

Hidrocarburos policíclicos aromáticos producidos por el humo del electrocauterio y uso de equipamientos de protección individual¹

Caroline Vieira Claudio²

Renata Perfeito Ribeiro³

Júlia Trevisan Martins³

Maria Helena Palucci Marziale⁴

Maria Cristina Solci⁵

José Carlos Dalmas⁶

Objetivo: analizar las concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos provenientes del humo del electrocauterio en salas quirúrgicas y el uso de equipamientos de protección individual por parte del equipo intraoperatorio, cuando expuestos a los hidrocarburos. **Método:** investigación de campo, exploratoria y transversal realizada en un centro quirúrgico. En la muestra, compuesta por 50 cirugías abdominales con uso de electrocauterio, los gases fueron recolectados con una bomba de succión de vacío. Se aplicó un formulario para identificar el uso de los equipamientos de protección. Se realizó la lectura de los gases por medio de cromatografía. Los datos fueron analizados con la estadística descriptiva y el test de Spearman. **Resultados:** 17 (34%) fueron colecistectomías con tiempo medio quirúrgico de 136 minutos y tiempo medio de uso del electrocauterio de 3,6 minutos. Fueron detectados hidrocarburos en el aire de las salas de operación en 100% de las cirugías. Se detectó el naftaleno en 48 (96,0%) cirugías y el fenantreno en 49 (98,0%). Las concentraciones promedio de esos compuestos fueron de 0,0061 mg/m³. Hubo correlación (0,761) fuerte entre estos compuestos. El equipo intraoperatorio no utilizó máscaras respiratorias, como la N95. **Conclusión:** el humo del electrocauterio produce gases perjudiciales para la salud del equipo intraoperatorio que se encuentra expuesto debido a la baja adhesión al uso de equipamientos de protección individual, tornando preocupante esta exposición.

Descriptores: Exposición Profesional; Contaminantes Ocupacionales del Aire; Electrocirugía; Electrocoagulación; Equipos de Seguridad.

¹ Artículo parte de la disertación de maestría "Polycyclic aromatic hydrocarbons produced by the smoke from electrocautery: chemical risk to intraoperative staff", presentada en la Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

² MSC, Enfermera, Hospital do Coração de Londrina, Londrina, PR, Brasil

³ PhD, Profesor Adjunto, Departamento de Enfermagem, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

⁴ PhD, Profesor Titular, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Centro Colaborador de la OMS para el Desarrollo de la Investigación en Enfermería, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

⁵ PhD, Profesor Asociado, Departamento de Química, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

⁶ PhD, Profesor Asociado, Departamento de Estatística, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil.

Cómo citar este artículo

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]; Available in: . DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1561.2853>.

mes día año

URL

Introducción

El ambiente de trabajo en los centros quirúrgicos (CQ) contiene riesgos ocupacionales debido a las peculiaridades del ambiente y a las tareas ejecutadas. Entre esos riesgos se eligió para este estudio el riesgo químico, que proviene del humo quirúrgico del electrocauterio; este aparato tiene como finalidad la disección y la coagulación de los tejidos. Su uso reduce el tiempo quirúrgico y la hemorragia intraoperatoria⁽¹⁾.

El uso del electrocauterio produce humo quirúrgico debido al calentamiento de los tejidos. Ese humo puede contener diversos contaminantes químicos en la forma de gases o de partículas⁽²⁾. Entre los contaminantes químicos, estudios exploratorios identificaron los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA)⁽³⁻⁴⁾, los compuestos orgánicos volátiles⁽⁵⁾ y los óxidos de carbono, debido al proceso de combustión del humo^(2,6).

Esos compuestos químicos pueden desencadenar efectos nocivos para el organismo humano, incluyendo el cáncer⁽⁷⁻⁸⁾ y señales de síntomas respiratorios, como ardimiento faríngeo, congestión nasal, náuseas y cefalea⁽¹⁻²⁾. Así, el humo generado por el uso del electrocauterio se vuelve un riesgo químico para la salud de los trabajadores que componen el equipo intraoperatorio.

Los HPA son clasificados como compuestos químicos orgánicos que contienen por lo menos dos anillos aromáticos formados apenas por el carbono y el hidrógeno⁽⁹⁾. Esos compuestos son generados durante los procesos de combustión incompleta, como la del carbón, de la madera, de la basura, del tabaco y de la carne a la parrilla⁽⁸⁾. Pueden ser formados también durante el uso del electrocauterio; estudios desarrollados en Lübeck (Alemania)⁽³⁾, Changhua (Taiwán)⁽⁴⁾ y en Uppsala (Suecia)⁽¹⁰⁾ identificaron los referidos compuestos en el humo quirúrgico generada por el uso del mencionado aparato.

Existen más de 100 tipos de HPA⁽⁸⁾, entretanto no hay en la literatura recomendaciones para el límite de tolerancia a la exposición humana a todos esos tipos. Una agencia norteamericana⁽¹¹⁻¹²⁾ reglamenta los límites ocupacionales de las concentraciones del naftaleno, que es 50 mg/m³, y del antraceno, del fenantreno y del pireno, que es de 0,2 mg/m³ para cada uno de ellos, considerando la exposición ocupacional de, en promedio, de ocho horas diarias trabajadas. Entretanto, no existe recomendación sobre los límites de tolerancia a esos compuestos para trabajadores del equipo intraoperatorio expuestos durante tiempos quirúrgicos variados en salas de operación.

En Estados Unidos, aproximadamente 500.000 trabajadores de salud - incluyendo cirujanos,

instrumentadores quirúrgicos, anestesiólogos y enfermeros - están expuestos al humo quirúrgico⁽¹³⁾. También están expuestos los postulantes a posgraduación en medicina y enfermería, presentes en el acto quirúrgico. Conforme al levantamiento bibliográfico⁽¹⁴⁾, no identificamos estudios brasileños publicados sobre la exposición y la composición del humo quirúrgico.

A fin de reducir los riesgos químicos relacionados a la exposición del humo quirúrgico, medidas preventivas precisan ser implementadas durante los procedimientos quirúrgicos en las salas de operación, como sistemas de extracción local de humo⁽¹⁵⁾, sistemas de ventilación eficaces⁽¹⁶⁾, además del uso de las máscaras respiratorias por los trabajadores del equipo intraoperatorio, como la N95⁽¹⁷⁾ y los anteojos de protección⁽¹⁶⁾.

Buscando ampliar el conocimiento adquirido sobre la nocividad de la exposición química a los HPA, este estudio fue realizado con la finalidad de responder a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las concentraciones de HPA en el aire de las salas de operación provenientes del humo quirúrgico del electrocauterio durante el acto quirúrgico? ¿El equipo intraoperatorio utiliza equipamientos de protección individual (EPI) adecuados cuando está expuesto a los HPA?

Esta investigación tuvo como objetivo general analizar las concentraciones de HPA provenientes del humo del electrocauterio en salas quirúrgicas y el uso de EPI por el equipo intraoperatorio, cuando están expuestos a los hidrocarburos. Los objetivos específicos fueron caracterizar el ambiente de las salas de operación e identificar las concentraciones de HPA provenientes del humo del electrocauterio durante los procedimientos quirúrgicos.

Método

Se trata de una investigación de campo, exploratoria y transversal con abordaje cuantitativo; fue realizada en un CQ de una institución hospitalaria pública de enseñanza localizada en el norte de Paraná, Brasil, en donde actúan 262 trabajadores de la salud y postulantes de posgraduación, siendo ocho enfermeros, ocho residentes en Enfermería Perioperatoria, 16 técnicos de enfermería, 23 auxiliares de enfermería, 18 anestesiólogos, 13 residentes en Anestesiología, 83 cirujanos y 93 residentes en cirugía, todos expuestos al humo quirúrgico.

El CQ está constituido por siete salas de operación. En promedio, 700 cirugías son realizadas por mes, abarcando diversas especialidades médicas. Las cirugías electivas son realizadas en los días útiles de las 7 a las 17 horas y las de urgencia y emergencia son realizadas

todos los días de la semana, incluyendo el período nocturno y los días festivos.

Este estudio fue realizado con una muestra intencional compuesta por 50 cirugías abdominales en las cuales el electrocauterio fue utilizado durante el acto quirúrgico. La elección por esas cirugías se debió a la gran frecuencia diaria de su realización (una a tres por día) utilizando el electrocauterio. En promedio, son realizadas 30 cirugías de esa especialidad por mes.

Fueron adoptados como criterios de inclusión de la muestra, las cirugías abdominales con uso del electrocauterio durante el acto quirúrgico, excluyendo las cirugías abdominales abiertas y por videolaparoscopia de emergencias, por ser procedimientos que precisaban de intervenciones quirúrgicas inmediatas, dificultando el montaje de los aparatos para la recolección de los datos. El montaje del sistema de recolección fue realizada diariamente y en cada acto quirúrgico. La recolección de datos ocurrió en los turnos matutino, vespertino y nocturno, en el período de 22 de abril a 08 de julio de 2015.

Un formulario de caracterización de las salas de operación y otro de caracterización de la cirugía, del uso del electrocauterio, del equipo quirúrgico y del uso de EPI (máscaras y anteojos) fueron construidos con base en datos de la literatura, siendo este último evaluado en cuanto al contenido y objetividad por tres enfermeras investigadoras con experiencia en el área de la Salud del Trabajador y Asistencia Perioperatoria, las cuales indicaron que instrumentos eran adecuados para este estudio. Para el proceso de pruebas de los referidos instrumentos de recolección de datos, una preprueba fue realizada en seis cirugías abdominales.

Para evaluación de los EPI utilizados por el equipo intraoperatorio fueron considerados los EPI máscara quirúrgica, máscara respiratoria (N95) y anteojos de protección⁽¹⁵⁻¹⁷⁾.

Una bomba de succión de vacío marca ASF Thomas® y modelo *D-82178 Puchhe im* fue comprobada para la recolección de los HPA. Se constató que el test de la bomba se mostró válido y fidedigno para aspirar los HPA del aire de las salas quirúrgicas. La referida bomba está compuesta por una batería y un prolongamiento de plástico en el cual eran conectados, en cada acto quirúrgico, cartuchos adaptados en jeringas de cinco mililitros.

Cada cartucho está compuesto por una resina de marca comercial Amberlite® XAD4, siendo caracterizada como un adsorbente polimérico con grandes poros capaz de remover del aire compuestos aromáticos, como los HPA; otro filtro tiene como finalidad de permitir el paso

de los HPA apenas en la forma de gas, impidiendo, así, el paso esos compuestos en la forma de partículas y una espuma de polipropileno, la cual permitía la fijación de la resina XAD4, impidiéndola de salir por la punta del cartucho.

La bomba de succión al vacío permaneció conectada durante todo el procedimiento quirúrgico evaluado, extrayendo 120 litros por hora, desde la abertura del campo operatorio hasta su cierre, el mismo está localizado en un punto fijo a la altura de la zona de respiración de los trabajadores, específicamente, a siete centímetros del campo operatorio.

Los HPA fueron extraídos de la resina XAD4 y concentrados, la lectura fue determinada por cromatografía líquida de alta eficiencia. Este cromatógrafo es capaz de analizar 16 tipos de HPA, los que son: 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.

La preparación, extracción de los cartuchos y la lectura de los HPA, fueron realizadas por un postulante a maestría y otro a doctorado en el área de química, en un laboratorio de análisis de los compuestos del aire.

Los datos recolectados con uso de formularios y los valores de las concentraciones de los HPA fueron registrados en una planilla Excel® 2010 con doble entrada de datos; a continuación fueron organizados y analizados por el *software Statistical Package for la Social Science™* versión 20.0. La estadística descriptiva fue utilizada para calcular la frecuencia y el porcentaje de las variables categóricas (tipo de cirugía, período de la cirugía, modalidad de uso del electrocauterio, caracterización del equipo y uso de los EPI); para las variables continuas (tiempo quirúrgico, tiempo de uso del electrocauterio, energía del electrocauterio y concentraciones de los HPA) se calculó promedio, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo. El test de Shapiro-Wilk fue aplicado para comprobar la hipótesis de normalidad en la distribución de las variables cuantitativas, las que no presentaron normalidad ($p < 0,01$). Fue seleccionado el test de correlación de Spearman, que es un test no paramétrico utilizado para analizar las variables continuas. El nivel de significación utilizado fue de 0,05.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del local del estudio, en septiembre de 2014, con registro n.º 34232714.1.0000.5231; la investigación fue conducida de acuerdo con los preceptos éticos del Comité Nacional de Ética en Investigación.

Resultados

Las salas de operación presentaron áreas físicas diferentes, siendo tres con 34,22 m²; dos, 32,78 m²; y dos, 45,47 m². Cada sala poseía dos puertas y dos puntos para el aire acondicionado, siendo uno central y el otro individual, ambos localizados en la parte superior. Entretanto, no existían extractores de aire.

De las 50 cirugías estudiadas, 11 (22%) fueron colecistectomías, siete (14%) apendicetomías y seis (12%) colecistectomías asociadas a la colangiografía. De estas, 27 (54%) cirugías fueron abiertas y 23 (46%) de videolaparoscopia, siendo 32 (64%) electivas y 18 (36%) de urgencia. De los 50 procedimientos quirúrgicos, 27 (54%) ocurrieron en el período vespertino. El tiempo medio

total del acto quirúrgico fue de 136 minutos con desviación estándar de ± 84 minutos y mediana de 113 minutos.

El promedio de uso del electrocauterio monopolar en los procedimientos quirúrgicos fue de 3,6 minutos con desviación estándar de $\pm 3,8$ minutos y mediana de 2,4 minutos. El promedio de energía utilizada fue de 54,7 vatios con desviación estándar de $\pm 23,7$ vatios. La mayoría de las cirugías (66%) utilizó la modalidad de corte y coagulación.

En lo concerniente a los HPA, fueron encontrados en el aire de las salas de operación los compuestos naftaleno y fenantreno. El naftaleno fue encontrado en 48 (96%) cirugías y el fenantreno fue detectado en 49 (98%) de las cirugías analizadas.

En la Tabla 1, se presentan los puntajes de las concentraciones de los HPA identificados en las cirugías.

Tabla 1 – Escores promedios y valores mínimos y máximos de las concentraciones de los HPA detectados durante los procedimientos quirúrgicos (n=50). PR, Brasil, 2016

| VARIABLES DE LOS HPA* [mg/m ³] | n (%) | Promedio \pm desviación estándar | Valores mínimos | Valores máximos |
|--|----------|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Naftaleno y/o 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 - hidrocarburos policíclicos aromáticos

En todas las recolecciones (100%) fueron encontrados HPA. Los valores promedios de las concentraciones de los HPA totales (naftaleno y/o fenantreno) obtenidos fueron de 0,0061 mg/m³, variando entre 0,0006 y 0,0208. El naftaleno no fue encontrado en apenas dos cirugías abdominales (colecistectomía y apendicetomía videolaparoscopia) y el fenantreno en apenas una (laparotomía exploradora asociada a la biopsia de ganglio linfático para-aórtico). Las concentraciones promedio de los referidos compuestos fueron de 0,0053 para el naftaleno y de 0,0007 para el fenantreno.

Se constató, por medio del test de Spearman, que existe correlación (0,761) entre las variables naftaleno y fenantreno.

En total, 62 trabajadores de la salud y los postulantes a postgraduaciones estaban presentes en las cirugías: 11 (17,7%) técnicos y seis (9,7%) auxiliares de enfermería; cuatro (6,5%) residentes en enfermería perioperatoria; seis (9,7%) anestesiólogos; 11 (17,7%) residentes en anestesiología; nueve (14,5%) cirujanos generales y 15 (24,2%) residentes en cirugía general. De estos, 25 (40,3%) eran del sexo femenino y 37 (59,7%) del masculino.

En la Tabla 2 se puede verificar el uso de los EPI por el equipo intraoperatorio cuando expuestos al humo del electrocauterio en los 50 procedimientos quirúrgicos analizados.

Tabla 2 – Uso de EPI por el equipo intraoperatorio ante la exposición del humo del electrocauterio durante los procedimientos quirúrgicos. (n=62). PR, Brasil, 2016

| Variables / uso de EPI* | n=62 | | | |
|-----------------------------------|------|-----|----|-----|
| | Si | | No | |
| | n | % | n | % |
| Máscara respiratoria [†] | --- | --- | 62 | 100 |
| Máscara quirúrgica [‡] | 56 | 90 | 6 | 10 |
| Anteojos de protección | 3 | 5 | 59 | 95 |

*EPI - equipamiento de protección individual; [†]Las máscaras respiratorias, como la N95, son recomendadas nacionalmente e internacionalmente como protección a la inhalación de compuestos químicos presentes en el humo quirúrgico^(15,17); [‡]La máscara quirúrgica, también conocida como máscara común, no es recomendada como protección para la inhalación del humo quirúrgico^(15,17).

Entre las medidas recomendadas para minimizar los efectos del uso del electrocauterio, está el uso de EPI. Las máscaras respiratorias, como la del tipo N95, proporciona filtración de por lo menos 95% de aerosoles, gases y humos⁽¹⁷⁾. La utilización de las máscaras respiratorias es regulada por una agencia norteamericana de salud ocupacional como protección secundaria en relación a la inhalación del humo quirúrgico⁽¹⁵⁾.

Se constató que ningún trabajador o postulante de postgraduación, pertenecientes al equipo intraoperatorio, utilizó algún tipo de máscara respiratoria, como la N95. La mayoría (90%) utilizó máscara quirúrgica durante los procedimientos quirúrgicos, entretanto, seis (10%)

trabajadores y postulantes de postgraduación no las utilizaron, siendo cinco residentes en anestesiología y un anestesiólogo. Solamente tres (5%) postulantes de postgraduación en cirugía general utilizaron anteojos de protección durante el uso del electrocauterio.

Discusión

El CQ que fue estudiado posee sistemas de aire acondicionado central e individual, sin embargo no existen extractores. La literatura enfatiza que es necesario el tratamiento del aire en establecimientos de salud, utilizando sistemas de ventilación y extracción que sean capaces de promover la renovación y filtrado de aire que puede contener gases y microorganismos. Así, es posible reducir los riesgos químicos⁽¹⁸⁾, como es el caso del humo quirúrgico. Entretanto, la ausencia de extractores en el referido CQ se vuelve un agravante para la calidad del aire de este ambiente y, consecuentemente, para la salud del equipo intraoperatorio.

Las entradas y salidas de aire deben promover una circulación adecuada, siempre en el sentido del área menos para la más contaminada. Además de eso, la insuflación del aire debe ser proyectada de forma a minimizar corrientes y turbulencias⁽¹⁸⁾. Las corrientes de aire, que muchas veces son generadas por el aire acondicionado individual, pueden facilitar la dispersión de HPA en el aire de las salas de operación.

Además de la extracción del aire de las salas de operación, la agencia norteamericana determina que el uso de una extracción local es fundamental, tanto en los procedimientos quirúrgicos abiertos como en los de videolaparoscopia, para retirar los gases de las salas de operación provenientes del humo quirúrgico. La extracción local puede ser realizada por medio de un extractor de humo portátil conteniendo un filtro de alta eficiencia para los compuestos presentes en el aire⁽¹⁵⁾.

Estudios exploratorios realizados en Lübeck (Alemania), en Upsala (Suecia), en Escocia (Reino Unido) y en Zúrich (Suiza), estudiaron la presencia de compuestos químicos provenientes del humo quirúrgico e identificaron HPA^(3,6,10,19) y compuestos orgánicos volátiles^(6,19), tanto en procedimientos abiertos⁽¹⁰⁾ como en los de videolaparoscopia⁽⁶⁾.

El tiempo medio quirúrgico identificado en el presente estudio fue de 136 minutos con desviación estándar de ± 84 minutos, este tiempo es similar al de un estudio realizado con 15 cirugías abdominales con recolección del humo de la operación quirúrgica proveniente del electrocauterio que presentó tiempo medio quirúrgico de 143,3 minutos⁽²⁰⁾. Entretanto, el valor de la mediana del tiempo quirúrgico del presente

estudio (113 minutos) fue menor en relación a otro realizado con procedimientos de peritonectomía, cuya mediana fue de 614 minutos⁽¹⁰⁾.

El tiempo medio de uso del electrocauterio fue de 3,6 minutos y la mediana fue de 2,4 minutos, valores menores que los encontrados en el estudio realizado en Changhua (Taiwán)⁽⁴⁾, y en Daegu (Corea del Sur)⁽⁵⁾ cuyos tiempos promedios de uso del electrocauterio fueron respectivamente de 33,1 minutos⁽⁴⁾ y mediana de 68,5 minutos⁽⁵⁾. Además de eso, estudios realizados en Lübeck (Alemania) y en Escocia (Reino Unido)^(3,19) también recolectaron el humo en los modos de operación de corte y coagulación del electrocauterio, ya que para cada cirugía las modalidades de corte y coagulación pueden variar.

Se destaca que existen en la naturaleza más de 100 tipos de HPA⁽⁸⁾, sin embargo, el cromatógrafo líquido utilizado en esta investigación consigue detectar solamente 16 tipos. Delante de eso, dos compuestos químicos HPA fueron identificados en este estudio, el naftaleno y el fenantreno. Los referidos compuestos fueron encontrados en el aire de las salas de operación en otros estudios realizados en Lübeck (Alemania)⁽³⁾, en Changhua (Taiwán)⁽⁴⁾ y en Upsala (Suecia)⁽¹⁰⁾.

Los resultados de las concentraciones de los HPA encontrados en este estudio fueron semejantes al estudio realizado en Upsala, en el cual el naftaleno fue el compuesto más abundante (97,5%) que fue identificado en el humo quirúrgico recolectado durante 40 peritonectomías, seguido por el fenantreno (93%)⁽¹⁰⁾. Del mismo modo, el naftaleno no fue identificado en este estudio en dos cirugías (colecistectomía y apendicetomía con videolaparoscopia) y el fenantreno no fue detectado en apenas una (laparotomía exploradora). Sin embargo, en esas tres cirugías, por lo menos uno de esos dos compuestos estaba presente.

Se sabe que los HPA tienen impacto negativo sobre la salud humana, independientemente de la concentración, ya que poseen elevado potencial carcinogénico, además de efectos sobre la piel, el hígado y el sistema inmunológico⁽⁸⁾. Por tanto, los compuestos naftaleno y fenantreno, identificados en el aire de las salas quirúrgicas son perjudiciales y pueden ocasionar riesgos a la salud del equipo intraoperatorio.

El naftaleno fue clasificado como posible cancerígeno y ese efecto no fue relatado en seres humanos, apenas en ratones experimentales, pero la exposición a la inhalación de ese compuesto por medio del humo quirúrgico puede estar asociada a diversos tipos de cáncer, como los de tejidos pulmonares, olfativos y nasales, en humanos⁽²¹⁾. La inhalación también puede estar asociada a catarata, cansancio, cefalea, daños al hígado y los riñones, además de anemia hemolítica en los seres humanos⁽¹²⁾.

Entre los diversos efectos descritos en relación a la inhalación del fenantreno, se destaca: irritación de la piel y de las vías respiratorias, tos, dolor de garganta, enrojecimiento ocular y dolor abdominal⁽¹¹⁾. Entretanto, el efecto carcinogénico del fenantreno no fue establecido en animales experimentales o en humanos⁽⁹⁾.

La relación de causa y efecto en el desarrollo de patologías en humanos es incipiente, ya que algunos estudios^(4,10) han relacionado la presencia de varios HPA en el aire del ambiente quirúrgico, lo que dificulta la relación de cada compuesto con el desarrollo específico de determinada patología.

Los resultados de esta investigación mostraron que existe una correlación significativa y fuerte (0,761) entre la cantidad de naftaleno y la de fenantreno producidas. Se supone, así, que las producciones de esos dos compuestos crecen en un mismo sentido.

Los valores promedios de las concentraciones de los HPA naftaleno (0,0053 mg/m³) y fenantreno (0,0007 mg/m³) identificados fueron mayores que los promedios de otros estudios. Un estudio realizado en Changhua (Taiwán) con mastectomías encontró valores promedios de 0,001055 mg/m³ para el naftaleno y de 0,0000843 mg/m³ para el fenantreno⁽⁴⁾. Otro estudio, realizado en Upsala (Suecia) con peritonectomías, también identificó valores promedios bajos, cuyas concentraciones fueron de 0,0001 mg/m³ para el naftaleno y de 0,00000627 mg/m³ para el fenantreno⁽¹⁰⁾.

Los límites ocupacionales de exposición para los HPA son regulados por una agencia norteamericana, siendo de 50 mg/m³ para el naftaleno y 0,2 mg/m³ para el fenantreno, estos basados en un promedio de exposición de ocho horas diarias trabajadas⁽¹¹⁻¹²⁾. Como en este estudio fue evaluada la exposición en cada cirugía, y no el tiempo de exposición diario de cada integrante del equipo intraoperatorio, no fue posible relacionar las concentraciones encontradas de los HPA con los niveles ocupacionales recomendados. Además de eso, el tiempo quirúrgico no ultrapasaó ocho horas.

Considerando el uso frecuente del electrocauterio, pequeñas concentraciones también pueden ser preocupantes cuando es analizado el posible efecto acumulativo; ya que el equipo intraoperatorio está expuesto a una menor cantidad de humo en relación a las otras categorías de trabajadores, sin embargo, por un tiempo más prolongado y de forma constante⁽¹⁾. Entretanto, independientemente de las concentraciones de los HPA encontrados en el humo quirúrgico, los efectos son acumulativos, así como es el humo del tabaco, y no necesariamente identificados⁽⁷⁾.

Por tanto, se tiene como prioridad la adopción de medidas preventivas en los CQ para minimizar los riesgos químicos debido a la exposición e inhalación del

humo quirúrgico, incluyendo la utilización de EPI y el uso de sistemas de extracción local y de ventilación eficaces en las salas de operación⁽¹⁵⁻¹⁶⁾. Entre las medidas recomendadas para la minimización de los efectos del uso del electrocauterio, está el uso de EPI. Las máscaras respiratorias, como la del tipo N95, proporcionan filtración de por lo menos 95% de aerosoles, gases y humos⁽¹⁷⁾. La utilización de las máscaras respiratorias es regulada por una agencia norteamericana de salud ocupacional como protección secundaria en relación a la inhalación del humo quirúrgico⁽¹⁵⁾. Entretanto, en el presente estudio, ningún integrante del equipo intraoperatorio utilizó algún tipo de máscara respiratoria. Se destaca que en ningún acto quirúrgico había pacientes con precaución para aerosoles.

Comúnmente en el CQ de varios países se ha utilizado apenas las máscaras quirúrgicas o comunes⁽²²⁻²³⁾. Se destaca que las máscaras quirúrgicas no protegen adecuadamente al equipo intraoperatorio contra microorganismos y patologías transmitidos por aerosoles, ni contra gases y humos⁽¹⁷⁾ producidos por el uso del electrocauterio. A pesar de que ese tipo de EPI todavía es recomendado en Brasil, en este estudio, un pequeño porcentaje (10%) de los trabajadores y postulantes de postgraduación todavía son negligentes con el uso de la EPI.

Además del uso de las máscaras respiratorias, el reglamento internacional recomienda el uso de anteojos de protección para todo el equipo expuesto al humo quirúrgico⁽¹⁶⁾. Sin embargo, apenas tres postulantes de postgraduación en cirugía general (5%) utilizaron ese EPI.

La Norma Reguladora 32 (NR-32), de la legislación brasileña vigente, recomienda el uso de anteojos de protección para la exposición a fluidos biológicos, sin citar la necesidad del uso de ese EPI para la exposición al humo quirúrgico⁽²⁴⁾.

La adopción de medidas de prevención – tales como el uso de sistemas de extracción del humo, de ventilación y de EPI – son esenciales para la seguridad del equipo intraoperatorio. Esas medidas, aliadas a la educación permanente, proporcionarán la concientización del referido equipo, minimizando los riesgos químicos y, consecuentemente, proporcionara un ambiente laboral seguro y saludable para todos los trabajadores y postulantes de postgraduación.

Como limitaciones del estudio, se tiene el delineamiento transversal, el cual no permite la generalización de los hallazgos investigados. El tiempo de exposición al humo quirúrgico no fue evaluado durante ocho horas diarias, también fue un factor limitante, dificultando la comparación con los niveles ocupacionales internacionales recomendados. Así, se

sugiere que nuevos estudios sean desarrollados, para la obtención de nuevas evidencias científicas.

Conclusión

Las salas de operación del CQ de este estudio están en desacuerdo con las normas nacionales e internacionales, ya que las mismas no contienen sistemas de extracción para la renovación del aire.

En el aire de las salas de operación y en todos los procedimientos quirúrgicos analizados fueron identificadas concentraciones de HPA (naftaleno y fenantreno) provenientes del humo quirúrgico emitidos durante el uso del electrocauterio, tanto en cirugías abiertas y de gran porte, como en las de videolaparoscopia y de pequeño porte, con fuerte correlación entre las variables naftaleno y fenantreno.

Los valores totales de concentraciones encontrados para los HPA, 0,0061 mg/m³ a 0,208 mg/m³, indican que los trabajadores y postulantes de postgraduación del equipo intraoperatorio están expuestos constantemente a compuestos químicos que pueden ser dañinos para la salud humana debido al efecto acumulativo.

La adhesión al uso del EPI anteojos de protección por parte del equipo intraoperatorio es baja y la mayoría utiliza máscaras que no poseen filtros, las que son consideradas inadecuadas para proteger de la exposición de los HPA. Además de las medidas individuales de protección individual, medidas colectivas deben ser implantadas objetivando la mejoría de la calidad del aire de las salas de operación.

Este estudio aporta informaciones que ayudaran futuros estudios que tengan por objetivo identificar los daños a la salud de los trabajadores y postulantes de postgraduación expuestos al humo quirúrgico y podrán sugerir medidas para ofrecer un ambiente de trabajo saludable y seguro para la equipo intraoperatorio.

Agradecimientos

A los trabajadores de salud del Centro Quirúrgico y a los participantes en esta investigación.

Referencias

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, Rüegger 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

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
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.
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/S0080-623420160000100019>
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
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
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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/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.

Recibido: 17.3.2016

Aceptado: 14.11.2016

Correspondencia:

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 es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY.

Esta licencia permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Esta es la licencia más servicial de las ofrecidas. Recomendada para una máxima difusión y utilización de los materiales sujetos a la licencia.