

ВНУТРИБОЛЬНИЧНЫЕ ИНФЕКЦИИ

Под редакцией
В.П. Венцела



Prevention and Control of Nosocomial Infections

Edited by
Richard P. Wenzel, M.D.

Professor of Medicine and Preventive Medicine
Director, Division of Clinical Epidemiology
Department of Internal Medicine
Director, Hospital Epidemiology Program
University of Iowa Hospitals and Clinics
Iowa City, Iowa



WILLIAMS & WILKINS

Baltimore • London • Los Angeles • Sydney

Внутрибольничные инфекции

Под редакцией
Р. П. Венцела

*Перевод с английского
проф. Б. А. Годованного*



Москва Медицина 1990

ББК 55.1

В60

УДК 616.9-0.22.369

*Издание рекомендовано для перевода
акад. АМН СССР В. И. Покровским,
президентом АМН СССР,
директором ЦНИИЭ МЗ СССР*

Внутрибольничные инфекции: Пер. с англ./Под ред.
В 60 Р. П. Венцела. — М.: Медицина, 1990. — 656 с.: ил.

ISBN 5-225-00496-2

ISBN 0-683-08923-4

Монография посвящена одной из наиболее серьезных проблем здравоохранения — внутрибольничным (нозокомиальным) инфекциям. Рассматриваются этиологические факторы этих инфекций, механизмы их распространения и ущерб, наносимый бюджету здравоохранения. Специальные главы посвящены возникновению вспышек внутрибольничных инфекций в терапевтических, хирургических, глазных отделениях, в домах-интернатах для престарелых и инвалидов и т. п. Особое внимание уделяется внутрибольничным инфекциям в родильных домах и педиатрических отделениях. Подробно рассматриваются методы борьбы с внутрибольничными инфекциями в больницах разного профиля.

Для эпидемиологов, инфекционистов, хирургов, терапевтов, педиатров.

В $\frac{4108060000-249}{039(01)-90}$ 127—90

ББК 55.1

ISBN 5-225-00496-2

ISBN 0-683-08923-4

© 1987 Williams & Wilkins

© Перевод на русский язык.
Издательство «Медицина»
Москва, 1990

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВИЭФ— встречный иммуноэлектрофорез
ДС— дифтерийно-столбнячный анатоксин
ИМП— инфекция мочевыводящих путей
ИФ— иммунофлюоресценция
ИФА— иммуноферментный анализ
КОЕ— колониобразующая единица
КУБ— кислотоустойчивые бактерии
МБК— минимальная бактерицидная концентрация
МВП— мочевыводящие пути
ПОЗВП— программа охраны здоровья больничного персонала
ПМК— псевдомембранозный колит
РСВ— респираторный синцитиальный вирус
СПИД— синдром приобретенного иммунодефицита
ЦББ— Центры по борьбе с болезнями
ЦМВ— цитомегаловирус
LT— термолабильный энтеротоксин
MMR— вакцина против кори, эпидемического паротита и краснухи
MRSA— метициллин-резистентный штамм
NANB— гепатит ни А ни В
NNIS— Национальное изучение проблемы внутрибольничных инфекций
ST— термостабильный энтеротоксин
PPD— очищенный белковый дериват туберкулина

**ДЕЗИНФЕКЦИЯ, СТЕРИЛИЗАЦИЯ И УДАЛЕНИЕ
ОТХОДОВ**

У. А. Рутала (W. A. Rutala)

ВВЕДЕНИЕ

Необходимость в полноценных процедурах дезинфекции, стерилизации и удаления отходов подчеркивалась в десятках статей, в которых сообщалось о возникновении инфекций вследствие недостаточного обеззараживания предметов ухода за больными и несовершенной практики удаления отходов. Поскольку нет нужды в стерилизации абсолютно всех предметов ухода за больными, в каждой больнице должны быть разработаны собственные указания по чистке, дезинфекции или стерилизации конкретных предметов, главным образом в соответствии с их назначением, а также с учетом других факторов, включая стоимость. В данной главе приведены практические подходы к обоснованному выбору и правильному применению методов дезинфекции и стерилизации. Здесь же рассмотрены общепринятые методы удаления опасных отходов.

ТЕРМИНОЛОГИЯ

Стерилизация — это полное устранение или уничтожение всех видов микробной флоры, достигаемое в больнице с помощью физических или химических процессов. Основные стерилизующие агенты, применяемые в больницах, — это пар под давлением, сухой жар, газ окиси этилена и жидкие химикалии. Цель стерилизации — не относительное, а абсолютное обеззараживание. К сожалению, в специальной медицинской, а также в технической и коммерческой литературе вместо термина «стерилизация» иногда употребляют слово «дезинфекция» и допускаются такие определения, как «частично стерильный». Если для уничтожения всех форм микрофлоры, включая грибы и споры бактерий, используют химические вещества, то их можно обозначить как химические стерилизаторы. Применение этих же антимикробных препаратов в тече-

ние более кратких периодов времени может быть одной из составных частей процесса дезинфекции.

Дезинфекцией называется процесс устранения всех патогенных микроорганизмов (кроме спор бактерий) на неодушевленных предметах. На эффективность дезинфекции влияют различные факторы, причем каждый из них может свести к нулю или уменьшить активность данного процесса. Согласно имеющимся данным, на эффективность процесса дезинфекции могут влиять следующие факторы: предварительная очистка подлежащего дезинфекции предмета; наличие органических веществ в этом предмете; тип и интенсивность микробного загрязнения; концентрация антимикробного препарата и время его действия (т. е. экспозиция); характер обрабатываемого объекта (например, наличие в нем щелей, петель, проемов и т. п.); температура и pH, при которых происходит процесс дезинфекции.

Таким образом, если исходить из данных определений, дезинфекция отличается от стерилизации тем, что не уничтожает споры бактерий. Однако это упрощенное объяснение. Некоторые дезинфектанты, а именно химические стерилизаторы, убивают споры при длительном воздействии (от 6 до 10 ч). Эти же дезинфектанты и в тех же концентрациях, но на протяжении более коротких периодов экспозиции (менее 30 мин) убивают все микроорганизмы, кроме спор бактерий. Их обозначают как дезинфектанты высокого уровня. Другие препараты (дезинфектанты низкого уровня) могут убивать вегетативные формы бактерий, грибы и липофильные вирусы на протяжении рутинного периода обработки (менее 10 мин). Существуют также дезинфектанты промежуточного уровня, способные убивать туберкулезные бактерии и гидрофильные вирусы в течение длительных периодов экспозиции (более 30 мин). Очевидно, что противомикробные препараты («гермициды»)* существенно различаются между собой главным образом в отношении антимикробного спектра и быстроты действия. Эти данные более подробно рассмотрены и обсуждены в табл. 23.

Чистка — это удаление любых чужеродных веществ (например, загрязнений, в том числе органической природы) с поверхности разных предметов обычно водой с детергентами или без них. Чистка должна предшествовать процедурам дезинфекции и стерилизации. Обеззараживание — это проце-

* В литературе на русском языке термин «гермицид» не применяется. Для обозначения соответствующих препаратов обычно применяются термины «антимикробный препарат» или (значительно реже) «микробицидный препарат». — *Примеч. пер.*

Т а б л и ц а 23. Методы стерилизации и дезинфекции

Объект	Стерилизация		Дезинфекция	
			высокий уровень	от промежуточного до низкого уровня
	«критические» предметы: проникающие в сосуды или в ток крови	«полукритические» предметы: имеющие контакт со слизистыми оболочками, но не проникающие в ткани или в сосудистую систему	«некритические» предметы: не имеющие контакта со слизистыми оболочками или с пораженной кожей	процедура (экспозиция > 10 мин) ¹
Гладкая, твердая поверхность	А	xx	В	З
	Б	xx	Г	И
	В	10	Д	К
	Г	6	Е	Л
	Д	6	Ж И	М
Резиновые трубки и катетеры	А	xx	В	
	Б	xx	Г	
	В	6	Д	
	Г	6	Е	
Полиэтиленовые трубки и катетеры ^{2, 3}	А	xx	В	
	Б	xx	Г	
	В	10	Д	
	Г	6	Е	
	Д	6	И	
Инструменты с линзами	Б	xx	В	
	В	10	Г	
	Г	6	Д	
	Д	6		
Термометры (оральные и ректальные) ⁴	Б	xx	И	
	В	10		
	Г	6		
	Д	6		
Шарнирные инструменты	А	xx	В	
	Б	xx	Г	
	В	10	Д	
	Г	6		
	Д	6		

¹ Чем длительнее воздействие дезинфектанта, тем более вероятно, что все бактерии будут удалены. Экспозиция в течение 10 мин иногда бывает недостаточной для дезинфекции многих предметов, особенно таких, которые трудно очищать, поскольку они имеют узкие каналы или другие участки (где могут скапливаться органические вещества и бактерии). Экспозиция в течение 30 мин — это минимальный период, требующийся для того, чтобы туберкулезные бактерии погибли под воздействием глутаральдегида.

² Трубки должны быть полностью заполнены дезинфектантом.

³ В случае необходимости должна быть проверена термостабильность предметов (т. е. их устойчивость к нагреванию).

⁴ Обработка ректальных и оральных термометров должна проводиться раздельно на любой стадии.

xx Согласно рекомендациям фирмы-изготовителя.

Обозначения: А — стерилизация нагреванием паром или сухим жаром (см. рекомендации фирмы-изготовителя); Б — газ окись этилена (время обработки указано в рекомендациях фирмы-изготовителя); В — формула на основе глутаральдегида (2%). Показано также, что формула, содержащая глутаральдегидфенат, пригодна для дезинфекции (высокий уровень) оборудования, применяемого для лечения заболеваний дыхательных путей, если концентрация глутаральдегида равна 0,13%. Следует соблюдать предосторожность в тех случаях, когда необходимо готовить новые растворы препаратов, содержащих глутаральдегид; Г — применение двуокиси хлора (выделяющийся хлор вызывает коррозию алюминия, меди, латуни, нержавеющей стали серии 400 и хрома при достаточно продолжительной экспозиции); Д — стабилизированный 6% раствор перекиси водорода (вызывает коррозию меди, цинка и латуни); Е — влажная пастеризация при 75 °С в течение 30 мин после очистки моющими средствами; Ж — гипохлорит натрия (1000 м. д. свободного хлора) (вызывает коррозию металлических инструментов); З — этиловый или изопропиловый спирт (70—90%); И — этиловый спирт (70—90%); Й — гипохлорит натрия (100 м. д. свободного хлора); К — гермицидный моющий феноловый раствор (разводится в соответствии с указаниями, приведенными на этикетке); Л — гермицидный моющий раствор с йодофором (разводится в соответствии с указаниями, приведенными на этикетке); М — гермицидный моющий раствор с четвертичным аммонием (разводится в соответствии с указаниями, приведенными на этикетке).

дура удаления патогенных микроорганизмов с предметов, которые благодаря этому становятся неопасными.

Следует также обсудить некоторые другие термины, встречающиеся в литературе. К ним, в частности, относятся слова с суффиксом -цид, например, гермицид. Гермицид — это препарат, убивающий микроорганизмы, особенно патогенные, применяемый для обработки как живых тканей, так и неодушевленных предметов в отличие от дезинфектанта, используемого для обработки только неодушевленных предметов. Имеются другие слова с суффиксом -цид: вирулицид, фунгицид, бактерицид, спороцид, туберкулоцид и др., означающие соединения, убивающие микроорганизмы, обозначенные первой частью слова, например, бактерицид — это агент, уничтожающий бактерии [1—4].

РАЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПРОЦЕССАМ ДЕЗИНФЕКЦИИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ

Около 20 лет тому назад Spaulding [2] предложил рациональную схему классификации предметов ухода за больными или оборудования, подлежащих дезинфекции и стерилизации. Эта схема оказалась настолько четкой и логичной, что вплоть до настоящего времени она сохраняется, совершенствуется и успешно применяется различными специалистами (прежде всего, занимающимися борьбой с инфекциями) при планировании различных мероприятий по дезинфекции и сте-

рилизации [1, 3]. Spaulding полагал, что характер требующихся методов дезинфекции станет более ясным, если разделить инструменты и предметы для ухода за больными на три категории, положив в основу этого деления степень возможного заражения, связанного с использованием данных предметов. Три категории предметов ухода за больными Spaulding описал как «критические», «полукритические» и «некритические»*.

«Критические» предметы

«Критическими» считают такие предметы, которые в случае их контаминации любыми микроорганизмами, в том числе спорами бактерий, обуславливают высокую степень риска заражения больных. Таким образом, чрезвычайно важно, чтобы инструменты и любые другие объекты, проникающие в стерильные ткани или сосуды, были сами по себе стерильными. К этой категории относятся хирургические инструменты, сердечные катетеры, катетеры мочевых путей, имплантаты, жидкости для внутривенных инъекций и иглы. Большинство этих предметов должно приобретаться в стерильном виде или, если возможно, стерилизоваться в автоклаве. Если такие предметы разрушаются при нагревании, то их следует обрабатывать окисью этилена или химическими стерилизаторами (при отсутствии других пригодных методов обезвреживания). В табл. 23 представлены некоторые гермициды, обозначенные как «химические стерилизаторы». К ним относятся, в частности, соединения, имеющие в основе 2% глутаральдегид, 6% стабилизированную перекись водорода и двуокись хлора, выделяющую активный хлор. Применение последнего препарата обеспечивает стерильность только в тех случаях, если ему предшествует чистка обрабатываемого предмета, и если при этом выполняются требования, касающиеся содержания органических веществ, продолжительности контакта, температуры и pH.

«Полукритические» предметы

«Полукритическими» считают предметы, контактирующие со слизистыми оболочками и кожей; эти предметы не должны соприкасаться со своей поверхностью никаких микроорганизмов (не считая спор бактерий). Интактные слизистые, как правило, устойчивы к заражению спорами бактерий, но воспри-

* В литературе на русском языке эти термины отсутствуют. — *Примеч. пер.*

имчивы к другим микроорганизмам, таким как туберкулезная бактерия и вирусы. В категорию «полукритических» предметов входят оборудование для ингаляций и анестезии, желудочно-кишечные эндоскопы и термометры. Для «полукритических» предметов требуется как минимум дезинфекция высокого уровня, осуществляемая методом влажной пастеризации или с помощью химических гермицидов. Дезинфектантами высокого уровня (с учетом факторов, влияющих на гермицидные процедуры) можно считать глутаральдегид, стабилизованную перекись водорода, этиловый спирт, а также хлор и его соединения (см. табл. 23).

«Полукритические» предметы рекомендуется прополаскивать стерильной или водопроводной водой, содержащей 100 мг/л хлора. После прополаскивания их следует высушивать с помощью метода, исключающего возможность повторной контаминации, например, горячим воздухом, пропущенным через фильтр. Вплоть до момента использования их следует хранить в стерильной упаковке.

Резервуары для гидротерапии больных с пораженной (неинтактной) кожей можно успешно дезинфицировать дезинфектантами высокого (например, хлор) или промежуточного (фенол, йодофор) уровня.

«Некритические» предметы

Это предметы, контактирующие с кожей, но не со слизистыми оболочками. Интактная кожа играет роль эффективного барьера против большинства микроорганизмов, и поэтому стерильность в данном случае не является «критической» (т. е. решающей). Примерами «некритических» предметов могут служить подкладное судно, манжеты аппаратов для измерения давления крови, костыли, перильца кроватей, белье, посуда, прикроватные тумбочки и некоторые виды больничной мебели. В отличие от «критических» и некоторых «полукритических» предметов чистка большинства «некритических» предметов повторного пользования может производиться непосредственно на месте, т. е. их не следует транспортировать для этих целей в специальное отделение для дезинфекции. Для обработки некоторых «некритических» предметов применяют дезинфектанты низкого уровня, перечисленные в табл. 23.

Центры по борьбе с болезнями (ЦББ) разработали специальное руководство в виде таблицы по целенаправленному выбору и использованию дезинфектантов. Таблица 23 представляет собой модифицированный вариант данного руководства, содержащий ряд существенных изменений по сравнению с оригиналом. Во-первых, смесь формальдегид—спирт

исключена из списка химических стерилизаторов и дезинфектантов высокого уровня, поскольку она уже не играет большой роли в стратегии дезинфекционных мероприятий. Данный препарат вызывает коррозию металлов, обладает токсическим и раздражающим действием и поэтому, как правило, не применяется. Во-вторых, в таблицу включен новый химический стерилизатор — двуокись хлора, при использовании которого выделяется достаточное количество активного хлора. В-третьих, из перечня препаратов, обеспечивающих высокий уровень дезинфекции, исключены 3% фенол и йодофоры ввиду их недоказанной эффективности в отношении туберкулезных бактерий, если время контакта ≤ 30 мин. И наконец, из этой же группы дезинфектантов исключен изопропиловый спирт, поскольку он не обладает способностью инактивировать гидрофильные вирусы.

ПРОБЛЕМЫ ДЕЗИНФЕКЦИИ И СТЕРИЛИЗАЦИИ БОЛЬНИЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Недостатком схемы Spaulding [2] является то, что в ней не рассматривается обработка сложного медицинского оборудования [5—7], которое часто чувствительно к нагреванию, а также инактивация определенных микроорганизмов. Таким образом, в некоторых ситуациях все еще трудно выбрать метод обеззараживания предметов, ориентируясь только на категории риска для больных. Это прежде всего относится к медицинским предметам «полукритической» категории, поскольку в отличие от «критических» и «некритических» предметов, требующих соответственно стерилизации и дезинфекции низкого уровня, нет единого мнения о том, какой обработке подлежат «полукритические» медицинские приборы и предметы ухода за больными — стерилизации или дезинфекции высокого уровня. Согласно рекомендации ЦББ, эндоскопы, оборудование для анестезии и ингаляционные устройства должны подвергаться дезинфекции высокого уровня [8]. Если «полукритические» предметы выдерживают действие пара, то их стерилизация не проблематична. Однако большинство этих предметов чувствительно к нагреванию, и поэтому для стерилизации их обрабатывают окисью этилена — процедура, использование которой при последовательном обслуживании больных может занимать слишком много времени. Несмотря на то что необходимость стерилизации «полукритических» предметов на первый взгляд представляется бесспорной, в настоящее время нет данных, подтверждающих, что стерилизация таких предметов улучшает обслуживание больных вследствие снижения риска инфицирования. Фактически в единственном исследовании, посвященном оценке профилак-

тического значения стерилизации «полукритического» оборудования, было показано, что стерильное устройство для ингаляционного наркоза не обеспечивает более частого предупреждения послеоперационных легочных инфекций, чем такие же устройства повторного применения, обрабатываемые водой с мылом [9]. По-видимому, именно поэтому в большинстве больниц применяют «полукритическое» оборудование, подвергнутое чаще всего не стерилизации, а дезинфекции высокого уровня.

Предполагают, что дезинфекция высокого уровня уничтожает все микроорганизмы, за исключением спор бактерий. Для эффективного обеззараживания «полукритических» предметов (таких как эндоскопы) между процедурами обслуживания отдельных больных может потребоваться погружение этих предметов в наиболее активный дезинфектант — глутаральдегид на 10—30 мин (особенно учитывая сомнительную туберкулоцидную активность данного раствора). Некоторые специалисты [6] считают, что для гарантии уничтожения таких микробов, как туберкулезные бактерии, необходимо обеспечить не менее чем 30-минутный контакт между обеззараживаемым предметом и дезинфектантом. Следует подчеркнуть, что в целях предупреждения вспышек инфекций любой процедуре стерилизации или дезинфекции должна предшествовать тщательная чистка обеззараживаемых предметов. Что касается внутрибольничных инфекций, связанных только с эндоскопами, то имеется несколько сообщений [10—14] о загрязнении этих предметов многими видами микробов (например, *M. tuberculosis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *Salmonella* sp.) вследствие недостаточной чистки, неправильного выбора дезинфицирующих агентов, а также того, что отдельные участки оборудования не подверглись действию дезинфектантов. Инструменты для эндоскопии особенно трудно дезинфицировать и легко повредить, потому что они сложно устроены и изготовлены из хрупких материалов.

Какой метод обработки—стерилизация или дезинфекция высокого уровня — должен быть предусмотрен для медицинского оборудования, контаминированного кровью больных СПИДом, вирусом гепатита В или выделениями дыхательных путей больных легочным туберкулезом? Согласно рекомендациям ЦББ, эти предметы должны подвергаться дезинфекции высокого уровня. Проведению оценки эффективности химических дезинфектантов, направленных против вируса гепатита А и человеческого Т-лимфотропного вируса типа III (возбудителя СПИДа) препятствуют несколько факторов, в том числе невозможность культивирования вируса гепатита В. Однако результаты проведенных недавно исследований [15—17] сви-

детельствуют о том, что указанные вирусы не обладают устойчивостью к химическим дезинфектантам; в частности, согласно существующим в настоящее время рекомендациям [18, 19], обеззараживание разлившейся крови может быть достигнуто бытовой хлорной известью (5,25% раствор гипохлорита натрия) в разведении 1 : 10. Кроме того, обработка препаратами, имеющими в основе глутаральдегид, является вполне достаточной для дезинфекции медицинского инструментария, контаминированного указанными вирусами и туберкулезными бактериями.

Другим инфекционным агентом, для которого может потребоваться особый метод обеззараживания, является вирус— возбудитель болезни Крейтцфельда—Якоба. Авторы, изучавшие этот вопрос, считают предпочтительным методом стерилизации материала, контаминированного данным вирусом, автоклавирование в течение 1 ч при температуре не менее 121 °С и давлении 1 кгс/см². Если автоклавирование невозможно, эффективным методом дезинфекции поверхностей неодушевленных предметов может быть их обработка 1 N гидроокисью натрия в течение 1 ч [20, 21].

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРМИЦИДОВ

Действие гермицидов на микроорганизмы определяется рядом факторов; некоторые из них относятся к свойствам микробов, другие зависят от химических и физических особенностей окружающей среды. Знание этих факторов должно способствовать более эффективному использованию процессов дезинфекции и стерилизации. Более подробные сведения, касающиеся этих и некоторых других факторов, можно найти в публикациях, относящихся к данному разделу [1, 2, 22, 23].

Количество и локализация микроорганизмов

Чем больше микробных клеток находится на том или ином участке, тем больше времени (при прочих равных условиях) требуется для уничтожения всех этих микробов гермицидом. Это соотношение было проиллюстрировано Spaulding, который показал, что в идентичных условиях опыта для уничтожения 10 спор *Bacillus subtilis* препаратом, содержащим 8% формальдегида и 67% изопропанола, требуется 30 мин, а для уничтожения 100 000 спор *B. subtilis* тем же препаратом — 3 ч. В этом, очевидно, заключается одна из причин необходимости тщательной чистки инструментов перед дезинфекцией. Уменьшая количество микробов на поверхности предметов, подлежащих обеззараживанию, мы соответственно укорачива-

ем экспозицию, необходимую для уничтожения всей присутствующей микробной флоры.

При оценке фактов, влияющих на эффективность действия гермицидов, необходимо также учитывать локализацию микробов. Медицинские инструменты, состоящие из многих частей, следует дезинфицировать в разобранном виде. Предметы, имеющие щели, соединения и каналы (например, эндоскопы), труднее дезинфицировать, чем гладкие поверхности, поскольку в этих случаях могут возникать сложности, связанные с проникновением дезинфектанта во все части оборудования. Полноценной дезинфекции подвергаются только такие поверхности, которые имеют прямой контакт с гермицидом; поэтому не должно быть никаких воздушных пузырьков, и каждый предмет должен быть полностью погружен в раствор дезинфектанта на все время экспозиции. Необходимо добиваться от фирм-изготовителей, чтобы в процессе конструирования выпускаемого ими оборудования предусматривалась возможность чистки и дезинфекции предметов без каких-либо затруднений.

Первичная устойчивость микроорганизмов

Устойчивость различных видов микробов к химическим гермицидам существенно варьирует. Вся стратегия дезинфекции основана на положении о том, что время стерилизации или дезинфекции определяется наиболее резистентными субпопуляциями микробов. Следовательно, если нужно уничтожить наиболее резистентные формы микроорганизмов — споры бактерий, то следует соблюдать такое время экспозиции и использовать такие концентрации гермицидов, которые требуются для полного разрушения спор. Споры бактерий обладают наиболее значительной первичной устойчивостью к химическим гермицидам; за ними следуют в убывающем порядке туберкулезные бактерии, споры грибов, гидрофильные вирусы, вегетативные формы грибов, липофильные вирусы и вегетативные формы бактериальных клеток. Грамположительные и грамотрицательные бактерии обладают приблизительно одинаковой устойчивостью к гермицидам; исключение составляет *P. aeruginosa*, отличающиеся более выраженной устойчивостью к некоторым дезинфектантам [24, 25]. Показано, что бактерии этого последнего вида значительно более устойчивы к ряду дезинфектантов в своем «естественном состоянии», чем клетки, выращенные на лабораторных питательных средах. Интересно отметить, что антибиотикорезистентные больничные штаммы распространенных возбудителей внутрибольничных инфекций (*P. aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*

и энтерококки) в той же степени чувствительны к гермицидам, что и антибиотикочувствительные штаммы [25]. К сожалению, эта схема относительной резистентности не может быть распространена на риккетсии, хламидии и микоплазмы, так как информация об активности гермицидов в отношении этих микробов в настоящее время отсутствует. Поскольку эти микроорганизмы содержат липиды и сходны по строению и составу с другими бактериями, можно предположить, что они могут разрушаться теми же гермицидами, которые уничтожают липофильные вирусы и вегетативные формы бактериальных клеток.

Зависимость активности гермицидов от их концентрации

Если не считать немногочисленных исключений, то существует следующая закономерность: чем больше концентрация гермицида (при прочих постоянных показателях), тем выше его активность и тем короче период времени, требующийся для полного уничтожения микробов. Однако, согласно существующему в настоящее время мнению, создание той или иной концентрации в неодинаковой степени влияет на активность разных гермицидов. Влияние разведения на активность дезинфектанта можно прогнозировать на основе так называемой концентрационной экспоненты — количественного показателя действия изменения концентрации на гибель клеток. В качестве примеров можно привести соединения четвертичного аммония и фенол, концентрационные экспоненты которых равны соответственно 1 и 6. Уменьшение концентрации первого из указанных соединений в два раза увеличит период дезинфекции только в два раза, в то время как разведение раствора фенола в такой же степени приведет к значительному повышению продолжительности дезинфекции (в 32 раза, т. е. с показателем 2^6).

Важно также иметь в виду, что длительность процесса дезинфекции зависит от активности гермицида. Так, Spaulding показал, что 70% изопропиловый спирт разрушает 10^4 клеток *M. tuberculosis* в тесте муциновой петли в течение 5 мин, в то время как для достижения того же показателя гибели микробов под действием 3% раствора фенола в одно временно проводимых опытах требовалось от 2 до 3 ч.

Физические и химические факторы

Несколько физических и химических факторов влияют на гермицидные процедуры, в том числе температура, pH, относительная влажность и жесткость воды. Например, актив-

ность большинства гермицидов возрастает по мере повышения температуры (исключение составляют только некоторые препараты, такие как едкий натр). Однако не следует повышать температуру выше определенного уровня, при котором наступает разрушение самого гермицида, что создает потенциальные опасности для здоровья и вызывает ослабление гермицидной активности.

Повышение рН усиливает антимикробную активность некоторых гермицидов (например, глутаральдегида и соединений четвертичного аммония), но уменьшает активность других препаратов (таких как фенолы, гипохлориты и йод). Величина рН влияет на антимикробную активность, изменяя молекулу гермицида или поверхность клетки.

Относительная влажность — это единственный наиболее важный фактор, воздействующий на активность газообразных дезинфектантов, таких как окись этилена или формальдегид.

Высокая жесткость воды уменьшает разрушающее действие некоторых гермицидов. Это обусловлено тем, что двухвалентные катионы (магний и кальций) взаимодействуют с мылом, образуя нерастворимый осадок.

Органические субстанции

Вещества органической природы (сыворотка, кровь, гной или фекалии) могут препятствовать антимикробному действию дезинфектантов по меньшей мере двумя путями. Чаще всего это происходит в результате химической реакции между гермицидом и органическим веществом, что приводит к образованию комплекса, обладающего более слабой гермицидной активностью или вообще ее не имеющего. При этом остается меньше активного гермицида, воздействующего на микроорганизмы. Такие взаимодействия наиболее характерны для дезинфектантов, содержащих хлор и йод. Другая ситуация заключается в том, что органические вещества могут играть роль физического барьера, защищающего микроорганизмы от действия гермицидов. Следует еще раз подчеркнуть большое значение тщательной чистки медицинских инструментов перед проведением любой процедуры стерилизации или дезинфекции.

Длительность экспозиции

Для того чтобы тот или иной предмет был полностью дезинфицирован, он должен иметь контакт с соответствующим гермицидом в течение определенного минимального периода времени. Однако точно определить время, требующееся для дезинфекции медицинских инструментов, не представ-

ляется возможным ввиду сложности взаимодействия вышеупомянутых факторов, влияющих на эффективность процесса дезинфекции. В табл. 23 представлены показатели экспозиции; при этом следует иметь в виду, что, за некоторыми исключениями, чем длительнее действие гермицидов, тем выше эффективность данного процесса.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС СТЕРИЛИЗАЦИИ

Большинство упомянутых факторов влияет также на процесс стерилизации. К их числу относятся количество, вид и локализация микроорганизмов; наличие органических веществ; концентрация (газа окиси этилена); длительность экспозиции, а также некоторые физические факторы, такие как температура и относительная влажность.

ДЕЗИНФЕКЦИЯ

В сфере медицинского обслуживания применяют большое число различных дезинфектантов, в частности спирты, хлор и его соединения, формальдегид, глутаральдегид, перекись водорода, йодофоры, фенол и соединения четвертичного аммония. Эти гермициды не являются взаимозаменяемыми, и поэтому характеристика действия каждого из них обеспечит потребителя информацией, достаточной, чтобы правильно выбрать дезинфектант для обработки того или иного предмета и применить его наиболее эффективным способом. К этому следует добавить, что неправильный выбор гермицида и его концентрации, а в некоторых случаях необоснованная ориентация только на фирменное название гермицида (без учета класса препаратов, к которому он относится) могут приводить к ненужным и избыточным затратам финансовых средств.

Химические дезинфектанты

Алкоголи

Общая характеристика. Термин «алкоголи», употребляемый в связи с дезинфекцией, проводимой в больницах, означает два растворимых в воде химических соединения, гермицидные свойства которых, как правило, недооцениваются. Это этиловый спирт и изопропиловый спирт [26]. Данные спирты обладают не столько бактериостатическим, сколько бактерицидным действием против вегетативных форм бактерий; кроме того, они характеризуются туберкулоцидными, фунгицидными и вирулицидными свойствами, но не уничтожают споры бактерий. Бактерицидная активность спиртов резко снижается при их разведении до концентрации менее 50%, а опти-

Таблица 24. Некоторые широко применяемые гермициды, их рабочие разведения и свойства*

Гермицид	Рабочее разведение	Объект инактивации **									Основные свойства					
		уровень дезинфекции	бактерии	липофильные вирусы	гидрофильный вирус	туберкулезные бактерии	грибы	споры бактерий	срок хранения > 1 нед	коррозия	остаток	инактивация органическими веществами	раздражение кожи	раздражение глаз	раздражение дыхательных путей	токсичность
Изопропиловый спирт	60—95%	ПР	+	+	—	+	+	—	+	—	—	+	—	+	—	+
Перекись водорода	3—25%	ХС—В	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	—	+
Формальдегид	3—8%	В—ПР	+	+	+	+	+	—	+	—	+	—	+	+	+	+
Соединения четвертичного аммония	0,4—1,6% (водный раствор)	Н	+	+	—	—	+	—	+	—	—	+	+	+	—	+
Фенол	0,4—5% (водный раствор)	ПР—Н	+	+	+	—	+	—	+	+	+	—	+	+	—	+
Хлор	100—1000 м. д. свободного хлора	В—ПР	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+
Йодофоры	30—50 м. д. свободного хлора	ПР	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+	+	+	—	+
Глутаральдегид	2%	ХС—В	+	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	+	—	+

* Сокращения: ПР — промежуточный; В — высокий; Н — низкий; ХС — химический стерилизатор; + да, — нет.

** Препарат инактивирует все указанные микроорганизмы при контакте ≤ 30 мин (за исключением спор бактерий, требующих контакта от 6 до 10 ч).

мальная бактерицидная концентрация спиртов колеблется в пределах 60—90% по объему [27]. Свойства спиртов приведены в табл. 24.

Механизм действия. Наиболее вероятное объяснение механизма антимикробного действия спиртов заключается в том, что они денатурируют белки. Данное предположение подтверждается тем фактом, что абсолютный этиловый спирт (обезживающий агент) обладает менее выраженными бактерицидными свойствами, чем смеси спирта с водой, поскольку белки быстрее подвергаются денатурации в присутствии воды [28]. Предположение о денатурации протеинов согласуется также с наблюдениями Sykes [29], согласно которым алкоголь разрушает дегидрогеназы *E. coli*, и с данными Dagley и сотр. [30], показавшими, что этиловый спирт удлиняет Лаг-фазу *Enterobacter aerogenes*, причем этот процесс может идти в обратном направлении после добавления некоторых аминокислот. Последняя группа авторов пришла к заключению, что бактериостатическое действие спиртов связано с подавлением выработки метаболитов, необходимых для ускоренного деления клеток.

Микробицидная активность. Из всех спиртов наименее выраженное бактерицидное действие оказывает метиловый спирт; поэтому он редко применяется в качестве антибактериального средства [31]. Однако показано, что свежеприготовленный метиловый спирт, смешанный с 2000 м. д. гипохлорита натрия, убивает споры бактерий [32]; кроме того, он обладает вирулицидным действием [33]. Бактерицидная активность этилового спирта была изучена Morton [27], использовавшего различные концентрации этилового спирта против ряда микроорганизмов при экспозициях от 10 с до 1 ч. Этиловый спирт в концентрациях от 30 до 100% по объему убивал *P. aeruginosa* в течение 10 с; *S. marcescens*, *E. coli* и *Salmonella typhosa* погибали в течение 10 с при воздействии концентраций от 40 до 100%. Грамположительные бактерии *S. aureus* и *Streptococcus pyogenes* были несколько более устойчивыми: они погибали в течение 10 с под действием этилового спирта в концентрациях от 60 до 95%. Coulthard, Sykes [34] обнаружили, что изопропиловый спирт (изопропанол) обладает несколько более выраженной бактерицидной активностью в отношении *E. coli* и *S. aureus*, чем этиловый спирт.

Этиловый спирт — очень активный вирулицидный агент; он инактивирует все вирусы, перечисленные в табл. 25, в течение 1 мин. Изопропиловый спирт почти не влияет на гидрофильные энтеровирусы, но обладает выраженной активностью в отношении липофильных вирусов [35]. Исследования [15, 16] показали способность этилового и изопропилового спиртов

Т а б л и ц а 25. Инактивация вирусов гермицидами

	Минимальная концентрация, инактивирующая 10^5-10^7 частиц вируса в течение 10 мин	
	липофильные вирусы (Адено 2, вирус герпеса, вирус вакцины, вирус гриппа)	гидрофильные вирусы (Полио I, Коксаки В1, ЕСНО 6)
Гипохлорит натрия	200 м. д.	200 м. д.
Йодофор	75—150 м. д.*	150 м. д.
Формалин	2%	2—8%
Глутаральдегид	0,02%	1—2%
Этиловый спирт	30—50%	50—70%
Изопропиловый спирт	20—50%	90% (ЕСНО 6) 95% (нег.-полио I; Коксаки В1)
Фенол	1—5%	5%
О-Фенилфенол	0,12%	12% (нег.)
Бензальконнимхлорид	1 : 1000, 1 : 10 000	10% (нег.)

* Результаты варьируют в зависимости от типа вируса. Например, для инактивации аденовируса 2 требуются 150 м. д. йодофора, а для инактивации вирусов герпеса, вакцины и гриппа необходимы 75 м. д.

Т а б л и ц а 26. Инактивация вируса гепатита В дезинфектантами*

Гермицид	Концентрация** (10^6 вирусных частиц HBV, 10 мин, 20 °С)	Концентрация*** ($5 \times 10^4-10^5$ вирусных частиц HBV)
Гипохлорит натрия	500 м. д.	НД
Глутаральдегид	2%	0,1% и 1% 5 мин, 24 °С
Глутаральдегидфенат	0,13 глутаральдегид 0,44% фенат	НД
Спирт	70% (изопропил)	80% (этил), 2 мин, 11 °С
Йодофор	80 м. д.	НД
Нагревание	НД	98 °С, 2 мин

* HBV-вирус гепатита В; НД — нет данных.

** По данным Bond и сотр. [15].

*** По данным Kobayashi и сотр. [16].

инактивировать вирус гепатита В (табл. 26) и вирус, ассоциирующийся с лимфаденопатией [17] (табл. 27), а также способность этилового спирта вызывать инактивацию ротавирусов и астровирусов [33].

Изучая действие этилового спирта на *M. tuberculosis*, Smith отметил, что 95% этанол убивает туберкулезные бактерии в мокроте и в водных суспензиях в течение 15 с [36]. В 1964 г. Spaulding сообщил, что спирты являются гермицидами выбора вследствие их туберкулоцидной активности и что они должны быть стандартом, с которым следует срав-

Таблица 27. Инактивация дезинфектантами человеческого Т-лимфотропного вируса типа III/вируса, ассоциирующегося с лимфаденопатией*

Гермициды	Концентрация	Снижение ОТ (экспозиция)	Концентрация (10 ⁵ вирусных частиц HTLV-III/LAV <10 мин, 25 °С)
β-Пропиолактон	0,25% 0,025%	100% (1 ч) 0 (1 ч)	НД
Этиловый спирт	19%	99% (5 мин)	50%
Формалин	0,1%	40% (30 мин)	НД
Глутаральдегид	0,01% 0,0125%	95% (1 ч) 70% (5 мин)	НД НД
Перекись водорода	НД		0,3%
Изопропиловый спирт	НД		35%
Параформальдегид	НД		0,5%
Фенол	НД		0,5%
Едкий натр	30 ммоль/л	99% (5 мин)	
Гипохлорит натрия	0,2% 0,1%	99% (1 ч) 55% (5 мин)	0,1% (50 м. д.)

* Сокращения: ОТ — обратная транскриптаза; HTLV-III — человеческий Т-лимфотропный вирус типа 333; LAV — вирус, ассоциирующийся с лимфаденопатией; НД — нет данных.

нивать все другие туберкулоидные препараты. Например, этот автор сравнивал туберкулоцидную активность йодофора (450 м. д.), замещенного фенола (3%) и изопропанола (70% по объему) с использованием теста муциновой петли (10⁶ микробных клеток в одной петле) и установил, что экспозиция, требующаяся для полного уничтожения бактерий, равна соответственно 120—180 мин, 45—60 мин и 5 мин. Тест муциновой петли — это очень жесткая проба, разработанная с целью исследования бактерий, для дезактивации которых требуется длительное время. Поэтому эти цифры не должны экстраполироваться на время экспозиции, требующееся при воздействии гермицидов на медицинские (в том числе хирургические) материалы [26].

Концентрация этилового спирта 70% — наиболее эффективная для уничтожения тканевой стадии развития *Cryptococcus neoformans*, *Blastomyces dermatitidis*, *Coccidioides immitis* и *Histoplasma capsulatum*, а также культуральных стадий последних трех видов микроорганизмов, воздействующих в виде аэрозолей на различные поверхности. Культуральная стадия более устойчива (по сравнению с тканевой) к действию этилового спирта (для дезинфекции контаминированных поверх-

ностей в этих случаях требуется соответственно менее 20 мин и менее 1 мин) [37, 38].

Применение. Этиловый спирт — дезинфектант высокого уровня, используемый для обеззараживания некоторых видов «полукритического» и «некритического оборудования». В то же время спирты не рекомендуются применять для стерилизации медицинских и хирургических материалов главным образом потому, что они не могут убивать споры и не способны проникать в материалы с высоким содержанием белков. Описаны случаи летальных послеоперационных раневых инфекций (заражение ран *Clostridium*), связанных с предшествующей стерилизацией спиртами различных хирургических инструментов, контаминированных спорами бактерий [39]. Спирты успешно применяются для дезинфекции оральных и ректальных термометров [40, 41], а также фиброоптических эндоскопов [42, 43]. Салфетки, смоченные спиртом, используются для дезинфекции небольших поверхностей (например, резиновых пробок флаконов, содержащих различные дозы лекарств или вакцины). Кроме того, иногда спиртом дезинфицируют наружные поверхности предметов (стетоскопов, вентиляторов) или места приготовления лекарств. Неблагоприятное воздействие спиртов на оборудование, как известно, заключается в том, что они повреждают оправы линз оптических инструментов, вызывают (при продолжительных и повторных использованиях) набухание и потерю эластичности резиновых и некоторых пластиковых трубок, а также обесцвечивают резину и пластмассовые плитки [26]. Следует также отметить, что спирты быстро испаряются, и это делает невозможным продолжительный контакт предметов с дезинфектантом, если только эти предметы не погружены в спиртовые растворы.

Хлор и его соединения

Общая характеристика. Гипохлориты — наиболее широко применяемые дезинфектанты, содержащие хлор; они имеются в жидкой (например, гипохлорит натрия) или твердой (например, гипохлорит кальция) форме. Эти препараты обладают широким спектром противомикробной активности, отличаются быстрым действием и недороги. Их применение в больницах ограничено из-за их нестабильности, а также свойств вызывать коррозию и инактивироваться неорганическими веществами. При разложении растворов гипохлорита теряется активный хлор и, следовательно, снижается антимикробная активность. На процесс разложения соединений хлора влияют такие факторы, как температура, концентрация, свет и больше всего величина рН. Дезинфицирующая, т. е. микробоцидная, активность хлора в значительной мере обусловлена

действием недиссоциированной хлорноватистой кислоты (HOCl). Степень диссоциации хлорноватистой кислоты до менее активной микробоцидной формы (ион гипохлорита OCl⁻) зависит от величины рН. Дезинфицирующая активность хлора снижается по мере повышения рН, причем этот процесс идет параллельно переходу недиссоциированной хлорноватистой кислоты в ионы гипохлорита [44, 45]. В данном случае существует потенциальная опасность, заключающаяся в образовании канцерогенной субстанции—дихлорметилового эфира при контакте раствора гипохлорита с формальдегидом [46]. Образование смеси гипохлорита натрия с кислотой также способствует быстрому выделению токсического газа — хлора.

К числу других используемых в больницах соединений, способных выделять хлор, относятся двуокись хлора и хлорамин Т. Преимущество этих соединений перед гипохлоритами состоит в том, что они сохраняют хлор в течение более длительного времени и поэтому оказывают более продолжительное бактерицидное действие.

Механизм действия. Механизм уничтожения микроорганизмов свободным хлором неясен. К числу вероятных механизмов дезинфекции хлором относятся подавление некоторых важнейших ферментных реакций в клетке, денатурация белков и инактивация нуклеиновых кислот [45].

Микробоцидная активность. Свободный хлор в низких концентрациях оказывает в течение нескольких секунд разрушающее действие на *M. tuberculosis* (50 м.д., 50—60 °С) и на вегетативные формы бактерий (<1 м.д.), при концентрации 100 м.д. уничтожает патогенные грибы в течение менее 1 ч [45]. Klein, DeForest [47] сообщили, что хлор в концентрации **200 м.д. способен инактивировать 25 видов вирусов** при экспозиции 10 мин. В ходе экспериментов, проведенных с помощью метода разведений, предложенного Ассоциацией химиков-аналитиков (АОАС), было показано, что 100 м.д. свободного хлора уничтожают 10⁶—10⁷ клеток *S. aureus*, *Salmonella choleraesuis* и *P. aeruginosa* менее чем за 10 мин (Е. С. Cole, W. A. Rutala, неопубликованные данные).

Применение. Растворы неорганического хлора используют для обеззараживания баллончиков тонометров [48], а также для дезинфекции пола и потолков. Раствор 5,25% гипохлорита натрия в разведении 1:10 рекомендуется применять для обеззараживания разлитой крови и других биологических жидкостей в больничных палатах [18]. Дезинфекцию учебных манекенов, применяемых для практического освоения методов реанимации при сердечно-сосудистой недостаточности, рекомендуется проводить раствором хлора с концентрацией не менее 500 м.д. при экспозиции 10 мин. Растворы, содержащие 500 м.д. хлора в водопроводной воде (рН 9,5), остаются

стабильными в течение нескольких месяцев хранения при комнатной температуре (23°C) в закрытых пластмассовых контейнерах (E. C. Cole, W. A. Rutala, неопубликованные данные). Хлору уже давно отдается предпочтение перед другими дезинфектантами при обработке воды. В одной из последних публикаций [50] сообщается о том, что гиперхлорирование больничной системы водоснабжения, контаминированной легионеллами, привело к резкому снижению (от 30% до 1%) частоты выделения *L. pneumophila* из воды водопроводных кранов и к прекращению внутрибольничной вспышки болезни легионеров в одном из больничных подразделений. В настоящее время производится оценка пригодности хлорамина Т [51] и гипохлоритов [52] для дезинфекции оборудования, применяемого при гидротерапии.

Формальдегид

Общая характеристика. Формальдегид используют в качестве дезинфицирующего и стерилизующего средства как в жидком, так и в газообразном состоянии. В этом разделе рассмотрены преимущественно жидкие формы; данные о формальдегиде как о стерилизующем газе можно найти в других источниках [53]. Формальдегид продается и применяется преимущественно в виде водного раствора — формалина, содержащего 37% (по весу) формальдегида. Водный раствор формальдегида обладает выраженными бактерицидными, фунгицидными, туберкулоцидными и вирулицидными свойствами, а также уничтожает споры бактерий [46, 54—56]. Национальный институт профессиональной гигиены и техники безопасности (NIOSH) указывает, что при работе с формальдегидом к нему необходимо относиться как к потенциальному канцерогену; поэтому институт рекомендует придерживаться стандартного (предельно допустимого) уровня экспозиции для формальдегида — не более 8 ч при концентрации ≤ 3 м. д. [57]. По этой причине, а также по некоторым другим соображениям (см. табл. 24) для работающих прямой контакт с формальдегидом должен быть ограничен; данное обстоятельство лимитирует применение формальдегида в процессах стерилизации и дезинфекции.

Механизм действия. Формальдегид инактивирует микроорганизмы путем алкилирования amino- и сульфгидрильных групп протеинов и колец атомов азота в гетероцикле пуриновых оснований [1].

Микробицидная активность. Под воздействием различных концентраций водных растворов формальдегида разрушается большое число видов микроорганизмов. Klein, DeForest показали, что для быстрой (10 мин) инактивации вируса полио-

миелита требуется 8% раствор формалина; все остальные вирусы (см. табл. 25) инактивируются 2% раствором формалина; 4% формальдегид — туберкулоцидный агент, так как инактивирует 10^4 *M. tuberculosis* в течение 2 мин [56], а 2,5% формальдегид уничтожает около 10^7 клеток *Salmonella typhi* в течение 10 мин, несмотря на присутствие органических веществ [55]. Rubbo и сотр. [56], проводившие сравнительное изучение действия 4% водного раствора формальдегида и 2% глутаральдегида на споры *Bacillus anthracis*, показали, что спороцидное действие формальдегида медленнее, чем глутаральдегида. Чтобы достичь фактора инактивации 10^4 , для раствора формальдегида требуется время контакта 2 ч, а для глутаральдегида только 15 мин.

Применение. Хотя спиртовой раствор формальдегида является химическим стерилизатором, а формальдегид — дезинфектантом высокого уровня, его применение в больницах ограничено из-за раздражающего действия паров и резкого запаха даже при очень низких концентрациях (<1 м. д.). По этим, а также некоторым другим причинам (таким как наличие канцерогенных свойств) данный гермицид не включен в табл. 23. В связи с вышеуказанным время непосредственного контакта медицинских работников с этим агентом, как правило, строго ограничивается. Однако известны документированные случаи продолжительных контактов с формальдегидом у сотрудников отделений трансплантации почек [58] и студентов в больших патологоанатомических отделениях [59]. Формальдегид применяется в медицинских учреждениях в качестве стабилизирующего вещества в процессе приготовления вирусных вакцин (например, против полиомиелита или гриппа), как бальзамирующий агент, для консервирования анатомических препаратов, а в прошлом — для стерилизации хирургических инструментов, особенно в смеси с этиловым спиртом. Формальдегид также считают предпочтительным дезинфектантом для обеззараживания оборудования, связанного с системами гемодиализа [24]; в частности, он применяется для дезинфекции повторно используемых съемных гемодиализаторов. Чтобы свести к минимуму опасность для здоровья пациентов, подвергающихся диализу, оборудование для диализа должно тщательно промываться. Перед его использованием следует провести анализ на остаточный формальдегид.

Параформальдегид (твердый полимер формальдегида) при нагревании испаряется, превращаясь в газ. Применяют для газовой обработки гнотобиотических устройств (когда в процессе их эксплуатации возникает необходимость замены воздушных фильтров, находящихся в герметически закрытых частях резервуаров).

Перекись водорода

Общая характеристика. В литературе содержатся ограниченные данные о свойствах, гермицидной активности и возможностях использования стабилизированной перекиси водорода в условиях больниц. Недавно было опубликовано сообщение о высокой гермицидной активности (т. е. о выраженных бактерицидных, вирулицидных, спороцидных и фунгицидных свойствах) перекиси водорода [60]. Свойства перекиси водорода суммированы в табл. 24.

Механизм действия. В основе действия перекиси водорода лежит образование безгидроксильных радикалов, которые могут оказывать разрушающее действие на липиды мембраны, дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) и другие важные компоненты клетки. Каталаза, образуемая аэробными и факультативно-анаэробными микробами, обладающими цитохромными системами, может защищать клетки от образующейся в процессе метаболизма перекиси водорода путем разложения этой субстанции на воду и кислород. Преодоление этих защитных механизмов достигается путем повышения концентрации перекиси водорода, используемой в целях дезинфекции [60].

Микробицидная активность. Schaeffer и сотр. [61] продемонстрировали стабильность перекиси водорода в моче и бактерицидную активность против ряда возбудителей внутрибольничных инфекций. Эти авторы показали, что для уменьшения числа микробов, обладающих высокоактивной клеточной каталазой (*S. aureus*, *S. marcescens*, *Proteus mirabilis*), на 10^8 требуется экспозиция 0,6% перекиси водорода в течение 30—60 мин, в то время как для *E. coli*, *Streptococcus* sp. и *Pseudomonas* данный показатель составляет всего 15 мин. Wardle, Renninger [62] определяли степень уменьшения бактериальной популяции в космическом корабле под воздействием 3, 10 и 15% перекиси водорода. Было показано, что 10^6 клеток, образующих споры (т. е. *Bacillus* sp.), полностью погибали при воздействии 10% концентрации в течение 60 мин. В шести из семи проведенных опытов 3% перекись водорода убивала 10^6 спорообразующих клеток при экспозиции в течение 150 мин. Mentel, Schmidt [63] продемонстрировали противовирусное действие перекиси водорода против риновирусов. Экспозиция, необходимая для инактивации трех серотипов риновирусов 3% раствором перекиси водорода, равнялась 6—8 мин; это время увеличивалось по мере снижения концентрации препарата (1,5% — 18—20 мин; 0,75% — 50—60 мин).

Применение. Имеющаяся в продаже 3% перекись водорода — стабильный и эффективный дезинфектант при использо-

вании для обезвреживания неодоушевленных предметов. Ее применяют в концентрации 3—6% для дезинфекции гидрофильных мягких контактных линз [60] и вентиляторов [64]. Перекись водорода добавляют также в отводящие мочеприемники с целью не допустить, чтобы индивидуальными мочеприемниками окружающих предметов [65, 66]. Концентрация перекиси водорода 10—25%, по-видимому, является перспективным химическим стерилизатором, но пока не считается равной по своему действию основному химическому стерилизатору — глутаральдегиду.

Йодофоры

Общая характеристика. Растворы и настойки йода уже давно применяются медицинскими работниками для антисептической обработки кожи и некоторых тканей. Этот вопрос рассматривается в главе 4. В то же время йодофоры используют не только как антисептики, но и как дезинфектанты. Йодофор — это комбинация йода и растворяющего агента или носителя. Образующийся при этом комплекс представляет собой резервуар постоянно высвобождающегося йода (небольшое количество свободного йода выделяются в водный раствор). Наиболее известным и широко применяемым йодофором является йод-повидон — соединение, состоящее из поливинилпирролидона и йода. Этот и другие йодофоры сохраняют гермицидную активность йода, но в отличие от йода, как правило, бывают бесцветными; кроме того, они в значительной мере лишены токсических и раздражающих свойств [67].

В трех недавно опубликованных статьях [68—70] сообщается о действительной микробной контаминации йод-повидона и йод-полоксамера, в связи с чем были пересмотрены имеющиеся представления о химических свойствах и использовании йодофоров [71]. Не входя в детали семантических проблем, связанных с терминами «свободный» и «имеющийся» хлор, следует отметить, что бактерицидное действие йодофоров связано со «свободным» йодом (I_2) и что различные разведения йодофоров быстрее оказывают бактерицидное действие, чем концентрированный йод-повидон. Причина повышения бактерицидной активности йод-повидона по мере его разведения остается неясной, однако высказывается предположение, что разведение препарата приводит к ослаблению его связи с полимером-носителем, что в свою очередь сопровождается повышением содержания свободного йода в растворе [69].

Механизм действия. Йод может быстро проникать в клеточную стенку микробов. Согласно имеющимся представле-

ниям, летальный эффект йода обуславливается нарушением структуры и синтеза протеинов и нуклеиновых кислот.

Микробицидная активность. В литературе имеется лишь ограниченное число публикаций по антимикробной активности йодофоров *in vitro* [2, 35, 72, 73]. Согласно этим данным, йодофоры обладают бактерицидным и вирулицидным действием, однако для уничтожения туберкулезных палочек и спор бактерий требуются длительные периоды контакта. Berkelman и сотр. [73] показали, что три серии йод-повидона в разведениях 1:100 и 1:1000 быстрее (на протяжении от нескольких секунд до нескольких минут) инактивировали *S. aureus* и *Mycobacterium chelonii*, чем исходный (маточный) раствор. Klein, DeForest продемонстрировали вирулицидную активность 75—150 м. д. йода против семи видов вирусов (см. табл. 25). Другие исследователи [74, 75] поставили под сомнение эффективность действия йодофоров на вирус полиомиелита при наличии органических веществ и ротавируса SA-11 в дистиллированной или водопроводной воде. Фирмы-изготовители сообщают, что коммерческие йодофоры, применяемые в рекомендованных этими фирмами разведениях, не обладают спороцидным действием, но уничтожают туберкулезные палочки, грибы, вирусы и различные бактерии.

Применение. Наряду с использованием в качестве антисептиков йодофоры применяют для дезинфекции флаконов для гемокультуры, а также различных предметов медицинского назначения (баков для гидротерапии, термометров и эндоскопов). Йодофоры-антисептики не пригодны для дезинфекции твердых поверхностей.

Глутаральдегид

Общая характеристика. Глутаральдегид — насыщенный диальдегид, который вполне обоснованно получил широкое распространение в качестве дезинфектанта высокого уровня и химического стерилизатора. Водные растворы глутаральдегида имеют кислую реакцию и в этом состоянии не обладают спороцидными свойствами. Только в тех случаях, когда раствор «активируется», т. е. становится щелочным (рН 7,5—8,5) при добавлении подщелачивающих реагентов, он приобретает спороцидные свойства. «Активированные» растворы сохраняют активность в течение 14 дней вследствие полимеризации молекул глутаральдегида при щелочном уровне рН. Этот процесс полимеризации блокирует активные участки (альдегидные группы) молекул глутаральдегида, определяющих гермицидную активность препарата.

В течение последних нескольких лет были созданы новые фармацевтические формы глутаральдегида (например, глутаральдегид-фенат, активированный кислый глутаральдегид

и стабилизированный щелочной глутаральдегид), которые дали возможность решить проблему быстрой потери стабильности и одновременно сохранять высокую микробицидную активность [76—79]. В изданиях, публикуемых фирмами-изготовителями, отмечается, что нейтральные и щелочные глутаральдегиды обладают более выраженными микробицидными и антикоррозионными свойствами, чем препараты с кислой реакцией. В литературе имеется также несколько сообщений, подтверждающих это положение [80—82]. Растворы препаратов глутаральдегида широко применяют в больницах из-за их преимуществ, к числу которых относятся чрезвычайно высокая биоцидная активность, активность в присутствии органических веществ (20 % бычьей сыворотка), а также отсутствие коррозионного действия на эндоскопы, термометры и изделия из резины и пластмассы. Кроме того, указанные растворы не вызывают коагуляции материалов, содержащих белок.

Механизм действия. Микробицидная активность глутаральдегида и его ингибирующие свойства обусловлены алкилированием с меркапто-, гидроксо-, карбокси- и аминогруппами микробов, которое разрушает рибонуклеиновую кислоту (РНК), ДНК и подавляет синтез белков. Подробные сведения о механизме действия глутаральдегидов можно найти в публикации Scott, Gorman [83].

Микробицидная активность. Инактивация микроорганизмов глутаральдегидами *in vitro* достаточно изучена [83]. В работах ряда исследователей [84, 85] было показано, что 2 % водные растворы глутаральдегида, забуференные бикарбонатом натрия до pH 7,5—8,5, убивают вегетативные формы бактерий менее чем за 2 мин, туберкулезные палочки, грибы и вирусы — менее чем за 10 мин, а споры *Bacillus* и *Clostridium sp.* — за 3 ч. Collins, Montalbini [80] сообщили, что 2 % щелочной раствор глутаральдегида инактивирует 10^5 клеток *M. tuberculosis*, находящихся на поверхности флаконов с пенициллином, в течение 5 мин при 18 °С. Однако результаты последующих исследований, проведенных Rubbo и сотр. [56], а также Ascenzi (неопубликованные данные), вызывают сомнение относительно микобактерицидного действия глутаральдегидов. Rubbo и сотр. показали, что 2 % щелочной глутаральдегид оказывает медленное (>30 мин) действие на *M. tuberculosis*; в этом отношении он уступает спиртам, формальдегидам, йоду и фенолу. Существуют и другие данные сходного характера. Как сообщает Ascenzi (неопубликованные данные), одна из фирм, выпускающая глутаральдегид, испытывала совместно с лабораторией семь видов дезинфектантов, имеющих в своей основе глутаральдегид, с помощью туберкулоид-

ного теста, предложенного АОАС. При этом оказалось, что ни один из испытанных дезинфектантов не убивал полностью всю опытную популяцию (приблизительно 10^5 колониеобразующих единиц) *M. tuberculosis var. bovis* в течение 10—20 мин при 20°C. В этой же работе были найдены условия, обеспечивающие полную гибель туберкулезных бактерий при использовании 2 % глутаральдегида со сроком хранения 14 дней, 2 % глутаральдегида с 28-дневным сроком хранения и 2,4 % раствора, применяемого при машинной обработке объектов. В этих случаях продолжительность экспозиции при 20°C равна соответственно 70 мин, 2 и 4 ч, а при 25°—30, 30 и 60 мин.

Применение. Глутаральдегид чаще всего применяют в качестве дезинфектанта высокого уровня для обработки медицинского оборудования, например эндоскопов [42], трансдукторов, оборудования для анестезии и искусственного дыхания [86], а также систем регулирования гемодиализа и распределения диализата [87].

Фенолы

Общая характеристика. После основополагающих работ Дж. Листера в области хирургической антисептики фенол занял важное место среди гермицидов, применяемых в больницах с целью дезинфекции. Однако за последние 20 лет внимание исследователей было сконцентрировано главным образом на разработке производных фенола и их противомикробных свойствах. Производные фенола образуются, когда функциональная группа (например, алкильная, фенильная, бензильная или галогенная) замещает один из атомов водорода в ароматическом кольце. В состав дезинфектантов, применяемых в больницах, чаще всего входят два производных фенола, а именно ортофенилфенол и ортобензилпарахлорфенол. Антимикробные свойства этих соединений и многих других производных фенола значительно более выражены, чем исходного вещества. Фенолы поглощаются пористыми материалами, и остаточный дезинфектант может вызывать раздражение тканей. В 1970 г. Kahn [88] сообщил, что феноловые гермицидные детергенты, содержащие паратретичный бутилфенол и паратретичный амилфенол, вызывают депигментацию кожи.

Механизм действия. Фенол в высоких концентрациях действует как общий протоплазматический яд, разрушая стенку клетки, проникая внутрь и вызывая осаждение клеточных белков. Фенол в низких концентрациях и производных фенола с большей относительной плотностью могут вызывать гибель бактериальной клетки вследствие дезактива-

ции важнейших ферментных систем и утечки эссенциальных метаболитов из клеточной стенки [89].

Микробицидная активность. Имеется лишь ограниченное число публикаций об антимикробной активности широко применяемых феноловых детергентов [2, 90—93]. В этих сообщениях отмечено, что три феноловых детергента обладают бактерицидными и туберкулоцидными свойствами, а один феноловый препарат (содержащий 50 % крезола) оказывает лишь незначительное вирулицидное действие (или вообще никакого) на вирус Коксаки В4, вирус ЕСНО тип II и вирус полиомелита тип I. Сходным же образом Klein, DeForest обнаружили, что 12 % орто-фенилфенол не инактивирует ни один из трех гидрофильных вирусов после экспозиции в течение 10 мин, хотя 5 % фенол оказывает летальное действие на эти вирусы (см. табл. 25). Материалы фирм-изготовителей, применяющих стандартизованный метод АОАС, свидетельствуют о том, что коммерческие феноловые детергенты, используемые в рекомендованных разведениях, не действуют на споры бактерий, но обладают туберкулоцидными, фунгицидными, вирулицидными и бактерицидными свойствами. Эти данные, как правило, не проверены лабораториями Агентства по охране окружающей среды (EPA). Попытки подтвердить бактерицидное действие фенольных детергентов с помощью метода АОАС оказались безуспешными [25, 94]. В настоящее время отдел по изучению методов разведений при АОАС выясняет, с чем именно связаны эти неудачи — с низкой активностью дезинфектантов или с методологическими сложностями.

Применение. Рассматриваемый класс соединений применяют для деконтаминации больничного оборудования, в том числе лабораторных, а также «некритических» медицинских и хирургических предметов. Производные фенола не рекомендуются для обработки «полукритических» предметов ввиду недостаточности опубликованных данных об эффективности многих из соответствующих готовых форм, а также в связи с тем, что остаточные количества дезинфектанта на пористых материалах могут вызывать раздражение тканей (даже после тщательного ополаскивания).

Целесообразность использования фенолов в детских учреждениях вызывает обоснованные сомнения в связи с тем, что у некоторых детей, находившихся в учреждениях, где применялись фенольные детергенты, развивалась гипербилирубинемия [95]. Кроме того, Doan и сотр. [96] показали, что у детей, имевших экспозицию к фенолу в разведениях, рекомендованных фирмами-изготовителями, отмечали повышение уровня микробилирубина по сравнению с детьми, не имевшими такой экспозиции. Если производные фенола приме-

няют для обработки помещений детских учреждений, то их следует разводить в соответствии с рекомендациями, указанными на этикетках. Фенолы не рекомендуют для обработки ванн, в которых купают детей.

Четвертичные соединения аммония

Общая характеристика. Четвертичные соединения аммония широко применяются в качестве дезинфектантов, а до недавнего времени они использовались и как антисептики. Однако Центры по борьбе с болезнями [3] рекомендовали исключить эти растворы из числа антисептиков для обработки кожи и тканей из-за нескольких вспышек инфекций, возникших в результате контаминации данных препаратов в процессе работы [97—103]. Имеется также небольшое число сообщений о внутрибольничных инфекциях, вследствие того, что контаминированные четвертичные соединения аммония использовались для дезинфекции предметов ухода за больными, а также таких видов оборудования, как цистоскопы и сердечные катетеры [102, 104, 105]. Четвертичные соединения — это эффективные обеззараживающие средства, однако они инактивируются органическими материалами (например, пробками, ватой, марлевыми прокладками), и так же, как и в некоторых других гермицидах, в них могут развиваться грамотрицательные бактерии [106].

С точки зрения химической структуры четвертичные соединения — это первично замещенные соединения аммония, в которых атом азота является пятивалентным; при этом четыре из замещающих радикалов (R1-R4) представляют собой гетероциклические радикалы определенных размеров или определенной длины цепи, а пятый (X-) радикал является галидом, сульфатом или сходным радикалом (рис. 3) [107].

Каждое соединение имеет свой спектр антимикробного действия, поэтому ведутся поиски соединения с широким спектром антимикробных свойств. К числу четвертичных соединений аммония, наиболее часто применяемых в больницах, относятся алкилметилбензиламмония хлорид, алкилдицилдиметиламмония хлорид и диалкилдиметиламмония хлорид.



Рис. 3.

Механизм действия. Бактерицидное действие четвертичных соединений аммония обусловлено инактивацией продуцирующей энергию ферментов, денатурацией незаменимых протеинов и разрывом клеточной мембраны. Данные, подтверждающие эти, а также некоторые другие механизмы действия, приведены в работах Petgocci [108] и Sykes [107].

Микробицидная активность. Материалы, содержащиеся в инструкциях, распространяемых фирмами-изготовителями, а также в опубликованных научных сообщениях, указывают на то, что четвертичные соединения, выпускаемые в продажу в качестве больничных дезинфектантов, обладают фунгицидными, бактерицидными и вирулицидными свойствами против липофильных вирусов, они не оказывают спороцидного и, как правило, туберкулоцидного или вирулицидного действия против гидрофильных вирусов [35, 108, 109]. Попытки воспроизвести с помощью предложенного АОАС метода разведения опыты, проводимые фирмами-изготовителями с целью подтверждения бактерицидного действия некоторых четвертичных соединений аммония, оказались безуспешными [25, 29]. Отдел по изучению методов разведений при АОАС в настоящее время выясняет, с чем связана эта неудача — с низкой активностью дезинфектантов или с методологическими сложностями.

Применение. Четвертичные соединения аммония рекомендуются для повседневной обработки таких поверхностей, как пол, мебель и стены.

Различные инактивирующие агенты

Прочие гермициды

Имеется ряд соединений, которые обладают антимикробными свойствами, но по разным причинам не включены в наш «арсенал» больничных дезинфектантов. К их числу относятся: препараты ртути, эфир, ацетон, хлороформ, едкий натр, пара-уксусная кислота, β -пропиолактон, хлоргексидин глюконат, центримид-хлоргексидин, гликоли (триэтилен и пропилен) и Tego-дезинфектанты. Подробное описание этих агентов см. в справочниках [4, 23].

Ультрафиолетовое (УФ) облучение

Микроорганизмы инактивируются под действием ультрафиолетовых лучей с длиной волны 240—280 нм. Максимальная длина волны для бактерицидной активности 260 нм и современные ртутные лампы излучают около 95 % своей радиации близко к этому уровню (254,7 нм). Инактивация

микроорганизмов происходит в результате разрушения нуклеиновой кислоты вследствие индукции димеров тимина. Ультрафиолетовое облучение может применяться в различных целях, однако на его гермицидную активность влияют следующие факторы: присутствие органических веществ, длина волны, вид обрабатываемой суспензии, температура, тип микроорганизмов, а также интенсивность УФ-облучения, которая зависит от расстояния и степени чистоты бактерицидных ламп [22, 110]. В больничных помещениях (т. е. в операционных, боксах и процедурных кабинетах с жестким режимом противинфекционной защиты) применение УФ-радиации ограничивается такими целями, как уничтожение воздушной флоры или инактивация микробов, находящихся на поверхности разных предметов. В пяти университетских медицинских центрах проводилось рандомизированное изучение (двойным слепым методом) влияния ультрафиолетового облучения помещений операционных блоков на развитие и течение послеоперационных раневых инфекций. В течение двух лет было обследовано 14 854 больных. Оказалось, что УФ-облучение не влияло на частоту возникновения раневых инфекций, хотя отмечалось значительное (от 3,8 до 2,9 %) снижение частоты послеоперационных раневых инфекций, связанных с хирургическими вмешательствами, требующими «особой чистоты» [111]. Мы не располагаем данными, которые свидетельствовали бы о целесообразности использования УФ-ламп в изолированных помещениях. В литературе имеется сообщение о вызванной УФ-лучами эпидемии кожной эритемы и кератоконъюнктивита среди больных и посетителей больницы [112].

Пастеризация

Пастеризация — это не процесс стерилизации; цель пастеризации — уничтожить все патогенные микроорганизмы, не разрушая споры бактерий. Режим процесса пастеризации (т. е. температура и время), проводимой горячей водой, обычно 77°C в течение 30 мин. Пастеризация аппаратуры для искусственного дыхания [113] или анестезии [114] является общепризнанной альтернативой химической дезинфекции. Эффективность процесса пастеризации проверяли, используя такой микробный инокулят, который, по мнению авторов [Gurevich et al., 115], может вызвать активную контаминацию внешнего окружения, если он будет выделен инфицированным больным. Помещая большую дозу (10^7) инокулята микробных тел *P. aeruginosa* или *Acinetobacter calcoaceticus* в респираторные трубки перед их обработкой, авторы показали, что процесс машинной (автоматизированной) обработки химическими дезинфектантами является бо-

лее эффективным методом, чем автоматизированная пастеризация. Относительные показатели частоты случаев неэффективной дезинфекции в этих случаях были соответственно 6 и 83 % [115].

Оценка и нейтрализация гермицидов

Обсуждение гермицидной активности любых препаратов будет неполным, если ему не предпослать ряд замечаний, касающихся оценки эффективности гермицидов, гарантирующей соответствие этой эффективности рекламным проспектом фирм-изготовителей. В США дезинфектанты обязательно регистрируются, а их продажа во всех штатах регулируется агентством ЕРА. На протяжении почти 30 лет это агентство самостоятельно проверяло качество предлагаемых разными фирмами дезинфектантов до и после их официальной регистрации. Однако в 1982 г. эта работа прекратилась, видимо, по причинам финансового характера. Поэтому от фирм, регистрирующих в настоящее время новый дезинфектант или химический стерилизатор, не требуется, чтобы достоверность данных, приводимых в их рекламных проспектах, была проверена агентством ЕРА или не зависимыми от фирм контрольными лабораториями [116]. Следует подчеркнуть, что эта неблагоприятная ситуация наблюдается в такое время, когда непрерывно возрастает частота выявления контаминированных гермицидов и связанных с ними случаев вторичных инфекций [106]. Использование тестов АОАС также не обеспечивает выхода из создавшегося положения, так как эти тесты являются слишком сложными и дорогостоящими, вследствие чего медицинские учреждения штатов (в том числе больницы) не в состоянии их оплатить. Исходя из этих обстоятельств, медицинские работники должны требовать от фирм-изготовителей и их представителей в конгрессе США, чтобы была восстановлена программа проверки материалов фирм-изготовителей агентством ЕРА или другими независимыми лабораториями. В соответствии с этой программой рекламные материалы фирм-изготовителей об эффективности предлагаемых препаратов в отношении тех или иных конкретных микроорганизмов должны быть заранее проверены и утверждены: по химическим стерилизаторам — перед регистрацией, а по дезинфектантам — до и после регистрации. В этом случае будет гарантировано, что дезинфектанты и химические стерилизаторы, удовлетворяющие требованиям проверочных тестов, будут обладать необходимым уровнем антимикробной активности при их использовании по назначению. Однако вплоть до того времени, пока эта и другие контрольные меры не будут внедрены, можно с уве-

ренностью сказать, что в литературе будут по-прежнему появляться сообщения о выявлении контаминированных дезинфектантов и о случаях внутрибольничных инфекций, связанных с применением таких препаратов [106].

Одна из проблем, связанных с оценкой бактерицидной активности дезинфектантов, заключается в предупреждении бактериостаза, обусловленного попаданием остаточных количеств дезинфектантов в питательные среды, применяемые для культивирования бактерий. Сходным же образом наличие небольших количеств дезинфектантов на поверхности окружающих предметов может осложнять точную оценку количества бактериальных клеток в процессе выборочного микробиологического контроля предметов больничной обстановки, проводимого как часть программы эпидемиологических исследований. К числу способов, предлагаемых для решения этой проблемы, относится применение нейтрализаторов, инактивирующих остаточные количества дезинфектантов [117, 118]. В настоящее время широко применяются два препарата, нейтрализующие химические дезинфектанты: *Letheen Media* и *D/A Neutralizing Media*. Первый из них содержит лецитин, нейтрализующий четвертичные соединения, и полисорбат 80 (*Tween 80*), нейтрализующий фенолы, гексахлорфенол и формалин; комплекс полисорбата и лецитина нейтрализует этиловый спирт. Второй из указанных препаратов обладает способностью нейтрализовать широкий спектр антисептических и дезинфицирующих химических веществ, в том числе четвертичные соединения аммония, фенолы, соединения йода и хлора, а также препараты ртути, формальдегид и глутаральдегид [119].

СТЕРИЛИЗАЦИЯ

В процессе стерилизации удаляются или уничтожаются все микроорганизмы, находящиеся на поверхности предметов или в жидкой среде. Стерилизации подлежат все предметы, вводимые в ткани, кровеносные сосуды или в такие пробы (экстракорпоральный циркуляционный насос, гемодиализаторы и т. п.), через которые должны проходить кровь или различные стерильные жидкости. Опубликован ряд обзоров [23, 120—125] по вопросам стерилизации паром и окисью этилена; ссылки на эти публикации приведены в тексте данного раздела.

Стерилизация паром

Из всех имеющихся методов стерилизации наиболее надежным и широко применяемым является метод, основанный на действии влажного тепла в виде насыщенного пара под

давлением. Стерилизация паром не оказывает токсического действия и не требует больших затрат, при этой процедуре уничтожаются споры, и стерилизующий агент (насыщенный пар) быстро проникает в обрабатываемые материалы и нагревает их. В связи с этим следует, по возможности, проводить стерилизацию паром всех предметов, устойчивых к нагреванию и влаге (инструментов для лечения дыхательных путей, оборудования для анестезии и т. п.), даже тех, которые не играют особой роли в передаче инфекции. Влажное тепло разрушает микроорганизмы, вызывая необратимую коагуляцию и денатурацию ферментов и структурных белков. Было установлено, что наличие влаги оказывает существенное влияние на температуру коагуляции белков и на температуру, при которой разрушаются микроорганизмы.

Основной принцип стерилизации паром в автоклаве заключается в том, что каждый обрабатываемый предмет подвергается прямому действию пара при соответствующих показателях температуры и давления в течение определенного времени. Существуют четыре параметра стерилизации паром — пар, давление, температура и время. Идеальным для стерилизации является 100 % насыщенный пар (но не насыщенная вода в виде тончайшего тумана). Давление — средство получения высокой температуры, требующейся для быстрого уничтожения микроорганизмов. Для обеспечения микробоцидной активности должна быть достигнута определенная температура. При стерилизации паром устанавливаются один из двух общепринятых показателей температуры: 121 или 132 °C и поддерживают его в течение определенного минимального периода. Эффективность процесса стерилизации паром контролируют с помощью спор *Bacillus stearothermophilus*. Обычные периоды экспозиции при стерилизации упакованных предметов больничного обихода — 30 мин при 121 °C (в автоклаве, работающем на принципе вытеснения воздуха паром под действием силы тяжести) и 4 мин при 132 °C (при использовании автоклава, в котором предварительно создается вакуум). При постоянных температурах время стерилизации варьирует в зависимости от размера и формы стерилизуемого предмета и от типа стерилизатора. Двумя основными типами автоклавов, предназначенных для стерилизации паром, являются: 1) автоклав, в котором производится вытеснение воздуха паром под воздействием силы тяжести последнего и 2) автоклав ускоренной стерилизации, в котором предварительно создается вакуум. В первом из указанных устройств пар поступает в стерилизационную камеру сверху, а поскольку пар легче воздуха, он вытесняет воздух из нижней части камеры через отводной клапан. Автоклавы такого типа в основном применяют для обработки

лабораторных сред, воды, лекарственных средств, заразных отходов и беспористых предметов, поверхность которых имеет прямой контакт с паром. В автоклавах этого типа время проникновения пара в обрабатываемые предметы увеличивается из-за того, что воздух не полностью удален из камеры. Например, для деконтаминации зараженных микробами отходов (4,5 кг) требуется минимальная экспозиция 45 мин при 121 °С, поскольку воздух, оставшийся в упаковке с отходами, значительно замедляет проникновение в нее пара и снижает эффективность нагревания [126, 127]. Стерилизующие автоклавы второго типа сходны с описанными приборами первого типа, за исключением того, что они оборудованы вакуум-насосами, обеспечивающими удаление воздуха из стерилизационной камеры и загруженных предметов перед введением пара. Преимущество, связанное с таким устройством, заключается в том, что пар почти немедленно проникает в упаковки с загруженными предметами (даже имеющими пористую поверхность). Для оценки полноты удаления воздуха в первой стадии цикла работы всех автоклавов вакуумного типа ежедневно проводится тест Bowie-Dick, т. е. обработка хирургических полотенец из 100 % хлопчатобумажной ткани (суровое полотно). Для этой же цели в последнее время предложены новые тест-упаковки одноразового пользования, заменяющие кипы сложенных полотенец [128].

Стерилизация окисью этилена

Окись этилена применяют почти исключительно в США для стерилизации предметов медицинского назначения, которые невозможно стерилизовать паром. Окись этилена — бесцветный воспламеняющийся и взрывоопасный газ; однако смешивание ОЭТ (10—12 %) с углекислым газом или с фторзамещенными углеводородами уменьшает опасность. На эффективность стерилизации окисью этилена влияют четыре важных элемента: концентрация газа, температура, влажность и длительность экспозиции. Пределы рабочих значений каждого из этих четырех параметров равны соответственно 450—1200 мг/л, 29—65 °С, 45—85 % и 2—5 ч. Повышение концентрации газа и температуры может в известных пределах сократить время, требующееся для стерилизации. Окись этилена инактивирует все микроорганизмы. Однако споры бактерий (особенно *B. subtilis*) более устойчивы к данному препарату, чем другие формы микробов, и по этой причине рекомендуется использовать *B. subtilis* в качестве биологического индикатора. В основе микробоцидного действия окиси этилена, по-видимому, лежит процесс алкилиро-

вания белков, ДНК и РНК. Алкилирование, т. е. замена атома водорода алкильной группой, препятствует нормальному клеточному метаболизму и репликации.

Основными недостатками, присущими стерилизации окисью этилена, являются длительность цикла обработки, высокая стоимость препарата и его потенциальная опасность для больных и персонала. Преимущества состоят в том, что с помощью этого агента можно стерилизовать медицинское оборудование, чувствительное к нагреванию и влаге, без какого-либо повреждающего эффекта. Основной цикл стерилизации окисью этилена включает пять стадий: подготовку к обработке и увлажнение, непосредственное введение газа, экспозицию, удаление газа и аэрацию. Этот цикл продолжается около 2,5 ч, включая время аэрации. Механическая аэрация в течение 8—12 ч при 50—60°C обеспечивает десорбцию токсичных остатков окиси этилена, содержащихся в обрабатываемых материалах, обладающих абсорбирующими свойствами. Полное проветривание помещений при 20°C также приводит к десорбции токсичной окиси этилена, однако для этого требуется 7 дней. Непосредственная стоимость одного цикла стерилизации окисью этилена приблизительно в 4,5 раза превышает стоимость стерилизации паром (соответственно 35 и 8 долл. США) при использовании одного и того же стерилизатора (0,85 м³).

В последние годы все большую тревогу вызывает токсическое действие окиси этилена на работников, занимающихся дезинфекцией. В 1984 г. Управление по гигиене и технике безопасности (OSHA) снизило допустимый предел экспозиции (PEL) этому газу до средневзвешенного по времени показателя (TWA), равного 1 м. д.; таким образом прежний стандарт, принятый в 1971 г., был уменьшен в 50 раз. Основанием для такого изменения послужило поступившее в адрес OSHA заявление заместителя министра труда о том, что экспозиция к окиси этилена создает для работающих ряд опасностей канцерогенного, мутагенного, генотоксического, репродуктивного, неврологического и сенсibilизационного характера. Согласно принятому решению, администрация больницы должна проводить определение экспозиции работающих к окиси этилена путем исследования проб воздуха, взятых в зоне вдыхания, которые соответствуют 8-часовому показателю TWA для каждого работника. Если результат исследования будет составлять <0,5 м. д., то контроль можно прекратить ввиду безопасности работы. Если выявленный показатель TWA будет превышать 1 м. д., то администрация должна определить зону контроля, а затем изменить режим работы и предпринять меры по обеспечению техники безопасности (такие как модификация вентиляции, изоляция

процесса и/или полноценный ремонт оборудования). Если эти действия окажутся недостаточными для снижения экспозиции работающих до 1 м. д., то администрация должна, в дополнение ко всем вышеуказанным действиям, обеспечить их средствами индивидуальной респираторной защиты. В отношении работников, имеющих экспозицию к окиси этилена, равную или превышающую 0,5 м. д. на протяжении по меньшей мере 30 дней в течение одного года, должна осуществляться программа медицинского контроля и наблюдения [129].

Другие методы стерилизации

Стерилизация сухим жаром

Этот метод применяют только для стерилизации материалов, которые могут быть повреждены под действием влажного тепла, таких как порошки, вазелин и его продукты, острые инструменты и т. п. Преимущества данного метода заключаются в том, что сухой жар проникает в разные предметы и не вызывает коррозии металлов и острых инструментов; однако медленная скорость проникания и уничтожения микроорганизмов делает этот процесс достаточно длительным. Обычными параметрами температуры и времени при использовании этого типа стерилизаторов, обеспечивающих ток горячего воздуха, являются следующие: 170 °С при экспозиции 60 мин, 160 °С при экспозиции 120 мин и 150 °С при экспозиции 150 мин. Для контроля эффективности процесса стерилизации сухим жаром следует применять споры *B. subtilis*, так как они значительно более устойчивы к сухому жару, чем споры *B. stearothermophilus*. Основным механизмом стерилизующего действия в данном случае, по-видимому, является окисление составных частей клетки.

Ионизирующая радиация

Стерилизация путем ионизирующего облучения, главным образом гамма-лучами кобальта-60 и ускорителями электронов, — это метод низкотемпературной стерилизации, применяемый для обработки большого числа субстанций медицинского назначения (например, трансплантатов, лекарств, фармацевтических препаратов). Вследствие высокой стоимости данный метод не может считаться в условиях больницы удачной альтернативой стерилизации окисью этилена, но обладает таким преимуществом, как возможность одновременной обработки большого объема различных субстанций и предметов. Более подробно об ионизирующей радиации см. обзоры [23, 130, 131].

Жидкие химикаты

В агентстве ЕРА зарегистрирован ряд наименований жидких химикатов, обеспечивающих стерильность медицинских и хирургических материалов после экспозиции от 6 до 10 ч (см. табл. 23). Стерилизация жидкими химикатами рекомендуется только для тех материалов, которые не могут быть стерилизованы сухим жаром или окисью этилена.

Фильтрация

Этот технологический процесс используют для удаления бактерий из тех чувствительных к нагреванию фармацевтических жидкостей, которые нельзя очистить никакими другими методами. Для того чтобы удалить бактерии, стандартные размеры пор на мембранных фильтрах (например, 0,22 мкм) должны быть меньше величины бактериальных клеток [132]. Некоторые исследователи [133] высказывают сомнения в том, что удаление бактерий путем фильтрования является надежным методом стерилизации, поскольку небольшие количества бактерий и вирусов могут проходить через фильтры, а перенос стерилизованных фильтратов в сборные контейнеры, проводимый в асептических условиях, связан с риском их контаминации.

Микроволны

В последнее время опубликован ряд сообщений об эффективном микробицидном действии микроволн. Показано [134, 135], что микроволны, продуцируемые микроволновым камерным излучателем типа бытовой микроволновой печи (2,45 GHz), полностью инактивируют культуры бактерий, вирусы и споры *B. stearothermophilus* при экспозиции от 60 с до 5 мин в зависимости от вида микроорганизмов [134, 135]. Вопросы применения микроволн в условиях больниц требуют дальнейшего изучения.

Практические аспекты стерилизации

Основная часть работы по очистке, дезинфекции и стерилизации предметов ухода за больными должна проводиться централизованно в специальном подразделении больницы, созданном для этих целей. Это даст возможность более полно контролировать качество проводимой работы. В некоторых больницах тот же уровень эффективности и безопасности при подготовке оборудования может быть достигнут в других отделениях, например операционных, анестезии и респираторной терапии.

Производственные помещения

Центральное подразделение по обработке материалов должно быть разделено по меньшей мере на три отсека: 1) деконтаминации (чистки); 2) упаковки и 3) стерилизации и хранения. В качестве минимального требования отсек деконтаминации (чистки) должен находиться в отдельном помещении с тем, чтобы предупредить распространение загрязнения при чистке обрабатываемых предметов; однако оптимальной можно считать такую ситуацию, когда все три отсека изолированы друг от друга. В отсеке деконтаминации проводятся сортировка и чистка полученных предметов повторного использования (а также, возможно, имущества одноразового применения, используемого повторно). Отсек упаковки предназначен для сборки и упаковки чистых, но не стерильных материалов. Доступ в отсек хранения должен быть ограничен; здесь поддерживаются контролируемые показатели температуры (65—72 °С) и относительной влажности (35—50 %). Размещение отсеков больничного стерилизационного подразделения схематически представлено в известной работе [120].

Чистка

Как уже неоднократно упоминалось, все предметы, подлежащие стерилизации, следует предварительно вымыть водой с моющими средствами или без таковых. Проведение предварительного очищения непосредственно в местах нахождения больных, в принципе не рекомендуемое ЦББ [3], может оказаться необходимым в тех случаях, когда предметы сильно загрязнены фекалиями, мокротой, кровью и т. п. Предметы, направляемые в центральное стерилизационное подразделение без предварительного удаления обильных загрязнений, как правило, в дальнейшем бывает трудно очистить от высохших секретов и экскретов.

Существует несколько видов механических устройств, облегчающих чистку и деконтаминацию большинства предметов. К их числу относятся машина для мытья и чистки емкостей, ультразвуковое очищающее устройство, машина для промывания и стерилизации предметов, механическая мойка посуды и т. п. Хрупкие и сложные предметы, а также все предметы, чувствительные к нагреванию и влаге, следует чистить ручным способом. Все вещи, загрязненные (или предположительно загрязненные) инфицированным материалом, обычно перед направлением в центральное стерилизационное подразделение складывают в плотные мешки [3]. Такая процедура предназначена для предупреждения случайной экспозиции персонала и загрязнения внешнего окру-

жения. Со всеми предметами, направляемыми в центральное стерилизационное подразделение, следует обращаться как с загрязненными. Поэтому персонал, работающий с ними, должен надевать перчатки, а все вышеуказанные предметы должны подвергаться деконтаминации (не обязательно стерилизации) с помощью одного из упомянутых методов.

Упаковка, загрузка и хранение

После того как вещи вымыты, высушены и осмотрены, те из них, которые подлежат стерилизации, должны быть завернуты или упакованы. Упаковочный материал должен быть проницаемым для стерилизующего агента и наряду с этим обеспечивать сохранение стерильности обработанного предмета после окончания процесса стерилизации. К числу обычных упаковочных материалов относятся марля (56—115 сечений нитей в 1 см), крафт-бумага, нетканые оберточные материалы, а также бумажные и полиэтиленовые эластичные пакеты.

Все подлежащие стерилизации предметы должны быть помещены в стерилизатор так, чтобы их поверхности непосредственно подвергались действию стерилизующего агента. Максимальные показатели длины, веса и плотности стерилизуемых упаковок должны равняться соответственно $305 \times 305 \times 508$ мм, 5,4 кг и $0,115 \text{ г/см}^3$.

Сроки хранения стерильных упаковок варьируют в зависимости от пористости упаковочного материала и условий хранения (например, открытые или закрытые ящики). Некоторые специалисты считают, что практика установления и соблюдения сроков хранения может вообще быть оставлена, если в больницах будут применяться упаковочные материалы, обеспечивающие сохранение стерильности обработанных материалов вплоть до момента их использования. В настоящее время Объединенная комиссия по аккредитации больниц пересматривает свое отношение к вопросу о необходимости учета сроков хранения [136]. Однако пока не принято новое решение, больницы должны придерживаться допустимых сроков хранения. Имеются данные о том, что термоизолированные пластиковые гладкие мешки и упаковочные пакеты, помещенные в наружные полиэтиленовые пакеты толщиной 0,008 мм, остаются стерильными в течение 9 мес после процесса стерилизации. Полиэтилен толщиной 0,008 мм как упаковочный материал используется после стерилизации для удлинения срока хранения редко употребляемых предметов [137]. Предметы, завернутые в марлю двойной толщины (не менее четырех слоев) или в другую эквивалентную упаковку, остаются стерильными по крайней мере в течение 30 дней. Ни один стерилизованный материал не

должен применяться после истечения срока хранения, а также в случаях нарушения целостности упаковки в результате падения, намокания, разрыва или прокола.

Контроль процесса стерилизации

Процесс стерилизации должен подвергаться повседневному контролю и регулированию на основе комплекса механических, химических и биологических параметров. Эти параметры процесса дают возможность оценить условия стерилизации и микробиологический статус обработанных предметов. Контроль механических параметров процесса стерилизации паром включает ежедневную проверку выдерживания времени экспозиции и температуры (по карте температурного режима), а также оценку давления пара (по показаниям манометра). Что касается стерилизации окисью этилена, то в этом случае, к сожалению, невозможно контролировать два таких важных элемента, как концентрацию газа и влажность.

Химические индикаторы прикрепляются к наружной поверхности каждой упаковки, чтобы убедиться, что она подверглась циклу стерилизации; однако они не гарантируют, что достигнута полная стерилизация упакованных предметов. Весьма желательно, чтобы химические индикаторы вкладывались также внутрь каждой упаковки; это дает возможность убедиться в проникании в нее пара. Химические индикаторы обычно представляют собой отпечатки, сделанные на бумаге чернилами, чувствительными к нагреванию или к химическим веществам. При достижении одного или нескольких параметров, указывающих на гермицидное действие, цвет отпечатков меняется.

Только биологические показатели дают возможность непосредственно оценить полноту стерилизации. Споры *B. subtilis* (10^6) используют для контроля процесса стерилизации окисью этилена и сухим жаром, а споры *B. stearothermophilus* (10^5) — для контроля стерилизации паром. *B. stearothermophilus* инкубируют при 55°C , а *B. subtilis* — при $35\text{--}37^\circ\text{C}$. Стерилизаторы, работающие на основе пара или окиси этилена, следует контролировать с помощью коммерческих препаратов спор не реже одного раза в неделю, но должна проверяться каждая упаковка, содержащая имплантаты. По возможности не следует применять имплантируемые предметы до тех пор, пока не будут получены отрицательные результаты тестов на спорообразование. «Скоростная» стерилизация паром (т. е. стерилизация неупакованных предметов при 132°C в течение 3 мин в автоклаве, работающем на принципе вытеснения воздуха паром) не рекомендуется для имплантируемых предметов, так как тесты на спорообразо-

вание недостаточно надежны, а сам процесс «скоростной» стерилизации находится на границе надежности.

Согласно рекомендациям Ассоциации по разработке медицинского инструментария (ААМІ) и Ассоциации операционных сестер (AORN) при наличии положительной биологической пробы все материалы, находящиеся в стерилизаторе, должны считаться нестерильными. Их следует изъять из стерилизатора и подвергнуть вторичной обработке, пока биологический индикатор не будет отрицательным [138]. Сходным же образом, по мнению AORN, все обрабатываемые предметы сомнительной стерильности должны считаться нестерильными. Их необходимо изъять из стерилизатора, по возможности промыть и переупаковать, а затем подвергнуть повторной стерилизации в другом стерилизаторе [122]. При положительном результате теста необходимо провести окраску по Граму, и, если при микроскопическом исследовании обнаружены грамположительные палочки (характерные для *Bacillus*), то все обрабатываемые предметы, входящие в соответствующую серию, должны быть признаны нестерильными и подвергнуты повторной обработке. Это — единственная тактика, обеспечивающая безопасность (кроме тех случаев, когда биологический индикатор явно оказывается дефектным [139] или когда выясняется, что питательная среда контаминирована бактериями вида *Bacillus* [140]).

Для того чтобы получать легко интерпретируемые результаты процесса стерилизации, следует использовать стандартную упаковку с биологическим индикатором. К сожалению, в настоящее время нет таких стандартных упаковок с биологическим индикатором, которые могли бы быть использованы при стерилизации паром или окисью этилена. Рекомендуемая AORN для обоих существующих в настоящее время типов паровых стерилизаторов упаковка с биологическим индикатором содержит три хирургических халата из миткаля, 12 полотенец, 30 губок из марли (10×10 см), пять губок для лапаротомии (25×25 см) и одно покрывало из миткаля. Биологические и химические индикаторы помещают в центре пакета, но разделяют одним полотенцем. Пакет необходимо расположить так, чтобы его центр находился как можно ближе к «холодной точке»; это означает, что он должен лежать на нижней полке парового стерилизатора в участке, расположенном несколько выше выпускного отверстия воздухоотводящей трубки [122]. Упаковка с биологическим индикатором, рекомендованная ААМІ для стерилизаторов, работающих на окиси этилена, обычно зависит от объема стерилизатора; она, как правило, включает полотенца, халаты, простыни, пробирки с латексом, пластмассовые шприцы (с помещенными внутри них биологическими и химическими

индикаторами) и наружный тканый или нетканый упаковочный материал. Если в загружаемую серию предметов помещают только одну подобную упаковку, то она должна находиться в геометрическом центре этой серии [121].

УДАЛЕНИЕ ОТХОДОВ

Введение

Медицинские учреждения, в процессе работы которых образуются инфицированные, химические или радиологические отходы, несут моральную и юридическую ответственность за удаление этих отходов таким образом, чтобы они наносили возможно минимальный вред внешней среде и здоровью людей. Для правильной организации удаления этих отходов требуется динамичный план, согласующийся с официальными положениями, действующими на уровне страны, штатов и местных административных территорий, а также обеспечение его выполнения соответствующими кадровыми и финансовыми ресурсами. В настоящем разделе, посвященном удалению твердых отходов, приведены данные общего характера относительно обеззараживания инфицированных отходов и изложены основные принципы (хотя и в виде ссылок на существующие правила) удаления химических и радиоактивных отходов.

Инфицированные отходы

Необходимость во всеобъемлющих программах по обезвреживанию инфицированных отходов, накапливающихся в больницах, обусловлена не только наличием соответствующих правил, но и серьезной озабоченностью населения, считающего больницы источниками загрязнения окружающей среды. Согласно разделу С Закона об охране и восстановлении природных ресурсов (RCRA), принятого в США в 1976 г., опасные отходы — это твердые отходы или сочетание твердых отходов, которые ввиду их природы, концентрации или физических, химических или инфицирующих свойств могут: а) быть причиной (или в значительной мере способствовать) повышения показателей смертности или увеличения частоты серьезных и необратимых заболеваний, а также болезней, приводящих к состоянию инвалидности; б) в случае неправильной обработки, хранения, транспортировки, удаления и т. п. создавать в настоящее время или в будущем потенциальные опасности для здоровья человека или состояния окружающей среды [141]. Агентство ЕРА создало в помощь больницам и органам здравоохранения США

проект соответствующего руководства, благодаря которому указанные учреждения могут разрабатывать собственные программы и/или правила обращения с инфицированными отходами. Подавляющее большинство положений проекта имеет большое практическое значение, однако, как будет показано ниже, некоторые рекомендации весьма противоречивы [142]. В настоящем разделе мы рассмотрим проблемы и принципиальные положения, касающиеся обращения с различными отходами. Более подробные сведения о сборе, хранении, обработке, транспортировке и удалении инфицированных отходов больниц можно найти в другом источнике [143].

Одним из важнейших этапов в программе обезвреживания отходов является выяснение количества образующихся твердых отходов (материалов или предметов, а также биологических и небактериологических субстанций, не предназначенных для дальнейшего использования). В целом можно считать, что в больницах скорой помощи (не для хронических больных) образуется 5,8 кг твердых отходов на одного больного в день. На основании имеющихся в настоящее время данных можно предположить, что первые пять типов инфицированных отходов, перечисленных в табл. 28, составляют 5—7 % от общего количества больничных отходов [143, 144]. Таким образом, в больнице на 100 коек образуется приблизительно 590 кг твердых отходов и от 29 до 41 кг инфицированных отходов в день. Химические и радиологические отходы образуются в значительно меньших количествах (менее 5 %), чем инфицированные отходы.

Определение инфицированных отходов как способных вызвать инфекционное заболевание требует рассмотрения факторов, необходимых для возникновения болезни (доза, устойчивость хозяина, входные ворота, наличие патогенного возбудителя и его вирулентность). К сожалению, инфицированные отходы отличаются от других опасных отходов тем, что не существует тестов, с помощью которых их можно было бы объективно идентифицировать. Описан лишь один случай внутрибольничной передачи инфекции через инфицированные отходы [145]. В ходе исследований, посвященных количественной оценке микробного загрязнения больничных отходов (образующихся в операционных блоках, на сестринских постах, в отделениях интенсивной терапии и т. п.), было обнаружено, что микробная обсемененность этих отходов не выше, чем бытовых [146]. У ЦББ и ЕРА нет единого мнения в отношении характера всех типов больничных отходов. Оба агентства считают, что четыре или, возможно, пять типов отходов являются инфицированными (это — отходы микробиологических лабораторий, кровь, отходы патологоанатомических отделений, острые предметы и отходы

Т а б л и ц а 28. Типы твердых отходов, считающиеся инфицированными, и рекомендуемые методы их удаления — ЦББ и ЕРА*

Источник/Тип твердых отходов	ЦББ		ЕРА	
	инфицированные отходы	методы удаления	инфицированные отходы	методы удаления
Микробиологическое отделение	+	СП, С	+	СП
Кровь и продукты крови	+	СП, С, К (кровь)	+	СП, С
Изоляционные боксы (инфекционные болезни)	+ / — (?)	БП	+	СП, С
Патологоанатомическое отделение (включая секционный материал)	+	С	+	С, СПСИ, КПБ
Острые предметы (например, иглы)	+	СП, С	+	СП
Контаминированные отходы лабораторий	—		+	СП, С
Инфицированные отходы хирургических отделений	—		+	СП, С
Отделение гемодиализа	—		+	СП, С
Прочие отходы (удаляемые биологические субстанции, туши животных и подстилка, контаминированное оборудование и корм)	—		+	ВМ

* Согласно требованию Объединенной комиссии по аккредитации больниц, должна существовать система безопасной обработки вредных отходов, работа которой должна осуществляться в соответствии с общегосударственными положениями, а также с правилами штатов и местных органов здравоохранения.

СП — стерилизация паром; С — сжигание; ПБ — в соответствии с больничными правилами; К — канализация; СПСИ — стерилизация паром параллельно с сжиганием или измельчением; КПБ — кремация, производимая похоронными бюро; ВМ — варьирующие методы, перечисленные в проекте руководства ЕРА.

изоляционных боксов). Однако в отношении других типов больничных отходов (таких как материалы, связанные с хирургическими «загрязнениями», контаминированные лабораторные отходы и отходы отделений гемодиализа) мнение указанных агентств расходится [143]. Агентство ЕРА рекомендует обезвреживать отходы микробиологических лабораторий (т. е. выделенные культуры патогенных микробов) путем стерилизации паром, а ЦББ допускают как стерилизацию паром, так и сжигание. Кроме того, в проекте руководства, подготовленного ЕРА, указано, что выливание крови в систему канализации без ее предварительной обработки в автоклаве не может считаться допустимым методом удаления этой субстанции, в то время как ЦББ допускают такую процедуру. В качестве положительного момента сле-

дует отметить, что агентство ЕРА считает возможным устранить эти, а также некоторые другие расхождения путем изменения предложенных правил и их согласования с рекомендациями ЦББ.

На основании имеющейся информации защита окружающей среды и здоровья населения может быть обеспечена, если больницы будут считать по меньшей мере четыре типа отходов инфицированными (кровь, острые предметы, отходы микробиологических и патологоанатомических отделений и изоляционных боксов). После обработки эти отходы контролируются методами, предложенными ЕРА или ЦББ, перед их окончательным удалением. Другие больничные отходы должны удаляться в правильно расположенные и подвергающиеся санитарному надзору места компостирования (закапывания). Данный метод является безопасным и недорогим (например, стоимость компостирования 454 г (1 либра) отходов составляет 0,02 долл. США, а стоимость сжигания такого же количества отходов — 0,32 долл. США).

Химические отходы

Химические отходы разнообразной структуры, образующиеся в небольших количествах в медицинских учреждениях, должны удаляться в соответствии с законами страны и местными правилами. Согласно правилам, регламентированным агентством ЕРА, то или иное химическое вещество считается отходом после того, как принято решение о его удалении. В соответствии с правилами ЕРА химическое вещество считается опасным отходом, если окажется, что оно упомянуто в одном из нескольких соответствующих списков ЕРА, или если оно обладает свойствами, перечисленными в упомянутых правилах (способностью к воспламенению, коррозионным действием, реактивностью или токсичностью, проявляющейся во время экстрагирования). Существуют различные допустимые методы удаления химических отходов, в частности, компостирование, сжигание или смывание в канализацию. Для закапывания и сжигания опасных химических отходов требуется разрешение агентства ЕРА или органов здравоохранения штата. Некоторые химические вещества, подвергающиеся опасным превращениям, не разрешается закапывать в землю. Недифференцированное сбрасывание химических веществ в канализацию недопустимо. Имеются, однако, некоторые классы химикатов, которые можно удалять таким способом в соответствии с правилами, издаваемыми местными органами [147, 148].

Вплоть до последнего времени в правилах ЕРА отмечалось, что удаление небольших количеств химических отходов

(до 1000 кг в месяц) может производиться без учета существующих официальных положений. Однако в проекте пересмотра закона RCRA это допустимое количество было снижено до 100 кг в месяц. Следовательно, многие больницы, которые раньше имели возможность закапывать вредные химические вещества на городских свалках или сливать их в канализацию, должны теперь изыскивать другие способы удаления этих веществ.

Радиоактивные отходы

Радиоактивные отходы, образующиеся в больницах, характеризуются низкой специфической активностью. Эти материалы с низкой радиоактивностью (например, С-14, Н-3, Со-57 и Со-60, I-125 и I-131, Р-32) применяют в целях диагностики и лечения многих болезней. Удаление этих отходов производится под контролем Комиссии по регулированию ядерных исследований (NRC), определяющей, какие учреждения имеют право производить или использовать радиоактивные материалы. В стране имеется также 26 контрольных станций, которые издают инструкции, согласующиеся с принципиальными положениями NRC, и имеют официальное право выдавать соответствующие разрешения. Таким образом, удаление радиоактивных отходов производится в соответствии с разрешениями, выдаваемыми NRC или контрольными станциями. Существуют следующие возможные подходы к окончательному удалению отходов (после предварительного разделения последних на несколько типов): сбрасывание в местную систему санитарной канализации; хранение до распада отходов с короткими периодами полураспада; сжигание воспламеняющихся твердых отходов, сцинтилляционных ампул и футляров или транспортировка в регламентированные приемники, например, создаваемые распределителями таких субстанций или специально предназначенные для удаления радиоактивных отходов. В больницах разрешается хранить до распада только изотопы с периодом полураспада до 8 дней. В частности, для дезактивации одного из таких изотопов, а именно I-31, требуется хранение в течение 10 нед. Некоторые больницы, имеющие большие складские помещения, хранят до распада изотопы с периодом полураспада до 60 дней. К таким изотопам относится, в частности I-125, который следует хранить около 2 лет. В большинстве случаев после хранения этих отходов на протяжении 10 периодов полураспада их уже можно удалять в качестве обычных отходов, если чувствительный радиологический счетчик покажет полное отсутствие радиоактивности. Больницы, которые не имеют возможности хра-

нить отходы до распада, должны выбирать другие методы удаления изотопов, например транспортировку их в официально разрешенные приемники, в частности, создаваемые специальными компаниями по удалению отходов [149]. Если радиационно-диагностические исследования проводятся *in vitro* клинической лабораторией той или иной больницы, обладающей небольшим одноразовым количеством изотопов (например, 200 микрокюри I-125, I-131, Fe-54), то NRC или контрольная станция могут разрешить такой лаборатории самостоятельно решать вопрос о методе удаления отходов вне зависимости от существующих официальных положений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Favero M. S. Chemical disinfection of medical and surgical materials.— In: Disinfection, Sterilization and Preservation/Ed. S. S. Block, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 469—492.
2. Spaulding E. H. Chemical disinfection of medical and surgical materials. — In: Disinfection, Sterilization and Preservation/Eds. C. A. Lawrence, S. S. Block. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1968, pp. 517—531.
3. Simmons B. P. Guideline for hospital environmental control. — Am. J. Infect. Control, 1983, 11, 97—115.
4. Block S. S. Disinfection, Sterilization and Preservation, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983.
5. Wenzel R. P., Groschel D. H. M. Sterilization, disinfection and disposal of hospital waste. — In: Principles and Practices of Infectious Diseases/Eds. G. L. Mandell, R. G. Douglas Jr., J. E. Bennett, ed. 2. — New York, John Wiley and Sons, 1984, pp. 1609—1612.
6. Bond W. W., Favero M. S., Mackel D. C., Mallison G. F. Sterilization or disinfection of flexible fiberoptic endoscopes. — AORN J., 1979, 30, 350, 352.
7. Guidelines for cleaning and disinfection of flexible fiberoptic endoscope (FFE) used in GI endoscopy. — AORN J., 1978, 28, 907—910.
8. Garner J. S., Favero M. S. Guideline for Handwashing and Hospital Environmental Control. — Washington DC, US Government Printing Office, 1985, no. 544—436/24441.
9. Feeley T. W., Hamilton W. K., Xavier B. et al. Sterile anesthesia breathing circuits do not prevent postoperative pulmonary infection. — Anesthesiology, 1981, 54, 369—372.
10. Greene W. H., Moody M., Hartley R. et al. Esophagoscopy as a source of Pseudomonas aeruginosa sepsis in patients with acute leukemia: the need for sterilization of endoscopes. — Gastroenterology, 1974, 67, 912—919.
11. Hawkey P. M., Davies A. J., Viant A. C. et al. Contamination of endoscopes by Salmonella species. — J. Hosp. Infect., 1981, 2, 373—376.
12. Webb S. F., Vall-Spinosa A. Outbreak of Serratia marcescens associated with the flexible fiberbronchoscope. — Chest, 1975, 68, 703—708.
13. Dawson D. J., Armstrong J. G., Blacklock Z. M. Mycobacterial cross-contamination of bronchoscopy specimens. — Am. Rev. Respir. Dis., 1982, 126, 1095—1097.
14. Leers W. D. Disinfecting endoscopes: how not to transmit Mycobacterium tuberculosis by bronchoscopy. — Can. Med. Assoc. J., 1980, 123, 275—280.
15. Bond W. W., Favero M. S., Petersen N. J., Ebert J. W. Inactivation of hepatitis B virus by intermediate-to-high-level disinfectant chemicals. — J Clin. Microbiol., 1983, 18, 535—538.

16. *Kobayashi H., Tsuzuki M., Koshimizu K. et al.* Susceptibility of hepatitis B virus to disinfectants or heat. — *J. Clin. Microbiol.*, 1984, 20, 214—216.
17. *Spire B., Montagnier L., Barre-Sinoussi F., Chemann J.* Inactivation of lymphadenopathy associated virus by chemical disinfectants. — *Lancet*, 1984, 1, 899—901.
18. *Garner J. S., Simmons B. P.* Guideline for isolation precautions in hospitals. — *Infect. Control*, 1983, 4, 245—325.
19. Centers for Disease Control: Acquired immune deficiency syndrome (AIDS): precautions for clinical and laboratory staffs. — *MMWR*, 1982, 31, 577—580.
20. *Brown P., Gibbs C. J., Amyx H. L. et al.* Chemical disinfection of Creutzfeldt-Jakob disease virus. — *N. Engl. J. Med.*, 1982, 306, 1279—1281.
21. *Brown P., Rohwer R. G., Gajdusck D. C.* Sodium hydroxide decontamination of Creutzfeldt-Jakob disease virus. Letter to the editor. — *N. Engl. J. Med.*, 1984, 310, 727.
22. *Bean H. S.* Types and characteristics of disinfectants. — *J. Appl. Bacteriol.*, 1967, 30, 6—16.
23. *Russell A. D., Hugo W. B., Ayliffe G. A. J.* Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilisation. — Oxford, Blackwell, 1982.
24. *Favero M. S., Petersen N. J., Carson L. A. et al.* Gram-negative water bacteria in hemodialysis systems. — *Health Lab. Sci.*, 1975, 12, 321—334.
25. *Rutala W. A., Stiegel M. M., Sarubbi F. A.* Ineffectiveness of disinfectants against hospital strains of bacteria. — Abstracts of the Annual Meeting of the American Society for Microbiology, 1982, 138, p. 233.
26. *Spaulding E. H.* Alcohol as a surgical disinfectant. — *AORN J.*, 1964, 2, 67—71.
27. *Morton H. E.* The relationship of concentration and germicidal efficiency of ethyl alcohol. — *Ann. NY Acad. Sci.*, 1950, 53, 191—196.
28. *Morton H. E.* Alcohols. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation*/Ed. S. S. Block, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, p. 225—239.
29. *Sykes G.* The influence of germicides on the dehydrogenases of *Bact. coli*. Part I. The succinic acid dehydrogenase of *Bact. coli*. — *J. Hyg. Camb.*, 1939, 39, 463—469.
30. *Dagley S., Dawes E. A., Morrison G. A.* Inhibition of growth of *Aerobacter aerogenes*: the mode of action of phenols, alcohols, acetone and ethyl acetate. — *J. Bacteriol.*, 1950, 60, 369—378.
31. *Tilley F. W., Schaffer J. M.* Relation between the chemical constitution and germicidal activity of the monohydric alcohols and phenols. — *J. Bacteriol.*, 1926, 12, 303—309.
32. *Coates D., Death J. E.* Sporicidal activity of mixtures of alcohol and hypochlorite. — *J. Clin. Pathol.*, 1978, 31, 148—152.
33. *Kurtz J. B., Lee T. W., Parsons A. J.* The action of alcohols on rotavirus, astrovirus and enterovirus. — *J. Hosp. Infect.*, 1980, 1, 321—325.
34. *Coulthard C. E., Sykes G.* The germicidal effect of alcohol with special reference to its action on bacterial spores. — *Pharm. J.*, 1936, 137, 79—81.
35. *Klein M., DeForest A.* The inactivation of viruses by germicides. — *Chem. Specialists Manuf. Assoc. Proc.*, 1963, 49, 116—118.
36. *Smith C. R.* Alcohol as a disinfectant against the tubercle bacillus. — *Public Health Rep.*, 1947, 62, 1285—1295.
37. *Kruse R. H., Green T. D., Chambers R. C., Jones M. W.* Disinfection of aerosolized pathogenic fungi on laboratory surfaces. I. Tissue phase. — *Appl. Microbiol.*, 1963, 11, 436—445.
38. *Kruse R. H., Green T. D., Chambers R. C., Jones M. W.* Disinfection of aerosolized pathogenic fungi on laboratory surfaces. II. Culture phase.— *Appl. Microbiol.*, 1964, 12, 155—160.

39. *Nye R. N., Mallory T. B.* A note on the fallacy of using alcohol for the sterilization of surgical instruments. — *Boston Med. Surg. J.*, 1923, 189, 561—563.
40. *Sommermeier L., Frobisher M.* Laboratory studies on disinfection of rectal thermometers. — *Nurs. Res.*, 1953, 2, 85—89.
41. *Frobisher M., Sommermeier L., Blackwell M. J.* Studies on disinfection of clinical thermometers. I. Oral thermometers. — *Appl. Microbiol.*, 1953, 1, 187—194.
42. *Babb J. R., Bradley C. R., Deverill C. E. A. et al.* Recent advances in the cleaning and disinfection of fiberoptics. — *J. Hosp. Infect.*, 1981, 2, 329—340.
43. *Garcia de Cabo A., Larriba P. L. M., Pinilla J. C., Sanz F. G.* A new method of disinfection of the flexible fiberbronchoscope. — *Thorax*, 1978, 33, 270—272.
44. *Hoffman P. N., Death J. E., Coates D.* The stability of sodium hypochlorite solutions. — In: *Disinfectants: Their Use and Evaluation of Effectiveness*/Eds. C. H. Collins, M. C. Allwood, S. F. Bloomfield, A. Fox. — London, Academic Press, 1981, pp. 77—83.
45. *Dychdala G. R.* Chlorine and chlorine compounds. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation*/Ed. S. S. Block, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 157—182.
46. *Gamble M. R.* Hazard: formaldehyde and hypochlorites. — *Lab. Anim.*, 1977, 11, 61.
47. *Klein M., DeForest A.* The chemical inactivation of viruses. — *Fed. Proc.*, 1965, 24, 319.
48. *Nagington J., Sutehall G. M., Whipp T.* Tonometer disinfection and viruses. — *Br. J. Ophthalmol.*, 1983, 67, 674—676.
49. Ad Hoc Committee: Recommendations for decontaminating manikins used in cardiopulmonary resuscitation training—1983 update. — *Infect. Control*, 1984, 5, 399—401.
50. *Helms C. M., Massanari R. M., Zeidler R. et al.* Legionnaires' disease associated with a hospital water system: a cluster of 24 nosocomial cases. — *Ann. Intern. Med.*, 1983, 99, 172—178.
51. *Steve L., Goodhart P., Alexander J.* Hydrotherapy burn treatment: use of chloramine-T against resistant microorganisms. — *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 1979, 60, 301—303.
52. *Turner A. G., Higgins M. M., Craddock J. G.* Disinfection of immersion tanks (Hubbard) in a hospital burn unit. — *Arch. Environ. Health*, 1974, 28, 101—104.
53. *Tulis J. J.* Formaldehyde gas as a sterilant. — In: *Industrial Sterilization*/Eds. G. B. Phillips, W. S. Miller. — Durham, Duke University Press, 1972, pp. 209—238.
54. *Emmons C. W.* Fungicidal action of some common disinfectants on two dermatophytes. — *Arch. Dermatol. Syphil.*, 1933, 28, 15—21.
55. *McCulloch E. C., Costigan S.* A comparison of the efficiency of phenol, liquor cresolis, formaldehyde, sodium hypochlorite and sodium hydroxide against *Eberthella typhi* at various temperatures. — *J. Infect. Dis.*, 1936, 59, 281—284.
56. *Rubbo S. D., Gardner J. F., Webb R. L.* Biocidal activities of glutaraldehyde and related compounds. — *J. Appl. Bacteriol.*, 1967, 30, 78—87.
57. Formaldehyde: Evidence of carcinogenicity. — NIOSH Current Intelligence Bulletin 34, DHEW (NIOSH) Publication No. 81—111, April 15, 1981.
58. NIOSH Report: Formaldehyde exposures in dialysis units. — *Dialysis Transplant.*, 1983, 12, 43.
59. Formaldehyde exposures in a gross anatomy laboratory. — *Colorado—MMWR*, 1983, 31, 698—700.
60. *Turner F. J.* Hydrogen peroxide and other oxidant disinfectants. — In:

- Disinfection, Sterilization and Preservation/Ed. S. S. Block, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 240—250.
61. *Schaeffer A. J., Jones J. M., Amundsen S. K.* Bactericidal effect of hydrogen peroxide on urinary tract pathogens. — *Appl. Environ. Microbiol.*, 1980, 40, 337—340.
 62. *Wardle M. D., Renninger G. M.* Bactericidal effect of hydrogen peroxide on spacecraft isolates. — *Appl. Microbiol.*, 1975, 30, 710—711.
 63. *Nentel R., Schmidt J.* Investigations on rhinovirus inactivation by hydrogen peroxide. — *Acta Virol.*, 1973, 17, 351—354.
 64. *Judd P. A., Tomlin P. J., Whitby J. L., et al.* Disinfection of ventilators by ultrasonic nebulisation. — *Lancet*, 1968, 2, 1019—1020.
 65. *Mainzels M., Schaeffer A. J.* Decreased incidence of bacteriuria associated with periodic instillations of hydrogen peroxide into the urethral catheter drainage bag. — *J. Urol.*, 1980, 123, 841—844.
 66. *Thompson R. L., Haley C. E., Searcy M. A. et al.* Catheter-associated bacteriuria: failure to reduce attack rates using periodic instillations of a disinfectant into urinary drainage systems. — *JAMA*, 1984, 251, 747—751.
 67. *Gottardi W.* Iodine and iodine compounds. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation/Ed. S. S. Block, ed. 3.* — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 183—196.
 68. *Craven D. E., Moody B., Connolly M. G. et al.* Pseudobacteremia caused by povidone-iodine solution contaminated with *Pseudomonas cepacia*. — *N. Engl. J. Med.*, 1981, 305, 621—623.
 69. *Berkelman R. L., Lewin S., Allen J. R. et al.* Pseudobacteremia attributed to contamination of povidone-iodine with *Pseudomonas cepacia*. — *Ann. Intern. Med.*, 1981, 95, 32—36.
 70. *Parrott P. L., Terry P. M., Whitworth E. N. et al.* *Pseudomonas aeruginosa* peritonitis associated with contaminated poloxamer-iodine solution. — *Lancet*, 1982, 2, 683—685.
 71. *Favero M. S.* Iodine-champagne in a tin cup. — *Infect. Control*, 1982, 3, 30—32.
 72. *Chang S. L.* Modern concept of disinfection. — *J. Sanit. Eng. Div. Proc. Am. Soc. Civ. Eng.*, 1971, pp. 689—705.
 73. *Berkelman R. L., Holland B. W., Anderson R. L.* Increased bactericidal activity of dilute preparations of povidone-iodine solutions. — *J. Clin. Microbiol.*, 1982, 15, 635—639.
 74. *Wallbank A. M., Drulak M., Poffenroth L. et al.* Wescodyne: Lack of activity against poliovirus in the presence of organic matter. — *Health Lab. Sci.*, 1978, 15, 133—137.
 75. *Sattar S. A., Raphael R. A., Lochnan H., Springthorpe V. S.* Rotavirus inactivation by chemical disinfectants and antiseptics used in hospitals. — *Can. J. Microbiol.*, 1983, 29, 1464—1469.
 76. *Boucher R. M. G.* Potentiated acid 1,5 pentanedial solution— a new chemical sterilizing and disinfecting agent. — *Am. J. Hosp. Pharm.*, 1974, 31, 546—557.
 77. *Miner N. A., McDowell J. W., Willcockson G. W. et al.* Antimicrobial and other properties of a new stabilized alkaline glutaraldehyde disinfectant/sterilizer. — *Am. J. Hosp. Pharm.*, 1977, 34, 376—382.
 78. *Pepper R. E.* Comparison of the activities and stabilities of glutaraldehyde sterilizing solutions. — *Infect. Control*, 1980, 1, 90—92.
 79. *Leach E. D.* A new synergized glutaraldehydephenate sterilizing solution and concentrated disinfectant. — *Infect. Control*, 1981, 2, 26—30.
 80. *Collins F. M., Montalbine V.* Mycobactericidal activity of glutaraldehyde solutions. — *J. Clin. Microbiol.*, 1976, 4, 408—412.
 81. *Masferrer R., Marquez R.* Comparison of two activated glutaraldehyde solutions: Cidex solution and sonacide. — *Respir. Care*, 1977, 22, 257—262.
 82. *Babb J. R., Bradley C. R., Ayliffe G. A. J.* Sporicidal activity of glutaral-

- dehydes and hypochlorites and other factors influencing their selection for the treatment of medical equipment. — *J. Hosp. Infect.*, 1980, 1, 63—75.
83. *Scott E. M., Gorman S. P.* Sterilization with glutaraldehyde. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation*/Ed. S. S. Block, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 65—88.
 84. *Stonehill A. A., Krop S., Borick P. M.* Buffered glutaraldehyde — a new chemical sterilizing solution. — *Am. J. Hosp. Pharm.*, 1963, 20, 458—465.
 85. *Borick P. M., Dondershine F. H., Chandler V. L.* Alkalinized glutaraldehyde, a new antimicrobial agent. — *J. Pharm. Sci.*, 1964, 53, 1273—1275.
 86. *Townsend T. R., Wee S. B., Koblin B.* An efficacy evaluation of a synergized glutaraldehyde-phenate solution in disinfecting respiratory therapy equipment contaminated during patient use. — *Infect. Control*, 1982, 3, 240—243.
 87. *Petersen N. J., Carson L. A., Doto I. L. et al.* Microbiologic evaluation of a new glutaraldehyde-based disinfectant for hemodialysis systems. — *Trans. Am. Soc. Artif. Intern. Organs*, 1982, 28, 287—290.
 88. *Kahn G.* Depigmentation caused by phenolic detergent germicides. — *Arch. Dermatol.*, 1970, 102, 177—187.
 89. *Prindle R. F.* Phenolic compounds. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation*/Ed. S. S. Block, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 197—224.
 90. *Hegna I. K.* A comparative investigation of the bactericidal and fungicidal effects of three phenolic disinfectants. — *J. Appl. Bacteriol.*, 1977, 43, 177—181.
 91. *Hegna I. K.* An examination of the effect of three phenolic disinfectants on *Mycobacterium tuberculosis*. — *J. Appl. Bacteriol.*, 1977, 43, 183—187.
 92. *Bergan T., Lystad A.* Antitubercular action of disinfectants. — *J. Appl. Bacteriol.*, 1971, 34, 751—756.
 93. *Narang H. K., Codd A. A.* Action of commonly used disinfectants against enteroviruses. — *J. Hosp. Infect.*, 1983, 4, 209—212.
 94. *Bavley A.* Tests: not all germ killers adequate. — *Miami Herald*, December 26, 1982.
 95. *Wysowski D. K., Flynt J. W., Goldfield M. et al.* Epidemic neonatal hyperbilirubinemia and use of a phenolic disinfectant detergent. — *Pediatrics*, 1978, 61, 165—170.
 96. *Doan H. M., Keith L., Shennan A. T.* Phenol and neonatal jaundice. — *Pediatrics*, 1979, 64, 324—325.
 97. *Plotkin S. A., Austrian R.* Bacteremia caused by *Pseudomonas* sp. following the use of materials stored in solutions of a cationic surface-active agent. — *Am. J. Med. Sci.*, 1958, 235, 621—627.
 98. *Malizia W. F., Gangarosa E. J., Goley A. F.* Benzalkonium chloride as a source of infection. — *N. Engl. J. Med.*, 1960, 263, 800—802.
 99. *Lee J. C., Fialkow P. J.* Benzalkonium chloride—source of hospital infection with gram-negative bacteria. — *JAMA*, 1961, 177, 144—146.
 100. *Hardy P. C., Ederer G. M., Matsen J. M.* Contamination of commercially packaged urinary catheter kits with the pseudomonad EO-1. — *N. Engl. J. Med.*, 1970, 282, 33—35.
 101. *Frank M. J., Schaffner W.* Contaminated aqueous benzalkonium chloride. An unnecessary hospital infection hazard. — *JAMA*, 1976, 236, 2418—2419.
 102. *Dixon R. E., Kaslow R. A., Mackel D. C. et al.* Aqueous quaternary ammonium antiseptics and disinfectants. Use and misuse. — *JAMA*, 1976, 236, 2415—2417.
 103. *Sautter R. L., Mattman L. H., Legaspi R. C.* *Serratia marcescens* meningitis associated with a contaminated benzalkonium chloride solution. — *Infect. Cont.*, 1984, 5, 223—225.

104. *Shickman M. D., Guze L. B., Pearce M. L.* Bacteremia following cardiac catheterization. — *N. Engl. J. Med.*, 1959, 260, 1164—1166.
105. *Ehrenkranz N. J., Bolyard E. A., Weiner M., Cleary T. J.* Antibiotic-sensitive *Serratia marcescens* infections complicating cardiopulmonary operations: contaminated disinfectant as a reservoir. — *Lancet*, 1980, 2, 1289—1292.
106. *Rutala W. A., Cole E. C.* Antiseptics and disinfectants—safe and effective. — *Infect. Control*, 1984, 5, 215—218.
107. *Sykes G.* Disinfection and Sterilization, ed. 2. — London, E. and EN Spon, 1965, pp. 362—376.
108. *Petrocci A. N.* Surface active agents: quaternary ammonium compounds.— In: *Disinfection, Sterilization, and Preservation/Ed. S. S. Block*, ed. 3.— Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 309—329.
109. *Smith C. R., Nishihara H., Golden F. et al.* The bactericidal effect of surface-active agents on tubercle bacilli. — *Public Health Rep.*, 1950, 48, 1588—1600.
110. *Shechmeister I. L.* Sterilization by ultraviolet irradiation. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation/Ed. S. S. Block*, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 106—124.
111. National Research Council: Postoperative wound infections—the influence of ultraviolet irradiation of the operating room and of various other factors. — *Ann. Surg.*, 1964, 160, (suppl. 2), 1—125.
112. *Sensakovic J. W., Smith L. G.* Nosocomial ultraviolet keratoconjunctivitis. — *Infect. Control*, 1982, 3, 475—476.
113. *Roberts F. J., Cockcroft W. H., Johnson H. E.* A hot water disinfection method for inhalation therapy equipment. — *Can. Med. Assoc. J.*, 1969, 101, 30—32.
114. *Craig D. B., Cowan S. A., Forsyth W., Parker S. E.* Disinfection of anaesthesia equipment by a mechanized pasteurization method. — *Can. Anaesth. Soc. J.*, 1975, 22, 219—223.
115. *Gurevich I., Tajuro P., Ristuccia P. et al.* Disinfection of respiratory tubing: a comparison of chemical versus hot water machine-assisted processing. — *J. Hosp. Infect.*, 1983, 4, 199—208.
116. *Groschel D. H. M.* Caveat emptor: do your disinfectants work? — *Infect. Control*, 1983, 4, 144.
117. *Russell A. D., Ahonkhai I., Rogers D. T.* Microbiological applications of the inactivation of antibiotics and other antimicrobial agents. — *J. Appl. Bacteriol.*, 1979, 46, 207—245.
118. *Russell A. D.* Neutralization procedures in the evaluation of bactericidal activity. — In: *Disinfectants: Their Use and Evaluation of Effectiveness/Eds. C. H. Collins, M. C. Allwood, S. F. Bloomfield, A. Fox.* — London, Academic Press, 1981, pp. 45—59.
119. *Engley F. B. Jr., Dey B. P.* A universal neutralizing medium for antimicrobial cleaner. — *Chem. Spec. Manuf. Assoc. Proc.*, 1970, pp. 100—106.
120. *Perkins J. J.* Principles and Methods of Sterilization in Health Sciences, ed. 2. — Springfield, IL, Charles C. Thomas, 1969.
121. American Society for Hospital Central Service Personnel: Ethylene Oxide Use in Hospitals. — Chicago, American Hospital Association, 1982.
122. AORN recommended practices for in-hospital sterilization. — *Score*, 1981, 6, 12—20.
123. *Joslyn L. J.* Sterilization by heat. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation/Ed. S. S. Block*, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 3—46.
124. *Caputo R. A., Odlaug T. E.* Sterilization with ethylene oxide and other gases. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation/Ed. S. S. Block*, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 47—64.
125. *Mallison G. F.* Decombination, disinfection and sterilization. — *Nurs. Clin. North Am.*, 1980, 15, 757—767

126. *Rutala W. A., Stiegel M. M., Sarubbi F. A.* Decontamination of laboratory microbiological waste by steam sterilization. — *Appl. Environ. Microbiol.*, 1982, 43, 1311—1316.
127. *Lauer J. L., Battles D. R., Vesley D.* Decontaminating infectious laboratory waste by autoclaving. — *Appl. Environ. Microbiol.*, 1982, 44, 690—694.
128. *Rhodes P., Zelner L., Laujman H.* A new disposable Bowie-Dick type test pack for prevacuum high-temperature sterilizers. — *Med. Instrum.*, 1982, 16, 117—120.
129. Federal Register. Occupational exposure to ethylene oxide: final standard. — Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. — 29 CFR Part 1910, June 22, 1984.
130. *Silverman G. J.* Sterilization by ionizing irradiation. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation*/Ed. S. S. Block, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 89—105.
131. *MacClelland D. C.* Sterilization by ionizing radiation. — *AORN, J.*, 1977, 26, 675—684.
132. *Fifield C. W., Leahy T. J.* Sterilization filtration. — In: *Disinfection, Sterilization and Preservation*/Ed. S. S. Block, ed. 3. — Philadelphia, Lea and Febiger, 1983, pp. 125—153.
133. *Wallhausser K. H.* Is the removal of microorganisms by filtration really a sterilization method? — *J. Parenter. Drug Assoc.*, 1979, 33, 156—170.
134. *Latimer J. M., Matsen J. M.* Microwave oven irradiation as a method for bacterial decontamination in a clinical microbiology laboratory. — *J. Clin. Microbiol.*, 1977, 6, 340—342.
135. *Sanborn M. R., Wan S. K., Bulard R.* Microwave sterilization of plastic tissue culture vessels for reuse. — *Appl. Environ. Microbiol.*, 1982, 44, 960—964.
136. *Mayworm D.* Sterile shelf life and expiration dating. — *J. Hosp. Supply, Processing Distribution*, Nov—Dec, pp. 32—35, 1984.
137. *Mallison G. F., Standard P. G.* Safe storage times for sterile packs. — *Hospitals*, 1974, 48, 77, 80.
138. Association for the Advancement of Medical Instrumentation Recommended Practice: Good hospital practice: steam sterilization and sterility assurance. — Arlington, VA, AAMI, 1980, p. 8.
139. False-positive results of spore tests in ethylene oxide sterilizers—Wisconsin. — *MMWR*, 1981, 30, 238—240.
140. *Gurevich I., Holmes J. E., Cunha B. A.* Presumed autoclave failure due to false-positive spore strip tests. — *Infect. Control*, 1984, 3, 388—392.
141. Resource Conservation and Recovery Act of 1976 (P. L. 94—580), 42 USC 6091 et seq.
142. Draft Manual for Infectious Waste Management. — Washington, DC, Environmental Protection Agency, 1982.
143. *Rutala W. A., Sarubbi F. A.* Management of infectious waste from hospitals. — *Infect. Control*, 1983, 4, 198—204.
144. *Rutala W. A.* Infectious waste. — *Infect. Control*, 1984, 5, 149—150.
145. *Griehle H. G., Bird T. J., Nidea H. M., Miller C. A.* Chute-hydropulping waste disposal system: a reservoir of enteric bacilli and *Pseudomonas* in a modern hospital. — *J. Infect. Dis.*, 1974, 130, 602—607.
146. *Kalnowski G., Wiegand H., Ruden H.* The microbial contamination of hospital waste. — *Zbl Bakt Hyg. I. Abt. Orig. B.*, 1983, 178, 364—379.
147. National Research Council: Prudent Practices for Disposal of Chemicals from Laboratories. — Washington, DC, National Academy Press, 1983.
148. *Joyce R. M.* Prudent practices for disposal of chemicals from laboratories. — *Science*, 1984, 224, 449—452.
149. Illinois Commission on Atomic Energy: Low-Level Radioactive Waste—Near Term Management Options for Illinois, 1984, pp. 30—70.
150. Hazardous waste disposal. — In: *Accreditation manual for Hospitals.*—Chicago, Joint Commission on Accreditation of Hospital, 1985, pp. 133—134.