

**LÁSERES FRACCIONALES EN EL TRATAMIENTO DE
CICATRICES DE ACNÉ Y POSTQUIRÚRGICAS:
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA**

Dr. Diego Fernando Betancourt M.

Dra. Zamira Yanine

Universidad del Rosario

Facultad de Medicina

Especialización en Medicina Estética y Aplicación Láser

Bogotá, Julio de 2010

Universidad del Rosario, Facultad de Medicina

Láseres fraccionales en el tratamiento de cicatrices de acné y postquirúrgicas

Investigador principal: Dra. Zamira Yanine

Investigador secundario: Dr. Diego Fernando Betancourt Marín

Asesor metodológico: Dr. Milciades Ibáñez

Tipo de investigación: postgrado Medicina Estética

Tipo de entidad: Universidad Privada

Representante Legal: Dr. Hans Peter Knudsen

Dirección: Carrera 24 # 63C-69, Bogotá DC; teléfono 3474570

Ciudad: Bogotá DC, Julio 30 de 2010

Cundinamarca

“La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Agradecimientos

A Dios mi luz y mi Salvador...

Al Dr. Milcíades Ibáñez por su apoyo y colaboración,

A la Dra. Martha Rivero por su valioso aporte y acompañamiento,

*A la Universidad del Rosario porque me dio la oportunidad de surgir como especialista y
ha cambiado mi vida para bien...*

Dedicatoria,

A mi esposa e hijos por su amor, comprensión y paciencia,

A mis padres y hermanos por estar siempre a mi lado.

Guía de contenido

	Página
Guía de contenido	6
Lista de tablas	7
Resumen	8
I. Introducción	9
II. Marco teórico	11
III. Justificación	26
IV. Pregunta de investigación	28
V. Objetivos	29
VI. Formulación de hipótesis	30
VII. Metodología	31
VIII. Aspectos éticos	45
IX. Organigrama	46
X. Cronograma	47
XI. Presupuesto	48
XII. Resultados	49
XIII. Discusión	63
XIV. Conclusiones	66
XV. Recomendaciones	67
Referencias bibliográficas	68
Anexo 1	72

Lista de tablas

		Página
Tabla 1	Definición de variables independientes	34
Tabla 2	Definición de variables dependientes	35
Tabla 3	definición de variables de confusión	36
Tabla 4	Niveles de evidencia según Oxford Centre for Evidence-based medicine levels of evidence, May 2001	40
Tabla 5	Grados de recomendación según Oxford centre for evidence based medicine levels of evidence. Mayo 2001	41
Tabla 6	Selección final de estudios controlados	47
Tabla 7	Estudios excluidos	48
Tabla 8	Estudios incluidos	49
Tabla 9	Diseño específico de estudios incluidos	50
Tabla 10	Descripción de resultados de estudios incluidos	53
Tabla 11	Comparación de resultados de estudios incluidos	60
Tabla 12	Comparación eficacia y seguridad terapéutica estudios Incluidos	62
Gráfica 1	Flujograma recolección de la información	49

Resumen

Introducción: el tratamiento de cicatrices de acné y postquirúrgicas con láseres fraccionales abre una frontera en el manejo de una patología con una alta incidencia alrededor del mundo y sobre la cual no existe un tratamiento gold-standar.

Objetivo: determinar la efectividad de los láseres fraccionales en el manejo de cicatrices post acné y postquirúrgicas y al determinar los eventos adversos más comunes asociados al uso de esta tecnología.

Materiales y métodos: Se realizó una búsqueda sistemática (Cochrane, Pub Med, Science Direct, Ovid, Hinari, Interscience y Lilacs,) de ensayos clínicos controlados publicados hasta diciembre de 2009. Se seleccionaron cuatro ensayos clínicos controlados aleatorizados con base en su calidad metodológica y se extrajeron los siguientes datos: tamaño de la muestra, parámetros, tipo de cicatrices, resultados, eventos adversos y grado de satisfacción. Igualmente se estudiaron una amplia variedad de revisiones en cuanto a la fisiopatología, morfología y severidad de las cicatrices y los métodos actuales de tratamiento.

Resultados: la tecnología fraccional es efectiva en el tratamiento de cicatrices de acné y post-quirúrgicas al lograr mejoría en textura, color y aspecto general, que osciló entre el 50 y 70% evidenciada en los estudios incluidos en la revisión (24, 25, 26, 27). La satisfacción de los pacientes superó el 60%. Se observó una baja incidencia de efectos adversos de carácter leve y transitorio, corta incapacidad y la principal de ellas fue la hiperpigmentación postinflamatoria.

Conclusión: la fototermólisis fraccional es efectiva y segura en el tratamiento de cicatrices de acné y post-quirúrgicas y presenta ventajas frente a otros sistemas (26, 27). Los métodos que combinan diferentes láseres aportan un mayor beneficio.

Palabras clave: fototermólisis fraccional, láseres fraccionados, cicatrices post-acné, cicatrices postquirúrgicas, cicatrización.

I. Introducción

Las cicatrices post-acné, observadas en adolescentes y adultos jóvenes, constituyen un problema estético común. Estas son el resultado del compromiso en la producción de colágeno durante el proceso natural de cicatrización, que genera depresiones topográficas en la superficie de la piel. Debido al compromiso dérmico presente en las cicatrices de acné, particularmente en las cicatrices tipo pica-hielo esta condición puede resultar difícil de tratar efectivamente si no se utilizan métodos capaces de afectar la remodelación dérmica. Una amplia variedad de modalidades terapéuticas han sido empleadas para este fin, cada una con diferentes resultados. (1, 2, 3, 4).

Tanto las cicatrices atróficas, encontradas principalmente como secuelas de acné, como las cicatrices hipertróficas asociadas en su mayoría a procedimientos quirúrgicos, constituyen actualmente un reto terapéutico que merece la atención de la comunidad médica y científica, con el propósito de generar opciones eficaces que combatan el sufrimiento físico y psicológico de quienes las padecen. (5)

Con la introducción de la fototermólisis fraccional tecnología capaz de emitir luz en forma pixelada a la piel produciendo micro-zonas térmicas de tratamiento (MTZ), se abrió una nueva ventana para el manejo las cicatrices. El nuevo principio de emisión fraccionada de la luz para crear pequeñas columnas de lesión térmica contrastó con el resurfacing de piel ablativo en el cual se induce un patrón uniforme y volumétrico de daño térmico tisular. Los hallazgos clínicos de Manstein y colaboradores (5, 6) fueron correlacionados con cambios histológicos únicos. Se observó que el daño térmico inducido por las MTZ ocurría a una profundidad importante dentro de la dermis y a pesar de ello, la re-epitelización ocurría rápidamente. El seguimiento demostró una mejoría clínica significativa del área tratada que se correlacionada con los cambios histológicos que la soportaron. (5, 6).

Basados en los principios de esta tecnología, capacidad de penetración en la piel, afectación positiva de la reorganización dérmica y rápida recuperación y en los ensayos clínicos existentes se propuso demostrar la eficacia de los sistemas láseres fraccionales

ablativos y no ablativos en el manejo de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas mediante la revisión sistemática de los trabajos publicados hasta diciembre de 2009.

II. Marco teórico

1. Soporte científico de la Fototermólisis Fraccional

La fototermólisis fraccional está soportada en un concepto que involucra la aplicación de haces de luz fraccionada o pixelada, la cual induce pequeñas zonas focales de daño térmico. Estas zonas pixeladas de tratamiento están característicamente rodeadas de tejido normal no tratado, por lo cual el proceso de re-epitelización tiene lugar de un modo significativamente más rápido. (3, 5, 6) El daño tisular creado con la fototermólisis fraccional estimula el proceso de remodelación del colágeno, el depósito de nuevo colágeno y la formación de tejido elástico. Esos cambios moleculares son postulados como los responsables de la mejoría clínica vista con la fototermólisis fraccional. Dentro de la fototermólisis fraccional los parámetros del láser pueden ser programados para producir diferentes columnas tridimensionales de daño con variadas formas y profundidades. Los estudios histológicos realizados por Manstein y colaboradores, usando tinción para viabilidad celular midiendo láctico deshidrogenasa (LDH), demostraron necrosis celular dermo-epidérmica con MTZs de 100 μm las cuales se extendían a una profundidad de 400 μm . Después de tres meses no se encontró evidencia de MTZs. La reparación del defecto epidérmico ocurrió rápidamente –dentro de las primeras 24 horas- a través de la migración de queratinocitos y la extrusión del componente epidérmico dañado, por fuera de la columna de daño térmico. Adicionalmente poco tiempo después del tratamiento en la parte más inferior de las MTZs se observó cambios morfológicos consistentes en conversión de células cuboidales estacionarias a células migratorias. Este cambio a nivel del fenotipo celular se postula como el responsable de la rápida recuperación después de la fototermólisis fraccional. (6, 7, 8, 9). Aunque se observó necrosis en dermis y epidermis a nivel de las MTZs, el estrato corneo permaneció histológicamente intacto, por ello el resurfacing conseguido usando la máquina prototipo fue llamado “no ablativo”. Hantash y colaboradores validaron con estudios histológicos y de inmunohistoquímica como el material dérmico desnaturalizado es incorporado a las columnas de detritus necróticos epidérmicos microscópicos (MENDs), vaciado a la epidermis y finalmente exfoliado a través del estrato corneo. La fototermólisis fraccional es la primer tecnología de láser fraccional no

ablativa que genera la extrusión de material dérmico dañado a través de una perforación de la unión dermoepidérmica. Dado el novedoso mecanismo de daño y reparación, Hantash y colaboradores especularon que la fototermólisis fraccional puede aportar una opción terapéutica única para una variedad de condiciones clínicas de la piel como son desórdenes pigmentarios, alteraciones de la cicatrización, fotoenvejecimiento y enfermedades de depósito como millio coloide, mucinosis y amiloidosis.(6, 7)

Con las tecnologías disponibles actualmente se crean MTZs que no superan los 400-500 μm de diámetro y pueden penetrar en la piel a unas de 1.300 μm dependiendo de la longitud de onda, el pulso de energía y la máquina elegida. Así mismo, dependiendo de los parámetros elegidos de energía por MTZ y la densidad de las MTZs por centímetro cuadrado, un porcentaje del tres por ciento al 70% de la zona afectada puede ser efectivamente tratada. La energía empleada se halla por tanto determinada por la profundidad que se desea alcanzar. (9, 10) La densidad de las MTZs y la cantidad de espacio entre ellas puede variar para un nivel de energía dado. Por ejemplo, cuando hablamos de densidades de 400, 1.600 y 6.400 MTZs/cm², estas corresponden a distancias entre MTZs de 500, 250 y 125 μm respectivamente. La densidad total en una sesión de tratamiento es calculada multiplicando el número de pases por la densidad programada. (9, 10,). Otro parámetro igualmente importante es el ancho de pulso o duración de la exposición, el cual en promedio oscila entre tres y 30 milisegundos. (10)

Otra característica importante de la tecnología fototermólisis fraccional es el cromóforo sobre el cual hace blanco. Todas las máquinas fraccionales existentes en el mercado hasta el momento utilizan el agua como diana. Esto permite el daño térmico selectivo a varias estructuras que contienen agua tales como el colágeno, los vasos sanguíneos y los queratinocitos epidérmicos. El daño térmico así inducido conduce a recambio epidérmico e inducción del colágeno y soporta su uso en patologías donde se requiere remodelación de la matriz dérmica, reorganización del colágeno existente o afectación de vasos sanguíneos como en el caso de las cicatrices postquirúrgicas, que por lo general cursan con hipertrofia. (9, 11,).

2. *Cicatrices de acné*

El acné constituye una patología muy común con una prevalencia estimada en los adolescentes del 95% para los varones y del 85% para las mujeres. Este porcentaje disminuye ampliamente hacia los 25 años, pero se ha calculado que el 1% de hombres y mujeres mayores de 40 años pueden tener lesiones de acné. Por si solo el acné representa ya una condición que desde sus inicios altera la auto-percepción de los adolescentes. En el 99% de los casos afecta la cara y se encuentra asociado a dificultades para proyectarse en el ámbito laboral e interpersonal. Las cicatrices post-acné ocurren tempranamente en el desarrollo del acné y llegan a afectar algo más del 95% de quienes la padecen (9), aunque diversas fuentes bibliográficas reportan su incidencia alrededor del 14-15% (12, 13, 14). El tratamiento adecuado y oportuno contra el acné debe ser precoz, ya que todos los tipos de acné, desde el pápulo-pustular hasta el nódulo-quístico, pueden causar cicatrices. (1, 4)

Las cicatrices de acné afectan pacientes de todos los grupos étnicos, hombres y mujeres. Los tratamientos de cicatrices de acné incluyen subsición, peelings químicos, rellenos, sistemas de láser, dermabrasión, excisión con punch e injertos de grasa. Esos tratamientos han mostrado diversos grados de éxito y eventos colaterales asociados. La fototermólisis fraccional ha demostrado que mejora cicatrices quirúrgicas, cicatrices hipopigmentadas y cicatrices atróficas de acné. (1)

3. *Evolución de una lesión inflamatoria de acné hasta llegar a cicatriz*

Las cicatrices de acné se inician con la evolución de un comedón no inflamatorio a una lesión inflamatoria que se rompe a través de la sección infrainfundibular debilitada. El resultado de la ruptura folicular es el absceso perifolicular; estos abscesos irrumpen al estrato corneo y se descargan a través de la piel. Este fenómeno puede ser reparado sin generar cicatrices en 7-10 días. La reacción inflamatoria normalmente es encapsulada por células epidérmicas y apendiculares con el fin de detener el proceso y reparar el daño. Si este proceso se lleva a cabo completamente, la lesión se resuelve sin contratiempos. Cuando la encapsulación es incompleta, ocurre la ruptura folicular. El resultado puede

generar una apariencia de comedones abiertos agrupados con múltiples canales, caracterizados histológicamente por tractos fistulosos. Estas fístulas pueden llegar a ser tan grandes que incluso se desarrolle tejido normal por encima del tejido cicatricial, a manera de puente. Otras formas del resultado clínico de una cicatriz dependen de la extensión y profundidad de la inflamación. Cuando ocurre una inflamación dérmica severa, una necrosis total del folículo, genera una cicatriz en el sitio. Si la inflamación es severa y especialmente si ocurre una ruptura folicular profunda, la inflamación se extenderá más allá del medioambiente del folículo piloso hasta el subcutis, a lo largo de canales vasculares y alrededor de glándulas sudoríparas. Este fenómeno induce la formación de una cicatriz profunda por destrucción de la grasa subcutánea. Si la inflamación es muy profunda la descarga transepidérmica no es viable para resolver el absceso. Como la reparación ocurre en un intento de encapsular la inflamación profunda, se formarán pápulas, nódulos y quistes. El acné nódulo-quístico corresponde en realidad a comedones cerrados gigantes. (1, 2, 3)

a. Cicatrices atróficas de acné

Cuando se considera el contorno de la cicatriz y su aspecto topográfico como resultado del proceso inflamatorio que la generó, ella puede ser atrófica o hipertrófica (hiperplásica). Las cicatrices que cursan con pérdida de tejido (atróficas) son mucho más comunes en el acné que aquellas que generan engrosamiento cutáneo. La mayoría involucra tejido dérmico pero puede también comprometer la grasa subcutánea. Todas las cicatrices experimentan fases de reparación incluyendo inflamación, granulación y formación de tejido con fibroplasia, neovascularización, contracción de la herida y remodelación tisular. (1, 2, 4)

Las cicatrices atróficas se clasifican según su presentación clínica en onduladas (rolling-scar) que son generalmente superficiales, suaves y de bordes no definidos; pica-hielo (ice-pick) que son profundas pero con abertura epidérmica estrecha y en vagón (boxcar) que se caracterizan clínicamente por bordes nítidos cortantes y fondo plano con una profundidad variable. (1, 2, 3, 7)

b. Sistema cualitativo de evaluación global de las cicatrices post-acné

Un sistema cualitativo de evaluación global de las cicatrices es diferente de la clasificación individual de una cicatriz.

Cicatrices de acné grado 1: cicatrices maculares de acné y marcas. El primer grado lo constituyen los cambios maculares observados independientemente de la distancia y no representa como tal un cambio en el contorno de la lesión sino en el color. Por ende son lesiones planas cuyo color puede variar del rojo al blanco o involucrar varias tonalidades que van del pardo al negro.

Cicatrices de acné grado 2: atrofia o hipertrofia leve. Este grado incluye cicatrices que pueden no ser obvias a distancias sociales de 50 centímetros o más y puede ser camuflada por maquillaje, por una barba suave o por el pelo de la piel si es extrafacial.

Cicatrices de acné grado 3: atrofia o hipertrofia moderadas. Estas lesiones son obvias a distancias mayores de 50 cm y no son camufladas fácilmente con maquillaje ni por la barba o el pelo corporal, pero son susceptibles de ser aplanadas por compresión manual de la piel. Equivalen a las cicatrices atróficas tipo rolling (onduladas) y a las boxcar suaves; también se incluyen las cicatrices hipertróficas y queloides moderados.

Cicatrices de acné grado 4: atrofia o hipertrofia severas. Este representado por cicatrices atróficas o hipertróficas severas que son obvias a distancias sociales de 50 cm o más y no son camufladas por el maquillaje, la barba o el pelo extra-facial. No pueden ser aplanadas por compresión externa de la piel. Este grupo comprende las cicatrices en pica-hielo (ice-pick), puentes y túneles, cicatrices profundas tipo boxcar (en vagón) y cicatrices hipertróficas y queloides severos. (12, 13).

c. Cicatrices Post-quirúrgicas

Las cicatrices son una complicación común entre los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos, heridas traumáticas o quemaduras. Estas pueden ser

dolorosas y pruriginosas y afectan entre el uno y medio por ciento y el cuatro y medio por ciento de la población general.

Este tipo de cicatrices generalmente corresponde a estructuras elevadas, firmes y eritematosas; estas características tisulares de deben en parte a un aumento local en el lecho micro-vascular. Las cicatrices hipertróficas postquirúrgicas son principalmente un asunto de orden estético. Sin embargo algunas lesiones pueden causar contracturas, las cuales pueden degenerar en pérdida de la función si se hallan sobre una articulación. El mecanismo de formación de cicatrices hipertróficas aún no se halla completamente entendido. La abundante acumulación de colágeno y la fibroplasia pueden resultar de ambos, excesiva síntesis de colágeno, fibrina y proteoglicanos o deficiente degradación y remodelación de la matriz extracelular. El tratamiento de las cicatrices hipertróficas también constituye un reto debido a la alta tasa de recurrencias y la incidencia de efectos adversos asociados al tratamiento. El láser de tinta pulsada o Pulse-Dye-Laser (PDL) de 585-595nm, el cual se basa en el principio de la fototermólisis selectiva, es el estándar actual para el tratamiento de las cicatrices hipertróficas. Sin embargo varios estudios clínicos han demostrado que una mejoría completa en color y grosor de las cicatrices no se alcanza con una sesión de tratamiento y que por el contrario se requieren de múltiples sesiones para obtener un buen resultado. Más aún, en algunos casos, las cicatrices hipertróficas responden pobremente al PDL. (2, 3, 6, 9)

4. Tipos de láseres fraccionales

Las tecnologías fraccionales pueden ser divididas en dos grandes categorías principales basadas en la afinidad de las longitudes de onda por el agua. Aquellas máquinas que trabajan con longitudes de onda que son altamente absorbidas por el agua son llamadas ablativas. Incluyen el erbium yttrium aluminium garnet (Er:YAG, 2.940 nm), el yttrium yttrium gallium garnet (YSGG, 2.790 nm) y los láseres de dióxido de carbono (CO₂) de 10.600 nm. Aquellas máquinas con longitudes de onda absorbidas sólo de forma moderada, son los no ablativos: 1.410 nm, 1.440 nm, 1.540 nm y 1.550 nm, conocidos como Erbio:Glass o erbio suave. (9, 10, 14)

a. Láseres fraccionales no ablativos

Las máquinas de láser no ablativas tales como el Nd:YAG (neodimium de 1.064nm y 1.320nm), comúnmente usan los principios de la fototermólisis selectiva, haciendo blanco en la hemoglobina como su cromóforo. Estos láseres inducen daño térmico de la dermis que contiene vasos sanguíneos. Debido a la ausencia de vascularidad en la epidermis, las capas superficiales no son afectadas. Como estos láseres también tienen la melanina como cromóforo, se necesita un sistema de enfriamiento superficial de la piel para evitar daño térmico de la epidermis. El avance en la terapia láser no ablativa, conocida como fototermólisis fraccional, introducida hace pocos años por Manstein y colaboradores, ha permitido el tratamiento de un amplio número de condiciones cutáneas con ventajas claras en eficacia, eventos adversos y recuperación. La fototermólisis fraccional no ablativa ha sido usada para un amplio espectro de condiciones de la piel. Las reportadas en la literatura incluyen cicatrices de acné, discromías, fotoenvejecimiento de cara, cuello y manos, poikiloderma de Civate y melasma entre otros, dado que comparte los principios de la fototermólisis selectiva lo cual le permite hacer blanco en cromóforos limitados. (5, 7, 13, 14).

b. Láseres fraccionales ablativos

El resurfacing de piel fotodañada con sistemas de láser ablativos, representa una modalidad bien conocida y tratamientos estandarizados de procedimientos de rejuvenecimiento disponibles. Varios estudios controlados han demostrado la eficacia clínica de esas técnicas usando láseres infrarrojos como el dióxido de carbono (CO₂) de 10.600 nanómetros o el erbio: yttrium-aluminium-garnet (Er: YAG) de 2.940 nanómetros. Ambos láseres tienen como cromóforo el agua y son comúnmente usados para rejuvenecimiento y tensado de piel. En la práctica clínica, los sistemas láser ablativos puros presentan limitaciones importantes debido a la incapacidad médica significativa para el paciente y los efectos colaterales asociados. (5)

Recientemente Hantash y colaboradores (2007) describieron por primera vez el uso de un láser fraccional ablativo de dióxido de carbono (CO₂) que produjo, de manera similar, una descarga de MTZs de densidad y profundidad variables pero que resultó en una lesión confluyente de ablación y coagulación que se extendió a través del estrato corneo, epidermis y dermis. En el estudio *in vivo* inicial se demostraron los cambios histológicos y efectos clínicos de este prototipo; Hantash y colaboradores demostraron por inmunohistoquímica que la remodelación del colágeno persistía por lo menos tres meses después del tratamiento (15.). Con el mayor grado de daño generado por el láser CO₂, los autores predijeron un mayor y más prolongado efecto sobre la inducción de nuevo colágeno y sobre la remodelación del colágeno dérmico. Varios reportes iniciales en la literatura han evaluado la eficacia clínica de los láseres fraccionados ablativos CO₂ y Er: YAG y han confirmado la hipótesis de Hantash y colaboradores en cuanto a que este tipo de resurfacing produce mejoría en los signos de fotoenvejecimiento cutáneo, discromía, piel moteada y textura, análogo a lo que previamente solo se conseguía con el tradicional resurfacing ablativo. Algunos reportes recientes han confirmado la eficacia de la fototermólisis fraccional en el tratamiento de cicatrices de acné moderadas a severas y fotoenvejecimiento moderado a severo. Además algunos estudios recientes hechos en diferentes áreas de un mismo rostro han confirmado que el grado de mejoría con resurfacing fraccional ablativo significativamente sobrepasa el prototipo fraccional no ablativo con una incapacidad ligeramente más larga y un perfil de efectos colaterales similar. (4, 7, 16)

c. *Láseres fraccionales disponibles*

- Fraxel SR 750, Reliant Technologies Inc., Mountain View, California, USA. Es la máquina prototipo de los sistemas láseres fraccionales. El pulso de energía oscila entre 6mJ/MTZ (penetra 442µm y genera una lesión de 81µm de diámetro) y 70 mJ/MTZ (penetra 1.359 µm y genera una lesión de 180 µm). Recibió aprobación de la FDA en 2004 para el tratamiento de piel fotodañada y rejuvenecimiento cutáneo. (Sindy Hu, 2009).

- Fraxel Re:store, Reliant Technologies Inc., Mountain View, California, USA: fibra de erbio de 1.550 nm
- Fraxel Re:fine, Reliant Technologies Inc., Mountain View, California, USA: fibra de erbio de 1.410 nm.
- Fraxel Re: pair, Reliant Technologies Inc., Mountain View, California, USA: láser fraccional de CO₂ de 10.600 nm.
- Affirm, Cynosure: láser Nd:YAG de 1.440 nm
- Affirm CO₂, Cynosure: láser de CO₂ de 10.600 nm
- Pixel, Alma Lasers, Buffalo Grove, Illinois, USA: Erbio:YAG de 2.940 nm
- CoScan-5000, Stratek, Inc., CO₂ fraccionado de 10.600 nm. Anyang, Corea del Sur.
- Harmony XL, PIXEL. Alma Lasers, Buffalo Grove, Illinois, USA: fraccionado de Erbio:YAG 2.940 nm
- Pixel CO₂, Alma Lasers, Buffalo Grove, Illinois, USA: fraccional de CO₂ de 10.600 nm con dos piezas de mano: 50 mm y 100 mm.
- Starlux, 2940, 1540 y 1440 nm. Palomar Medical Technologies, Inc. USA: láseres fraccionados de Erbio y Erbio:Glass.
- ProFractional, Sciton: Erbio:YAG 2.940 nm
- Mosaic, Lutronic Corporation, Gyeonnggi, Korea: Erbio:Glass de 1.550 nm
- Ultrapulse Encore, Lumenis, Santa Clara, California, USA: láser fraccional de CO₂. Presenta un modo Active FX y un modo Deep FX.
- Pearl, Cutera: láser fraccional YSGG de 2.790 nm
- Juvia CO₂ Fractional, Ellipse: láser fraccional CO₂ de 10,600 nm
- Dermablade, MCL 30, Ascelpion, Jena, Germany: láser micro-fraccional de Er:YAG
- Mixto Sx, Slim Evolution, Lasering, Modena, Italy: laser micro-fraccional de CO₂, 10.600 nm
- Clinipro Antiaging SD, Barcelona, Spain: tecnología CO₂ fraccional de 10.600 nm.

- Fotona, Laser Fotona: equipo dual con Erbio 2940 nm fraccionado y Nd:YAG 1064 nm

5. *Otras modalidades terapéuticas para el tratamiento del acné*

Existe una amplia variedad de tratamientos y modalidades terapéuticas que han sido desarrolladas para el tratamiento de cicatrices de diverso origen. Algunas de ellas vienen siendo practicadas desde hace muchos años. Los resultados observados hasta el momento son moderados y a veces contradictorios. Aquí se mencionan algunas de las técnicas más usadas:

a. Dermabrasión

Fue el primer avance en el tratamiento de las cicatrices de acné. La dermabrasión puede ser realizada con una amplia variedad de instrumentos y máquinas. Elementos aserrados, brochas metálicas, cepillos, puntas de diamante, etc., han sido utilizados con diferentes resultados. El procedimiento tiene por finalidad barrer la cicatriz hasta la dermis papilar, aunque en cicatrices severas pueden llegar hasta la dermis reticular. La terapia agresiva está asociada con una alta tasa de complicaciones como hipopigmentación y empeoramiento de la cicatriz.

La microdermoabrasión utiliza cristales de aluminio y se ha propuesto su utilidad en el tratamiento de cicatrices faciales. Pequeños cristales de óxido de aluminio son expelidos hacia la piel del paciente, abrasando la piel a manera de micro-laceraciones. Luego los cristales son aspirados, retirados y descargados fuera del sistema. Se requieren múltiples sesiones pero la eficacia en el tratamiento de cicatrices post-acné aún es incierta. (2, 5, 11)

b. Peelings Químicos

Los peelings químicos son procedimientos frecuentemente usados para tratar alteraciones cutáneas como melasma, fotoenvejecimiento, acné y cicatrices de acné, entre otros. Existe una amplia variedad de peelings que pueden ser usados dependiendo de la

profundidad que se desea obtener (11, 18). Justamente el factor profundidad determina una serie de respuestas en la piel:

- Estimulación del crecimiento epidérmico a través de la remoción del estrato corneo.
 - Destrucción de capas cutáneas dañadas, impulsando la regeneración tisular hacia una condición normal, como en el caso de queratosis actínicas y discromías pigmentarias.
 - Inducción de una reacción inflamatoria en capas cutáneas profundas generando síntesis de nuevo colágeno y depósito de matriz extracelular en la dermis.
- (19)

Los agentes más comúnmente usados son los alfa-hidroxiácidos, la solución de Jessner, el resorcinol y el ácido tricloroacético. La aplicación de peelings químicos suaves repetidos y con combinaciones de resorcinol, ácido salicílico, ácido láctico y ácido glicólico, son probablemente útiles en el manejo de cicatrices superficiales antiguas (1, 2, 18).

c. Ácido tricloroacético (TCA)

Es considerado el método peeling más eficaz en el tratamiento de fotoenvejecimiento y cicatrices. Estudios histológicos y ultraestructurales han demostrado que este procedimiento induce renovación de la polaridad epidérmica, reducción de cuerpos intracitoplasmáticos epidérmicos, estimulación fibroblástica y neocolágenesis tipo I, cambios visibles clínicamente un mes post-procedimiento. El uso de ácido tricloroacético debe ser cuidadoso y requiere un adecuado entrenamiento. Los resultados son variables y la posibilidad de complicaciones debe ser contemplada. Los peelings de ácido tricloroacético a concentraciones de 30 a 50% han mostrado excelentes resultados en cicatrices post-acné, especialmente en casos de cicatrices moderadas (18, 26).

La aplicación focal de ácido tricloroacético, conocida también como técnica CROSS, ha despertado el interés en el tratamiento de cicatrices de acné tipo pica-hielo pequeñas, las cuales siempre han sido de difícil manejo. Esta técnica requiere el uso de

altas concentraciones (60-100%) y debe ser usado en múltiples sesiones hasta que el centro de la cicatriz se observe aplanada, haciéndola cosméticamente más aceptable. (11, 18, 26).

d. Subsición

Esta técnica involucra el rompimiento de la base de la cicatriz con la consecuente liberación de tractos fibrosos que anclan la cicatriz a la profundidad. . La sangre acumulada bajo el defecto y posterior organización resulta en la formación de tejido conectivo. Esta técnica puede producir corrección de la cicatriz a largo plazo, aunque una sesión no es suficiente. Tratamientos secuenciales tienen mejores resultados. Viene siendo usada hace varios años y se constituye en una alternativa cuando se usa con métodos combinados como implantes de colágeno, injertos dérmicos y micro-lipoinyección. La técnica involucra la inserción de una aguja de Nokor, una cánula o una aguja hipodérmica 18-26 Gauge. La profundidad de la inserción depende del tipo de cicatriz, recomendando así incisiones dérmicas para cicatrices superficiales e incisiones subdérmicas profundas para los casos más severos. Inicialmente se realiza un movimiento de tunelización adelante-atrás similar al de una liposucción. Esta tunelización permite la liberación de la base de la cicatriz de sus anclajes profundos. La depresión inicial será visiblemente elevada. Algún grado de sangrado parece ser útil para evitar un re-anclaje prematuro. La organización final de la equimosis parece ser la responsable del depósito del nuevo colágeno. El edema y el sangrado local son eventos adversos esperados, su resolución tarda una a dos semanas. La recuperación parcial es normalmente vista tras una sesión y las sobre-correcciones se presentan entre el cinco y el diez por ciento de los casos. Este método resulta útil en casos de cicatrices atróficas, moderadas y aisladas. (2, 3, 11)

e. Aumento tisular

Útil en pacientes con pocas cicatrices. Se deben elegir materiales de relleno de duración temporal con densidades apropiadas. Dentro de las principales precauciones se debe tener en cuenta la sobre-corrección y abstenerse de usar sustancias con perfiles de comportamiento desconocido como las siliconas. Entre las sustancias más usadas y

recomendadas se encuentran el colágeno humano o bovino (Zyderm® Cosmoderm®) y las preparaciones de ácido hialurónico (Restylane®, Juvederm®, Perfectha®, etc.). Existen reportes de uso con sustancias de larga duración como poliacrilamidas y siliconas; su uso actualmente es discutido y requiere alto grado de entrenamiento (2, 11)

f. Perforado de piel con aguja (skin rolling)

También llamada terapia de inducción de colágeno, consiste en la perforación secuencial y sistemática del área de la cicatriz, generalmente con una aguja 30 gauge y a una profundidad controlada de dos a tres milímetros. Para grandes áreas puede resultar útil el uso de pistolas para tatuaje o los sistemas de rodillos con puntas perforadoras, (ya disponibles en el mercado colombiano). Esta técnica induce un trauma dermo-epidérmico no específico. La lesión epidérmica resuelve rápidamente por migración transepidérmica, pero la lesión dérmica se recupera por remodelación del colágeno, el cual es el objetivo final. El método resulta útil en áreas faciales y extrafaciales, pero debe ser evitado en la nariz y zonas periorbitales. Se observan buenos resultados cuando se combina con otros métodos como láseres vasculares, subsición, etc. (2, 3)

g. Terapia citotóxica intralesional

Tradicionalmente los corticoides de alta potencia han sido los medicamentos de elección para la aplicación intralesional de cicatrices hipertróficas y queloides. Existe un creciente interés en el uso del fluorouracilo y de la bleomicina intralesionalmente en este tipo de cicatrices. El fluorouracilo es usualmente utilizado a una concentración de 50 mg/ml mezclado en una relación 80:20 con corticoides de baja potencia, aunque también puede ser usado solo. Aproximadamente se usa un mililitro por sesión y de una a tres décimas de mililitro son suficientes para tratar una cicatriz individual. A nivel molecular el fluorouracilo parece ser un potente inhibidor de la señal SMAD sobre el factor transformante del crecimiento- β (TGF- β), la cual es capaz de bloquear la inducción del TGF- β , a través de la regulación de la expresión génica. El TGF- β tiene una acción positiva determinante sobre la neocolagénesis. (2, 3, 11)

h. Láseres vasculares

En 1995 se reportó la utilidad del láser de tinta pulsada (PDL) en cicatrices queloides post-externotomía con mejoría en tamaño, color, textura y prurito. Estudios posteriores han confirmado sus bondades, pero actualmente se considera que se requieren muchas sesiones y los resultados esperados no son siempre los mejores. Este tipo de láseres selectivamente remueven vasos sanguíneos no deseados y estructuras pigmentadas. El PDL fue el primer láser que se desarrolló basado en la teoría de la fototermólisis selectiva. Los sistemas PDL de generación más reciente de 595 nm, tienen una mayor profundidad de penetración una duración de pulso ligeramente más largo. El calor transmitido a las estructuras vasculares se hace más suavemente y la púrpura que pueden generar es menos profunda y de menor duración. Existen reportes de resultados favorables en el tratamiento de cicatrices tipo queleide con PDL combinado con corticoides intralesionales, obteniendo mejorías de 60% en aspecto general, 40% en el eritema y 75% en dolor y prurito. (20, 21, 27).

i. Lipotransferencia

Su principal utilidad se encuentra en el tratamiento de pacientes mayores con cicatrices atróficas de acné, en quienes el proceso de envejecimiento aunado a la atrofia cicatricial da el aspecto irregular de cara caída o en “cascadas”.

La grasa es inyectada a través de una pequeña cánula. Cuando se inyecta dentro de la piel cicatrizada, se realiza primero una subsición para romper la parte superior de la cicatriz y desanclarla de los tejidos profundos. Esto permite un procedimiento más preciso. La grasa debe ser inyectada profundamente en cantidades de una a dos décimas de mililitro por punto, construyendo un soporte para levantar las capas más superficiales. Después de un procedimiento de lipotransferencia se espera que aproximadamente un 50% del tejido trasplantado sea viable y los resultados son objetivamente demostrables en unos tres meses. La sobre-corrección se presenta en un diez por ciento de los procedimientos. La transferencia de grasa es capaz de producir el aspecto juvenil de una cara “llena” en pacientes con cicatrices profundas post-acné. Se requiere de un equilibrio al momento de usar esta técnica sobre todo cuando se requiera usar grandes volúmenes.

Mención especial requiere el manejo de pómulos, mentón, áreas perioculares y las zonas de los temporales. (2, 3)

j. Técnicas con Punch

Existen lesiones con grandes limitaciones para ser tratadas con técnicas de resurfacing como láseres o dermabrasión. Entre estas se encuentran cicatrices con base muy atrófica, al igual que las cicatrices en pica-hielo y las post-herpéticas. Estas son susceptibles de ser tratadas con técnicas de remoción con punch, tales como excisión con punch, elevación con punch y reemplazo con punch. (2, 3)

Se requiere un equipo de punch entre uno y tres milímetro, con incremento progresivo de diámetro de 0,25 mm, lo cual permite realizar procedimientos con gran precisión extrayendo la cicatriz puntiforme con apenas un margen de tejido sano circundante. El sitio tratado cerrará por segunda intención o será suturado para oponer las paredes. Algunos autores demostraron que la combinación de técnicas de punch con dermabrasión o resurfacing con láser permitía una resolución aceptable de la lesión inicial. (2, 3)

III. Justificación

Las cicatrices de acné son una secuela bien conocida y a menudo deformante del acné vulgar. Constituyen una condición cutánea que puede resultar devastadora para quienes las sufren. Las cicatrices post-acné afectan cerca del 90% de los pacientes que padecen acné y su presentación clínica es muy amplia tanto en presentación clínica como en severidad. Las cicatrices de acné se hallan relacionadas con la severidad del cuadro y con el inicio tardío de un tratamiento adecuado (1, 2, 3). En las últimas décadas se han logrado importantes avances en el tratamiento del acné, pero las cicatrices post-acné representan aún un problema con soluciones parciales. De igual manera las cicatrices postquirúrgicas afectan cerca del cinco por ciento de quienes se someten a intervenciones quirúrgicas y tampoco se cuenta con un tratamiento estándar de oro para ellas. La amplia variedad de modalidades usadas en el tratamiento de las cicatrices no han determinado protocolos finales o tecnologías definitivas.

Los láseres ablativos tales como el de dióxido de carbono (CO₂) o el de erbio: yttrium-aluminium-garnet (Erbio:YAG) han sido considerados como el gold estándar en el resurfacing de piel. Quienes reciben este tipo de tratamiento reciben beneficios importantes a nivel de apariencia final, textura y color pero están sometidos a incapacidad médica prolongada y eventos colaterales como eritema, edema cambios pigmentarios y cicatrices. De otro lado, el uso de láseres no ablativos como el de neodimium: yttrium-aluminium-garnet (Nd: YAG) o el diodo, pueden también disminuir la apariencia de las cicatrices sin una incapacidad significativa pero con una menor eficacia. Con el fin de superar los inconvenientes que se presentaban con aquellas modalidades, la fototermólisis fraccional fue recientemente desarrollada. (3, 9, 14, 15)

El presente trabajo de investigación se propuso determinar la eficacia de la fototermólisis fraccional en el tratamiento de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas evaluando mediante una revisión sistemática de la literatura los parámetros más adecuados de tratamiento, así como también la elección de los mejores sistemas, equipos y protocolos enfocados a disminuir el aspecto de dichas cicatrices. En un momento en el que aún no existen tratamientos indiscutidos en este ámbito, se hace necesaria la

búsqueda de un consenso que permita brindar a los pacientes un alivio físico y psicológico a una secuela de carácter irreversible, más aún cuando esta es secundaria a una patología de alta incidencia como lo es el acné. Además existe la oportunidad de beneficiar otro amplio grupo de pacientes, como lo es el de aquellos que padecen cicatrices post-quirúrgicas, que aunque son en su mayoría de presentación hipertrófica, la fototermólisis fraccional podría constituirse en una herramienta de primer orden para su manejo. (10, 15, 16).

Es importante subrayar que la fecha existen muy pocos ensayos clínicos controlados en población latinoamericana y urge encontrar características comunes en sujetos de otras latitudes, que presenten fototipos cutáneos similares a los nuestros, con el fin de establecer similitudes, aplicar protocolos y determinar la seguridad terapéutica de la tecnología en mención

Finalmente, la fototermólisis fraccional no es una herramienta exclusiva de la medicina estética, sino que se actualmente se consolida dentro del armamento terapéutico de otras áreas de la medicina como la dermatología, la cirugía plástica y la oftalmología.

IV. Problema de investigación

El manejo de cicatrices post-acné y postquirúrgicas no cuenta aún con protocolos definitivos de tratamiento. Es necesario establecer criterios aplicables a las diversas presentaciones clínicas y grados de severidad de las mismas. La fototermólisis fraccional ofrece una excepcional oportunidad de mejoría a un sinnúmero de pacientes que alrededor del mundo padecen los rigores de estas patologías. Se requiere una revisión sistemática que contemple ambos problemas y entregue conclusiones que aporten conceptos útiles en el tratamiento de ambos tipos de cicatrices.

1. Pregunta de investigación

¿Cuál es la eficacia de los láseres fraccionales ablativos y no ablativos en el tratamiento de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas y la seguridad terapéutica, en la presencia de eventos adversos en los diferentes fototipos cutáneos?

V. Objetivos

1. *Objetivo General*

Determinar la eficacia y la seguridad terapéutica de los láseres fraccionales ablativos y no ablativos, en el tratamiento de cicatrices de post-acné y post-quirúrgicas, en diferentes fototipos cutáneos.

2. *Objetivos específicos*

Evaluar el grado de mejoría en textura, color y aspecto final de las cicatrices tratadas, así como también el grado de satisfacción de sujetos y observadores de los estudios.

Determinar los eventos adversos más frecuentes secundarios al uso de láseres fraccionales en el manejo de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas

Determinar las ventajas del tratamiento de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas con láseres fraccionales, frente a otros tipos de manejo.

VI. Formulación de hipótesis

1. Hipótesis principal

Los láseres fraccionales muestran eficacia en lograr mejoría de la textura de la piel, el color y el aspecto general de la cicatriz y seguridad en el tratamiento de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas, en los diferentes fototipos cutáneos.

2. Hipótesis nula

Los láseres fraccionales no son eficaces ni seguros en el tratamiento de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas

VII. Metodología

1. *Tipo y diseño general del estudio*

Se trató de una revisión sistemática de la literatura en la cual se recopilaron publicaciones que contemplaron tratamientos de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas con láseres fraccionales hasta diciembre de 2009. Estos estudios fueron analizados para determinar su nivel de evidencia y fueron seleccionados aquellos que contaban con grupos de comparación y mecanismos de aleatorización. Fueron incluidos ensayos clínicos controlados realizados con sujetos de diferentes razas y en diferentes países.

2. *Población de referencia*

Sujetos voluntarios, mayores de 15 años, de ambos sexos, de diversas etnias, nacionalidades y de todos los fototipos cutáneos, que fueron involucrados en sus respectivos países en estudios con láseres fraccionales para el tratamiento de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas, según criterios de selección, publicados hasta diciembre de 2009.

3. *Muestra*

Muestreo consecutivo o secuencial según criterios de búsqueda y selección

a. *Estrategia de búsqueda*

La estrategia se basó en el proceso de recolección, depuración y análisis de artículos pertinentes relevantes para el estudio; el proceso de búsqueda finalizó en diciembre de 2009. En la fase de recopilación de la información se detectaron 1841 referencias bibliográficas de las cuales se extrajeron 47 como estudios relevantes. Una vez clasificados según el diseño del estudio se escogieron 16 de los cuales se tomaron finalmente cuatro, que de acuerdo a su nivel de evidencia correspondían a ensayos clínicos controlados.

4. *Criterios de selección*

a. Inclusión

- Ensayos clínicos controlados aleatorizados, publicados hasta diciembre de 2009
- Estudios realizados a población mayor de 15 años de cualquier etnia y nacionalidad, con cicatrices post-acné o post-quirúrgicas, realizados en sujetos voluntarios de ambos sexos y de cualquier fototipo cutáneo.
- Artículos publicados en inglés, francés, alemán, italiano, portugués, español

b. Exclusión

- Resúmenes (abstracts) de trabajos sin texto completo del artículo y estudios presentados en congresos y convenciones, publicados en las memorias de los mismos sólo a manera de resumen, los cuales fueron no recuperables y no evaluables debido a lo limitado de la publicación.
- Sujetos sometidos a otros tratamientos para cicatrices de acné 1 año antes de iniciado el estudio: peelings, luz intensa pulsada, dermabrasión.
- Pacientes que hayan recibido isotretinoína oral 6 meses antes de iniciar el estudio.
- Pacientes recibiendo tratamientos anticoagulantes
- Pacientes con antecedentes de fotosensibilidad
- Individuos con uso rutinario de cámaras bronceadoras
- Pacientes embarazadas o en período de lactancia
- Sujetos con antecedentes de cicatrización queloide
- Pacientes con inyección de materiales de relleno un año antes de iniciar el estudio

5. *Criterios considerados en los estudios para esta revisión*

- Tipos de estudios: ensayos clínicos controlados
- Población participante: sujetos de investigación

6. *Variables del estudio*

a. Variables independientes

- Láser empleado en el tratamiento
- Parámetros empleados: fluencia, tiempo del pulso, reposo, tamaño del spot, frecuencia,
- Número de tratamientos realizados
- Tiempo transcurrido entre una y otra sesión

b. Variables dependientes

- Mejoría de la cicatriz en apariencia, textura y color posterior a la intervención
- Presencia de eventos adversos atribuibles a la intervención

c. Variables de confusión

- Fototipo cutáneo escala Fitzpatrick
- Edad
- Sexo
- Tipo de la cicatriz
- Tratamientos anteriores

7. Definición de las variables operacionales

Tabla 1. Definición de variables independientes

Nombre de la variable	Definición	Tipo de variable	Nivel de medición	Escala
Láser empleado	Tipo de láser usado para hacer el tratamiento	Cualitativa	Nominal	Erbio suave 1.550 nm CO2 10.600 nm Nd:YAG 1064 nm PDL 595 nm
Parámetros empleados	Características físicas programadas para cada equipo y en las unidades de medida necesarias para realizar el tratamiento	Cuantitativa	Numérica	Fluencia: en Joules/cm ² Energía/MTZ: mJ Tiempo del pulso: en milisegundos Reposo o delay: en milisegundos Tamaño del spot: en milímetros Densidad de tratamiento: en MTZs/cm ²
Cantidad de sesiones	Cantidad de sesiones realizadas	Cuantitativa	Numérica	Número de sesiones realizadas
Intervalo entre las sesiones	Tiempo entre una y otra sesión	Cuantitativa	Numérica	En semanas

Tabla 2. Definición de variables dependientes. Parámetros de efectividad y seguridad

Nombre de la variable	Definición	Tipo de variable	Nivel de medición	Escala
Mejoría del aspecto general de la cicatriz (parámetros de efectividad)	Grado de mejoramiento del aspecto general de la cicatriz determinado por los observadores	Cualitativa	Ordinal	Ver tabla “Escalas de Evaluación”
Eventos adversos (parámetros de seguridad)	Dolor	Cuantitativa	Ordinal	Ver tabla “Escalas de Evaluación”
	Edema y eritema			Presente Ausente
	Costras	Cualitativa	Ordinal	Presente Ausente
	Cambios pigmentarios			Hipopigmentación Hiperpigmentación

Tabla 3. Definición de variables de Confusión

Nombre de la variable	Definición	Tipo de variable	Nivel de medición	Escala
Edad	Edad cronológica de los sujetos de investigación, registrada en años	Cuantitativa	Discreta	Años cumplidos
Sexo	Género de los sujetos de investigación	Cualitativa	Nominal	Femenino Masculino
Fototipo cutáneo	Tipo de piel de acuerdo al grado de pigmentación de la piel y su susceptibilidad a la exposición solar	Cualitativa	Nominal	Escala de Fitzpatrick: I II III IV V VI
Tipo de cicatriz	Clasificación de la cicatriz de acuerdo a sus características topográficas	Cualitativa	Nominal	Atrófica Hipertrófica
Tratamientos anteriores	Antecedentes de tratamientos para cicatrices de acné un año o más antes del estudio en mención	Cualitativa	Nominal dicotómica	Si No

8. *Recolección de la información: métodos de búsqueda*

Se realizó la búsqueda correspondiente en las bases de datos, de revisiones sistemáticas en Cochrane y en bases de datos electrónicas como PubMed, Science Direct, Ovid, Hinari, Interscience y Lilacs. Es importante anotar que de 1.841 referencias bibliográficas encontradas en todas las bases de datos, 1.576 se hallaban también en PubMed. Por tanto fue necesario depurar la información para evitar su doble conteo y se pudo establecer que tan solo 55 eran exclusivas de PubMed. Igual hecho aconteció con los cuatro estudios encontrados en Lilacs, los cuales también se hallaron en Hinari y sólo fueron tenidos en cuenta una sola vez.

Se uso la combinación de términos MeSH:

- #1 fractional photothermolysis
- OR
- #2 fractionated laser
- OR
- #3 fractional lasers
- AND
- Acne scar
- Surgical scar
- Scarring
- Wound healing

9. *Tipo de intervenciones*

Exposición. Intervención de tipo experimental.

El evento fundamental que se tiene en cuenta en esta revisión sistemática estuvo representado por la utilización de tecnología láser fraccional en el tratamiento de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas. La intervención con tecnología láser fraccional fue tanto ablativa como no ablativa.

- Láseres fraccionales ablativos: los sistemas empleados en los artículos revisados fueron de ambos tipos CO2 y Er:YAG. Dentro de los láseres de CO2, se usó el Fraxel re:pair, cuya penetración oscila entre 300 y 1.580 μm , dependiendo del pulso

de energía usado. El pulso de energía puede oscilar entre 20 y 100 mJ/MTZ y las densidades de tratamiento pueden ser ajustadas para una cobertura del cinco al cincuenta por ciento, que corresponde a una densidad entre 200 y 1.200 MTZs/cm². La profundidad deseada se alcanza al modular el número de pases con la energía empleada por cada pase. El número de pases fue variable y dependió de la elección del investigador, pero en general se recomendaron pases en una dirección y otros en dirección perpendicular a los primeros. Cuando el paciente fue tratado con un área efectiva de cobertura del diez por ciento, la recuperación tardó tres días. Cuando se empleó una densidad alta y se alcanzó una cobertura del 35-50%, una costra gruesa cubrió el óvalo facial y la recuperación tardó una semana en promedio. Para el tratamiento de cicatrices de acné o cicatrices de cualquier etiología, la penetración a la profundidad de la cicatriz otorga los mejores resultados. El tratamiento a altas densidades permite el tensado de piel y la reducción de la cicatriz.

Adicionalmente otro trabajo usó un sistema de láser fraccional de CO₂, el CoScan-5000, Stratek, Inc., Anyang, Corea del Sur. Esta es una máquina fraccional tipo escáner que fue programada para emitir spots de 200 micras de diámetro y la profundidad alcanzada dependió de la energía usada: entre uno y treinta watts. Al momento del estudio no existían datos histológicos de la profundidad alcanzada por esta máquina. La distancia interlesional fue modificada determinando los parámetros del escáner.

Los pacientes recibieron anestésicos tópicos 30 minutos antes de la exposición al láser fraccional con el fin de disminuir dolor y molestias; generalmente consistieron en mezclas de lidocaína 2,4% mas prilocaína 2,5%.

Los protocolos de manejo revisados contemplaron el uso de sistemas de enfriamiento para protección de la epidermis y la aplicación de sustancias aceleradoras de reparación cutánea, generalmente ricas en glicerina, agua, zinc, y ácido hialurónico, entre otros.

- Láseres fraccionales no ablativos: dentro de este grupo se usaron sistemas basados en erbio suave de 1.550 nm, básicamente, el equipo Fraxel SR 750 y el equipo Fraxel SR 1500 (Reliant Technologies). Las fluencias oscilaron entre 5 y 70 mJ/MTZ. Estas máquinas permiten ser programadas por niveles de tratamiento y estos pueden ir

del nivel 1 al 12, lo cual determina el porcentaje de cobertura por pase; la cobertura oscila entre el cinco por ciento y el 45%. La densidad total puede llegar 2.500 MTZs/cm² por sesión de tratamiento. Para este tipo de láseres, generalmente no se requiere la medicación de analgésicos o ansiolíticos, pero en algunas intervenciones (24) se emplearon mezclas de lidocaína 2,4% mas prilocaína 2,5%. De igual manera que para los sistemas fraccionales ablativos, se requiere de un sistema de enfriamiento de uso simultaneo. En el caso de sistemas como el Mosaic, Lutronic, se programaron tratamientos entre 20-28mJ/MTZ, obteniendo densidades de 400-900 MTZs/cm², cuyos parámetros completos se hallan descritos en la sección de resultados.

Desenlaces

Está definido por los parámetros de efectividad a tener en cuenta:

Textura de la piel: cambio favorable en la calidad de la piel, grado de suavidad final, ausencia de rugosidad, sensación homogénea al tacto.

Color de la lesión: mejoría del color de la lesión. Mejoría cualitativa hacia la similitud cromática con la piel sana circundante.

Volumen de la cicatriz: tendencia pos-tratamiento de la lesión para adquirir un volumen similar al de la piel sana circundante. En el caso de las cicatrices atróficas está determinado por la elevación del área deprimida y en el de las cicatrices hipertróficas está dado por la reducción o aplanamiento de las mismas.

Aspecto general de la cicatriz: finalmente determina el grado de satisfacción de observadores y pacientes en cuanto al resultado último de la lesión comparado con su estado antes de recibir el tratamiento.

10. Controles

Los grupos control encontrados fueron de diversa índole

- Tratamientos con técnicas diferentes a sistemas de láser.

- Tratamientos con láseres diferentes a la tecnología fraccional.
- Tratamientos comparativos utilizando los mismos sistemas de láser fraccional pero modificando los parámetros de manejo.

11. Métodos de la revisión

Selección de los estudios

El primer paso lo constituyó la identificación de los estudios que respondieron la pregunta del problema de investigación, apoyado en la búsqueda sistemática con los términos MeSH fractional photothermolysis OR fractionated laser OR fractional lasers AND acne scar, surgical scar, scarring y wound healing. Se recopilaron los abstracts y se procedió a la búsqueda del texto completo del artículo por parte del grupo de investigación que lo conformaron la tutora científica la Dra. Zamira Yanine, médica especialista en medicina estética y docente del postgrado en la Universidad del Rosario y el Dr. Diego Betancourt, médico residente del mismo programa en la mencionada institución. Luego se procedió a la recuperación en texto completo y seguidamente a la aplicación de criterios de inclusión y exclusión por parte del grupo investigador. Los estudios fueron seleccionados por el tutor temático Dra. Zamira Yanine y el investigador secundario Dr. Diego Betancourt, quienes leyeron la totalidad de los artículos relevantes y seleccionaron de manera independiente y luego consensuada los artículos que finalmente fueron incluidos en la revisión.

12. Evaluación de la calidad metodológica

Se evaluó la calidad de los artículos en forma independiente entre los integrantes del grupo investigador conformado por la Dra. Zamira Yanine, tutora científica del estudio y docente del programa de medicina estética de la Universidad del Rosario por el Dr. Diego Betancourt en calidad de investigador secundario, médico residente del programa de medicina estética de la Universidad del Rosario. Se utilizó la escala validada de Jadad para estudios clínicos. Se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

a. Nivel de evidencia

Se utilizaron los niveles de evidencia según Oxford Centre for Evidence-based medicine levels of Evidence Mayo 2001.

Tabla 4. Niveles de evidencia según Oxford Centre for evidence-based medicine levels of evidence, May 2001

Nivel de evidencia	Fuente
1 ^a	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados con homogeneidad
1b	Ensayo clínico aleatorizado individual (con intervalos de confianza estrechos)
1c	Eficacia demostrada por la práctica clínica y no por la experimentación
2 ^a	Revisión sistemática de estudios de cohortes con homogeneidad
2b	Estudio de cohortes individual y ensayos clínicos aleatorizados de baja calidad (seguimiento < 80%)
2c	Investigación de resultados en salud
3a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles con homogeneidad
3b	Estudios de casos y controles individuales
4	Serie de casos y estudios de cohortes y casos y controles de baja calidad
5	Opiniones de expertos

b. Establecimiento del grado de recomendación

Se utilizaron los grados de recomendación según Oxford centre for evidence-based medicine levels of evidence, mayo 2001. Tabla 2.

Tabla 5. Grados de recomendación según Oxford centre for evidence based medicine levels of evidence. Mayo 2001

Grado de recomendación	Nivel de evidencia de los estudios
A	1
B	2 o 3
C	4
D	5

c. Establecimiento de la puntuación cuantitativa al encubrimiento de la asignación de la siguiente manera:

A = adecuado: cuando en el estudio se determinó claramente que el encubrimiento de la asignación fue aleatorio y se explicó como se hizo el proceso

B = incierto: cuando no hubo manera de determinar que el proceso de encubrimiento de la asignación se llevó a cabo.

C = inadecuado: durante el análisis del estudio se encuentra que se realizó encubrimiento de la asignación, pero no explica como se hizo.

d. Aplicación de la escala cuantitativa de Jadad

La evaluación se realizó teniendo en cuenta las guías para la evaluación que considera la aleatorización, el doble cegamiento y la explicación de retiradas y pérdidas de pacientes; dando un punto para cada ítem cumplido, un punto adicional si se describió el método de aleatorización y si éste fue adecuado y un segundo punto adicional si se describió el método de cegamiento y este fue adecuado. Esta escala da un máximo de 5 puntos y un mínimo de un punto. Se considera que un ensayo clínico aleatorizado es de pobre calidad si su puntuación es inferior a 3.

Para esta revisión sistemática se ha considerado el hecho de que el cegamiento del médico tratante no es posible. Se determinó que el carácter doble ciego se otorgara cuando el participante en el estudio no pudo identificar la intervención recibida y que los evaluadores desconocieran la intervención realizada.

e. Extracción de datos

El primer paso para condensar la información fue la elaboración de tablas para tabular los datos. Luego se extrajo la información correspondiente.

13. Análisis

Una vez condensada la información se procedió a evaluar la calidad de los estudios según nivel de evidencia, grado de recomendación y puntuación en la escala Jadad. Los artículos seleccionados fueron condensados en una tabla que contempló aspectos como parámetros de eficacia alcanzados, escalas de calificación y satisfacción de usuarios, parámetros de los láseres usados, número de pases, tiempo entre sesiones, tamaño de la muestra y eventos adversos. Finalmente se compararon los resultados entre los estudios incluidos.

14. Control de sesgos

El control de sesgos de publicación se basó en:

- Inclusión de todas las bases de datos electrónicas potenciales para el hallazgo de información pertinente a la investigación realizada.
- Inclusión de publicaciones indexadas tomando como base la búsqueda en las bases de datos más importantes de la biblioteca virtual de la Universidad del Rosario
- Proceso de selección de estudios que cumplen con los criterios de inclusión y se descartan los que no los cumplen.
- Inclusión por única vez de aquellos estudios publicados varias veces.
- Revisión de artículos propuestos por investigador principal y secundario.

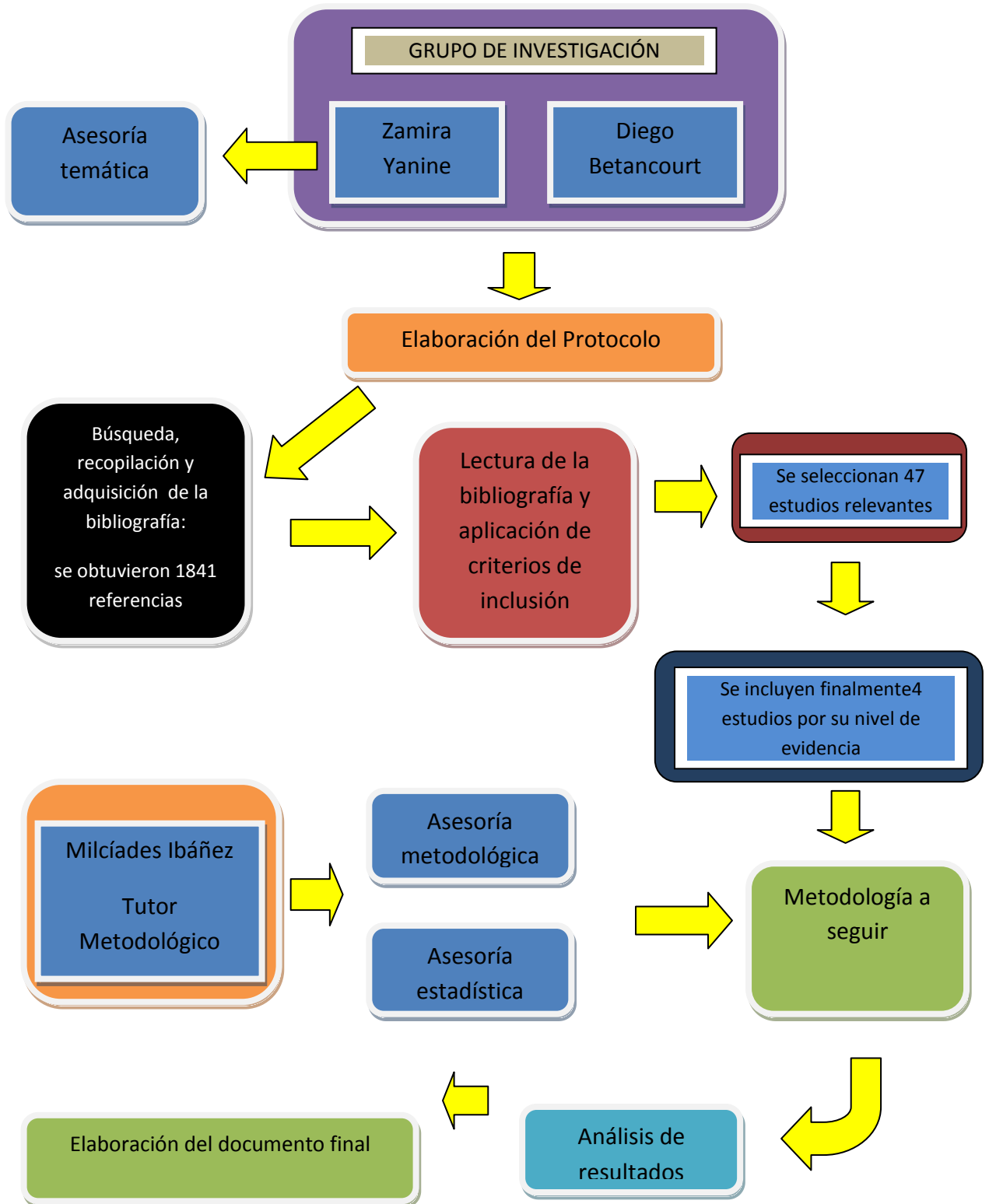
- Búsqueda activa de la literatura no indexada: evaluó la existencia de estudios de la especialidad de medicina estética de la Universidad del Rosario, único programa en Colombia y en trabajos relacionados presentados en reuniones científicas y congresos de estética, pero este tipo de información no fue tomada en cuenta ya que las memorias de tales eventos sólo publicaron sus abstracts y no fue posible recuperarlos en texto completo para su respectivo análisis, por parte del grupo investigador.

VIII. Aspectos éticos

El estudio no fue presentado ante el Comité de Ética en Investigaciones de la Facultad de Medicina de la Universidad del Rosario, porque según la resolución 008430 de 1993 (“Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud”) del Ministerio de Salud, las Revisiones Sistemáticas de la literatura son consideradas como una investigación sin riesgo puesto que no se contemplan intervenciones experimentales, sino que se trata de un estudio que usa técnicas y métodos de investigación documental.

Se siguieron las normas jurídicas y éticas vigentes en Colombia, al igual que las dictadas en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial “*Principios éticos para la investigación que involucra seres humanos*”, versión Octubre de 2000, Edimburgo, Escocia.

IX. Organigrama



X. Cronograma

2009			2010						
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29		29	29	29	29	29
30	30	30	30		30	30	30	30	30
31		31	31		31		31		31

Convenciones



SEMANA 1-4: ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO
SEMANA 5-10: BUSQUEDA EN BASES DE DATOS
SEMANA 11-16: LECTURA DE LOS ESTUDIOS
SEMANA 17-22: EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS
SEMANA 23-28 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS
SEMANA 29-32: ANALISIS DE RESULTADOS
SEMANA 33-38: ELABORACIÓN DEL ESCRITO FINAL Y ENTREGA

XI. Presupuesto

La principal inversión en la elaboración de este trabajo de investigación estuvo determinada por el tiempo dedicado a realizar las diferentes fases del mismo:

- Elaboración del protocolo
- Selección del material bibliográfico
- Lectura de las referencias
- Análisis de los artículos seleccionados
- Análisis de los resultados
- Elaboración de documentos
- Asesorías

La Universidad del Rosario brindó un aporte determinante al poner a disposición de los estudiantes sus tutores, oficina de investigaciones y bases de datos electrónicos.

XII. Resultados

Las referencias bibliográficas encontradas durante la fase inicial de búsqueda sumaron 1841 artículos, obtenidos mediante búsqueda activa con las palabras clave (términos MeSH), introducidas en las distintas bases de datos electrónicas. Durante un primer proceso de selección de la información quedaron 47 artículos que presentaron relevancia por su contenido. Finalmente se recuperaron 14 artículos en texto completo y de estos se seleccionaron cuatro referencias bibliográficas correspondientes a ensayos clínicos controlados. La distribución de los hallazgos fue la siguiente:

- Ovid 477 referencias, de las cuales había 345 en PubMed
- Science Direct 442 referencias, de las cuales había 411 en PubMed
- Wiley-Blackwell, Interscience 161 referencias, con 121 en PubMed
- Cochrane, 6 ensayos clínicos controlados aleatorizados.
- Hinari, 324 referencias, de las cuales había 287 en PubMed
- Medline, 431 de las cuales había 402 en PubMed.
- Lilacs 4 referencias que también se hallaron en Hinari
- PubMed, con 1576 referencias halladas en las otras bases de datos.

Gráfico 1. *Flujograma recopilación de la información*

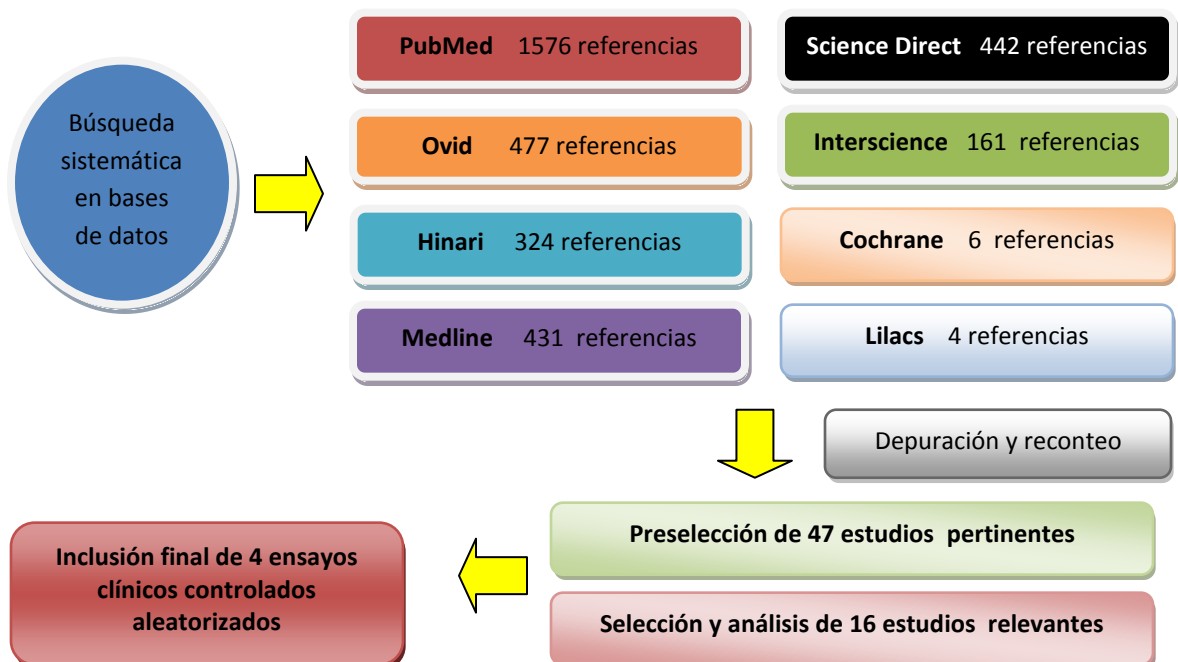


Tabla 6. Selección final de estudios clínicos controlados

Términos MeSH	Bases de datos	Referencias encontradas	Estudios seleccionados por relevancia y contenido	Ensayos clínicos (recuperados en texto completo)	Ensayos clínicos controlados (seleccionados finalmente)
Fractional photothermolysis	Ovid	477			
OR					
Fractionated laser	Science Direct	442			
OR					
Fractional Lasers	Hinari	324	47	16	4
AND					
acne	Medline	431			
acné scars					
surgical scars	Cochrane	6			
scarring					
wound healing	Interscience	161			

Tabla 7. Estudios excluidos

Estudio	Excluido por
Hasegawa 2006	Estudio no controlado
Sung Bin Cho 2009	Estudio no controlado
Walgrave 2009	Estudio no controlado
Hyoun Seung Lee 2009	Estudio no controlado
Glaich 2007	Estudio no controlado
Chapas 2008	Estudio no controlado
Chrastil 2008	Estudio no controlado
Niwa 2009	Estudio no controlado
Alster 2007	Estudio no controlado
SB Cho 2009	Estudio no controlado
Geronemus 2006	Estudio descriptivo
Tierney 2009	Revisión narrativa

1. *Estudios incluidos*

Tabla 8. *Estudios incluidos*

Nombre del estudio	Autor	Año de publicación	de Publicado n	País de origen
Fractional Resurfacing for the treatment of atrophic facial acne scars in asian skin.	Sindy Hu (24)	2009	Dermatologic Surgery	Taiwan
Clinical trial of dual treatment with an ablative fractional laser and non-ablative laser for the treatment of acne scar in asian patients	Sangeun Kim (25)	2009	Dermatologic Surgery	Corea del Sur
Comparison of a 1550 nm Erbium: Glass Fractional Laser and a Chemical Reconstruction of Skin Scars (CROSS) method in the treatment of acne scars: a simultaneous split-face trial	Hee Jung Kim (26)	2009	Lasers in Surgery and Medicine	Corea del Sur.
Treatment of Surgical Scars with Nonablative Fractional Laser versus Pulsed Dye Laser: A randomized controlled trial.	Emily Tierney (27)	2009	Lasers in Surgery and Medicine	Estados Unidos

Tabla 9. Diseño específico de los estudios incluidos

Nombre del estudio	Método	Participantes	Intervenciones
Fractional Resurfacing for the treatment of atrophic facial acne scars in asian skin. (Hu, 2009)	Ensayo clínico Controlado No aleatorizado	45 Rango edad: 21-40 años. Fototipos III, IV y V	Comparación de la eficacia de dos láseres fraccionales no ablativos de Erbio: Glass de 1.550 nm, de la misma casa comercial, en el tratamiento de cicatrices de atróficas de acné moderadas a severas. Se tomaron dos grupos de tratamiento y cada uno fue tratado con un tipo de máquina diferente
Clinical trial of dual treatment with an ablative fractional laser and non-ablative laser for the treatment of acne scar in asian patients (S. Kim, 2009)	Ensayo clínico Controlado No aleatorizado	20 Mujeres:8 Hombres. 12 Rango edad: 21-28 años	Comparación de la eficacia de un láser fraccional de CO2 de 10.600 nm en el tratamiento de cicatrices de acné leves a severas, programado con alta y baja energía y asociado o no a un láser no ablativo, no fraccional. Los sujetos fueron divididos en dos grupos y cada uno recibió CO2 fraccionado con alta o baja energía con o sin Nd:YAG. Los tratamientos se impartieron uno por cada hemicara.
Comparison of a 1550 nm Erbium: Glass Fractional Laser and a Chemical Reconstruction of Skin Scars (CROSS) method in the treatment of acne scars: a simultaneous split-face trial (Hee Jung Kim, 2009)	Ensayo clínico Controlado No aleatorizado	20 Mujeres: 6 Hombres: 14 Rango de edad: 22-37 años.	Estudio tipo splitface, en el cual se comparó la eficacia clínica de un láser fraccional de erbio suave frente a un sistema de reconstrucción química para cicatrices de acné leves a moderadas tipo onduladas y en pica-hielo. Los pacientes fueron divididos en dos grupos de acuerdo al tipo de lesión predominante. Ambos grupos recibieron ambos tratamientos, uno por cada hemicara.
Treatment of Surgical Scars with Nonablative Fractional Laser versus Pulsed Dye Laser: A randomized controlled trial	Ensayo clínico Controlado Aleatorizado	12 15 cicatrices post- quirúrgicas de cara, cuello, espalda y torax.	Comparación de la eficacia de un láser fraccional no ablativo frente a un láser vascular PDL en el tratamiento de cicatrices pos-quirúrgicas. Sujetos aleatorizados en dos grupos; se evaluó textura, volumen, color y apariencia final de la cicatriz pos-tratamiento.

Los estudios seleccionados correspondieron en su mayoría, a ensayos clínicos realizados en población asiática (tres de cuatro), con tamaño de muestra pequeño, que involucraron población de fototipos cutáneos de Fitzpatrick III, IV y V, principalmente. Un estudio comparó dos sistemas fraccionales no ablativos de diferentes generaciones (Hu, 2009); un segundo estudio se basó en la aplicación de un láser fraccional ablativo a potencias alta o baja, combinado con un láser no fraccional no ablativo como terapia complementaria, cada hemicara del paciente sirvió como grupo control (Kim, 2009); otro estudio comparó la eficacia de un láser fraccional de Erbio:Glass frente a un procedimiento de reconstrucción química de cicatrices post-acné con ácido tricloroacético (TCA) al 100%, usando cada hemicara del paciente como grupo control (Hee Jung Kim, 2009). El último estudio seleccionado (Tierney, 2009) comparó un láser fraccional no ablativo frente a una láser vascular, no fraccional, en el tratamiento de cicatrices post-quirúrgicas.

Tabla 10. Calidad metodológica de los estudios incluidos

Autor	Nivel de evidencia	Escala de Jadad	Asignación
Sindy Hu (24)	2b	2	B
Sangeun Kim (25)	2b	2	B
Hee Jung Kim (26)	2b	2	B
Emily Tierney (27)	2b	3	A

2. El nivel de evidencia de los artículos seleccionados

En general, el nivel de evidencia de los ensayos estudiados fue evaluado como 2b puesto que corresponden a ensayos clínicos controlados de baja calidad. En cuanto al encubrimiento de la asignación fue evaluada B en tres estudios (24, 25, 26) por considerarse incierta y en un caso A por considerarse adecuada (27).

En lo que se refiere a la aplicación de la escala Jadad, tres estudios fueron evaluados como 2. El estudio S. Hu 2009, obtuvo un punto por el cegamiento de los observadores; explicó que no se presentaron pérdidas ni retiradas de pacientes. El estudio

Sangeun Kim 2009, obtuvo dos puntos, uno por el cegamiento de los observadores; explicó que no se presentaron pérdidas ni retiradas de pacientes. El estudio Hee Jung Kim 2009 obtuvo 2 puntos por el cegamiento de los observadores y la explicación de 2 pacientes que se retiraron del estudio. Finalmente un estudio fue evaluado como 3, Tierney 2009, debido al cegamiento de sus observadores un punto, a la aleatorización un punto aunque no explica el método y un punto porque explica retiradas. La evaluación del puntaje en esta escala fue realizada independientemente por los investigadores principal y secundario y hubo concordancia en los resultados.

3. Descripción de los resultados de los estudios incluidos

Tabla 11. Descripción de resultados de los estudios incluidos

Intervención realizada	Erbio:Glass 1550 (Fraxel 750) contra Erbio:Glass 1550 segunda generación (Fraxel 1500) (Sindy Hu, 2009)	Láser fraccional ablativo de CO2 10.600 nm + láser no fraccional no ablativo de Nd: YAG de 1.064 nm. (Sangeun Kim, 2009)	Erbio:Glass contra sistema de reconstrucción química de cicatrices cutáneas (CROSS) (Hee Jung Kim, 2009)	Erbio:Glass 1550 nm contra PDL 595 nm (Emily Tierney 2009)
Tamaño de la muestra	45	20	20	12
Control y aleatorización	Dos grupos: Grupo 1 tratado con Fraxel 750 Grupo 2 tratado con Fraxel 1500 (segunda generación)	Aleatorizados en dos grupos: A: 10 pacientes una hemicara tratada con alta energía de láser fraccional y la otra con baja energía de láser fraccional + Nd:YAG B: 10 pacientes, una hemicara con alta energía de láser fraccional solo y la contralateral con alta energía de fraccional + Nd:YAG	Los pacientes fueron divididos en 2 grupos según el tipo de cicatriz predominante: Un grupo (10 pacientes) con predominio de cicatrices en pica-hielo (ice-pick) y un segundo grupo (10 pacientes) con predominio de cicatrices tipo rolling. Cada sujeto recibió ambos tratamientos y cada hemicara fue asignada aleatoriamente.	Fueron aleatorizadas 15 cicatrices en mitades, pertenecientes a 12 pacientes. Todas las cicatrices recibieron ambos sistemas de tratamiento en forma aleatoria.
Tipo de cicatriz	Cicatrices de acné atrofias moderadas a severas y textura de piel rugosa	Cicatrices atróficas de acné: leves, moderadas y severas.	Cicatrices atróficas de acné: leves a moderadas	Cicatrices postquirúrgicas
Fototipos de Fitzpatrick	III y IV	III, IV y V	III, IV y V	

Parámetros con los cuales se programaron los sistemas empleados	El grupo 1 recibió tratamiento con Fraxel SR 750 erbio láser suave de 1550 nm programado a 15 mJ/MTZ, 682µm de profundidad, 146µm ancho del spot y a 20mJ/MTZ con una profundidad de 754µm y diametro del spot de 160µm. La densidad fue de 1.000 a 2.000 MTZ/cm2. El promedio total de energía fue de 1,55 kJ. En el grupo 2 los pacientes fueron tratados con Fraxel SR 1500, láser de erbio fraccionado suave de segunda generación, con fluencias de 30mJ/MTZ generando profundidad de 980µm y 180µm para el diametro del spot; con 40mJ/MTZ generando 1.120µm de profundidad y 190µm de diametro del spot. El promedio total de energía fue de 1.9 kJ para el grupo 2. Se usó una pieza de mano de 15 mm para ambos tipos de tratamiento.	CO2 fraccionado con programación de alta energía: fluencia 50-70 m J/MTZ, tamaño de spot 0,2mm, distancia interlesional 0,8 mm, duración de pulso 30 µsegundos, densidad 400 puntos en un área de 20x20mm. Área efectiva tratada 20% CO2 de Baja energía: Fluencia 15-35 J/cm2, tamaño del punto 0,2 mm, distancia interlesional 0,8mm, densidad 400 puntos por área de 20x20 mm.. Nd:YAG pulso largo 1064nm, spot de 5mm, Duración del pulso 30 milisegundos, fluencia de 40-50 J/cm2 y de 3 a 5 pases por área tratada, únicamente sobre las cicatrices atróficas.	Fluencia: 30-32 mJ/MTZ. Densidad de 300-350 spots/cm2 Pieza de 6x6 mm. El sistema CROSS (ácido tricloroacético al 100%): 2 sesiones a intervalos de 12 semanas.	Las cicatrices fueron tratadas por mitades, usando en una mitad Fraxel SR, láser de erbio: fluencia de 70mJ/MTZ profundidad de 1.359 µm nivel de tratamiento 8 (área efectiva tratada del 23%), energía total de 0,5 a 0,8 kJ por sesión. En la otra mitad se usó PDL con fluencias de 7,5 J/cm2 duración de pulso de 0,45 milisegundos Tamaño del spot de 10 x 3 mm.	
	Número de sesiones	1	3	3	4
Número de pases	8 pases : 4 en un sentido y 4 perpendiculares	CO2: un pase Nd:YAG : 3-5 pases			16

Intervalo	N/A	4 semanas	6 semanas	2 semanas
Evaluación de la mejoría clínica	Series sistematizadas comparativas de todos los pacientes fueron analizadas usando el sistema VISIA, determinando número de poros, y cicatrices de acné. El sistema VISIA mide la textura de la piel identificando picos y valles sobre la superficie de la piel. Se evaluó textura y porosidad al inicio del tratamiento y 35 días después de la sesión. Una reducción en el número de poros y la calificación de la textura representa mejoría de la superficie de la piel en el análisis VISIA. Dos médicos, cegados para el estudio y los pacientes evaluaron independientemente los resultados en la escala de mejoría de 4 puntos:	Evaluación clínica subjetiva realizada por 2 observadores independientes, cegados. Toma de fotografías estandarizadas tomadas antes del tratamiento y 3 meses después de terminado. Escala de 0-10: 0= ninguna mejoría 10= mejoría del 100%. Esta misma escala fue usada para evaluar la autosatisfacción de paciente calificando de 0 a 10 el grado de mejoría.	Mejoría clínica evaluada por observador externo independiente cegado para el estudio y autoevaluación de los pacientes para determinar la percepción de la mejoría de sus cicatrices. Escala: 0= ninguna mejoría; 1= mejoría del 1-25% = mejoría del 26-50% 3= mejoría del 51-75% 4= mejoría del 76-100%	Ensayo clínico cabeza a cabeza para evaluar: cambios en la pigmentación de la cicatriz grosor, textura y resultado cosmético general
	Escalas	Clasificación de las cicatrices atróficas en leves, moderadas y severas.	También se evaluó el grado de dolor; escala de 0-9 al igual que la persistencia de eritema post-procedimiento y la incapacidad secundaria al mismo.	Evaluaciones: Al iniciar el estudio, en cada sesión y un mes después de la última sesión de tratamiento por observador, no tratante, cegado para el estudio. Escala de 1 a 5 1= pobre resultado 5= excelente Los pacientes fueron interrogados acerca de cuál lado de la cicatriz presentó mayor grado de mejoría en cada uno de los parámetros de eficacia clínica: Escala de 1 a 5 1= pobre resultado 5= excelente
				Eventos adversos Escala para dolor 0= ningún dolor 5= dolor significativo Se investigó la presencia de eritema, edema, cambios pigmentarios, ampollas, úlceras o empeoramiento de la cicatriz.

Resultados

<p>Autoevaluación por los pacientes: Excelente 7% Buena 53% Aceptable 36% Ninguna 4%.</p>	<p>Grupo A: CO2 fraccionado alta energía solo: mejoría de 30-49% : 2 pacientes mejoría de 50-69% en 8 pacientes.</p>	<p>El grado promedio de mejoría por observadores externos fue de 2,51 para el lado tratado con Erbio: Glass y 2,44 para el lado que recibió CROSS.</p>	<p>Evaluaciones 1 mes pos-tratamiento: Variación del pigmento Láser fraccionado 64,2% (rango 40-80%) PDL 45,8% (rango 20-60) p< 0,05.</p>
<p>Evaluación de observadores cegados : Excelente 17,8% Buena 31,1 % Aceptable 51,1 % Ninguna 0%.</p>	<p>CO2 baja energía + Nd:YAG Mejoría de 40-49%: 1 paciente Mejoría de 50-69%: 9 pacientes.</p>	<p>Para cicatrices tipo rolling el grado de mejoría objetivamente evaluado fue de 2,88 para el láser fraccional y 2,31 para el lado tratado con CROSS.</p>	<p>Grosor de la cicatriz Láser fraccionado 86,8% (rango 60-100%) PDL 45,8% (rango 0-60%). valor de p< 0,001</p>
<p>Análisis por VISIA: Disminución general promedio 243.1 en la calificación del número de poros; desviación estándar ± 209,8– 187 Mediana – 45 a 945. En textura Promedio 310,3 Desviación estándar ±383,7– 214 Mediana – 148 a 1,787</p>	<p>La evaluación de los observadores: promedio 6,1 para tratamiento combinado y 5,8 para CO2 fraccionado solo. La autoevaluación de los pacientes fue de 6,6 para el tratamiento combinado y de 6,2 para el láser fraccional solo. Cicatrices leves, moderadas y severas mejores resultados con método combinado que CO2 solo. P= 0,04</p>	<p>Para cicatrices tipo icepick, el promedio general de mejoría evaluado objetivamente fue de 2,14 para el tratamiento con láser fraccional y 2,57 para la hemicara tratada con método CROSS. En la evaluación subjetiva de cicatrices tipo rolling el grado de mejoría fue de 2,85 para el lado tratado con láser y de 2,29 para el lado que recibió método CROSS. En las cicatrices tipo icepick, la evaluación subjetiva fue de 2,71 en el lado tratado con láser y de 2,57 en el lado tratado con CROSS.</p>	<p>Textura de la cicatriz Láser fraccionado 73,2% (rango de 60-100%) PDL 52,5% (rango 40-80%) P<0,001</p>
<p>En el grupo 1 para reducción de poros: promedio de 206,6 desviación estándar ± 170,7– 174 mediana – 45 a 569</p>	<p>Para el grupo B CO2 baja energía solo: 7 pacientes 30-39% de mejoría 3 pacientes: 40-59% de mejoría.</p>	<p>En la evaluación subjetiva de cicatrices tipo rolling el grado de mejoría fue de 2,85 para el lado tratado con láser y de 2,29 para el lado que recibió método CROSS. En las cicatrices tipo icepick, la evaluación subjetiva fue de 2,71 en el lado tratado con láser y de 2,57 en el lado tratado con CROSS.</p>	<p>Resultado cosmético general: Láser fraccional 75,6% (rango 60-100%) PDL 53,9% (rango 20-80%)</p>
<p>Textura: Promedio 266,0 Desviación estándar ±337,1 Mediana – 148 a 1,570 p< 0,001).</p>	<p>CO2 baja energía + Nd:YAG Mejoría 50-59%: 7 pacientes de 60-69%.</p>	<p>Observadores independientes: evaluación promedio 6,3 para CO2 baja energía + Nd:YAG y promedio 4,0 para el CO2 baja energía solo.</p>	<p>Eventos adversos Dolor leve a moderado con láser fraccional: 2,8/5,0. Menor grado de dolor con PDL. Eritema y edema transitorios resueltos en 4 días, con laser fraccional. No se presentaron ampollas, hipo o hiperpigmentaciones, úlceras ni empeoramiento de las cicatrices con ninguno de los dos sistemas.</p>
<p>Para el grupo 2, tratado con Fraxel SR 1500: promedio 332,9 en el número de poros. Desviación estándar ±271,7– 215 Mediana 56– 945 Textura Promedio 419,4 Desviación estándar ±477,7– 250 Mediana 66 a 1,787 Valor de p < 0,01.</p>	<p>La autoevaluación de los pacientes reveló 6,6 de promedio para el método combinado contra 6,2 promedio para el CO2 baja energía solo.</p>	<p>Para cicatrices leves, moderadas y severas mejores resultados con método combinado que con CO2 solo. P=0,08</p>	
<p>No hubo diferencia significativa entre los sistemas fraccionales Fraxel SR750 y Fraxel SR1500 ni en el numero de poros (p<0,20) ni en la textura (p<0,15) post-tratamiento.</p>			

Eventos adversos	<p>Los efectos colaterales fueron transitorios y tardaron: 6,7 días eritema 2,4 días edema 3,5 días resequedad 7,5 días hiperpigmentación post-inflamatoria y 6,4 días para erupción acneiforme. La mayoría de los pacientes reportó un disconfort menor por el procedimiento.</p>	<p>Grupo A: Incapacidad 7,5 días para el área tratada con láser CO2 fraccional. Incapacidad de 3,5 días para el tratamiento dual. Para el grupo B la incapacidad de 3,3 días para ambos lados. Los tratamientos solos con láser fraccional CO2 de alta energía, fueron más propensos a desarrollar eritema, costras transitorias e hiperpigmentación, que cuando se usó el método dual. La hiperpigmentación fue más frecuente cuando se usaron altas dosis de energía de laser fraccional, aún en el mismo individuo.</p>	<p>La evaluación de dolor arrojó un resultado de 4,49 en el lado tratado con láser y 3,33 en el lado tratado con CROSS. La incapacidad promedio fue 3,17 días con láser y 9,72 días con el método CROSS. El eritema persistió 3,30 días con láser y 12,13 días con método CROSS.</p>	<p>Los pacientes tratados con Fraxel SR refirieron dolor leve a moderado durante la sesión de tratamiento, calificado con 2,8 en una escala de 0-5 (0= no dolor y 5= dolor significativo). Todos los pacientes reportaron mayor dolor con Fraxel que con PDL. Igualmente con este tipo de tratamiento presentaron edema y eritema leves o moderados que resolvieron en 4 días. Los pacientes reportaron eritema y púrpura transitorios con PDL de caracter transitorio. No hubo hiperhipopigmentaciones, ampollas, úlceras o empeoramiento de las cicatrices con ninguno de los dos sistemas.</p>
-------------------------	--	--	--	---

En el estudio Hu, 2009, los sujetos fueron divididos en dos grupos y expuestos a dos láseres fraccionales de erbio suave de primera generación (FraxelSR 750®) y de segunda generación (Fraxel SR 1500®). Se compararon las respuestas en cuanto a mejoría clínica sobre cicatrices de acné atróficas y tamaño de los poros, apoyándose en un software especializado en el análisis topográfico de la superficie de la piel (VISIA®); dos evaluadores médicos, cegados para el estudio, compararon tomas previas y finales y encontraron que en ambos grupos se presentaron disminuciones significativas favorables, en la calificación número de poros y textura de la cicatriz ($p < 0,001$) y no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos ni en el número de poros ($p < 0,20$) ni en la textura de las cicatrices ($p < 0,15$). La evaluación de los pacientes realizada un mes

después de la intervención reportó una mejoría buena a excelente en el 60% de los pacientes frente a un 40% que registró ninguna o leve mejoría. Los eventos adversos fueron calificados como transitorios y el de mayor duración fue la hiperpigmentación postinflamatoria que tardó en promedio 7,5 días en resolver.

Un segundo estudio, (Sangeun Kim, 2009) cuyo objetivo fue reducir complicaciones de los sistemas fraccionales ablativos y mejorar los resultados, combinó un láser fraccional de CO₂ con un láser no fraccional no ablativo, Nd: YAG. Los pacientes, aleatorizados en dos grupos, recibieron láser fraccional de CO₂ a diferentes niveles de energía alta y baja en ambos lados del rostro y un sistema no fraccional no ablativo en un lado de la cara. La evaluación de observadores independientes y pacientes, en todos los casos, reportó mejores resultados cuando se combinaron los dos diferentes sistemas que cuando se usó solamente el sistema láser fraccional. En cuanto a la eficacia clínica, según el grado de severidad de la cicatriz atrófica tratada, se observó, tanto por observadores independientes ($p=0,008$) como por los sujetos ($p=0,004$), que se presentaron mejores resultados en los lados tratados con ambas tecnologías, que cuando se usó el láser de CO₂ fraccionado solo. De igual manera, el espectro de eventos colaterales fue menor en todos los casos cuando se empleó el método dual láser fraccional ablativo más láser no fraccional no ablativo. En el grupo A en el que se usó láser fraccional CO₂ con alta dosis de energía se observó mayor incapacidad cuando se usó el láser fraccional solo que cuando se usó combinado ($p<0,05$); en el grupo B en el cual se usó CO₂ fraccional a baja energía no se encontraron diferencias en el tiempo de incapacidad con respecto al observado con el uso del método dual. ($p>0,05$).

Un tercer estudio (Hee Jung Kim, 2009) planteó la comparación de un láser fraccional no ablativo, Erbio:Glass, de 1550 nm contra un método de reconstrucción química de cicatrices cutáneas (CROSS), en el tratamiento de cicatrices atróficas de acné, no encontrando diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$). En las cicatrices tipo rolling, el resultado fue mejor para los lados tratados con láser fraccional que con el método de reconstrucción química, tanto en la evaluación de los observadores independientes ($2,88>2,31$) como en la de los sujetos ($2,85>2,29$), resultados estadísticamente significativos ($p=0,05$). Para las cicatrices tipo ice-pick o pica-hielo la

evaluación subjetiva fue mejor para el método CROSS que para el laser fraccional de Erbio:Glass (2,57>2,14), sin encontrarse diferencia estadísticamente significativa. La evaluación subjetiva reportó mayor satisfacción con el resultado en el lado tratado con láser fraccional que con el método de reconstrucción química (2,71>2,57). Las complicaciones fueron menores en el grupo tratado con láser fraccional, en cuanto a los días de incapacidad y días que tardó en resolver el eritema, que fueron significativamente más cortos con el láser ($p=0,05$). En cuanto al dolor, los pacientes registraron un mayor grado de molestias, significativamente más alto con el Erbio:Glass que con el sistema CROSS (4,49>3,33).

El cuarto estudio seleccionado (Tierney, 2009) comparó el uso de un láser de tinta pulsada, PDL de 595 nm, con probada eficacia en el manejo de cicatrices postquirúrgicas, frente a un laser fraccional no ablativo de Erbio:Glass de 1550 nm con el fin de establecer parámetros de eficacia. Los cambios en el color fueron estadísticamente significativos ($p<0,05$) a favor del lado tratado con láser fraccional frente a la zona que recibió el otro sistema. En cuanto al grosor de las cicatrices hubo una mejoría importante en el área tratada con láser fraccional frente a lo observado con el PDL (86,8% > 52,5%), diferencia estadísticamente significativa ($p<0,001$). Para la textura de la cicatriz y la apariencia cosmética general pos-tratamiento se observó un comportamiento similar a favor del área tratada con láser fraccional, estadísticamente significativo ($p<0,001$). Los eventos adversos secundarios al uso de Erbio:Glass incluyeron dolor moderado (2,8/5.0) y eritema transitorio que resolvió al cuarto día. Finalmente la preferencia de los pacientes estuvo a favor del láser fraccional en un 83,3% de los casos, frente a un 16,7% que opinó que ambos sistemas se desempeñaron de igual manera.

Tabla 12. . Comparación de resultados de los estudios incluidos

Autor	Tipo de láser	Grado de mejoría	Diferencias según tipo de cicatriz	Evaluación del paciente
Sindy Hu 2009	1.Erbio:Glass 1550 nm (Fraxel SR 750)	Reducción significativa en poros y en textura (p< 0,001) con ambos sistemas.	No fueron planteadas	No hubo preferencia por alguno de los sistemas. Mejoría buena a excelente 60%.
	2. Erbio:Glass 1550nm de 2da generación (Fraxel SR 1500)	Sin diferencia significativa en el numero de poros (p<0,20) ni en la textura (p<0,15) al comparar ambos láseres.		
Sangeun Kim 2009	1.CO2 fraccional 10.600 nm	Uso combinado, sin diferencia significativa usando alta o baja energía	Mejor respuesta cuando se combinó laser fraccional de baja energía con un no ablativo. Sin diferencia estadísticamente significativa	Mejor respuesta al laser fraccional combinado con Nd:YAG.
	2. Nd:YAG 1064 nm			
Hee Jung Kim 2009	1.Erbium: Glass 1550 nm 2. Chemical Reconstruction of Skin Scars (CROSS)	Resultado general sin diferencia significativa.	Cicatrices tipo rolling 1 mejor que 2 P<0,05	1 mejor aceptado que 2
Emily Tierney 2009	1. Fraxel SR Laser 750, primera generación. Reliant Technologies. Palo Alto CA, USA. 2. V-Beam láser de PDL, Candela Corporation Inc., Wayland, MA	Pigmentación: mejor 1 que 2 p<0,05 Textura, grosor y aspecto general de la cicatriz: mejor 1 que 2 P<0,001	Usado en cicatrices post-quirúrgicas	83,3% prefirieron 1 que 2. 16,7% no manifestaron preferencia.

Tabla 13. Comparación eficacia y seguridad terapéutica de los estudios incluidos

Estudio	Evaluación de textura pos-tratamiento	Evaluación apariencia final pos-tratamiento	Autoevaluación	Evaluación eventos adversos
Sindy Hu 2009 (24)	Mejoría significativa en estudio Hu $p < (0,001)$; mejoría $> 70\%$ con sistema fraccional no ablativo frente a un 52% con PDL, estudio Tierney con $p < 0,001$ -	Mejores resultados en terapias combinadas láseres fraccionales ablativos + láseres no fraccionales no ablativos ($p < 0,5$), estudio S Kim. Mejor resultado en cicatrices pica-hielo con láser fraccional ablativo que con reconstrucción química, estudio HJ Kim, Mejoría $> 75\%$ con fraccional no ablativo que con PDL (53%) $P < 0,001$. Estudio Tierney.	Calificación excelente a buena $> 60\%$ con sistemas fraccionales no ablativos. $P < 0,001$, (24) Mayor aceptación y satisfacción frente a otros sistemas como peelings para reconstrucción química o frente a láseres vasculares. (26, 27) $P < 0,001$.	Mayor sensación de dolor con láseres fraccionales ablativos (23,27). Eventos adversos de corta duración (2-7 días) con láseres fraccionales no ablativos (23, 25) frente a los fraccionales ablativos: hiperpigmentación post-inflamatoria de hasta 6 semanas. (25). Eritema y edema transitorios se presentaron en todos los casos y su duración osciló de 2-6 días.

XIII. Discusión

En el curso de la presente revisión se encontró que existe una amplia variedad de sistemas de láser fraccional que son usados alrededor del mundo para tratar distintos tipos de cicatrices (4, 5, 6, 10, 18). Sin embargo, la gran mayoría de los estudios publicados corresponden a series de casos, reportes de casos o estudios no controlados con una baja calidad metodológica lo cual hace que no puedan ser incluidos en una revisión más amplia. Igualmente, ya se halla determinado que las cicatrices post-acné y post-quirúrgicas corresponden a una patología de difícil manejo y de orden multifactorial donde se requiere intervención experimental de primer orden y con seguimiento a largo plazo. Es así, como uno de los principales obstáculos para los investigadores lo constituyen el gran número de variables de confusión asociados a estos tratamientos como lo son el fototipo cutáneo, si la cicatriz es atrófica o hipertrófica, el tiempo de evolución, el color, la textura, entre otros (1, 2, 3, 10, 11). Igualmente se trata de manejos en los que interviene la programación varios aspectos determinantes en el resultado como lo son la fluencia, el ancho de pulso, el delay, la energía por micro-zonas térmicas, entre los más importantes. (6, 9, 10, 16).

Es importante mencionar la existencia de una revisión realizada en 2009 (7), sobre indicaciones de tratamiento y eficacia de la fototermólisis fraccional en general. Aquí se concluye que este sistema es útil como sistema de foto-rejuvenecimiento y resalta sus beneficios en el tratamiento de ríides, alteraciones pigmentarias, lentigos y cicatrices. El segmento que evaluó las cicatrices de acné incluyó estudios no controlados y abstracts publicados en congresos de los Estados Unidos. (7).

En la presente revisión también se ha demostrado que los láseres fraccionales ablativos y no ablativos son eficaces en el tratamiento de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas (24, 25, 26, 27) aunque es necesario mencionar que el tamaño de la muestra es reducido.

En el caso de las cicatrices atróficas de acné, la remodelación dérmica se constituye en el principal reto, puesto que el fenómeno de destrucción a este nivel, que es secundario a la ruptura del folículo y a la extensión del proceso inflamatorio, es responsable de la pérdida de tejido y la subsecuente apariencia deprimida de la cicatriz.

(7). La habilidad de los láseres fraccionales para estimular la reorganización de las fibras elásticas y la neocolágenesis se han convertido en el principal soporte científico para usarlos en el tratamiento de diversa índole de cicatrices (2, 12, 17, 21). Esta revisión demostró en todos los casos en los que se trataron cicatrices atróficas de acné, buena respuesta a los láseres fraccionales, más marcada con algunos de ellos (25, 26, 27), superando siempre el 50% de aceptación entre observadores y pacientes (24, 25, 26, 27). Al comparar dos láseres fraccionales de erbio suave, por ejemplo, de la misma casa fabricante (26), se demostró que no hubo diferencia estadísticamente significativa en la respuesta al tratamiento, a pesar de que el sistema de segunda generación penetra casi 400 μm más dentro de la piel, corroborando los postulados anteriores en cuanto a que el objetivo primordial de la fototermólisis fraccional es el estímulo sobre la dermis. (17, 26).

No obstante, los métodos combinados parecen ser una alternativa eficaz, seguros y bien tolerados. Uno de los artículos seleccionados reportó un mayor grado de respuesta clínica cuando se combinó un láser fraccional con un sistema láser no fraccionado no ablativo, incluso con un espectro menor de eventos adversos y con una mayor aceptación por parte de los pacientes (24). El láser fraccional de CO₂ usado en este estudio, tuvo una mejor calificación cuando se usó a dosis bajas y combinado que cuando se usó a dosis altas solo.

En el caso de establecer comparación con sistemas de reconstrucción dérmica, específicamente aplicación de sustancias para peeling, surgen datos importantes. Para que un sistema de este tipo tenga éxito real debe, el peeling, ser catalogado como de profundidad media, es decir, que sus efectos comprometan la dermis papilar. (7, 13). Esta práctica que lleva varios años en uso, demostró ser menos eficaz en general que el láser fraccional con el cual fue comparada, al mismo tiempo que incluyó un grado más alto de dolor, mayor tiempo de incapacidad y peor aceptabilidad por parte de los pacientes. Sin embargo el estudio reportó que en el caso de cicatrices atróficas tipo rolling, el sistema de reconstrucción química fue significativamente mejor el laser fraccional usado. (25)

Una consideración aparte de debe tenerse para las cicatrices post-quirúrgicas, en su mayoría hipertróficas, dadas las condiciones medioambientales, a nivel celular y

tisular que determinan el crecimiento anormal de la zona expuesta al trauma quirúrgico. (6). Hasta hace poco tiempo, el láser de tinta pulsada era considerado el método de elección en el manejo de este tipo de cicatrices, a pesar de que existía evidencia de que no resultaba siempre tan eficaz. (6). Actualmente la fototermólisis fraccional ha demostrado que mediante su acción sobre un target tan amplio como el agua, estos logran ser sistemas eficaces no sólo en la afectación positiva de las fibras elásticas de la dermis, sino también a nivel de los vasos sanguíneos allí contenidos. Teniendo como base que el componente fundamental de una cicatriz post-quirúrgica es el vascular, puede entonces afirmarse que el éxito de esta terapia tiene un fundamento claro, soportado en la destrucción de la estructura nutricia de la cicatriz aberrante, el vaso sanguíneo. En el estudio de Tierney y colaboradores, el sistema fraccional superó ampliamente al láser de tinta pulsada en aspectos como cambios positivos de la coloración de la cicatriz, textura, grosor y aspecto final de la cicatriz, diferencias todas ellas estadísticamente significativas. (27).

La programación de los diversos parámetros de los diferentes tipos de láseres parece jugar un papel definitivo en el éxito final del tratamiento. En general la fluencia utilizada, la densidad de MTZ/cm² y el número de pases por sesión son preponderantes. (24, 25, 26,27). Esta revisión demostró, entre otras cosas que un solo tratamiento resulta efectivo, cuando se trata con la energía suficiente y un número adecuado de pases (26). En el caso de las terapias combinadas como que se expuso en el estudio He Jung Kim, 2009, también se demostró que el uso adecuado de bajas fluencias, intervalos que permitan la recuperación del tejido y una baja incidencia de eventos adversos, constituye una herramienta útil al momento de elegir una u otra modalidad. (24)

Finalmente los tiempos de recuperación, la poca o nula incapacidad médica y el bajo espectro de complicaciones hacen de estos sistemas un arma infaltable en el manejo de cicatrices. El evento adverso reportado con mayor frecuencia fue el eritema transitorio y el edema, en todos los estudios, seguido por dolor de intensidad moderada generalmente. (24, 25, 26, 27)

El principio de la fototermólisis fraccional que permite que zonas adyacentes indemnes actúen como potenciadores de recuperación en las zonas tratadas, microzonas

térmicas (2, 3, 10), es el responsable del éxito del resurfacing fraccional en fotodaño, cronoenvejecimiento y manejo de cicatrices. (2, 3). Se espera que pronto un gran número de estudios nutran este campo tan ávido de experimentación y urgido de estudios con cohortes grandes que puedan ser seguidas a largo plazo.

XIV. Conclusiones

1. Los láseres fraccionales ablativos y no ablativos son efectivos en el tratamiento de cicatrices post-acné y post-quirúrgicas al mostrar mejoría en color, textura y apariencia final y sus resultados pueden calificarse entre moderados y buenos en un mayor porcentaje.
2. Los láseres fraccionales ablativos son más eficaces en el tratamiento de cicatrices de acné tipo rolling que los sistemas de reconstrucción química. (26).
3. Los láseres fraccionales ablativos, cuando se emplean combinados y a baja energía, son más eficaces y seguros que cuando se usan solos con dosis altas de energía. (25)
4. En general los láseres fraccionales no ablativos generan pocos eventos colaterales y estos son de corta duración. (24, 27).
5. La complicación de mayor duración es la hiperpigmentación post-inflamatoria que se presenta con láseres fraccionales ablativos.
6. Los láseres fraccionales ablativos y no ablativos son seguros en fototipos cutáneos altos. (24, 25, 26)
7. Los láseres fraccionales ablativos y no ablativos son bien tolerados por los pacientes y la satisfacción con los resultados es superior al 50%. (24, 25, 26, 27).
8. Los láseres fraccionales no ablativos son más eficaces en el tratamiento de cicatrices post-quirúrgicas que el láser vascular de tinta pulsada, PDL. (27).

XV. Recomendaciones

1. Se requieren estudios clínicos con tamaños de muestra mayor.
2. Los estudios existentes se limitan a 3 o 4 marcas comerciales y sería de gran ayuda para el cuerpo médico, contar en un futuro contar con ensayos que evalúen cabeza a cabeza el desempeño de los diferentes láseres disponibles en el mercado.
3. Se requieren estudios con seguimiento a largo plazo para evaluar el comportamiento de las cicatrices y la continuidad de los cambios tisulares generados por los láseres fraccionales.

Bibliografía

1. Goodman, Greg J. Postacne scarring: a review of its pathophysiology and treatment. *Dermatologic Surgery* 2006; 857-871.
2. Goodman Greg J. The management of post-acne scarring. *Dermatologic Surgery* 2007; 33: 1175-1188.
3. Goodman, Greg J. Post acne scarring: a short review of its pathophysiology. *Australasian Journal of Dematology* 2001; 42: 84-90
4. Chapas, Anne M. Successful treatment of acneiform scarring with CO2 ablative fractional resurfacing. *Lasers in Surgery and Medicine* 2008; 40: 381-386.
5. Geronemus, Roy. Fractional photothermolysis: current and future applications. *Lasers in Surgery and Medicine* 2006; 38: 169-176.
6. Manstein, Dieter. Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury. *Lasers in Surgery and Medicine* 2004; 34: 426-438.
7. Tierney, Emily P. Review of fractional photothermolysis: treatment indications and efficacy. *Dermatologic Surgery* 2009; 35(10): 1445-1461.
8. Jacob, CL. Acne scarring: A classification system and review of treatment option. *Journal American Academy of Dermatology* 2001; 45: 109-117.
9. Laubach, Hans-Joachim. Skin responses to fractional photothermolysis. *Lasers in Surgery and Medicine* 2006; 38: 142-149.
10. Hantash, Basil M. Fractional photothermolysis a novel aesthetic laser surgery modality. *Dermatologic Surgery* 2007; 33: 525-534.
11. Atiyeh, Bishara S. Non surgical management of hypertrophic scars: evidence-based therapies, standard practices and emerging methods. *Aesthetic Plastic Surgery* 2007; 31: 468-492-
12. Idriss, Nayla. Scar assessment scales: a dermatologic overview. *Skin research and technology* 2009; 15: 1-5
13. Goodman, Greg J. Postacne scarring: a qualitative global scarring grading system. *Dermatologic Surgery* 2006; 32: 1458-1466.
14. Bjerring, Peter. Photorejuvenation an overview. *Medical Laser Application* 2004; 19 (4): 186-195.

15. Hantash, Basil M. In vivo histological evaluation of a novel ablative fractional resurfacing device. *Lasers in Surgery and Medicine* 2007; 39: 96-107.
16. Manstein, Dieter. Effects of multiple passes on the epidermal thermal damage pattern in non-ablative fractional resurfacing. *Lasers in Surgery and Medicine* 2009; 41: 149-153.
17. Behroozan, Daniel S. Fractional Photothermolysis for the treatment of surgical scars: a case report. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*. 2006; 8 (1): 35-38.
18. Ghersetich, I. Chemical peeling: How? , When? , Why? .*Journal of European Academy of Dermatology and Venereology* 1997; 8: 1-11.
19. Martins, Andrea. Facial scars after road accident: combined treatment with PDL and Q-switched Nd: YAG laser. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2008; 10 (1): 174-176.
20. Conell, PG. Treatment of Keloid scars with pulsed dye laser and intralesional steroid. *Journal of Cutaneous Laser Therapy* 2000; 2 (1): 147-150. Alster, TS. The use of fractional laser photothermolysis for the treatment of atrophic scars. *Dermatologic Surgery* 2007; 33: 295-299.
21. Conell, PG. Treatment of Keloid scars with pulsed dye laser and intralesional steroid. *Journal of Cutaneous Laser Therapy* 2000; 2 (1): 147-150. Alster, TS. The use of fractional laser photothermolysis for the treatment of atrophic scars. *Dermatologic Surgery* 2007; 33: 295-299.
22. Tanzi, Elizabeth L. Treatment of atrophic facial acne scars with a Dual-mode Er: YAG laser. *Dermatologic Surgery* 2002; 28: 551-555.
23. Cole, RP. Outcome of erbium: yttrium aluminium garnet laser resurfacing treatments. *Lasers in Medical Science* 2008; 23: 427-433
24. Hu, Syndi. Fractional resurfacing for the treatment of atrophic facial acne scars in asian skin. *Dermatologic Surgery* 2009; 35: 826-832.
25. Kim, Sangeun. Clinical trial of dual treatment with an ablative fractional laser and non-ablative laser for the treatment for acne scars in asian patients. *Dermatologic Surgery* 2009; 35: 1089-1098.
26. Kim, Hee Jung. Comparison of a 1.550 nm Erbium:Glass fractional laser and a Chemical Reconstruction of Skin Scars (CROSS) method in the treatment of acne scars: a simultaneous split-face trial. *Lasers in Surgery and Medicine* 2009; 41: 545-549.

27. Tierney, Emily P. Treatment of surgical scars with non-ablative fractional laser versus Pulsed Dye Laser: a randomized controlled trial. *Dermatologic Surgery* 2009; 35: 1172-1180.
28. Tierney, Emily P. Review of fractional photothermolysis: treatment indications and efficacy. *Dermatologic Surgery* 2009; 35: 1445-1461.
29. Lee, Hyoun Seung. Fractional photothermolysis for the treatment of acne scars: a report of 27 korean patients 2008; 19 (1) : 45-49
30. Toshio, Hasegawa. Clinical trial of a laser device called fractional photothermolysis system for acne scars: case report. *Journal of Dermatology* 2006; 33: 623-627.
31. Avram, Mathew M. Hipertrophic scarring of the neck following ablative fractional carbon dioxide laser resurfacing. *Lasers in Surgery and Medicine* 2009; 41: 185-189.
32. Lee, Yongsoo. Combination treatment of surgical, post-traumatic and post-herpetic scars with ablative lasers followed by fractional laser and non ablative laser in Asians. *Lasers in Surgery and Medicine* 2009; 41: 131-140.
33. Cho, Sun Bin. Efficacy of the fractional photothermolysis system with dynamic operating mode on acne scars and enlarged facial. *Dermatologic Surgery* 2009; 35: 108-114.
34. Cho, Sun Bin. The efficacy and safety of 10.600 carbon dioxide fractional laser for acne scars in asian patients. *Dermatologic Surgery* 2009; 35 (): 1955-1961.
35. Yoo, Kwang Ho. The use of 1540 nm fractional photothermolysis for the treatment of acne scars in asian skin: a pilot study. *Photodermatology, Photoimmunology and Photomedicine* 2009; 25: 138-142.
36. Niwa, Anne Beatriz. Fractional photothermolysis for the treatment of hypertrophic scars: clinical experience in eighth cases. *Dermatologic Surgery* 2009; 35: 773-778.
37. Walgrave, Susan. Evaluation of a novel fractional resurfacing device for treatment of acne scarring. *Lasers in Surgery and Medicine* 2009; 41: 122-127.
38. Fife, Douglas J. complications of fractional CO2 laser resurfacing: four cases. *Lasers in Surgery and Medicine* 2009; 41: 179-184.
39. Kang, Won Hyoung. Atrophic acne scar treatment using triple combination therapy: dot peeling, subsición and fractional laser. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2009; 11 (4): 212-215.

40. Chrastil, Brenda. Second-generation 1.550-nm fractional photothermolysis for the treatment of acne scars. *Dermatologic Surgery* 2008; 34: 1327-1332.
41. Martins, Andrea. Facial scars after road accident: combined treatment with PDL and Q-switched Nd: YAG laser. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy* 2008; 10 (1): 174-176.
42. Glaich, Adrienne S. Fractional resurfacing for the treatment of hypopigmented scars: a pilot study. *Dermatologic Surgery* 2007; 33: 289-294.
43. Alster, TS. The use of fractional laser photothermolysis for the treatment of atrophic scars. *Dermatologic Surgery* 2007; 33: 295-299.
44. Graber, Emmy M. Side effects and complications of fractional laser photothermolysis: Experience with 961 treatments. *Dermatologic Surgery* 2008; 34: 301-307.

Anexo 1. Descripción de estudios no controlados no incluidos.

Estudio y Equipo empleado	Tamaño de muestra y tipo de cicatrice	Tratamiento	Parámetros de eficacia	Resultados
Clinical trial of a laser device called fractional photothermolysis system for acne scars. Hasegawa 2006 (30) Fraxel SR Laser. Reliant Technologies. Palo Alto CA, USA: láser de erbio:glass de 1.550nm	10 sujetos con cicatrices de acné	Fluencia: 6 mJ por zona microscópica de tratamiento. Densidad 1000-1500 puntos/ cm2. Se realizaron 2 pases en una dirección y dos en dirección perpendicular. Se realizaron 3 tratamientos a intervalos de 3 semanas.	Escala de cuatro puntos así: A: excelente B: buena C: aceptable D: ninguna mejoría.	Observadores: 40% : A 30% : B 30%: C Evaluación de los pacientes: 50% : A 10%: B 40%: C.
10 Efficacy of the Fractional Photothermolysis System with dynamic operating mode on acne scars and enlarged facial pores. SB Cho, 2009 (33) Mosaic®, Lutronic Corporation. Gyeonggi, Korea: laser erbio:glass 1.550 nm	12 sujetos con cicatrices atróficas de acné leves a moderadas.	Fluencia: 20-28 J/cm2. Densidad: 400-900 spots/cm2. Pieza de mano de 10 mm. Se usó modo de operación dinámico.	Eficacia sobre las cicatrices de acné y sobre el tamaño de los poros. La evaluación se hizo en una escala basada en cuartiles: Grado 1= menos del 25%, mínima o ninguna mejoría; Grado 2= 26-50%, mejoría moderada; Grado 3= 51-75%, marcada mejoría; Grado 4= más del 75%, cercano a la mejoría total. La satisfacción postratamiento fue calificado por los pacientes como muy satisfecho, satisfecho, ligeramente satisfecho o insatisfecho.	Mejoría en las cicatrices de acné; Grado 1= 2 pacientes; Grado 2= 2 pacientes; Grado 3= 5 pacientes; Grado 4= 3pacientes. El grado promedio de mejoría clínica de las cicatrices de acné por observadores externos fue de 2,8 La mejoría clínica de los poros dilatados fue Grado1 = 1 paciente; Grado 2= 5 pacientes; Grado 3= 3 pacientes; Grado 4= 3 pacientes. El grado promedio de mejoría clínica de poros dilatados registrado por observadores externos fue de 2,67: hombres 2,43 y mujeres 3,0. El grado de satisfacción de los pacientes reveló que 6 quedaron satisfechos o muy satisfechos; 5 estuvieron aceptablemente satisfechos y 1 quedó insatisfecho con los resultados.

			excelente mejoría (> 75%). Los sujetos fueron interrogados sobre la presencia de efecto colateral cutáneo o sistémico: En particular fué usada una escala de dolor de 0-10 para determinar el grado de discomfort durante el procedimiento. Otras complicaciones como edema y eritema fueron calificadas así: 0= no eritema o edema 1= edema o eritema leves 2= edema o eritema moderados 3= edema o eritema severos.	
Fractional resurfacing for the treatment of hypopigmented scars: a study pilot. Glaich 2007 (42) Fraxel SR Laser de erbio: glass de 1.550 nm	7 sujetos con cicatrices de acné hipopigmentadas.	Fluencia: 7-20 mJ. Densidad: 1.000-2.500 MTZ/cm ² . Enfriamiento por Zimmer. Se realizaron entre 2 y 4 sesiones de tratamiento a intervalos de 4 semanas.	Se evaluó la mejoría clínica de la hipopigmentación de la cicatriz. (comparación de fotografías clínicas pre-tratamiento y pos-tratamiento) La evaluación por observador independiente: Escala en cuartiles: Grado 1= < 25% (mínima o ninguna mejoría) Grado 2 = 26-50% (mejoría moderada) Grado 3= 51-75% (mejoría marcada) Grado 4= >75% (mejoría cercana al ciento por ciento).	Seguimiento 1 mes post- tratamiento: Grado 3: mejoría clínica marcada en la hipopigmentación de la cicatriz (51-75%). Grado 2: mejoría leve en la hipopigmentación (26-50%). Grado promedio de mejoría clínica de la cicatriz hipopigmentada: 2,9 (evaluación clínica por observadores) El grado de satisfacción de los pacientes fue paralelo al de los observadores externos. Todos los pacientes reportaron mejoría en la hipopigmentación, pasados 3 meses después de la última sesión de tratamiento.
Successful treatment of acneiform scarring with CO ₂ ablative	15 sujetos con cicatrices de acné moderadas a severas	Fluencia: 70-100mJ. Tamaño del spot 120µm. Densidad 100-400 MTZ/ cm ² por	Evaluación de la mejoría clínica en textura, atrofia y satisfacción general. Escala en cuartiles:	La evaluación de la mejoría clínica de las cicatrices realizada por los investigadores al tercer mes de

<p>fractional resurfacing.</p> <p>Anne Chapas. (4)</p> <p>Fraxel re: pair, Reliant Technologies, Inc. Mountain View, CA. Láser fraccional de CO2 de 10600 nm.</p>	<p>cada pase y densidad total de tratamiento de 200-1200 MTZ/cm2.</p> <p>Cada sujeto recibió 2 o tres tratamientos de cara completa a intervalos de 1-2 meses.</p>	<p>0= ningún cambio 1= (0-25%) 2= (26-50%) 3= (51-75%) 4= (> 75%)</p> <p>La evaluación fue hecha por pacientes y observadores 1 y 3 meses después de la última sesión. La medición objetiva de la textura de la piel fue realizada por medio de un sistema tridimensional de perfiles ópticos que genera una representación topográfica de alta resolución de las cicatrices de acné.</p>	<p>seguimiento fue calificada como una mejoría de la textura de 2,39; la atrofia con una mejoría de 2,19 y una satisfacción general como una mejoría de 2,46.</p> <p>La autoevaluación de los pacientes al tercer mes de seguimiento fue calificada con 2,27 para la mejoría en la textura, 2,11 para la atrofia y 2,42 para la mejoría general.</p>
<p>Second Generation 1550 nm Fractional Photothermolysis for the treatment of acne scars.</p> <p>Brenda Chrastil (40)</p> <p>Fraxel SR Laser 750, primera generación. Reliant Technologies. Palo Alto CA, USA.</p> <p>Erbio: glass 1.550 nm</p>	<p>29 sujetos. Cicatrices de acné en cara y espalda leves a severas.</p>	<p>Fluencia 35-40 mJ/MTZ. Niveles de tratamiento de 7-10 que corresponde a una cobertura de 20-35% del área tratada. Se realizaron 8-10 pases por sesión en todos los pacientes. En total se realizaron entre 2 y 6 tratamientos en los pacientes a intervalos de 1 mes.</p> <p>Se usó un sistema de enfriamiento con aire frío, Zimmer.</p>	<p>Se tomaron fotografías digitales bajo idénticas condiciones en todos los pacientes, al inicio del estudio, antes de cada sesión y un mes después de terminado el tratamiento.</p> <p>Evaluación encaminada a determinar la mejoría clínica general: Los sujetos fueron evaluados por tres médicos independientes</p> <p>Escala de calificación de la mejoría graduada en cuartiles: 1= 1-25% 2= 26-50% 3= 51-75% 4= >76%.</p> <p>Esta escala también se usó para evaluar la autosatisfacción de los pacientes. Los eventos colaterales como eritema</p> <p>50-75% de mejoría: en cicatrices faciales y de la espalda en 23 de 29 pacientes.</p> <p>En 5 pacientes se observó una mejoría mayor del 75%.</p> <p>En 18 pacientes se observó mejoría entre el 50-75%</p> <p>En 5 pacientes se observó mejoría entre el 25-50% y 1 paciente tuvo una mejoría menor del 25%.</p> <p>El grado de satisfacción de los pacientes fue paralelo a la evaluación de los médicos observadores.</p>

			pos-tinflamatorio y dolor fueron calificados como ninguno, leve, moderado y severo.	
Fractional Photothermolysis for the treatment of hypertrophic scars: clinical experience of eight cases. Ane Beatriz Mautari Niwa (36) Fraxel re: pair, Reliant Technologies, Inc. Mountain View, CA. Láser fraccional de CO2 de 10600 nm.	8 sujetos con cicatrices post-quirúrgicas hipertróficas.	Se realizaron 2 a 3 tratamientos a intervalos de 4 semanas con fluencias de 35-50 J/cm2 y niveles de tratamiento de 6 a 8 que corresponde a un 20-26% del área tratada. Se realizaron de 8-10 pases en cada zona cicatricial.	Un evaluador independiente, médico, calificó la respuesta comparando fotografías clínicas pre y post-tratamiento; Escala graduada en cuartiles: Grado 1 (25%)= mínima o ninguna mejoría Grado 2 (26-50%)= mejoría moderada Grado 3 (51-75%)= mejoría marcada Grado 4 (>75%) = mejoría casi total.	Se evaluaron resultados 4 semanas después de la última sesión. Grado promedio de 2,4 de mejoría clínica, según evaluación del observador independiente. La evaluación registró una calificación de 3 para 3 pacientes y 2 para 5 pacientes.
The use of Fractional laser Photothermolysis for the treatment of atrophic scars. Tina Alster, 2007 (43) Fraxel SR Laser 750, primera generación. Reliant Technologies. Palo Alto CA, USA. Erbio: glass 1550 nm	53 sujetos con cicatrices atróficas de acné leves a moderadas	Fluencias de 8-16 J/cm2 Densidad de 125-250 MTZ/cm2. Se realizaron 8-10 pases por sesión y se liberó una energía total de 4-6 kJ/sesión. El 71% de los pacientes recibió 2 o más tratamientos.	Se evaluó la mejoría clínica de las cicatrices post-tratamiento por medio de fotografías digitales, antes de cada sesión y 6 meses post-tratamiento. Dos evaluadores cegados independientes dieron su calificación en una escala de cuartiles: 0= < 25% 1= 25-50% 2= 51-75% 3= >75% de mejoría.	Los promedios de mejoría con las sesiones de tratamiento fueron: sesión 1= 0,98; sesión 2= 1,26; sesión 3= 2,30; sesión 4= 2,71; sesión 5= 2,75
The Efficacy and Safety of 10600nm carbon	20 sujetos con cicatrices atróficas de	Número de sesiones: 1 Se realizó un	Dos dermatólogos blindados; evaluaciones de	Evaluación de la mejoría clínica por los observadores externos.

<p>dioxide Fractional laser for Acne Scars in Asian Patients.</p>	<p>acné leves a severas.</p>	<p>primer pase sobre las lesiones cicatriciales en modo Deep FX con fluencia de 10-20 mJ, densidad 2 y 300 Hz. Luego se realizó un tratamiento adicional usando modo Active FX con fluencias de 50-100 mJ, densidad 2 (cobertura del 68% del área tratada), ancho de pulso 1 mseg y 75Hz sin overlapping, en todo el rostro.</p>	<p>mejoría clínica de las cicatrices de acné después de una sola sesión. Fotografías digitales al inicio del estudio y 3 meses post-tratamiento. Se usó una escala graduada en cuartiles para las evaluaciones: Grado 1= mejoría mínima o ninguna mejoría (<25%) Grado 2=mejoría moderada (26-50%) Grado 3= mejoría marcada (51-75%) Grado 4= mejoría cercana al total (>75%). Evaluación de autosatisfacción así: muy satisfecho satisfecho ligeramente satisfecho e insatisfecho. También se interrogó acerca de la presencia de eventos colaterales como: sangrado, supuración, cambios de color, escamas, costras, eritema y empeoramiento de las lesiones de acné.</p>	<p>Grado 4= 5% de los pacientes ; Grado 3= 45%; Grado 2= 35% y Grado 1= 15%. El grado promedio de mejoría clínica fue de 2,4. La edad de los pacientes, el sexo o tipo de cicatriz, no afectaron significativamente el grado de satisfacción. El 60% de los pacientes estuvo muy satisfecho, el 5% ligeramente satisfecho y el 15% no satisfecho.</p>
---	----------------------------------	--	---	---