

## **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИЦИДНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

*Научно-практический центр гигиены, г. Минск, Республика Беларусь*

Разработка эффективных средств борьбы с инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи (далее – ИСМП), является одной из важнейших проблем больничной гигиены [1]. Из всего комплекса мер по профилактике ИСМП в организациях здравоохранения (далее - ОЗ) одной из эффективных является применение бактерицидного ультрафиолетового (далее - УФ) облучения, однако в литературе не отражены в полной мере вопросы его рационального (эффективного, безопасного и экономичного) применения.

ИСМП или нозокомиальные, внутрибольничные инфекции возникают вследствие инфицирования в период пребывания в ОЗ, при оказании врачебной помощи в иных условиях, проведении медицинских процедур в амбулаторно-поликлинических учреждениях, на дому [1-3]. ИСМП утяжеляют течение основного заболевания, увеличивают летальность, способствуют увеличению занятости больничной койки и затрат на дополнительное лечение, проведение противоэпидемических мер. Проблемы чистоты воздуха и поверхностей помещений ОЗ актуальны для всего мира ввиду выраженного неблагополучия эпидемической ситуации по ИСМП. По определению Регионального Европейского бюро ВОЗ [1978] «Внутрибольничные инфекции представляют собой любое клинически распознанное инфекционное заболевание, которое поражает больного в результате его поступления в больницу или обращения в нее за лечебной

помощью, или инфекционное заболевание сотрудника больницы вследствие его работы в данном учреждении, вне зависимости появления симптомов заболевания во время или после пребывания в больнице». Частота развития ИСМП колеблется от 3 до 20 % с высоким удельным весом в родильных домах (46,4 %), поликлинических учреждениях, хирургических стационарах (15 %).

Для профилактики ИСМП с целью обеззараживания воздушной среды и поверхностей в помещениях ОЗ, применяют химический и физический методы, санитарно-технические мероприятия. К физическим способам дезинфекции относятся кипячение, горячевоздушный, пароформалиновый, паровой методы, озонирование, камерная дезинфекция и другие, среди которых важное место принадлежит ультрафиолетовому облучению (далее - УФО), однако информации по его использованию недостаточно, ряд вопросов рационального применения УФО не решен [2-3]. Отсутствуют данные об уровнях УФ потока для разных условий обеззараживания и оборудования, включая экранированные бактерицидные облучатели (далее – БО), с учетом безопасности персонала и пациентов. Требуют совершенствования режимы работы БО с учетом длительности и экспозиции УФО, особенностей микрофлоры, обрабатываемых помещений, эффективности УФ облучения с учетом минимизации рисков облучения персонала и пациентов ОЗ [3].

В соответствии с рекомендациями Международной Комиссией по освещенности весь УФ диапазон разделен на 3 спектра: УФ-А с длиной волны ( $\lambda$ ) 320-400 нм, УФ-В ( $\lambda$  280-320 нм) и УФ-С с  $\lambda$  200-280 нм. Для оценки параметров ультрафиолетового излучения (далее – УФИ) используются эффективные (Вит, Эр, Фит, Бакт) и энергетические единицы измерения (Ватт, Джоуль). Так, система эффективных бактерицидных единиц основана на учете спектральной кривой бактерицидного действия, отражающей чувствительность микроорганизмов к различным длинам волн УФИ в диапазоне 205-315 нм, и применяются для оценки биологических эффектов УФО, при этом эффективная единица, например, бактерицидного потока (бакт) - поток энергии мощностью 1 Ватт от монохроматического источника с  $\lambda_{\max}$  254-265 нм. Основное применение сегодня имеют энергетические единицы, характеризующие интенсивность УФИ, экспозиционные нагрузки (Вт, Дж, их производные). Используемая измерительная аппаратура также градуирована в энергетических единицах; энергетические единицы используются и при нормировании параметров УФИ.

Реакции человека на УФО многообразны и неоднородны. Органы-мишени при воздействии УФИ - это кожа, орган зрения, иммунная система. Образование витамина D, увеличение резистентности, лечебный эффект при ряде заболеваний - проявления положительного влияния на организм, что обуславливает широкое использование УФ лучей в лечебных, косметических, оздоровительных целях, при УФО крови и иное. Ожоги и воспаления кожных покровов, глаз, старение кожи, катаракто- и канцерогенные эффекты, подавление иммунитета относятся к проявлениям негативного воздействия [4].

Интерес представляет изучение влияния лучей бактерицидного спектра проявляющегося, в первую очередь, эритемами кожи, воспалениями наружных оболочек и сред глаза. Среди трех спектров УФИ бактерицидный наиболее опа-

сен, что нашло отражение и в гигиеническом нормативе: «Допустимые значения показателей ультрафиолетового излучения производственных источников», в соответствии с которым допустимая интенсивность УФО воздействию за смену до 60 мин - не должна превышать  $50 \text{ Вт/м}^2$  (для области УФ-А);  $0,05 \text{ Вт/м}^2$  - для УФ-В и  $0,001 \text{ Вт/м}^2$  - для УФ-С спектра; при общей длительности облучения 50 % смены, ПДУ не должен превышать  $10 \text{ Вт/м}^2$  - для УФ-А;  $0,01 \text{ Вт/м}^2$  - для УФ-В и не допускается в спектре УФ-С. Указанные нормы базируются на данных, разработанных гигиенистами США; эти же нормы безопасности явились основой разработки соответствующих гигиенических регламентов в большинстве других стран, где приняты и используются нормативы по охране труда работающих в условиях УФО [4].

Установлена зависимость бактерицидного действия УФО от интенсивности потока с выделением суббактерицидной дозы, минимальной и полной бактерицидной (гермицидной) дозы. Бактерицидное действие УФО наиболее выражено при максимуме бактерицидной эффективности с  $\lambda$  254-265 нм, имеет примерно одинаковый характер воздействия на разные типы бактерий, плесени и вирусов и приближается к спектру поглощения ДНК, которая является основной мишенью, воспринимающей УФИ, что приводит к их гибели в первом или последующем поколении [2-4]. Микроорганизмы относятся к кумулятивным фотобиологическим приемникам, и результат взаимодействия УФИ и микроорганизма зависит от его особенностей и вида, поглощенной энергии УФО, и пропорционален бактерицидной дозе, что важно при изучении механизмов деконтаминации, совершенствовании средств борьбы с ИСМП. Различные виды микроорганизмов характеризуются разной устойчивостью к УФО - более чувствительны к УФО вирусы и бактерии в вегетативной форме (дизентерийная палочка, стрептококк, брюшнотифозной палочка, вирус гриппа, кишечная палочка), менее чувствительны споры бактерий и грибов, простейшие микроорганизмы, при этом процент пораженных клеток возрастает с увеличением дозы, но не всегда ей пропорционален [2-3]. Многие отмечают влияние на степень дезинфекции состояние окружающей среды, в которой находятся микроорганизмы, зависящие от типа лампы длина волны, интенсивность УФО, температура и влажность воздуха, тип микроорганизма и другое. Слабым инактивирующим действием обладает и ближнее УФ-А излучение (320 нм и выше): гермицидный эффект при облучении ближним УФ светом могут обеспечить дозы в  $10^4$  раз выше, чем при использовании, например, УФ-В спектра [2]. Хотя относительный эффект лучей УФ-А и ниже, но, учитывая их значительную долю и в солнечном потоке, и в излучении многих искусственных источников, возможный бактерицидный эффект нельзя не учитывать. Механизм бактерицидного действия спектра УФ-А изучен недостаточно, но имеются данные о том, что летальный эффект лучей с длиной волны более 320 нм может быть связан с непрямым повреждением ДНК (Конев С.В., 1979). Представляет интерес изучение бактерицидной эффективности при одновременном использовании УФО всех диапазонов и их сравнительная оценка (Keklik N. M., 2012). Условия противоэпидемической защиты для помещений ОЗ должны обеспечиваться достижением заданного уровня бактерицидной эффективности УФО,

оцениваемой по степени снижения обсемененности [1-3]. Контроль за эффективностью обеззараживания проводится также измерением уровней УФИ; эти измерения проводятся и на рабочих местах персонала, обслуживающего бактерицидные установки и облучатели.

Недостаточно изучены и вопросы соблюдения санитарно-эпидемиологического режима. Так, только в 20 % стоматологических кабинетов отмечены допустимые показатели микробиологической чистоты; в хирургическом кабинете общее микробное число в 3 раза превышало норматив, золотистый стафилококк обнаруживался в 12,5 % проб; в терапевтических кабинетах эти показатели, соответственно, два раза и 25 % (Григорьев В.Е., 2005). Аналогичные недостатки отмечали и другие авторы, что свидетельствует о необходимости повышения эффективности использования комплекса средств борьбы с ИСМП, в том числе УФ лучей.

По вопросу количественных соотношений между интенсивностью УФО и бактерицидным эффектом имеется ряд данных, но использование их для анализа затруднено. В публикациях недостаточно, а чаще отсутствуют данные о фактических уровнях и спектре УФ потока с учетом зависимости эффективности УФО от его параметров, что затрудняет выбор используемого способа облучения, обоснование и типа БО, и наиболее рационального метода обеззараживания. Противоречивы подчас рекомендации по режиму использования: приводятся разные сведения о времени облучения, интенсивности потока источника УФИ и др. Отсутствуют данные по оценке риска здоровью при работе БО, уровням УФО при их обслуживании, а также в больничных палатах при применении экранированных БО.

В настоящее время заметно расширилась номенклатура бактерицидных ламп, созданы лампы с малым содержанием ртути, безозонные лампы, рециркуляторы разных конструкций, специальные БО для обеззараживания салонов машин скорой помощи, для обеззараживания помещений метрополитена, предприятий пищевой промышленности, в сельском хозяйстве и т. д. [2-4]. Ряд исследований, выполненных как за рубежом, так и в странах СНГ, посвящены разработке новых видов облучателей, вопросам применения более совершенных источников УФИ, модернизации физических методов обеззараживания в целом и другое. Предлагаются, как альтернатива основному источнику УФО (ртутным лампам низкого давления), импульсные, эксимерные, эксиплексные, амальгамные ртутные лампы, ксеноновые импульсные источники УФ лучей, новые материалы и конструкции отражающих устройств для увеличения интенсивности УФ потока, рекомендовано повышение мощности БО, особенно закрытого типа, использование фотокаталитических фильтров и иное. Исследуются вопросы повышения ресурса эксплуатации, качества БО, своевременного контроля интенсивности УФО для оценки эффективности обеззараживания, методов расчетов оптимального режима облучения, применения УФ источников в системах приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования воздуха [2]. Обсуждаются проблемы повышения бактерицидной отдачи БО с учетом различий фоточувствительности отдельных видов микроорганизмов к разным спектрам УФ потока, результативности влияния УФ обеззараживания от среды оби-

тания микроорганизмов (разные поверхности, воздух, водная среда и пр.). Проблемным остается вопрос об обосновании бактерицидных доз при УФО, как нормативной основы при инфекционном мониторинге в целях предупреждения ИСМП [1-3].

Рассмотрения требует вопрос эффективного и безопасного применения БО с щелевым экраном, регулирующим направление УФ потока. Внедрение таких облучателей должно было решить важную проблему – применение УФО в присутствии людей в случаях, когда крайне сложно освободить помещение для УФО (палаты и отделения реанимации, интенсивной терапии, поликлинические кабинеты и др.). Однако экранированные БО, при переотражении УФ лучей, могут быть источником повышенных уровней УФО, представляя опасность для персонала и пациентов. Требуют изучения и вопросы применения и эффективности рециркуляторов. Возможные пути решения проблемы обеззараживания, когда для УФО сложно освободить помещение – разработка и внедрение БО с поляризованным потоком УФИ с минимальным отражением от поверхностей, увеличение мощности закрытых облучателей, применение их в механических системах вентиляции и др.

В целом, в доступной литературе представлены материалы о различных методах борьбы с ИСМП, особенностях биологического действия УФИ, методах оценки микробиологической чистоты помещений ОЗ, инфекционном контроле. В меньшей степени известны сведения, характеризующие эффективность применяемых БО с учетом экспозиции УФО, условий его применения, инновационных технологий УФО с использованием амальгамных ртутных, ксеноновых, импульсных ламп, фотокатализаторов и др. Целесообразным представляется исследование эффективности, включая экономические аспекты, различных методов дезинфекции. Не в полном объеме решены вопросы оценки риска здоровья персонала и пациентов ОЗ, контроля за параметрами УФ потока.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Проблема* внутрибольничных инфекций в Республике Беларусь: основные направления и перспективы борьбы и профилактики / Е. И. Гудкова [и др.] // Белорус. мед. журн. 2005. № 2. С.49–54.
2. *Вассерман, А. Л.* Ультрафиолетовое обеззараживание воздушной среды и поверхностей / А. Л. Вассерман // Светотехника. 2010. № 3. С. 59-62.
3. *Юзбашев, В. Г.* Дезинфекционные технологии и оборудование для обеззараживания воздуха в лечебно-профилактических учреждениях / В. Г. Юзбашев, И. А. Криштафович // Поликлиника. 2006. № 4. С. 82–85.
4. *Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Ультрафиолетовое излучение.* ВОЗ. Женева, 1995. 394 с.