

AVANCES TECNOLÓGICOS RECIENTES EN EL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LAS ENFERMEDADES DE LA LARINGE Y EL TRACTO AERODIGESTIVO SUPERIOR

GUILLERMO CAMPOS, MD

*Director, Instituto de Laringología, Asociación Médica de los Andes
Consultor, Departamento de Cirugía, Hospital Universitario Fundación Santa Fe
Director, Clínica de Reflujo, Hospital Universitario Fundación Santa Fe*

Recibido: Marzo 15 de 2012 Aceptado: Septiembre 27 de 2012

Resumen

Los continuos desarrollos tecnológicos, en los años recientes, han permitido un mejor entendimiento de la anatomía y fisiología de los pliegues vocales y del tracto digestivo superior. Técnicas de diagnóstico como la laringoscopia de alta velocidad, la videoquimografía, la laringoscopia de acercamiento de alta resolución en la oficina y la impedanciometría esofágica con manometría, son herramientas muy importantes en la práctica clínica moderna. En lo que respecta a tratamiento, el desarrollo de equipos de láser acoplados a sistemas robóticos, fibras para la aplicación de rayos láser de diferentes longitudes de onda a sitios específicos, e instrumentos para ser usados a través de endoscopios flexibles, ampliaron las posibilidades terapéuticas, y, en casos seleccionados, las perspectivas para la ejecución de procedimientos mínimamente invasivos sin necesidad de hospitalización. El propósito de este estudio es realizar una revisión y un análisis de los avances tecnológicos dirigidos al diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del tracto aerodigestivo superior, sus posibles aplicaciones y limitaciones. Es un estudio descriptivo de una revisión de la literatura concerniente al tema. Se presenta una monografía y una revisión de la literatura relevante, disponible en publicaciones indexadas, con respecto a los diferentes métodos actualmente disponibles para el estudio de las enfermedades del tracto aerodigestivo superior, así como de las nuevas alternativas desde el punto de vista de posibilidades terapéuticas. Se hace un análisis de los aspectos técnicos importantes de cada una de las opciones, tanto diagnósticas como terapéuticas, con el fin de tener claridad sobre sus posibles aplicaciones clínicas, ventajas, desventajas y contraindicaciones.

Palabras clave: *Laringoscopia, estroboscopia, manometría, quimografía, impedancia, cirugía transoral con láser.*

RECENT TECHNOLOGICAL ADVANCES IN DIAGNOSIS AND TREATMENT OF THE LARYNX AND UPPER AERODIGESTIVE TRACT

Abstract

Continuous technological developments in recent years have allowed a better understanding of the anatomy and physiology of the vocal folds and the upper digestive tract. Diagnostic techniques such as high speed laryngoscopy, videokymography, in office high resolution close up laryngoscopy and esophageal impedance with manometry are very important tools in modern day clinical practice. As far as treatment is concerned, development of laser equipments coupled to robotic systems, fibers to deliver different laser wavelengths to specific places, and instruments to be used through flexible scopes,

* e-mail: campos@inslar.com

broadened therapeutic possibilities and, in selected cases, have made it possible to perform minimally invasive procedures with no need for hospitalization. The purpose of this study is to review and analyze technological advancements for diagnosis and treatment of the diseases of the upper aerodigestive tract, their feasible applications and limitations. It is a descriptive study of literature review regarding the topic. A monograph and a revision of relevant literature accessible on indexed publications related to different currently available methods for studying the upper aerodigestive tract diseases, as well as new alternatives from the therapeutic point of view are presented. An analysis of important technical aspects of each option, either diagnostic or therapeutic is performed with the aim of elucidating their possible clinical applications, advantages, disadvantages and contraindications.

Key words: *Laryngoscopy, stroboscopy, manometry, kymography, impedance, transoral laser micro-surgery.*

AVANÇOS TECNOLÓGICOS RECENTES NO DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DAS DOENÇAS DA LARINGE E DO TRATO AERODIGESTIVO SUPERIOR

Resumo

Os contínuos desenvolvimentos tecnológicos, nos anos recentes, permitiram um melhor entendimento da anatomia fisiologia das pregas vocais e do trato digestivo superior. Técnicas de diagnóstico como a laringoscopia de alta velocidade, a vídeoquimografia, a laringoscopia de aproximação de alta resolução e a impedânciometria esofágica com manometria, são ferramentas muito importantes na prática clínica moderna. No que diz respeito ao tratamento, o desenvolvimento de equipamentos de laser acoplados a sistemas robóticos, fibras para a aplicação de raios laser de diferentes longitudes de onda em locais específicos, e instrumentos para ser usados através de endoscópios flexíveis, ampliaram as possibilidades terapêuticas, e, em casos selecionados, as perspectivas para a execução de procedimentos minimamente invasivos sem a necessidade de hospitalização. O propósito deste estudo é realizar uma revisão e uma análise dos avanços tecnológicos dirigidos ao diagnóstico e tratamento das doenças do trato aerodigestivo superior, suas possíveis aplicações e limitações. É um estudo descritivo de uma revisão da literatura concernente ao tema. Apresenta-se uma monografia e uma revisão da literatura relevante, disponível em publicações indexadas, com respeito aos diferentes métodos disponíveis atualmente para o estudo das doenças do trato aerodigestivo superior, bem como das novas alternativas desde o ponto de vista de possibilidades terapêuticas.

É feita uma análise dos aspectos técnicos importantes de cada uma das opções, tanto diagnósticas como terapêuticas, com o fim de ter clareza sobre suas possíveis aplicações clínicas, vantagens, desvantagens e contraindicações.

Palavras chave: *Laringoscopia, estroboscopia, manometria, quimografia, impedância, cirurgia transoral com laser.*

Marco Teórico

El tracto aerodigestivo superior, el cual incluye las estructuras de la parte interna de la nariz, la cavidad oral, la faringe en toda su extensión, la laringe y el esófago, conforma uno de los grupos de órganos y sistemas que requieren de coordinación precisa en todos los aspectos de su funcionamiento, pues las fallas en cualquiera de sus componentes producen síntomas de

gravedad variable que pueden llegar, en algunos casos, a poner en riesgo la vida del paciente. Dado que la mayoría de las estructuras involucradas son dinámicas y que la coordinación entre ellas es fundamental para evitar problemas para la salud, en el ejercicio de la otorrinolaringología moderna se hace indispensable contar con métodos que faciliten la evaluación precisa de la fisiología y las posibles fallas, con el fin facilitar la toma de decisiones desde el punto de vista terapéutico.

Condiciones como los diferentes tipos de disfonía, la obstrucción de la vía aérea, la presencia de lesiones benignas y malignas y los problemas esofágicos y su relación con la laringe, etc, implican la necesidad por parte del especialista de contar con las herramientas apropiadas para el manejo de cada caso. Adicionalmente, la posibilidad de documentación detallada del estado de cada individuo constituye un excelente soporte para el entendimiento de la situación por parte del paciente, quien al tener claridad sobre su condición puede asumir una actitud de mayor compromiso en el proceso relacionado con su enfermedad.

Cada órgano tiene unas características independientes y específicas de funcionamiento que puede afectar negativamente el desempeño de las estructuras vecinas. Por otra parte, el rápido progreso de las modalidades terapéuticas ha ampliado el arsenal con que cuenta el otorrinolaringólogo para el manejo de las distintas patologías del tracto aerodigestivo superior, siendo la precisión una de las más importantes características de las nuevas tecnologías, condición que favorece la ejecución de procedimientos más seguros, menos invasivos y con menores riesgos de complicaciones.

Objetivo General

Hacer un análisis de los avances tecnológicos dirigidos al diagnóstico y tratamiento de las enfermedades del tracto aerodigestivo superior, sus posibles aplicaciones y limitaciones.

Objetivos Específicos

1. Se plantea la necesidad de establecer las aplicaciones específicas de la laringoscopia de alta velocidad y videoquimografía en los casos de disfonía.
2. Definir los criterios de aplicación de la laringoscopia de acercamiento de alta resolución y sus eventuales ventajas en comparación con los otros métodos disponibles.
3. Determinar si la impedanciometría esofágica con manometría ofrece ventajas adicionales que permitan entender, no solo la fisiología sino los aspectos negativos de las eventuales anomalías.
4. Analizar la interacción con los tejidos al utilizar rayos láser durante los procedimientos quirúrgicos y sus posibles ventajas.

5. Describir los procedimientos mínimamente invasivos en el consultorio.

Metodología

Se realizó una revisión de la literatura relevante, disponible en publicaciones indexadas, con respecto a los diferentes métodos utilizados actualmente para el estudio de las enfermedades del tracto aerodigestivo superior, así como de las nuevas alternativas desde el punto de vista de posibilidades terapéuticas.

Análisis de los aspectos técnicos importantes de cada una de las opciones, tanto diagnósticas como terapéuticas, con el fin de tener claridad sobre sus posibles aplicaciones clínicas, ventajas, desventajas y contraindicaciones.

Resultados

A continuación se presentan los resultados referentes a los métodos diagnósticos y las modalidades terapéuticas, así como la discusión pertinente a cada uno de ellos:

A. Laringoscopia de alta velocidad y videoquimografía

Durante los últimos años, la base del diagnóstico en casos de disfonía asociados a cambios estructurales de los pliegues vocales, ha sido la evaluación de la actividad vibratoria mediante sistemas de video acoplados a una fuente de luz estroboscópica, adelanto que sin duda alguna despejó el camino para lograr un mejor entendimiento de la fisiología y de las implicaciones mecánicas que las diferentes alteraciones estructurales tienen en el movimiento de los pliegues vocales (1,2,3,4). Es indudable que la estroboscopia no ha perdido vigencia, y su importancia en la práctica clínica ha sido clara e indiscutible a través de los años, como también en el ámbito de la investigación de los eventos que tienen lugar durante la producción de la voz, tanto normal como asociada a diferentes patologías (5,6,7,8).

El principio de la estroboscopia es la iluminación intermitente de los pliegues vocales durante la vibración. El rayo de luz es emitido como consecuencia del estímulo generado por la vibración, y una discreta variación en la frecuencia de emisión de dicho rayo con respecto a la frecuencia vibratoria, permite que la luz ilumine diferentes momentos del ciclo vibratorio. Los eventos son grabados en sistemas que en promedio reproducen hasta un máximo de 60 imágenes por segundo. Dado el promedio de tiempo que una imagen permanece en la

retina (1/4 de segundo), esta velocidad de reproducción permite al cerebro tener la ilusión de movimiento en cámara lenta, lo que facilita el análisis del comportamiento de los pliegues. La limitación más importante de este examen es que, para lograr el objetivo, es indispensable que exista una vibración periódica durante un tiempo suficiente que permita la emisión, igualmente periódica, de la luz estimulada por la vibración. Por esta razón, este sistema no permite la valoración de los eventos que se suceden al inicio de la vibración, así como tampoco es posible la observación de la actividad en momentos en los cuales se pierde momentáneamente la periodicidad (interrupciones del tono, diplofonía, etc.). Es aquí donde nuevos métodos como la laringoscopia de alta velocidad y la videoquimografía juegan un papel muy importante en el proceso diagnóstico.

El desarrollo de cámaras de alta velocidad, inicialmente para aplicaciones industriales, y recientemente para aplicaciones médicas, ha significado un gran avance en lo que respecta al entendimiento de eventos previamente desconocidos. El principio de este tipo de cámaras se basa en el uso de un sensor de imágenes, que tiene la capacidad de grabar un número definido de las mismas a ultra alta velocidad (hasta 4000 por segundo). La información es almacenada y es posible reproducirla a una velocidad menor, con el efecto de cámara lenta, para permitir el análisis. En paralelo se toma la señal de la voz con el fin de determinar la frecuencia fundamental y la intensidad.

Las condiciones anteriormente mencionadas permiten la observación en tiempo real de los fenómenos que tienen lugar durante la vibración. En este caso, no es necesario sincronizar la vibración con la emisión de un rayo de luz, lo único que se necesita es una fuente de luz con suficiente potencia para permitir la iluminación permanente de la zona a examinar, en este caso, los pliegues vocales.

Para hacer esta observación posible, es necesario realizar algunos ajustes técnicos debido a la necesidad de adecuada iluminación. El examen se practica utilizando endoscopios rígidos de 10 mm de diámetro, del mismo diseño de los que se utilizan rutinariamente para laringoestroboscopia, pero con una variación importante, y es el diámetro del lente en el extremo posterior, donde el endoscopio se conecta a la cámara. Este diámetro es mayor que en los laringoscopios regulares con el fin de permitir la entrada de una mayor cantidad de luz a los sensores de la cámara.

Contrario a lo que sucede con el examen bajo luz estroboscópica, proceso en el cual se puede almacenar información a voluntad durante el tiempo que el examinador considere conveniente, el equipo de laringoscopia de alta velocidad está grabando permanentemente pero almacena únicamente las imágenes obtenidas en los dos últimos segundos, una vez se decide qué segmento es el apropiado para análisis. Esto hace indispensable que el examinador cuente con el entrenamiento suficiente para lograr identificar el momento del examen en el cual la muestra puede ser más representativa y brinde la mayor información sobre la actividad vibratoria.

Dado el gran número de imágenes que se puede almacenar en dos segundos (8092), no es posible en el momento de la reproducción, como sucede en la estroboscopia, sincronizar la imagen y el sonido, pues los archivos de video son bastante más grandes que los de sonido, por lo que cada archivo se guarda en una carpeta diferente.

Cuando el tono es inestable, en el examen bajo luz estroboscópica se pierde toda posibilidad de observar los eventos que tienen lugar, debido a que una vibración aperiódica no permite la emisión del rayo de manera predecible. Esa desventaja desaparece por completo con los sistemas de video de alta velocidad, pues la iluminación es permanente y es posible capturar las imágenes de todos los eventos que tienen lugar, lo que facilita el registro y entendimiento de los procesos vibratorios anormales que dan origen a vibraciones aperiódicas.

La posibilidad de grabación en tiempo real, también ha significado un avance invaluable en el esclarecimiento del proceso vibratorio de estructuras diferentes a los pliegues vocales con las cuales se puede producir voz, como sucede luego de procedimientos reconstructivos posteriores a cirugía por cáncer o trauma (9).

Los criterios de evaluación de los eventos registrados aún no han sido estandarizados. Cuando se trata de vibraciones periódicas se pueden aplicar sin inconveniente, los mismos criterios que se utilizan para la calificación de la estroboscopia laríngea, pero cuando se trata de vibraciones aperiódicas, dada la gran variabilidad de comportamientos vibratorios, no existe un método de calificación preciso y confiable y el análisis debe basarse en la experiencia del examinador. Adicionalmente, la variabilidad entre examinadores en ambos tipos de

examen es alta, por lo que se hace necesario trabajar en la búsqueda de métodos objetivos para el análisis de la actividad vibratoria (10,11).

Como un inmenso valor agregado, las cámaras de alta velocidad han permitido el desarrollo de una técnica de gran utilidad para la evaluación precisa del comportamiento de los bordes libres de los pliegues vocales durante el proceso vibratorio: la videoquimografía. *Kyma* en griego significa *Onda*, y el propósito del examen es evaluar la oscilación del borde libre de los pliegues vocales. Aunque el concepto no es nuevo, pues esta técnica se aplicó a finales del siglo XIX para registrar las variaciones en el comportamiento de algunos órganos, los primeros intentos de obtener imágenes de este tipo, específicamente de los pliegues vocales, y que pudieran ser reproducidas para aplicación en el proceso diagnóstico en laringología, fueron publicados en 1973 por Gall y Hanson (12). En ese entonces era necesario obtener las películas, revelarlas y reproducirlas, lo que lo hacía un método poco práctico y no permitió su uso rutinario. Los avances tecnológicos en el campo del video de alta velocidad han permitido la obtención de las imágenes y su reproducción inmediata, lo que ha cambiado las perspectivas y facilitado el entendimiento de los eventos que tienen lugar en el borde libre de los pliegues vocales durante el ciclo vibratorio (13,14).

El principio de la obtención de imágenes en tiempo real se basa en la utilización de dos dispositivos de carga acoplada (conocidos en inglés como CCD), que son elementos fotosensibles con una estructura reticular con puntos llamados píxeles o fotositios, los cuales son descubiertos para recolectar y almacenar fotones en una cavidad. Cuando se captura una imagen, la carga eléctrica de cada píxel es medida y convertida en un número (digitalizada), información que es transmitida a un computador, en donde se utiliza para controlar el brillo de los puntos de la pantalla (píxeles de la pantalla), reproduciendo así la imagen original, la cantidad de píxeles de salida es proporcional a la cantidad de luz que recibe el dispositivo, grupos de números que representan imágenes son almacenados en archivos y posteriormente procesados para ajustar contraste, color, etc. Los equipos actuales comúnmente tienen dos dispositivos de carga acoplada y un divisor de rayos que envía la información simultáneamente a cada uno de ellos, uno de los cuales tiene un escáner lineal que captura lo que se encuentra en una línea seleccionada, la cual es generalmente transversa en relación con los pliegues vocales, omitiendo el resto de

la imagen circundante. Las imágenes obtenidas en esta línea se acomodan, una detrás de la otra, creando la imagen videoquimográfica que muestra el patrón vibratorio de la zona seleccionada de los pliegues vocales.

Los datos son almacenados de manera independiente, un grupo como imágenes de video, que puede ser reproducido desde el disco duro del computador para su análisis, y otro grupo como las imágenes de la quimografía, llamadas quimograma.

En estas imágenes es posible analizar con precisión los detalles del comportamiento vibratorio (15,16), pero su verdadera importancia radica en que permiten la evaluación detallada de fenómenos que de otra manera serían imposibles de analizar, ejemplos de ello son: la medición del tiempo en que se inicia la vibración (figura 1), o las irregularidades en la vibración cuando se presentan interrupciones del tono (17). Por otra parte, cambios sutiles localizados son de gran utilidad en la toma de decisiones en casos de fonocirugía, como se ilustra en la figura 2. Igualmente, la posibilidad de ver cada detalle del ciclo vibratorio, facilita el entendimiento de condiciones que previamente no se podían explicar, como es el caso de los episodios cortos de afonía que se presentan en muchas condiciones clínicas. Por último, la quimografía es de gran ayuda en la evaluación de la vibración de estructuras diferentes a los pliegues vocales con las cuales es posible producir voz, como en casos de reconstrucción laringotraqueal luego de trauma con el cual se pierde la estructura de los pliegues vocales o en laringectomías por cáncer.

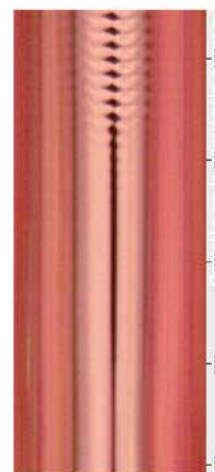


Figura 1. Quimograma que ilustra el inicio de la actividad vibratoria aproximadamente 600 milisegundos después de haber tenido lugar la aproximación de los bordes libres de los pliegues vocales en un caso de presbilinge.

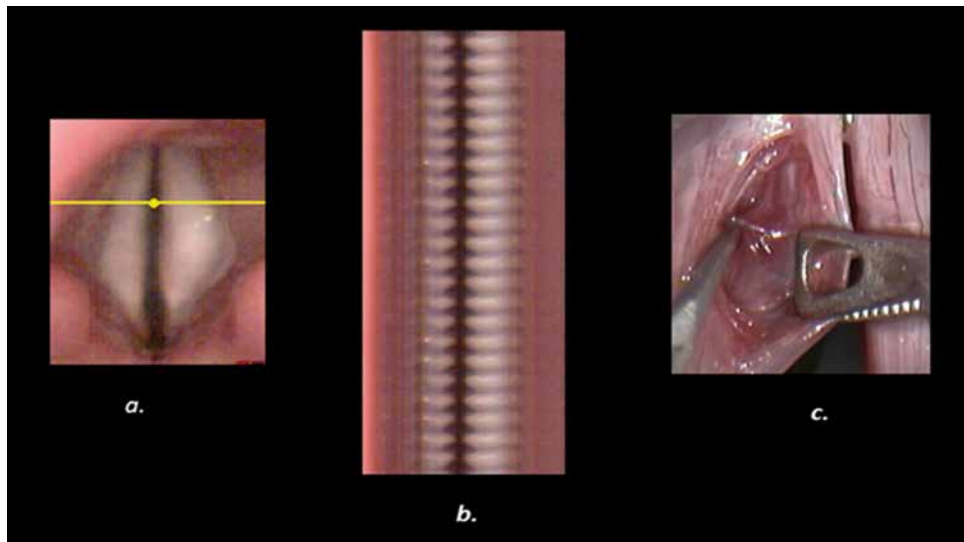


Figura 2b. Ubicación de la línea activa en un caso de disfonía severa luego de la resección inadecuada de una lesión superficial en el pliegue vocal izquierdo. b. Quimograma en el que se evidencia una clara reducción de la amplitud en la zona examinada, que corresponde al sitio de la escisión. c. Imagen intraoperatoria en la que se define perfectamente el lugar de la retracción cicatricial sub-epitelial que genera la disminución de la amplitud y causa la disfonía.

B. Laringoscopia de acercamiento de alta resolución

En el Instituto de Laringología se ha desarrollado una técnica que pretende identificar, de la manera más precisa posible, las características anatómicas individuales de los pliegues vocales. Para tal efecto se ha utilizado una cámara de endoscopia de alta definición con acercamiento digital de la imagen (Richard Wolf 85550012 3 CCD HDTV Endocam), acoplada a un endoscopio rígido de 70 grados con acercamiento óptico graduable (Richard Wolf 4450.501). La posibilidad de excelente magnificación, en conjunto con la alta definición de la cámara, permite obtener imágenes que facilitan la identificación clara de los detalles anatómicos de los pliegues vocales y las estructuras circundantes,

Tradicionalmente el examen de la laringe con endoscopios rígidos se limita a la observación de los pliegues vocales desde arriba, viendo generalmente solamente la cara superior de los mismos, lo que escasamente posibilita ver desde esa posición las condiciones del borde libre, y generalmente sin permitir la evaluación de la gran extensión que tiene la porción sub-glótica. Adicionalmente, en la gran mayoría de los casos los pliegues vocales no pueden ser observados en detalle debido a que el acercamiento logrado es insuficiente, y en la pantalla ocupan espacio otras estructuras que para el caso específico del estudio de una disfonía

causada por defectos estructurales, no tienen relevancia. No quiere decir esto, de ninguna manera, que se obvian otros pasos fundamentales del examen, como es la observación general de la hipofaringe, el aspecto y funcionamiento de los aritenoides, la laringe posterior, etc., sino que, una vez culminada la observación general, el examinador se concentra en los pliegues vocales verdaderos.

Desde el punto de vista no solamente anatómico, sino funcional, el pliegue vocal debe ser considerado como una estructura tridimensional. Actualmente se hace mucho énfasis en el análisis del patrón vibratorio, pero en muchas condiciones clínicas se identifica un patrón vibratorio anormal, en ocasiones sin encontrar la causa estructural del mismo. En el proceso diagnóstico es fundamental definir la anatomía individual, para de esta manera tener la capacidad de entender el impacto que la estructura de cada pliegue tiene en el comportamiento vibratorio.

El método desarrollado se basa en el hecho de poder examinar la estructura completa de cada pliegue de manera exhaustiva. Ello implica un examen que es más incómodo para el paciente que una laringoscopia tradicional, pues el descenso del endoscopio hasta la glotis es indispensable, además de la inevitable rotación del mismo lateralmente para permitir la observación

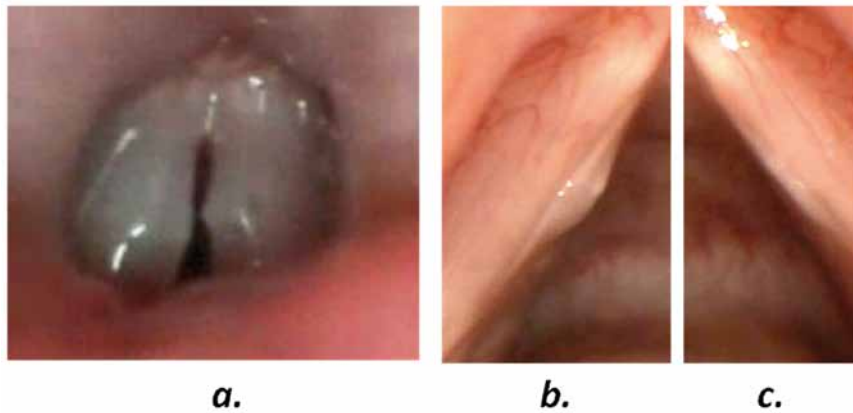


Figura 3 a. Aspecto del examen bajo luz estroboscópica en el que se aprecia imagen que fácilmente puede ser interpretada como micronódulos. El mismo paciente se evalúa con laringoscopia de acercamiento. Son evidentes los cambios estructurales de los pliegues vocales: hendidura longitudinal en cara superior de pliegue vocal izquierdo (b), con abultamiento del borde libre del mismo, y hendidura del borde libre del pliegue vocal derecho (c).

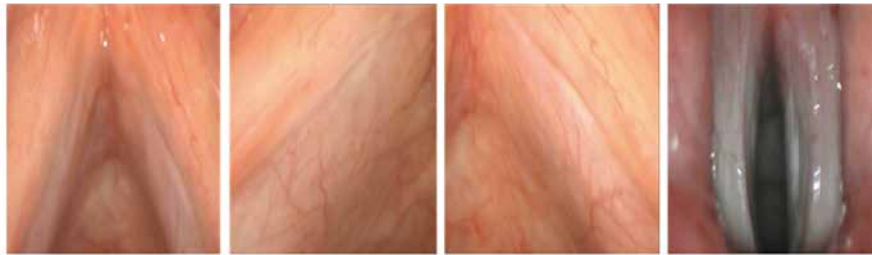


Figura 4. Imágenes de sulcus bilateral con adecuada exposición de todo el borde libre de ambos pliegues que permite entender la magnitud del compromiso estructural.

de toda la estructura. Para poder lograr el objetivo es necesario informar adecuadamente al paciente sobre el tipo de procedimiento, las molestias que puede experimentar, así como sobre la importancia de seguir cuidadosamente las instrucciones del examinador con el fin de disminuir la incomodidad y el riesgo de eventuales traumatismos. El uso de anestésicos locales (lidocaína al 2%) no es rutinario, y se reserva solamente para los casos en los que el endoscopio causa molestias, que el paciente no se siente en capacidad de tolerar. Es imprescindible el manejo cuidadoso del endoscopio, pues el espacio en el cual se va a trabajar es muy reducido. Este tipo de procedimiento diagnóstico ha permitido el esclarecimiento de condiciones estructurales que en muchas ocasiones pasan desapercibidas o han sido confundidas con otro tipo de patología, situación que se ilustra con algunos ejemplos a continuación:

Caso 1. Paciente de sexo masculino de 9 años de edad y con historia de disfonía consistente en ronquera desde muy pequeño. En múltiples evaluaciones tanto clínicas

como endoscópicas se hizo repetidamente el diagnóstico de nódulos laríngeos y estuvo en tratamiento foniátrico varias veces en el transcurso de los años sin presentar ninguna mejoría (figura 3a). Debido a la persistencia de la disfonía y al hecho de que en otra institución se sugirió tratamiento quirúrgico de los “nódulos” por falta de respuesta a la terapia de la voz, se realizó el examen con el sistema de acercamiento de alta resolución, procedimiento mediante el cual fue posible identificar claramente las condiciones estructurales de los pliegues vocales, siendo obvio que el diagnóstico estaba errado (figura 3b, 3c) pues el paciente presentaba un sulcus bilateral y deformidad del borde libre izquierdo.

Caso 2. Médico pediatra de 57 años que consulta por disfonía consistente voz respirada y fonastenia, síntomas que se inician pasado el medio día y afectan sus actividades laborales. La secuencia de imágenes de la figura 4 permite ver con claridad que el problema estructural es un sulcus bilateral, mucho más profundo y rígido en el pliegue vocal derecho.

C. Impedanciometría esofágica con manometría

Uno de los puntos complejos de la anatomofisiología del ser humano es la proximidad entre la vía aérea y la vía digestiva, condición que es especialmente crítica a la altura de la laringe posterior por su estrecha relación con el introito esofágico. La influencia de la enfermedad por reflujo en la laringe es claramente reconocida actualmente (18,19) con el potencial de generar complicaciones extradigestivas severas, incluyendo la estenosis de la vía aérea (20).

Aunque la mayoría de los problemas se relacionan con el reflujo ácido, es claro que no todos los casos corresponden a esta etiología, y no necesariamente debe existir un pH francamente ácido para tener problemas en la laringe, un pH levemente ácido o alcalino tienen la capacidad de generar problemas por fuera del tracto digestivo (21), pero no todos los problemas extra-esofágicos eventualmente relacionados con reflujo tienen como causa los cambios del pH. Adicionalmente, la respuesta al tratamiento en muchos pacientes es inadecuada y el camino a seguir en aquellos cuyos síntomas persisten es difícil de definir (22, 23, 24), situación que complica la toma de decisiones en lo que a manejo se refiere. El papel que puede tener una disfunción esofágica en relación con enfermedad laríngea no está establecido, aunque la posibilidad de que una falla en el funcionamiento esofágico tenga relación con los problemas extra-digestivos es una opción lógica que se debe considerar (25).

Estudios realizados en la Clínica de Reflujo del Hospital Universitario Fundación Santa Fé, utilizando impedanciometría esofágica con manometría (actualmente en proceso de interpretación de datos), sugieren que en algunos pacientes con síntomas refractarios existe disfunción esofágica como posible causa. Desde los inicios de la evaluación combinada de impedanciometría y manometría se menciona el hecho de que puede ser útil en la evaluación de los aquellos pacientes que no responden a la terapia convencional o que presentan tienen síntomas atípicos (26).

La impedanciometría esofágica con manometría es una técnica combinada cuyo propósito es evaluar el transporte del bolo y la peristalsis asociada, adicionalmente obteniendo información importante en referencia al comportamiento del esfínter esofágico inferior, la contracción faríngea y el esfínter esofágico superior. Se basa en la medición de los cambios en la resistencia

(en ohmios) a una corriente eléctrica alterna cuando el bolo pasa por un par de anillos metálicos montados en un catéter que no es conductor. En un órgano tubular vacío, como el esófago, la corriente entre los dos anillos es conducida por los pocos iones presentes en la zona. La impedancia eléctrica (Z) de un campo eléctrico entre dos electrodos, es el radio entre el voltaje aplicado (U) y la corriente resultante (I), por lo tanto: $Z = U/I$.

La impedancia es inversamente proporcional a la conductividad del medio que rodea los dos electrodos. La conductividad del aire es muy baja, por lo tanto se registra una gran impedancia cuando el medio está compuesto de aire. La conductividad de los líquidos, tales como la solución salina o el jugo gástrico es alta y la impedancia es baja cuando estas sustancias se encuentran alrededor de los electrodos. Cuando el esófago está vacío, el nivel de impedancia tiene valores intermedios debido a las características de conductividad de la pared esofágica. La ubicación de los electrodos a lo largo del catéter hace posible evaluar la dirección y la velocidad en la cual una sustancia es transportada a través del esófago (tanto para impedanciometría con pH metría como con manometría). Por esta razón, con la tecnología disponible actualmente, mediante el uso del monitoreo de la impedancia. Los trastornos en el avance del bolo se hacen evidentes al analizar los resultados con las curvas respectivas, que ilustran las características de su desplazamiento dentro del esófago. así como determinar el reflujo independientemente de si hay o no acidez y en los pacientes con eructos se puede determinar la naturaleza de los mismos.

Mediante la impedanciometría y la manometría se obtienen datos diferentes, pero complementarios, referentes a la función motora esofágica (27).

En la actualidad se utilizan dos sistemas: el primero, haciendo uso de una sonda de 6 pares de anillos que registra, de manera independiente, el comportamiento de la onda peristáltica y el avance del bolo en el esófago.

Usualmente se hacen mediciones con 10 degluciones de solución salina (la alta concentración de sal disminuye los niveles de impedancia y de esta manera incrementa el contraste con el nivel de impedancia de la pared esofágica) para examinar el avance del bolo líquido, siendo los valores normales superiores al 79%, es decir, se espera que avancen satisfactoriamente al menos 8 de 10. Para el bolo viscoso se utiliza una preparación de gel suministrada por el fabricante o una papilla de frutas sin

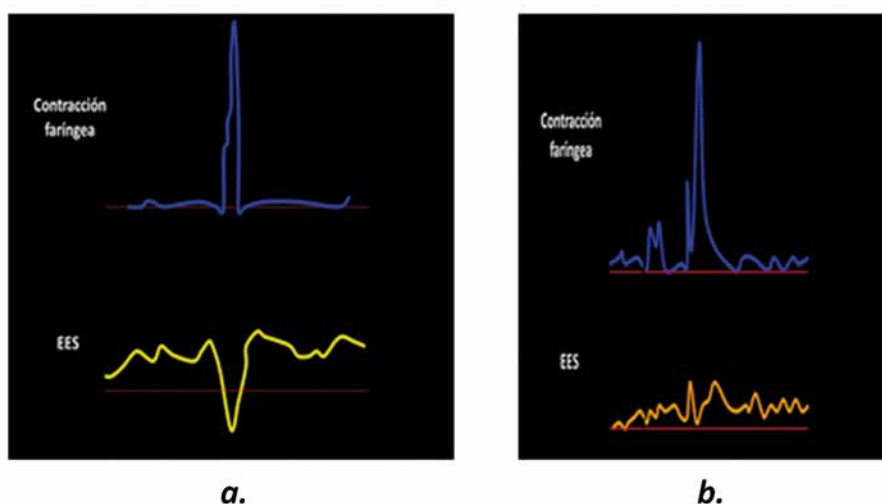


Figura 5 a. La curva superior corresponde a la contracción faríngea y la inferior a la relajación inmediata del esfínter esofágico superior, lo que permite el avance del bolo.
b. Paciente con tos y atoramiento asociados a la ingesta. Una vez se presenta la contracción faríngea, es claro que no hay una relajación del esfínter esofágico superior.

azúcar, igualmente con 10 mediciones, para las cuales el valor normal es superior al 69%, es decir 7 de cada 10 deben avanzar. Adicionalmente, como ya se mencionó, se determina el comportamiento del esfínter esofágico inferior en el canal distal, registrando, no solo la presión del mismo (normal entre 10.0 y 45.0 mmHg), sino su relajación en el momento en que el bolo avanza hacia el estómago. Los trastornos en el avance del bolo se hacen evidentes al analizar los resultados con las curvas respectivas que ilustran las características del avance del mismo.

El otro factor importante es el comportamiento de la contracción faríngea y la consecuente relajación del esfínter esofágico superior. Estos sucesos se evalúan, de acuerdo con el protocolo, cuando se culmina el registro de la actividad esofágica y la sonda se retira progresivamente hasta ubicarla en la posición que permite la valoración de dicho segmento. En la figura 5a. se presenta una reconstrucción gráfica del comportamiento normal durante el paso del bolo desde la hipofaringe hacia el esófago.

Existen condiciones que pueden generar síntomas importantes en algunos pacientes, específicamente atoramiento y tos, y cuya explicación puede estar en el comportamiento anormal del esfínter. En la figura 5b es posible ver lo que sucede en una mujer de 63 años de edad quien presenta disfonía, atoramiento con la ingesta y episodios de espasmo laríngeo. Además de la clara inactividad del esfínter esofágico superior

durante la deglución, presentaba una limitación moderada en el avance del bolo líquido (55%) y más severa para el avance del bolo viscoso (36%), con un dato importante, y es que el peristaltismo esofágico es completamente normal (100% de contracciones peristálticas que se transmiten adecuadamente). Esta situación se ha encontrado en varios casos, lo que sugiere que existen factores diferentes a la contracción esofágica que influyen en el avance del bolo.

La introducción de la impedanciometría con manometría de alta resolución ha significado un paso muy importante, en el entendimiento de la fisiología esofágica. Por sus condiciones técnicas, proporciona información adicional debido a que permite un análisis topográfico (28), pues en este caso los registros de la actividad de la faringe, el esfínter esofágico superior, el esófago en toda su extensión y el esfínter esofágico inferior, además de las condiciones del avance del bolo, son mucho más precisos. Esto es debido a que en lugar de los 6 pares de anillos con que cuenta el catéter del examen convencional, el catéter del sistema de alta resolución (que tiene dos calibres para uso en adultos y en población pediátrica (16 F y 8 F), cuenta con 32 sensores de presión y 16 de impedancia, condición que indudablemente mejora sustancialmente las posibilidades de registro, porque los sensores cubren toda la región anatómica que se desea evaluar (desde la faringe hasta el esfínter esofágico inferior), permaneciendo la sonda en una

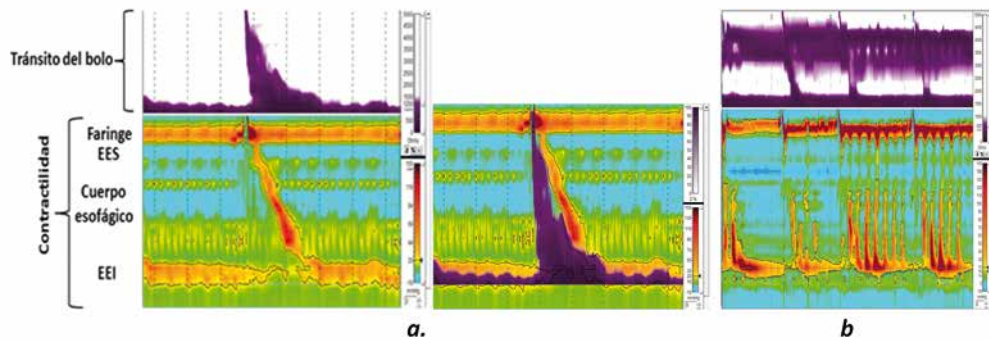


Figura 6 a. Imágenes correspondientes a las condiciones normales del avance del bolo y la actividad de todo el conjunto: Faringe (Contracción adecuada), esfínter esofágico superior (relajación normal), cuerpo esofágico (Persistalsis efectiva) y esfínter esofágico inferior (Relajación completa) con tránsito completo del bolo. **b.** Hallazgos en un caso de espasmo esofágico (Ilustración utilizada bajo autorización de Sandhill Scientific, Inc. Derechos Reservados).

sola posición, lo que hace más fáciles las cosas, tanto para el paciente como para el examinador.

Desde el punto de vista del análisis las condiciones son diferentes, porque el resultado final de la evaluación puede ser analizado en una gráfica que demuestra las características del avance del bolo y la escala de las presiones en los diferentes segmentos (figura 6a). En situaciones en las cuales se presentan alteraciones en cualquier segmento de la zona bajo observación, se obtienen diferentes patrones en las gráficas que muestran los eventos que tienen lugar (figura 6b).

La información más precisa sobre la fisiología esofágica en relación con el avance del bolo con cualquiera de los dos métodos (impedanciometría convencional o de alta resolución), claramente indica que la práctica una manometría como único examen, de ninguna manera descarta un trastorno del avance del bolo (29) y no puede ser criterio suficiente para toma de decisiones desde el punto de vista quirúrgico.

D. Interacción con los tejidos utilizando rayos láser durante procedimientos quirúrgicos

La utilización de equipos de láser para el manejo de patología laringotraqueal no es un concepto nuevo, y sus bondades y aspectos negativos han sido exhaustivamente analizados con el paso de los años (30,31).

El problema con los sistemas convencionales, específicamente en lo que se refiere a láser de CO₂, es que dependen del operador y los efectos locales en el tejido no son predecibles. En este campo, la evolución de la

técnica ha tenido aspectos muy positivos con el desarrollo de sistemas robóticos, que reducen de manera importante la intervención directa del cirujano en la interacción con el tejido. Dicho de otra forma, en los equipos de láser convencionales el cirujano define la potencia, y la ubicación del rayo depende directamente del uso del micromanipulador, situación que tiene dos aspectos negativos: el primero, que no es posible controlar el impacto del daño térmico en el tejido, condición que genera efectos nocivos en el proceso de cicatrización, y el segundo, que la precisión en la ubicación del rayo y la profundidad de ablación no son exactas.

La aplicación de la robótica en la construcción de los nuevos equipos provee inmensas ventajas que facilitan la realización de intervenciones mucho más seguras y con gran precisión (32).

Los principios técnicos a considerar en referencia a los equipos modernos de láser de CO₂ son los siguientes:

1. El láser puede enfocarse en puntos muy pequeños (140 μ m). A mayor distancia focal, mejores posibilidades de obtener menor tamaño de puntos enfocando el láser.
2. La energía es igual al poder que provee el láser en la unidad de tiempo ($J=W \times \text{seg}$). Mediante variaciones en la emisión del poder se obtienen cambios en la energía que es entregada a nivel del tejido.

La densidad del poder (DP) es igual al poder (en vatios) (W) x 100 sobre el tamaño del punto (en cm²)

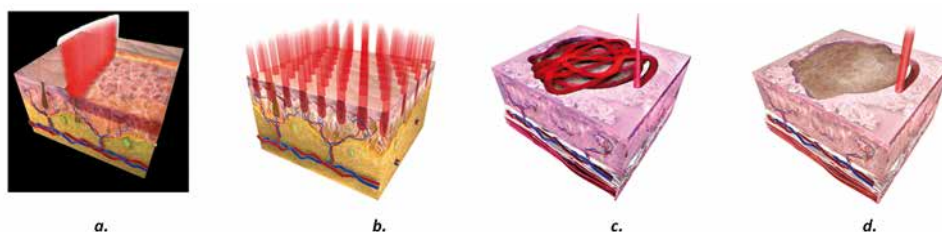


Figura 7. a. Ilustración del barrido uniforme en un área perfectamente definida y a una profundidad determinada en todo el recorrido. b. El rayo siempre hace contacto con un sitio diferente del tejido hasta cubrir toda el área escogida c. Se sigue un patrón de distribución que cambia aleatoriamente de posición. d. El resultado final es una ablación uniforme con un menor daño térmico (Ilustración utilizada bajo autorización de DEKA M.E.L.A. SRL. Derechos Reservados).

- $DP = W \times 100 / \text{cm}^2$. El control de la densidad de poder es fundamental para a su vez controlar los fenómenos físicos que tiene el láser en los tejidos. La densidad de poder es medida en vatios por cm^2 , de tal manera que los parámetros disponibles para ajustar son, el poder del punto, la superficie y el tamaño. Desde el punto de vista práctico se cuenta con tres instrumentos para cambiar la densidad de poder:

1. El control del poder del láser
2. El mínimo tamaño del punto
3. El enfoque y desenfoque del punto durante la intervención

El láser de CO₂ emite una radiación invisible con una longitud de onda de 10.600nm (infrarrojo). Esta longitud de onda es absorbida selectivamente por el agua, y por lo tanto su efecto es realmente superficial, razón por la cual el láser de CO₂ es el que se utiliza con mayor frecuencia en laringología. Es importante recalcar que el 99% de la radiación es absorbida en los primeros 0.2 mm de profundidad. El rayo puede ser emitido de formas diferentes: modo continuo, pulsado, superpulsado o ultrapulsado.

Cada una de estas modalidades genera un impacto diferente en el tejido, específicamente en lo que se refiere al daño térmico, efecto colateral de la cirugía con láser que ha sido considerado, desde los inicios del uso de esta tecnología, como uno de los aspectos negativos más importantes a tener en cuenta y que es imperativo controlar (33-36). El menor efecto de la temperatura, con el consecuente menor daño térmico, se obtiene cuando el equipo se utiliza en superpulso o ultrapulso, debido a que permite el enfriamiento del tejido entre cada disparo. En el modo continuo el incremento de la temperatura es constante, y lo mismo sucede, aunque en menor grado, en el modo pulsado. El láser CO₂ corta y coagula (hemostasia de vasos con

un diámetro menor de 0.6 mm), con un daño térmico lateral mínimo. Dependiendo de la temperatura se presentan efectos diferentes en el tejido. Alrededor de los 60°C se produce coagulación, hacia los 100°C se presenta vacuolización de las células, entre 300°C y 400°C hay carbonización, y la vaporización se presenta entre los 1500°C y 2500°C.

Para llegar al tejido con un mejor control de la manera como se distribuye el rayo sobre la superficie del mismo, el equipo de láser robótico utiliza un escáner. Éste funciona con un juego de espejos que permiten entregar el rayo en varias formas distintas (línea recta, línea curva, círculo, espiral, etc) dependiendo de las necesidades del cirujano y de las características del tejido a tratar. La inmensa ventaja del equipo es que el rayo siempre está cambiando de posición, siguiendo la orientación de la forma escogida, por lo que el efecto sobre el tejido es uniforme en todo el recorrido, evitando la concentración de la energía en un solo punto, siendo posible además, programar la profundidad de ablación. Estas funciones no dependen de la mano del operador sino que están controladas por el robot. El resultado de las condiciones anteriormente mencionadas es muy favorable para la práctica de procedimientos quirúrgicos para los cuales existen entonces grandes ventajas, a saber: precisión, control de la profundidad de ablación, reducción del daño térmico y reducción del error humano.

La interacción con el tejido es uniforme. Para el manejo de lesiones superficiales, existe otra posibilidad, que es programar el robot para que en una zona determinada, de manera aleatoria, dispare el rayo siempre en un punto diferente hasta cubrir toda el área escogida. Esto facilita la interacción con el tejido con un mínimo daño térmico. Como es posible programar diferentes formas y profundidades de ablación (figura 7), la versatilidad del equipo facilita el trabajo del cirujano.

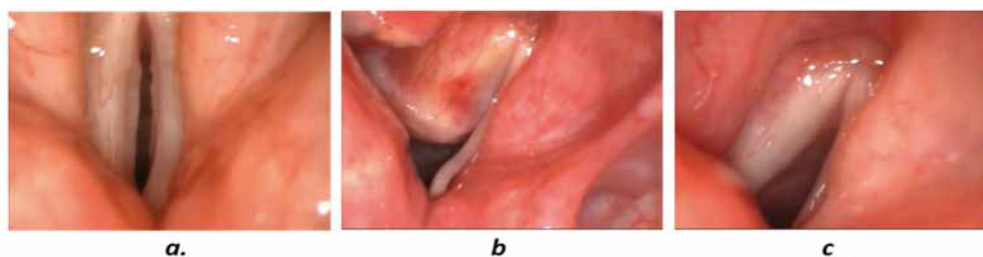


Figura 8. Aspecto de la laringe posterior en la laringoscopia, en un caso de parálisis bilateral de pliegues vocales en ADD que causa obstrucción severa de la vía aérea. B. Imagen correspondiente al control post operatorio 72 horas después de la intervención con el láser robótico. Nótese que no existe un proceso inflamatorio importante. C. Resultado de la intervención 40 días después. La mejoría clínica es notoria y no fue necesario practicar traqueostomía.

El desarrollo continuo de la tecnología láser ha favorecido la implementación de diversas técnicas quirúrgicas que se conocen en conjunto como la cirugía transoral láser. Desde sus inicios, la preocupación por la reducción de la eventual morbilidad asociada con los procedimientos, y los aspectos de seguridad, han sido primordiales (37). El manejo de patología del tracto aerodigestivo superior se ha modificado con este tipo de intervenciones, siendo actualmente posible evitar procedimientos quirúrgicos mayores, o tratamientos con radioterapia en casos seleccionados de cáncer (38-40), con resultados comparables y menor morbilidad, permitiendo adicionalmente el desarrollo de técnicas que pretenden favorecer la preservación funcional de órganos (41-43), en muchas ocasiones con mejores resultados funcionales que con otras modalidades de tratamiento.

Igualmente la tecnología láser en sus diversas modalidades facilita el manejo paliativo de lesiones tumorales que por sus condiciones no tienen opción de tratamiento quirúrgico o de otra índole (44). Las técnicas de cirugía transoral con láser son aplicables también en procedimientos de reconstrucción del tracto aerodigestivo superior y el árbol traqueobronquial. A través de los años, a medida que se han refinado las posibilidades de acceso a la vía aérea mediante laringotraqueobroncoscopia, ha sido posible resolver, cada vez con mayor efectividad, y mediante cirugía mínimamente invasiva, problemas de estenosis de diversa índole, evitando la necesidad de procedimientos mayores y con buenos resultados funcionales (45, 46).

Condiciones como la obstrucción de la vía aérea a nivel de la laringe posterior, como consecuencia de parálisis bilateral de pliegues vocales, pueden ser manejadas con cirugía con láser mediante diferentes procedimientos, tales como aritenoidectomía (47-49) o técnicas combinadas

(50). En la figura 8 se ilustra el caso de una parálisis bilateral tratada mediante cordotomía posterior con el láser robótico de CO₂. La precisión obtenida con el sistema de escaneo progresivo, sumada a un efectivo control del daño térmico, ofrecen la posibilidad de resultados más adecuados y con menores problemas generados por procesos de cicatrización indeseable.

La precisa delimitación del área escogida, sumada a la posibilidad de realizar vaporización controlada en profundidad, hace de este tipo de láser una opción bastante adecuada para casos de papilomatosis respiratoria recurrente que presentan grandes masas de papiloma, las cuales se pueden reducir de manera progresiva evitando el sangrado que siempre se presenta con técnicas, bien sea de instrumentos fríos o microdebridador, pues el sistema, como ya se mencionó anteriormente, a medida que hace contacto con el tejido, adicionalmente realiza hemostasia. Debido a que la profundidad de ablación es programada de acuerdo con las características del tejido, el riesgo de generar procesos de cicatrización indeseable es mínimo porque el avance en la vaporización es controlado si no se exceden los límites definidos.

En la vía aérea subglótica también es posible llevar a cabo procedimientos seguros en casos seleccionados, lo que reduce la necesidad de intervenciones abiertas con resecciones parciales. Con el uso de broncoscopios es posible alcanzar porciones de la tráquea distal, la carina y los bronquios fuentes y realizar intervenciones sin perder el control visual. Se utilizan con más frecuencia los endoscopios flexibles, pasando fibras a través de los canales de trabajo.

La utilización de fibras para diferentes modalidades de tratamiento con láser en la vía aérea no es una idea

nueva (51), y de hecho ha tenido un avance importante recientemente. Esto está permitiendo el desarrollo de procedimientos mínimamente invasivos (52) que incluso pueden llevarse a cabo en el consultorio, no solo con láser de CO₂ sino con otros sistemas, incluyendo KTP y PDL, los cuales basan su efectividad en el efecto fotoangiolítico, cuyo objetivo es la microcirculación relacionada con la lesión a tratar (53).

El uso de la tecnología láser, en sus inicios dedicada principalmente al tratamiento de lesiones malignas o estenosis, se ha extendido al manejo de diferentes tipos de lesiones benignas, y en casos adecuadamente escogidos, ofrece posibilidades terapéuticas mediante procedimientos cortos realizados bajo anestesia local (54, 55), incluyendo patologías como el edema de Reinke, en la cual se han observado efectos alentadores de regresión con el uso de láser angiolítico, situación que hace más predecible y mejor el resultado que cuando se utilizan las técnicas convencionales (56).

A medida que se han logrado avances con la tecnología láser, ha sido más fácil interactuar con los tejidos sin necesidad de tener contacto directo con ellos, y obteniendo resultados satisfactorios, no solamente basados en el criterio de la vaporización de diferentes tipos de lesiones, sino en los efectos positivos en el comportamiento de los tejidos como resultado de la intervención terapéutica.

El más reciente paso en el uso de la tecnología es la combinación del láser, entregado a través de fibras, y el uso de robots para la realización del procedimiento (57, 58). En el estado actual de la tecnología, y dado el tamaño de los robots, el acceso a través de laringoscopios es complicado y la posibilidad de realizar procedimientos es aún bastante limitada, condiciones que seguramente serán superadas con nuevos desarrollos en el futuro cercano.

Dado que cuando se utilizan equipos de láser, independientemente de la programación escogida, siempre hay un aumento de la temperatura del tejido, es fundamental que el cirujano tenga en cuenta, que el adecuado balance entre el poder y el tiempo de aplicación es de gran importancia para mantener el daño térmico bajo control. Es imperativo asegurarse de que el aumento de la temperatura en una zona determinada no sobrepasa los límites tolerables. Existe un concepto que es el de "tiempo de relajación térmica", que se refiere al tiempo que toma al calor producido por el rayo para difundirse a los tejidos adyacentes a la zona intervenida.

Este tiempo de relajación depende del tipo de tejido y de la longitud de onda del láser, para el láser de CO₂ es de aproximadamente 400 μ s.

A mayor poder del rayo y mayor tiempo de aplicación, se genera mayor daño térmico. El cirujano debe limitar los efectos indeseables del aumento de la temperatura en la zona intervenida, razón por la cual la interacción con el tejido no debe sobrepasar por ningún motivo lo estrictamente indispensable, de lo contrario los efectos indeseables de una sobreexposición tendrán consecuencias negativas y los resultados de la intervención pueden ser decepcionantes.

Las medidas de protección, tanto del paciente como del personal que interviene en el procedimiento, han de seguirse estrictamente para reducir al mínimo las posibilidades de efectos nocivos y potencialmente fatales. En este punto es primordial mencionar la necesidad de utilizar tubos endotraqueales resistentes al láser, en los casos en los que el procedimiento se lleva a cabo bajo anestesia general. La falta de cuidado en este aspecto claramente pone en riesgo la vida del paciente (59-61). Existen básicamente dos tipos de tubos que permiten la práctica de procedimientos en presencia de rayos láser: los tubos flexibles de estructura metálica especialmente diseñados para tal fin, y el tubo de Hunsaker, utilizado para la ventilación jet, fabricado con teflón. Este tipo de tubos, aunque son seguros, están conectados a sistemas que no están exentos de hacer ignición, por lo que el cirujano debe excederse en asegurar la adecuada protección del circuito de anestesia en los puntos que potencialmente pueden estar expuestos al rayo. Por otra parte, es imperativo tomar precauciones para evitar el uso en el campo operatorio de elementos que puedan hacer ignición. Bajo ninguna circunstancia, pueden utilizarse tubos convencionales cubiertos con cinta metálica, puesto que no existe forma de garantizar el cubrimiento apropiado de toda su superficie.

E. Procedimientos mínimamente invasivos en el consultorio:

Con el desarrollo de los endoscopios flexibles en los años 70 se abrieron nuevos caminos, no solo en lo que se refiere al diagnóstico, sino también a las posibilidades terapéuticas, condiciones que mejoraron ampliamente al ser posible producir endoscopios con sistemas de captura de imágenes en la punta, canales de trabajo por los cuales se pueden introducir instrumentos o fibras de láser, mecanismos de succión, etc.

Desde hace muchos años, especialmente en Europa, se han realizado intervenciones transorales con instrumentos controlados visualmente, inicialmente con laringoscopia indirecta y posteriormente con endoscopios rígidos y flexibles. Estas técnicas no han sido muy populares debido, en primera instancia, a dificultades técnicas y al poco o ningún entrenamiento que los cirujanos reciben en este aspecto. Recientemente, se han introducido al mercado endoscopios flexibles más cortos, con fines exclusivamente terapéuticos, dotados con instrumentos que pueden ser utilizados a través de canales para procedimientos por vía transnasal (pinzas, sistemas de inyección). Dentro de las lesiones benignas que pueden ser extirpadas con estas técnicas se prefieren las lesiones polipoides pedunculadas, por la facilidad técnica (62, 63), aunque este concepto de facilidad es muy relativo dado que muchas de estas lesiones sangran, dificultando la visualización y la delimitación de las mismas, convirtiéndose el procedimiento en ocasiones en algo técnicamente más complicado que cuando se realiza mediante laringoscopia directa.

Igualmente, la toma de biopsias superficiales es posible sin mayores dificultades, así como procedimientos de inyección de diferentes sustancias (64-66), pero para otro tipo de lesiones que requieren técnicas más refinadas (cicatrices, sulcus, lesiones sub-epiteliales) este sistema no permite un manejo apropiado. Se han producido endoscopios de distintos tipos con el fin de tener mejor acceso a lesiones de la faringolaringe a través de la boca (67), pero sus diseños y efectividad no han demostrado tener un buen potencial para aplicaciones prácticas rutinarias.

Como en todas las circunstancias en las que se requiere manejo quirúrgico, para este tipo de procedimientos es indispensable seleccionar bien los pacientes. Contar con un paciente que tenga toda la disposición a cooperar con el desarrollo de la intervención es básico, además de tratar de establecer, en la medida de lo posible, el nivel de ansiedad y la tolerancia al dolor. Como para todo procedimiento, hay que tener en cuenta, además las condiciones de salud general de la persona (haciendo énfasis en su condición cardiopulmonar), el uso de terapia anticoagulante, la permeabilidad de sus fosas nasales, la adecuada apertura oral y la ausencia de trastornos del movimiento.

Aunque los procedimientos realizados en el consultorio pueden ser considerados más seguros, hay que

tener en cuenta que ningún tipo de intervención está exenta de riesgos. Pocos estudios se han llevado a cabo para determinar los eventuales riesgos de este tipo de intervenciones. Yung y colaboradores (68) reportaron la detección de cambios hemodinámicos (taquicardia, hipotensión, cambios en la saturación), lo que implica, no que se abandonen estas técnicas, sino que se mejoren las condiciones de selección de los pacientes y de monitoreo durante los procedimientos para reducir el riesgo de complicaciones.

En lo que respecta a la toma de biopsias, dado que la mayoría de instrumentos disponibles para uso a través de endoscopios flexibles son muy pequeños, es indispensable una muy precisa apreciación del aspecto, tamaño y localización de la lesión, para determinar si la muestra que se intenta obtener sería la adecuada. En muchas ocasiones la biopsia se limita al epitelio, el cual puede no estar comprometido por una determinada lesión, obteniendo como resultado un falso negativo en casos de tumores malignos.

Discusión

Los avances tecnológicos han favorecido el desarrollo de técnicas de diagnóstico, que permiten al especialista tener una mejor idea sobre las condiciones fisiopatológicas individuales, haciendo posible la detección de detalles de los órganos del tracto aerodigestivo, tanto anatómicos como funcionales, que están en capacidad de generar enfermedad.

Desde el punto de vista terapéutico, es claro que la tecnología ha favorecido el desarrollo de nuevas modalidades de tratamiento, disminuyendo los riesgos para el paciente, facilitando el trabajo del cirujano, permitiendo la adecuada documentación de cada caso a través de todo el proceso (diagnóstico, cirugía, resultado post operatorio) y mejorando los aspectos de seguridad y control de riesgos.

La información con que el cirujano cuente sobre los aspectos técnicos de las diferentes modalidades, tanto diagnósticas como terapéuticas, la prudente selección de las mismas dependiendo de las condiciones y necesidades de cada paciente, el entrenamiento en su uso, la correcta aplicación, el ejercicio de los protocolos de seguridad y el manejo oportuno y adecuado de eventuales complicaciones son, sin duda alguna, el camino que permitirá la obtención de mejores resultados con menor morbilidad.

A. Laringoscopia de alta velocidad y videoquimografía

Ventajas del sistema: como el estudio se basa en la obtención de imágenes en tiempo real, se cuenta entonces con la posibilidad de observar todo lo que sucede, desde el inicio del ciclo vibratorio, caso en el cual, no solo se pueden ver las características del movimiento, sino que es posible determinar el tiempo que se tarda en iniciar el proceso, por lo que, desde el punto de vista académico, es posible obtener datos muy importantes para el esclarecimiento de la fisiología vibratoria.

Criterios de aplicación clínica: indudablemente los sistemas de grabación de imágenes en alta velocidad son de gran utilidad para efectos de investigación. Su aplicación en la práctica clínica diaria se reserva a aquellos casos en los cuales no hay una vibración periódica que permita un análisis de los sucesos que tienen lugar durante la vibración, casos que indudablemente no son una gran mayoría, razón por la cual, un buen examen realizado bajo luz estroboscópica continúa siendo el método de elección para el estudio de disfonía. En un futuro no muy lejano, la estroboscopia será reemplazada por los sistemas de alta velocidad, pero para ello se requiere, en primera instancia, de la integración con sistemas de video de alta definición, y en segundo lugar que los costos de la tecnología sean razonables para permitir su uso rutinario.

Aspectos inconvenientes: es importante mencionar que para obtener provecho de una cámara de alta velocidad se requiere de una fuente de luz más potente, condición que se debe tener en cuenta en el momento de realizar el examen. La temperatura del endoscopio puede subir exageradamente y producir quemaduras al paciente.

Aunque el tiempo de grabación obtenido es muy corto (2 segundos), la realización de este tipo de exámenes consume un tiempo considerablemente mayor en comparación con la estroboscopia laríngea. En primera instancia, debido al hecho de que es difícil escoger el segmento más representativo, en especial cuando se trata de reproducir los síntomas de la voz del paciente como las interrupciones súbitas de la fonación o la diplofonía. En segundo lugar, porque se requiere de un análisis cuidadoso, no solo del patrón vibratorio en el video, sino de los quimogramas. Hay que recordar que cuatro mil imágenes por segundo equivalen a una inmensa cantidad de información, que es necesario analizar cuidadosamente.

Finalmente, cabe mencionar que comercialmente existen sistemas de quimografía en los cuales la escogencia de la línea activa solo puede hacerse en el momento en el cual se está realizando el examen, lo que implica cierto grado de dificultad si se compara con otros sistemas en los que la quimografía se obtiene a partir de las imágenes de alta velocidad, previamente grabadas y sobre las cuales es posible seleccionar cualquier segmento de la grabación y sobre ese mismo determinar la posición de la línea activa.

B. Laringoscopia de acercamiento de alta resolución

Esta técnica consume considerablemente más tiempo que un examen rutinario de estroboscopia, el examen es bastante más incómodo para el paciente, requiere de mayor pericia por parte del examinador; en términos de costos implica un incremento importante debido al valor de los equipos y al tiempo invertido en la realización del examen. Es posible llevarlo a cabo en la gran mayoría de los pacientes, pero en algunos, debido a características anatómicas individuales, es imposible avanzar el endoscopio hasta el lugar requerido, lo que limita las posibilidades de observación. Esta es una alternativa que facilita el proceso de observación y por ende, un mejor entendimiento del estado de las estructuras. A medida que se ha acumulado experiencia en esta técnica, ha sido posible detectar un sinnúmero de detalles estructurales de los pliegues vocales, que de otra manera pasarían desapercibidos o no serían evaluados con mucha precisión, y que explican el origen de alteraciones de la voz, por lo que se considera que este tipo de evaluaciones se deberían realizar en todos los pacientes en quienes está indicado practicar una laringoscopia para estudio de disfonía.

C. Impedanciometría esofágica con manometría

Si bien es cierto que por medio de este tipo de evaluaciones (tanto la impedanciometría de 6 sensores como la de alta resolución), es posible obtener mucha más información sobre la función esofágica, su verdadero impacto en la forma como se diagnostican las alteraciones y se tratan los pacientes aún es incierto, debido a que el hecho de identificar un comportamiento determinado de la contracción esofágica y del avance del bolo, no significa, en ningún caso, que se entienda la causa del mismo, y mucho menos que se defina correctamente la forma de tratarlo. Esto es especialmente cierto en referencia a lo que sucede cuando hay problemas de motilidad y/o avance del

bolo asociados a manifestaciones extradigestivas. Los hallazgos preliminares y el sentido común sugieren que puede existir una asociación, pero se necesitan más estudios que permitan dilucidar los muchos aspectos relacionados con el muy complejo funcionamiento del sistema neuromuscular del tracto aerodigestivo superior.

En cuanto a los beneficios obtenidos con el uso de esta tecnología tenemos: valoración completa del tránsito del bolo desde la faringe hasta el estómago de manera directa, en combinación con definición precisa del comportamiento de la contracción de la musculatura esofágica. Como ya se mencionó, el hecho de tener una contractilidad normal, no en todos los casos significa que el avance del bolo sea adecuado, y la razón de este comportamiento no es clara. La importancia de esta situación radica en que la información obtenida solamente realizando manometría esofágica es insuficiente para entender la fisiología del órgano, y, como ya se mencionó, no puede ser utilizada como criterio de normalidad en casos de decisiones quirúrgicas, como cuando se necesita definir si se realiza una fundoplicatura, porque una manometría normal de ninguna manera descarta un trastorno del avance del bolo.

D. Interacción con los tejidos utilizando rayos láser durante procedimientos quirúrgicos

Los rayos láser son una herramienta adicional que permite al cirujano contar con una opción más en el armamentario quirúrgico. Los avances logrados en la robótica mejoran de manera sustancial la precisión y disminuyen los efectos colaterales, especialmente aquellos relacionados con el daño térmico. Las diferentes longitudes de onda disponibles facilitan el manejo de diversas patologías, y adicionalmente la posibilidad de utilizar fibras ópticas para la transmisión del rayo facilita el tratamiento en áreas de difícil acceso. El control de la hemostasia es un factor importante a favor de esta tecnología, así como la mayor facilidad para el desarrollo de procedimientos por vía endoscópica. Sin duda alguna, ofrece ventajas sobre otras técnicas, pero esto no significa que el no tener acceso a la tecnología sea un impedimento para el otorrinolaringólogo en el momento de definir una conducta quirúrgica.

La tecnología láser tiene grandes ventajas, pero si no se utiliza de manera correcta tiene el potencial de generar daños y resultados post operatorios inadecuados o accidentes graves, por lo que es indispensable que el cirujano cuente con el conocimiento de los factores

técnicos, reconozca sus limitaciones y bajo ninguna circunstancia omita ningún punto de los protocolos de seguridad. La improvisación no es una posibilidad cuando se utilizan este tipo de herramientas.

E. Procedimientos mínimamente invasivos en el consultorio

Aunque la opción no es nueva, la aplicación de los avances tecnológicos desde el punto de vista endoscópico y de instrumental apropiado para manejo de diversas patologías sin necesidad de hospitalización, son una alternativa interesante, pues se disminuyen los riesgos relacionados con procedimientos que implican anestesia general y mayor invasividad, además de que desde el punto de vista de costos, estos son definitivamente menores, que cuando el procedimiento implica manejo intrahospitalario. Desde el punto de vista práctico, es difícil precisar si realmente las ventajas mencionadas son suficiente criterio para decidirse por esta opción, pues técnicamente los procedimientos no son fáciles en todos los casos, la precisión puede verse afectada por diversos factores (paciente despierto y en movimiento, limitaciones de los movimientos del cirujano, condiciones de iluminación, sangrado, etc), y sin duda se requiere de las habilidades necesarias para que el procedimiento no genere trauma innecesario ni favorezca resultados indeseables.

Conclusión

En el ejercicio actual de la otorrinolaringología, el especialista debe estar en contacto permanente con los desarrollos tecnológicos. El contar con un mayor número de opciones diagnósticas facilita, en conjunto con una buena anamnesis y el examen clínico, el entendimiento de las diversas alteraciones funcionales del tracto aerodigestivo superior. La mayor facilidad para el manejo intervencionista con métodos menos invasivos y más precisos disminuye los riesgos para el paciente, así como las posibilidades de complicaciones, y favorece la práctica de intervenciones más seguras. El tener acceso a diversas posibilidades diagnósticas y terapéuticas, permite ofrecer a los pacientes mejores opciones para el manejo de su enfermedad.

Recomendaciones

El uso y aplicación de cualquier tecnología en ningún caso está exento de riesgos. Es imprescindible que el especialista adquiera el conocimiento específico y el

entrenamiento en cada técnica y conozca detalladamente las indicaciones y las limitaciones del equipo que va a utilizar.

Referencias

1. von Leden H. The electric synchron-stroboscope: its value for the practicing laryngologist. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1961; 70: 881-893
2. Gould WJ, Kojima H. A Technique for Stroboscopic Examination of the Vocal Folds Using Fiberoptics. *Arch Otolaryngol.* 1979; 105(5): 285.
3. Kitzing P. Stroboscopy a pertinent laryngological examination. *J Otolaryngol.* 1985; 14(3): 151-157.
4. Bless DM, Hirano M, Feder RJ. Videostroboscopic evaluation of the larynx. *Ear Nose Throat J.* 1987; 66: 289-296.
5. Sataloff RT, Spiegel JR, Hawshaw MJ. Stroboscovideolaryngoscopy: results and clinical value. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1991; 100: 725-727.
6. Colton RH, Woo P, Brewer DW, Griffin B, Casper J. Stroboscopic signs associated with benign lesions of the vocal folds. *J Voice.* 1995; 9(3): 312-325
7. Miller DG, Schutte HK, Sulter AM. Standardized laryngeal videostroboscopic rating: differences between untrained and trained male and female subjects, and effects of varying sound intensity, fundamental frequency, and age. *J Voice.* 1996; 10(2): 175-189.
8. Elias EM, Heuer JR, Rosen DC, Sataloff RT, Spiegel JR. Normal stroboscovideolaryngoscopy: variability in healthy singers. *J Voice.* 1997; 11(1): 104-107.
9. Hayashi S, Hirose H, Tayama N, Imagawa H, Nakayama M, Seino Y, et.al. High-speed digital imaging laryngoscopy of the neoglottis following supracricoid laryngectomy with cricohyoidoepiglottopexy. *J Laryngol Otol.* 2010; 124(11): 1234-1238.
10. Olhoff A, Woywod C, Kruse E. Stroboscopy Versus High-Speed Glottography: A Comparative Study. *Laryngoscope.* 2007; 117(6): 1123-1126
11. Yiu EM, Kong J, Fong R, Chan KM. A preliminary study of a quantitative analysis method for high speed laryngoscopic images. *Int J Speech Lang Pathol.* 2010; 12(6): 520-528.
12. Gall V, Hanson J. Bestimmung physikalischer Parameter der Stimmlippenschwingungen mit Hilfe der Larynxphotokymographie. *Folia Phoniatrica.* 1973; 25(6): 450-459
13. Svec JG, Schutte HK. Videokymography: high-speed line scanning of vocal fold vibration. *J Voice.* 1996; 10(2): 201-205.
14. Schutte HK, Svec JG, Sram F. Videokymography: research and clinical issues. *Logopedics Phoniatrics Vocology.* 1997; 22 (4): 152-156.
15. Jiang JJ, Zhang Y, Kelly MP, Bieging ET, Hoffman MR. An automatic method to quantify mucosal waves via videokymography. *Laryngoscope.* 2008; 118(8): 1504-1510.
16. Krausert CR, Olszewski AE, Taylor LN, McMurray JS, Dailey SH, Jiang JJ. Mucosal wave measurement and visualization techniques. *J Voice.* 2011; 25(4): 395-405.
17. Verdonck-de Leeuw IM, Festen JM, Mahieu HF. Deviant Vocal Fold Vibration as Observed During Videokymography: The Effect on Voice Quality. *J Voice.* 2001; 15(3): 313-322.
18. McCoul ED, Goldstein NA, Koliskor B, Weedon J, Jackson A, Goldsmith AJ. A prospective study of the effect of gastroesophageal reflux disease treatment on children with otitis media. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011; 137(1): 35-41.
19. Pacheco-Galván A, Hart SP, Morice AH. Relationship between gastro-oesophageal reflux and airway diseases: the airway reflux paradigm. *Arch Bronconeumol.* 2011; 47(4): 195-203.
20. Blumin JH, Johnston N. Evidence of extraesophageal reflux in idiopathic subglottic stenosis. *Laryngoscope.* 2011; 121(6): 1266-1273.
21. Boeckxstaens GE, Smout A. Systematic review: role of acid, weakly acidic and weakly alkaline reflux in gastro-oesophageal reflux disease. *Aliment Pharmacol Ther.* 2010; 32(3): 334-343.
22. Hammer HF. Reflux-associated laryngitis and laryngopharyngeal reflux: a gastroenterologist's point of view. *Dig Dis.* 2009; 27(1): 14-17.
23. Moore JM, Vaezi MF. Extraesophageal manifestations of gastroesophageal reflux disease: real or imagined? *Curr Opin Gastroenterol.* 2010; 26(4): 389-394.
24. Bansal A, Kahrilas PJ. Treatment of GERD complications (Barrett's, peptic stricture) and extra-oesophageal syndromes. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2010; 24(6): 961-968.
25. Rohof WO, Hirsch DP, Boeckxstaens GE. Pathophysiology and management of gastroesophageal reflux disease. *Minerva Gastroenterol Dietol.* 2009; 55(3): 289-300.
26. Tutuian R, Vela MF, Shay SS, Castell DO. Multichannel intraluminal impedance in esophageal function testing and gastroesophageal reflux monitoring. *J Clin Gastroenterol.* 2003; 37(3): 206-215.
27. Nguyen HN, Domingues GR, Winograd R, Koppitz P, Lammert F, Silny J, et.al. Impedance characteristics of normal oesophageal motor function. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2003; 15(7): 773-780.
28. Mainie I. High resolution manometry and multichannel intraluminal impedance oesophageal manometry in clinical practice. *Frontline Gastroenterol* 2010; 1: 112-117.
29. Pandolfino JE, Bulsiewicz WJ. Evaluation of esophageal motor disorders in the era of high-resolution manometry and intraluminal impedance. *Curr Gastroenterol Rep.* 2009; 11(3): 182-189.
30. Ossoff RH, Karlan MS. Instrumentation for CO2 laser surgery of the larynx and tracheobronchial tree. *Surg Clin North Am.* 1984; 64(5): 973-980.
31. Crockett DM, Reynolds BN. Laryngeal laser surgery. *Otolaryngol Clin North Am.* 1990; 23(1): 49-66.
32. Remacle M, Lawson G, Nollevaux MC, Delos M. Current state of scanning micromanipulator applications with the carbon dioxide laser. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2008; 117(4): 239-244.
33. Speyer M, Joe J, Davidson JM, Ossoff RH, Reinisch L. Thermal injury patterns and tensile strength of canine oral mucosa after carbon dioxide laser incisions. *Laryngoscope.* 1996; 106(7): 845-850.
34. Fortune DS, Huang S, Soto J, Pennington B, Ossoff RH, Reinisch L. Effect of pulse duration on wound healing using a CO2 laser. *Laryngoscope.* 1998; 108(6): 843-848.
35. Romanos G, Chong Huat Siar, Ng K, Chooi Gait Toh. A preliminary study of healing of superpulsed carbon dioxide laser incisions in the hard palate of monkeys. *Lasers Surg Med.* 1999; 24(5): 368-374
36. Sanders DL, Reinisch L. Wound healing and collagen thermal damage in 7.5-microsec pulsed CO(2) laser skin incisions. *Lasers Surg Med.* 2000; 26(1): 22-32.
37. Ossoff RH, Karlan MS. Instrumentation for CO2 laser surgery of the larynx and tracheobronchial tree. *Surg Clin North Am.* 1984; 64(5): 973-980.
38. Solares CA, Strome M. Transoral robot-assisted CO2 laser supraglottic laryngectomy: experimental and clinical data. *Laryngoscope.* 2007; 117(5): 817-820.
39. Csanády M, Czigner J, Vass G, Jóri J. Transoral CO2 laser management for selected supraglottic tumors and neck dissection. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2011; 268(8): 1181-1186.

40. Osborn HA, Hu A, Venkatesan V, Nichols A, Franklin JH, Yoo JH, et.al. Comparison of endoscopic laser resection versus radiation therapy for the treatment of early glottic carcinoma. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011; 40(3): 200-204.
41. Kujath M, Kerr P, Myers C, Bammeke F, Lambert P, Cooke A, et.al. Functional outcomes and laryngectomy-free survival after transoral CO₂ laser microsurgery for stage 1 and 2 glottic carcinoma. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011; 40 (1): S49-58.
42. Ambrosch P, Fazel A. Functional organ preservation in laryngeal and hypopharyngeal cancer. *Laryngorhinootologie.* 2011; 90(1): S83-109.
43. Lester SE, Rigby MH, Taylor SM. Transoral laser microsurgery outcomes with early glottic cancer: the Dalhousie University experience. *J Laryngol Otol.* 2011; 125(5): 509-512.
44. Tsutsui H, Usuda J, Kubota M, Yamada M, Suzuki A, Shibuya H, et.al. Endoscopic tumor ablation for laryngotracheal intraluminal invasion secondary to advanced thyroid cancer. *Acta Otolaryngol.* 2008; 128(7): 799-807.
45. Bhattacharyya N, Fried M. The role of the laser in laryngotracheal reconstruction. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery.* 1999; 10(4): 290-293.
46. Monnier P, George M, Monod ML, Lang F. The role of the CO₂ laser in the management of laryngotracheal stenosis: a survey of 100 cases. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2005; 262(8): 602-608.
47. Worley G, Bajaj Y, Cavalli L, Hartley B. Laser arytenoidectomy in children with bilateral vocal fold immobility. *J Laryngol Otol.* 2007; 121(1): 25-27.
48. Kim HM, Kwon SK, Hah JH, Kim KH, Sung MW. Laser-assisted endoscopic submucosal medial arytenoidectomy (LESMA). *Laryngoscope.* 2007; 117(9): 1611-1614.
49. Aubry K, Leboulanger N, Harris R, Genty E, Denoyelle F, Garabedian EN. Laser arytenoidectomy in the management of bilateral vocal cord paralysis in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2010; 74(5): 451-455.
50. Misiolek M, Ziora D, Namyslowski G, Misiolek H, Kucia J, Scierski W, et.al. Long-term results in patients after combined laser total arytenoidectomy with posterior cordectomy for bilateral vocal cord paralysis. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2007; 264(8): 895-900.
51. Jacobson AS, Woo P, Shapshay SM. Emerging technology: flexible CO₂ laser Wave Guide. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006; 135(3): 469-470.
52. Leventhal DD, Krebs E, Rosen MR. Flexible laser bronchoscopy for subglottic stenosis in the awake patient. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009; 135(5): 467-471.
53. Zeitels SM, Burns JA, Lopez-Guerra G, Anderson RR, Hillman RE. Photoangiolytic laser treatment of early glottic cancer: a new management strategy. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 2008; 199: 3-24.
54. Kim HT, Auo HJ. Office-based 585 nm pulsed dye laser treatment for vocal polyps. *Acta Otolaryngol.* 2008; 128(9): 1043-1047.
55. Mortensen MM, Woo P, Ivey C, Thompson C, Carroll L, Altman K. The use of the pulse dye laser in the treatment of vocal fold scar: a preliminary study. *Laryngoscope.* 2008; 118(10): 1884-1888.
56. Mallur PS, Tajudeen BA, Aaronson N, Branski RC, Amin MR. Quantification of benign lesion regression as a function of 532-nm pulsed potassium titanyl phosphate laser parameter selection. *Laryngoscope.* 2011; 121(3): 590-595.
57. Desai SC, Sung CK, Jang DW, Genden EM. Transoral robotic surgery using a carbon dioxide flexible laser for tumors of the upper aerodigestive tract. *Laryngoscope.* 2008; 118(12): 2187-2189.
58. Blanco RG, Ha PK, Califano JA, Saunders JM. Transoral robotic surgery of the vocal cord. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2011; 21(2): 157-159.
59. Santos, P, Ayuso, A, Luis, M, Martínez, G, Sala, X. Airway ignition during CO₂ laser laryngeal surgery and high frequency jet ventilation. *Eur J Anesthesiol.* 2000; 17(3): 204-207.
60. Komatsu T, Kaji R, Okazaki S, Miyawaki I, Ishihara K, Takahashi Y. Endotracheal Tube Ignition During the Intratracheal Laser Treatment. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2008; 16: 49-51.
61. Wöllmer W, Schade G, Kessler G. Endotracheal tube fires still happen. A short overview. *Medical Laser Application.* 2010; 25(2): 118-125.
62. Lan MC, Hsu YB, Chang SY, Huang JL, Tai SK, Chien CH, et.al. Office-based treatment of vocal fold polyp with flexible laryngosvideostroboscopic surgery. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010; 39(1): 90-95.
63. Vegas A, Cobeta I, Micó A, Rivera T. Pedunculated polyp removal by means of larynx fiberendoscopic surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2010; 267(8): 1255-60.
64. Andrade Filho PA, Carrau RL, Buckmire RA. Safety and cost-effectiveness of intra-office flexible videolaryngoscopy with transoral vocal fold injection in dysphagic patients. *Am J Otolaryngol.* 2006; 27(5): 319-22.
65. Mortensen M. Laryngeal steroid injection for vocal fold scar. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010; 18(6): 487-91.
66. Hussain A, Thiel G, Shakeel M. Trans-nasal injection of botulinum toxin. *J Laryngol Otol.* 2009; 123(7): 783-5.
67. Tamura K, Kim M, Abe K, Toda N, Jinouchi O, Kalubi B, et.al. A new video laryngo-pharyngoscope with shape-holding coiled tube and surgical forceps: a preliminary study. *Auris Nasus Larynx.* 2009; 36(6): 677-81.
68. Yung KC, Courey MS. The Effect of office-based flexible endoscopic surgery on hemodynamic stability. *Laryngoscope.* 2010; 120(11): 2231-2236.