового облучения на представленные выше передовые технологии позволит успешно решать проблемы обеспечения инфекционной безопасности пациентов и медицинского персонала, улучшить экологическую обстановку в ЛПУ и обеспечить экономию бюджета учреждения за счет значительного сокращения расходов на дезинфицирующие препараты.