

Medidas de contingencia en un servicio de neumonología intervencionista para la realización de procedimientos de broncoscopia rígida durante la pandemia de COVID-19

Contingency Measures in an Interventional Pulmonology Service for Rigid Bronchoscopy Procedures during the COVID-19 Pandemic

Autores: Saab María Angélica, Ortiz Naretto Alvaro Emilio, Korsusky Martín, Sansostera Alejandro, Gando Sebastián, Branda Adriana, Simkin Pablo, Violi Damian, Briozzo Alejandra, Vazquez Bibiana, La Pietra María Cecilia, Martín Ignacio, Duré Roberto

Unidad de Endoscopia Per Oral. Hospital de Infecciosas Francisco J. Muñiz. CABA, Buenos Aires, Argentina

Resumen

El día 30 de enero de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce la condición de pandemia por el virus SARS-CoV2 responsable de la enfermedad por coronavirus de 2019 (COVID-CoV2 por su denominación en inglés).

Se ha demostrado que la vía respiratoria de pacientes infectados por COVID-19 tiene una alta carga viral, especialmente en nariz, garganta y tráquea.

Los procedimientos que involucran el tracto aerodigestivo superior, como la broncoscopia, se consideran de alto riesgo de infección. Recomendaciones de diferentes sociedades establecen lineamientos para la realización de estos procedimientos, recomendando medidas de seguridad específicas evitando en lo posible la realización de broncoscopia rígida. Nuestra unidad corresponde a un servicio de neumonología intervencionista del sistema de salud público. Para hacer frente a la demanda de atención, necesidad de realizar procedimientos impostergables y una limitación en infraestructura y recursos, se inició un plan de contingencia y prueba de elementos alternativos orientados a potenciar la seguridad del personal y sus pacientes. Se presentan en este trabajo las medidas generales y nuevos dispositivos incluidos en nuestra secuencia de trabajo con el fin de mejorar la bioseguridad para el personal de salud y el paciente ante la necesidad de continuar realizando procedimientos.

Palabras claves: Broncoscopia; COVID-19; Contención de Riesgos Biológicos

Abstract

On January 30, 2020, the World Health Organization (WHO) declares the pandemic of SARS-CoV2, responsible for the coronavirus disease of 2019 (COVID-CoV2).

It has been shown that the airways of patients infected with COVID-19 have a high viral load, especially in the nose, throat and trachea. Procedures involving the upper aerodigestive tract, such as the bronchoscopy, are considered to carry a high risk of infection. Recommendations from different societies establish certain guidelines for these procedures, suggesting specific safety measures and, where possible, avoiding the performance of rigid bronchoscopies. Our unit belongs to an interventional pulmonology service of the Public Health System. In order to be able to meet the demand for medical care, the need to perform urgent procedures and the limitation to infrastructure and resources, we began a contingency plan and testing of alternative elements intended to increase the safety of the staff and the patients. This study introduces general measures and new devices included in our work sequence with the purpose of improving biosafety for the health staff and the patient when there is still a need to follow the procedures.

Key words: Bronchoscopy; COVID-19; Containment of Biohazards

Introducción

La enfermedad por coronavirus de 2019 (COVID-19 por su denominación en inglés) producida por el virus SARS-CoV2 se reportó por primera vez como brote epidémico en diciembre de 2019 en Wuhan, capital de Hubei, ciudad ubicada en el centro de la República Popular de China¹. Su alarmante capacidad de expansión determinó que la Organización Mundial de la Salud (OMS) declare la emergencia sanitaria de preocupación internacional el 30 de enero de 2020², reconociendo su condición de pandemia el 11 de marzo³.

Los eventos posteriores, de dramáticas características, produjeron el colapso de los sistemas de salud de países afectados, donde instituciones estuvieron obligadas a establecer medidas urgentes de readaptación y adecuación para convertirse en centros casi exclusivos de atención a pacientes con COVID-19.

Se ha demostrado que la vía respiratoria de pacientes infectados por COVID-19 tiene una alta carga viral, especialmente en nariz, garganta y tráquea⁴.

Los procedimientos que involucran el tracto aerodigestivo superior se consideran de alto riesgo de infección por la cercanía del operador al paciente y por la importante producción de aerosolización con alta carga viral⁵. Los profesionales que realizan procedimientos broncoscópicos se encuentran entre los que tienen un alto riesgo de contagio.

Algunos estudios plantean que el virus permanece viable e infeccioso en aerosoles suspendidos por 3 horas y en fómites (depositado en superficies) como plástico y acero inoxidable por 48 a 72 horas y en cartón 24 horas⁶.

Se debe considerar la situación particular que pacientes asintomáticos o levemente sintomáticos son también responsables de la rápida propagación de COVID-19, que representan el 79% de los casos documentados⁵.

Frente a esta situación diferentes organizaciones y sociedades han remarcado el alto riesgo de contagio que representan los procedimientos generadores de aerosolización como los estudios broncoscópicos, especialmente la broncoscopia rígida. Por esto establecieron recomendaciones basadas en: estratificación de la urgencia de los procedimientos, screening del paciente según el riesgo de COVID-19, normas de seguridad en diferentes escenarios para el personal de salud (PS) y la recomendación del uso de equipos de protección personal (EPP) de 3^{er} nivel para su realización⁷⁻¹⁰.

Hay reportes de casos donde a pesar del uso de EPP, incluyendo barbijos N95, profesionales de la salud han sido infectados por COVID-19 durante procedimientos de aerosolización como determinadas cirugías de vía aérea superior⁵. Es por esto que el Centro para Control y Prevención de Enfermedades (CDC) recomienda para procedimientos generadores de aerosol salas con presión negativa y el uso de respiradores purificadores de aire con motor¹¹.

En Argentina el primer caso de COVID-19 fue reportado el 3 de marzo de 2020. Desde este primer registro y siguiendo las recomendaciones de las diferentes sociedades y organizaciones para la atención y realización de procedimientos en situación de pandemia⁷⁻¹⁰ la unidad de endoscopia per-oral inició un plan de contingencia para la atención de pacientes.

Nuestra unidad es un servicio de neumonología intervencionista (NI) que pertenece al sistema público de salud de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA). Realiza más de 2000 procedimientos anuales, diagnósticos y terapéuticos avanzados entre los que se destaca la patología obstructiva benigna y maligna de la vía aérea. Cuenta con un servicio de guardia activa de broncoscopia y esofagoscopia rígida de 24 horas en la CABA y actualmente, el hospital al cual pertenece, es uno de los centros de derivación para pacientes con COVID-19.

Conociendo la vulnerabilidad de la población que asistimos, el déficit en infraestructura y recursos del sistema de salud pública, se estableció un plan de reestructuración y protocolos que permitieran continuar con la atención de pacientes con patologías impostergables, brindando medidas de seguridad para el personal y el paciente. Para esto nos basamos en recomendaciones nacionales e internacionales⁴⁻⁷ adaptándolas a las condiciones disponibles.

Ante la necesidad de realizar procedimientos de broncoscopia rígida y contando solo con ventilación natural en la unidad (por la falta de sala de aislamiento con presión negativa u otro sistema de

renovación o purificación de aire), se recurrió al desarrollo y utilización de elementos alternativos de seguridad para los procedimientos.

Se presenta a continuación el plan de contingencia, específicamente para los procedimientos de mayor riesgo como la broncoscopia rígida, donde se incorporó la utilización de un sistema cobertor al que denominamos “*carpa endoscópica*” y se adquirió para prueba y utilización un elemento alternativo de EPP (máscara snorkel adaptada para respirador) ante una eventual falta de insumos.

Consideraciones generales del plan de contingencia en situación de pandemia

Para el trabajo en la unidad se delimitaron áreas según niveles de riesgo. Se diseñó un modelo de circulación dentro de la unidad para pacientes y personal destinado a disminuir el riesgo de contaminación y contagio. Se establecieron normas de bioseguridad y distanciamiento en cada área de trabajo y en áreas comunes, así como normas de limpieza y ventilación de ambientes. Se definió el EPP adecuado según la tarea y área de riesgo definiéndose: EPP nivel 3 el comprendido por escafandra con visor/doble cofia, antiparras, máscara facial, barbijo N95 y sobre este barbijo quirúrgico, camisolín hidrorrepelente, doble par de guantes, doble cubre botas. Y un EPP nivel 3 mejorada/ideal: mameluco con capucha tipo Tyvek (Dupont®), antiparras - máscara facial y barbijo N95/respirador purificador de aire a motor, doble guante, doble cubre botas/botas cobertoras hidrorrepelentes. Se establecieron protocolos que contemplan la recepción del paciente, su estratificación según riesgo y condición COVID-19 considerando a todo paciente con situación desconocida para COVID-19 como positivo. Se detallaron protocolos para cada tipo de procedimiento diagnóstico y terapéutico según condición del paciente, lugar de procedencia y lugar de realización. Para procedimientos de fibrobroncoscopia se incorporó el uso de una cabina de acrílico anti aerosolización adaptada por el Dr. Ignacio Prieto para su uso en broncoscopia flexible y procedimientos no broncoscopicos como recambio de cánulas de traqueostomía o toilette y aspiración de secreciones.

Recomendaciones para evaluar la realización de broncoscopia rígida

Entre las indicaciones más frecuentes para la realización de broncoscopia rígida se encuentran: hemoptisis amenazante, cuerpo extraño, obstrucción de la vía aérea benigna y maligna, colocación de prótesis en vía aérea, diagnóstico y tratamiento de lesiones sugestivas de neoplasia.

En el contexto actual de pandemia de COVID-19 recomendamos tener en cuenta la evaluación del grado de urgencia (riesgo de vida en relación a la patología) al momento de realizar una broncoscopia rígida a un paciente, más allá del diagnóstico sistemático de su condición de infección por SARS-CoV-2.

Debido al corto tiempo de existencia de la enfermedad notamos la ausencia de publicaciones con alto nivel de evidencia con respecto a la realización de procedimientos de broncoscopia rígida y por lo tanto, en base a la experiencia de nuestro equipo de trabajo, elaboramos pautas de evaluación en cada caso.

Consideramos que las situaciones ante las cuales no es posible diferir el procedimiento por riesgo de vida del paciente incluyen a la hemoptisis amenazante, la obstrucción de la vía aérea de causa benigna o maligna y la presencia de cuerpo extraño en la vía aérea. Asimismo la esofagoscopia rígida para extracción de cuerpo extraño. En el resto de las situaciones es posible postergar el estudio hasta tanto se obtenga confirmación o no de infección por SARS-CoV-2 por medio de PCR.

Si bien este escenario representa la situación ideal, en la práctica no siempre es posible tener confirmación virológica previa a la realización de un procedimiento. Esta es una realidad a la que nos enfrentamos con frecuencia y por este motivo nuestra unidad decidió tomar medidas orientadas a disminuir la potencial exposición del personal, pacientes y ambiente de trabajo a la aerosolización de secreciones y considerar a todos los pacientes como posibles infectados por SARS-CoV-2.

Procedimiento de broncoscopia rígida utilizando un dispositivo cobertor antiaerosolización: “Carpa endoscópica”

Con el objetivo de disminuir la aerosolización durante la instrumentación o manipulación de la vía aérea se describen en la literatura diferentes opciones para cubrir las áreas del paciente que representan mayor riesgo¹². Estos fueron descritos principalmente para ser utilizados en laringoscopia - broncoscopia pediátrica e intubación y manejo de vía aérea por anestelistas¹³⁻¹⁵.

Nosotros readaptamos un modelo de cobertor para poder ser usado por primera vez en broncoscopia rígida para adultos denominándolo “carpa endoscópica”.

La carpa endoscópica consiste en una estructura de soporte liviano para cubrir cabeza, tronco y abdomen del paciente sobre la que se dispone un cobertor impermeable transparente de polietileno (Figura 1).

Para su confección utilizamos tubos de polipropileno y niples (media pulgada de diámetro), con ensambles a rosca y sellados con silicona, (estos materiales son accesibles y económicos en tiendas de insumos para construcción). Sus dimensiones permiten colocarla sobre la camilla de procedimiento a una altura adecuada para el uso del instrumental de broncoscopia rígida. Un cobertor de polietileno transparente cubre la totalidad de la estructura de soporte y un segundo cobertor cubre distalmente los miembros inferiores del paciente (utilizamos polietileno cristal de 80 micras de espesor disponible en comercios para jardinería).

Consideraciones para la realización del procedimiento

Pre-procedimiento

1. Antes del ingreso del paciente al área de procedimiento se realiza la preparación de equipamiento necesario y mesa de trabajo según el procedimiento a realizar.
2. Revisión y cierre de todos los armarios de almacenamiento de instrumental y protección con cobertores impermeables de equipos que no se utilicen en el área.
3. Planificación del modo de comunicación entre el equipo de trabajo.
4. Correcta colocación de EPP.
5. Ingreso del menor número posible de personal manteniendo cerrada el área operativa.



Figura 1. Carpa endoscópica. Soporte liviano y cobertor transparente impermeable

Procedimiento

1. Ingreso del paciente al área de procedimiento con manos higienizadas, barbijo, cofia y camisolín correctamente colocado.
2. Monitoreo multiparamétrico y saturometría.
3. Colocación de acceso venoso.
4. Pre-oxigenación con cánula nasal y barbijo.
5. Inicio de protocolo de sedación consciente. Preparación para bloqueo de nervio laríngeo superior y membrana cricotiroidea.

Los procedimientos de broncoscopia rígida se realizan con sedación consciente (protocolo utilizando midazolán, fentanilo, propofol) ventilación espontánea, con máscara y bolsa reservorio. La utilización de sedación consciente con ventilación espontánea, el bloqueo del nervio laríngeo superior y anestesia local por punción de la membrana cricotiroidea son utilizados en nuestra unidad desde hace 15 años con buenos resultados y sin complicaciones.

6. Colocación de la carpa endoscópica: iniciado el protocolo de sedación con fentanilo y midazolam se coloca la carpa endoscópica (**Figura 2**).

Técnica: El soporte se coloca sobre la camilla con el paciente. Su base debe extenderse unos 15-20 cm de la cabeza para garantizar su separación del cobertor. Esto permitirá mover el equipo de broncoscopia rígida con comodidad. Se coloca el cobertor transparente impermeable cubriendo la totalidad del soporte, dejando a nivel de la cabecera una cantidad suficiente para realizar la maniobra de intubación. A distal se cubre la totalidad del cuerpo del paciente (una variante que facilita el retiro del mismo es colocar dos paños de cobertor unidos a nivel de la cintura del paciente). Se realiza una fijación del cobertor solamente a los laterales (parte media) del soporte, de esta manera se puede tener mayor movimiento de ser necesario.

Se acomoda dentro del cobertor el equipo de broncoscopia e instrumental a utilizar. Del lado del operador se realizan dos cortes longitudinales a 10 cm por encima de la cabeza del paciente (separadas de 45 cm aproximadamente), y una del lado del asistente. El operador introduce sus brazos hasta los codos para evitar el desplazamiento del cobertor con sus movimientos (**Figura 2**).

7. Procedimiento: Con el paciente dentro de la carpa y sedado se realiza el bloqueo del nervio laríngeo superior y la punción de la membrana cricotiroidea. Esto permite disminuir la tos y el menor uso de medicación.

Se recomienda la realización de intubación guiada por video. En el caso de utilizar un fibrobroncoscopio se realizará un pequeño corte en el cobertor a 5 cm por encima del extremo proximal del broncoscopio rígido. Si no se dispone de video se recomienda no realizar este corte ya que el cobertor permite la intubación a visión directa con la seguridad de la barrera impermeable. El instrumental a utilizar puede introducirse cómodamente a través del cobertor, manteniendo siempre el extremo proximal del broncoscopio rígido dentro de la carpa (**Figura 2**).

Post-procedimiento

- Durante el periodo de recuperación el paciente permanece dentro de la “carpa endoscópica” con monitoreo de signos vitales.
- El retiro del cobertor se realizará lentamente enrollándose sobre sí mismo y descartándose.
- Luego de retirada la carpa, el paciente permanecerá al menos 20 minutos (para evitar el movimiento de partículas).
- La limpieza del soporte puede realizarse siguiendo las normas de limpieza recomendadas por la OMS¹⁶.

Respirador máscara facial reutilizable como EPP alternativo ante una probable escasez de insumos

Adquirimos un innovador dispositivo reutilizable que emplea una máscara de snorkel facial total como respirador. El dispositivo corresponde a un proyecto desarrollado por el laboratorio Prakash, departa-

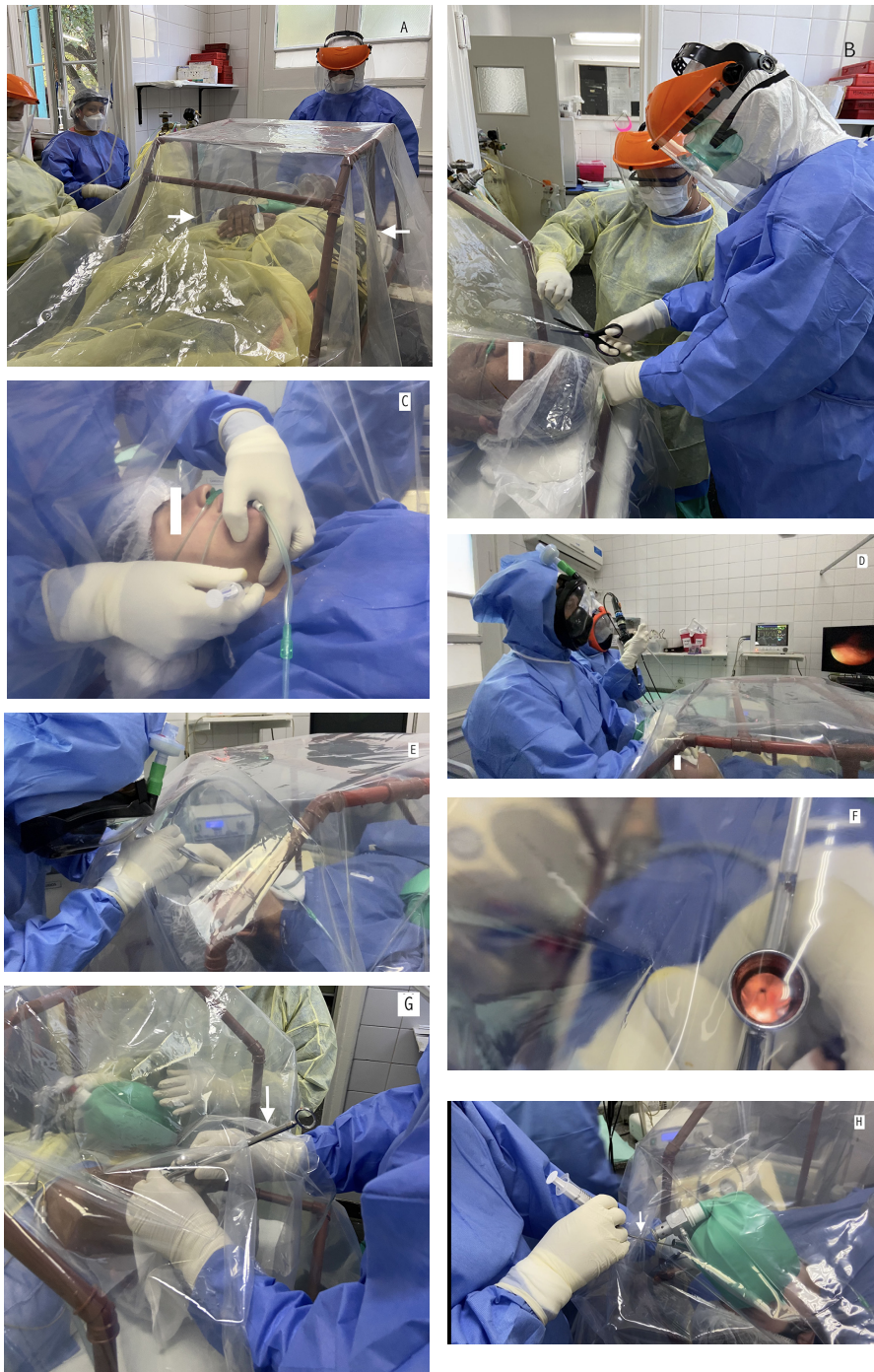


Figura 2. Secuencia de colocación de la carpa endoscópica y procedimiento de broncoscopia rígida. A. Se coloca el soporte sobre el paciente apoyado en la camilla y el cobertor sobre el soporte y cuerpo del paciente. Se ajusta a los laterales (flecha). El operador cubre sus brazos con protector impermeable. B. Del lado del operador se cortan dos ranuras pequeñas separadas de 45 cm y una del lado del asistente por donde ingresarán los brazos dentro de la carpa. Una pequeña ranura se realizará para ingresar un fibrobronscopio en caso de ser utilizado. Se prepara dentro de la carpa el instrumental y el operador introducen sus brazos hasta los codos. C. Bloqueo del nervio laríngeo superior. D. Intubación: Se recomienda la intubación guiada por imagen en video. Ante la falta de ópticas para broncoscopia rígida guiamos la intubación utilizando un videobronscopio. E. Endoscopista realizando la intubación con broncoscopio rígido por visión directa a través del cobertor de polietileno transparente. El cobertor actúa como barrera protectora ante la salida de aire directa por el broncoscopio rígido. F. Foto que evidencia la visión directa de la glotis con broncoscopio rígido a través del cobertor de polietileno transparente permitiendo realizar la técnica de intubación correctamente en forma y tiempo. G. Colocación de prótesis siliconada endotraqueal. Se evidencia el eyector de prótesis colocado en el broncoscopio rígido (flecha). El instrumental se introduce a través del cobertor y el extremo distal del broncoscopio permanece siempre dentro del cobertor. H. Punción aspirativa transcarinal con aguja rígida de Schieppati. Se evidencia la aguja rígida de Schieppati introducida en el broncoscopio rígido (flecha). En su extremo distal la jeringa que ejerce aspiración durante la punción.

mento de ingeniería y bioingeniería de la Universidad de Stanford en forma conjunta con el instituto de tecnología de la escuela de ingeniería en Lossane Suiza, departamento de matemática aplicada de Harvard entre otros¹⁷, ante la falta de insumos de protección que afectaron a instituciones durante la pandemia.

El equipo consiste en una máscara de snorkel facial, un adaptador personalizado (impreso en 3D/moldeado por inyección) y un filtro bacteriano/viral con una calificación del 99.9% de efectividad para bloquear 0.1µm o más. Fue denominada Pneumask. Su principal beneficio es proporcionar una protección facial completa con sellamiento de aire y visión en 180°, mientras permite un flujo de aire controlado de ingreso y egreso por medio de canales en su interior. Está destinada en principio para la protección de un usuario sano. El CDC ha publicado pautas sobre estrategias alternativas en el contexto de crisis y escasez de respiradores N95¹⁸. Pneumask, fue evaluada con una serie de pruebas para validar su utilidad clínica¹⁷: test de ajuste y sellado (pruebas de ajuste cuantitativas y cualitativas), evaluación de potencial fuga de la válvula frontal, prueba de fuga de la válvula de exhalación, tiempo de cierre, medición del nivel de dióxido de carbono, pruebas en ejercicio). Y cuenta con protocolos específicos de colocación, retiro, limpieza y desinfección¹⁷.

En nuestra evaluación incorporamos a la máscara un sistema de comunicación con micrófono inalámbricos para facilitar la comunicación obteniendo un uso confortable y óptimo para la realización de procedimientos de broncoscopia rígida (**Figura 3**).

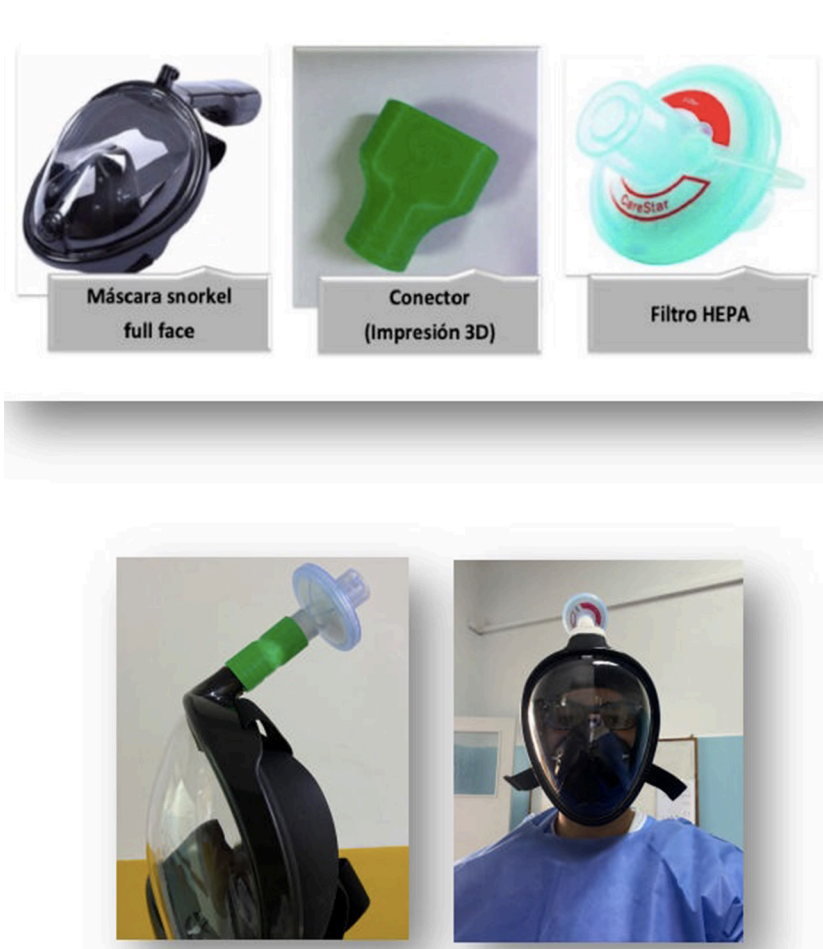


Figura 3. Componentes de la máscara de snorkel modificada

El dispositivo espera su aprobación por la FDA, mientras tanto su consideración como EPP alternativo implica que sólo se debe usar cuando otras máscaras o respiradores aprobados por la FDA no están disponibles o se han agotado.

Consideraciones finales

Medidas para reducir la aerosolización que contenga gran carga viral son esenciales en los procedimientos broncoscópicos especialmente de broncoscopia rígida. La decontaminación de los ambientes dependerá de la disminución de la carga viral por recambio de aire de alta frecuencia, los cuales no están siempre disponibles. La incorporación en nuestro flujo de trabajo de la carpa endoscópica pretende reducir la acumulación y transmisión viral perioperatoria a todo el personal de la unidad, permitiéndonos realizar los procedimientos diagnósticos y terapéuticos de broncoscopia rígida con comodidad y seguridad para el equipo, optimizando en calidad y tiempo la limpieza del ambiente.

Asimismo la evaluación y estudio de dispositivos alternativos de EPP como la máscara de snorkel adaptada cobra importancia como medida de previsión ante un eventual desabastecimiento de insumos.

La prueba y utilización de estos elementos junto a las medidas implementadas nos permitió continuar realizando los procedimientos en forma ininterrumpida, respondiendo a la demanda y necesidades del sistema de salud, generando un ambiente de trabajo basado en el cuidado del personal.

El esfuerzo de nuestro servicio frente a esta pandemia se ha centrado en reforzar las medidas de bioseguridad para los pacientes y el personal, así como en la estratificación de riesgo del paciente y la correcta valoración de la indicación de los procedimientos.

Agradecimiento: Nuestro agradecimiento especial a la jefa de enfermería Ruth Fernández y al plantel de enfermeros de nuestra Unidad por su dedicación y trabajo.

Conflicto de interés: Todos los autores declaran no tener conflicto de intereses con los contenidos del manuscrito.

Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud (OMS), ed. (12 de enero de 2020). "Nuevo coronavirus - China". www.who.int. Archivado desde el original el 21 de enero de 2020.
2. Organización Mundial de la Salud (OMS), ed. (30 de enero de 2020). "Declaración sobre la segunda reunión del Comité de Emergencias del Reglamento Sanitario Internacional (2005) acerca del brote del nuevo coronavirus (2019 nCoV)". www.who.int. Archivado desde el original el 20 de febrero de 2020.
3. Organización Mundial de la Salud (OMS), ed. (11 de marzo de 2020). "Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020". Archivado desde el original el 12 de marzo de 2020.
4. Zou L, Ruan F, Huang M, et al. SARS-CoV-2 Viral Load in Upper Respiratory Specimens of Infected Patients. *N Engl J Med* 2020; 382: 117-9.
5. Patel ZM, Fernandez-Miranda J, Hwang PH, et al. (2020). Letter: Precautions for Endoscopic Transnasal Skull Base Surgery During the COVID-19 Pandemic. *Neurosurgery*, nyaa125. Advance online publication. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyaa125>
6. Li R, Pei S, Chen B, et al. Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV-2). *Science*. 2020;368:489-93. doi:10.1126/science.abb3221
7. Wahidi MM, Lamb C, Murgu S, et al. American Association for Bronchology and Interventional Pulmonology (AABIP) Statement on the Use of Bronchoscopy and Respiratory Specimen Collection in Patients with Suspected or Confirmed COVID-19 Infection [published online ahead of print, 2020 Mar 18]. *J Bronchology Interv Pulmonol*. 2020;10.1097/LBR.0000000000000681. doi:10.1097/LBR.0000000000000681
8. Cordovilla R, Álvarez S, Llanos L, et al. Recomendaciones de consenso SEPAR y AEER sobre el uso de la broncoscopia y la toma de muestras de la vía respiratoria en pacientes con sospecha o con infección confirmada por COVID-19. *Arch Bronconeumol*. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.03.017>
9. Pritchett M, Oberg C, Belanger A, et al. (2020). Society for Advanced Bronchoscopy Consensus Statement and Guidelines for bronchoscopy and airway management amid the COVID-19 pandemic. *J Thorac Disease* 12(5), 1781-1798. doi:10.21037/jtd.2020.04.32

10. García AO, Violi D, Vazquez B, et al. Normativa para la toma de muestra para el manejo del COVID-19. Sección endoscopía respiratoria de la AAMR. 18 de Marzo 2020.
11. www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/infectioncontrolrecommendation.
12. Matava CT, Yu J, Denning S. Clear plastic drapes may be effective at limiting aerosolization and droplet spray during extubation: implications for COVID-19. *Can J Anesth/J Can Anesth* (2020). <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01649-w>
13. Pollaers K, Herbert H, Vijayasekaran S. Pediatric Microlaryngoscopy and Bronchoscopy in the COVID-19 Era. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. Published online April 28, 2020. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2020.1191>
14. Phui S, Au Yong and Xuanxuan Chen. Reducing droplet spread during airway manipulation: lessons from the COVID-19 pandemic in Singapore. *Br J Anaesth*. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.04.007>.
15. D.I.Y COVID-19 Intubation shield. <http://www.acmh.org/DIY>
16. World Health Organization (WHO). Infection prevention and control during health care when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected: Interimguidance. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1266296/retrieve> 2020;20;17: E020.
17. Pneumask: Reusable Full-Face Snorkel Mask PPE Project. Repurposing full-face snorkel masks with a 3D printed N95 filter attachment as a reusable stopgap PPE solution for healthcare workers to help address the N95 respirator shortage. . Prakash Lab COVID-19 Response Group. <https://www.pneumask.org>
18. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2019. Reusable Elastomeric Respirators in Health Care: Considerations for Routine and Surge Use. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25275>.