

## Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos produzidos pela fumaça do eletrocautério e uso de equipamentos de proteção individual<sup>1</sup>

Caroline Vieira Claudio<sup>2</sup>  
Renata Perfeito Ribeiro<sup>3</sup>  
Júlia Trevisan Martins<sup>3</sup>  
Maria Helena Palucci Marziale<sup>4</sup>  
Maria Cristina Solci<sup>5</sup>  
José Carlos Dalmas<sup>6</sup>

**Objetivos:** analisar as concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos provenientes da fumaça do eletrocautério em salas cirúrgicas e o uso de equipamentos de proteção individual pela equipe intraoperatória quando expostos aos hidrocarbonetos. **Método:** pesquisa de campo, exploratória e transversal realizada em um centro cirúrgico. Na amostra composta por 50 cirurgias abdominais com uso de eletrocautério, os gases foram coletados por bomba de sucção a vácuo. Um formulário foi aplicado para identificar o uso dos equipamentos de proteção. Realizou-se a leitura dos gases por cromatografia. Os dados foram analisados por estatística descritiva e teste de Spearman. **Resultados:** 17 (34%) foram as colecistectomias com tempo médio cirúrgico de 136 minutos e tempo médio de uso do eletrocautério de 3,6 minutos. Hidrocarbonetos foram detectados no ar das salas operatórias em 100% dos atos cirúrgicos. Detectou-se o naftaleno em 48 (96,0%) cirurgias e o fenantreno em 49 (98,0%). As concentrações médias desses compostos foram de 0,0061 mg/m<sup>3</sup>. Houve correlação (0,761) forte entre estes compostos. A equipe intraoperatória não utilizou máscaras respiratórias, como a N95. **Conclusão:** a fumaça do eletrocautério produz gases prejudiciais à saúde da equipe intraoperatória exposta e diante da baixa adesão ao uso de equipamentos de proteção individual, tornando-se preocupante esta exposição.

**Descritores:** Exposição Ocupacional; Poluentes Ocupacionais do Ar; Eletrocirurgia; Eletrocoagulação; Equipamentos de Proteção.

<sup>1</sup> Artigo extraído da dissertação de mestrado "Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos produzidos pela fumaça do eletrocautério: risco químico à equipe intraoperatória", apresentada à Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

<sup>2</sup> MSc, Enfermeira, Hospital do Coração de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

<sup>3</sup> PhD, Professor Adjunto, Departamento de Enfermagem, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

<sup>4</sup> PhD, Professor Titular, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Centro Colaborador da OMS para o Desenvolvimento da Pesquisa em Enfermagem, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

<sup>5</sup> PhD, Professor Associado, Departamento de Química, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

<sup>6</sup> PhD, Professor Associado, Departamento de Estatística, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

### Como citar este artigo

Claudio CV, Ribeiro RP, Martins JT, Marziale MHP, Solci MC, Dalmas JC. Polycyclic aromatic hydrocarbons produced by electrocautery smoke and the use of personal protective equipment. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2017;25:e2853. [Access 

mês	dia	ano

]; Available in: 

URL

. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1561.2853>.

## Introdução

O ambiente de trabalho nos centros cirúrgicos (CC) é envolto a riscos ocupacionais devido às peculiaridades do ambiente e das tarefas executadas. Dentre tais riscos elegeu-se para este estudo o risco químico, resultante da fumaça cirúrgica proveniente do eletrocautério, aparelho que tem como finalidade a dissecação e a coagulação dos tecidos. Seu uso reduz o tempo cirúrgico e o sangramento intraoperatório<sup>(1)</sup>.

O uso do eletrocautério produz fumaça cirúrgica devido ao aquecimento dos tecidos. Essa fumaça pode conter diversos poluentes químicos na forma de gases ou de partículas<sup>(2)</sup>. Dentre os poluentes químicos, estudos exploratórios identificaram os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA)<sup>(3-4)</sup>, os compostos orgânicos voláteis<sup>(5)</sup> e os óxidos de carbono, devido ao processo de combustão da fumaça<sup>(2,6)</sup>.

Esses compostos químicos podem desencadear nocivos efeitos ao organismo humano, incluindo câncer<sup>(7-8)</sup> e sinais e sintomas respiratórios, como ardor faríngeo, congestão nasal, náuseas e cefaleia<sup>(1-2)</sup>. Assim, a fumaça gerada pelo uso do eletrocautério torna-se um risco químico à saúde dos trabalhadores que compõem a equipe intraoperatória.

Os HPA são classificados como compostos químicos orgânicos contendo no mínimo dois anéis aromáticos formados apenas pelo carbono e o hidrogênio<sup>(9)</sup>. Esses compostos são gerados durante processos de combustão incompleta, como a do carvão, da madeira, do lixo, do tabaco e da carne grelhada<sup>(8)</sup>. Podem ser formados também durante o uso do eletrocautério, pois estudos desenvolvidos em Lübeck (Alemanha)<sup>(3)</sup>, Changhua (Taiwan)<sup>(4)</sup> e em Uppsala (Suécia)<sup>(10)</sup> identificaram os referidos compostos na fumaça cirúrgica gerada pelo uso do aparelho em questão.

Existem mais de 100 tipos de HPA<sup>(8)</sup>, entretanto inexistem na literatura recomendações para o limite de tolerância à exposição humana a todos esses tipos. Agência americana<sup>(11-12)</sup> regulamenta limites ocupacionais das concentrações do naftaleno, que é 50 mg/m<sup>3</sup>, e do antraceno, do fenantreno e do pireno, que é de 0,2 mg/m<sup>3</sup> para cada um deles, considerando a exposição ocupacional de em média de oito horas diárias trabalhadas. Entretanto, não há recomendação sobre os limites de tolerância a esses compostos para trabalhadores da equipe intraoperatória expostos durante tempos cirúrgicos variados em salas operatórias.

Nos Estados Unidos da América, aproximadamente 500.000 trabalhadores de saúde, incluindo cirurgiões, instrumentadores cirúrgicos, anesthesiologistas e enfermeiros, estão expostos à fumaça cirúrgica<sup>(13)</sup>. Também estão expostos pós-graduandos em medicina

e de enfermagem, presentes no ato cirúrgico. Conforme levantamento bibliográfico<sup>(14)</sup>, não identificamos estudos brasileiros publicados sobre a exposição e a composição da fumaça cirúrgica.

A fim de reduzir os riscos químicos relacionados à exposição da fumaça cirúrgica, medidas preventivas precisam ser implementadas durante os atos cirúrgicos nas salas operatórias, como sistemas de exaustão local de fumaça<sup>(15)</sup>, sistemas de ventilação eficazes<sup>(16)</sup>, além do uso das máscaras respiratórias pelos trabalhadores da equipe intraoperatória, como a N95<sup>(17)</sup> e os óculos de proteção<sup>(16)</sup>.

Buscando ampliar o conhecimento adquirido sobre a nocividade da exposição química aos HPA, esse estudo foi realizado a fim de responder os seguintes questionamentos: - Quais as concentrações de HPA no ar das salas operatórias provenientes da fumaça cirúrgica do eletrocautério durante o ato cirúrgico? - A equipe intraoperatória utiliza equipamentos de proteção individual (EPI) adequados quando expostos aos HPA?

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar as concentrações de HPA provenientes da fumaça do eletrocautério em salas cirúrgicas e o uso de EPI pela equipe intraoperatória quando expostos aos hidrocarbonetos. Os objetivos específicos foram caracterizar o ambiente de salas operatórias e identificar as concentrações de HPA provenientes da fumaça do eletrocautério durante os atos cirúrgicos.

## Método

Pesquisa de campo, exploratória e transversal com abordagem quantitativa. Foi realizada em um CC de uma instituição hospitalar pública de ensino localizada no norte do Paraná, Brasil, onde atuam 262 trabalhadores de saúde e pós-graduandos, sendo oito enfermeiros, oito residentes em Enfermagem Perioperatória, 16 técnicos de enfermagem, 23 auxiliares de enfermagem, 18 anesthesiologistas, 13 residentes em Anesthesiologia, 83 cirurgiões e 93 residentes em cirurgia, todos expostos à fumaça cirúrgica.

O CC é constituído por sete salas operatórias. Em média, 700 cirurgias são realizadas por mês, abrangendo diversas especialidades médicas. As cirurgias eletivas são realizadas nos dias úteis das 7 às 17 horas e as de urgência e emergência são realizadas todos os dias da semana, incluindo o período noturno e os feriados.

Este estudo foi realizado com uma amostra intencional composta por 50 cirurgias abdominais nas quais o eletrocautério foi utilizado durante o ato cirúrgico. A escolha por essas cirurgias se deu devido à grande frequência diária com que é realizada (de uma a três por dia) utilizando-se o eletrocautério. Em média, são realizadas 30 cirurgias dessa especialidade por mês.

Foram adotados como critérios de inclusão da amostra, as cirurgias abdominais com uso do eletrocautério durante o ato cirúrgico, excluindo-se as cirurgias abdominais abertas e videolaparoscópicas de emergências, por serem procedimentos que precisavam de intervenções cirúrgicas imediatas, dificultando a montagem dos aparelhos para a coleta dos dados. A montagem do sistema de coleta era realizada diariamente e a cada ato cirúrgico. A coleta de dados ocorreu nos turnos matutino, vespertino e noturno, no período de 22 de abril a oito de julho de 2015.

Um formulário de caracterização das salas operatórias e outro de caracterização da cirurgia, do uso do eletrocautério, da equipe cirúrgica e do uso de EPI (máscaras e óculos) foram construídos com base em dados da literatura, sendo este último avaliado quanto ao conteúdo e objetividade por três enfermeiras pesquisadoras com experiência na área de Saúde do Trabalhador e Assistência Perioperatória as quais avaliaram os instrumentos como adequados para este estudo. Para o processo de testes dos referidos instrumentos de coleta de dados, um pré-teste foi realizado em seis cirurgias abdominais.

Para avaliação dos EPI utilizados pela equipe intraoperatória foram considerados os EPI máscara cirúrgica, máscara respiratória (N95) e óculos de proteção<sup>(15-17)</sup>.

Uma bomba de sucção a vácuo da marca *ASF Thomas*<sup>®</sup> e do modelo *D-82178 Puchhe im* foi testada para a coleta dos HPA. Constatou-se que o teste da bomba mostrou-se válido e fidedigno para sugar os HPA do ar das salas cirúrgicas. A referida bomba é composta por uma bateria e um prolongamento de plástico no qual eram conectados, a cada ato cirúrgico, cartuchos adaptados em seringas de cinco mililitros.

Cada cartucho é composto por uma resina da marca comercial Amberlite<sup>®</sup> XAD4, sendo caracterizada como um adsorvente polimérico com grandes poros capaz de remover do ar compostos aromáticos, como os HPA, um filtro com a finalidade de permitir a passagem dos HPA apenas na forma gasosa, impedindo, assim, a passagem desses compostos na forma particulada e uma espuma de polipropileno, a qual permitia a fixação da resina XAD4, impedindo-a de sair pela ponta do cartucho.

A bomba de sucção a vácuo permaneceu ligada durante todo o ato cirúrgico avaliado, sob a vazão de 120 litros por hora, desde a abertura do campo operatório até o seu fechamento, sendo localizada em um ponto fixo na altura da zona de respiração dos trabalhadores, especificamente, a sete centímetros do campo operatório.

Os HPA foram extraídos da resina XAD4 e concentrados e a leitura foi determinada por cromatografia líquida de alta eficiência. Esse cromatógrafo é capaz de analisar 16 tipos de HPA, a

saber: naftaleno, acenafteno, acenaftileno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, criseno, benzo(a) antraceno, benzo(b) fluoranteno, benzo(k) fluoranteno, benzo(a) pireno, dibenzo(a,h) antraceno, benzo(g,h,i) perileno e indeno(1,2,3-cd)pireno.

A preparação, extração dos cartuchos e a leitura dos HPA, foram realizadas por um mestrando e um doutorando na área de química em um laboratório de análise dos compostos do ar.

Os dados coletados com uso dos formulários e os valores das concentrações dos HPA foram registrados na planilha Excel<sup>®</sup> 2010 com dupla digitação e na sequência, organizados e analisados pelo *software Statistical Package for a Social Science*<sup>™</sup> versão 20.0. A estatística descritiva foi utilizada, mediante o cálculo de frequência e o percentual, para as variáveis categóricas (tipo de cirurgia, período da cirurgia, modalidade de uso do eletrocautério, caracterização da equipe e uso dos EPI) e a média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo para as variáveis contínuas (tempo cirúrgico, tempo de uso do eletrocautério, energia do eletrocautério e concentrações dos HPA). O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para testar a hipótese de normalidade na distribuição das variáveis quantitativas, as quais não apresentaram normalidade ( $p < 0,01$ ). Escolheu-se o teste de correlação de Spearman, teste não paramétrico utilizado para as variáveis contínuas. O nível de significância utilizado foi de 0,05.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do local do estudo em setembro de 2014, sob registro n.º 34232714.1.0000.5231 e conduzido em concordância com os preceitos éticos do Comitê Nacional de ética em Pesquisa.

## Resultados

As salas operatórias apresentam áreas físicas diferentes, sendo três com 34,22 m<sup>2</sup>; duas, 32,78 m<sup>2</sup>; e duas, 45,47 m<sup>2</sup>. Cada sala possui duas portas e dois pontos para o ar-condicionado, sendo um central e um individual, ambos localizados na parte superior. Entretanto, não existem exaustores.

Das 50 cirurgias estudadas, 11 (22%) foram colecistectomias, sete (14%) apendicectomias e seis (12%) colecistectomias associadas à colangiografia. Destas, 27 (54%) cirurgias foram abertas e 23 (46%) videolaparoscópicas, sendo 32 (64%) eletivas e 18 (36%) de urgência. Das 50 cirurgias, 27 (54%) ocorreram no período vespertino. O tempo médio total cirúrgico foi de 136 minutos com desvio padrão de  $\pm 84$  minutos e mediana de 113 minutos.

A média de uso do eletrocautério monopolar nos atos cirúrgicos foi de 3,6 minutos com desvio padrão de  $\pm 3,8$  minutos e mediana de 2,4 minutos. A média de

energia utilizada foi de 54,7 watts com desvio padrão de  $\pm 23,7$  watts. A maioria das cirurgias (66%) utilizou a modalidade de corte e coagulação.

No que concerne aos HPA, foram encontrados no ar das salas operatórias os compostos naftaleno e

fenantreno. O naftaleno foi encontrado em 48 (96%) cirurgias e o fenantreno foi detectado em 49 (98%) das cirurgias analisadas.

Conforme a Tabela 1, estão apresentados os escores das concentrações dos HPA identificados nas cirurgias.

Tabela 1 – Escores médios e valores mínimos e máximos das concentrações dos HPA detectados durante os atos cirúrgicos (n=50). PR, Brasil, 2016

Variáveis dos HPA* [mg/m <sup>3</sup> ]	n (%)	Média $\pm$ desvio padrão	Valores mínimos	Valores máximos
Naftaleno e/ou fenantreno	50 (100)	0,0061 $\pm$ 0,0049	0,0006	0,0208
Naftaleno	48 (96)	0,0053 $\pm$ 0,0043	0,0004	0,0188
Fenantreno	49 (98)	0,0007 $\pm$ 0,0007	0,0001	0,0031

\* HPA - hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

Em todas as coletas (100%) foram encontrados HPA. Os valores médios das concentrações dos HPA totais (naftaleno e/ou fenantreno) obtidos foram de 0,0061 mg/m<sup>3</sup>, variando entre 0,0006 e 0,0208. O naftaleno não foi encontrado em apenas duas cirurgias abdominais (colecistectomia e apendicectomia videolaparoscópicas), considerando-se o fenantreno em apenas uma (laparotomia exploradora associada à biópsia de linfonodo para-aórtico). As concentrações médias dos referidos compostos foram de 0,0053 para o naftaleno e de 0,0007 para o fenantreno.

Constatou-se, por meio do teste de Spearman, que existe correlação (0,761) entre as variáveis naftaleno e fenantreno.

No total, 62 trabalhadores de saúde e pós-graduandos estavam presentes nas cirurgias: 11 (17,7%) técnicos e seis (9,7%) auxiliares de enfermagem; quatro (6,5%) residentes em enfermagem perioperatória; seis (9,7%) anestesiológicas; 11 (17,7%) residentes em anestesiologia; nove (14,5%) cirurgiões gerais e 15 (24,2%) residentes em cirurgia geral. Destes, 25 (40,3%) eram do sexo feminino e 37 (59,7%) do masculino.

Conforme a Tabela 2, pode-se verificar o uso dos EPI pela equipe intraoperatória quando expostos à fumaça do eletrocautério nos 50 procedimentos cirúrgicos analisados.

Dentre as medidas recomendadas para a minimização dos efeitos do uso do eletrocautério, está o uso de EPI. As máscaras respiratórias, como a do tipo N95, proporciona filtração de pelo menos 95% de aerossóis, gases e fumaças<sup>(17)</sup>. A utilização das máscaras respiratórias é regulamentada por uma agência americana de saúde ocupacional como proteção secundária em relação à inalação da fumaça cirúrgica<sup>(15)</sup>.

Constatou-se que nenhum trabalhador ou pós-graduando da equipe intraoperatória utilizou algum tipo

de máscara respiratória, como a N95. A maioria (90%) utilizou máscara cirúrgica durante os procedimentos cirúrgicos, entretanto, seis (10%) trabalhadores e pós-graduandos não as utilizaram, sendo cinco residentes em anestesiologia e um anestesiológico. Somente três (5%) pós-graduandos em cirurgia geral utilizaram óculos de proteção durante o uso do eletrocautério.

Tabela 2 – Uso de EPI pela equipe intraoperatória ante a exposição da fumaça do eletrocautério durante os atos cirúrgicos. (n=62). PR, Brasil, 2016

Variáveis/ uso de EPI*	n=62			
	Sim		Não	
	n	%	n	%
Máscara respiratória <sup>†</sup>	---	---	62	100
Máscara cirúrgica <sup>‡</sup>	56	90	6	10
Óculos de proteção	3	5	59	95

\*EPI - equipamento de proteção individual; <sup>†</sup>As máscaras respiratórias, como a N95, são recomendadas nacionalmente e internacionalmente como proteção à inalação de compostos químicos presentes na fumaça cirúrgica<sup>(15,17)</sup>; <sup>‡</sup>A máscara cirúrgica, também conhecida como máscara comum, não é recomendada como proteção à inalação da fumaça cirúrgica<sup>(15,17)</sup>.

## Discussão

O CC do estudo possui um sistema de ar-condicionado central e individual, porém não há exaustores. A literatura enfatiza sobre o tratamento do ar em estabelecimentos de saúde, incluindo sistemas de ventilação e exaustão que sejam capazes de promover a renovação e filtração do ar que pode conter gases e micro-organismos. Assim, é possível reduzir os riscos químicos<sup>(18)</sup>, como é o caso da fumaça cirúrgica. Entretanto, a ausência de exaustores no referido CC torna-se um agravante para a qualidade do ar deste

ambiente e, conseqüentemente, para a saúde da equipe intraoperatória.

As entradas e saídas de ar devem promover movimentação adequada, sempre no sentido da área menos para a mais contaminada. Além disso, a insuflação do ar deve ser projetada de forma a minimizar correntezas e turbulências<sup>(18)</sup>. As correntezas de ar, que muitas vezes são geradas pelo ar-condicionado individual, podem facilitar a dispersão de HPA no ar das salas operatórias.

Aliada à exaustão do ar das salas operatórias, agência americana regulamenta que o uso de uma exaustão local é fundamental, tanto nos procedimentos cirúrgicos abertos como nos videolaparoscópicos, para retirar os gases das salas operatórias provenientes da fumaça cirúrgica. A exaustão local pode ser realizada por meio de um evacuador de fumaça portátil contendo um filtro de alta eficiência para os compostos presentes no ar<sup>(15)</sup>.

Estudos exploratórios realizados em Lübeck (Alemanha), em Uppsala (Suécia), na Escócia (Reino Unido) e em Zurique (Suíça) estudaram a presença de compostos químicos provenientes da fumaça cirúrgica e identificaram HPA<sup>(3,6,10,19)</sup> e compostos orgânicos voláteis<sup>(6,19)</sup>, tanto em procedimentos abertos<sup>(10)</sup> como nos videolaparoscópicos<sup>(6)</sup>.

O tempo médio cirúrgico identificado no presente estudo foi de 136 minutos com desvio padrão de  $\pm$  84 minutos, tempo este similar ao estudo realizado com 15 cirurgias abdominais com coleta da fumaça da cirúrgica proveniente do eletrocautério que apresentou tempo médio cirúrgico de 143,3 minutos<sup>(20)</sup>. Entretanto, o valor da mediana do tempo cirúrgico do presente estudo (113 minutos) foi menor em relação a outro realizado com procedimentos de peritonectomia, cuja mediana foi de 614 minutos<sup>(10)</sup>.

O tempo médio de uso do eletrocautério foi de 3,6 minutos e a mediana foi de 2,4 minutos, valores abaixo do encontrado no estudo realizado em Changhua (Taiwan)<sup>(4)</sup>, e em Daegu (Coreia do Sul)<sup>(5)</sup> cujos tempos médios de uso do eletrocautério foi respectivamente de 33,1 minutos<sup>(4)</sup> e mediana de 68,5 minutos<sup>(5)</sup>. Além disso, estudos realizados em Lübeck (Alemanha) e na Escócia (Reino Unido)<sup>(3,19)</sup> também coletaram a fumaça nos modos de operação de corte e coagulação do eletrocautério, pois para cada cirurgia as modalidades de corte e coagulação podem variar.

Ressalta-se que existem na natureza mais de 100 tipos de HPA<sup>(8)</sup>, contudo, o cromatógrafo líquido utilizado nessa pesquisa consegue detectar somente 16 tipos. Diante disso, dois compostos químicos HPA foram identificados em nosso estudo, o naftaleno e o fenantreno. Os referidos compostos foram encontrados

no ar das salas operatórias em outros estudos realizados em Lübeck (Alemanha)<sup>(3)</sup>, em Changhua (Taiwan)<sup>(4)</sup> e em Uppsala (Suécia)<sup>(10)</sup>.

Os resultados das concentrações dos HPA encontrados neste estudo foram semelhantes ao referido estudo realizado em Uppsala, no qual o naftaleno foi o composto mais abundantemente (97,5%) identificado na fumaça cirúrgica coletada durante 40 peritonectomias, seguido pelo fenantreno (93%)<sup>(10)</sup>. Similarmente, o naftaleno não foi identificado neste estudo em duas cirurgias (colecistectomia e apendicectomia videolaparoscópicas) e o fenantreno não foi detectado em apenas uma (laparotomia exploradora). Contudo, nessas três cirurgias, ao menos um desses dois compostos estava presente.

Sabe-se que os HPA têm impacto negativo sobre a saúde humana, independentemente da concentração, pois possuem elevado potencial carcinogênico, além de efeitos sobre a pele, o fígado e o sistema imunológico<sup>(8)</sup>. Portanto, os compostos naftaleno e fenantreno, identificados no ar das salas cirúrgicas são prejudiciais e podem ocasionar riscos à saúde da equipe intraoperatória.

O naftaleno foi classificado como possível cancerígeno e esse efeito não foi relatado em seres humanos, apenas em ratos experimentais, mas a exposição à inalação desse composto por meio da fumaça cirúrgica pode estar associada a diversos tipos de cânceres, como os dos tecidos pulmonares, olfativos e nasais, em humanos<sup>(21)</sup>. A inalação também pode estar associada à catarata, ao cansaço, à cefaleia, a danos ao fígado e aos rins, além de anemia hemolítica nos seres humanos<sup>(12)</sup>.

Entre os diversos efeitos descritos em relação à inalação do fenantreno, ressalta-se: irritação da pele e das vias respiratórias, tosse, dor de garganta, vermelhidão ocular e dor abdominal<sup>(11)</sup>. Entretanto, a carcinogenicidade do fenantreno não foi estabelecida em animais experimentais ou em humanos<sup>(9)</sup>.

A relação de causa e efeito no desenvolvimento de patologias em humanos é incipiente, pois estudos<sup>(4,10)</sup> relacionam a presença de vários HPA no ar do ambiente cirúrgico, o que dificulta a relação de cada composto com o desenvolvimento específico de determinada patologia.

Os resultados desta pesquisa mostraram que há correlação significativa e forte (0,761) entre a quantidade de naftaleno e a de fenantreno produzidas. Supõe-se, assim, que as produções desses dois compostos crescem em um mesmo sentido.

Os valores médios das concentrações dos HPA naftaleno (0,0053 mg/m<sup>3</sup>) e fenantreno (0,0007 mg/m<sup>3</sup>) identificados foram maiores que as médias de outros estudos. Um estudo realizado em Changhua (Taiwan)



com mastectomias encontrou valores médios de 0,001055 mg/m<sup>3</sup> para o naftaleno e de 0,0000843 mg/m<sup>3</sup> para o fenantreno<sup>(4)</sup>. Outro estudo, realizado em Upsala (Suécia) com peritonectomias, também identificou valores médios abaixo, cujas concentrações foram de 0,0001 mg/m<sup>3</sup> para o naftaleno e de 0,00000627 mg/m<sup>3</sup> para o fenantreno<sup>(10)</sup>.

Os limites ocupacionais de exposição para os HPA são regulamentados por agência americana, sendo de 50 mg/m<sup>3</sup> para o naftaleno e 0,2 mg/m<sup>3</sup> para o fenantreno, baseados em uma média de exposição de oito horas diárias trabalhadas<sup>(11-12)</sup>. Como neste estudo foi avaliada a exposição em cada cirurgia, e não o tempo de exposição diária de cada integrante da equipe intraoperatória, não foi possível relacionar as concentrações encontradas dos HPA com os níveis ocupacionais recomendados. Além disso, o tempo cirúrgico não ultrapassou oito horas.

Considerando o uso frequente do eletrocautério, pequenas concentrações também podem ser preocupantes quando analisado o possível efeito cumulativo. Pois, a equipe intraoperatória está exposta a uma menor quantidade de fumaça em relação às outras categorias de trabalhadores, porém, por um tempo mais prolongado e de forma constante<sup>(1)</sup>. Entretanto, independentemente das concentrações dos HPA produzidos na fumaça cirúrgica, os efeitos são cumulativos, assim como na fumaça do tabaco, e não necessariamente identificados<sup>(7)</sup>.

Portanto, tem-se como prioridade a adoção de medidas preventivas nos CC para a minimização dos riscos químicos devido à exposição à inalação da fumaça cirúrgica, incluindo a utilização de EPI e o uso de sistemas de exaustão local e de ventilação eficaz nas salas operatórias<sup>(15-16)</sup>. Dentre as medidas recomendadas para a minimização dos efeitos do uso do eletrocautério, está o uso de EPI. As máscaras respiratórias, como a do tipo N95, proporciona filtração de pelo menos 95% de aerossóis, gases e fumaças<sup>(17)</sup>. A utilização das máscaras respiratórias é regulamentada por uma agência americana de saúde ocupacional como proteção secundária em relação à inalação da fumaça cirúrgica<sup>(15)</sup>. Entretanto, no presente estudo, nenhum integrante da equipe intraoperatória utilizou algum tipo de máscara respiratória. Ressalta-se que em nenhum ato cirúrgico havia pacientes com precaução de aerossóis.

Comumente em CC de vários países tem-se utilizado apenas as máscaras cirúrgicas ou comuns<sup>(22-23)</sup>. Ressalta-se que as máscaras cirúrgicas não protegem adequadamente a equipe intraoperatória contra microrganismos e patologias transmitidos por aerossóis, nem contra gases e fumaças<sup>(17)</sup> produzidos pelo uso do eletrocautério. Apesar de esse tipo de EPI ainda ser o recomendado no Brasil, neste estudo, uma

pequena porcentagem (10%) dos trabalhadores e pós-graduandos ainda tem negligenciado o uso de tal EPI.

Além do uso das máscaras respiratórias, regulamentação internacional recomenda o uso dos óculos de proteção para toda a equipe exposta à fumaça cirúrgica<sup>(16)</sup>. Porém, apenas três pós-graduandos em cirurgia geral (5%) utilizaram esse EPI.

A Norma Regulamentadora – 32 (NR-32), legislação brasileira vigente – recomenda o uso de óculos de proteção para a exposição a fluidos biológicos, sem citar a necessidade do uso desse EPI para a exposição à fumaça cirúrgica<sup>(24)</sup>.

A adoção de medidas de prevenção – tais como o uso de sistemas de evacuação da fumaça, de ventilação e de EPI – são essenciais para a segurança da equipe intraoperatória. Essas medidas, aliadas à educação permanente, proporcionarão a conscientização da referida equipe, minimização dos riscos químicos e, conseqüentemente, um ambiente laboral seguro e saudável para todos os trabalhadores e pós-graduandos.

Como limitações do estudo, tem-se o delineamento transversal, o qual não permite a generalização dos achados pesquisados. O tempo de exposição à fumaça cirúrgica não avaliado durante oito horas diárias também foi um fator limitante, dificultando a comparação com os níveis ocupacionais internacionais recomendados. Assim, sugere-se que novos estudos sejam desenvolvidos, para a obtenção de novas evidências científicas.

## Conclusão

As salas operatórias do CC deste estudo estão em desacordo com as normas nacionais e internacionais, pois as mesmas são desprovidas de sistemas de exaustão para renovação do ar.

No ar das salas operatórias e em todos os atos cirúrgicos analisados foram identificadas concentrações de HPA, naftaleno e fenantreno, provenientes da fumaça cirúrgica emitida pelo uso do eletrocautério, tanto em cirurgias abertas e de grande porte como nas videolaparoscópicas e de pequeno porte, com forte correlação entre as variáveis naftaleno e fenantreno.

Os valores totais de concentrações encontrados para os HPA, 0,0061 mg/m<sup>3</sup> a 0,208 mg/m<sup>3</sup>, indicam que os trabalhadores e pós-graduandos da equipe intraoperatória estão expostos constantemente a compostos químicos que podem ser danosos à saúde humana devido ao efeito acumulativo.

A adesão ao uso do EPI óculos de proteção pela equipe intraoperatória é baixa e a maioria utiliza máscaras desprovidas de filtros e, portanto, consideradas inadequadas frente à exposição aos HPA. Além das medidas individuais de proteção individual,

medidas coletivas devem ser implantadas objetivando à melhoria da qualidade do ar das salas operatórias.

Este estudo aporta subsídios para futuros estudos objetivando identificar os danos à saúde dos trabalhadores e pós-graduandos expostos à fumaça cirúrgica e oferecer um ambiente de trabalho saudável e seguro para a equipe intraoperatória.

## Agradecimentos

Aos trabalhadores de saúde do Centro Cirúrgico e aos envolvidos nesta pesquisa.

## Referências

1. Navarro-Meza MC, González-Baltazar R, Aldrete-Rodríguez MG, Carmona-Navarro DH, López-Cardona MG. Síntomas respiratorios causados por el uso del electrocauterio en médicos en formación quirúrgica de un hospital de México. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2013;30(1):41-4. doi: 10.1590/S1726-46342013000100008
2. Eickman IU, Falcu M, Fokuhl I, Rügger M. International Section of the ISSA on prevention of occupational risks in health services. Surgical smoke: Risks and preventive measures [Internet]. Germany: International Social Security Association (ISSA); 2012. 45 p. [Access Jan 25, 2016]. Available from: [http://prevencion.umh.es/files/2012/04/2-surgical\\_smoke.pdf](http://prevencion.umh.es/files/2012/04/2-surgical_smoke.pdf)
3. Kisch T, Liodaki E, Kraemer R, Mailaender P, Brandenburger M, Hellwig V, et al. Electrocautery devices with feedback mode and teflon-coated blades create less surgical smoke for a quality improvement in the operating theater. *Medicine*. 2015;94(27):1-6. doi: 10.1097/MD.0000000000001104
4. Tseng HS, Liu SP, Uang SN, Yang LR, Lee SC, Liu YJ, et al. Cancer risk of incremental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in electrocautery smoke for mastectomy personnel. *Wld J Surg Oncol*. 2014;12(31):1-8. doi: 10.1186/1477-7819-12-31
5. Choi SH, Kwon TG, Chung SK, Kim TH. Surgical smoke may be a biohazard to surgeons performing laparoscopic surgery. *Surg Endosc*. 2014;28(8):2374-80. doi: 10.1007/s00464-014-3472-3
6. Gianella M, Hahnloser D, Rey JM, Sigrist MW. Quantitative chemical analysis of surgical smoke generated during laparoscopic surgery with a vessel-sealing device. *Surg Innov*. 2014;21(2):170-9. doi: 10.1177/1553350613492025
7. Buffalo Filter. Overcoming obstacles to smoke plume evacuation what's stopping you? [Internet]. 2015 [Acesso 17 set 2015]. Available from: <http://pfiedler.com/ce/1291/>
8. United States of America. US Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) [Internet]. Atlanta: US Department of Health and Human Services; 1995 [Access Feb 2, 2016]. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.pdf>
9. World Health Organization (WHO). International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures [Internet]. Lyon: IARC; 2010. 853 p. Available from: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol92/mono92.pdf>
10. Andréasson SN, Mahteme H, Sahlberg B, Anundi H. Polycyclic aromatic hydrocarbons in electrocautery smoke during peritonectomy procedures. *J Environ Public Health*. 2012; 2012(929053):1-6. doi : 10.1155/2012/929053
11. United States of America. United States Department of Labor. Occupational Safety & Health Administration. Phenanthrene [Internet]. Washington: Occupational Safety & Health Administration; 2006 [Access Sept 3, 2015]. Available from: [https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_261000.html](https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_261000.html)
12. United States of America. United States Departmente of Labor. Occupational Safety & Health Administration. Chemical Sampling Information. Naphthalene [Internet]. Washington: Occupational Safety & Health Administration; 2012 [Access Sept 3, 2015]. Available from: [https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_255800.html](https://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_255800.html).
13. United States of America. United States Departmente of Labor. Occupational Safety & Health Administration. Safety and Health Topics. Laser/Electrosurgery Plume [Internet]. Washington: Occupational Safety & Health Administration; 2015 [Access Aug 4, 2015]. Available from: <https://www.osha.gov/SLTC/laserelectrosurgeryplume/>
14. Tramontini CC, Galvão CM, Claudio CV, Ribeiro RP, Martins JT. Composição da fumaça produzida pelo bisturi elétrico: revisão integrativa da literatura. *Rev Esc Enferm USP*. 2016;50(1):148-57. doi : <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-62342016000100019>
15. United States of America. Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Hazard Control. Control of Smoke From Laser/Electric Surgical Procedures-HC11 [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 1996 [Access Nov 1, 2015]. Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/hazardcontrol/pdfs/hc11.pdf>

16. New South Wales. Occupational Health & Safety. Work Health and Safety - Controlling Exposure to Surgical Plume [Internet]. Sydney: Occupational Health & Safety; 2015. [Access Jan 20, 2016]. Available from: [http://www0.health.nsw.gov.au/policies/gl/2015/pdf/GL2015\\_002.pdf](http://www0.health.nsw.gov.au/policies/gl/2015/pdf/GL2015_002.pdf)
17. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Cartilha de Proteção Respiratória contra Agentes Biológicos para Trabalhadores de Saúde [Internet]. Brasília: Anvisa; 2009. 95 p. [Acesso 17 set 2015]. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/48b0da00474588939240d63fbc4c6735/tecnovigilancia\\_cartilha\\_protECAo\\_respiratoria.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/48b0da00474588939240d63fbc4c6735/tecnovigilancia_cartilha_protECAo_respiratoria.pdf?MOD=AJPERES)
18. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 7256/2005. Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – requisitos para projeto e execução das instalações. Rio de Janeiro; 2005.
19. Fitzgerald JE, Malik M, Ahmed I. A single-blind controlled study of electrocautery and ultrasonic scalpel smoke plumes in laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2012;26(2):337-42. doi : 10.1007/s00464-011-1872-1
20. Wu YC, Tang CS, Huang HY, Liu CH, Chen YL, Chen DR, et al. Chemical production in electrocautery smoke by a novel predictive model. *Eur Surg Res.* 2011;46(2):102-7. doi: 10.1159/000322855
21. World Health Organization. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene [Internet]. Lyon: IARC; 2002. 590 p. Available from: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol82/mono82.pdf>
22. Oliveira AC; Gama CS. Avaliação da adesão às medidas para a prevenção de infecções do sítio cirúrgico pela equipe cirúrgica. *Rev Esc Enferm USP.* 2015;49(5):767-74. doi: 10.1590/S0080-62342015000050000
23. Coffey CC, Lawrence RB, Campbell DL, Zhuang Z, Calvert CA, Jensen PA. Fitting characteristics of eighteen N95 filtering-facepiece respirators. *J Occup Environ Hyg.* 2004;1(4):262-71. doi : 10.1080/15459620490433799
24. Ministério do Trabalho e Emprego (BR). Portaria n. 485, de 11 de novembro de 2005. Aprova a Norma Regulamentadora nº 32 (Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde). Diário Oficial da União; 16 nov. 2005.

Recebido: 17.3.2016

Aceito: 14.11.2016

---

Correspondência:  
Caroline Vieira Claudio  
Rua Raposo Tavares, 442  
Vila Larsen I  
CEP: 86010-580, Londrina, PR, Brasil  
E-mail: caroline.vieirac@gmail.com

**Copyright © 2017 Revista Latino-Americana de Enfermagem**

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons CC BY.

Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original. É a licença mais flexível de todas as licenças disponíveis. É recomendada para maximizar a disseminação e uso dos materiais licenciados.