

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO DE CIRUGÍA PLÁSTICA Y RECONSTRUCTIVA
HOSPITAL "DR. MIGUEL PÉREZ CARREÑO"

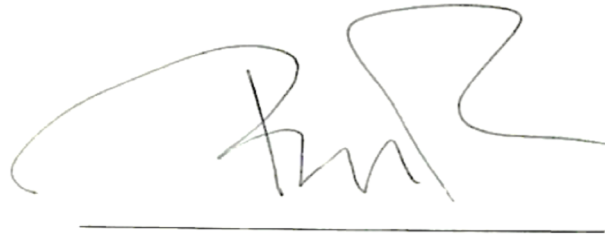
**NASOLARINGOFIBROSCOPIA PORTÁTIL CON EL USO DE SMARTPHONE.
HERRAMIENTA EN EL DIAGNÓSTICO DE QUEMADURA DE VÍA AÉREA
SUPERIOR**

Trabajo especial de grado que se presenta para optar al título de Especialista en
Cirugía Plástica y Reconstructiva

Tutor: Josefina Miguez

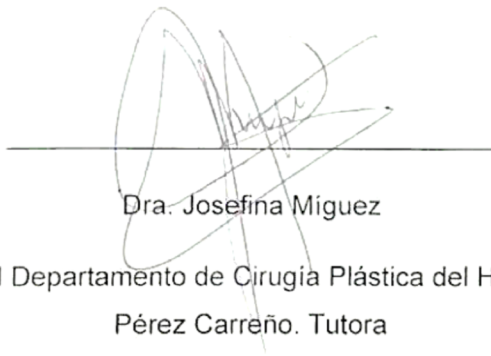
Elaine Jaqueline Bastardo Milano

Caracas, junio 2018



Dr. Pedro Rodríguez

Director del Departamento de Cirugía Plástica del Hospital Dr. Miguel Pérez
Carreño. Jefe del Servicio de Cirugía Plástica Hospital Dr. Miguel Pérez
Carreño



Dra. Josefina Míguez

Coordinadora del Departamento de Cirugía Plástica del Hospital Dr. Miguel
Pérez Carreño. Tutora

NASOLARINGOFIBROSCOPIA PORTÁTIL CON EL USO DE SMARTPHONE. HERRAMIENTA EN EL DIAGNÓSTICO DE QUEMADURA DE VÍA AÉREA SUPERIOR

Elaine Jaqueline Bastardo Milano, C.I. 18.033.719. Sexo: femenino, e-mail: elainebm05@gmail.com. Telf: 04141737044. Dirección: Caracas. Curso de Especialización en Cirugía Plástica y Reconstructiva.

Tutor: Josefina Miguez. C.I. 5.607.941, e-mail: jmiguez@gmail.com. Telf: 04142551104. Dirección: Caracas. Especialista en Cirugía Plástica y Reconstructiva.

RESUMEN

Las lesiones de la vía aérea superior pueden ser letales en los pacientes quemados si no se diagnostican precozmente, siendo un factor que modifica el pronóstico para el cirujano plástico y el equipo de salud en el manejo inicial del paciente quemado. **Objetivo:** Evaluar la efectividad de smartphones como herramienta para generación de imagen en nasolaringofibroskopias de emergencia en pacientes quemados con sospecha de lesión inhalatoria alta. **Método:** Estudio experimental, comparativo, prospectivo y longitudinal, que evalúa aquellos pacientes ingresados a la emergencia del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño en el periodo comprendido entre junio de 2017 a junio de 2018, con sospecha de quemadura de vía aérea superior, realizándose nasolaringofibroskopia flexible asistida por Smartphone al momento de su ingreso y comparándose dichos hallazgos con nasolaringofibroskopia convencional en el diagnóstico de certeza de quemadura de vía aérea superior. **Resultados:** No se detectó diferencia estadísticamente significativa de las variables evaluadas entre ambos grupos, con oscilación de los resultados de los parámetros evaluados (brillo-iluminación, contraste-bordes, identificación de colores básicos, identificación de tonos, calidad del video y suficiencia para diagnóstico o descarte de lesión inhalatoria de vía aérea superior). **Conclusiones:** la nasofibrolaringoscopia portátil con el uso de smartphones es una técnica efectiva, rápida, práctica, reproducible y costo-efectiva para el diagnóstico de lesión inhalatoria de vía aérea superior.

PALABRAS CLAVE: quemadura de vía aérea superior, lesión inhalatoria, nasolaringoscopia flexible, smartphone.

PORTABLE NASOLARINGOPHYBROSCOPY WITH SMARTPHONE IN THE DIAGNOSIS OF UPPER AIRWAY BURN SUMMARY

Upper airway lesions can be lethal in burn patients if they are not diagnosed early, a factor modifying the prognosis for the plastic surgeon and the health team in the initial management of the burned patient. **Objective:** to incorporate the use of smartphones as a tool for image generation in emergency nasolaryngophybroscopies in burn patients with suspected high inhalation lesions and to compare them with the images obtained with conventional nasolaringophybroscopes. **Method:** an experimental, comparative, descriptive and longitudinal study was carried out in which all burned patients suspected of having a high inhalation lesion who attended the plastic surgery emergency at the Hospital Dr. Miguel Perez Carreno – Caracas in the period from June 2017 to June 2018. **Results:** there was no statistically significant difference between the two variables, with the results of the parameters evaluated (brightness-illumination, contrast-edges, identification of basic colors, identification of tones, quality of video and sufficiency for diagnosis or disposal of upper airway inhalation injury). **Conclusions:** portable nasolaryngophybroscopy with the use of smartphones is an effective, fast, practical, reproducible and cost-effective technique for the diagnosis of upper airway inhalation injury.

KEY WORDS: upper airway burn, inhalation injury, flexible nasolaryngophybroscopy, smartphone.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	4
MÉTODOS	20
RESULTADOS	24
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS	34

INTRODUCCIÓN

Planteamiento y delimitación del problema

Las lesiones de la vía aérea superior pueden ser letales en los pacientes quemados si no se reconocen precozmente, siendo un factor generador de ansiedad para el cirujano plástico y el equipo de salud en el manejo inicial del paciente quemado.⁽¹⁾

En algunos centros, la intubación precoz del paciente con sospecha de quemadura de vía aérea superior es una práctica de rutina, sin embargo, existen otros centros, incluyendo el Hospital Miguel Pérez Carreño, donde se emplea la nasolaringofibroscoopia en pacientes con quemadura facial con signos y/o síntomas de lesión de vía aérea superior para evaluar la necesidad de intubación.

La evolución de la tecnología, así como la accesibilidad y disponibilidad, ha permitido la incorporación de la telefonía móvil en el campo de la medicina.^(2,3) Diariamente se celebra el desarrollo de aplicaciones y programas innovadores aplicados en el área de la salud, con el objetivo de mejorar la atención sanitaria.⁽⁴⁾ Se describe que en la actualidad, al menos tres cuartos de la población tiene acceso a teléfonos portátiles, siendo 11.265.902 de éstos usuarios, portadores de teléfonos inteligentes.⁽⁵⁾ La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el uso de tecnologías móviles e inalámbricas como respaldo en la práctica de las ciencias de la salud con el término de *eHealth* (o “salud electrónica” por sus siglas en inglés).⁽⁶⁾ El término “salud móvil” (*mobile health*) ha emergido como un subsegmento de la rama anterior, y fue acuñado para definir la práctica de la medicina y salud pública respaldada específicamente en el uso de teléfonos móviles e inteligentes, tabletas y PDAs (*personal digital assistants*). La salud móvil actualmente amplía la forma como los médicos adquirimos, transportamos, almacenamos, procesamos y compartimos la información para proveer resultados significativos, tanto así que las aplicaciones médicas ya son punto de encuentro entre muchos especialistas.⁽⁷⁾

La endoscopia moderna se ha convertido en una herramienta necesaria para diagnóstico y tratamiento en muchas especialidades clínicas: cirugía de tórax,

gastroenterología, coloproctología y urología por mencionar algunos.^(8,9) Debido a los avances de la tecnología en endoscopia flexible convencional tales como endoscopios más pequeños, pantallas de diodos de emisión de luz (LED) y miniaturización de las cámaras, estos procedimientos se han trasladado desde el quirófano al consultorio, aunque es indudable que la calidad de los equipos tradicionales ha sido mejorada en todos los aspectos, a diferencia de la tecnología móvil (computadoras portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes), el costo de los endoscopios y sus accesorios esenciales (fuente de luz, monitor, cámaras de alta definición) va en aumento constante, por consiguiente, colocando estas importantes tecnologías fuera del alcance de la mayoría de las instituciones hospitalarias, especialmente las que manejan un gran volumen de pacientes.⁽¹⁰⁾

Actualmente todos los teléfonos inteligentes disponen de cámaras de alta definición. Al alinear esta cámara con una óptica flexible, una imagen nítida es captada e incluso, con los mecanismos de autofocus y auto apertura incluidos en la cámara, la imagen es reconstruida digitalmente en la pantalla de alta definición del dispositivo, permitiendo su visualización primaria o a través de un monitor secundario mientras se realiza simultáneamente la grabación. El tamaño de los videos producidos puede ser disminuido significativamente al momento y con escasos cambios en la calidad de audio/video para poder ser enviado por correo o aplicaciones de mensajería instantánea facilitando la documentación y teleconsulta, particularmente en situaciones que involucran decisiones basadas en hallazgos específicos donde es imprescindible tener información visual para brindar un diagnóstico exacto.⁽¹¹⁻¹⁴⁾

De tal manera que para éste trabajo se planteó la siguiente pregunta: ¿Es el endoscopio flexible acoplado al Smartphone una herramienta útil para el diagnóstico de quemadura de vía aérea superior?

Justificación e importancia

Las quemaduras inhalatorias se definen como las quemaduras de la vía aérea que se producen por la inhalación de gases calientes y productos de combustión. Las

lesiones térmicas de la vía aérea se limitan generalmente a las estructuras supraglóticas, mientras que la lesión de las vías respiratorias inferiores es de naturaleza química. Los pacientes con este tipo de quemaduras corresponden al grupo de mayor gravedad, tienen una alta tasa de mortalidad y requieren de un manejo intensivo de la vía aérea. En Estados Unidos, entre un 10 y 20% de los pacientes admitidos en un centro especializado tienen quemadura de la vía aérea, lo que se asocia directamente al tamaño de superficie quemada.⁽¹⁵⁾ La incidencia de quemadura de vía aérea puede ir desde el 2% si la superficie corporal quemada es inferior a 20%, hasta el 55% si la superficie corporal quemada es de un 80% o más.⁽¹⁶⁾ Está demostrado que una quemadura de la vía aérea, duplica la tasa de mortalidad de los quemados.^(17,18) Existen pocos trabajos que hacen referencia a la incidencia de lesión inhalatoria en pacientes quemados, con la mayor serie estudiada en el Hospital Militar Dr. Carlos Arvelo en el período 1998 a 2007, confirmándose dicho diagnóstico en 20,43% de los pacientes quemados ingresados a la institución.⁽¹⁹⁾ Una aproximación latinoamericana de Chile establece la mortalidad por quemaduras inhalatorias como muy alta, fluctuando entre 40 a 50% en los grupos más jóvenes, hasta cerca del 100% en pacientes mayores. Los pacientes de edades extremas constituyen los grupos de mayor riesgo de complicaciones y muerte.⁽²⁰⁾

La técnica diagnóstica de elección para la quemadura de vía aérea tanto superior (supraglótica) como inferior (infraglótica) es bajo la visualización endoscópica (nasolaringobroncoscopia), pudiendo ser realizada con fines tanto diagnósticos como terapéuticos.⁽¹⁾

La accesibilidad en áreas de emergencia de equipos endoscópicos para la evaluación de pacientes quemados con potencial lesión de vía aérea superior es limitada en la mayoría de los centros de salud de carácter público, a su vez, falla en la disponibilidad de ventiladores mecánicos para el soporte ventilatorio en aquellos pacientes con lesión de vía aérea superior, por lo cual, la aproximación diagnóstica de la lesión de vía aérea superior al momento del ingreso en los pacientes con quemadura facial y sospecha de lesión inhalatoria es un recurso invaluable en el manejo integral del paciente quemado. De igual manera, el

soporte fotográfico o en video de alta definición, así como el recurso de difundir las imágenes obtenidas a especialistas a distancia, permite diagnosticar y documentar precozmente la lesión de vía aérea superior y, en consecuencia, el manejo adecuado de la vía aérea, descongestionando las áreas de emergencia de nuestros hospitales públicos y derivando esto en una mejor atención a nuestros pacientes.

Antecedentes

El primer reporte de nasofibrolaringoscopia utilizando un fibroscopio fue presentado en la 74^a Reunión de la Sociedad Americana de Acústica, donde un fibroscopio especialmente diseñado mediante el uso de un cable de fibra óptica flexible delgado se insertó a través de la nariz con el fin de observar las condiciones laríngeas en el curso de las expresiones de habla sin perturbaciones. Las condiciones glóticas durante diversas actividades fonatorias y articulatorias fueron visualmente inspeccionadas y fotografiadas. El cable óptico flexible tiene un diámetro de 5,6mm de punta rígida y de 15 mm de largo. El tamaño de la imagen en la película fotográfica es de 5,6 x 5,6mm. La inserción del cable óptico no generó molestias a menos que la cavidad nasal del sujeto fuese particularmente estrecha. Cuando el instrumento alcanzaba el nivel de la epiglotis, la laringe fue fácilmente visible, manteniendo la estabilidad del instrumento. La película de la laringe obtenida por este fibroscopio con grabación simultánea de sonido fue mostrada en la reunión, con la validación de imágenes en consenso de especialistas.⁽²¹⁾

La técnica de fibroscopia flexible para el estudio en el consultorio de la vía aérea superior, incluso en pacientes pediátricos se implementó desde finales de 1960, facilitando el diagnóstico de enfermedades de nariz, faringe y laringe.⁽²²⁾

Drozdovskii *et al* ⁽²³⁾ son los primeros en describir la técnica de intubación nasotraqueal con fibroscopio en 139 pacientes, revisando las ventajas y desventajas de los fibroscopios utilizados, las dificultades y complicaciones asociadas con la técnica y sus razones y concluyendo que la intubación

endoscópica es un método no traumático eficaz y puede ser realizada en casos complejos por un médico experimentado.

George *et al* ⁽²⁴⁾ describen en su trabajo el *endoscope-i*, una base impresa en 3D, para adaptar la cámara del smartphone a la óptica de un nasolaringofibroscopio de 32mm, conectada a la fuente de luz del nasolaringofibroscopio para la visualización de tumores supraglóticos, con resultados satisfactorios.

Sohn *et al* ⁽²⁵⁾ comprobaron el uso del adaptador *Endoskope*® para acoplar un Smartphone a endoscopios modernos, comparando la imagen obtenida entre una torre endoscópica comercial y la imagen obtenida por la cámara de alta definición del equipo móvil en los mismos modelos inanimados y posteriormente en cistoscopias en modelos porcinos sin obtener diferencias significativas y con un monto comparativo de adquisición de equipo de 154\$ vs 34,000\$.

Cheng *et al* ⁽²⁶⁾ desarrollaron por su cuenta una base artesanal para adaptar la cámara de un Smartphone de alta definición a una óptica de 3mm para nasolaringoscopias, empleando una linterna como fuente de luz, dándole un carácter totalmente portátil a la endoscopia dirigida por Smartphone, y comparando las imágenes con un nasofibrolaringoscopio convencional. Ambas imágenes fueron enviadas vía móvil o web a especialistas certificados, sin diferencias estadísticamente significativas en la calidad de las imágenes obtenidas, siendo un modelo costo-efectivo y fácilmente reproducible, favoreciendo la comunicación entre especialistas por telemedicina, evitando retrasos innecesarios en el manejo de la patología del paciente.

En la Reunión Combinada de Otorlaringología de 2015, Chevallier *et al* ⁽²⁷⁾ mediante el uso de una base comercial JedMed®, adaptaron un iPhone 4S a un nasolaringoscopio rígido, comparando las imágenes obtenidas con un nasolaringoscopio rígido convencional en cadáveres, sin obtener diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Liu *et al* ⁽²⁸⁾ compararon 30 videos para diagnósticos de afecciones otorrinolaringológicas utilizando un equipo convencional de otoscopia con una

adaptación del smartphone como dispositivo de video, sin diferencias estadísticamente significativas entre la calidad de imagen entre un video endoscópico convencional y el obtenido a través del Smartphone.

En la reunión anual número 96 de la Sociedad Broncoesofágica Americana fue presentado por Liu *et al* ⁽²⁹⁾ el uso de nasofaringoscopios portátiles utilizando smartphones como herramienta para el diagnóstico de afecciones nasolaringofaríngeas supraglóticas, pudiendo ser utilizado por residentes para el aprendizaje de la técnica y evitar retrasos diagnósticos, recurriendo a la telemedicina para la discusión de casos clínicos con especialistas calificados, con excelente calidad de imágenes y fácil difusión

El primer reporte de experiencia nacional que describe el uso de smartphones en la realización de procedimientos quirúrgicos diagnósticos y terapéuticos fue presentado en la LXXI Jornada de Cirugía General “Dr. Rafael José Alejos” en el segmento de “Nuevas tecnologías, innovando en la crisis” por Monsalve *et al* ⁽³⁰⁾ donde, mediante impresión 3D, se realizó una base para acoplar un iPhone a una óptica laparoscópica de 5mm, empleando una linterna LED como fuente de luz para la realización de laparoscopias diagnósticas, apendicetomías y colecistectomías, aminorando los costos en comparación con una torre laparoscópica convencional, con una calidad de imagen excelente para la realización de dichos procedimientos.

Los métodos para la visualización y abordaje de la vía aérea pensando en aminorar costos sin alterar la efectividad de los mismos, así como la accesibilidad y universalidad de los mismos en los tiempos de crisis actual también se han dado su lugar en los últimos 5 años, sobre todo en el campo de la anestesiología. Trivedi ⁽³¹⁾ describe el uso de una vaina de Airtraq Avant® (tamaño regular) a la cual se le separa la porción del ocular (también se puede quitar la porción de plástico cuadrado de la punta distal para evitar el deslumbramiento con la luz LED del endoscopio. Luego, mediante el uso de un boroscopio o “endoscopio de serpiente”, se introduce la parte de la cámara del boroscopio en la funda de Airtraq Avant® en el mismo lado donde reposa su óptica. El boroscopio tiene una salida

USB la cual se conecta a un ordenador o PC, el cual le proporciona energía a la fuente de luz tipo LED incorporada en el boroscopio, encendiendo a su vez todo el conjunto para la obtención de imágenes, permitiendo evaluar la vía aérea supraglótica y realizar prácticas de intubación orotraqueal, ofreciendo una imagen de calidad apropiada para las mismas.

Karippacheril *et al* ⁽³²⁾, en un modelo económico con las consideraciones del modelo anterior, adaptaron un boroscopio a la pala de un laringoscopio corriente utilizando adhesivo para la realización de videolaringoscopias, conectando el puerto USB del boroscopio a un Smartphone, emulando los sistemas comerciales tipo Airtraq®, con un costo-efectividad significativamente menor.

A pesar de no existir estudios hasta el momento que validen el uso de tecnologías similares en la aproximación de pacientes con quemadura de vía aérea superior, es reconocido el valor de la nasolaringofibroscopia como herramienta diagnóstica inicial de la lesión inhalatoria.⁽³³⁾

Marco teórico

Definición

La lesión por inhalación consiste en la injuria aguda de tracto respiratorio causada por la inhalación de gases tóxicos, vapores y materiales contenidos en el humo, en víctimas de fuegos estructurales.^(33,34)

Fisiopatología de lesiones por inhalación

Las lesiones por inhalación y la inhalación de humo son términos generales que a menudo se usan indistintamente y sufren de una falta de clasificación uniforme; los procesos patológicos que abarcan también varían según la región del sistema respiratorio superior e inferior. La lesión puede ser causada por un efecto directo en la energía térmica en el tracto respiratorio, la toxicidad sistémica por las reacciones de reducción en la concentración de oxígeno atmosférico, junto con aumentos en las concentraciones inhaladas de compuestos tales como monóxido

de carbono y de cianuro de hidrógeno, daño traqueobronquial por humo inhalado y lesión del parénquima pulmonar. Además, la disfunción pulmonar puede ocurrir independientemente de un efecto de inhalación directa en virtud de una respuesta inflamatoria sistémica a las quemaduras cutáneas.⁽³⁵⁾ La lesión por inhalación es el principal determinante de la mortalidad en lesiones relacionadas con el fuego. Las muertes en el incendio del MGM Grand Hotel en Las Vegas en 1980 se atribuyeron a la inhalación de humo.⁽³⁵⁾ La adición de un componente inhalatorio a la lesión por quemadura cutánea duplica la tasa de mortalidad comparada con el mismo grado de quemadura cutánea sola.^(36,37)

Lesión en las vías respiratorias superiores

La lesión directa por transferencia de energía térmica suele estar limitada a las vías respiratorias supraglóticas. El aire tiene una capacidad calorífica específica muy baja y las vías aéreas superiores son intercambiadores de calor eficientes; por lo tanto, la mayor parte de la energía térmica se disipa antes de la glotis. Los pacientes conscientes presentan laringoespasma reflejo, cerrando sus cuerdas vocales y previniendo la diseminación de cualquier energía térmica residual. En consecuencia, la lesión traqueobronquial directa por debajo de la glotis es rara y está presente en el 5% de los pacientes hospitalizados con quemaduras en la piel, de los cuales más de la mitad están asociados con lesiones cutáneas graves (quemaduras del 50% de superficie corporal total).⁾³⁸⁻⁴⁰⁾ Esto es cierto para las lesiones por aire caliente, como ocurriría después de la detonación de un arma de explosión mejorada, pero no es cierto para las lesiones por vapor. El vapor tiene una capacidad calorífica específica 4.000 veces mayor a la del aire y los mecanismos de intercambio de calor orofaríngeo son incapaces de disipar completamente su energía térmica; el vapor sobrecalentado atravesará la glotis y continuará causando daño térmico directo al árbol traqueobronquial hacia las vías aéreas inferiores. El paso de aire seco y caliente por encima de una temperatura umbral de aproximadamente 150 grados centígrados provoca ulceración superficial de la mucosa en el árbol traqueobronquial más proximal, con una correspondiente producción de edema que puede aumentar durante las 12 a 24

horas posteriores a la lesión, los casos pueden progresar a incipientes obstrucciones de las vías respiratorias en las 6 horas subsecuentes.⁽⁴¹⁻⁴⁴⁾ la reanimación agresiva de fluidos con grandes volúmenes de cristaloides exacerba la tasa de formación de edema, presumiblemente debido a la respuesta inflamatoria local que incrementa la permeabilidad capilar y, por la resucitación excesiva, se produce un incremento en la presión hidrostática capilar. El edema progresivo de la vía aérea superior explica muchos de los signos y síntomas, como el estridor y la disnea, utilizados como marcadores indirectos para el diagnóstico presuntivo de lesión por inhalación.⁽⁴⁵⁾

Los efectos tóxicos de la inhalación de humo son principalmente un efecto de las vías respiratorias más bajas, pero las vías respiratorias superiores no se salvan por completo. El humo consiste en los productos aerotransportados, gaseosos o en partículas, de materia que se descompone térmicamente. La materia particulada producida por la combustión sirve como un portador de gases tóxicos en el árbol traqueobronquial y el grado de lesión depende tanto del tamaño de las partículas (que determina cuán lejos por la vía aérea viajará), como de la solubilidad del producto químico transportado. Las toxinas más solubles (dióxido de azufre, amoníaco, aldehídos y cloruro de hidrógeno) se disuelven más próximamente, dando lugar a síntomas tempranos en cuestión de minutos de exposición. Los agentes menos solubles como el dióxido de nitrógeno y el fosgeno se transportan por el árbol bronquial para causar lesión distal. Independientemente del sitio de deposición, estos gases tóxicos causan efectos similares con el desprendimiento de las células epiteliales ciliadas y la exposición de la membrana basal. La exposición da lugar a la acumulación local de los elementos celulares de la respuesta inmune, en particular a los neutrófilos y los macrófagos activados, y a la propagación de una respuesta inflamatoria. Estos eventos son coordinados por la compleja interacción de los mediadores humorales que aumentan la permeabilidad vascular para permitir la formación de terceros espacios, por lo que dicho líquido se manifiesta como edema.^(36,46-49)

Lesiones de la vía aérea inferior y del parénquima pulmonar

Salvo la inhalación de vapor sobrecalentado, las lesiones térmicas directas a las vías respiratorias inferiores son extremadamente raras. La lesión de las vías respiratorias inferiores es atribuible predominantemente a la naturaleza citotóxica del humo inhalado con agentes relativamente insolubles tales como acroleína, anhídridos, dióxido de nitrógeno y fosgeno que se depositan en las vías respiratorias inferiores y el parénquima, causando síntomas de inicio retardado de una traqueobronquitis química. La respuesta inflamatoria es idéntica a la encontrada más proximalmente y las vías aéreas más pequeñas, ya reducidas por edema, se llenan con una acumulación de exudados proteináceos ricos en células que forman moldes. La obstrucción de las vías respiratorias distales se produce por falla en el aclaramiento mucociliar, por lo que las secreciones se acumulan, lo que resulta en desajustes de ventilación/perfusión, hipoxia y una predisposición a la infección neumónica.^(50,51)

Diagnóstico de lesión inhalatoria

Evaluación clínica

La lesión por inhalación es un diagnóstico de presunción en las etapas iniciales después de la quemadura, siendo el diagnóstico sugerido por una variedad de signos y síntomas y el ambiente donde ocurrieron las quemaduras. No existen directrices nacionales so internacionales detallando cuándo un paciente debe ser intubado después de una supuesta lesión por inhalación, pero en general se recomienda que los pacientes con sospecha de haber sufrido una lesión por inhalación deben someterse a una evaluación temprana de la vía aérea. Aunque las apariciones tempranas pueden ser de poca importancia, la situación se debe reevaluar regularmente y la intubación emprendida cuando hay cualquier duda sobre la permeabilidad futura de la vía aérea. Se ha descrito una jerarquía de apariciones que representan una lesión cada vez más severa de las vías respiratorias y la acción necesaria en consecuencia. Aparte de estos indicadores

clínicos y paraclínicos de la necesidad de intubación, se requiere una vía aérea segura y por lo tanto intubada antes del transporte de éstos pacientes.⁽⁴⁵⁾

Evaluación de la vía aérea superior

Inspección directa

Esto puede realizarse mediante laringoscopia rígida, nasolaringoscopia o broncoscopia. La laringoscopia se puede realizar con un laringoscopio rígido estándar para la evaluación o como un prelude a la intubación, pero el paciente consciente sólo es probable que tolere la inspección de la cavidad oral. La visualización de las cuerdas vocales en un paciente no predispuesto es improbable. La nasolaringofibroscopia flexible o la broncoscopia se pueden realizar después de la anestesia tópica con lidocaína con el endoscopio introducido por vía oral o nasal. La broncoscopia permite la visualización directa de la lesión térmica de la glotis y los tejidos circundantes y la evaluación de la movilidad de las cuerdas vocales. Las vías aéreas más grandes del árbol traqueobronquial pueden ser examinadas y los marcadores de lesión por inhalación tales como escombros carbonosos, eritema y ulceración de la mucosa, secreciones hemorrágicas y ausencia de reflejo tusígeno pueden identificarse fácilmente.^(43,46) también pueden usarse terapéuticamente para tratar las vías respiratorias. Desgraciadamente, la broncoscopia en los estadios agudos de la sospecha por lesión inhalatoria puede precipitar el cierre completo de las vías respiratorias y, si se realiza, sólo debe ser realizada por un broncoscopista experimentado con instalaciones para la intubación de emergencia y la creación de una vía respiratoria quirúrgica. Muchos de los estudios que han investigado la utilidad de la broncoscopia en el diagnóstico de la lesión por inhalación lo han hecho después de la intubación del paciente y se han concentrado en las apariencias de los tejidos subglóticos.^(43,52,53) La broncoscopia tiene una precisión diagnóstica del 86% para el diagnóstico de lesiones por inhalación, con algunos casos falsos negativos atribuidos a la sub-resucitación hídrica, ocasionando ausencia de mucosa hiperémica al examinar.^(51,54) Esta opinión ha sido cuestionada por algunos autores ⁽⁴³⁾, quienes también encontraron que las

apariciones broncoscópicas eran útiles para predecir el desarrollo del síndrome de distrés respiratorio del adulto. La adición del cepillado traqueobronquial ha demostrado proporcionar un método fiable de evaluación de la gravedad de la lesión por inhalación, mientras que tal vez proporciona una predicción del resultado respiratorio.⁽⁵⁵⁾ la nasolaringoscopia, a diferencia de la broncoscopia, no atraviesa la glotis, y teóricamente tiene riesgo reducido al cierre de las vías respiratorias. Se ha realizado con seguridad antes de la intubación y se ha utilizado como predictor de la necesidad de protección de las vías respiratorias en estos estudios.^(48,56)

Radiografía

La utilidad de la radiografía de tórax simple en el diagnóstico de lesiones por inhalación en la vía respiratoria superior es discutible. Muchos estudios⁽⁵⁷⁻⁶⁰⁾ han encontrado que esta modalidad es de poco uso en las primeras etapas de la lesión, con tasas de radiografías positivas de tórax tan bajas como el 8% según se informó. Sin embargo, Teixedor *et al*⁽⁶¹⁾ sugirieron que las anomalías radiográficas eran más frecuentes que lo reportado en la literatura. Lee y O'Connell⁽⁶²⁾ informaron anomalías en 33 (73%) de las 45 radiografías de tórax tomadas dentro de 1 hora de admisión a una unidad de quemados. El espesamiento de la pared bronquial fue la anomalía más común, pero 13 de estos pacientes también presentaron edema subglótico evidente en sus imágenes y los autores sugieren que este hallazgo puede correlacionarse con un mayor riesgo de cierre de la vía aérea y dificultad en la intubación. Sin embargo, en una radiografía de tórax a la llegada durante la evaluación inicial es una investigación sencilla y de fácil realización que sirve de base para una comparación posterior y también puede revelar otra información útil como la patología pulmonar coexistente. Se ha demostrado que la tomografía computarizada es altamente sensible para la detección de atelectasias después de la inhalación de humo en animales de experimentación, y demostró una precisión diagnóstica del 73% en un pequeño estudio piloto; esto era mejor que la radiografía simple de tórax, pero no mejor que otras modalidades.^(37,63)

Espirometría

Se ha demostrado que las pruebas espirométricas simples proporcionan información útil sobre la presencia de lesiones en las vías respiratorias. Las lesiones por inhalación reducen tanto el VEF1 como la CVF en el período postquemadura temprano, pero estas reducciones son sincronas, por lo tanto, las relaciones VEF1-CVF no varían significativamente en sujetos no quemados.⁽⁶⁴⁾ Estos cambios suelen aparecer antes de cualquier anomalía radiográfica evidente, y se correlacionan bien con la presencia de lesiones en las vías aéreas inferiores y del parénquima; la espirometría normal es esencialmente incompatible con el diagnóstico de lesión del tracto respiratorio inferior. Si se construyen las curvas flujo-volumen a partir de los datos espirométricos, se obtiene información sobre el estado de las vías respiratorias superiores.^(65,66) Haponik *et al* ⁽⁵⁶⁾ compararon las curvas flujo-volumen obtenidas en 42 pacientes con quemaduras con los hallazgos en la nasolaringoscopia, realizándose ambas investigaciones independientemente, en las 24 horas siguientes de la lesión en la mayoría de los casos, las anomalías espirométricas específicas se correlacionaron bien con los hallazgos anatómicos en la endoscopia. La disminución de las tasas flujo pico y medio inspiratorio y las curvas consistentes con la obstrucción de las vías respiratorias extratorácicas (aplanamiento de la curva inspiratoria y una relación entre el flujo espiratorio y el flujo inspiratorio al 50% de la capacidad vital 1.0) se asociaron significativamente con las lesiones de las vías respiratorias superiores. Un estudio de seguimiento ⁽⁴⁶⁾ realizado por los mismos autores demostró que las reacciones de las tasas de flujo inspiratorio y espiratorio a lo largo del tiempo, las secuencias de curvas flujo-volumen, predijeron la necesidad de intubación. Ningún paciente con un patrón de flujo estable o en mejoría necesitó intubación, a pesar de empeorar aspectos anatómicos en algunos casos. Los cambios en los parámetros fisiológicos parecieron anticipar los cambios anatómicos.

Tratamiento

Basándose en los síntomas clínicos y las observaciones nasolaringoscópicas de los pacientes con lesiones por inhalación que presentaron quemadura de vía aérea superior, las quemaduras se clasifican en tres tipos:^(66,67)

1. Tipo I (leve): pacientes con malestar nasal y laríngeo leve o faringitis. Las observaciones nasolaringoscópicas mostraron eritema nasal, congestión laríngeo e hiperemia en las 12 horas posteriores a la quemadura. Edema leve y eritema con pequeñas ampollas que se distribuyen ocasionalmente en la mucosa. La función de la laringe sigue siendo buena.
2. Tipo II (moderado): los pacientes mostraron malestar durante la deglución y se observó tos. Las observaciones nasolaringoscópicas sugieren mayor afectación nasal (eritema, edema), mucosa laríngeo con congestión difusa, hemorragias punteadas, edema y formación de ampollas. El color de la mucosa estaba entre rosa y blanco, con ampollas de diferentes tamaños. También se observó edema en los tejidos laríngeos submucosos. El movimiento laríngeo estaba restringido.
3. Tipo III (grave): los pacientes mostraron asfixia, ronquera, tos intensa, salivación, taquipnea, estridor y dificultad para respirar en decúbito. Las observaciones nasolaringoscópicas muestran mucosa laríngeo pálida o amarilla-blanca con edema. Se observó una mayor secreción y ennegrecimiento de la mucosa. El edema en los tejidos de la mucosa y submucosa se desarrolló rápidamente con el tiempo, con ampollas ocasionales y secreción o formación extensa de una capa de pseudomembrana. Los tejidos laríngeos estaban rígidos, con signos anatómicos poco claros. La glotis estaba severamente edematizada.

Tratamiento de pacientes con quemadura de vía aérea superior

1. Tipo I (leve): el tratamiento es dirigido a proteger la mucosa laríngeo y aliviar los síntomas clínicos nasales y laríngeos para promover la recuperación de quemaduras laríngeas. Se administraron sedantes,

salbutamol, corticoesteroides inhalados para prevenir el laringoespasma y la inflamación si es necesario.

2. Tipo II (moderado): los objetivos terapéuticos del tratamiento tipo edematoso incluyen la prevención de la obstrucción laríngea, el aplazamiento del desarrollo de la lesión laríngea y la promoción de la recuperación y curación de la lesión laríngea. Estos métodos están destinados a proteger la mucosa laríngea, aliviar la congestión, la exudación y el edema, y reducir el desarrollo de ampollas y la incidencia de obstrucción laríngea. Se realizó una observación fibrolaringoscópica para monitorizar al paciente. Una vez que la obstrucción laríngea era inevitable, se procede a la intubación del paciente.
3. Tipo III (grave): la intubación naso- u orotraqueal o traqueotomía, según el caso, se realiza inmediatamente una vez diagnosticada para evitar la muerte por asfixia por obstrucción laríngea. Otros tratamientos, incluyendo la inhalación de aerosol, también deben administrarse para prevenir o reducir la ocurrencia de lesiones y complicaciones comórbidas.^(66,67)

Objetivo general

- Evaluar la efectividad de smartphones como herramienta para la generación de imágenes en nasolaringofibroskopias de emergencia en pacientes quemados con sospecha de lesión inhalatoria alta

Objetivos específicos

- Comparar la resolución de imagen obtenida por smartphone versus endoscopia convencional
- Contrastar la iluminación/brillo de imagen obtenida por smartphone versus endoscopia convencional
- Mostrar la calidad de colores de imagen obtenida por smartphone versus endoscopia convencional
- * Estimar la satisfacción general del ORL – cirujano de tórax con imágenes obtenidas por smartphone vs endoscopia convencional

- Establecer la posibilidad de diagnóstico de quemadura de vía aérea superior con las imágenes obtenidas a través de smartphones comparadas con endoscopia convencional

Aspectos éticos

Los pacientes incluidos en éste estudio son pacientes quemados que acudieron a la emergencia del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño – Caracas, a quienes, previo interrogatorio y examen físico exhaustivo se realiza diagnóstico de sospecha de lesión inhalatoria, previo consentimiento informado, se procede a la realización en el área de emergencia de nasolaringofibroscofia asistida por smartphones, reportando los datos obtenidos en el instrumento de recolección creado para este fin.

Los datos recolectados en este trabajo fueron confidenciales y utilizados solo para el fin de esta investigación.

MÉTODOS

Tipo de Estudio

Estudio experimental, comparativo, descriptivo y longitudinal

Población y muestra

Representada por todos los pacientes quemados con sospecha de lesión inhalatoria alta que acudieron a la emergencia de cirugía plástica del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño – Caracas, en el período comprendido entre junio de 2017 a junio de 2018. La muestra fue de 24 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión.

Criterios de Inclusión

- Pacientes mayores de 18 años
- Que apruebe el procedimiento y firme el consentimiento informado
- En caso de no poder decidir, que tenga un representante que apruebe el procedimiento y firme el consentimiento informado

Criterios de Exclusión

- Pacientes embarazadas
- Pacientes con patologías nasales o laríngeas conocidas por el paciente
- Pacientes con sospecha de lesión inhalatoria alta que hayan sido intubados

previa realización de nasolaringofibroscofia

Variable Independiente

- Dispositivo usado para la nasolaringofibroscofia: teléfono inteligente versus endoscopio convencional

Procedimiento:

A fin de un mejor entendimiento, se describe el procedimiento de nasolaringofibroscofia asistida por teléfono inteligente:

El paciente quemado acude a la emergencia de cirugía plástica del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño - Caracas, donde es evaluado por el residente de guardia de cirugía plástica, quien tras un interrogatorio y examen físico exhaustivo realiza el diagnóstico de sospecha de lesión inhalatoria, por lo que traslada al paciente al área de trauma shock de emergencia para una monitorización adecuada del mismo. Con la cabecera de la cama del paciente en 90° y previa antisepsia del endoscopio flexible Android-USB con Gerdex® durante 20 minutos, se procede a colocar lidocaína en spray al 10% a través de las fosas nasales del paciente, con introducción del segmento óptico del endoscopio a través de las fosas nasales, el cual está provisto de un lente de 5.5mm de diámetro y 6 luces LED en sus bordes, con brillo ajustable y resolución de 1280x960, el cual permite la evaluación de la rinofaringe, faringolaringe, coanas y glotis, registrando a través del extremo USB del endoscopio conectado al teléfono inteligente, a través de video y fotografías con la aplicación 'CameraFi' descargada a través del teléfono inteligente HTC One

M8®, con pantalla Full HD de 1080p de resolución (ver figura 1). En un segundo tiempo, se realiza nasolaringofibroscoopia a través de fibroscopio flexible de 8mm Karl-Storz®, conectado a cámara Karl-Storz® de más de 450 líneas de resolución horizontal, fuente de luz de xenón Karl- Storz® de 300W, fibra óptica Karl-Storz®, acoplados a un monitor Olympus® 2D de 1280x960 de resolución, comparando ambos resultados para la evaluación correspondiente.

Para los propósitos de este estudio elegimos medidas subjetivas de diferentes aspectos para establecer un nivel de satisfacción general con la imagen mostrada, considerando que algunos aspectos tales como la orientación, identificación de estructuras anatómicas y satisfacción sobre la calidad de la imagen y posibilidad de diagnóstico de lesión de vía aérea superior durante éste procedimiento sólo pueden ser interpretados por el cirujano de tórax. La herramienta utilizada para la obtención de datos fue la encuesta de calificación de categoría absoluta (CCA), la cual es un método de prueba que ha demostrado ser un sistema reproducible para la evaluación de la calidad de videos y consiste en presentar ambos videos en una sola sesión y calificar múltiples variables independientemente por medio de una escala de 5 grados. La encuesta considera 5 categorías valoradas del 1 al 5 como se indica a continuación⁽¹⁶⁻¹⁸⁾:

Del video que acaba de observar evalúe en una escala del 1 (pobre) al 5 (excelente) los siguientes ítems:

1. ¿Cómo considera la iluminación y el brillo de la imagen?
2. ¿Cómo considera la definición del contraste y los bordes de las imágenes?

3. ¿Usted identificó los colores básicos en la imagen (amarillo, azul, rojo, verde, morado)?
4. ¿Usted identificó los diferentes tonos de los colores básicos?
5. ¿En general considera que la calidad de todo el video fue?
6. ¿Considera usted que las imágenes que evidenció fueron suficientes o insuficientes para el diagnóstico de lesión de vía aérea superior?

Tratamiento estadístico propuesto

Se calculó las frecuencias y porcentajes de las variables; el cálculo de diferencias entre grupos se basó en la prueba exacta de Fisher (para tablas 2 x 2) y para la prueba chi-cuadrado de Pearson (para tablas 2 x k). Se consideró un valor estadísticamente significativo si $p < 0,05$. Los datos fueron analizados con SPSS

RESULTADOS

No se detectó diferencia estadísticamente significativa de las variables evaluadas entre ambos grupos, con oscilación de los resultados de los parámetros evaluados (brillo-iluminación, contraste-bordes, identificación de colores básicos, identificación de tonos, calidad del video y suficiencia para diagnóstico o descarte de lesión inhalatoria de vía aérea superior) entre bueno y excelente para el grupo de nasolaringofibroscopia con teléfono inteligente al compararla con el equipo convencional de la casa comercial Karl-Storz® (ver tablas anexas).

DISCUSIÓN

Los objetivos de nuestro estudio consistían en incorporar el teléfono inteligente como dispositivo de video para realizar nasolaringofibroscopias y compararlo con un endoscopio para comprobar la factibilidad de uso en procedimientos futuros determinando la calidad de imagen comparativamente. De los 6 ítems evaluados se comprobó que no hubo diferencia significativa en ninguno de los grupos evaluados, lo que nos permite suponer que dicha adaptación puede fácilmente utilizarse en procedimientos *in vivo*. Resultados similares obtuvieron *Liu et al*⁽²⁸⁾ cuando compararon 30 videos para diagnósticos de afecciones otorrinolaringológicas utilizando un equipo convencional de otoscopia con una adaptación del teléfono inteligente como dispositivo de video. *Sohn et al*⁽²⁵⁾ comprobaron el uso del adaptador *Endoskope*® comparando en los mismos modelos inanimados y posteriormente en citoscopias en modelos porcinos sin obtener diferencias significativas y con un monto comparativo de adquisición de equipo de 154\$ versus 34,000\$, en comparación con los costos de los equipos utilizados (170\$). Con el avance significativo y a gran velocidad de los dispositivos de video de los teléfonos inteligentes el potencial para la realización de estudios endoscópicos portátiles es cada vez mayor. Queda demostrado que la calidad de imagen es similar y el costo inferior, de igual manera, altamente reproducibles por la alta disponibilidad de teléfonos inteligentes a nivel mundial, requiriendo solo del uso del endoscopio flexible con puerto USB con un costo aproximado de 20\$) para la documentación de los estudios endoscópicos.

Actualmente en Venezuela producto de la crisis económica y de salud, el número de procedimientos endoscópicos ha disminuido considerablemente. En parte esta situación es debida al uso masivo que se le da a los equipos endoscópicos e instrumental endoscópico incluso hasta más allá de su vida útil, y la dificultad actual de reemplazarlos debido al incremento desproporcionado en los costos de reposición, dejando a la mayoría de los servicios que se sirven de estudios endoscópicos, despojados de las herramientas necesarias para realizar este abordaje, limitando la calidad de atención brindada, incrementando los gastos médicos y quizás lo más importante perjudicando a todos los pacientes que dejan de recibir los beneficios de esta técnica.

CONCLUSIONES

Las imágenes obtenidas a través de teléfonos inteligentes son suficientes para la visualización de la mayoría de las estructuras de la vía aérea superior, permitiendo un diagnóstico adecuado de patologías en la mayoría de los casos.

La tecnología de nasolaringofibroscofia utilizando teléfonos inteligentes para la generación de imágenes, permite el diagnóstico de lesión inhalatoria alta en pacientes quemados en ausencia de endoscopias convencionales. La rapidez en la realización del estudio, evitando la estancia innecesaria del paciente en el área de trauma shock mientras espera la realización de nasolaringofibroscofia convencional, generando gastos directos e indirectos para el centro de salud y familiares del paciente.

El costo de los equipos de nasolaringofibroscofia, tanto para la realización del estudio como para la obtención y almacenamiento de imágenes oscilan entre los \$3.500 y los 34.000\$, sin embargo, al realizarse adaptando un endoscopio portátil y un teléfono inteligente, los costos se reducen hasta un 80 a 90% de dicho monto.

Es un método fácilmente reproducible, pudiendo ser realizado inclusive por residentes de cirugía plástica en formación. De igual manera, la practicidad en la realización del estudio, sólo requiriendo de un endoscopio portátil y de un teléfono inteligente, disponible éste último en al menos $\frac{3}{4}$ de la población general, permitiendo inclusive, el apoyo con teleconsultas posterior a la obtención de imágenes y, de tal manera, el diagnóstico precoz de lesión de vía aérea superior, permitiendo optimizar el manejo del paciente.

REFERENCIAS

1. Walker, Patrick F. et al. "Diagnosis and Management of Inhalation Injury: An Updated Review." *Critical Care* 19 (2015): 351.
2. Mukund Bahadur KC, Murray PJ. Cell phone short messaging service (SMS) for HIV/AIDS in South Africa: A literature review. *Stud health Technol Inform* 2010;160:530–534.
3. Shet A, de Costa A. India calling: Harnessing the promise of mobile phones for HIV healthcare. *Trop Med Int Health* 2011;16:214–216.
4. Lee YG, Jeong WS, Yoon G. Smartphone-based mobile health monitoring. *Telemed J E Health* 2012;18:585–590.
5. Estadísticas Anuales y Trimestrales. Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL). Ministerio del Poder Popular para la Comunicación e Información. 2015. <http://www.conatel.gob.ve/estadisticas-anales-y-trimestrales>
6. WHO Global Report. 2014-01-19 Geneva: World Health Organization. mhealth new horizons for health using mobile technologies. http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf
7. Blaya JA, Fraser HS, Holt B, authors. E-health technologies show promise in developing countries. *Health Aff (Millwood)*. 2010 2;29(2):244–51.
8. Karippacheril JG, Le Cong M. Videolaryngoscopy using an Android smartphone: A direct digital technique. *Indian J Anaesth* 2016;60:143-5.
9. Vera-Domínguez J, Otero-Hernández LE, Turrubiates-Calcáneo EM. Telemedicine and teleotolaryngology: A feasible project for the Servicio de Sanidad Militar in Mexico. *Rev Sanid Milit Mex*. 2010;64(2):79–83.
10. Leiby, C. Purchasing Insight: Endoscopic Surgery Video System. MD BuyLine 2016. <http://www.mdbuyline.com/research-library/articles/purchasing-insight-endoscopic-surgery-video-system/>
11. George,A; Prince,M; Coulson,C. The 'endoscope-i': a mobile solution for endoscopy in otolaryngology. *Clin Otolaryngol*. 2013;38(1):104-6.
12. Oeldorf-Hirsch A, Donner J, Cutrell E. How bad is good enough? Exploring mobile video quality trade-offs for bandwidth constrained consumers. In:

- Proceedings of the Seventh Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design. New York, NY: Association for Computing Machinery; 2012:49-58.
13. Hsieh CH, Tsai HH, Yin JW, Chen CY, Yang JS, Jeng SF. Teleconsultation with the mobile camera-phone in digital soft-tissue injury: a feasibility study. *Plast Reconstr Surg.* 2004;114:1776-1782.
 14. Pimmer C, Mateescu M, Zahn C, Genewein U. Smartphones as multimodal communication devices to facilitate clinical knowledge processes: randomized controlled trial. *J Med Internet Res.* 2013;15:263.
 15. Palmieri T. Inhalation injury consensus conference introduction. *J Burn Care Res* 2009; 30: 141-142
 16. Thompson P, Rendon D, Traber D. Effect on mortality of inhalation injury. *J Trauma* 1986; 26: 163-165.
 17. Sheridan R. Airway management and respiratory care of the burn patient. *Intern Anesth Clin* 2000; 38: 129-145.
 18. Yowler Ch. Recent advances in burn care. *Curr Opin Anaesthesiol* 2001; 14: 251-255.
 19. Pabón R. Et al. Lesión inhalatoria en pacientes quemados 1998 – 2007. *Medicrit* 2008; 5(4): 112-114
 20. Pedreros C, Longton C, Whittle S. Injuria inhalatoria en pacientes quemados: Revisión. *Rev Chil Enf Respir* 2007; 23: 117-124
 21. Masayuki Sawashima. Observation of the Larynx by a Fiberscope Inserted through the Nose. *The Journal of the Acoustical Society of America* 42, 1208 (1967)
 22. [Selkin SG](#). Clinical use of the pediatric flexible fiberscope. [Int J Pediatr Otorhinolaryngol.](#) 1985 Oct;10(1):75-80
 23. [Drozdovskii V I](#), [Brodskii A R](#), [Peters V V](#), [Maksimov I N](#). Nasotracheal intubation with the use of fibroscopes. [Anesteziol Reanimatol.](#) 1989 Jan-Feb;(1):45-47
 24. George, A. Prince, M. Coulson, C. The 'endoscope-i': A mobile solution for endoscopy in otolaryngology. *Clinical Otolaryngology.* 2013. 38, 95–110

25. Sohn et al. Endockscope: Using Mobile Technology to Create Global Point of Service Endoscopy. *J Endourology*. 2013. 27, 1154–1160
26. Chen-Jung Wu et al. An Innovative Smartphone-Based Otorhinoendoscope and Its Application in Mobile Health and Teleotolaryngology. *J Med Internet Res* 2014;16(3):e71
27. Chevallier K., Oakley G., Alt J., Orlandi R. iPhone- adapted endoscopy technology provides adequate image quality for diagnostic nasal endoscopy. Combined Otolaryngology Spring Meeting 2015
28. Liu H, Akiki S, Barrowman N, and Bromwich M. Mobile Endoscopy vs Video Tower: A Prospective Comparison of Video Quality and Diagnostic Accuracy. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery* 2016, Vol. 155(4) 575–580.
29. Liu Y, Hondorp T, Bailey T, Krihnan M, Inman J, Simental A. Fiberoptic nasopharyngoscope portable video recording adaptor: a prospective study of effect on resident learning and patient management. 96th Annual Meeting of The American Broncho-Esophagological Association. Chicago. 2016
30. Monsalve P., Escalona G. Laparoscopia portatil: uso del smartphone como herramienta en el quirófano. LXXI Jornada de Cirugía General “Dr. Rafael José Alejos”. Maracay, 2017.
31. Trivedi JN. An economical model for mastering the art of intubation with different video laryngoscopes. *Indian J Anaesth* 2014;58:394-396.
32. Karippacheril JG, Le Cong M. Videolaryngoscopy using an Android smartphone: A direct digital technique. *Indian J Anaesth* 2016;60:143-145.
33. Freno D, Kahn S, Patterson S. Determining the Role of Nasolaryngoscopy in the Initial Evaluation for Upper Airway Injury in Patients with Facial Burns. International Society for Burn Injuries Congress. 2016. Miami
34. Harrigan R. Smoke inhalation injury. Textbook Emr. 3 editin. St. Louis: Mosby year book. 2002. p 1-4
35. Sparkes BG: Immunological responses to termal injury. *Burns*. 1997; 23:106-113.
36. Crapo RO: Smoke inhalation injuries. *JAMA*. 1981;246:1694-1696.

37. Clark WR et al: Smoke inhalation and airway management at a regional burn unit: 1974-1983. Diagnoses and consequences of smoke inhalation. *J Burn Care Rehabil.* 1989;10:52-62
38. Thompson PB et al: Effect of mortality of inhalation injury. *J Trauma.* 1986;26:163
39. Pruitt BA et al: Progressive pulmonary insufficiency and other pulmonary complications of thermal injury. *J Trauma.* 1975;15:369
40. DiVicenti FC. Inhalation burns. *J Trauma* 1971; 11:109-117
41. Phillips AW: Burns Therapy: respiratory damage (an account of the clinical, x ray and post mortem findings) and the meaning of restlessness. *Ann Surg* 1963; 158:799-811
42. Wong C-Z. Dynamic changes in lung lymph flow and the release of lysosomal enzymes from the lungs after severe steam inhalation injury of goats. *Burns* 1986; 12:415
43. Masane's M-J. Using bronchoscopy and biopsy to diagnose early inhalation injury: macroscopic and histologic findings. *Chest* 1995;107:1365-1369
44. Sataloff DM: Tracheotomy and inhalation injury. *Head Neck Surg.* 1984;6:1024-1031
45. Akkinniranye OA: Inhalational injury-current concepts and management. *Anaesth Rev.* 2015;15:81-102
46. Happonik EF: Acute upper airway injury in burn patients: serial changes of flow-volume curves and nasopharyngoscopy. *Am Rev Respir Dis.* 1987;135:360-366
47. Zikria BA: What is clinical smoke poisoning? *An Surg* 1975;181:151-156
48. Dyer RF: Polyvinyl chloride toxicity in fires. *JAMA.* 1976; 235:393-397
49. Cahalane M. Early respiratory abnormalities from smoke inhalation. *JAMA.* 1984; 251: 771-773
50. Linares HA: Sequence of morphologic events in experimental smoke inhalation. *J Burn Care Rehabil.* 1989;10:27-37
51. Neiman GF: The effect of smoke inhalation on pulmonary surfactant. *Ann Surg* 1980;191:171-180

52. Hunt JL: Fiberoptic bronchoscopy in acute inhalational injury. J Trauma 1975; 15:641-649
53. Masanes M-J: Fiberoptic bronchoscopy for the early diagnosis of subglottal inhalation injury: comparative value in the assessment of prognosis. J Trauma. 1994;36:59-67
54. Pruitt BA: Evaluation and management of patients with inhalation injury. J Trauma 1990;30(suppl 1): s63-68
55. Khoo AK: Tracheobronchial cytology in inhalation injury. J Trauma 197;42:81-85
56. Haponik EF: Upper airway function in burn patients. Am Rev Respir Dis 1984; 129: 251-257.
57. Wiltram c: The admission chest radiograph after acute inhalation injury and burns. Br J Radiol 1994;67:751-754
58. Moylan JA: Inhalation injury-an increasing problema. Ann Surg 1978;188:34-37
59. Putman CE: Radiographic manifestations of acute smoke inhalation, Am J Roentgenol 1977;129:865-870
60. Horovitz JH: Diagnostic tolols for use in smoke inhalation. J Trauma 21(suppl8): s717-719
61. Teixedor MS: Smoke inhalation: radiological manifestations. Radiology 1983;149:383-387
62. Lee MJ: The pain chest radiograph after acute smoke inhalation. Clin Radiol 1988;39:33-37
63. Clark WR: Positive computed tomography of dog lungs following sever smoke inhalation: diagnosis of inhalational injury. J Burn Care Rehabil 1982;3:207-213
64. Whitener DR: Pulmonary function measurments in patients with termal injury and smoke inhalation. Am Rev Respir Dis. 1980;122:731-739
65. Petroff PA: Pulmonary function studies after smoke inhalation. Am J Surg 1976;132:346-351
66. Palmieri TL: Inhalational injury consensus conference introduction. J Burn

Care Res 2009;30:141-142

67. Colohan SM: Predicting prognosis in thermal burns with associated inhalational injury: a systematic review of prognostic factors in adult burn victims. J Burn Care Res 2010;31:529-539
- Fitzpatrick J, Cioffi W. Diagnosis and treatment of inhalation injury. Total burn care WB Saunders; 2002:232-240

ANEXOS

**FIGURA 1. ESQUEMA DE NASOLARINGOFIBROSCOPIO PORTÁTIL
ASISTIDO POR SMARTPHONE**



HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Usted ha sido seleccionado para formar parte de un estudio que será llevado a cabo por el servicio de Cirugía Plástica y Reconstructiva del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño, a propósito de la investigación denominada: **Nasolaringofibroscoopia portátil con el uso de smartphone. Herramienta en el diagnóstico de quemadura de vía aérea superior.** Si necesita información adicional a la expuesta en esta hoja de información, puede solicitarla a la investigadora responsable: Dra. Elaine Bastardo Milano, quien aclarará cualquier duda que pudiera tener al respecto.

Propósito del Proyecto.

Incorporar el uso de smartphones en el diagnóstico de lesión inhalatoria alta en pacientes quemados con sospecha de lesión inhalatoria, como herramienta para generación de imágenes para el diagnóstico precoz y compararlo con la imagen obtenida con cámara endoscópica convencional con el fin de establecer el método seguro, práctico y eficiente para diagnosticar quemadura de vía aérea superior.

Procedimiento.

Usted será llevado al área de cirugía menor en la emergencia del Hospital Dr. Miguel Pérez Carreño para la realización de un procedimiento endoscópico convencional bajo anestesia local.

Riesgos.

Son similares a los de cualquier procedimiento endoscópico convencional de vía aérea superior

Beneficios.

La participación en esta investigación tiene como beneficio estandarizar un nuevo dispositivo endoscópico, práctico, eficiente y económico para incorporarlo en la práctica diaria de evaluación de pacientes quemados con sospecha de lesión

inhalatoria alta

Confidencialidad.

La información que usted proporcione y se derive de su historial médico es totalmente confidencial y sólo será utilizada por su médico tratante. Su nombre y otros datos personales no serán mencionados en el estudio.

Participación voluntaria.

Su participación es voluntaria y puede decidir no formar parte de este estudio. Puede realizar cualquier pregunta sobre la encuesta al entrevistado o ponerse en contacto con los investigadores.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Su firma en este consentimiento informado indica que comprende el contenido de la hoja de información al paciente que acompaña este formulario y que acepta su participación en la investigación bajo la modalidad que usted indica abajo:

Yo, _____, C.I. _____ de _____ años de edad, he leído y comprendido el contenido de la hoja de información al participante del proyecto de investigación denominado: **Nasolaringofibroscoopia portátil con el uso de smartphone. Herramienta en el diagnóstico de quemadura de vía aérea superior**, aclarando todas las dudas que he tenido al respecto, en forma satisfactoria. En este sentido, por medio de la presente proporciono mi **CONSENTIMIENTO** para participar en la referida investigación, en los procedimientos indicados con una X en la siguiente tabla:

En mi calidad de voluntario, reconozco que no estoy obligado a firmar este consentimiento, y aún habiéndolo firmado, puedo retirarme antes de la ejecución de los procedimientos previamente aceptados por mi persona, sin perjuicio alguno.

Con mi firma certifico, que este consentimiento lo acepto de manera voluntaria sin presiones de ningún tipo, y que mi participación se realizará el día: _____, Además reconozco recibir el acto de esta firma una copia del presente **CONSENTIMIENTO** y de la hoja de información correspondiente.

Nombre Firma Fecha

Participación voluntaria _____

Representante legal _____

Investigador responsable _____

Testigo _____

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL RESIDENTE

EXAMINADOR:

Fecha: _____

Sexo del paciente: _____

Edad: _____

C.I.: _____

Historia #: _____

Impresión diagnóstica de ingreso (especifique % de superficie corporal quemada y etiología de la quemadura): _____

Comorbilidades sistémicas (de estar presente, especifique): _____

Tolerancia al procedimiento:

Buena: _____ Regular: _____ Mala: _____

Describe los aspectos anatómicos identificados con el nasolaringofibroscopio portátil al momento del estudio:

1. Lesión inhalatoria alta leve: Si _____ No _____
2. Lesión inhalatoria alta moderada: Si _____ No _____
3. Lesión inhalatoria alta severa: Si _____ No _____
4. No concluyentes o insuficientes para diagnóstico: _____

**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ESPECIALISTA EN ORL O
CIRUGÍA DE TÓRAX:**

El siguiente instrumento se presenta junto con el instrumento de recolección de datos llenado por el residente examinador y las imágenes obtenidas mediante nasolaringofibroscoopia con Smartphone para ser comparadas con las imágenes obtenidas con nasolaringofibroscoopia convencional y contestar el siguiente cuestionario:

Fecha: _____

Sexo del paciente: _____

Edad: _____

C.I.: _____

Historia #: _____

Impresión diagnóstica de ingreso (especifique % de superficie corporal quemada y etiología de la quemadura): _____

Indique su especialidad: ORL _____ Cirugía de tórax _____

Describa los aspectos anatómicos identificados por nasolaringofibroscoopia convencional al momento del estudio:

1. Lesión inhalatoria alta leve: Si _____ No _____
2. Lesión inhalatoria alta moderada: Si _____ No _____
3. Lesión inhalatoria alta severa: Si _____ No _____
4. No concluyentes o insuficientes para diagnóstico: _____

Respecto a las imágenes suministradas, obtenidas a través de nasolaringofibroscofia asistida por Smartphone, por favor especifique:

• ¿Cómo considera la iluminación y el brillo de la imagen?

- Muy mala
- Pobre
- Adecuada
- Buena
- Excelente

• ¿Cómo considera la definición del contraste y los bordes de las imágenes?

- Muy mala
- Pobre
- Adecuada
- Buena
- Excelente

• ¿Ud. pudo identificar las estructuras anatómicas de la imagen?

- Muy mala
- Pobre
- Adecuada
- Buena

Excelente

• ¿Ud. identificó los colores básicos en la imagen?

Muy mala

Pobre

Adecuada

Buena

Excelente

• ¿En general considera que la calidad de las imágenes obtenidas fue?

Muy mala

Pobre

Adecuada

Buena

Excelente

Tabla 1. Relación de iluminación – brillo entre smartphone versus endoscopio Karl- Storz®

Variable	Smartphone		Karl-Storz®	
	n	%	n	%
Iluminación – brillo				
Pobre	0	0,0	0	0,0
Deficiente	0	0,0	0	0,0
Regular	0	0,0	0	0,0
Bueno	24	100,0	21	87,5
Excelente	0	0,0	3	12,5

p = 1,000

Tabla 2. Relación de contraste entre Smartphone versus endoscopio Karl-Storz®

Variable	Smartphone		Karl-Storz®	
	n	%	n	%
Contraste				
Pobre	0	0,0	0	0,0
Deficiente	0	0,0	0	0,0
Regular	0	0,0	0	0,0
Bueno	12	50,0	0	0,0
Excelente	12	50,0	24	100,0

p = 0,077

Tabla 3. Relación de colores básicos entre Smartphone versus endoscopio Karl-Storz®

Variable	Smartphone		Karl-Storz®	
	n	%	n	%
Colores básicos				
Pobre	0	0,0	0	0,0
Deficiente	0	0,0	0	0,0
Regular	0	0,0	0	0,0
Buena	18	75,0	9	37,5
Excelente	6	25,0	15	62,5

p = 0,315

Tabla 4. Relación de tonos básicos entre Smartphone versus endoscopio Karl-Storz®

Variable	Smartphone		Karl-Storz®	
	n	%	n	%
Tonos básicos				
Pobre	0	0,0	0	0,0
Deficiente	0	0,0	0	0,0
Regular	0	0,0	0	0,0
Bueno	24	100,0	21	87,5
Excelente	0	0,0	3	12,5

p = 1,000

Tabla 5. Relación de calidad de video entre Smartphone versus endoscopio Karl-Storz®

Variable	Smartphone		Karl-Storz®	
	n	%	n	%
Calidad del video				
Pobre	0	0,0	0	0,0
Deficiente	0	0,0	0	0,0
Regular	0	0,0	0	0,0
Bueno	0	0,0	3	12,5
Excelente	24	100,0	21	87,5

p = 1,000

Tabla 6. Relación de diagnóstico de lesión de vía aérea superior (VAS) entre Smartphone versus endoscopio Karl-Storz®

Variable	Smartphone		Karl-Storz®	
	n	%	n	%
Lesión de VAS				
Suficiente	24	100,0	24	100,0
Insuficiente	0	0,0	0	0,0

p = 1,000