

FATORES CONDICIONANTES DA EFICÁCIA DE DESINFETANTES

*José Maria Wiest**
*Lisia Maria Fensterseifer***

RESUMO: São abordados os fatores que condicionam a eficácia dos desinfetantes químicos, como o tipo de agente causal, a dose infectante, o tempo de atuação, a concentração, a temperatura, a matéria orgânica presente e o tipo de suporte ou do material de construção empregado.

1. INTRODUÇÃO

Vários fatores podem condicionar a eficácia de desinfetantes químicos segundo Schliesser & Strauch, principalmente se for considerada a conceituação de Reber para desinfecção como sendo esta o controle dirigido de microorganismos considerados indesejáveis em situações problemas específicas, pela atuação em sua estrutura e em seu metabolismo, independentemente de seu estado funcional, visando prejudicar a transmissão destes microorganismos e/ou reduzir sua dose infectante.

2. O TIPO DE AGENTE CAUSAL E A DESINFECÇÃO

Um dos fatores a ser considerados nos processos de desinfecção é o tipo de agente causal a ser controlado (Schliesser). Entre os agentes

*Docente do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da UFRGS, Porto Alegre.

**Docente do Departamento de Enfermagem Médico Cirúrgica da UFRGS; Coordenadora de Enfermagem do Hospital Santa Rita, Porto Alegre.

causais devem ser diferenciados aqueles portadores de metabolismo próprio (bactérias, fungos, formas intermediárias, ovos e o ocistos de parasitos, esporos) e aqueles desprovidos de atividade metabólica própria como os vírus. Na desinfecção dirigida devem ser considerados os aspectos específicos da resistência dos agentes causais que se originam de sua estrutura, de sua morfologia, da composição química, entre outros fatores.

Na desinfecção aplicada a viroses (Schliesser) busca-se evitar que a informação genética de uma unidade vírica se transmita à uma célula hospedeira, prejudicando-se assim a multiplicação posterior do agente. A perda da infecciosidade vírica ou a virucidia são alcançados pela ação do desinfetante sobre a membrana ou cápsula vírica (envelope), prejudicando a adsorção do vírus à membrana celular que está sendo parasitada e, inclusive, prejudicando a posterior penetração da informação genética na célula, através da mesma membrana. A virucidia também pode ser consequência da atuação do desinfetante diretamente sobre os ácidos nucleicos, os quais possuem a informação genética para a reprodução idêntica do agente na célula parasitada. O método de desinfecção aplicado às viroses será então determinado pela estrutura vírica. Nesta estrutura encontram-se os ácidos nucleicos (RNA ou DNA), cujo conjunto também é denominado genoma, envoltos por uma proteção composta de proteínas, o chamado capsídio. Genoma mais capsídio constituem o núcleo-capsídio. Os vírus acapsulados ou também denominados "nús" constituem-se somente deste núcleo-capsídeo. Produtos químicos que desnaturam proteínas ou mesmo fatores de ordem física como a temperatura, raios ultravioletas ou raios ionizantes poderão agredir o nucleocapsídeo e mesmo atingir a própria informação genética representada pelos ácidos nucleicos do genoma, causando desta maneira a perda irreversível da infecciosidade da unidade vírica. Os vírus classificados entre os do tipo "nús" ou acapsulados são considerados como de difícil desinfecção, contra os quais necessitam-se grupos químicos bem definidos e específicos, bem como concentrações altas destes produtos. Outros vírus possuem o núcleo-capsídeo protegido externamente por uma membrana ou cápsula (envelope) constituída de proteínas, hidratos de carbono e, principalmente, de fosfolipídios éter-solúveis. Esta membrana desempenha papel importante na transferência da informação genética da unidade vírica à célula a ser parasitada, através do processo de adsorção e penetração à sua membrana celular, além de serem responsabilizados também pelos fenômenos de hemoaglutinação e da neuroaminidase. Desta maneira, qualquer lesão à membrana ou envelope vírico conduz à perda da infecciosidade. Sendo a cápsula vírica bas-

tante sensível aos produtos lipolíticos e tensoativos superficiais (detergentes tensidas), torna-se bem mais fácil a desinfecção deste grupo de vírus, ditos capsulados. A diferença entre os dois grupos de vírus porém não assegura a existência de variações de sensibilidade entre os grupos ou mesmo entre as espécies víricas. Isto se deve à diferente capacidade de reação de determinados produtos químicos frente aos diversos componentes da cápsula vírica, do capsídeo e mesmo do ácido nucleico. Como exemplo temos o vírus rábico, capsulado, composto de RNA, classificado no grupo Rhabdo-Vírus, apresentando alta sensibilidade frente à formalina e a cloramina T, porém bem-mais resistente que os próprios *Staphylococcus* (considerados padrões de difícil desinfecção) frente à detergentes catiônicos (amônia quaternária) e anfóteros, aos fenóis e aos alcoóis (Spicher & Timm⁶).

Segundo Schliesser & Strauch⁵ na desinfecção aplicada à bactérias, micoplasmas e riquétsias (formas intermediárias) à fungos e à leveduras, devemos considerar suas características comuns quanto a sua morfologia celular ou seja, sua parede celular, a membrana citoplasmática, o citoplasma e o núcleo celular. Agressões que conduzam à morte celular (bactericidia) ou a inibição reversível da reprodução celular (bacteriostasia, micostasia) são, em princípio, conseqüências dos mesmos processos de atuação dos desinfetantes. Devem ser considerados por um lado o tipo de produto, sua intensidade (concentração) e o local de atuação na célula, assim como as características dos gêneros, grupos ou mesmo das amostras de agentes causais. Na eficácia da desinfecção química frente aos agentes unicelulares deve-se considerar que:

- 1 — a substância desinfetante deve adsorver-se à membrana celular;
- 2 — a substância desinfetante deve penetrar na célula;
- 3 — a substância desinfetante deve reagir com um ou mais componentes da estrutura celular.

Como principais pontos de agressão dos produtos químicos na célula são descritos a membrana citoplasmática, o próprio citoplasma e, em menor escala, a parede celular. Fisiologicamente a membrana citoplasmática funciona como uma barreira seletiva (barreira osmótica) no transporte de nutrientes solubilizados ao interior da célula bem como no transporte dos catabolitos celulares ao meio externo. Esta função é exercida principalmente com o auxílio de enzimas as quais se depositam externa ou internamente à membrana fosfolipídica sob a forma de proteínas extrínscas (por exemplo a ATP-ase) ou a atravessam nos dois sentidos sob a forma de proteínas intrínscas (exemplo a citocromoxidase). As enzimas responsáveis pelo transporte dos eletrons localizam-se

na membrana (nos mesosomas), dirigindo daí provavelmente a síntese dos componentes da membrana celular. Através da dissolução dos lipídios da membrana ou através da destruição das proteínas enzimáticas atinge-se mortalmente a célula ou pelo menos ocorrem transtornos em sua reprodução. Este fenômeno pode ser desencadeado através de substâncias que dissolvam lipídios, através de substâncias que coagulem as proteínas (calor) ou de substâncias que provoquem sua desnaturação (oxidantes, fenóis, ácidos, álcalis, alcoóis, entre outros).

No citoplasma encontram-se enzimas, o RNA solúvel, os ribossomos, destinados à síntese proteica e, como componente essencial, o material genético, o DNA, sob a forma de um cordão elíptico, fortemente enrolado sobre si mesmo, podendo evoluir a um verdadeiro núcleo portador de membranas, como podemos observar nos fungos. Logo após a penetração das substâncias químicas desinfetantes através da membrana citoplasmática, sejam elas desnaturantes de proteínas ou mesmo tóxicos enzimáticos, ocorrem lesões irreversíveis nos componentes acima descritos, com o prejuízo conseqüente do metabolismo e da reprodução celular. A ação de fenômenos físicos como o calor ou variações extremas de pH pode conduzir à resultados semelhantes. Sob a ação direta de raios ionizantes a luz ultravioleta ocorrerão principalmente lesões do DNA.

A parede celular que empresta ao microorganismo a sua forma e a sua resistência é, caracteristicamente, bastante porosa, transponível para moléculas dissolvidas, não possuindo funções osmóticas. Sua constituição básica faz-se de peptidoglykan-mureina em bactérias, clamídias e riquetsias, apresentando celulose e mesmo quitina nos fungos e leveduras, tornando estes agentes pouco sensíveis às influências do meio externo. Sob determinadas condições de influências de natureza mecânica ou química, ou através de processos enzimáticos (lisozima) a parede celular poderá porém ser enormemente enfraquecida, o que permite inclusive a lise celular e o extravasamento do próprio protoplasma. É digno de nota que a lise celular ocorra geralmente sob a ação de concentrações de desinfetantes bastante baixas, principalmente no grupo dos fenóis, da formalina, compostos de Hg, hipoclorito de Na, tensidas. Provavelmente tal fato deva-se à ativação de enzimas líticas ou mesmo através da ação direta sobre os componentes da parede celular (Kirchhoff³).

Os esporos bacterianos assumem uma posição bem característica na resistência aos fatores externos (calor, liofilização natural, produtos químicos) a qual se fundamenta nas características de sua membrana externa, rugosa e composta de até seis revestimentos, no acúmulo ou no depósito de dipicolinato de Ca bem como na ausência quase total de

moléculas livres de água. Em contraposição, os esporos de fungos e leveduras constituídos dos assim chamados órgãos de frutificação, classificam-se ao mesmo nível de sensibilidade demonstrado pelas formas vegetativas dos microorganismos (Schliesser & Strauch⁵).

El Moukdad² descreve a ação dos desinfetantes químicos sobre os agentes causais parasitários. Assim, ovos de helmintos (*Ascaris*, *Ancylostoma*, *Oxiurus*. . .) apresentam em sua membrana altas concentrações de quitina e ceras, tornando-os praticamente impermeáveis aos produtos químicos. Sua capacidade infectante relaciona-se também com o alto teor de gorduras e de glicogênio existentes nas larvas evoluídas dos ovos. Caberia recomendar o tratamento prévio de locais infestados com água aquecida, acrescida ou não de sabões neutros, procurando-se desta forma vencer a barreira da cera e quitina e atingir quimicamente o embrião. Os oocistos de protozoários por sua vez (*Entamoeba*, *Eiméria*. . .) possuem uma dupla camada em sua cápsula externa, constituídas de quitina, proteínas (prolina), lipídios e hidratos de carbono, barreira praticamente intransponível pelos desinfetantes e que protege o esporocisto e o esporozoito, colocados estrategicamente no seu interior. Caberia recomendar também o tratamento prévio com água aquecida acrescida de sabões, visando a lise da cápsula, antes do uso do desinfetante químico propriamente dito.

3. A DOSE INFECTANTE

A dose infectante de agentes causais presentes no ambiente a ser tratado assume importância nos processos de desinfecção, na medida que, através de processos de remoção, limpeza e destinação adequada prévia (ecossistemas seminaturais de engenharia destinados ao tratamento dos resíduos e dejetos), consegue-se reduzir o número de agentes causais significativamente, reservando-se ao desinfetante químico a tarefa de atuar sobre concentrações microbianas bem mais baixas. Assim, se em um piso, em uma mesa, nas próprias mãos, tivermos 10^5 unidades formadoras de colônias bacterianas por unidade de área e, através de lavagem, remoção mecânica. . . reduzirmos esta dose para 10^2 por unidade de área, indiscutivelmente teremos probabilidades bem melhores de uma desinfecção eficaz, mesmo excluídos os outros fatores intervenientes no processo de desinfecção (Schliesser⁵).

4. CONCENTRAÇÕES E TEMPO DE ATUAÇÃO

Em princípio pode-se afirmar que, dobrando-se a concentração

de um produto desinfetante reduz-se em média 32 vezes o tempo necessário para a destruição dos microorganismos (Borneff¹). Cabe lembrar a probabilidade maior de lise celular observada no emprego de concentrações mais baixas de certos grupos químicos. Atenção especial na desinfecção aplicada deve ser dada à possível água residual no ambiente, originária dos processos de limpeza e remoção prévios, a qual poderá promover sub-diluições do desinfetante, induzindo, juntamente com a presença de altas doses infectantes, com as confrontações anteriores com o mesmo produto químico, com a presença de matéria orgânica protetora e com suportes adequados, à seleção de mutantes parcial ou totalmente resistentes ao grupo químico em uso. Saliente-se também o curto espaço de tempo de exposição ao qual estão sujeitos superfícies verticais (paredes, declives. . .) e as implicações deste fato no processo de desinfecção.

5. TEMPERATURA E DESINFECÇÃO

A temperatura condiciona sobremaneira a eficácia da desinfecção química. Genericamente, o aumento da temperatura acelera as reações químicas e conseqüentemente o processo de desinfecção, assim como sua diminuição provoca o retardamento das mesmas. Em princípio pode-se afirmar que necessita-se duas vezes mais tempo para desinfetar à 12°C do que à 20°C. Quando a temperatura estiver à 4°C necessitar-se-á de um período de tempo cinco vezes maior do que à 20°C. Estas considerações devem ser feitas quando do controle de câmaras frias (4°C), balcões frigoríficos (7°C a 12°C), incubadoras (32°C a 36°C); as quais necessitam rotineiramente de desinfecção, sem possibilidade prática de desativação por períodos maiores, para aquecimento à temperatura ambiente. Cabe ressaltar ainda as condições extremas de temperatura externa enfrentadas nas estações frias, mormente em climas sub-tropicais, temperados e frios, quando da necessidade do uso de pedilúvios, rodolúvios e outros procedimentos não passíveis de serem mantidos sob calefação.

Cabe ressaltar ainda a extrema sensibilidade de certos grupos químicos à temperatura. Assim, os aldeídos em geral perdem sua eficácia já em temperaturas iguais ou inferiores à 18°C positivos, tornando-se praticamente inativos à 4°C. Entre os oxidantes enérgicos, o ácido peracético por sua vez é o indicado para desinfecções entre -15°C até 37°C, não necessitando nem mesmo prorrogação do tempo de atuação para manter sua eficácia (Schliesser & Strauch⁵).

6. MATÉRIA ORGÂNICA E DESINFECÇÃO

Os microorganismos de modo geral, encontram-se disseminados no ambiente ocupando superfícies, suspensos no ar ou diluídos em meios líquidos. Podem estar ainda agregados à substâncias que os veiculam, de natureza orgânica ou mesmo inorgânica. A qualidade e a quantidade destas substâncias (sangue, excreções, secreções, pús, fezes, urina, leite, resíduos de carne, de gorduras, alimentos, poeiras, o semen. . .) representa importância significativa nos processos de desinfecção, considerando-se as perdas de eficácia que podem induzir (Schliesser & Strauch⁵).

As sujeiras possuem antes de mais nada uma ação de proteção mecânica dos agentes causais, favorecendo também a sua fixação em locais sólidos. Por outro lado, poderão combinar-se quimicamente com os desinfetantes, resultando daí complexos novos, incapazes de atuarem antimicrobianamente. Como conseqüência da presença intensa destas matérias, poder-se-á provocar inclusive a baixa da concentração do produto químico e, conseqüentemente, perda de sua eficiência. Como conseqüência disto, recomenda-se, previamente à desinfecção química ou mesmo física, o processamento de limpeza adequada, com o objetivo de remover a matéria orgânica presente, destinando-a a processos de tratamento já mencionados anteriormente. O emprego de pré-lavagens com o sentido de dissolver e facilitar a remoção complementada pelo uso de detergentes, de água quente ou de seu vapor, inclusive sob pressão (compressores) favorece e potencializa significativamente os processos de desinfecção física ou química subseqüentes. Cabe ressaltar porém o efeito negativo produzido pela água ou seu vapor acima de 60°C, especificamente sobre proteínas (soro, sangue, leite, albumina, semen. . .) coagulando-as e fixando-as sobre as superfícies que as suportam, protegendo inclusive as cargas bacterianas que conseguirem se encistar em seu interior. Tal fato requer maior esforço posterior na remoção mecânica desta matéria aderida.

7. MATERIAL DE SUPORTE E DESINFECÇÃO

Quando não estiverem em suspensão no ar ou diluídos em líquidos, os microorganismos encontram-se agregados à objetos aos quais aderem com maior ou menor intensidade, devido à matéria orgânica que os acompanha ou devido à rugosidade das superfícies de fixação. Em função do exposto, pode-se afirmar que a eficácia da desinfecção é dire-

tamente proporcional à não rugosidade das superfícies dos suportes. Assim, o vidro, a cerâmica vitrificada, o laqueamento de madeiras ou metais, o aço inoxidável polido entre outros materiais, favorecem os processos de desinfecção, enquanto a madeira comum, os metais com corrosões, os tecidos ou materiais sintéticos, as paredes ou objetos de alvenaria, o reboco, o concreto. . . prejudicam e dificultam os processos em estudo. As considerações acima também se aplicam à pele humana ou mesmo animal, que à ultramicroscopia evidencia suas reentrâncias e rugosidades fisiológicas acrescidas das micro-lesões por agressão externa. Tal fato leva a buscar-se mais uma característica nos desinfetantes químicos, qual seja a capacidade de formação de uma "rede" ou "estrutura" homogênea envolvendo e penetrando em todas as reentrâncias e saliências das superfícies em tratamento pelo desinfetante. Superfícies lisas poderão tornar-se um fator negativo quando considerarmos posições verticais, reduzindo-se pelo escoamento rápido o tempo de exposição e mesmo a concentração recomendada. Este transtorno deverá ser corrigido através do aumento de concentrações ou da repetição das aplicações, ou mesmo pelo uso de produtos sabidamente formadores de "redes".

Alguns produtos como os derivados da amônia quaternária caracterizam-se pela forte aderência às superfícies, mesmo as mais lisas como vidro, o aço inoxidável, constituindo garantia para o controle de reinfecções posteriores ao tratamento, por germes precipitados do ar, ventos ou mesmo por recontaminações por contato e sujeiras. Estes produtos também são dificilmente removíveis (enxaguáveis) por água, dissolvendo-se porém com facilidade em líquidos orgânicos (sangue, laticínios. . .) sendo levados ao consumo posterior, alterando desta forma a tensão superficial das células à luz do tubo digestivo, por serem também detergentes, favorecendo assim a absorção de catabolitos da digestão ou mesmo de outras substâncias estranhas presentes na digestão (resíduos químicos, por exemplo), predispondo desta forma comprovadamente à problemas inclusive, oncogênicos (Schliesser & Strauch⁵).

Considerando-se ainda o ar como suporte microbiano, cabe-lhe atenção especial quanto à sua unidade relativa, principalmente nas técnicas de fumigação com os formaldeídos. Neste caso condiciona-se a eficácia à umidade relativa do ar em torno de 80 a 95% (Schliesser & Strauch⁵).

Finalmente, considerando-se os condicionantes da eficácia até aqui descritos, podem ser assim resumidas as expectativas feitas frente a um desinfetante químico:

1 — possuir um espectro de ação amplo, nas concentrações usuais;

2 — possuir ação rápida e irreversível frente aos diversos grupos de microorganismos ou possuir alta seletividade frente a microorganismos bem específicos;

3 — perda de potência mínima por influências ambientais (matéria orgânica, temperatura, alterações de pH);

4 — constância e estabilidade em sua composição química (capacidade de ser armazenado sob a forma concentrada, estabilidade das reações, solubilidade em água);

5 — não provocar danos ao homem ou aos animais durante ou após a aplicação; ser atóxico através de reações e alimentos (não influenciar através de odor, gosto ou coloração);

6 — ser tolerado pelos materiais de construção;

7 — ser de fácil aplicabilidade (efeito de limpeza, efeito de emulsão);

8 — ser econômico;

Pelo exposto pode-se concluir não existir o desinfetante ideal. Cabe ponderar sua eleição frente às situações problemas, os agentes indesejáveis, os riscos toxicológicos aos hospedeiros e ao ambiente e, inclusive sua eficiência (relações Custo/Benefício) o que requer do profissional de saúde conhecimentos, habilidade e antes de tudo atitudes e uma profunda motivação.

SUMMARY: Factors which condition the efficacy of chemical disinfectants are analyzed, such as causal agent, infecting dosage, acting span, concentration, temperature, organic matter present, and the kind of support or building material employed.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BORNEFF, J. *Hygiene*. 3. ed., Stuttgart, Thieme, Cap. 6, 1977.
2. EL-MOUKIDAD, A.R. The effect of several disinfectantes on pre-parasitary development stages. *Wiener Tierärztlichen Monatsschrift*, Wien, 63, 64: 399-405, 85-89, 1977.
3. KIRCHHOFF, H. Wirkungsmechanismen chemischer Desinfektionsmittel. III Restenzmechanismen. *Gesundheitswesen und Desinfektion*, Wiesbaden, 66: 160-163, 1974.

4. REBER, H. Desinfektion: Vorschlag fuer eine Definition. *Zentralblatt fuer Bakteriologie und Hygiene*, Labteilung, Originale B, Stuttgart, 157: 421-438, 463-477, 1973.
5. SCHLIESSER, Th. & STRAUCH, D. *Desinfektion in Tierhaltung, Fleischund Milchwirtschaft*. Stuttgart, Enke, Cap. I e IV, 1981.
6. SPICHER, G. & TIMM, H. Untersuchungen ueber die Resistenz von Tollwut-virus fixe. *Zentralblatt fuer Bakteriologie und Hygiene*. I. Abteilung, Originale A, Stuttgart, 225: 154-174, 1973

Endereço do Autor: José Maria Wiest
Author's Address: Caixa Postal 2172
90.000 Porto Alegre-RS
Brasil