

# HUMO QUIRÚRGICO Y COVID-19. ¿CÓMO PODEMOS APLANAR LA CURVA? SURGICAL SMOKE AND COVID-19. HOW CAN WE FLAT THE CURVE?

Young R., Marcos <sup>(1)</sup>; Bodden, Elías <sup>(2)</sup>; Granda, Elsa <sup>(3)</sup>

(1) Cirujano urólogo, Profesor titular de Urología, Universidad de Panamá.

(2) Cirujano urólogo, Presidente de la Sociedad Panameña de Urología.

(3) Médico especialista en Salud ocupacional, Caja de Seguro Social.

**Correspondencia:** Marcos A. Young R., Facultad de Medicina, Ciudad Universitaria, Panamá, República de Panamá.  
Email: myurologia@gmail.com

## RESUMEN

– **INTRODUCCION:** La pandemia por SARS-CoV 2 ha tenido efectos en todo el mundo. Más de tres millones de casos y de 75,000 fallecimientos, han sido ocasionados por este virus con una alta tasa de transmisibilidad aérea, ausencia de vacuna y de un tratamiento específico. Una vez superada la fase aguda, se hace menester la atención de la morbilidad común, por lo que distintas estrategias deben ser usadas, para que el reinicio de la cirugía electiva sea de forma segura para el personal de salud. Revisaremos la literatura sobre el humo quirúrgico y el COVID-19, su transmisibilidad y las estrategias necesarias para reiniciar las cirugías electivas, sobre todo en urología.

– **METODOLOGIA:** Se utilizan las bases de datos PUBMED, COCHRANE LIBRARY Y SCIELO, con los términos humo quirúrgico, humo, SARS-CoV-2, COVID-19, COVID, Coronavirus y aerosol.

– **DISCUSION:** Se revisan el humo quirúrgico, sus características, los riesgos asociados, la generación y evacuación del humo y las distintas estrategias de mitigación sanitaria.

– **CONCLUSION:** La pandemia por COVID-19 ha tenido impacto mundial. Centroamérica no ha escapado de los efectos de este coronavirus. El humo quirúrgico como medio de transmisión del virus COVID-19 no ha sido demostrado a la fecha. El desarrollo de estrategias de mitigación y reinicio de las actividades quirúrgicas en nuestra región depende de la disponibilidad de recursos económicos y de la resiliencia de los sistemas sanitarios.

### Palabras clave:

humo quirúrgico, Covid-19, coronavirus, aerosol

## ABSTRACT

– **INTRODUCTION:** The SARS-CoV 2 pandemic has had effects around the world. More than three million cases and 75,000 deaths have been caused by this virus with a high rate of air transmissibility, absence of vaccine and specific treatment. Once the acute phase is passed, attention is needed of common morbidity, so different strategies must be used, so that the restart of elective surgery is safely for health personnel. This review of the literature focus on surgical smoke and COVID-19, its transmissibility and the strategies necessary to restart elective surgeries, especially in urology.

– **METHODOLOGY:** Different indexed databases (PubMed, the Cochrane Library and Scielo) were used with the following

keywords and their combinations: surgical smoke, plume, smoke , SARS-CoV-2 , COVID-19 , COVID , Coronavirus, aerosol.

– **DISCUSSION:** Surgical smoke, its characteristics, associated risks, smoke generation and evacuation and various health mitigation strategies are reviewed.

– **CONCLUSION:** The COVID-19 pandemic has had global impact. Central America has not escaped the effects of this coronavirus. Surgical smoke as a means of transmission of the COVID-19 virus has not been demonstrated to date. The development of mitigation strategies and restart of surgical activities in our region depends on the availability of economic resources and the resilience of health systems.

### Keywords:

surgical smoke, Covid-19, coronavirus, spray

## ABREVIATURAS

**Covid-19:** Enfermedad por Coronavirus, Sars-CoV2

**SAGES:** Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons

**CDC:** Centers for Disease Control and Prevention

**NIOSH:** National Institute for Occupational Safety and Health

**HEPA:** High Efficiency Particulate Air

**ULPA:** Ultra Low Penetration Air

## INTRODUCCION

La pandemia por SARS-CoV 2 ha tenido efectos en todo el mundo, 3 millones de casos y más de 75,000 fallecimientos, ocasionados por este virus con una alta tasa de transmisibilidad aérea, ausencia de vacunas y de un tratamiento específico. La medida de contención más utilizada es la cuarentena, con restricciones a la movilidad y la suspensión de cirugías electivas en todo el mundo. Se han priorizado los recursos asistenciales en la atención de cuidados intensivos, de forma tal de evitar el colapso del sistema de salud. (1)

En América Latina, los estragos sanitarios se suman a la afectación económica. Una vez pasada la fase inicial, corresponde la adaptación de la población a la nueva normalidad (2). A este respecto, corresponde a cada servicio quirúrgico asistencial incorporarse a una hoja de ruta que defina la atención en salud de una manera segura para el personal, minimizando los riesgos e incorporando la evidencia científica disponible de una manera costo efectiva.

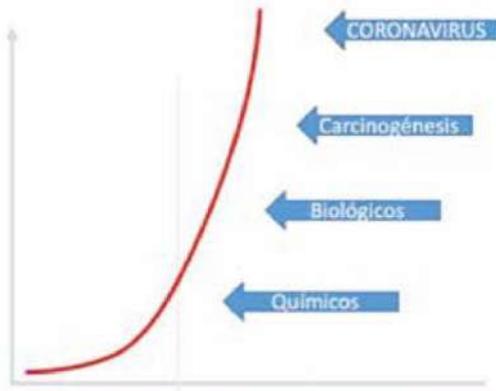


Figura 1. Efectos del humo quirúrgico y su riesgo a la salud. \*

La publicación por SAGES en marzo de 2020, sobre los riesgos de transmisión del Covid-19 durante la cirugía laparoscópica, ha promovido la publicación de diversos protocolos y recomendaciones (3), con el fin de abordar esta temática. En esta revisión se hacen propuestas para abordar el riesgo del personal de salud y proponemos estrategias para el manejo post-pandemia de nuestros pacientes.

## METODOLOGIA

Si bien esta no es una revisión sistemática, adoptamos un enfoque sistemático para la estrategia de búsqueda en revistas indexadas en base en las recomendaciones de PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

Esta búsqueda se realizó durante el mes de abril de 2020, de acuerdo a los siguientes aspectos:

- **Participantes:** pacientes, modelos animales o estudios in vitro.
- **Intervención:** uso de cauterización, armónicos o láser como método de corte o sellado para cirugía (abierta y / o endoscópica y/o laparoscópica).
- **Resultado:** análisis cuantitativo y/o cualitativo del humo quirúrgico
- **Tiempo:** se consideraron estudios en los que se evaluó el aerosol en el momento del uso del dispositivo, así como en cultivos posteriores.
- **Entorno:** se consideraron laboratorios o quirófanos.

Se utilizaron diferentes bases de datos indexadas (PubMed, Cochrane Library y Scielo) con las siguientes palabras clave y sus combinaciones: aerosol, humo quirúrgico, "plume", humo, SARS-CoV-2, COVID-19, COVID, Coronavirus. Los criterios de elegibilidad con respecto al tipo de estudio, idioma o fecha de publicación no se aplicaron con el objetivo de incluir todos los artículos posibles en esta revisión. Además, se realizó una revisión manual de referencias de artículos seleccionados. A partir de esta revisión de la literatura disponible, realizada por los autores, se realizó un análisis crítico del contenido publicado y un resumen de los datos de la investigación seleccionada.

Registros identificados: Pubmed, Scielo, Cochrane: 95

Registros seleccionados: 95 Excluidos: 0

Artículos de texto completo evaluados para elegibilidad: 68

Publicaciones relevantes: 26

## RESULTADOS

Definición del humo quirúrgico: es un término que engloba un grupo de subproductos gaseosos generados por instrumentos y equipos quirúrgicos basados en energía, 95% corresponde a vapor de agua y 5% a otros componentes. El término humo se refiere usualmente a los productos de la combustión. El electrocauterio usualmente genera una columna de humo ("Plume"). Los términos vapor, aerosol, etc.; usualmente se refieren a la suspensión de partículas líquidas (se dice que los equipos de láser y ultrasónicos generan estas partículas). El término humo quirúrgico abarca ambos conceptos y generalmente se intercambian (4).

Riesgos del humo quirúrgico: El humo quirúrgico tiene componentes químicos (5) (orgánicos e inorgánicos), componentes biológicos (6): bacterias, virus, células viables, y diferentes partículas cuyo tamaño y caracterización han sido documentadas en diversos estudios con evidencia clara de su potencial carcinogénico. En esta materia el riesgo de infección ha sido propuesto para Virus del papiloma humano, hepatitis B y C, y el Virus de inmunodeficiencia adquirida (7). Con respecto al Coronavirus Covid-19 Sars2, las partículas virales se estiman de un tamaño promedio de 0,1 micras y aunque los distintos estudios han documentado su presencia en secreciones nasales, orales y fecales (8, 9,10), no se ha probado aún su transmisibilidad en orina o en aerosoles de cirugía laparoscópica o abierta.

A la fecha no hay evidencia conclusiva de la transmisión del Covid-19 en el humo quirúrgico (11). Las propuestas abordan el riesgo teórico y suponen una serie de medidas teniendo presente situaciones sanitarias en los Estados Unidos y Europa, totalmente diferentes a las encontradas en Centroamérica.

A este respecto, existen múltiples publicaciones que abordan el riesgo de transmisión del Covid-19 por gotas o por aerosoles (12). Estas estrategias y problemática inciden profundamente en la protección del personal de salud, que requiere adecuar su práctica al manejo de aerosoles durante cirugía.

Generación del humo quirúrgico, aerosoles y ventilación: El uso de equipos de electrocirugía, láser y ultrasónicos es común en la práctica urológica moderna. Tanto para cirugía abierta, como para endoscópica, se emplea electrocirugía monopolar o bipolar. La carbonización genera los principales componentes tóxicos del humo (13). Esto requiere, además del mantenimiento adecuado del cauterio, uso de tecnologías que disminuyan la generación de humo: monitoreo activo de electrodos, medición de impedancia, etc., que evitan la carbonización y por consiguiente, generan menos humo (14). El otro aspecto en el manejo es la eliminación del humo quirúrgico, a través de sistemas de extracción directa o localizada, ya sea para cirugía abierta o laparoscópica. Estos sistemas usan filtros de ultra-eficiencia, de forma tal que el humo no se disemine y afecte al personal del quirófano.

Como urólogos no somos conscientes, que durante las resecciones de próstata se generan carcinógenos como butadieno (15). En las cirugías abiertas, y con los distintos tejidos se producen aerosoles con tóxicos que requieren ser eliminados mediante equipos debidamente diseñados para tal fin (16). Las succiones regulares no funcionan, dispersan el aerosol (17), y deben, por razones de bioseguridad, utilizar filtros en la salida, para evitar mayor contaminación.

Los sistemas de ventilación de quirófanos, por normativas NIOSH y CDC, debiesen tener un mínimo de 25 recambios de aire por hora, y con flujo laminar. El uso de aire acondicionado convencional, menos de 25 recambios de aire expone al cirujano a estos aerosoles

por mayor tiempo (18). Recordar que estos sistemas de ventilación protegen al paciente, pero no al cirujano, por lo que esta exposición debe disminuir con el uso de evacuadores de humo, tanto para cirugía abierta, como endoscópica. A menor recambio, mayor tiempo entre procedimientos. Aunado a esto, el uso de filtros HEPA y filtros ULPA, con mantenimiento apropiado de los sistemas de ventilación, es menester para el manejo apropiado de los aerosoles generados. Esto tiene implicaciones para áreas como urología, broncoscopia, gastroenterología y hemodinámica.

**Laparoscopia e insufladores:** Los reportes preliminares de China insinuaban la posibilidad de transmisión por los aerosoles. SAGES y otras organizaciones para marzo de 2020, adaptaron sus recomendaciones a la evidencia. En síntesis, se valora el uso de circuitos cerrados y la necesidad imperiosa de filtros en la salida, de forma tal de mantener la bioseguridad. En el sitio web de SAGES ésta el detalle de los equipos recomendados, lista que se amplía constantemente (19).

**Mascarillas y respiradores:** NIOSH y CDC han recomendado previo al COVID-19, el uso de respiradores con 95% de eficiencia en los quirófanos e intensivos. Los filtros ULPA, HEPA y los respiradores realizan la filtración del aire mediante presión, interceptación, impacto por inercia, captura por difusión y a través de la atracción electrostática (20). Estas propiedades son las que se afectan por el uso. Dependiendo del tamaño de las partículas dispersas en el humo, así

mismo alcanzan diferentes áreas del tracto respiratorio, asociándose finalmente a distintas condiciones y afectaciones: rinorrea, disfagia, cefalea, mutagénesis, etc (21). La pandemia por coronavirus prioriza los intensivos y la protección del personal de salud atendiendo patología respiratoria, relegando la cirugía electiva. En nuestra región probablemente el 100% de los casos quirúrgicos se realizan con mascarillas quirúrgicas regulares, que solo protegen de partículas hasta 5 micras, permitiendo el paso de aquellas con menor tamaño. El CDC recomendó el uso de respiradores tipo N95 en los escenarios quirúrgicos y en las áreas de atención de SARS-CoV2.

## DISCUSION

Teniendo presente estas consideraciones, es menester insistir que a la fecha no hay evidencia final de la transmisión del COVID-19 en el humo quirúrgico, pero la pandemia puede lograr fortalecer nuestros sistemas sanitarios, el mejoramiento de las condiciones de seguridad ocupacional del personal de salud. Para aplanar la curva e incorporarnos a los quirófanos podemos implementar diversas estrategias, cada una con viabilidad, efectividad, eficiencia y costos distintos, pero qué de manera individual e integrada, impactan positivamente el ambiente y la ventilación. Estas medidas de mitigación (Figura 2), pueden ser incorporadas paulatinamente, de forma tal que sea factible en nuestros sistemas de salud regionales (22).



Figura 1. Estrategias para aplanar la curva y reiniciar cirugías

**Organización y protocolos:** Diversas organizaciones sanitarias han propuesto protocolos de retorno a la actividad quirúrgica (23). Lo más importante es la educación al personal sanitario. Nosotros como cirujanos debemos reinventarnos y seguir estrictamente las normativas implementadas.

Las instalaciones deben clasificarse como Covid o no Covid. Aquellos hospitales que mantengan la dualidad de atender ambos grupos deben seguir protocolos estrictos de forma tal de evitar la contaminación cruzada.

**Ventilación:** Verificar los quirófanos mantengan 25 recambios por hora para salas de cirugía y de 15 como mínimo para áreas de urología (24). El cambio de filtros HEPA y la colocación de filtros ULPA en las succiones, de forma tal de mantener ambientes saludables. La dispersión de aerosoles en áreas Covid-19 debe contenerse a través del uso de salones con presiones positivas, área previa de presión

negativa y el uso de equipo de protección personal adecuado. Considerar extender los tiempos entre cirugía, al conseguir la extracción adecuada de los aerosoles. A menor recambio, mayor tiempo. Con 25 recambios, el tiempo de espera por extubación, es de 15 a 20 minutos.

**Generación de humo:** El mantenimiento adecuado de los equipos de electrocirugía y su actualización con monitorización activa de electrodos, medición de impedancia, sellado de vasos, etc. Pero debemos utilizarlos con la menor energía posible. Debemos contener el sangrado, no carbonizar los tejidos. Esta maniobra es altamente recomendada. Es decir, debemos reaprender su uso y revisar cuidadosamente las indicaciones del fabricante (25).

**Extracción de humo:** El uso de sistemas de cauterio acoplados con sistemas de extracción de humo es fundamental. La intubación como extubación de los pacientes debe utilizar estos equipos,

de forma tal de disminuir la dispersión de aerosoles. Para la cirugía laparoscópica se ha recomendado (<https://www.sages.org/recommendations-surgical-response-covid-19/>):

1. Las incisiones para los puertos deben ser tan pequeñas como sea posible para permitir el paso de los puertos, pero no permitir fugas alrededor de los puertos.
2. La presión de insuflación de CO2 debe mantenerse al mínimo y se debe utilizar una ultrafiltración (sistema de extracción de humo o filtración), si está disponible.
3. Todo el neumoperitoneo debe extraerse de manera segura a través de un sistema de filtración antes del cierre, extracción del trocar, extracción de la muestra o conversión para abrir.

**Mascarillas y respiradores:** El uso de protectores faciales, mascarillas y respiradores han demostrado su efectividad en el control de la transmisión del coronavirus. Para el retorno a las actividades el equipo de protección personal es fundamental. Su disponibilidad es crucial y debe aspirarse como meta, su uso rutinario en los salones de cirugía y cistoscopias, del tipo N95. Existen otros tipos de respiradores, fabricados en China (KN95, KP95), Europa (P2, P3), Brasil (PFF2, PFF3), México (R95), que ya han sido validadas por CDC y otras organizaciones, que son de menor costo y fácil acceso (26).

## CONCLUSIONES

La pandemia por COVID-19 ha tenido impacto mundial. Centroamérica no ha escapado de los efectos de este coronavirus. El humo quirúrgico como medio de transmisión del virus COVID-19 no ha sido demostrado a la fecha. El desarrollo de estrategias de mitigación y reinicio de las actividades quirúrgicas en nuestra región depende de la disponibilidad de recursos económicos y de la resiliencia de los sistemas sanitarios. El uso de protocolos, organización institucional, revisión y mantenimiento de los sistemas de ventilación, así como el control de la generación y extracción de humo son importantes para la salud ocupacional del personal. El uso de respiradores y mascarillas, adecuadas de acuerdo al nivel de riesgo, podría ser una estrategia efectiva a corto plazo, pero el efecto sostenido de aplanar la curva depende de una política sanitaria integral.

## BIBLIOGRAFIA

1. Pueyo, T.: The hammer and the dance: <https://medium.com/@tomaspueyo/coronavirus-the-hammer-and-the-dance-be9337092b56>
2. Pueyo, T.: Coronavirus, the basic dance steps everybody can follow: <https://medium.com/@tomaspueyo/coronavirus-the-basic-dance-steps-everybody-can-follow-b3d216daa343>
3. SAGES: Regarding surgical response to COVID-19 crisis: <https://www.sages.org/recommendations-surgical-response-covid-19/>
4. Liu, Y., Song, Y., Yan, L. Y cols : Awareness of surgical smoke hazards and enhancement of surgical smoke prevention among gynecologist, *Journal of Cancer* 10, 2788-2799, 2019.
5. Sahaf, OS., Vega-Carascal, I., Cunningham, FO. Y cols: Chemical composition of smoke produced by high-frequency electro-surgery: *Int J Med Sci*, 176: 229-232, 2007.
6. Mowbry, N., Ansell, J., Warren, N., y cols: Is surgical smoke harmful to theater staff? a systematic review: *Surg Endos* 27: 3100-3107, 2013
7. Kwak, H., Ki, S., Seo, Y., y cols: Detecting hepatitis B in surgical smoke emitted during laparoscopic surgery: *Occup Env Med*, 0:1-7, 2016.
8. Xie, C., Jiang, L., Huang, G., y cols: Comparison of different samples of 2019 novel coronavirus detection by nucleic acid amplification test: *Int J of Infec Dis*, 93: 264-267, 2020.
9. Kujaski, S., Wong K., Collins, J., y cols: Clinical and virological characteristics of the first 12 patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the United States, *Nature Medicine*, in press: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0877-5>, 2020.
10. Lescure, F., Bouadma, L., Nguyen, D., y cols: Clinical and virological data of the first cases of COVID-19 in Europe: *The Lancet infectious disease*, in press, DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30200-0, 2020.
11. ESGE, ESGE recommendations on gynaecological laparoscopy surgery during COVID-19 outbreak, in press, <https://esge.org/wp-content/uploads/2020/03/Covid19StatementESGE.pdf>, 2020.
12. Bahl, P, Silva, C, Chugtai, A, y cols: Airborne or droplets precautions for health workers treating coronavirus disease 2019, *The J of Infec Dis*, in press, DOI: 10.1093/infdis/jiaa189, 2020.
13. Brandon H., Young V.: Characterization and removal of electro-surgical smoke, *Surgical services management*, 3(3): 14-16, 1997.
14. Alkatout, I., Schollmeyer, T., Hawaldar, N., y cols: Principles and safety measures of electro-surgery in laparoscopy: *JSLs*, 16: 130-139, 2012.
15. Chung, Y, lee, S, Han, S y cols: Harmful gases including carcinogens produced during transurethral resection of the prostate and vaporization: *Int J of Urology*, 17: 944-949, 2010.
16. Karjalainen, M, Kontunen, A, Saari, S y cols: The characterization of surgical smoke from various tissues and its implications for occupational safety, *PLOS ONE*, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274>, 2018.
17. Boorder, T, Verdaasdonk, R, Klaessens, J: The visualization of surgical smoke produced by energy delivery devices: significance and effectiveness of evacuation systems, *Proc of SPIE*, 6440: 64400R, 2007.
18. Choi, D, Hwan S, Kang, D: Influence of surgical smoke on indoor air quality in hospital operating rooms: Aerosol air quality research, 17: 821-830, 2017.
19. SAGES, Evacuation during open, laparoscopic, and endoscopic procedures, <https://www.sages.org/resources-smoke-gas-evacuation-during-open-laparoscopic-endoscopic-procedures/>
20. Bree, K, Barhill, S, Rundell, W: The dangers of electro-surgical smoke to operating room personnel, *Workplace health & safety*, 65: 518-526, 2017.
21. Okoshi, K, Kobayashi, K, Kinoshita: Health risk associated with exposure to surgical smoke for surgeons and operation room personnel: *Surg Today*, DOI 10.1007/s00595-014-1085-z, 2014.
22. Georgesén C, Lipner S: Surgical smoke: risk assessment and mitigation strategies: *J Am Acad Dermatol*, 79: 746-755, 2018.
23. American society of anesthesiologists: Resuming elective surgery, <https://www.asahq.org/in-the-spotlight/coronavirus-covid-19-information/resuming-elective-surgery>, 2020.
24. CDC: Guidelines for environmental infection control in health care facilities: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/appendix/air.html#table1>
25. Kimmig, R, Verhein R, Rudniki, M y cols: Robot assisted surgery during the Covid-19 pandemic: *J Gynecol Oncol*, 3(e59) 1-7, 2020.
26. CDC: Strategies for optimizing the supply of N95 respirators: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/respirators-strategy/index.html>