



# Dra. Zoila Angélica Mendoza Macall

## Oftalmólogo

### **LASER EN OFTALMOLOGIA.**

En la última mitad de este siglo, la medicina en general se ha visto beneficiada con el uso de los rayos laser para solucionar un sinfín de patologías, y en particular, la oftalmología es quizás la rama en donde más ampliamente se utiliza hasta el momento.



Prácticamente, el rayo láser está siendo utilizado en muchas áreas de la medicina, particularmente en Oncología y cirugía estética.

Hace 27 años, un día de Junio de 1960, en el laboratorio del profesor Maiman en Pasadena California, se produjo un descubrimiento de lo más importantes en la física moderna, y fue la emisión de un rayo de luz roja de un pedazo de rubí al tiempo de un relámpago; esta emisión, como su nombre lo indica (Light Amplifier by Stimulated Emission of Radiation), concretizó una de las hipótesis más grandes, dadas por Albert Einstein en 1917. En 1954, Townes, construye el primer amplificador y oscilador de emisión estimulada que permite obtener una gran pureza espectral en el dominio de las ondas de alta frecuencia y en 1958, Townes, Basow y Prokhosow, concluyen la posibilidad de hacer funcionar el dispositivo precedente a frecuencias mucho más altas correspondientes a espectros de radiación luminosa; esta estimación teórica es la que llevo a la realidad Maiman, 2 años más tarde en California.

Los progresos técnicos permiten darse cuenta que el fenómeno Laser se podía producir en cristales de diferentes tipos, pero también a nivel gaseoso y líquido y que este fenómeno daba nacimiento a ondas perfectamente monocromáticas que se emitían sin dispersarse y capaces de producir energía considerable. Las aplicaciones son ahora enormes, fundamentalmente en física, meteorología, industria, telecomunicación, actividades militares y especiales, en la biología y la medicina. La oftalmología ha sido una de las primeras actividades a beneficiarse del efecto terapéutico del láser, y fue en 1963 que Zweng, Vassiliadis y colaboradores

utilizaron la energía luminosa formada por el láser de rubí, para realizar una fotocoagulación retineana en un mono Rhesus; después de esta fecha, el éxito terapéutico fue tal que el campo de aplicación se extendió a numerosos usos oculares.

## **EFECTO LASER**

La emisión de luz por un cuerpo cualquiera resulta de dos operaciones que se experimentan en la estructura del átomo por la sucesión de una excitación, seguido de un fenómeno de desexcitación correspondiente a un consumo de energía que se conglera en la materia y, seguidamente, se queda bajo forma de luz al final del estado de excitación. Si un fotón liberado por el retorno del estado de excitación al estado establecido de un electrón, encuentra en su trayectoria a otro electrón al estado excitado, él le hace perder un nivel de energía elevado con emisión de otro fotón y esto es en función de la ley de conservación de la materia.

Estos dos fotones tienen el mismo largo de onda, ya que el estado de excitación es el mismo; al multiplicar artificialmente los encuentros entre fotones y átomos excitados, uno obtiene así una emisión que se convierte más y más rica en fotones. Si esta avalancha electrónica y fotonica es suficientemente facilitada, uno obtiene así una emisión luminosa intensa y coherente que es lo que llamamos Efecto Laser.

La Técnica Laser es posible de realizar, solamente si las condiciones siguientes son obtenidas:

1-Disponer de un medio activo o amplificador compuesto de moléculas o átomos susceptibles de ser excitados.

2-Asegurar la inversión de población de átomos por un sistema de bombeo, el cual facilita la emisión estimulada y multiplicación de los encuentros de fotones y átomos excitados.

Los medios activos o amplificadores pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos.

Los Laser Sólidos están constituidos por una matriz en la que son repartidos los átomos de otro elemento químico (compuesto de iones metálicos), en donde la disposición electrónica responde a las condiciones más favorables de transparencia. Entre los laser sólidos, encontramos:

**1) Laser de Rubí:** está compuesto de aluminio y óxido de cromo.

**2) El YAG Laser:** está compuesto de granito de aluminio, conteniendo átomos de helio o aluminio.

Los **Laser Líquidos** son difíciles de construir y sus compuestos son, generalmente tóxicos.

Los **Laser Gaseosos**, son los que más se utilizan, ya que la independencia de sus moléculas, aminora la coherencia de la emisión y favorece la transferencia de energía.

Aquí distinguimos 3 tipos:

**1) El Laser Atómico:** en el cual, el elemento activo es el helio y el Neón.

**2) Los laser Iónicos:** El elemento principal es el Argón, Kriptón, Helio o Cadmio.

**3) Los Laser Moleculares:** su elemento principal es el gas carbónico.

La potencia de los laser, es muy variable; pueden ir de algunos micro Watts a millares de Watts. Esta potencia varia con la naturaleza del medio amplificador, como por ejemplo, el láser de CO2 es más potente que el láser de Argón.

La interacción entre el rayo láser y la materia viva, depende de 4 efectos principales:

- 1) el Térmico.
- 2) el Fotoquímico
- 3) el Eléctrico
- 4) el Mecánico

**El efecto Térmico:** Está ligado a la absorción de radiación visible o infrarroja por el medio biológico. Ahora, ciertos tejidos cargados de moléculas que tienen un mayor grado de absorción, son particularmente sensibles al efecto térmico, mientras que otros tejidos son insensibles al rayo láser.

**El efecto Fotoquímico:** Se desarrolla debido a la activación molecular del tejido irradiado por la captura de energía.

**El efecto Eléctrico:** Los laser permiten obtener densidades energéticas excesivamente elevadas en aquellos correspondientes de campo eléctrico locales que aseguran la cohesión electrónica de la materia.

**El efecto Mecánico o efecto Brillou:** Es la emisión de sonido cuando el láser atraviesa un medio, debido a la mayor concentración de fotones incidentes.

#### **APLICACIONES MÉDICAS DEL LASER.**

Con el láser, el biólogo y el clínico disponen de una fuente con efecto luminoso térmico inmenso, donde el haz de luz es particularmente directo y donde la duración del impulso es muy pequeña (10<sup>-9</sup> segundos) o muy prolongada (durante varios segundos).

#### **DIFERENTES ADAPTACIONES.**

Los laser usados en oftalmología, son los laser de rubí, argón y Yag laser. Las propiedades lumino-termicas del láser, sedujeron rápidamente a los oftalmólogos interesados en la fotocoagulación y, posteriormente, a haber apreciado las posibilidades del arco a xenón; se comenzó a usar el láser de rubí en 1963 con Zweng.

El láser que más se usa en oftalmología es el láser de argón, que fue fabricado por L'Esperance en 1968.

El láser Argón consta básicamente de:

- 1) El láser con dispositivos ópticos apropiados.
- 2) Lámpara de frente.
- 3) Un sistema de corrección entre los dos elementos precedentes.

El medio activo amplificador, comprende una mezcla gaseosa de argón y Kriptón en estado ionizado que emite dos rayos muy característicos; uno en el verde (514 nm) y otro en el azul (488 nm). La energía transportada por las dos emisiones principales está fuertemente absorbida por el epitelio pigmentario de coroides y por la hemoglobina.

El bombeo es obtenido bajo el efecto del campo eléctrico continuo que da nacimiento a los choques eléctricos, la intensidad de la corriente puede llegar a los 30 amperios, lo que necesita un aumento de mayor voltaje.

La fuente, contiene el medio activo está constituido por 1 tubo de cuarzo. Dos electrodos situados en sus extremos contribuyen a crear el fascículo electrónico que se desplaza en un tubo capilar y donde el trayecto es controlado por un campo electromagnético.

La eliminación térmica está asegurada por un enfriamiento a través de un circuito de agua o de aire.

El aparato está conectado a un sistema de lámpara de hendidura a través de una fibra óptica que sirve de sistema de transmisión de la luz coherente hacia el ojo del paciente; y para aplicar el láser intraocularmente, necesitamos un lente de contacto, generalmente es el lente de Goldman o lente de tres espejos, ya que la lámpara de hendidura está diseñada para el segmento anterior del ojo y con este lente vemos el polo posterior del ojo, más la periferia.

El aparato está integrado de una consola, necesitando una conexión de 220 volt y se enfría por medio de agua y aire. Contiene un panel de control sobre la consola, en donde podemos elegir la potencia del rayo, entre 0 a 50 miliwatts; la potencia del radio de fotocoagulación de 0 a 3 watts; la duración de emisión limitada de 20, 50, 100, 2000 y 50 milisegundos, o 1, 2 y 5 segundos o continuo; lleva un contometro además, para ver cantidad de puntos y un sistema de seguridad. El comando de disparo está asegurado a la presión de pie sobre un pedal que libera durante el tiempo estipulado, la emisión luminosa.

El modelo Argón laser de la casa Brit es el que tenemos en el Instituto de Ojos y en el Hospital Rosales.

En el que encontramos una consola de madera agregado de 1 lámpara de hendidura unido por un brazo articulado. El láser es alimentado por 220 volt monofásico y su poder es de 2 watts sobre la córnea.

La emisión se hace en forma de trenes de ondas, lo que necesita un enfriamiento por un aire. El tablero comando contiene un dispositivo de marcha y detención, un control de la intensidad del haz de brillo de luz, un control de poder del haz activo del láser de 100 miliwatts a 1.5 watts y un selector del tiempo de exposición (10 milisegundos a 1 segundo) y un totalizador del número de impactos. El comando de tiro se maneja por un pedal por las exposiciones limitadas y continuas.

La lámpara tiene un selector de los diámetros de los impactos que van entre 50-700 m.

La luz emitida por excitación de un átomo de Argón tiene 2 largos de onda, una entre 448 nm y otra 514 nm. Una potencia baja es la que esencialmente compone el azul. La cornea, el humor acuoso y el vítreo cuando son transparentes, transmiten totalmente los largos de ondas que están situadas entre 450 y 850 nm. La hemoglobina de los hematíes absorben todos los largos

de onda que están situados inferiormente a los 600 nm. La luz de laser de Argón tiene la ventaja de ser absorbido a nivel de la corio-retina, por los gramos de melanina, pero también por los hematíes de los vasos y es quizás esta la mayor importancia que ha tenido para su utilización después de su uso por L'Esperance en 1963.

Después de un aplicación de laser vienen 3 estadios:

Un estadio inmediato de destrucción, después un estadio precoz de limpieza y reconstrucción, y finalmente un estadio cicatricial posterior a las 3 semanas. ¿Qué hace el láser de Argón en la retina? A nivel de microscopio electrónico, Lerche en 1973 confirmo la localización a nivel de capas externas de la retina; el encontró que la quemadura provocada interesa el epitelio pigmentario y la parte externa de conos y bastones. Los leucocitos aparecen desde el primer día en la coriocapilares. El edema comienza a disminuir a las 72 horas pero dura 8 días. La limpieza de las lesiones es hecha por los histiocitos que salen de la coriocapilaris, pasan la membrana de Bruch y despliegan una gran actividad macrofagica de las bridas necróticas. A los 8 días, la capa nuclear externa esta próxima al epitelio pigmentario y ya se sucede la cicatrización.

La lesión dada por el láser, a nivel de retina, es menor si existen alteraciones en los medios transparentes del ojo como son en cornea, humor acuoso o humor vítreo, o como son las cataratas u opacidades vítreas.

Uno de los usos más importantes en Oftalmología es, sobre retinopatía diabética, patología en la que el láser es el único que logra detener el proceso, si se encuentra en un estadio proliferativo simple, es decir, si aún no hay formación de membranas periretineanas o hemorragias vítreas.

Al fotocoagular una retinopatía diabética proliferativa, lo hacemos en varias secciones, ya que necesitamos aplicar aproximadamente entre 2500 y 3000 puntos de laser de diámetro variable, que va desde los 100 a los 400  $\mu$ m, aquí tenemos unos pacientes pre y post fotocoagulación. Otro uso es la maculopatias serosas centrales recidivantes o de larga evolución (mayores de 17 semanas) aquí hay un desprendimiento seroso del epitelio pigmentario.

Aquí vemos la angiografía que muestran un desprendimiento seroso del epitelio pigmentario que deja difundir la fluoresceina, luego el tratamiento con argón laser, aquí fluyo post tratamiento.

Otro uso en oftalmología es las alteraciones vasculares tipo trombotico, como en las oclusiones venenosas, como vemos en este ejemplo ; aquí hacemos laser post a las 12 semanas de instado el proceso ya que es la época en que se inicia el desarrollo de las neovascularizaciones.

Otro uso es en desprendimiento plano de retina y en degeneraciones periféricas de la retina y como es el caso siguiente.

Además lo usamos en glaucoma de ángulo abierto resistente a tratamiento y en caso de pterigiones. Así que, como vemos, el láser en Oftalmología es actualmente uno de los grandes

aliados en diferentes tratamientos y no solo en Oftalmología sino en muchas ramas de la medicina.