

Objetivo del presente documento

El propósito del mismo es la comparación para aplicaciones ginecológicas de los equipos de CO₂, Erblio-YAG y láser de diodo de 1940nm

Comparación de la densidad volumétrica de energía

En la figura de la última página puede observarse la curva de absorción de agua en las tres zonas del espectro, desde ultravioleta (longitudes de onda menores a los 400nm) hasta infrarrojas (mayores a los 750nm). En el diagrama pueden apreciarse las líneas correspondientes al CO₂ (10600nm), al Er-YAG (2940nm) y al láser de diodo de 1940nm.

Pueden entonces observarse las absorciones y profundidades de penetración de los tres tipos de láser:

TIPO DE LÁSER	$\lambda(\text{nm})$	COEFICIENTE DE ABSORCIÓN	PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN
Erblio-YAG	2940nm	Mayor a 10^4 cm^{-1}	Menor a $1 \mu\text{m}$
CO ₂	10600nm	10^3 cm^{-1}	$10 \mu\text{m}$
Diodo 1940nm	1940nm	10^2 cm^{-1}	$100 \mu\text{m}$

Siendo para cualquiera de los equipos:

$$\delta(\text{J}/\text{cm}^3) = E(\text{J}) / [S(\text{cm}^2) * p(\text{cm})] \quad (1)$$

δ : Densidad de energía.

S: Sección del haz de luz en el punto de impacto en el tejido.

p: Profundidad de penetración.

De la cuarta columna de la tabla y de la expresión anterior, se desprende que al iluminar el tejido con la luz del láser, a igualdad de energía, la densidad de energía en el tejido será menor en un equipo 1940nm que en un CO₂, ya que en este último, penetra mucho menos, y la densidad de energía es mayor, ya que la energía se distribuye en una capa mucho más delgada (10 veces). El mismo razonamiento puede hacerse para el Erblio.

Por lo tanto, si δ representa la densidad de energía entregada (en J/cm^3), resultará:

$$\delta_{\text{Erblio}} > 100 \delta_{1940\text{nm}}$$

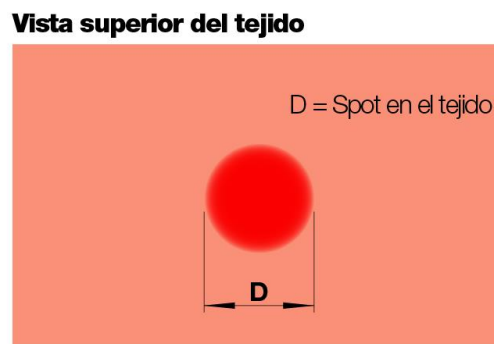
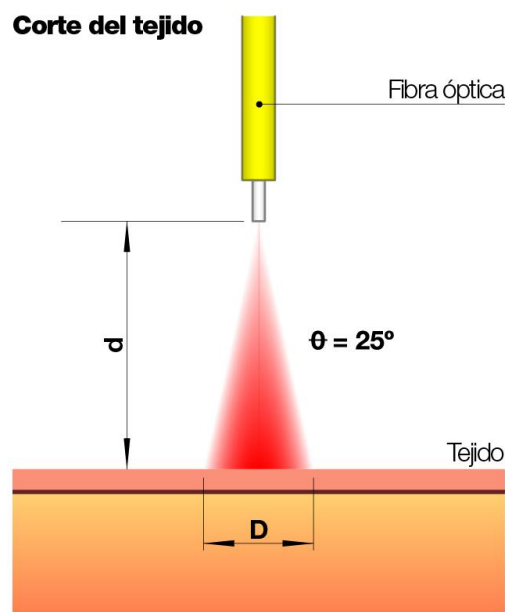
$$\delta_{\text{CO}_2} = 10 \delta_{1940\text{nm}}$$

O sea, la densidad de energía de la luz láser de 1940nm resulta ser 10 veces inferior a la de un CO₂ y más de 100 veces inferior a la de un láser de Erblio.

Superficie de impacto en el tejido

De la expresión de la densidad de energía (1) se deduce que la misma es dependiente de la superficie de impacto en el tejido, siendo inversamente proporcional a ésta.

Dado que el elemento de entrega en un diodo de 1940nm es la pieza de mano ginecológica, en la cual la energía es entregada a través de una fibra quirúrgica, y teniendo esta fibra una apertura numérica $NA = 0.22$, resulta que la luz abandona la fibra en forma de un cono luminoso que presenta un ángulo de 25° según se observa en la figura.



$$\Theta = 2 * \text{ARCSIN} (NA) \quad (2)$$

Sobre el tejido iluminado perpendicularmente tendremos, entonces, una mancha circular (spot o foco) cuyo diámetro será función de la distancia entre la fibra y el tejido.

$$D = 2 * d * \text{TAN} (\Theta/2) \quad (3)$$

Y como para un círculo:

$$S = \pi * D^2/4, \text{ entonces:}$$

$$S = \pi * d^2 * \text{TAN}^2 (\Theta/2), \text{ y reemplazando en (1)}$$

$$\delta = E / [\pi * d^2 * p * \text{TAN}^2 (\Theta/2)] \text{ o bien, agrupando:}$$

$$\delta = K/d^2 \quad (4)$$

Donde K es una constante.

Expresión que indica que si se reduce a la mitad la distancia entre la fibra y el tejido, la densidad de energía en el mismo aumenta cuatro veces.

Conclusiones

Tomando como punto de partida que es condición necesaria y suficiente la utilización de longitudes de onda que tengan afinidad por la molécula de agua (es el caso del diodo 1940nm, del CO₂ y del Erblio-YAG) como de lo anteriormente indicado se desprende lo siguiente:

- 1- La densidad de energía de la luz láser de 1940nm resulta ser 10 veces inferior a la de un láser CO₂ y más de 100 veces inferior a la de un láser Erblio-YAG.
- 2- La emisión del diodo de 1940nm por la fibra óptica no es colimada sino divergente.
- 3- El procedimiento es monitoreado en tiempo real a través del video espéculo Gynacare HD.

Entonces:

El láser SonoBeam Gyna minimiza la probabilidad de cicatrices, quemaduras o dolor crónico en el paciente

Penetración del láser en el tejido

