

CIRUGÍA DERMATOLÓGICA

Láser de erbio:YAG en el rejuvenecimiento cutáneo

Montserrat Planas Vilaseca^a y Mariano Vélez González^b

^aClínica Tres Torres. Barcelona. Policlínica Torrellblanca. Sant Cugat del Vallés. Barcelona. ^bClínica-Laser. Palma de Mallorca. ^cServicio de Dermatología. Hospital del Mar. Barcelona.

El láser de erbio:YAG, una vez transcurridos algo más de 4 años de experiencia clínica, se presenta como uno de los láseres de elección para el rejuvenecimiento cutáneo. Poco a poco los facultativos y el público en general nos hemos transmitido el entusiasmo por la mejora clínica obtenida y el bajo índice de efectos secundarios observados.

Actualmente disponemos de varias modalidades de láser de erbio:YAG que nos permite una gran versatilidad en función del grado de fotoenvejecimiento de la piel, cambios pigmentarios, cicatrices atróficas o acnéicas u otras alteraciones cutáneas.

Gracias a los avances tecnológicos somos capaces de producir una ablación controlada de la piel capa a capa y asociarlo a una difusión de calor apropiada creando fenómenos inflamatorios en la dermis que conducen a compactar y reorganizar el colágeno y la elastina consiguiendo reducir o eliminar las arrugas y mejorar el aspecto y calidad de la piel.

Las características básicas del láser de erbio:YAG, como su longitud de onda a 2.940 nm que corresponde a uno de los picos de mayor absorción de agua, la corta duración del pulso, la energía por pulso y la frecuencia de emisión y tamaño del haz, nos ofrecen la posibilidad de realizar tratamientos con grados variables de profundidad, dando un mayor control al cirujano en la profundidad y calidad de la ablación sin un daño térmico irreversible significativo, pudiéndose beneficiar pacientes de todas las edades y áreas con mayor dificultad de tratamiento, como las manos, el cuello y la región periocular. Existe también la posibilidad de tratar pacientes con fototipos IV y V con menor riesgo de alteraciones pigmentarias, eritema y cicatrices. Los tratamientos por áreas anatómicas faciales tienen más posibilidades con

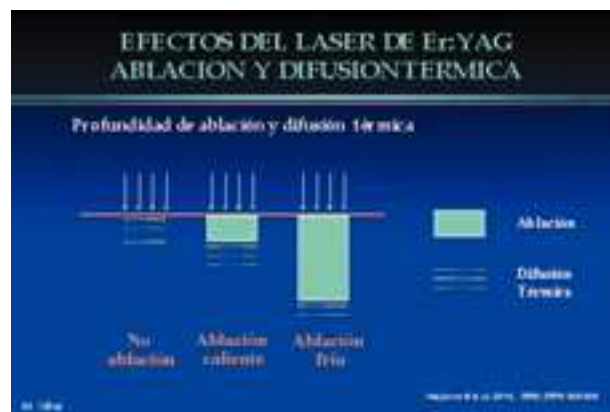


Figura 1. Efecto ablativo y de difusión térmica con el láser de erbio:YAG. La difusión térmica obtenida con el láser de erbio:YAG es inferior a la que se produce con láser de CO₂, dado el alto poder de absorción de dicha radiación por el agua.

el láser de erbio:YAG puesto que hay una reducción del marcado entre la zona tratada y la no tratada, con un eritema suave que desaparece en menor tiempo que con otros sistemas.

Los procedimientos con láser de erbio:YAG precisan, por lo general, de un menor grado de anestesia, produciendo menor dolor en la aplicación sobre todo cuando realizamos pequeñas áreas de tratamiento que no requieren un alto grado de profundidad de ablación. Los postoperatorios son muy confortables, con una buena calidad cicatrizal y con una incorporación al medio laboral o social más rápida.

Cabe comentar que al realizar tratamientos con grado de penetración elevada, la tendencia a la hemorragia durante el tiempo operatorio puede resultar incómoda pero no representa ningún impedimento y existen sistemas para mitigarla, inclusive con dichos procedimientos existe una curación acelerada de las heridas, con menor probabilidad de efectos secundarios.

Con la aplicación reciente de sistemas que combinan el láser de erbio:YAG en emisión ablativa con una emisión de un láser de CO₂ subablativa se obtiene un calentamiento adecuado de la dermis, una calidad ablativa y vaporizante excelente y un menor índice de efectos indeseados que los de láser de CO₂, otorgando a estos sistemas un lugar de privilegio en laserterapia.

El láser de erbio:YAG (2.940 nm)

Este láser que emite dentro del espectro de infrarrojo (2.944 nm) es capaz de vaporizar la piel en límites de penetración inferiores a los del láser de CO₂. Su acción llega a profundidades entre 5 a 15 µm. Para ello, emplea pulsos ultracortos (generalmente entre 200 a 350 µs) de alta densidad de potencia, inferiores al tiempo de relajación térmica de la piel (1 ms).

Los pulsos ultracortos del láser de erbio:YAG, al entrar en contacto con la piel con una alta densidad de potencia y energía producen un bajo daño térmico en los tejidos adyacentes, que se estima entre 20 y 50 µm^{1,2}. Esto es debido a que el coeficiente de absorción del agua, en correspondencia con su longitud de onda de emisión, es

10 veces superior a la absorción del láser de CO₂. Esta eficaz absorción limita la transmisión de calor a los estratos profundos; por tanto puede existir riesgo de hemorragia durante el acto operatorio del rejuvenecimiento cutáneo (*resurfacing*), al no producirse la coagulación por insuficiente conducción térmica^{3,5}. Este factor influye en el postoperatorio inmediato reduciendo parte de los efectos indeseados de estos tratamientos, al poder tener un mayor control del grado de ablación y de la disipación térmica irreversible.

El grado de vaporización del láser de erbio se ha observado superior al del láser de CO₂², ya que este último produce su efecto sobre el tejido hasta una profundidad de 150 µm, observando sólo una pequeña área vaporizada con respecto a la necrótica, coagulativa y de difusión térmica. En el caso del erbio:YAG la profundidad máxima de lesión térmica no excede de 50 µm.

El conocimiento de los efectos histológicos inmediatos y a largo plazo que produce el láser de erbio:YAG sobre los tejidos ayudará a entender mejor sus efectos clínicos. Cada pase sucesivo de cualquier láser utilizado en *resurfacing* debe producir una calidad y cantidad de ablación y daño térmico predecibles. La profundidad de la ablación y del daño térmico difieren de acuerdo a las características del láser que se esté utilizando.

Las células que forman la epidermis tienen un contenido de un 90% de agua y un 10% de proteínas y lípidos. Como la longitud de onda a la cual emite el erbio:YAG es altamente absorbida por el agua, el resultado es que la epidermis se calienta y vaporiza con eficacia. Dependiendo de la fluencia utilizada, se producirá una ablación parcial o completa de la epidermis. Fluencias de al menos 15 J/cm² son necesarias para obtener una ablación completa de la epidermis⁶.

La dermis está formada principalmente por proteínas (colágeno y elastina), pero también contiene sustancia intercelular con un contenido de agua de un 30% aproximadamente. A medida que el agua dentro de la epidermis absorbe la luz láser, ésta se va vaporizando y arrastra consigo proteínas estructurales.

La interacción del láser de erbio:YAG con los tejidos genera ondas de alta energía que afectan a los vasos sanguíneos dérmicos produciendo vasodilatación y posteriormente trasudado. Este trasudado humedece la dermis y aumenta así el contenido de agua, favoreciendo la continua ablación por el erbio:YAG hasta la profundidad deseada. Por el contrario, el láser de dióxido de carbono (CO₂) coagula las proteínas dérmicas y sella los vasos sanguíneos, disminuyendo así el contenido de agua de la dermis durante la ablación. Por ello, el láser de CO₂ no consigue producir ablaciones dérmicas y los pases sucesivos con este láser sobre la dermis producen un efecto de acumulación de calor con un daño térmico no controlado y destrucción de fibras de colágeno.

La profundidad de ablación dependerá de la fluencia, y ha sido estimada entre 1-4 µm por cada J/cm²⁷. Éste puede ser un dato teórico importante a la hora de calcular la profundidad de ablación deseada. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la profundidad de la ablación y

la extensión del efecto térmico están también determinadas por la frecuencia del pulso⁸. Hay una reducción en la eficiencia de ablación a medida que se aumenta la frecuencia de los pulsos, que puede ser debida a un mayor efecto de dispersión o a una absorción de la energía del pulso entrante por los residuos de tejido que dejan los pulsos precedentes. Se estima que la ablación varía entre 1 y 4 µm por cada J/cm² en un rango de entre 1-10 pulsos por segundo.

El efecto de contracción después de la ablación con láser de erbio:YAG (hasta el 2%) es menor si se compara con el del CO₂ (hasta el 25%)⁹. El daño térmico residual producido por el láser de erbio:YAG y el de CO₂ es de 20 a 50 µm y de 50 a 120 µm respectivamente.

Los cambios microscópicos observados a las 24 h de un *resurfacing* con láser de erbio:YAG consisten en una necrosis por coagulación en la dermis papilar superficial, acompañado de un infiltrado inflamatorio dérmico moderado de distribución perivascular e intersticial, con abundantes eosinófilos y algunas células mononucleares y neutrófilos. La reepitelización es casi completa entre el tercer y el quinto día, y a los 9 a 15 días la epidermis se ha regenerado por completo. Hacia los 60 días posteriores a la ablación se observa un engrosamiento dérmico por fibroplasia que es paralelo a la profundidad de la ablación.

En las ablaciones con láser de erbio:YAG el mecanismo de remodelación de colágeno ha sido cuestionado. Sin embargo en los estudios histológicos a los 6 meses del tratamiento se han observado zonas de fibroplasia con distribución más homogénea del colágeno y orientación vertical de las fibras elásticas¹⁰. La persistencia de la mejoría clínica 3 años después del *resurfacing* tanto con láser de erbio:YAG como de CO₂ está estrechamente relacionada con la neoformación de colágeno. Las zonas de fibroplasia observadas en las zonas tratadas con ambos láseres sugiere que sean producidas por neo-colagenogénesis y que el mecanismo subyacente que mejora las arrugas sea probablemente el mismo para ambos tipos de láser¹¹.

Clínicamente, estas deducciones serían la razón que respalda los resultados estéticos del láser de erbio:YAG bastante parecidos a los que se obtienen con el láser de CO₂; sin embargo, cuando se trata de arrugas muy profundas, piel laxa e importantes signos de envejecimiento cutáneo, el láser de CO₂ es más rápido y resolutivo. Puede decirse que lo que para un láser son ventajas para el otro son inconvenientes, por lo que no es difícil prever que el futuro del *resurfacing*, idealmente, se encuentra en la aplicación de ambos láseres simultáneamente, combinando los correspondientes efectos de vaporización y conducción térmica controlada.

Un sistema que implemente el CO₂ y el erbio:YAG para operar al mismo tiempo puede proveer en el *resurfacing* un perfil térmico controlado que esté de acuerdo con las necesidades del tejido o, si es necesario, dar oportunidad a ambos láseres para trabajar separadamente, dependiendo del objetivo del tratamiento. Las ventajas del sistema no son nada despreciables: menor dolor por agre-



Figura 2. Paciente de 56 años con fotoenvejecimiento grave antes y un año después del tratamiento con láser de emisión combinada Derma K (láser de erbio:YAG + láser de CO₂).

sión, mayor selectividad del tejido diana y períodos más cortos de recuperación por parte del láser de erbio:YAG. Junto a esto, hay que añadir las ventajas de hemostasia y calentamiento controlados de las capas más profundas de la piel proporcionadas por el láser de CO₂.

En el caso del erbio:YAG, se debe aplicar más pases que con el láser de CO₂, al tener menor poder de profundización por pase. Debido a su bajo efecto coagulante, es necesario controlar la hemorragia durante el tratamiento cuando lleguemos a áreas dérmicas. Los sistemas combinados permiten realizar tantos pases como el láser de CO₂.

El número de pases dependerá del área a tratar y el tipo de lesión, dado que el espesor epidérmico y dérmico variará dependiendo de la misma (tabla I)¹².

La prudencia, junto a la observación del resultado producido por cada pase del láser, debe guiar continuamente el tratamiento. En caso del láser de erbio:YAG o el combinado (erbio:YAG + CO₂) no es necesario practicar limpiezas sucesivas después de cada pase del láser.

El láser de erbio:YAG en el *resurfacing* se puede aplicar en diversas modalidades, dependiendo de que su utilización se realice sola o combinada y en función del efecto que se desee obtener.

Efectos del láser de erbio:YAG

Debemos distinguir entre el efecto subablativo, el efecto con ablación caliente y el efecto con ablación fría (fig.1).

TABLA I. Espesores medios de la piel en diferentes áreas faciales

ÁREA FACIAL	EPIDERMIS	ESPESOR (µm) DERMIS	HIPODERMIS
Periocular	130	215	248
Perilabial-superior	156	1.061	931
Perilabial-inferior	113	973	829
Cuello	115	138	544
Frente	202	969	1.210

Adaptada de González-Ulloa et al. Preliminary study of total restoration of the facial skin. Plastic R. Surgery 1954; 13: 151-161.

Efecto subablativo. Existe un efecto básico de difusión térmica sin ablación, aunque inferior al existente con otras longitudes de onda. Se podrá obtener con bajas dosis de energía (< 2 J/cm²).

Efecto con ablación caliente. Se obtiene una ablación, junto a una difusión térmica parecida a la subablativa. Las dosis requeridas están generalmente entre 4 y 10 J/cm².

Efecto con ablación fría. Se consigue una buena ablación, junto a una baja difusión térmica. Se requiere para obtener dicho efecto altas dosis de energía que por, lo general, son superiores a 10 J/cm².

Modalidades de aplicación del láser de erbio:YAG

Los láser de erbio:YAG pueden aplicarse en modo único con una sola duración de pulso, o combinado con aplicación simultánea o no con láser de CO₂ u otro láser de erbio:YAG con diferente duración de pulso.

Los sistemas combinados buscan obtener una mayor optimización del *resurfacing*, al utilizar los parámetros más idóneos de cada uno de ellos.

Emisión de erbio:YAG en modo único (con una duración de pulso única)^{9,16-22}. En el modo único de emisión se tiende a buscar los diferentes efectos mediante la emisión de dosis de energía con un efecto de ablación caliente (múltiples pases) o con la combinación de la ablación fría y caliente o subablativa.

Emisión combinada. Pueden darse las siguientes posibilidades:

*Láser de erbio:YAG + CO₂ subablativo en emisión simultánea*²³⁻²⁸. Este sistema busca combinar el efecto altamente ablativo del láser de erbio:YAG junto a un calentamiento de la dermis a través de dosis subablativas del láser de CO₂, tal como es el sistema Derma K. Esta modalidad nos permite conseguir con un menor número de pases, un efecto superior al obtenido con la modali-



Figura 3. Mujer de 76 años, años y 3 meses después del tratamiento con láser combinado Derma K (láser de erbio:YAG + láser de CO₂).

dad de pulso único del láser de erbio:YAG (modo único) y comparable al del láser de CO₂, con un menor riesgo de efectos secundarios que este último (fig. 2).

TABLA II. Indicaciones básicas en el rejuvenecimiento cutáneo con láser de erbio:YAG en sus diferentes modalidades

Envejecimiento cutáneo
Cicatrices postacneicas, traumáticas
Arrugas periorculares, perilabiales y frontales
Queratosis seborreicas
Lentigos seniles
Queratosis actínicas
Tratamientos combinados con: *peeling* químicos, otros láseres, sistemas IPL para lesiones pigmentadas y vasculares, blefaroplastias, *liftings* y lipoescultura

TABLA III. Contraindicaciones en el rejuvenecimiento cutáneo con láser de erbio:YAG en sus diferentes modalidades

Alteraciones de la cicatrización
Tratamiento con 13-cis-retinoico (mínimo de 7 a 12 meses de finalizar el tratamiento)
Disproteínemias
Pacientes problemáticos (mala predisposición al tratamiento)
Piel tipo IV de la escala de Fitzpatrick e historia de discromias
Expectativas no realistas
Sobreexposición solar reciente
Embarazo (criterio cautelar)
Paciente con infección herpética reciente
Blefaroplastia o *lifting* recientes

TABLA IV. Efectos secundarios y complicaciones en el rejuvenecimiento cutáneo con láser de erbio:YAG en sus diferentes modalidades

Eritema persistente (superior a 3 meses)
Quistes de *millium* (fácilmente extraíbles)
Hiperpigmentación
Hipopigmentación
Cicatrices hipertróficas
Herpes simple
Sobreinfección bacteriana
Retracción palpebral (ectropión)
Dermatitis de contacto

Láser de erbio:YAG + erbio:YAG (pulso largo) subablativo en emisión simultánea^{29,30}. El objetivo es obtener efectos parejos al anterior mediante dosis ablativas y subablativas del láser de erbio:YAG (pulso largos > 1.000 µs). En este caso el efecto subablativo es conceptualmente inferior al del láser de CO₂. Los estudios realizados se presentan como si los efectos obtenidos fueran superiores al del láser de erbio:YAG en modo único, y tan comparables al del láser de CO₂.

Láser de erbio:YAG + erbio:YAG en pulso largo no simultáneos^{31,32}. Esta modalidad, busca el efecto ablativo, y posteriormente el subablativo del láser de erbio:YAG (pulsos largos > 1.000 µs), mediante la aplicación de los mismos a través de pases diferentes de cada uno de ellos. Este sistema aparece como alternativa a las dos anteriores, aunque los resultados están por evaluar. Conceptualmente, es inferior al láser de CO₂ en su difusión térmica.

*Láser de CO₂ + erbio:YAG no simultáneos*³³⁻³⁶. Se trata de la aplicación en pases diferentes de cada uno de estos láseres, buscando los efectos ablativos del láser de erbio:YAG junto al ablativo y de difusión térmica del láser de CO₂. Diferentes estudios permiten mejorar los resultados de cada uno independientemente, tal como la eliminación de la carbonización producida por el láser de CO₂, a través del láser de erbio:YAG.

Indicaciones en el rejuvenecimiento cutáneo

En el tratamiento del rejuvenecimiento debemos tener en cuenta desde la selección del paciente hasta la modalidad a realizar con el láser elegido. Las indicaciones básicas y las contraindicaciones son las que exponemos en las tablas II y III, respectivamente. Existen otras aplicaciones en patología no cosmética, tales como las lesiones hiperplásicas benignas, siringomas, xantelasmas, siliconomas, poloqueratosis actínicas, algunos tatuajes (combinando la técnica con IPL o láser de alejandrita), verrugas planas, etc.

Efectos secundarios y complicaciones

Edema, dolor y eritema, son efectos secundarios normales en el *postresurfacing* inmediato. Según la expe-

riencia actual^{13,17,19,22,37-40} el láser de erbio:YAG y sistemas combinados producen menores complicaciones que el láser de CO₂⁴¹⁻⁴⁴, dado su bajo daño térmico y un mayor control en el tratamiento. Así, podremos asumir como riesgos los mismos que con el láser de CO₂ pero en un menor porcentaje, aunque sin descartar totalmente algunos de ellos (tabla IV). Parte de ellos son imputables a fallos de técnica o a un postratamiento inadecuado.

Presente y futuro inmediato del rejuvenecimiento con erbio:YAG

El rejuvenecimiento cutáneo con láser de erbio:YAG es una técnica útil en el tratamiento del envejecimiento cutáneo. El control preciso del perfil térmico para conseguir una buena ablación y con el mínimo riesgo de efectos secundarios junto con la selección adecuada del paciente nos proporciona un éxito asegurado desde el punto de vista práctico (figs. 2 y 3).

Los efectos clínicos e histológicos del *resurfacing* con láser de erbio:YAG para revertir los efectos del fotoenvejecimiento son notables y reproducibles. El mecanismo exacto por el cual se produce la remodelación dérmica aún no está exactamente establecido. La morbilidad del tratamiento con láser esta claramente relacionada con la profundidad de la ablación y con la cantidad de daño térmico producido. El protocolo de *resurfacing* ideal debe ofrecer un resultado cosmético excelente con el mínimo de morbilidad.

Con la introducción de las nuevas modalidades de aplicación del láser de erbio:YAG mediante los sistemas combinados han aumentado las perspectivas de este tipo de láser, principalmente los de emisión simultánea con láser de CO₂ a dosis subablativas, con los que se obtiene una ablación excelente y un calentamiento dérmico adecuado con menores efectos indeseados que los del láser de CO₂. Ello confiere a estos sistemas un lugar de privilegio en el rejuvenecimiento cutáneo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Alejandro Urrea Arbeláez, director médico de Mediform Group, por su asesoramiento científico.

BIBLIOGRAFÍA

- Kaufmann R, Hartmann A, Hibst R. Cutting and skin-ablative properties of pulsed mid-infrared laser surgery. *J Dermatol Surg Oncol* 1994; 20: 112-118.
- Hohenleutner U, Hohenleutner S, Baumier W, Landthamer M. Fast and effective skin ablation with an Er:YAG laser: determination of ablation rates and thermal damage zones. *Lasers Surg Med* 1997; 20: 242-247.
- Kye YCH. Resurfacing of pitted facial scars with a pulsed Er:YAG laser. *Dermatol Surg* 1997; 23: 880-883.
- Orenstein A. Derma K-controlled thermal profile: compararison of laser irradiation using different laser modes. ESC, 1997.
- Vélez M, Trelles MA, García L. Envejecimiento cutáneo: su tratamiento con láser de CO₂ y Er:YAG. En: Fernández P, editor. *Cirugía estética de párpados y cejas*. Madrid: Ed. Tecnimedia, 1998; 49-54.
- Weinstein C. Erbium laser resurfacing: current concepts. *Plast Reconstr Surg* 1999; 103: 602.
- Adrian RM. Pulsed carbon dioxide and erbium:YAG laser resurfacing: a comparative clinical and histologic study. *J Cutan Ther* 1999; 1: 29-35.
- Kaufman R, Hibst R. Pulsed erbium:YAG laser ablation in cutaneous surgery. *Lasers Surg Med* 1996; 19: 324-330.
- Khatri K, Ross E, Grevelink J, Anderson R. Comparasion of erbium:YAG and CO₂ laser in skin resurfacing. *Lasers Surg Med* 1997; 20 (Supl 9): 37.
- Ross V, Khatri K, Grevelink J, Anderson R. Rejuvenecimiento cutáneo con láser: estudio comparativo entre erbio:YAG y CO₂, una revisión de aproximaciones futuras y recientemente introducidas. *Dermatol Cosmética* 1997; 7: 254.
- Khatri K. The microscopic evaluation of neo-collagenogenesis three years after CO₂ and erbium:YAG laser resurfacing. XX Annual Meeting of the American Society for Laser Medicine and Surgery. Reno, 7-9 de abril de 2000.
- Seckel BR. *Aesthetic Laser Surgery*. Boston: Little Brown and Company, 1995.
- Majaron B, Srinivas SM, Huang HL, Nelson JS. Deep coagulation of dermal collagen with repetitive Er:YAG laser irradiation. *Lasers Surg Med* 2000; 26: 215-222.
- Majaron B, Verkruysse W, Kelly KM, Nelson JS. Non-ablative Er:YAG laser skin resurfacing with repetitive exposure and cryogen spray cooling. *Lasers Surg Med* 2000; 12: 1-2.
- Majaron B, Lukac M, Drmovsek-Olup B, Vedlin B, Rotter A. Heat diffusion and ablation front dynamics in Er:YAG laser skin resurfacing. *SPIE* 1997; 2970: 350-359.
- Goldman MP, Fitzpatrick RF, Manuskiatti W. Laser resurfacing of the neck with the erbium:YAG laser. *Dermatol Surg* 1999; 25: 164-168.
- Alster TS. Cutaneous resurfacing with CO₂ and Er:YAG lasers: preoperative, intraoperative, and postoperative considerations. *Plast Reconstr Surg* 1999; 103: 619-632.
- Alster TS. Cutaneous resurfacing with Er:YAG lasers. *Dermatol Surg* 2000; 26: 73-75.
- Bass LS. Skin resurfacing with erbium:YAG Lasers. *Plast Reconstr Surg* 2000; 105: 462-463.
- Goldberg DJ, Cutler KB. The use of the erbium:YAG for the treatment of class III rhytids. *Dermatol Surg* 1999; 25: 713-715.
- Jiménez G, Spencer JM. Erbium:YAG laser resurfacing of the hands, arms and neck. *Dermatol Surg* 1999; 25: 831-835.
- Ratner D, Tse Y, Marchell N, Goldman MP, Fitzpatrick RE, Fader DJ. Cutaneous laser resurfacing. *J Am Acad Dermatol* 1999; 41: 365-389.
- Goldman MP, Marchell N, Fitzpatrick RE. Laser skin resurfacing of the face with combined CO₂/Er:YAG laser. *Dermatol Surg* 2000; 26: 102-104.
- Trelles MA, García Solana L, Rigau J. The filtrum remodelling with combined Er:YAG/CO₂ laser resurfacing. *J Cutan Laser Therapy* 1999; 1: 225-228.
- Weinstein C. Modulated dual mode erbium/CO₂ lasers for the treatment of acne scars. *J Cutan Laser Therapy* 1999; 1: 203-208.
- Trelles MA, García Solana L, Calderhead RG. Skin resurfacing improved with a new dual wavelength Er:YAG/CO₂ laser system: a comparative study. *J Clin Laser Med Surg* 1999; 17: 99-104.
- Goldman MP, Marchell NL. Laser resurfacing of the neck with the combined CO₂/Er:YAG Laser. *Dermatol Surg* 1999; 25: 923-925.
- Cheng ET, Koch RJ. Regional differences in the secretion of growth factors by facial and chest fibroblasts utilizing blended CO₂ and Er:YAG laser energy: a serum-free study. *Lasers Surg Med* 2000; (supl 12): 4.
- Zachary CB. Modulating the Er:YAG laser. *Lasers Surg Med* 2000; 26: 223-226.
- Goldman MP, Fitzpatrick RE, Rostan E. Comparison of UP CO₂ followed by simultaneous erbium:YAG laser resurfacing with sciton contour combination erbium:YAG resurfacing. *Lasers Surg Med* 2000; (supl 12): 14.
- Newman JB, Lord JL, Ash K, McDaniel DH. Variable pulse erbium:YAG laser skin resurfacing of perioral rhytides and side-by-side comparison with Carbon dioxide laser. *Lasers Surg Med* 2000; 26: 208-214.
- Zelickson B, Kist D. Effect of varied pulse duration and fluence of the CO₂ laser on coagulation and depth of collagen contraction. *Lasers Surg Med* 2000; (Supl 12): 1.
- Millman AL, Mannor GE. Histologic and clinical evaluation of combined eyelid erbium:YAG and CO₂ laser resurfacing. *Am J Ophthalmol* 1999; 127: 614-616.
- McDaniel DH, Lord J, Ash K, Newman J. Combined CO₂/erbium:YAG laser resurfacing of peri-oral rhytides and side-by-side comparison with carbon dioxide laser alone. *Dermatol Surg* 1999; 25: 285-293.
- Cho SI, Kim YC. Treatment of atrophic facial scars with combined use of high-energy pulsed CO₂ laser and Er:YAG: a practical guide of the laser techniques for the Er:YAG laser. *Dermatol Surg* 1999; 25: 959-964.
- Goldman MP, Manuskiatti W. Combined laser resurfacing with the 950-nsec pulsed CO₂ + Er:YAG lasers. *Dermatol Surg* 1999; 26: 160-163.
- Vélez M, Planas M, Urrea A, Gálvez E. Tratamiento del rejuvenecimiento cutáneo con láser de Er:YAG. *Bol SELMQ* 1998; 13: 2-8.
- Weinstein C. Computerized scanning erbium:YAG laser for skin resurfacing. *Dermatol Surg* 1998; 24: 83-89.
- Goldman MP. Techniques for erbium:YAG laser skin resurfacing: initials pearls from the first 100 patients. *Dermatol Surg* 1997; 23: 1219-1225.
- Harrington A, Weiss A, Weiss MA. Periorbital skin resurfacing using an Er:YAG 350 µs pulse: results in 50 patients. *Lasers Surg Med* 1998; (Supl 10): 34.
- Weinstein C, Pozner JN, Ramirez OM. Complications of carbon dioxide laser resurfacing and their prevention. *Aest Surg J* 1997; 17: 216-225.
- Nanni CA, Alster TS. Complications of cutaneous laser surgery. *Dermatol Surg* 1998; 24: 209-219.
- Roberts TL, Lettieri JT, Ellis LB. CO₂ laser resurfacing: recognizing and minimizing complications. *Aest Surg J* 1996; 16: 142-149.
- Fulton JE. Complications of laser resurfacing: Methods of prevention and management. *Dermatol Surg* 1997; 24: 91-99.