

Risco ocupacional: sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica*

Occupational risk: signs and symptoms related to exposure to surgical smoke

Riesgo laboral: signos y síntomas relacionados con la exposición al humo quirúrgico

Aryane Apolinario Bieniek^{1*} , Helenize Ferreira Lima Leachi¹ , Brenda Caroline Lucio Cardoso¹ ,
Miriã Domorato de Campos¹ , Aline Franco da Rocha¹ , Renata Perfeito Ribeiro¹ 

RESUMO: **Objetivo:** Identificar a prevalência e a intensidade dos sinais e sintomas relacionados à exposição ocupacional à fumaça cirúrgica em trabalhadores da saúde e suas medidas de proteção. **Método:** Estudo transversal de caráter descritivo, desenvolvido com trabalhadores da área da saúde expostos à fumaça cirúrgica. A coleta foi realizada em setembro de 2021, em uma instituição de serviço terciário com característica oncológica e filantrópica e em um hospital universitário de alta complexidade. **Resultados:** A amostra foi de 155 participantes, a prevalência de sinais e sintomas: sistema respiratório de 55,45%, sistema ocular 43,22% e sistema nervoso 37,41%, com significância estatística para a intensidade de sinais e sintomas nos sistemas tegumentar ($p=0,05$) e nervoso ($p=0,01$). **Conclusão:** A maior taxa de prevalência dos sinais e sintomas foi nos sistemas respiratório, ocular, nervoso e tegumentar com significância estatística.

Palavras-chave: Eletrocirurgia. Fumaça. Sinais e sintomas. Saúde do trabalhador.

ABSTRACT: Objective: To identify the prevalence and intensity of signs and symptoms related to occupational exposure to surgical smoke in health workers and their protective measures. Method: Descriptive cross-sectional study, developed with healthcare workers exposed to surgical smoke. Collection was carried out in September 2021, in a tertiary service institution with oncological and philanthropic characteristics and in a highly complex university hospital. Results: The sample consisted of 155 participants; the prevalence of signs and symptoms was: respiratory system 55.45%, ocular system 43.22%, and nervous system 37.41%, with statistical significance for the intensity of signs and symptoms in the integumentary ($p=0,05$) and nervous ($p=0,01$) systems. Conclusions: The highest rate of prevalence of signs and symptoms was in the respiratory, ocular, nervous, and integumentary systems with statistical significance.

Keywords: Electrosurgery. Smoke. Signs and symptoms. Occupational health.

RESUMEN: Objetivo: Identificar la prevalencia e intensidad de los signos y síntomas relacionados con la exposición ocupacional al humo quirúrgico en trabajadores de la salud y sus medidas de protección. Método: Estudio transversal descriptivo, desarrollado con trabajadores de la salud expuestos al humo quirúrgico. La colecta se realizó en septiembre de 2021, en una institución de tercer nivel con características oncológicas, filantrópicas y en un hospital universitario de alta complejidad. Resultados: La muestra estuvo conformada por 155 participantes, La prevalencia de signos y síntomas: Sistema respiratorio 55,45%, sistema ocular 43,22% y sistema nervioso 37,41%, con significación estadística para la intensidad de signos y síntomas en los sistemas tegumentarios ($p=0,05$) y nervioso ($p=0,01$). Conclusión: La mayor tasa de prevalencia de signos y síntomas fue en los sistemas respiratorio, ocular, nervioso y tegumentario con significancia estadística.

Palabras clave: Electrocirugía. Humo. Signos y síntomas. Salud laboral.

¹Universidade Estadual de Londrina – Londrina (PR), Brasil.

*Premiado como 1º lugar na categoria: e-pôster oral, trabalho intitulado “Trabalhadores expostos a fumaça cirúrgica: sinais e sintomas”, no 15º Congresso Brasileiro de Enfermagem em Centro Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material e Esterilização.

Autor correspondente: aryanebieniek@gmail.com

Recebido: 01/11/2022 – Aprovado: 19/12/2022

<https://doi.org/10.5327/Z1414-4425202227850>

INTRODUÇÃO

O ambiente hospitalar proporciona ao trabalhador da saúde exposição a diversos riscos ocupacionais, sendo eles classificados como: químicos, físicos, biológicos, ergonômicos e psicossociais. O centro cirúrgico (CC) é considerado uma área crítica de um serviço hospitalar, com vários tipos de tecnologias, o que expõe os trabalhadores a riscos severos a sua saúde^{1,2}.

Como um exemplo de tecnologia, tem-se o bisturi elétrico, que auxilia os procedimentos cirúrgicos³. Com a utilização do bisturi elétrico para a dissecação de tecidos, corte e coagulação, é gerada a fumaça cirúrgica, que consiste em um subproduto gasoso⁴. De acordo com as funções realizadas por esses dispositivos, as células-alvo são aquecidas até o ponto de ebulição (100°C), resultando no rompimento de membranas celulares, e consequentemente as partículas ultrafinas (fumaça cirúrgica) são dispersas no ambiente⁵.

A fumaça cirúrgica é composta de 95% de vapor de água e 5% de material particulado⁶, sendo ele: compostos químicos (formaldeídos, cianetos de hidrogênio, benzeno e monóxido de carbono) e biológicos (material celular e partículas de vírus)⁷. O quantitativo da produção da fumaça cirúrgica e os constituintes químicos são diretamente proporcionais ao do tipo de cirurgia, tecido, tipo de energia e tempo de cirurgia⁸.

Evidências da literatura ilustram que a exposição ocupacional a esses agentes químicos pode desencadear sinais e sintomas aos trabalhadores expostos, como: tosse, ardência de faringe, espirros, rinite, lesão de nasofaringe, sensação de corpo estranho na garganta, congestão nasal, inflamação das vias aéreas, lacrimejamento dos olhos, náuseas, vômitos, dor abdominal, fraqueza, cãibra, dermatite, cefaleia, sonolência, tonturas, irritabilidade, desconforto (como mau cheiro na roupa e nos cabelos); além de doenças, como: anemia, rinite, conjuntivite, problemas cardiovasculares, hepatite e câncer⁹. Para a proteção desses trabalhadores, faz-se necessário o uso de equipamentos de proteção, como máscaras N-95 ou PFF2, aspiradores de fumaça em salas operatórias e uso de óculos de proteção¹⁰.

Portanto, tem-se como objetivo de estudo identificar a prevalência e a intensidade dos sinais e sintomas relacionados à exposição ocupacional à fumaça cirúrgica em trabalhadores da saúde e suas medidas de proteção.

OBJETIVO

Identificar a prevalência e a intensidade dos sinais e sintomas relacionados à exposição ocupacional à fumaça cirúrgica em trabalhadores da saúde e suas medidas de proteção.

MÉTODO

Trata-se de estudo transversal. Com coleta de dados em duas instituições da região norte do Paraná. A instituição I é filantrópica, oncológica, atende a 166 municípios do norte do Paraná, de caráter de alta complexidade, responsável por realizar em média 573 procedimentos cirúrgicos ao mês. Apresenta uma equipe de trabalhadores exposta de forma ocupacional à fumaça cirúrgica de 56 funcionários da área da enfermagem (52 técnicos de enfermagem e 4 enfermeiros, sendo 1 enfermeiro gerencial) e 50 cirurgiões. O bloco cirúrgico tem a característica de atendimento de segunda a sábado, sendo os procedimentos destinados ao Sistema Único de Saúde (SUS) realizados de segunda a sexta-feira, e os sábados são destinados aos procedimentos particulares e às urgências.

A instituição II representa um hospital universitário de alta complexidade, atende pacientes de cerca de 250 municípios do norte do Paraná e de mais de 100 cidades de outros estados, principalmente de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rondônia. Responsável por realizar em média 588 procedimentos cirúrgicos por mês, conta com 193 colaboradores expostos de forma ocupacional à fumaça cirúrgica, sendo eles 63 colaboradores cirurgiões, 40 residentes de medicina, 32 anestesistas, 40 técnicos de enfermagem e 18 enfermeiros. O bloco cirúrgico conta com sete salas operatórias, sendo uma destinada somente a procedimento caracterizado como urgência e emergência, ambos funcionando por 24 horas.

A coleta de dados foi realizada no mês de setembro de 2021, com dois instrumentos: caracterização sociodemográfica e Escala para Avaliação da intensidade dos Sinais e Sintomas relacionados à Exposição à Fumaça Cirúrgica (EASE).

O instrumento de caracterização sociodemográfica apresenta como variáveis: idade, sexo, profissão, escolaridade, área de atuação, tempo na área de atuação e medidas de proteção.

A EASE é composta de 33 itens, subdivididos em seis domínios, sendo eles: sistema respiratório (10 itens), ocular (9 itens), digestório (3 itens), osteomuscular (2 itens),

tegumentar (4 itens) e nervoso (5 itens). A escala é medida de forma numérica que varia de 0 a 3, sendo 0 (sem sinais e sintomas), 1 (baixa intensidade), 2 (moderada intensidade) e 3 (alta intensidade), correspondente aos sinais e sintomas avaliados. Essa escala foi validada em relação ao conteúdo, à aparência e à pertinência por *experts* em CC e em desenvolvimento e validação de escalas, com Índice de Validade de Conteúdo acima de 0,9 (90%)¹¹.

Foram incluídos no estudo os trabalhadores da área da saúde expostos à fumaça cirúrgica e excluídos os estudantes, colaboradores da higiene e profissionais da farmácia, por apresentarem o processo de trabalho e de exposição diferentes dos trabalhadores da enfermagem.

Os dados coletados foram tabulados no programa Microsoft Excel for Windows® e analisados pelo Statistical Package for the Social Science (SPSS) versão 22.0 e pelo Statistical Analysis System (SAS) for Windows® versão 9.3.

Na análise bruta, foi verificada a relação entre os desfechos e as variáveis idade, sexo, profissão, escolaridade, área de atuação, tempo na área de atuação, medidas de proteção e a presença dos sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica. Para isso, foram utilizados os testes de χ^2 para heterogeneidade e tendência linear. No primeiro momento, foram analisadas as variáveis idade, sexo, profissão, escolaridade, área de atuação, tempo na área de atuação, medidas de proteção; no segundo nível, a variável presença dos sinais e sintomas. Permaneceram no modelo final as variáveis que apresentaram na análise multivariável valor $p < 0,05$.

Os trabalhadores foram abordados primeiramente com apresentação da pesquisa, seguido do documento Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após a concordância e assinatura do termo, foram instruídos ao preenchimento do instrumento de caracterização sociodemográfica e da EASE. Ao fim, foi esclarecido o escore da escala e sua representatividade.

O projeto de pesquisa foi analisado e aprovado pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COPEP), da Universidade Estadual de Londrina (PR), com CAAE 13656719.0.0000.5231, número do parecer 4.892.743, como também respeitou os preceitos éticos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

RESULTADOS

A população apta a participar deste estudo foi de 179 trabalhadores, destes, foram excluídos 24 trabalhadores, sendo 14

por não atenderem aos critérios de seleção e 10 não aceitaram participar da pesquisa.

A amostra foi composta de 155 trabalhadores, em que 67 pertencem à instituição I e 88 à instituição II, sendo 51,6% (n=80) do sexo feminino e média de idade de 37 anos. O tempo de trabalho no setor apresentou uma média de 42 anos. Participaram da pesquisa 89 (57,42%) médicos cirurgiões, seguidos de 52 (33,55%) técnicos de enfermagem e 14 (9,03%) enfermeiros.

Em relação à escolaridade desses trabalhadores, 46,45% (n=72) tinham especialização, 27,09% (n=42) graduação, 20,64% (n=32) tinham nível técnico e 5,82% (n=9) com mestrado e/ou doutorado.

Em relação à presença de sinais e sintomas, observou-se que 28,4% (n=44) dos trabalhadores da instituição I e 36,8% (n=57) dos trabalhadores da instituição II afirmaram sentir algum sintoma que pode estar relacionado à exposição ocupacional à fumaça cirúrgica, conforme apresentado na Tabela 1.

A Tabela 2 apresenta os resultados da relação entre as variáveis medidas de proteção e sinais e sintomas, revelando que não há significância estatística ($p < 0,001$) entre as duas variáveis, ou seja, o uso das medidas de proteção não interfere na manifestação dos sinais e sintomas.

DISCUSSÃO

O presente estudo apresenta significância estatística para o desenvolvimento de sinais e sintomas relacionados à exposição ocupacional à fumaça cirúrgica nos sistemas tegumentar e nervoso, como apresentado nas informações da Tabela 1.

A literatura traz uma pesquisa realizada no bloco cirúrgico com enfermeiros e médicos na Turquia, onde foram identificados sinais e sintomas em enfermeiros e médicos após a exposição à fumaça cirúrgica: 61,9% apresentaram dores de cabeça, 29,5% irritabilidade, 32,4% tontura, 54,3% olhos lacrimejantes, 41% tosse, 43,8% sensação de corpo estranho na garganta, 44,8% espirro e 29,5% rinite¹².

Outra pesquisa, realizada no México, identificou que residentes médicos também apresentaram sinais e sintomas após a exposição ocupacional à fumaça cirúrgica, como sensação de corpo estranho na garganta (58,0%), ardor na faringe (22,0%) e congestão nasal (2,0%)¹³.

Em resposta à exposição à fumaça cirúrgica, foi realizado um estudo cujo objetivo foi avaliar a composição química da fumaça cirúrgica produzida durante o procedimento de

Tabela 1. Prevalência da intensidade (baixa, moderada ou alta) dos sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica, em trabalhadores da saúde das instituições participantes do estudo. Brasil, 2021.

Sistema	Instituição	Baixa (%)	Moderada (%)	Alta (%)	p-valor
Respiratório	I	n=33 (21,3)	n=1 (0,6)	n=0	0,27
	II	n=45 (23,2)	n=5 (3,2)	n=2 (3,2)	
	Total	n=78 (44,5)	n=6 (3,9)	n=2 (3,2)	
Ocular	I	n=37 (23,9)	n=28 (18,1)	n=2 (1,3)	0,62
	II	n=51 (32,9)	n=32 (20,6)	n=5 (3,2)	
	Total	n=88 (56,8)	n=60 (38,7)	n=7 (4,5)	
Digestório	I	n=63 (40,6)	n=4 (2,6)	n=0	0,08
	II	n=75 (48,4)	n=13 (8,4)	n=0	
	Total	n=89 (89,0)	n=17 (11,0)	n=0	
Osteomuscular	I	n=66 (42,9)	n=1 (0,6)	n=0	0,11
	II	n=79 (51,3)	n=5 (3,2)	n=0	
	Total	n=145 (94,2)	n=6 (3,9)	n=0	
Tegumentar	I	n=58 (37,4)	n=9 (5,8)	n=0	0,05
	II	n=72 (46,5)	n=9 (5,8)	n=7 (4,5)	
	Total	n=130 (83,9)	n=18 (11,6)	n=7 (4,5)	
Nervoso	I	n=41 (26,5)	n=26 (16,8)	n=0	0,01
	II	n=56 (36,1)	n=23 (14,8)	n=9 (5,8)	
	Total	n=97 (62,6)	n=49 (31,6)	n=9 (5,8)	

Tabela 2. Uso de medidas de proteção e a presença de sinais e sintomas relacionados à exposição ocupacional à fumaça cirúrgica, em trabalhadores da saúde. Brasil, 2021.

Medidas de proteção		Sinais e sintomas				Razão de prevalência
		Não (%)	Sim (%)	Total (%)	p-valor	
N-95	Não	n=20 (12,9)	n=34 (21,9)	n=54 (34,8)	0,35	1,39
	Sim	n=30 (19,4)	n=71 (45,8)	n=101 (65,2)		
Máscara cirúrgica	Não	n=6 (3,9)	n=48 (31,0)	n=54 (34,8)	0,62	0,77
	Sim	n=14 (9,0)	n=87 (56,1)	n=101 (65,2)		
Óculos de proteção	Não	n=35 (22,6)	n=19 (12,3)	n=54 (34,8)	0,25	1,48
	Sim	n=56 (36,1)	n=45 (29,0)	n=101 (65,2)		
Aspirador de fumaça	Não	n=51 (32,9)	n=3 (1,9)	n=54 (34,8)	0,42	0,52
	Sim	n=98 (63,2)	n=3 (1,9)	n=101 (65,2)		

excisão eletrocirúrgica em alça no tratamento de neoplasia intraepitelial cervical, e encontrou-se o aumento da concentração de compostos químicos, como dióxido de carbono e formaldeídos, na fumaça cirúrgica¹⁴, compostos estes responsáveis por desconfortos respiratórios, distúrbios visuais,

tremores, perda de consciência¹⁵, irritação ocular, náuseas, vômitos, cefaleia, fraqueza, edema, tontura, fadiga e aperto no peito¹⁶. Tem-se que, a longo prazo, o composto químico formaldeído pode ser cancerígeno, causar leucemia e provocar malformações fetais¹⁷.

Em relação aos sinais e sintomas relacionados ao sistema respiratório, verifica-se a questão do tamanho das partículas presentes na fumaça cirúrgica. Quanto menor a partícula, maior o poder de penetração nos alvéolos pulmonares. Partículas com diâmetros menores que 10 μm acometem o trato respiratório, as partículas inferiores a 2,5 μm atingem os alvéolos pulmonares; partículas menores que 0,01 μm se caracterizam como partículas ultrafinas (UFP), com poder de penetração mais profunda no sistema respiratório, levando ao maior comprometimento desse sistema^{13,18}.

As partículas ultrafinas presentes na fumaça cirúrgica também são responsáveis por atingir a região alveolar do pulmão e causar inflamação pulmonar ou doença, sendo composta de produtos e poluentes químicos que causam irritação nos olhos e pulmões¹⁹.

Estudo comprovou que existe diferença na concentração e distribuição de tamanho das partículas produzidas durante o uso do bisturi elétrico. Como exemplos, tem-se que o fígado, quando cauterizado, produz grande quantidade de partículas; o córtex renal, a pelve renal e os músculos, quando cauterizados, produzem média quantidade dessas partículas; a pele, a substância cinzenta, a substância branca, os brônquios e a gordura subcutânea, quando cauterizados, produzem pequena quantidade de partículas. Porém, as intensidades são modificadas de acordo com o tempo de exposição do trabalhador e a fumaça cirúrgica²⁰. Há que se levar em consideração a sensibilidade de cada indivíduo em apresentar os sinais e sintomas relacionados a essa exposição ocupacional.

De acordo com a escala utilizada e a presença da intensidade de sinais e sintomas, entende-se que o trabalhador exposto com maior intensidade dos sinais e sintomas necessitará de um atendimento especializado para verificar o desenvolvimento de doenças ligadas a esse tipo de exposição ocupacional. Mas, para além da intensidade, o fato de apresentar sinais e sintomas alerta ao que esse trabalhador ainda estará exposto por muito tempo de trabalho e que a necessidade de cuidados diferenciados é urgente.

Ressalta-se ainda que não existe exposição segura para os compostos de partículas presentes na fumaça cirúrgica, pois são cancerígenos e mutagênicos, prejudiciais à saúde do trabalhador²¹.

O uso das medidas de proteção individual pelos trabalhadores não interfere diretamente nas manifestações dos sinais e sintomas, corroborando as recomendações das organizações internacionais, as quais orientam o uso de um conjunto de medidas de proteção, entre elas, a utilização de exaustor na sala de operação, o aspirador cirúrgico e os equipamentos de proteção individual (EPI).

De acordo com recomendação de organização internacional, para a diminuição da exposição à fumaça cirúrgica, faz-se necessário um conjunto de medidas de proteção, sendo elas: EPI, como as do tipo N-95 ou PFF2, evacuadores de fumaça nas salas cirúrgicas¹⁰, além de óculos de proteção.

Atualmente, as máscaras cirúrgicas são as mais utilizadas nos CC, pois apresentam como benefício apenas captura de partículas de tamanho aproximado de 5 mm ou mais, porém não fornecem proteção adequada na inalação da fumaça cirúrgica⁵. Contudo as máscaras de alta filtragem, como a N-95 ou PFF2, são recomendadas para a proteção contra os efeitos nocivos da fumaça cirúrgica⁵, pois possuem filtragem contra moléculas voláteis presentes na fumaça cirúrgica, e o seu uso pode ser adotado por todos da equipe que permanecem dentro das salas cirúrgicas para evitar o risco da inalação de produtos químicos durante a exposição à fumaça do bisturi elétrico²². Portanto, os estudos sugerem para diminuição da exposição à fumaça cirúrgica o uso de máscaras de filtros de ar particulados de alta eficiência²³.

Nesse sentido, um estudo que usa como método de coleta de dados um questionário respondido pelos participantes apresenta limitações relacionadas às respostas, que podem se apresentar não tão fidedignas. Portanto, tem-se que considerar essa variável não controlada nesse tipo de metodologia. Além de que não houve significância estatística relacionada a todos os sistemas humanos avaliados, o que pode estar relacionado às respostas apresentadas, pois os respondentes afirmam que usam óculos de proteção, mas o que realmente se encontra no dia a dia é o uso de óculos para correção da visão, e ainda os CC dessas instituições não têm aspirador de fumaça cirúrgica nas salas operatórias.

Ressalta-se ainda que os sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica são comuns na população de forma geral, o que talvez pode não ter sido despertado nos participantes da pesquisa em relação ao risco ocupacional.

Mesmo com as limitações e dúvidas citadas, o presente estudo avança no assunto inovador, que é motivo de preocupação de entidades e de gestores, sobretudo se comprovam os sinais e sintomas prevalentes e de intensidade relacionados ao sistema pulmonar dos participantes da pesquisa.

O estudo ainda abre espaço para a necessidade de desenvolvimento de novos EPI, estudos longitudinais que apresentem uma curva de sobrevivência desses indivíduos expostos, além de protocolos diferenciados para os expostos, bem como leis que estabeleçam a necessidade de cuidados específicos com esse trabalhador.

CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou a prevalência e a intensidade dos sinais e sintomas relacionados à exposição ocupacional à fumaça cirúrgica nos sistemas tegumentar e nervoso dos trabalhadores da saúde. Verificou-se que as medidas de proteção utilizadas isoladamente não são fatores de proteção para os trabalhadores expostos à fumaça cirúrgica. Portanto, as medidas de proteção que visam reduzir o risco à exposição à fumaça cirúrgica devem ser utilizadas em conjunto.

FONTE DE FINANCIAMENTO

Nenhuma.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram que não há conflito de interesses.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

AAB: Administração do projeto, Análise formal, Conceituação, Curadoria de dados, Investigação, Metodologia, Recursos, Redação — rascunho original, Redação — revisão e edição. HFL: Análise formal, Conceituação, Curadoria de dados, Investigação, Metodologia, Redação — rascunho original. BCLC: Metodologia. MDC: Metodologia. AFR: Metodologia, Resultados. RPR: Supervisão, Validação, Visualização.

REFERÊNCIAS

- Martins FZ, Dall'Agnol CM. Centro cirúrgico: desafios e estratégias do enfermeiro nas atividades gerenciais. *Rev Gaúcha Enferm.* 2016;37(4):e56945. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2016.04.56945>
- Silva LS, Valente GSC. Riscos químicos hospitalares e gerenciamento dos agravos à saúde do trabalhador de enfermagem. *Rev Pesqui.* 2012;21-4. <https://doi.org/10.9789/2175-5361.2012.v0i0.21-24>
- Faria VNR. Avaliação da incerteza de medição no setor médico-hospitalar [dissertação]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica; 2016. <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2016.450>
- In SM, Park DY, Sohn IK, Kim CH, Lim HL, Hong SA, et al. Experimental study of the potential hazards of surgical smoke from powered instruments. *Br J Surg.* 2015;102(12):1581-6. <https://doi.org/10.1002/bjs.9910>
- Alp E, Bijl D, Bleichrodt RP, Hansson B, Voss A. Surgical smoke and infection control. *J Hosp Infect.* 2006;62(1):1-5. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2005.01.014>
- Okoshi K, Kobayashi K, Kinoshita K, Tomizawa Y, Hasegawa S, Sakai Y. Health risks associated with exposure to surgical smoke for surgeons and operation room personnel. *Surg Today.* 2015;45(8):957-65. <https://doi.org/10.1007/s00595-014-1085-z>
- Kalil J, Pessine FBT, Fidelis CHV, Menezes FH, Palma PCR. Análise, mediante cromatografia/espectrometria de massas, fumaça gerada por eletrocautério. *Rev Col Bras Cir.* 2016;43(2):124-8. <https://doi.org/10.1590/0100-69912016002009>
- Wu YC, Tang CS, Huang HY, Liu CH, Chen DR, et al. Chemical production in electrocautery smoke by a novel predictive model. *Eur Surg Res.* 2011;46(2):102-7. <https://doi.org/10.1159/000322855>
- Bieniek AA, Aroni P, Costa RG, Ribeiro RP. Sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica: revisão integrativa. *Rev SOBECC.* 2021;26(3):189-96. <https://doi.org/10.5327/Z1414-4425202100030009>
- Fencil JL. Guideline implementation: surgical smoke safety. *AORN J.* 2017;105(5):488-97. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2017.03.006>
- Bieniek AA, Leachi HFL, Ribeiro RP. Construção e validação da escala de intensidade dos sinais e sintomas relacionados à fumaça cirúrgica. *Braz J Dev.* 2022;8(5):41375-88. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n5-567>
- Usta E, Aygin D, Bozdemir H, Uçar N. The effects of surgical smoke in operating rooms and precautions for protection. *Arch Health Sci Res.* 2019;6(1):17-24. <https://doi.org/10.17681/hsp.403579>
- Navarro-Meza MC, González-Baltazar R, Aldrete-Rodríguez MG, Carmona-Navarro DE, López-Cardona MG. Síntomas respiratorios causados por el uso del electrocauterio en médicos en formación quirúrgica de un hospital de México. *Rev Perú Med Exp Salud Publica.* 2013;30(1):41-4.
- Liu Y, Zhao M, Shao Y, Yan L, Zhu X. Chemical composition of surgical smoke produced during the loop electrosurgical excision procedure when treating cervical intraepithelial neoplasia. *World J Surg Oncol.* 2021;19(1):103. <https://doi.org/10.1186/s12957-021-02211-8>
- Satish U, Mendell MJ, Shekhar K, Hotchi T, Sullivan D, Streufert S, et al. Is CO2 an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO2 concentrations on human decision-making performance. *Environ Health Perspect.* 2012;120(12):1671-7. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104789>
- Baan R, Grosse Y, Straif K, Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, et al. A review of human carcinogens--Part F: chemical agents and

- related occupations. *Lancet Oncol.* 2009;10(12):1143-4. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(09\)70358-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(09)70358-4)
17. Mundt KA, Gentry PR, Dell LD, Rodricks JV, Boffetta P. Six years after the NRC review of EPA's draft IRIS toxicological review of formaldehyde: regulatory implications of new science in evaluating formaldehyde leukemogenicity. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2018;92:472-90. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2017.11.006>
 18. Shi B. Removal of ultrafine particles by intermediate air filters in ventilations systems. Evaluation of performance and analysis of applications [Internet]. Gothenburg: Chalmers University of Technology; 2012 [acessado em 10 jun. 2022]. Disponível em: <https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/165538/165538.pdf>
 19. Sisler JD, Shaffer J, Soo JC, LeBouf RF, Harper M, Qian Y, Lee T. In vitro toxicological evaluation of surgical smoke from human tissue. *J Occup Med Toxicol.* 2018;13:12. <https://doi.org/10.1186/s12995-018-0193-x>
 20. Karjalainen M, Kontunen A, Saari S, Rönkkö T, Lekkala J, Roine A, et al. The characterization of surgical smoke from various tissues and its implications for occupational safety. *PLoS One.* 2018;13(4):e0195274. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274>
 21. Chung YJ, Lee SK, Han SH, Zhao C, Kim MK, Park SC, et al. Harmful gases including carcinogens produced during transurethral resection of the prostate and vaporization. *Int J Urol.* 2010;17(11):944-9. <https://doi.org/10.1111/j.1442-2042.2010.02636.x>
 22. Wambier CG, Lee KC, Oliveira PB, Wambier SPF, Beltrame FL. Comment on "Surgical smoke: risk assessment and mitigation strategies" and chemical adsorption by activated carbon N95 masks. *J Am Acad Dermatol.* 2019;80(4):e79-e80. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2018.10.067>
 23. Georgesen C, Lipner SR. Surgical smoke: risk assessment and mitigation strategies. *J Am Acad Dermatol.* 2018;79(4):746-55. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2018.06.003>

