

Conocimiento de los cirujanos mexicanos sobre quirófano sostenible y prácticas *net zero*: resultados de una encuesta

Knowledge of Mexican surgeons about sustainable operating rooms and net zero practices: a survey

María F. Torres-Ruiz^{1,2*}, María E. Baridó-Murguía^{1,3}, Itzé Aguirre-Olmedo^{1,4}, Abilene Escamilla-Ortiz^{1,5}, María A. Reyes-García^{1,6}, Gerardo Lamothe-Ale⁷ y Marco A. Loera-Torres⁸

¹Comité de Eco-Cirugía de la Asociación Mexicana de Cirugía General, Ciudad de México; ²Centro de Investigación en Enfermedades Infecciosas, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, Ciudad de México; ³Cirugía General, Hospital Médica Sur, Ciudad de México; ⁴Cirugía General, Hospital Real San José Valle Real, Guadalajara, Jalisco; ⁵Secretaría Académica, Facultad Mexicana de Medicina de la Universidad La Salle, Ciudad de México; ⁶Departamento de Cirugía General, Hospital General Acapulco, Acapulco, Guerrero; ⁷Departamento de Cirugía General, Hospital Central Militar, Ciudad de México; ⁸Cirugía General, Hospital Ángeles Santa Mónica, Ciudad de México. México

Abstract

Objective: To make an initial assessment of the attitudes and knowledge of Mexican general surgeons regarding sustainable operating rooms and net zero policies. Operating rooms are the primary producers of greenhouse gas emissions in the healthcare system. The implementation of measures to achieve sustainable operating rooms must be preceded by an understanding of current practices, the surgical staff's interest in the topic, and potential areas of opportunity. **Methods:** Observational, prospective, cross-sectional study based on an anonymous virtual survey distributed by email to all members of the Mexican Association of General Surgery between October 2023 and March 2024. The questions focused on five topics: general data, use of textiles, anesthesia techniques, waste generation and use of disposable materials and consumption of water and energy. **Results:** A total of 726 responses were obtained. 12% were familiar with the term net zero and incorporated related measures into their daily practice. 8.4% reported that their hospital has an action plan in this regard. **Conclusions:** The survey reveals a low level of knowledge about sustainable operating rooms and net-zero practices among the surveyed surgeons, as well as a scarcity of action plans to achieve green operating rooms in Mexico; however, it highlights the respondents' interest in learning more about the topic.

Keywords: Sustainable surgery. Carbon footprint. Operating room. Greenhouse gas. Environmental impact.

Resumen

Objetivo: Realizar una aproximación inicial a las actitudes y el conocimiento de los cirujanos generales mexicanos sobre los quirófanos sostenibles y las políticas net zero. Los quirófanos son los principales productores de emisiones de gases con efecto invernadero del sistema de salud. La implementación de medidas para lograr quirófanos sustentables debe ir precedida del conocimiento de las prácticas actuales, del interés del personal quirúrgico sobre el tema y de las posibles áreas de oportunidad. **Métodos:** Estudio observacional, prospectivo, de corte transversal, basado en una encuesta anónima y virtual distribuida por correo electrónico a todos los socios de la Asociación Mexicana de Cirugía General entre octubre de 2023 y marzo de 2024. Las preguntas se enfocaron en cinco temas: datos generales, uso de textiles, técnicas de anestesia, generación de desechos y uso de materiales desechables, y consumo de agua y energía. **Resultados:** Se obtuvieron 726 respuestas.

*Correspondencia:

María F. Torres-Ruiz

E-mail: dratorresruiz@gmail.com

0009-7411/© 2025 Academia Mexicana de Cirugía. Publicado por Permayer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 15-09-2024

Fecha de aceptación: 16-02-2025

DOI: 10.24875/CIRU.24000493

Cir Cir. 2026;94(4):370-377

Contents available at PubMed

www.cirugiaycirujanos.com

*El 12% conocían el término net zero e incorporaban medidas relacionadas en su práctica diaria. El 8.4% refirieron que en su hospital existe un plan de acción al respecto. **Conclusiones:** La encuesta revela un bajo nivel de conocimiento sobre el quirófano sostenible y las prácticas net zero entre los cirujanos encuestados, así como la escasez de planes de acción para alcanzar quirófanos «verdes» en México; sin embargo, destaca el interés de los encuestados en aprender sobre el tema.*

Palabras clave: Cirugía sostenible. Huella de carbono. Quirófano. Gases con efecto invernadero. Impacto ambiental.

Introducción

El cambio climático es una urgencia mundial. El aumento de la temperatura global en 1.5 °C (en comparación con la era preindustrial) tendrá como consecuencia la destrucción de ecosistemas y la extinción de especies que condicionarán la persistencia del ser humano. El deshielo secundario al calentamiento del planeta y el aumento del nivel del mar, tan solo 10 mm, ha generado un impacto ambiental sin precedentes¹.

Sequías, inundaciones, incendios, aumento en las enfermedades transmitidas por vectores, epidemias, entre otras, generan una presión de adaptación en los sistemas de salud del mundo, los cuales intentan desarrollar estrategias para responder a estas situaciones, a la vez que generan una huella de carbono y emisiones de gases invernadero del casi el 5% de las emisiones globales totales².

Se estima que los quirófanos producen del 50% al 70% de la basura generada en un hospital. El impacto ambiental que generan es tres a seis veces mayor que el del resto del hospital, secundario al consumo intensivo de energía, entre otras causas³.

Desde el acuerdo de París (1996)⁴ y recientemente en las reuniones anuales de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, los gobiernos del mundo se han comprometido a disminuir al 50% las emisiones de carbono para el año 2030 y lograr en 2050 un sistema de emisiones netas cero⁵.

México ocupa el lugar 16 de 266 países como productor de emisiones de carbono, y nuestro sistema de salud se encuentra en el lugar 11 de la lista de los más contaminantes del mundo⁶.

Asumir nuestra responsabilidad como líderes y como parte responsable de la generación de emisiones de carbono en el quirófano debe de ser un imperativo moral en nuestro actuar personal y profesional inmediato.

El objetivo de este trabajo fue conocer, a través de una encuesta, cuánto saben los socios de la Asociación Mexicana de Cirugía General (AMCG) sobre la contaminación que generan los quirófanos y sus

causas, e identificar las características generales en cuanto a emisión de equivalentes de carbono en los quirófanos de distintas regiones del país, para en el futuro cercano diseñar estrategias ecológicas acordes a la realidad mexicana.

Métodos

El presente fue un estudio observacional, prospectivo, de corte transversal, basado en una encuesta anónima y virtual llevada a cabo entre octubre de 2023 y marzo de 2024. La encuesta se diseñó internamente entre los autores, tomando como referencia encuestas previas publicadas en relación con el medio ambiente y sistemas de salud^{7,8}. Se incluyeron 20 preguntas de opción múltiple para obtener información sobre cinco dominios: datos generales (edad, localización geográfica, sistema de salud, nivel de atención), uso de textiles (uniformes y campos quirúrgicos), anestesia (técnica, gases anestésicos, disposición de medicamentos), generación de desechos y consumibles de un solo uso, y consumo de agua y energía.

Previo a su distribución, la encuesta fue probada con cuatro cirujanos y modificada con su retroalimentación. La versión final fue diseñada en la plataforma Google Forms® para su contestación en línea. La invitación a participar se realizó a través de un correo electrónico distribuido por la AMCG a todos sus asociados (3804). Ningún participante recibió incentivo material o económico. La encuesta se aplicó entre noviembre de 2023 y marzo de 2024; se enviaron tres correos en distintas fechas con la invitación a participar. El cuestionario se contestó en línea a través de la plataforma Google Forms®. Se incluyeron tanto residentes como cirujanos generales o subespecialistas, y se excluyeron aquellos que no trabajaban en la República Mexicana o que no contaban con actividad quirúrgica activa (por ejemplo, retirados).

El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo con el programa estadístico STATA (Version 14, StataCorp, College Station, Texas, USA). Las respuestas de cada pregunta se calcularon con distribución de frecuencias y se muestran en porcentajes.

Resultados

Datos generales

Se remitió la encuesta a 3804 miembros de la AMCG, de los cuales 726 la contestaron (tasa de respuesta del 19%). La mayoría de quienes participaron fueron cirujanos entre los 46 y 60 años (264; 36.4%), seguidos por los de 30 a 45 años (230; 31%), los mayores de 60 años (188; 25.9%) y los menores de 30 años (44; 6.1%).

Participaron asociados de las 32 entidades federativas. Las más representativas fueron Ciudad de México (201; 27.7%), Estado de México (81; 11.2%), Jalisco (41; 5.6%), Nuevo León (35; 4.8%), Guanajuato (30; 4.1%) y Veracruz (29; 4%). Los Estados de donde menos respuestas se obtuvieron fueron Baja California Sur (3; 0.4%), Campeche (3; 0.4%), Colima (5; 0.7%), Durango (5; 0.7%) y Yucatán (6; 0.8%).

Respecto a si los cirujanos encuestados laboran en el sector público o privado, aproximadamente una tercera parte trabajan únicamente en el medio privado (262; 36.1%) y el resto tiene práctica al menos en una institución gubernamental (464; 63.9%). Más de la mitad de los encuestados refirieron trabajar en un hospital de segundo nivel (444; 61%) y el resto en hospitales de tercer nivel (277; 38%); cinco respuestas no se contestaron de manera correcta.

Entre los cirujanos trabajadores en hospitales públicos, la mayoría de las respuestas se obtuvieron de personal de la Secretaría de Salud (SS) (175; 37.5%) y del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (168; 36%). Otras instituciones públicas fueron el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) (55; 11.8%), el IMSS - Bienestar (32; 6.8%) y la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) (10; 2.1%). Los Hospitales del Gobierno de la Ciudad de México, el Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMYM), los Hospitales de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y otros hospitales fueron el 5.4% de la muestra (Tabla 1).

Textiles

Los cirujanos encuestados confirmaron que los textiles reutilizables en la mayoría de los hospitales son los uniformes quirúrgicos (520; 71.6%), los campos y las batas quirúrgicas (452; 62.2%). Los gorros quirúrgicos (89; 12.2%) y los cubrezapatos (52; 7%) son reutilizables en menor proporción.

Tabla 1. Datos generales de la población estudiada

Variable	n	%
Rango de edad (años)		
< 30	44	6.1
30 a 45	230	31
46 a 60	264	36.4
> 60	188	25.9
Sistema hospitalario		
Privado	262	36.1
Público	464	63.9
SS	175	37.5
IMSS	168	36
ISSSTE	55	11.8
IMSS-Bienestar	32	6.8
SEDENA	10	2.1
Otros*	10	2.1
GCDMX	7	1.5
ISSEMYM	5	1.0
PEMEX	4	0.8
Nivel de atención		
Segundo nivel	447	61
Tercer nivel	274	37
Respuestas anuladas	5	2

GCDMX: Hospitales del Gobierno de la Ciudad de México; IMSS: Instituto Mexicano del Seguro Social; IMSS-Bienestar: Instituto Mexicano del Seguro Social-Bienestar; ISSEMYM: Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios; ISSSTE: Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado; PEMEX: Hospitales de Petróleos Mexicanos; SEDENA: Secretaría de la Defensa Nacional; SS: Secretaría de Salud.

*Otros: SEMAR: Secretaría de Marina; OPD: organismo público descentralizado Hospital Civil de Guadalajara, OPD Hospital Civil Fray Antonio Alcalde, Magisterio, Ichisal, Hospital Civil de Culiacán, Hospital de Maestros del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE) Secc. 50.

El 17.6% (128) de los cirujanos respondieron que ningún textil quirúrgico es reutilizable en su hospital. De ellos, la mayoría (53; 41.4%) refieren trabajar en la Ciudad de México y en el Estado de México (25; 19.5%). Otros Estados en los que en algunos hospitales ningún textil se reutiliza son Jalisco (10; 7.8%), Nuevo León (5; 3.9%), Veracruz (5; 3.9%), Hidalgo (4; 3.1%), Chihuahua (4; 3.1%), Sinaloa (3; 2.3%), Coahuila (2; 1.5%), Querétaro (2; 1.5%), Quintana Roo (2; 1.5%), Tabasco (2; 1.5%), Baja California Norte (1; 0.7%), Chiapas (1; 0.7%), Colima (1; 0.7%), Guanajuato (1; 0.7%), Morelos (1; 0.7%), Oaxaca (1; 0.7%), San Luis Potosí (1; 0.7%), Tamaulipas (1; 0.7%) y Yucatán (1; 0.7%).

Más de la mitad de los hospitales en los que no se reutilizan textiles pertenecen al tercer nivel de atención (78; 60.9%) y son privados (68; 53.9%). Los hospitales públicos en los que ningún textil es reutilizable (60; 46%) pertenecen principalmente a la SS (22; 36.6%), al ISSSTE (17; 28.3%) y al IMSS (13; 21.6%).

Anestesia

En relación con la solicitud de estudios preoperatorios en pacientes de bajo riesgo, la mayor parte

de los encuestados (332; 45.7%) refieren hacerlo de acuerdo con las guías de su institución, en concordancia con lineamientos internacionales. Otras respuestas fueron que solicitan únicamente los laboratorios que consideran indispensables (232; 31.8%), que los indican por rutina establecida por costumbre para todos los pacientes (115; 15.8%) y que solicitan lo que el anestesiólogo requiera para no cancelar la cirugía (48; 6.6%). La mayoría de los encuestados que escogieron alguna de las dos últimas respuestas se encuentran en el rango de edad entre 31 (85; 52%) y 45 años (59; 36.5%). Casi todos los asociados que contestaron que solicitan los estudios que su anestesiólogo necesite para no cancelar el procedimiento laboran en un hospital público (45; 93.7%).

En la mitad (370; 50.9%) de los procedimientos que realizan los cirujanos de la AMCG se utiliza anestesia general y en casi la otra mitad (334; 46%) se utiliza anestesia regional. La mayoría de los procedimientos con anestesia regional corresponden a hospitales públicos (258; 77.2%).

De acuerdo con los resultados de la encuesta, la anestesia total intravenosa se utiliza en muy pocos procedimientos (15; 2%). Una tercera parte de los encuestados (205; 28.2%) desconoce cuál es el gas anestésico que se utiliza en sus cirugías con anestesia general; entre los que lo saben, el gas más usado es el sevoflurano (455; 62.6%) y en muy baja proporción se utilizan el desflurano (32; 4.4%) y el isoflurano (30; 4.1%). La mayoría de los cirujanos que utilizan desflurano en sus procedimientos trabajan en la Ciudad de México y en el Estado de México (14; 43.7%). No se encontró diferencia en su uso entre hospitales privados (16; 50%) y públicos (16; 50%).

La disposición final que se da a los fármacos sobrantes al término de la cirugía es desconocida por el 38.7% (281) de los encuestados. Una tercera parte (235; 32.3%) realiza una adecuada disposición en contenedores especiales destinados para ese fin. En más de una cuarta parte de los casos (210; 28.9%) se desechan de manera no óptima: en bolsas para residuos con potencial biológicamente infeccioso (RPBI) (118; 16.2%), en bolsas de basura municipal (78; 10.7%) o en el lavabo (14; 1.9%).

Desechos

El 44% (318) de los cirujanos respondieron que la mayoría de la basura que se genera en sus quirófanos se trata de basura municipal que se desecha en bolsa

negra, una tercera parte que se trata de basura hospitalaria no infectocontagiosa que se desecha en bolsa amarilla (232; 32%), el 16.8% (122) refirieron que la mayoría de la basura que generan durante sus cirugías es altamente infecciosa y la desechan en bolsa roja, y el 7.4% (54) dijeron no conocer o no haber puesto atención al tipo de desechos generados en sus quirófanos.

Respecto a la disposición de los RPBI generados en el quirófano, más de tres cuartas partes de los cirujanos (571; 78.6%) respondieron que son recolectados por un servicio externo al hospital, y una proporción pequeña mencionó que se incineran (22; 3%) o que se depositan en vertederos (5; 0.6%). El 17.6% (128) desconocen el paradero final de los RPBI de su hospital.

Se proporcionó a los encuestados una lista de ítems para que indicaran cuáles desechaban cotidianamente en la bolsa roja de RPBI: toallas desechables, tubos de intubación orotraqueal, tubos o cánulas de aspiración, soluciones intravenosas, sondas urinarias, bolsas de recolección de orina, cubrebocas, gorros quirúrgicos, campos quirúrgicos, yesos y vendas, envolturas o empaques, gasas con alcohol, pañales usados, flanerías desechables y guantes. La última opción de respuesta correspondía a «ninguno» y fue elegida en el 31.7% (227) de los casos. De todos los objetos enlistados, las vendas y yesos fueron seleccionados al menos por 21 participantes (2.9%) y las sondas urinarias por 334 (46%) (Fig. 1).

Desechables y cadena de abasto

Se proporcionó una lista de consumibles para que los encuestados identificaran cuáles eran desechables en sus quirófanos. De los consumibles enlistados, los trócares laparoscópicos (405; 55.7%) y las engrapadoras quirúrgicas (387; 53.3%) fueron los insumos desechables más seleccionados. Las cánulas de Yankauer se identificaron como desechables en el 37.4% (272) de los casos. El 22.7% (165) de los encuestados refirieron que, en su hospital, ninguno de los consumibles de la lista era desechable (Fig. 2).

En la opción abierta para enumerar otros consumibles desechables que se utilizaban en sus hospitales, los cirujanos (7; 1%) mencionaron cánulas de Guedel, compresas de secado, sistemas colectores de aspiración y drenaje, bolsas extractoras de piezas, electrodos, grapas, bolsas para equipo laparoscópico, asas, catéteres centrales, sondas urinarias y sondas de descompresión tipo Nelaton.

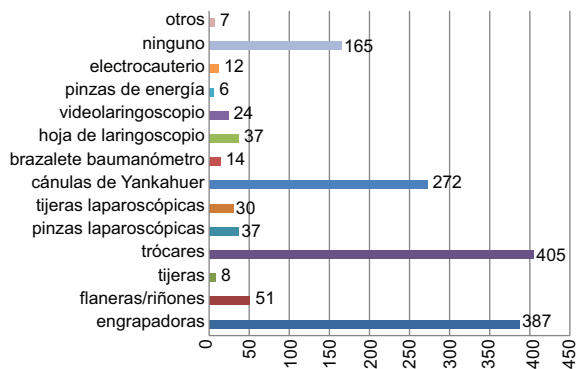


Figura 1. Consumibles desechables identificados por los encuestados en sus quirófanos.

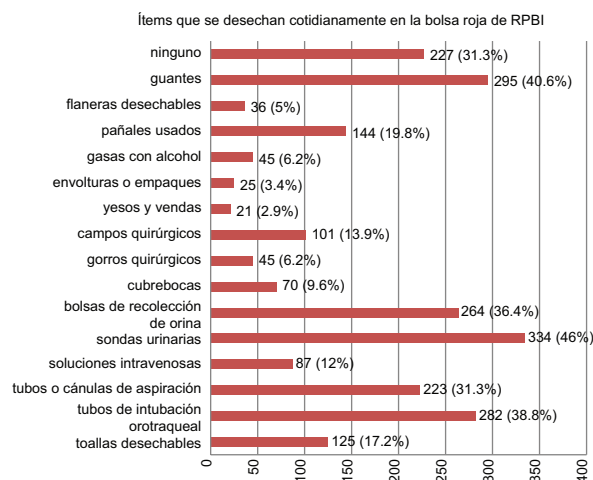


Figura 2. Materiales y consumibles que se desechan cotidianamente en la bolsa roja de residuos con potencial biológicamente infeccioso (RPBI), de acuerdo con los encuestados.

Sistema de ventilación e iluminación

Una cuarta parte de los encuestados (181; 24.9%) desconocen cómo funcionan en su quirófano los sistemas de recambio de aire, temperatura e iluminación. Otra parte similar (179; 24.6%) refieren que estos sistemas en sus quirófanos se mantienen activos las 24 horas del día, es decir, que las luces permanecen encendidas incluso si no hay nadie en la sala, y el número de recambios de aire no disminuye.

Solo el 34.8% (253) de las personas encuestadas contestaron que los sistemas de ventilación, temperatura e iluminación de los quirófanos en los que trabajan se activan únicamente cuando es necesario, y el 15.5% (113) manifestaron que en sus unidades no hay sistemas de ventilación.

Lavado quirúrgico y agua

Un alto porcentaje de los encuestados (516; 71%) cuentan con lavabos quirúrgicos con sensor, lo cual contribuye al ahorro de agua durante el lavado quirúrgico.

Casi la mitad (342; 47.1%) utilizan agua y cepillo desechable precargado para realizar el lavado quirúrgico antes de un procedimiento; sin embargo, un tercio (218; 30%) del personal quirúrgico encuestado refiere utilizar cepillos reusables y solo el 7.8% (57) utiliza soluciones antisépticas que no requieren enjuague. El 14.9% (108) restante refieren que realizan el lavado con agua y clorhexidina.

Conocimiento

El 46.2% (336) de los encuestados no conocen el término *net zero* y no saben a qué se refiere; el 41.4% (301) lo habían escuchado alguna vez, pero no tienen claro su significado. Solo el 12% (89) lo conocen e incorporan medidas para alcanzarlo en su práctica diaria. Este 12% predomina de manera importante en la Ciudad de México (32; 35.9%). Otros Estados en los que se menciona realizar alguna medida *net zero* en sus quirófanos son el Estado de México (8; 8.9%), Puebla (7; 7.8%), Morelos (5; 5.6%), Nuevo León (5; 5.6%), Guanajuato (4; 4.4%) y Veracruz (4; 4.4%). La mayoría de los cirujanos que refieren utilizar medidas *net zero* en su práctica diaria son mayores de 46 años (76; 85.3%), y en mayor proporción se encuentran entre los 46 y 60 años.

El 91.5% (n = 659) de los participantes refirieron que en sus hospitales no existe un plan de acción establecido para alcanzar quirófanos «verdes». Los encuestados que contestaron que sí hay en sus hospitales un plan de acción (61; 8.4%) se distribuyen por el Estado de la República Mexicana, como se muestra en la figura 3. La mayoría de los hospitales con un plan de acción son hospitales privados (42; 68.8%); los 19 hospitales públicos de todo el país con planes de eco-cirugía pertenecen al IMSS, la SS, el ISSSTE, el IMSS-Bienestar y PEMEX.

Positivamente, casi todos (704; 97%) los participantes contestaron que sí les interesa saber qué hacer para disminuir las emisiones de carbono que se generan durante una cirugía.

Discusión

Cada vez más países se suman al esfuerzo mundial para lograr un sistema de salud neutro en cuanto a



Figura 3. Estados de la República en los que, de acuerdo con los encuestados, existen hospitales con planes de acción para alcanzar quirófanos «verdes». El primer número corresponde al total de hospitales en ese estado con un plan de acción, el segundo número corresponde a los hospitales privados, y las siglas siguientes corresponden a los hospitales públicos que tienen un plan de acción en ese estado.

la generación de gases con efecto invernadero. México es el país de América Latina que más emisiones de dióxido de carbono genera, y el segundo con el sistema de salud más contaminante, solo por detrás de Brasil⁶. Los quirófanos contribuyen de manera considerable, por lo que son un sitio importante para generar un cambio a favor del medio ambiente.

Modificar las conductas establecidas que se realizan de manera cotidiana en cualquier actividad humana, por ejemplo durante el proceso quirúrgico en los hospitales de nuestro país, es un reto. Para intentarlo es indispensable conocerlas antes de suponer cambiarlas. Como punto de partida, esta encuesta se diseñó para explorar el conocimiento y la actitud del personal quirúrgico mexicano respecto a la contaminación que causa el uso de los quirófanos.

El término *net zero carbon emission* se traduce del inglés como «cero emisiones netas de carbono» y hace referencia a alcanzar un balance neutro entre la cantidad de gases con efecto invernadero que se produce y la cantidad de estos que se logra eliminar de la atmósfera⁵. Coincidente con otros estudios⁷⁻⁹, casi todos los encuestados tienen interés en saber cómo disminuir las emisiones de carbono que se generan durante una cirugía, pero solo una pequeña proporción conoce el término *net zero* y realiza medidas para alcanzarlo en su práctica diaria (12%), y un porcentaje aún menor (7.5%)

reconoce que en su hospital exista un plan de acción para implementar quirófanos «verdes».

La falta de información es la primera barrera a vencer para poder disminuir la huella de carbono que se genera en un quirófano¹⁰. En una encuesta a más de 3000 profesionales de 117 países del mundo, al preguntar sobre las dificultades para lograr un quirófano «verde» los participantes contestaron en su mayoría la baja tasa de planes sostenibles, la falta de información sobre iniciativas «verdes» y la falta de líderes en el área¹⁰.

En octubre de 2023 se instauró en la AMCG el comité de eco-cirugía; en nuestro conocimiento, es la primera vez que una asociación médico-quirúrgica mexicana conforma un grupo de trabajo de profesionales afines al tema. El primer objetivo a corto plazo (1 año) fue visibilizar el problema, realizar difusión del conocimiento y concientizar al personal involucrado. Difundir y enseñar a las nuevas generaciones también es prioritario, por lo que incluir el tema de sostenibilidad y economía circular en los programas de pregrado y posgrado de las diferentes universidades sería importante. En una encuesta aplicada a otorrinolaringólogos canadienses⁸, el 38.8% dedicaron cero horas al estudio climático y su impacto en la salud durante la residencia, y el 7.5% entre 1 y 5 horas. La mayoría coincidieron en que los médicos en entrenamiento deberían recibir educación formal en sostenibilidad ambiental.

Los resultados de la presente encuesta evidencian que el bajo conocimiento no se limita al concepto de *net zero*, sino que se extiende a otras áreas del quehacer quirúrgico cotidiano que de manera indirecta impactan en la generación de emisiones de carbono. Por ejemplo, la indicación incorrecta de estudios preoperatorios en pacientes de bajo riesgo, el desecho inadecuado de medicamentos sobrantes, la separación deficiente de desechos municipales y RPBI, el desconocimiento sobre los gases anestésicos que se utilizan en sus cirugías y el funcionamiento de los sistemas de recambio de aire, temperatura e iluminación en cada quirófano, entre otros.

De acuerdo con nuestros resultados, el uso de gas desflurano en México es limitado, probablemente por su alto costo en comparación con otros gases anestésicos, que son más económicos y además contaminan menos, como el sevoflurano¹¹; el uso de técnicas anestésicas alternativas, como la sedación total intravenosa, es bastante limitado. Educar, difundir y concientizar a cirujanos y anestesiólogos sobre el impacto ambiental de los gases y las alternativas más verdes, como el uso de medicamentos intravenosos o el bloqueo regional, es un área de oportunidad.

Se espera que la mayor proporción de basura generada en un hospital y en el quirófano sea basura municipal y se deseche en bolsas negras. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud¹², de todos los residuos generados por las actividades de atención sanitaria aproximadamente el 85% son desechos comunes y el 15% restante se considera material peligroso, que puede ser infeccioso, tóxico o radiactivo. La cantidad de desechos RPBI que genera un hospital se calcula según el número de camas que tiene. «Los países de ingresos elevados generan en promedio hasta 0.5 kg de desechos peligrosos por cama hospitalaria y día, mientras que en los de ingresos bajos ese promedio ronda los 0,2 kg. Sin embargo, en estos últimos países los desechos sanitarios peligrosos a menudo no se separan del resto de residuos, de modo que en la práctica su cantidad es mucho mayor»¹². En un estudio mexicano realizado en el Instituto Nacional de Psiquiatría, en 2003 el promedio diario de RPBI generados ascendía a 1400 g/día por cama, mientras que en el primer semestre de 2007 el promedio había disminuido más de un 90% para alcanzar un equilibrio de solo 180 g/día por cama. Este resultado se logró con la capacitación continua del personal involucrado y fue un factor determinante en el momento de clasificar y separar los residuos, y de mejorar las prácticas de manejo de los RPBI¹³.

Las experiencias publicadas^{13,14} sobre la difusión y el acercamiento al conocimiento dirigido a los especialistas han demostrado ser efectivas y útiles, por ejemplo, en la disminución de la producción de gases con efecto invernadero en el quirófano y en la adecuada separación de desechos.

De acuerdo con García-Morales et al.¹⁵, en el caso de residuos de fármacos, su persistencia y entrada continua a los mantos acuíferos originan efectos negativos sobre la vida y el ambiente acuático, debido a que no se eliminan totalmente en los procesos de tratamiento de aguas residuales a causa de su estabilidad química. El desecho adecuado de fármacos reduce la contaminación del subsuelo y de los mantos freáticos. El uso de contenedores con sustancias que inactivan los compuestos químicos de los fármacos sobrantes debería implementarse en todas las salas quirúrgicas de nuestro país.

En cuanto al uso de textiles desechables, un área de oportunidad será desarrollar estrategias y alternativas seguras para disminuir el uso de gorros desechables y cubrezapatos, los cuales son reusables en un porcentaje muy pequeño en nuestro país. Utilizar batas y uniformes reusables ha demostrado que produce menos gases con efecto invernadero que los desechables, incluyendo distintos factores del ciclo de vida de cada uno hasta en 1000 usos¹⁶.

Este trabajo se trata de una encuesta transversal, por lo que la información refleja la situación en un momento específico. También existe un posible sesgo de selección en los resultados, dado que la encuesta pudiera haber sido respondida únicamente por asociados de la AMCG interesados en el tema. Esto podría hacer que los hallazgos sean aún más preocupantes, ya que, a pesar del interés de los participantes en las políticas de eco-cirugía, su nivel de conocimiento sobre el tema es considerablemente bajo.

Conclusiones

La presente encuesta revela un bajo nivel de conocimiento sobre el quirófano sostenible y las prácticas *net zero* entre los cirujanos asociados a la AMCG, así como la escasez de planes de acción para alcanzar quirófanos «verdes» en México. Sin embargo, destaca el interés de los encuestados en aprender sobre el tema y en conocer medidas que contribuyan a reducir la producción de gases de efecto invernadero en el entorno quirúrgico.

Esta investigación ha mostrado un panorama nacional que era desconocido, sobre un tema actual y urgente, en el que es necesario educar y contribuir en

la disminución de barreras. Será prioridad entre las acciones inmediatas del comité de eco-cirugía de la AMCG la generación de guías y lineamientos específicos que permitan implementar medidas factibles amigables con el ambiente en los quirófanos de México.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los socios de la AMCG que participaron contestando esta encuesta.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Romanello M, Napoli CD, Green C, Kennard H, Lampard P, Scamman D, et al. The 2023 report of the Lancet Countdown on health and climate change: the imperative for a health-centred response in a world facing irreversible harms. *Lancet*. 2023;402:2346-94.
2. Sherman JD, Thiel C, MacNeill A, Eckelman MJ, Dubrow R, Hopf H, et al. The green print: advancement of environmental sustainability in healthcare. *Resour Conserv Recycl*. 2020;161:104882.
3. Cunha MF, Pellino G. Environmental effects of surgical procedures and strategies for sustainable surgery. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2023;20:399-410.
4. Naciones Unidas. El acuerdo de París. (Consultado el 14-08-2024.) Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>.
5. Naciones Unidas. Llegar a las emisiones netas cero: el mundo se compromete a tomar medidas. (Consultado el 14-08-2024.) Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/net-zero-coalition>.
6. Karlner J, Slotterback S, Boyd R, Ashby B, Steele K. Huella climática del sector de la salud. Cómo contribuye el sector de la salud a la crisis climática global: oportunidades para la acción. *Salud sin Daño*. Disponible en: <https://accionclimaticasalud.org/sites/default/files/2021-06/huellaclimatica.pdf>
7. Kotcher J, Maibach E, Miller J, Campbell E, Alqodmani L, Maiero M, et al. Views of health professionals on climate change and health: a multinational survey study. *Lancet Planet Health*. 2021;5:e316-23.
8. Hathi K, Fowler J, Zahabi S, Dzioba A, Madou E, Gunz AC, et al. Attitudes and perceptions of Canadian otolaryngology/head and neck surgeons and residents on environmental sustainability. *OTO Open*. 2023;7:e40.
9. Jacob S, Schust SA, Angele M, Werner J, Guba M, Börner N. A long road ahead. A German national survey study on awareness and willingness of surgeons towards the carbon footprint of modern surgical procedures. *Heliyon*. 2024;10:e25198.
10. National Institute for Health and Care Research Global Health Research Unit on Global Surgery. Reducing the environmental impact of surgery on a global scale: systematic review and co-prioritization with healthcare workers in 132 countries. *Br J Surg*. 2023;110(7):804-17.
11. Brooks P, Absalom AR. When will we call time on desflurane? Comment on *Br J Anaesth* 2022; 129: e79-e81. *Br J Anaesth*. 2022;129:e81-2.
12. Organización Mundial de la Salud. Desechos de las actividades de atención sanitaria. OMS; 2018. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
13. Nieto I, Murillo S, Rojo M, Asai M. Programa de protección ambiental y bioseguridad en el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente. *Salud Ment*. 2008;31:111-7.
14. Chambrin C, De Souza S, Gariel C, Chassard D, Bouvet L. Association between anesthesia provider education and carbon footprint related to the use of inhaled halogenated anesthetics. *Anesth Analg*. 2023;136:101-10.
15. García-Morales MA, Contreras-Rodríguez A, Aguilera Arreola MG, Ruiz EA, Morales García MR. Manejo de residuos de fármacos: una breve revisión. *Rev Int Contam Ambient*. 2021;37:329-44.
16. Vozzola E, Overcash M, Griffing E. Environmental considerations in the selection of isolation gowns: a life cycle assessment of reusable and disposable alternatives. *Am J Infect Control*. 2018;46:881-6.