

LASER Y ANESTESIA

*EDUARDO HERRERA

**DOMINIQUE SCHWANDER

RESUMEN

El presente trabajo revisa los principios básicos de la física del Laser, especialmente aquellos que se aplican a la medicina quirúrgica. Se describen los diferentes tipos de rayos Laser con relación a su potencia y las posibles complicaciones de su uso durante la cirugía. Los riesgos y complicaciones con el uso del Laser, especialmente las relacionadas con la inflamabilidad de los tubos endotraqueales, las quemaduras y otras complicaciones pertinentes al manejo anestésico, son especialmente enfocadas con respecto a la seguridad del paciente.

Palabras clave: Laser: complicaciones, física, tipos. Anestesia: cirugía, complicaciones, Laser.

RESUMEN

This paper reviews the basic principles of the Laser physics, specially those applied to surgical medicine. The Laser types are described related its potency and the possible complications with Laser use, specially those related with flammability of endotracheal tubes, burns injury and other important complications pertinent to anesthetic management are highlighted with respect to the security of the patient.

Key words: Laser: complications, physics, types. Anesthesia: complications, Laser, surgery.

HISTORIA

El nombre de LASER proviene de "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation,"¹¹ es decir, amplificación de la luz por emisión estimulada de la radiación, el cual fue descubierto por los americanos Townes y Shawlow en 1958 por lo que recibieron el premio Nobel. El laser de CO₂, es el que más se utiliza en clínica, fue desarrollado en 1964 por Patel. De hecho, el Laser se trata de una radiación electromagnética de origen fotónico visible o invisible según su longitud de onda, la cual se puede propagar en el vacío, en el aire, en lo sólido o en lo líquido.

FISICA DEL LASER

Los átomos de un elemento pueden emitir una radiación únicamente dentro de una longitud de onda y una frecuencia específicas. Los electrones de un átomo pueden ocupar ciertas órbitas. Cada órbita posee una energía diferente y la energía más débil está asociada al estado normal del átomo. Estos diferentes niveles de energía se llaman "estados de excitación". Si un electrón pasa de un nivel de energía a otro provoca la emisión o la absorción de radiación. La frecuencia de esta irradiación es diferente y característica a cada átomo.

De cualquier manera, un átomo emite o absorbe un

*Jefe de clínica del Departamento de Anestesiología y Terapia Intensiva del Hospital Cantonal de Fribourg, Suiza.

**Jefe del Departamento de Anestesiología y Terapia Intensiva del Hospital Cantonal de Fribourg, Suiza.

Recibido: Mayo de 1991. Aceptado para su publicación: Agosto de 1991.

Correspondencia: Eduardo Herrera.

solo fotón (o quantum de energía radiante) cuando cambia de un estado al otro y la energía del fotón es proporcional a la diferencia de energía entre los dos estados (órbitas). Conforme el electrón se desplaza de un nivel de alta energía hacia un nivel de más baja energía, pierde energía porque emite un fotón. Si la emisión del fotón se lleva a cabo en la parte sensible al ojo humano, dentro del espectro electromagnético, se podrá ver en forma de luz, es decir, la luz resulta de la actividad del electrón dentro del átomo.

El laser consiste de un tubo cerrado con un espejo en cada extremo del mismo, uno de los espejos es totalmente reflectivo y el otro lo es parcialmente; además el laser posee una fuente de energía. El medio amplificador del laser puede ser líquido, sólido o gaseoso. La fuente de energía normalmente es una lámpara con flash de xenón o corriente eléctrica, pero se pueden utilizar otros métodos.¹⁻³ Como la fuente de energía produce calor, es necesario utilizar un sistema de enfriamiento. Una vez que la fuente de energía se activa, la energía de los electrones se eleva por arriba de su estado normal, lo que provoca, que los átomos empiezen a emitir fotones, los cuales viajan en todas direcciones. Uno de los fotones choca contra uno de los espejos y es reflejado a través del medio del laser en donde va a estimular la emisión de gran cantidad de fotones de la misma energía, en la misma fase y en la misma dirección los cuales se reflejan de igual forma en los espejos. El resultado es una avalancha de fotones de la misma energía, fase y dirección.

En forma práctica uno de los espejos permite el paso de una pequeña cantidad de luz, mientras que el otro es completamente reflectivo.¹⁻³

CARACTERISTICAS DE LA RADIACION LASER

Efectivamente, los diferentes elementos permiten observar que no existe ninguna diferencia en su origen entre la luz convencional, por ejemplo el foco a incandescencia, y la luz laser en la medida en que ambas son de origen fotónico. Es únicamente el modo de distribución de los fotones lo que confiere a la luz laser las propiedades remarcables que se le conocen. Esta noción implica el hecho de comparar las características propias de cada tipo de luz antes de tratar aquellas que son específicas a los diferentes tipos de rayos laser.

CARACTERISTICAS DE DIFERENCIACION

Las características que distinguen los dos tipos de luz son cuatro y son las siguientes:¹⁻³ (cuadro I, Fig. 1):

1. **La coherencia:** la luz clásica emite fones independientes uno de otros, en la medida en que sus parámetros (dirección, energía y fase) son diferentes, es decir, es una luz no coherente; y el efecto luminoso se obtiene gracias a la adición de un gran número de fotones. Por el contrario, la luz laser, se dice que es cohe-

rente porque todos los fotones emitidos poseen exactamente los mismos parámetros lo que confiere una concentración energética considerable.

2. **La dirección:** una fuente luminosa clásica dispersa sus rayos en todas direcciones y ese caracter pluridireccional (hecho muy importante, por ejemplo, para alumbrar) conduce a una dispersión total de la energía. La luz laser es unidireccional, los rayos que la componen son paralelos, lo que conduce a una concentración puntiforme de la energía fotónica.

3. **La monocromaticidad:** la luz clásica está compuesta de múltiples rayos de diferentes frecuencias y por lo tanto de diferentes colores, es decir, heterocromática. A la inversa, la luz laser es monocromática porque pertenece a una sola frecuencia la cual corresponde a un solo color.

4. **La luminancia:** se trata de la concentración energética de las radiaciones que se mide en "Stilb". Por ejemplo, una lámpara a incandescencia presenta una luminancia media de 1,000 stilb, mientras que una luz laser de 10 mW pulsátil corresponde a una luminancia de 10^{12} Stilb!

CUADRO I
CARACTERISTICAS DE DIFERENCIACION

LASER	LUZ NORMAL
1. Coherente	No coherente
2. Unidireccional	Pluridireccional
3. Monocromática	Heterocromática
4. Fuerte luminancia	Débil luminancia
Concentración de la energía fotónica	Dispersión de la energía fotónica

CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DEL LASER

Además de la naturaleza del material activo, hay tres parámetros que permiten distinguir los diferentes tipos de radiación laser.

1. **La longitud de onda:** el rayo laser es una onda vibratoria sinusoidal y por definición la longitud de onda representa la distancia longitudinal correspondiente a una vibración completa. Generalmente se mide en las siguientes unidades: el nanómetro: $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ — el angström: $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$

2. **La potencia:** la potencia de un rayo laser está ligada a la energía de cada fotón y al número de fotones emitidos. De hecho, el cálculo es sumamente complejo debido a múltiples factores, directos e indirectos que entran en juego. En la práctica médica corriente, la potencia varía de unos cuantos miliwatts a unos cuantos watts. De cualquier forma, hay que recordar que en

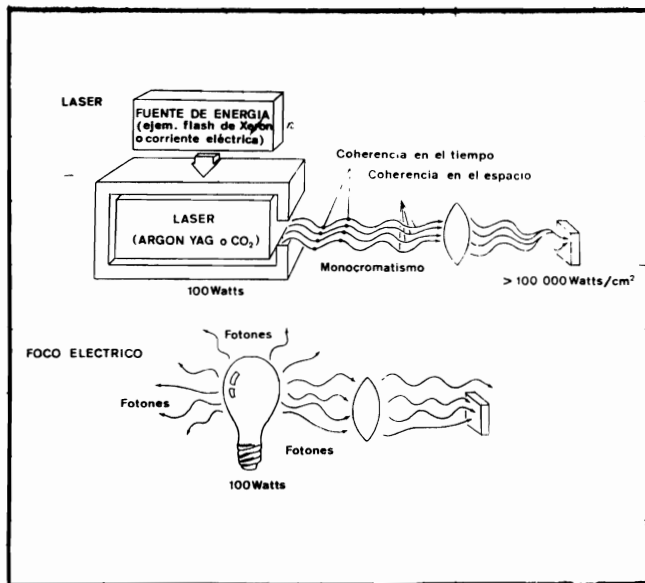


Figura 1. Comparación entre la intensidad de los rayos luminosos de un láser y de un foco eléctrico de la misma potencia.

materia de irradiación láser, la noción de potencia debe de ser relativa, en la medida en que es la organización fotónica, la cual es independiente de la potencia, la que permite la fuerte concentración energética.

3. El modo de emisión: el rayo láser puede generarse a partir del material activo, ya sea en modo continuo o en modo pulsátil.

TIPOS DE LASER

(Cuadro II)

1. Laser CO₂

El laser CO₂: ha sido ampliamente utilizado en cirugía. En cirugía plástica se ha empleado para la excisión de quemaduras, de carcinomas basal y escamoso, de queratosis, de nevos, de melanomas y de telangiectasias. En cirugía general, se ha utilizado para resecciones hepáticas y esplénicas, para polipectomías y colostomías. En neurocirugía para las resecciones de tumores vasculares. En ORL, para el tratamiento de quistes, papilomas, carcinomas, atresia coanal y hemangiomas. En ginecología, para el tratamiento de neoplasias intraepiteliales, de condilomas, de la endometriosis y muchos más.

La radiación del Laser CO₂ es absorbida por el agua, la sangre y por todos los materiales biológicos, independientemente de la pigmentación tisular, ya que son rayos infrarrojos (longitud de onda 10.6 μm). Como los otros tipos de laser utilizados en medicina, el laser CO₂ provoca una ionización, pero no es carcinogénico. Por otro lado, no existe un peligro particular si se utiliza en la mujer embarazada.² El rayo laser actúa por lesión térmica, de hecho, las células son francamente vaporizadas.

La radiación del laser CO₂ es invisible, pero por

razones prácticas, se le incorpora el laser helio-neon (He-Ne) y de esta forma se encuentra en el comercio. La baja intensidad (0.8 mW) del laser He-Ne emite una luz roja, de una longitud de onda de 0.6328 μm, de esta manera se puede dirigir el rayo laser sobre el objetivo deseado.

Como el vidrio y el plástico absorben la radiación del laser, el uso de anteojos comunes y corrientes o en plástico es suficiente para proteger los ojos del personal. El uso del microscopio protege al operador. Si el rayo laser toca el ojo, la lesión se limita a la córnea.

El laser CO₂ no se puede utilizar a través de fibras ópticas, como es el caso del laser Nd-YAG.

La utilización del laser CO₂ con el microscopio con visión binocular, permite al cirujano destruir, en forma muy precisa, dentro de un diámetro de 2mm. El campo operatorio sangra poco debido a la actividad hemostática del mismo laser; pequeños vasos de un diámetro de 0.5 mm pueden ser seccionados sin sangrar. El edema postoperatorio que normalmente se forma después de una cirugía convencional, es mucho menos frecuente y menos importante con el laser, factor que lo vuelve muy atractivo especialmente en los niños ya que el calibre de las vías respiratorias es muy pequeño. Además, con el laser, la destrucción tisular es menos importante y por lo tanto, la cicatrización es más rápida y el dolor menos intenso.²

2. Laser Argón

El laser argón emite una luz azul-verde y tiene una longitud de onda de 0.5 μm. Tiene la gran ventaja de que puede ser transmitido a través de fibras ópticas.

Las aplicaciones del laser argón son múltiples, principalmente en oftalmología para la cirugía de la retina y de la cámara anterior, para el desprendimiento de la retina y en la retinopatía diabética. También se utiliza en cirugía plástica y en dermatología.⁴

3. Laser neodymium yttrium aluminium garnet (Nd-YAG).

El laser Nd-YAG se utiliza para fotocoagular y provocar una necrosis térmica en el tratamiento de hemorragias gastrointestinales secundarias al síndrome de Rendu-Osler-Weber.⁵ También se ha utilizado en la destrucción de carcinomas obstructivos de los bronquios, en resecciones hepáticas y esplénicas, en polipectomías, en urología y en neurocirugía. Su irradiación se sitúa en la porción infrarroja del espectro con una longitud de onda de 1.06 μm y es invisible al ojo humano. El agua absorbe mal la irradiación del laser Nd-YAG, pero la pigmentación azul o negra aumenta su absorción. La hemostasia que se obtiene es todavía mucho mejor que con el laser CO₂. También se ha utilizado en fibroscopía, pero se han reportado casos en donde ha habido combustión del fibroscopio. También se han reportado casos de embolia gaseosa masiva con el laser Nd-YAG debido al sistema de enfriamiento el cual fun-

ciona a base de CO₂, nitrógeno o aire. Los casos reportados han tenido desafortunadamente un final fatal.⁶

4. Laser potassium-titanyl-phosphate (KTR).

El laser KTP emite una luz verde y tiene una longitud de onda de 532 nm. Se puede utilizar a través de filamentos fibro-ópticos. Se ha utilizado en neurocirugía para la resección de tumores vasculares o en ORL para miringotomías, timpanoplastías y estapedectomías. La sangre absorbe bien sus irradiaciones y como el laser Nd-YAG, es muy efectivo para la hemostasia.

CUADRO II
CARACTERISTICAS FISICAS

Tipo de laser	Long de onda (nm)	Color	Transmisión fibra óptica	Modo
Gas				
Helium-neón	0.633	Rojo	Sí	Continuo
Argón	0.488 y 0.515	Azul-verde	Sí	Continuo
Co ₂	10.6	Invisible	No	Continuo
Sólido				
Cristalino-				
Rubí	0.695	Rojo	Sí	Pulsátil
Vidrio-Nd-				
YAG	1.06	Invisible	Sí	Pulsátil

VII. RIESGOS DEL USO DEL LASER EN SALA DE OPERACIONES

En realidad, son los ojos los más susceptibles de ser lesionados por las radiaciones laser. Los rayos laser visibles, como son los del laser argón y rubí, son bien absorbidos por las estructuras pigmentadas, pero atraviesan fácilmente la córnea y el cristalino, además pueden lesionar en forma importante la retina. Los rayos del laser Nd-YAG también atraviesan la córnea y el cristalino en donde se depositan sin llegar a tocar la retina. Los rayos del laser CO₂ se absorben en las primeras 200 µm de la córnea y por esta razón no tocan la retina.

La utilización de cualquier tipo de laser, exige el uso de anteojos de protección de todo el personal.

En la piel, los rayos laser provocan quemaduras de diferente intensidad según la duración y energía total que se aplique. Por otro lado, siempre hay que utilizar una aspiración para evacuar los gases nocivos producto de la combustión. Se recomienda utilizar el laser, cualquiera de ellos, en modo "stand by", para evitar las irradiaciones por inadvertencia.

MANEJO ANESTESICO

Existen dos riesgos sumamente importantes para el paciente y son: el fuego y la destrucción de tejido normal. El fuego puede presentarse una vez que el rayo laser toca algún material inflamable. La destrucción de tejido normal se puede producir ya sea por la aplicación

directa de los rayos sobre tejido normal o por reflexión de los rayos laser sobre el tejido no protegido.

El problema principal de los rayos laser es la producción de un calor intenso capaz de provocar la ignición de cualquier material plástico o en caucho. Por otro lado, la facilidad con la que se produce la ignición depende directamente del material utilizado, de la composición de los gases del medio ambiente, de la cantidad de energía y del objetivo del laser. En la cirugía de las vías respiratorias, las ondas endotraqueales comunes y corrientes, en polivinil o en caucho, presentan ciertos problemas particulares. En la cirugía ORL con laser CO₂, la incidencia de ignición de sondas endotraqueales varía de 0.4 a 1.5%.⁷ Por otro lado el óxido nítrico soporta la combustión tanto como el oxígeno a 100%, es decir, que si se utiliza una FiO₂ de 1.0 o que si la FiO₂ se disminuye haciendo una mezcla de O₂/N₂O, el riesgo es el mismo.⁸ Por esta razón se recomienda utilizar una FiO₂ baja mezclada con aire o con helium para disminuir el riesgo de ignición de la sonda endotraqueal y de combustión de los tejidos y por otra parte utilizar una potencia baja del laser, es decir no sobrepasar 10 W. El helium es particularmente interesante debido a su gran conductividad térmica, es decir, posee una gran difusión térmica la cual disminuye la temperatura del material que entra en contacto con el rayo laser. Pashayan y Gravenstein⁹⁻¹⁰ han postulado que el helium retarda la combustión. Después de haber tenido ciertas experiencias nefastas, se creó lo que se conoce con el nombre de "Protocolo del helium", como medida de seguridad (cuadro III).

CUADRO III
PROTOCOLO HELIUM

Parámetros	Limitaciones
Gas	
•helium	≥ 60%
•oxígeno	≤ 40%
•Anest. por inhalación	Enflurano, Halothano o Isoflurano
•N ₂ O	NO
Sonda endotraqueal	Cloruro de polivinil (PVC) sin proteger
Laser CO₂	
•Potencia	≤ 10 W (1.992 W/cm ²) Repetido (< 10 segundos de 0.5 en modo pulsátil)
Monitoreo	Habitual: Oximetría de pulso, FiO ₂

Si la potencia del laser debe de ser aumentada a más de 1.992 W/cm² o la FiO₂ a más de 0.4, el margen de seguridad que ofrece este protocolo, está perdido; en tal caso se debe de proceder a un método alternativo, ya sea con una sonda endotraqueal metálica o con una cánula transcricoidea y ventilación jet de alta frecuencia.

Como se puede observar existen varios métodos para disminuir el riesgo de ignición pero ninguno es infalible. También se pueden utilizar las sondas endotraqueales normales en polivinil o en caucho protegidas con una cinta adhesiva de aluminio hasta el balón inflable. Actualmente existen en el comercio varias sondas especiales para la cirugía ORL y laser, como son: la sonda Xomed laser (Shield) que es una sonda con una mezcla de elastómeros de silicón y partículas de aluminio,¹¹ tiene la desventaja de ser una sonda muy suave y flexible y según el fabricante no debe de utilizarse con una potencia mayor de 25 W ni de una $FiO_2 > 0.25$. Otra sonda especial es la Laserflex (Mallinckrodt) fabricada en acero y en el extremo distal tiene dos balones inflables en polivinil, en caso de que uno de ellos sea perforado, el otro permanece sin fuga; tiene la desventaja de que está disponible únicamente con un diámetro interno de 4.5 y 6.0 mm, además bastante traumática durante la inserción y puede desviar los rayos laser y quemar zonas vecinas, pero el riesgo es de poca importancia. Desafortunadamente el precio de estas sondas endotraqueales es casi prohibitivo y a pesar de todas las precauciones, se han reportado accidentes.¹²⁻¹⁶

Un detalle que hay que mencionar es la manera de inflar el balón inflable de las sondas endotraqueales. Se recomienda llenarlo con solución fisiológica con un poco de azul de metileno o de índigo en lugar de aire, por dos razones: primero, si el rayo laser toca el balón y lo perfora, el contenido saldrá en forma de jet y de esta forma darse cuenta para no continuar y segundo, si se produce una ignición de la sonda o combustión y fuego de los tejidos, el contenido del balón inflable va a inundar el campo operatorio y a su vez limitar la combustión.

COMPLICACIONES

Existe una larga lista de complicaciones en la cirugía ORL con laser¹⁷. Cuadro IV.

De lejos, es el fuego¹⁸⁻²⁰ de la sonda endotraqueal o de las vías respiratorias, la complicación más frecuente y en ese caso, qué es lo que se debe hacer?:

1. Parar la ventilación.
2. Desconectar de la sonda endotraqueal o del endoscopio toda la fuente de gases y del oxígeno.
3. Si es posible ventilar al paciente con la mascarilla o eventualmente reintubarlo.
4. Hacer un diagnóstico detallado de las lesiones provocadas por medio de una laringoscopia y una broncoscopia.
5. Vigilar al paciente por lo menos 24 hs.
6. Eventualmente administrar antibióticos y esteroides.
7. Si se requiere, asistir la ventilación.

Actualmente el método más aceptable y que comporta el mínimo riesgo es la utilización de la ventilación

CUADRO IV
CLASIFICACION DE LAS COMPLICACIONES DE LA CIRUGIA
ENDOSCOPICA ORL Y EL USO DEL LASER CO₂

-
1. Efectos directos del laser
 - Ignición/explosión de la sonda endotraqueal
 - Perforación del balón inflable de la sonda
 - Ignición de los cotonoides
 - Quemaduras de la piel y de las mucosas
 2. Efectos indirectos del laser
 - Ignición de la sonda endotraqueal
 - Obstrucción de la sonda por tejidos calcinados
 - Obstrucción de las vías respiratorias por tejidos calcinados
 - Lesiones tisulares por reflexión
 3. Complicaciones secundarias al equipo
 - Complicaciones de la ventilación jet
 4. Complicaciones tardías
 - Edema
 - Estenosis cicatrizales
-

jet^{21, 22} por medio de una cánula metálica adaptada al laringoscopio o al broncoscopio; tiene la ventaja de eliminar los riesgos propios a la colocación de una cánula transcricoidea como son el barotrauma o la hemorragia traqueo-bronquial difícilmente controlable.

La técnica anestésica depende del método de ventilación que se escoja, pero en forma general, hay que tomar en cuenta los puntos siguientes:

- a. Usar una $FiO_2 < 0.3$
- b. Paciente bien relajado.
- c. La anestesia intravenoso total es más fácil de adaptar.
- d. Siempre utilizar un monitor de FiO_2 y un oxímetro de pulso.
- e. Hacer gasometrías arteriales periódicamente.
- f. Eventualmente administrar esteroides.
- g. Eventualmente administrar lidocaína i.v. a la inducción y al final de la intervención.

Hay que mencionar, que uno de los problemas más frecuentes con la ventilación jet, es la hipoventilación.²³⁻²⁴ El uso de la capnografía no es fácil de aplicar con la ventilación jet. Se han descrito varios métodos para poder medir la F_FCO_2 .²⁵ De cualquier manera, el ventilador jet debe de pararse en un momento dado para dar tiempo de aspirar la muestra y medirla. Un punto importante es que el catéter del capnógrafo que toma la muestra de los gases, debe de estar lo más distal posible en las vías respiratorias; además hay que dejar estabilizar la mezcla de los gases alveolares por lo menos 10 minutos.²⁵

CONCLUSIONES

Como se puede observar, el desarrollo tecnológico ha evolucionado en forma muy importante en medicina. Estos avances aportan nuevas técnicas y métodos sofisticados que, por un lado, facilitan el acto quirúrgico con ventajas para el paciente, pero que por otro

lado acarrear ciertas complicaciones de las que debemos estar conscientes para tomar las medidas necesarias para evitarlas tomando en cuenta ante todo, la seguridad y el bienestar del paciente.

REFERENCIAS

1. McLESKEY HC. *Anesthetic management of patients undergoing endoscopic laser surgery*. International Anesthesia Research Society. Postgraduate Course 1988.
2. SOSIS M.: *Anesthesia for laser surgery*. International Anesthesiology Clinics 1990; 28:119-131.
3. KEON TP.: *Anesthetic considerations for laser surgery International Anesthesiology Clinics* 1988; 26:50-53.
4. HERMENS J, BENNET M, HIRSHMAN C.: *Anesthesia for laser surgery*. Anesth Anal 1983; 62:218-29.
5. McLESKEY HC.: *Anesthetic management of patients undergoing endoscopic laser surgery*. Anesthesiology Clinics of North America 1989; 7:611-629.
6. SCHOEFLER P, BAZIN JE, WATTIEZ A, MONTEILLARD C.: *Laser YAG et embolie gazeuse*. Ann Fr Anesth Réanim 1991; 10:175-176.
7. B ROSSARD E, MONNIER PH, RAVUSSIN P. *Les dangers d'ignition lors de l'utilisation du laser CO₂ en endoscopie interventionnelle de la voie aérodigestive supérieure*. Med et Hyg 1989; 47:2569-77.
8. SIMPSON J, WOLF G. *Flammability of esophageal stethoscopes, nasogastric tubes, feeding tubes, and nasopharyngeal airways in oxygen and nitrous oxide-enriched atmospheres*. Anesth Anal 1988; 67:1093-5.
9. PASHAYAN A, GRAVENSTEIN J, CASSISI N, McLAUGHLIN G. *The helium protocol for laryngotracheal operations with CO₂ laser: A retrospective review of 523 cases*. Anesthesiology 1988; 68:801-804.
10. PASHAYAN A, GRAVENSTEIN J. *Helium retards endotracheal tube fires from carbon dioxide lasers*. Anesthesiology 1985; 62:274-277.
11. SOSIS M. *Airway fire during CO₂ laser surgery using a Xomed laser endotracheal tube*. Anesthesiology 1990; 72:747-749.
12. PASHAYAN AG.: *Anesthesia for laser surgery*. ASA. American Society of Anesthesiologists. 1989; Vol. 17, cap. 16:215-26.
13. FRIED MP.: *A survey of the complications of laser laryngoscopy*. Arch otolaryngol 1984; 110:31-4.
14. PÉRIÉ-VINTRAS AC, DONNADIEU S, COSTE JL, BARRIER G.: *Ventilation par sonde métallique pour la chirurgie laryngée au laser CO₂*. Ann Fr Anesth Réanim 1989; 8:149-52.
15. LEVINE D.: *More laser accidents: One state health department reacts*. Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery. April 1990.
16. BAUMEN N.: *Endotracheal tube fires: A major causer of malpractice suits*. Laser Medicine & Surgery News & Advances. February 1988.
17. FRIED MP.: *Complications of Laser Surgery of the head and neck*. Chicago, Year. Book Medical 1986, pp. 72-93.
18. BAILEY M, BROMLEY H, ALLISON J, ET AL. *Electrocautery-induced airway fire during tracheostomy*. Anesth Anal 1990; 71:702-4.
19. GEFFIN B, SHAPSHAY S, BELLACK G, HOBIN K, SETZER S.: *Flammability of endotracheal tubes during Nd-YAG laser application in the airway*. Anesthesiology 1986; 65:511-515.
20. SCHRAMM VL, MATTOX D, STOOL S.: *Acute management of laser ignited intratracheal explosion*. The Laryngoscope 1981; 91:1417-1426.
21. CROS AM, GUENARD H, BOUDEY C.: *High frequency jet ventilation with helium and oxygen (heliox) versus nitrogen and oxygen (nitrox)*. Anesthesiology 1988; 60:417-419.
22. DONNADIEU S, CHANU D, MILLER B, BRASNU D, ET AL. *Critères de choix d'une technique anesthésique pour la micro-chirurgie laryngée au laser de l'adulte*. Ann Oto-Laryng 1983; 100:383-7.
23. WILKY D, TULLOCK W, KLAIN M.: *Airway obstruction caused by a kinked Hi-Lo Jet^R endotracheal tube during high frequency jet ventilation*. Anesth Anal 1989; 69:116-8.
24. ROBERTSON HT, COFFEY RL, STANDAERT T, TROUG W. *Respiratory and inert gas exchange during high frequency ventilation*. J Appl Physiol 1982; 52:683-689.