



Contaminação do ar em salas cirúrgicas durante cirurgias de artroplastias total de quadril e joelho, hemiartroplastias e osteossínteses no centro cirúrgico de um hospital brasileiro

Air contamination levels in operating rooms during surgery of total hip and total knee arthroplasty, hemiarthroplasty and osteosynthesis in the surgical center of a Brazilian hospital

Elias José Oliveira Von Dolinger¹, Denise Von Dolinger de Brito², Gildo Moarcir de Souza³, Geraldo Batista de Melo² e Paulo Pinto Gontijo Filho²

RESUMO

Introdução: Avaliou-se o nível da contaminação do ar em cirurgias ortopédicas.

Métodos: O ar das salas cirúrgicas foi analisado microbiologicamente através da exposição de placas próximas à mesa cirúrgica por uma hora. **Resultados:** Foram evidenciados valores acima do recomendado (369 UFC/m³) nas salas convencionais, assim como naquelas com ar ultralimpo. A contaminação foi predominantemente por *Staphylococcus sp* (86,9%). Verificou-se um número alto de pessoas presentes no interior das salas cirúrgicas, assim como de abertura da porta. **Conclusões:** Os níveis de contaminação se apresentaram acima dos valores aceitos por agências reguladoras, representando risco para os pacientes.

Palavras-chaves: Sala cirúrgica. Contaminação do ar.

ABSTRACT

Introduction: The air contamination levels during orthopedic surgeries were evaluated. **Methods:** The air of operating rooms (ORs) was examined through exposure to microbiological plates placed near the surgical table for an hour. **Results:** Values above that recommended (369 CFU/m³) for conventional ORs and ORs with ultraclean air were determined. Contamination was predominantly by *Staphylococcus sp* (86.9%). In all surgeries a high number of people were present inside the ORs and the doors were opened frequently. **Conclusions:** The contamination levels are above the values accepted by regulatory agencies, representing risk for patients.

Key-words: Operating theatre. Airborne infection.

O controle do ar é importante na redução da contaminação bacteriana na incisão cirúrgica e infecções de sítio cirúrgico^{1,2}. A contaminação bacteriana aérea da sala cirúrgica é considerada um dos maiores fatores de risco para infecção de sítio cirúrgico³.

Os Centros Cirúrgicos com salas dotadas de filtros microbiológicos (ar ultralimpo) destinados às cirurgias de próteses ortopédicas utilizam o sistema de fluxo laminar, as contagens bacterianas no ar devem ser menor que 10 Unidades Formadoras de Colônias (UFCs)/m³ durante a cirurgia³.

1. Curso de Graduação em Enfermagem da Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. 2. Disciplina de Microbiologia, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. 3. Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

Endereço para correspondência: Dr. Elias José Oliveira Von Dolinger. R. Osório José da Cunha 700/Bloco A/203, Bairro Brasil, 38400-648 Uberlândia, MG.

Tel: 55 34 3232-2280/9192-6672

e-mail: elias.brito@terra.com.br

Recebido para publicação em 29/12/2009

Aceito em 19/03/2010

Em hospitais de países em desenvolvimento, as salas cirúrgicas usualmente não obedecem às normas quanto aos parâmetros físicos, químicos e biológicos estabelecidos nos EUA e Europa e são geralmente equipadas com unidades de ar condicionado montados nas janelas e paredes, com a maior finalidade de oferecer conforto do que garantir qualidade microbiológica².

A maioria das infecções relacionadas a implantes ortopédicos é devida às bactérias Gram-positivas aeróbias, predominando *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis* (44% a 50%). Estes microrganismos formam biofilme nas superfícies de próteses e implantes, possibilitando uma maior resistência aos antibióticos⁴.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o nível da contaminação do ar no início e final de cirurgias de próteses de quadril e joelho, hemiartroplastia e de osteossíntese, realizadas em salas cirúrgicas com sistema de ar convencional e ultralimpo.

O Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC-UFU) é um hospital de ensino e assistência terciária, com 503 leitos. No total, são 12 salas cirúrgicas com ar proveniente de um sistema central de ar condicionado, onde cinco salas dispõem de filtros microbiológicos absolutos conjugados que oferece ar ultralimpo e as demais não dispõem de filtros absolutos, oferecendo ar convencional.

A pesquisa foi desenvolvida no período de janeiro a dezembro de 2008, em salas cirúrgicas com sistema de ar convencional ou ultralimpo com avaliação de sete cirurgias de prótese (quatro artroplastias total de quadril e três artroplastias total de joelho), três hemiartroplastias e sete osteossínteses, pela técnica de exposição (método de sedimentação), utilizando-se duas placas de petri de 90mm de diâmetro, contendo meio de cultura, distribuídas a um metro de qualquer obstáculo, expostas pelo tempo de uma hora a partir da incisão cirúrgica e outro conjunto de placas durante a fase terminal da cirurgia, nas mesmas condições descritas anteriormente. A escolha da cirurgia foi aleatória sem prévio aviso, com conhecimento apenas do chefe da equipe cirúrgica.

A identificação dos microrganismos foi realizada seguindo métodos microbiológicos clássicos e o teste de suscetibilidade aos antimicrobianos pela difusão em gel⁵. A produção de biofilme em amostras de *S. aureus* e *Staphylococcus coagulase-negativa* (SCoN) foi analisada através do método descrito por Rohde e cols⁶, utilizando-se placa de microtitulação de poliestireno de 96 poços e espectrofotômetro

(570nm). O valor médio dos oito poços foi calculado, após três repetições do teste. As amostras com leitura de $OD_{570} < 0,1$, OD_{570} entre 0,1 e 1,0 e $OD_{570} > 1,0$ foram consideradas negativas, produtoras moderadas e intensas de biofilme, respectivamente.

Foi realizada análise estatística para avaliação da diferença de contaminação microbiológica do ar da sala cirúrgica entre o início e final de cada cirurgia avaliada. Foram utilizados o teste do χ^2 (meta-análise de Mantel-Haenszel) para comparação entre as variáveis e o teste exato de Fisher para as variáveis com o n menor ou igual a 5.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia sob o nº. 159/06, cumprindo os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2000).

Foi monitorado microbiologicamente o ar de salas cirúrgicas, sem o conjunto de filtros (convencional) e com o conjunto de filtros (ultralimpo), em 17 cirurgias ortopédicas, sendo que a maioria das artroplastias (57,2%), hemiartroplastias (33,3%) e osteossínteses (42,8%) foram realizadas com sistema de ar ultralimpo. Nas artroplastias e hemiartroplastias, as médias dos tempos cirúrgicos foram acima do percentil 75% recomendado para estas cirurgias, observando-se variação entre 105 minutos a 250 minutos; e, nas osteossínteses o tempo médio foi de 101 minutos com uma variação de 50 minutos a 220 minutos. Em todas as cirurgias, verificou-se um número alto de pessoas presentes (média 9) no interior das salas cirúrgicas e a abertura da porta durante as cirurgias foi em média igual a 60 vezes (Tabela 1).

A análise microbiológica quantitativa evidenciou contaminação do ar acima dos valores recomendados pela Agência Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)⁷ em 10 (58,8%) das cirurgias, sendo 3 (30%) de hemiartroplastias e 7 (70%) de artroplastias. Destas, 50%

foram realizadas em sistema de ar ultralimpo e 50% em salas com sistema de ar convencional. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as contagens no início e no final dos três grupos de cirurgias (artroplastias, hemiartroplastias e osteossínteses) incluído no estudo.

Em todas as cirurgias avaliadas a equipe cirúrgica usava roupas de algodão e os acessórios, como máscaras e gorros, não foram utilizados adequadamente, não havendo a preocupação com o posicionamento adequado dos mesmos.

No total, considerando os dois tipos de salas, convencional e com ar ultralimpo, a contaminação do ar foi predominantemente por cocos Gram-positivos (71,4%). Destes, 86,9% foram *Staphylococcus sp*, representados por *Staphylococcus coagulase negativa* (62,7%), seguido de *Staphylococcus aureus* (37,3%). A presença de fungos totalizou 21,2%, predominando em ar convencional (30,3%) ao contrário do ultralimpo (4,2%) (Tabela 2).

A resistência à oxacilina foi detectada acima de 30% nas amostras de *Staphylococcus coagulase-negativa* (SCoN) e 21,3% das amostras de *S. aureus*. Verificou-se também a ausência de amostras com resistência a vancomicina (Tabela 3). Na avaliação da formação de biofilme, em amostras de *S. aureus* e SCoN, destaca-se que a maioria das amostras isoladas do ar da sala cirúrgica apresentaram produção moderada de biofilme, 91,7% e 97,5%, respectivamente.

As bactérias que causam infecções nas cirurgias ortopédicas são usualmente introduzidas na ferida no momento da inserção do implante/prótese⁸. O ar na sala cirúrgica contém microrganismos provenientes da poeira, vestimentas, escamas de pele e aerossóis eliminados a partir do trato respiratório, e o nível de contaminação aumentam significativamente com o número de pessoas presentes e de vezes em que a porta é aberta⁹.

TABELA 1 - Contagens de microrganismos no ar pela técnica de sedimentação espontânea e variações relacionadas com a contaminação durante artroplastias total (quadril e joelho), hemiartroplastias de quadril e osteossínteses, no Centro Cirúrgico do HC-UFU.

Cirurgias (N)	Monitoramento do ar				Tempo cirúrgico (Y)	Nº de pessoas	Abertura de porta da sala	Contagens bacteriana** X UFC/m ³ (Var) (#)			
	convencional		ultralimpo					sala ar convencional		sala ar ultralimpo	
	nº	%	nº	%				início	final	início	final
Artroplastias(*) (7)	3	42,8	4	57,2	154(105-290)	10 (8-13)	59 (41-116)	165 (126-189)	216 (135-333)	162 (135-198)	122 (63-180)
Hemiartroplastias (3)	2	66,7	1	33,3	196(120-250)	9 (7-11)	64 (56-74)	369 (72-540)	67,5(63-72)	72 (72-72)	162 (162-162)***
Osteossínteses (7)	4	57,2	3	42,8	101(50-220)	8 (6-11)	66 (23-136)	144 (90-315)	193 (99-414)	165 (162-207)	126(108-144)
Total (17)	9	53,0	8	47,0	150(50-290)	9 (6-13)	63 (23-136)	226 (72-540)	158,8 (63-414)	133 (72-207)	136,6 (63-180)

*Artroplastias total de quadril (4) e joelho (3), Y: Tempo cirúrgico (cut point) 120 min (artroplastias, hemiartroplastias de quadril, osteossínteses), **p>0,05 (início versus final). ***Foi realizada uma hemiartroplastia na sala de ar ultralimpo.

#Limites de contagens microbianas: ANVISA: ar convencional (200UFC/m³) ar ultralimpo (50UFC/m³) X(Var) – média (variação - mínimo e máximo).

TABELA 2 - Microrganismos presentes no ar convencional e ultralimpo de salas cirúrgicas no Centro Cirúrgico do HC-UFU, durante cirurgias ortopédicas (artroplastias total de quadril e joelho, hemiartroplastias e osteossínteses).

Microrganismos	Total		Ar convencional		Ar ultralimpo	
	nº = 203	%	nº = 132	%	nº = 71	%
Cocos Gram positivos	145	71,4	83	62,9	62	87,3
<i>Staphylococcus spp</i>	126	86,9	72	86,7	54	87,1
<i>Staphylococcus aureus</i>	47	37,3	26	36,1	21	38,9
<i>Staphylococcus coagulase-negativa</i>	79	62,7	46	63,9	33	61,1
<i>Micrococcus spp</i>	19	13,1	11	13,3	8	12,9
Bacilos Gram-negativos	-	-	-	-	-	-
Bacilos Gram-positivos	15	7,4	9	6,8	6	8,4
Fungos	43	21,2	40	30,3	3	4,2
filamentosos	11	25,6	11	27,5	-	-
leveduriformes	32	74,4	29	72,5	3	100,0

TABELA 3 - Espectro de resistência a antibióticos de amostras de *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus coagulase-negativa* isoladas de salas cirúrgica durante cirurgias ortopédicas no HC-UFU.

Antibiótico	<i>Staphylococcus aureus</i>						SCN*					
	total		Sala cirúrgica				total		Sala cirúrgica			
	n° = 47	%	n° = 26	%	n° = 21	%	n° = 79	%	n° = 44	%	n° = 35	%
Ampicilina	26	55,3	13	50,0	13	61,9	53	67,1	25	56,8	28	80,0
Ampicilina/Subactam	5	10,6	3	11,5	2	9,5	24	30,4	11	25,0	13	37,1
Cefalosporinas	10	21,3	3	11,5	7	33,3	26	32,9	10	22,7	16	45,7
Eritromicina	13	27,6	6	23,1	7	33,3	46	58,2	26	59,1	20	57,1
Oxacilina	10	21,3	3	11,5	7	33,3	26	32,9	10	22,7	16	45,7
Clindamicina	4	8,5	1	3,8	3	14,3	14	17,7	6	13,6	8	22,8
Vancomicina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetraciclina	10	21,3	4	15,4	6	28,6	12	15,2	5	11,4	7	20
Gentamicina	6	12,8	2	7,7	4	19,0	9	11,4	6	13,6	3	8,6

**Staphylococcus coagulase-negativa*.

Durante nosso estudo, alguns profissionais da equipe cirúrgica negligenciaram medidas preconizadas pelo CDC⁹ como o uso de jóias e particularmente o uso inadequado da máscara facial, gorro e uso de aparelhos eletrônicos pessoais. A redução no número de partículas aéreas pode ser alcançada através de medidas disciplinares simples e de baixo custo como a limitação do número e tráfego de pessoal no interior da sala e paramentação adequada¹⁰.

A utilização da técnica de exposição de placas, adotada neste estudo, permite uma estimativa clinicamente relevante da contaminação bacteriana no ar por estimar microrganismos que sedimentam sobre a ferida cirúrgica³. As coletas do ar no Centro Cirúrgico foram realizadas no início e final da cirurgia ortopédica, por se tratar de cirurgias com tempo prolongado, a exemplo de Knobben e cols².

Outra variável importante que predispõe a infecção de sítio cirúrgico é o tempo de cirurgia¹⁰. Este foi determinado em todas as 17 cirurgias ortopédicas monitoradas, com valores médios mais altos nas hemiartroplastias, artroplastias total quadril e joelho e osteossíntese. O tempo cirúrgico mais prolongado em um ambiente contaminado favorece a contaminação da ferida e consequentemente o desenvolvimento da infecção¹¹.

Os principais microrganismos presentes no ar de salas cirúrgicas incluem os *Micrococcus* sp e *Staphylococcus* sp, reflexo da sua presença na microbiota humana^{3,4}. Em salas cirúrgicas com sistema dotado de filtros absolutos, com 99,9% de eficiência, estes microrganismos não são encontrados⁸.

Os nossos resultados evidenciaram a predominância de cocos Gram-positivos no ar, sem diferença significativa entre salas com ar convencional e ultralimpo e a predominância dos *Staphylococcus* sp. A presença de bacilos Gram-negativos não foi verificada, mas, a de fungos nas salas com ar convencional foi expressiva (30,3%), refletindo provavelmente a precariedade na limpeza dos ductos de ventilação.

A produção moderada de biofilme foi constatada na maioria das nossas amostras de *Staphylococcus*, recuperadas do ar das salas cirúrgicas apresentando resistência a oxacilina em média de 27,1% para *S. aureus* e SCoN.

A patogênese de infecções em cirurgias de implantes ortopédicos e osteossínteses é influenciada pela capacidade de formação do biofilme pelos microrganismos responsáveis, com uma

susceptibilidade diminuída aos antibióticos, destacando-se o *S. aureus* e *S. epidermidis*^{11,12}.

Os resultados obtidos evidenciaram uma contaminação microbiológica do ar acima dos limites aceitáveis em cerca de 59% das cirurgias ortopédicas analisadas, com um percentual de 50% tanto naquelas com sistema de ar convencional como no sistema de ar ultralimpo, com predominância dos cocos Gram-positivos.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver nenhum tipo de conflito de interesse no desenvolvimento do estudo.

SUPORTE FINANCEIRO

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

1. Wittehouse JD, Friedman ND, Kirkland KB, Richardson WJ. The impact of surgical-site infections following orthopedic surgery at a community hospital and a university hospital: Adverse quality or life, excess length of stay and extra cost. *Infect Control and Hosp Epidemiol* 2002; 23:183-189.
2. Knobben BAS, Van Orn JR, Van Der Mei HC, Busscher HJ. Evaluation of measures to decrease intra-operative bacterial contamination in orthopaedic. *J Hosp Infect* 2006; 62:174-180.
3. Friberg B, Friberg S, Burman LG. Inconsistent Correlation between aerobic bacterial surface and air counts in operating rooms with ultra clean laminar air flows: proposal of a new bacteriological standard for surface contamination. *J Hosp Infect* 1999; 42: 287-293.
4. Ehrlich GD, Stoodley P, Kathju S, Zhao Y, Mcleod BR, Balaban N, et al. Engineering approaches for the detection and control of orthopaedic biofilm infections. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 437:59-66.
5. CLSI - Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. 5th ed, Approved Standard M7-A5. Wayne, Pennsylvania; 2005. v. 20.
6. Rohde H, Burandt EC, Siemssen N, Formmelt L, Burdelski C, Wurster S, et al. Polysaccharide intercellular adhesion or protein factors in biofilm accumulation of *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus* isolated from prosthetic hip and knee joint infections. *Biomaterials* 2007; 28:1711-1720.
7. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7256, Tratamento de ar em Estabelecimento Assistenciais de Saúde (EAS). Requisitos para projetos e

execução das Instalações, 2ª ed. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas técnicas; 2005. p. 1- 22.

8. Rui Z, Guangbei T, Jihong L. Study on biological contaminant control strategies under different ventilation models in hospital operating room. *Building and Environment* 2008; 43:793-803.
9. Mangram AJ, Horan TC, Pearson MI, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; 20:247-278.
10. Gosden PE, Macgoean AP, Bannister GC. Importance of air quality and related factors in the prevention of infection in orthopaedic implant surgery. *J Hosp Infect* 1998; 39:173-180.
11. Lew DP, Pittet D, Waldvogel FA. Infections that complicate the insertion of prosthetic devices. *In: Mayhall CG, editor. Hospital Epidemiology and Infection Control*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004. p. 1181-1205.
12. Trampuz A, Zimmerli W. Diagnosis and treatment of infections associated with fracture-fixation devices. *INJURY* 2006; 37(suppl 2):S59-S66.