



ULTRASONIDO DE ALTA RESOLUCIÓN: PROTOCOLO DE VALORACIÓN EN EL REJUVENECIMIENTO DE LA CALIDAD DE LA PIEL DEL ROSTRO POST-INTERVENCIÓN CON LÁSER NO ABLATIVO

González Claudia,¹  Rivera Zulay,²  Rivera Ingrid,²  Lugo Dennis

Alexander,²  Ollarves Ruiz Víctor.² 

1 Unidad Médica Diagno Insight. Barquisimeto, Venezuela.

2 Unidad Médico Estética Láser UNIMEL. Caracas, Venezuela.

Correspondencia: Claudia González. Unidad Médica Diagno Insight. Barquisimeto, Venezuela.

Email: us.diagnostico.insight@gmail.com

RESUMEN

El ultrasonido de alta frecuencia es una herramienta no invasiva que ofrece marcadores que cuantifican los cambios cutáneos del proceso de senescencia fisiológica. Entre ellos, la epidermis, dermis y la banda subepidérmica de baja ecogenicidad (SLEB), son variables cuyo espesor y ecogenicidad cambian con el envejecimiento cutáneo. Este estudio tuvo como objetivo estimar el espesor epidérmico, dérmico y SLEB en seis sitios faciales



diferentes utilizando ultrasonido de alta frecuencia a través de un protocolo en pacientes candidatos a tratamiento de rejuvenecimiento facial con láser no ablativo. Se tomaron imágenes ultrasonográficas empleando ecógrafo de alta resolución de 16 MHz en seis puntos faciales: región frontal, temporal, surcos nasogenianos y mentón de dos pacientes. Entre los hallazgos ecográficos más relevantes luego de aplicar el tratamiento, se reportaron después de los 90 días de iniciada la terapia y fueron un aumento del grosor de la dermis, así como una homogeneización de la ecogenicidad de la epidermis, dermis y SLEB. Asimismo, se observa cómo estos cambios dérmicos son reflejados en la mejora de la calidad de la piel en cuanto a arrugas, presencia de poros y pápulas o comedones en la piel. En conclusión, el ultrasonido de alta frecuencia es una herramienta no invasiva que puede evaluar la estructura cutánea y los cambios dérmicos relacionados con la edad, que ofrece in vivo marcadores imagenológicos en el seguimiento de intervenciones para rejuvenecimiento facial.

PALABRAS CLAVE: rejuvenecimiento; láser; diagnóstico; dermis; epidermis; SLEB; Nd:YAG; Er:YAG.



HIGH-RESOLUTION ULTRASOUND: ASSESSMENT PROTOCOL FOR THE REJUVENATION OF FACIAL SKIN QUALITY AFTER NON-ABLATIVE LASER INTERVENTION

ABSTRACT

High-frequency ultrasound is a non-invasive tool that offers markers that quantify the skin changes of the physiological senescence process. Among them, the epidermis, dermis, and Subepidermal Low-Echogenic Band (SLEB) are variables whose thickness and echogenicity change with skin aging. This study aimed to estimate epidermal, dermal, and SLEB thickness at six different facial sites using high-frequency ultrasound through a protocol in patients who were candidates for non-ablative laser facial rejuvenation treatment. Ultrasonographic images were taken using a high-resolution 16 MHz ultrasound at six facial points: the frontal, temporal, nasolabial folds, and chin regions of two patients. Among the most relevant ultrasound findings after applying the treatment, they were reported after 90 days after starting the therapy and were an increase in the thickness of the dermis as well as a homogenization of the epidermis, dermis, and SLEB. Likewise, it is observed how these dermal changes are reflected in the improvement of the quality of the skin in terms of wrinkles, the presence of pores, and pimples on the skin. In conclusion, high-frequency ultrasound is a non-invasive tool that can evaluate skin structure and age-related dermal changes, offering in vivo imaging markers in the follow-up of facial rejuvenation interventions.



KEYWORDS: rejuvenation; laser; diagnosis; dermis; epidermis; SLEB; Nd:YAG;

Er:YAG.

INTRODUCCIÓN

Muchos factores intrínsecos y ambientales como la radiación ultravioleta crónica, el estrés y los productos químicos, determinan el envejecimiento cutáneo en las personas, el cual es un proceso fisiológico complejo. Los cambios que se producen tienen un impacto en todas las capas de la piel, desde el estrato córneo hasta el tejido celular subcutáneo. La estructura mecánica y morfológica de la piel depende en gran medida de los componentes del tejido conectivo, incluidos el colágeno, los fibroblastos y las fibras elásticas, en este sentido en el envejecimiento cutáneo, la matriz extracelular dérmica se reorganiza en un tipo de red de colágeno menos interconectada con componentes reducidos del tejido conectivo (1,2). Lo que se refleja con una clínica

característica que incluye la pérdida de elasticidad, arrugas, deshidratación y manchas, entre otros, afectando la calidad de vida de las personas (3).

La búsqueda de tratamientos de rejuvenecimiento facial ha aumentado exponencialmente en las últimas dos décadas, en donde el uso generalizado del láser en el tratamiento de la piel se ha catalogado como uno de los más populares para el rejuvenecimiento de la piel. Procedimiento basado en el principio de fototermólisis selectiva, el cual se alcanza mediante la absorción preferencial de la luz láser y la producción de calor en el cromóforo objetivo, localizándose el calor en el objetivo mediante una duración del pulso más corta que el tiempo de relajación térmica del tejido (4). En la reacción fototérmica, la energía fotónica absorbida en una célula y convertida en calor



provoca un aumento de la temperatura, ocasionando desnaturalización y necrosis celular (5). En consecuencia, se han desarrollado dos tipos de láseres, los ablativos y no ablativos. Entre los láseres ablativos más comunes utilizados para el rejuvenecimiento de la piel son el de CO₂ y el Er:YAG (Erbio:itrio, aluminio, granate), los cuales evaporan el tejido, siendo más agresivos. En contraste, láseres en modo no ablativo o subablativo como el neodimio: itrio-aluminio-granate (Nd:YAG) y Er:YAG, respectivamente, dejan la piel intacta (6), debido a que la epidermis permanece fría porque las ondas penetran la dermis, en donde el calor generado desnaturaliza el colágeno y luego comienza el proceso de cicatrización de la herida, dando como resultado la estimulación de la actividad de los fibroblastos, la síntesis y la reestructuración del nuevo colágeno sobre el sustrato de la piel y la matriz extracelular (7,8).

En este orden de ideas, el ultrasonido de alta resolución es una técnica in vivo no invasiva para evaluar aspectos

fisiológicos y patológicos de la piel, así como la influencia de factores endógenos y exógenos, en donde se visualiza de forma cualitativa y cuantitativa, las capas y estructuras de la piel, mediante la obtención de imágenes de alta resolución de tejidos blandos, a través de dispositivos con altas frecuencias (más de 15 Mhz) que puede detectar diversas ecogenicidades, es decir el brillo de las distintas capas, debido a las diferentes densidades de tejido, lo que implica visualizar cambios en la piel (9–12). A través de esta se puede evaluar el espesor de la epidermis y la dermis, su ecogenicidad y densidad, así como la visualización de un nuevo parámetro, denominado banda subepidérmica de baja ecogenicidad (SLEB, por sus siglas en inglés), la cual da la posibilidad de utilizar esta técnica como un método de descripción de diagnóstico y pronóstico en el área de dermatología, así como su uso para evaluar neoplasias, lesiones vasculares, procesos de inflamación y de envejecimiento, ya sean de tipo



intrínsecos o fotoinducidos que ocurren a nivel de la piel (10,12,13).

El SLEB se describe como una banda hipoeoica, bien definida, ubicada inmediatamente debajo de la capa de la epidermis. Ambas capas de la dermis, papilar y reticular, aunque poseen diferentes composición y organización de las fibras de colágeno, algunos estudios indican que la apariencia hipoeoica de la SLEB está directamente correlacionada a una dermis papilar laxa (14). Así, algunos estudios han relacionado que las variaciones en el espesor y ecogenicidad del SLEB están estrechamente relacionadas con los procesos de fotoenvejecimiento. Un aumento de SLEB indica la destrucción de las fibras de colágeno a nivel de la dermis papilar y su sustitución por depósitos de elastina y glucosaminoglicanos, además de la invasión de esta zona por células inflamatorias y la acumulación de moléculas de agua (10,14,15). La presencia del SLEB es notoria en más del 50% de los adultos mayores de 40 años y se realiza en áreas altamente expuestas al

sol como la cara y la parte dorsal de los antebrazos y se ha correlacionado con la elastosis solar y daño cutáneo (16).

Por lo tanto, la evaluación de estos factores puede utilizarse como marcadores para determinar el proceso de remodelación del colágeno que se produce tras procedimientos estéticos, mínimamente invasivos, permitiendo un seguimiento no invasivo de los resultados obtenidos post-intervención. Nuestro estudio actual tuvo como objetivo evaluar la eficacia del ultrasonido de alta resolución, en cuanto al espesor epidérmico, dérmico y SLEB en seis sitios faciales diferentes, a través de un protocolo de valoración sistemático de cambios estructurales de la piel post-intervención en pacientes de candidatos a tratamiento combinado de rejuvenecimiento facial con láser no ablativo Nd:YAG 1064 nm y Er:YAG 2940 nm.

METODOLOGÍA

Se presenta un reporte de casos clínicos, ambos sujetos sanos y mayores de edad,



sin antecedentes de enfermedad sistémica u otra enfermedad que causara cambios en la piel, que acudieron a la consulta privada de la Unidad Médico Estética Láser (UNIMEL, Caracas, Venezuela) para rejuvenecimiento facial con láser no ablativo Nd:YAG 1064 nm y Er:YAG 2940 nm.

El estudio fue aprobado por la comisión ética de UNIMEL y la incorporación de los sujetos al estudio se realizó mediante un consentimiento informado de forma escrita y verbal, tanto para el tratamiento como para su conformidad en el uso de datos de los resultados obtenidos. Todo el protocolo se realizó bajo las directrices de la Declaración de Helsinki y de acuerdo con las leyes regionales y las buenas prácticas clínicas para estudios en sujetos humanos.

Entre los criterios de exclusión se consideró, sujetos con antecedentes de implantes faciales de biopolímeros y/o rellenos con ácido hialurónico o cualquier material exógeno, antecedentes de cirugía facial o intervención láser previa, lifting quirúrgico o no quirúrgico, que

estuviesen bajo tratamiento con retinoides orales durante los últimos seis meses, infección local activa, acné, susceptibilidad a desarrollar queloides, uso de esteroides locales o sistémicos, inmunosuprimidos y embarazo/lactancia.

El protocolo de rejuvenecimiento facial se efectuó mediante una intervención en la mucosa que recubre las paredes del labio superior e inferior, espacios masticatorios y nasogeniano, en el interior de la cavidad oral en dos sesiones con 30 días de diferencia. Cada sesión consistió en 4 fases realizadas con la plataforma Fotona® (SP Dynamis), combinando la longitud de onda Nd:YAG 1064 nm y Er:YAG 2940 nm. Primera fase: se aplicó el modo SMOOTH (6 J/cm², 1,6 Hz, spot 7 mm); segunda fase: modo FRAC3 Nd:YAG (1 J/cm², 3,6 Hz, spot 9 mm); tercera fase: modo PIANO Nd:YAG (3 J/cm², 7 Hz, spot 9 mm); y una última cuarta fase: Er:YAG (0,7 J/cm², 15 Hz, spot 7 mm). Previo a la aplicación láser, se aplicó 40 min antes crema anestésica.

Se realizaron registros fotográficos digitales y análisis de la calidad de la piel



con LifeViz Mini™ (QuantifiCare®) de fotografías 3D, antes, 30 días y 90 días, después de culminar el protocolo completo. La valoración del índice de la calidad de piel de fotografías 3D, está estandarizada en un rango de -10 a +10, en donde +10 corresponde a una mayor calidad en cuanto a arrugas, poros, comedones y sebo. Además de un estudio ecográfico de la piel del rostro, que se realizó con Ultrasonido de alta resolución (Vinno Q®), sonda lineal de 16 MHz, a través de mediciones de la dermis, SLEB y grosor hipodérmico, en la línea media de la región frontal, temporal bilateral, región nasogeniana bilateral y línea media del mentón.

RESULTADOS

Se presentan dos casos incorporados al estudio para la evaluación de cambios de la calidad de la piel a través de parámetros medidos con ultrasonido de alta resolución (ecogenicidad y grosor: epidérmico, SLEB y dérmico) y su relación con análisis de fotografías

digitales 3D, postratamiento con láser no ablativo Nd:YAG 1064 nm y Er:YAG 2940 nm.

El primer sujeto es un individuo masculino de 63 años de edad con fototipo cutáneo Fitzpatrick II, Glagou tipo III avanzado, con presencia de arrugas en reposo, discromía evidentes y telangiectasias, el cual niega uso de protector solar con regularidad. La piel exhibió una estructura de tres capas mediante análisis con ultrasonido de alta frecuencia (Figura 1b y 1c), en donde se observó posterior a 60 días de culminar el protocolo completo de rejuvenecimiento, una dermis más gruesa y con menos ecogenicidad, además una mejor definición de la epidermis, dermis y SLEB al ser comparado con las ecografías antes de iniciar el tratamiento (Figura 1b y 1c). Igualmente, el tejido celular subcutáneo y el plano muscular regional mostraron una mejor definición para las diferentes regiones evaluadas (Figura 1b y 1c).

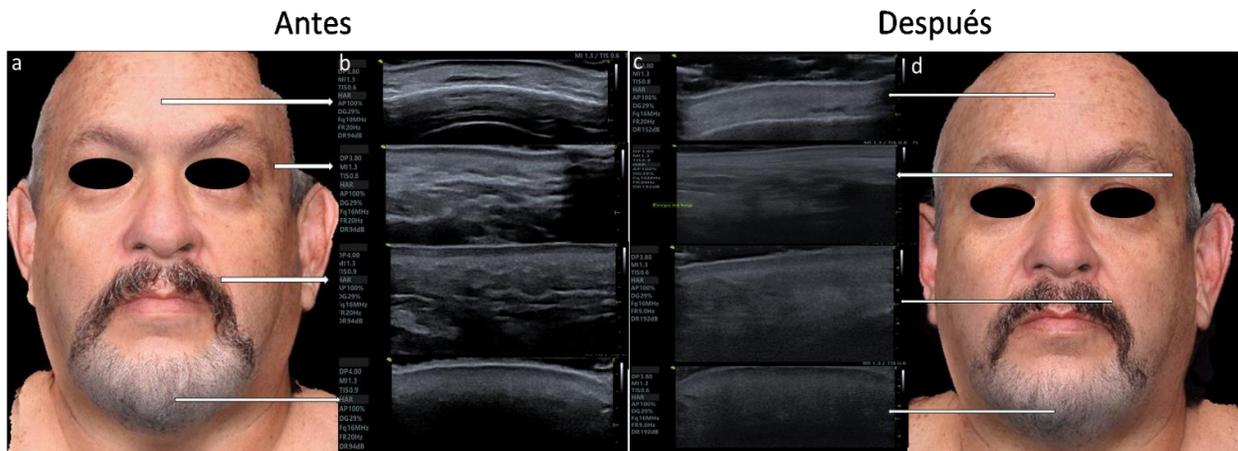


Figura 1. Registro de fotografías digitales del primer sujeto (a,d) e imagen del ultrasonido de alta resolución (b,c), antes (a,b) y después (c,d) del tratamiento con láser no ablativo Nd:YAG 1064 nm y Er:YAG 2940 nm. Ecografías de arriba a abajo: línea media de la región frontal, temporal bilateral, región nasogeniana bilateral y línea media del mentón

Asimismo, se puede apreciar en la figura 2, un aumento de los índices del 26% de la calidad de la piel en cuanto a la presencia de arrugas en el rostro, 19% y

12% de la presencia de poros y comedones, respectivamente, así como 6% de la piel grasa.

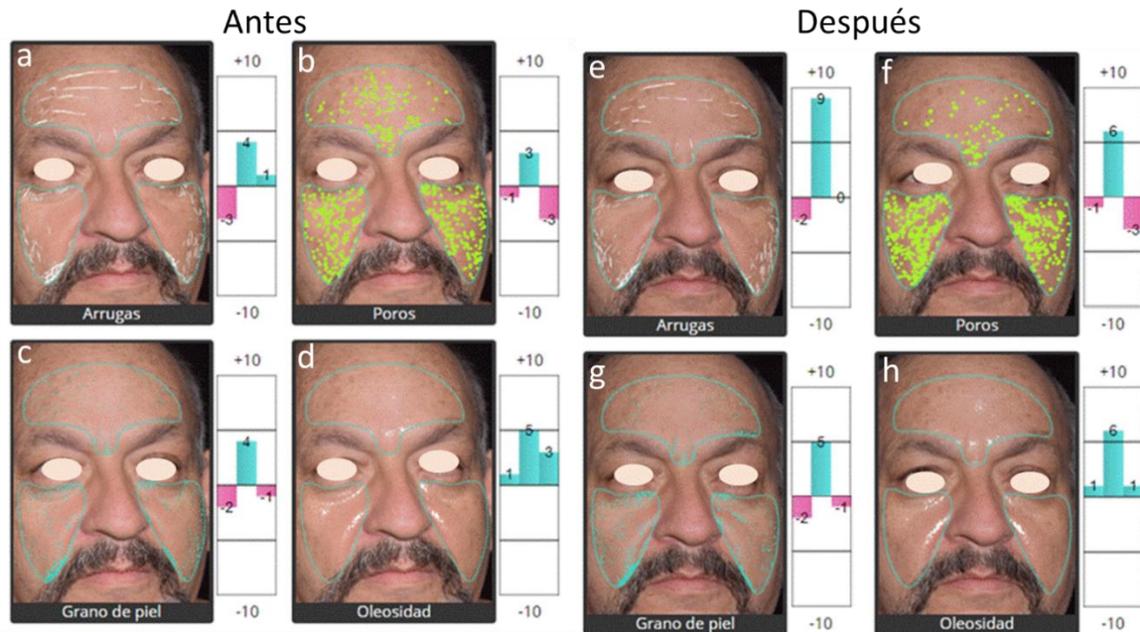


Figura 2. Análisis de calidad de la piel del rostro de fotografías 3D del primer sujeto, antes (a,b,c,d) y después (e,f,g,h) del tratamiento con láser no ablativo Nd:YAG 1064 nm y Er:YAG 2940 nm.

(a,e) Arrugas; (b,f) Poros; (c,g) comedones en piel; (d,h) sebo.

El segundo caso es una mujer de 60 años con fototipo cutáneo Fitzpatrick III y escala Glogau III, con presencia de líneas de expresión dinámicas y estáticas frontales, periorcarias y palpebrales. Se identificó postratamiento una disminución de las arrugas periorcarias y peribucales bilateralmente, además de una reducción del surco nasogeniano a predominio derecho (Figura 3), mientras que de forma similar al primer caso se observa una

integridad del tejido más homogénea, con una dermis más gruesa y con menos ecogenicidad a nivel de la epidermis, la dermis y el SLEB, al comparar los resultados de la ecografía antes del tratamiento con los obtenidos posterior al mismo. Igualmente, el tejido celular subcutáneo y el plano muscular regional demostraron una mayor definición para las distintas regiones examinadas (Figura 3b y 3c).

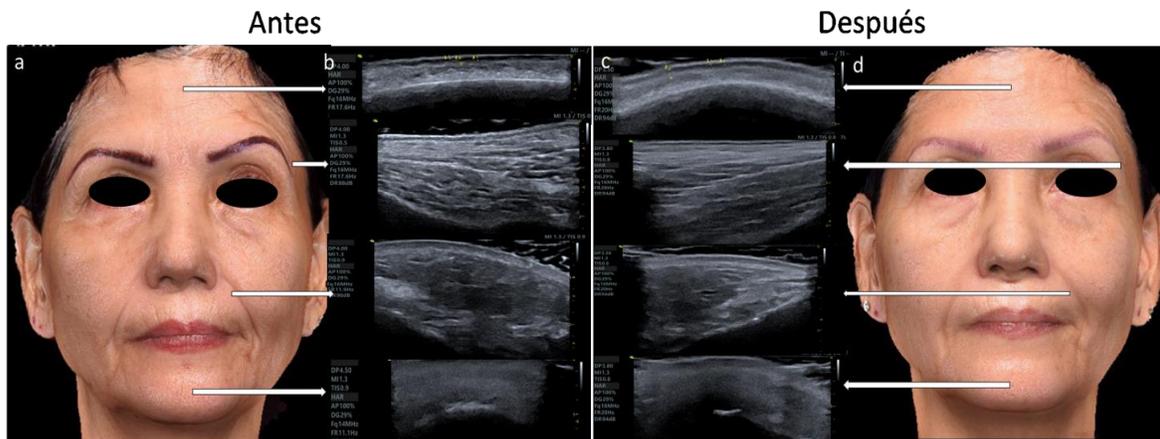


Figura 3. Registro de fotografías digitales del segundo sujeto (a,d) e imagen del ultrasonido de alta resolución (b,c), antes (a,b) y después (c,d) del tratamiento con láser no ablativo Nd:YAG 1064 nm y Er:YAG 2940 nm. Ecografías de arriba a abajo: línea media de la región frontal, temporal bilateral, región nasogeniana bilateral y línea media del mentón

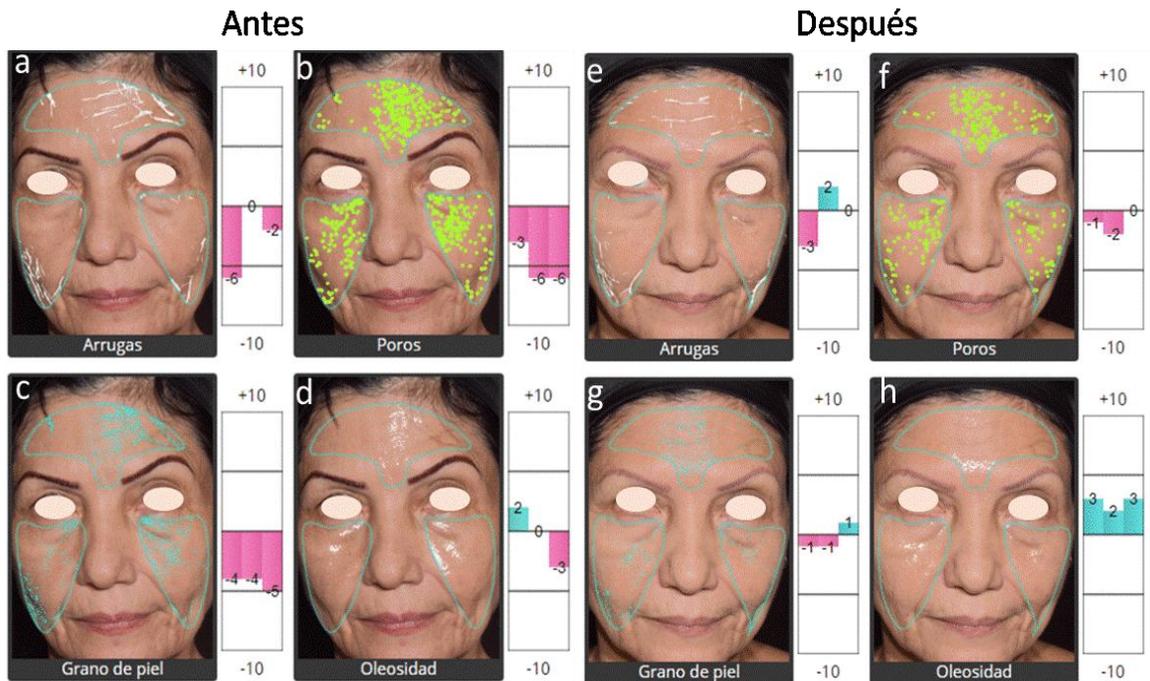


Figura 4. Análisis de calidad de la piel del rostro de fotografías 3D del segundo sujeto, antes (a,b,c,d) y después (e,f,g,h) del tratamiento con láser no ablativo Nd:YAG 1064 nm y Er:YAG 2940 nm. (a,e) Arrugas; (b,f) Poros; (c,g) comedones en piel; (d,h) sebo.

En consonancia, los análisis de fotografías 3D en la segunda paciente reflejaron, un aumento del 17% de la calidad de la piel para arrugas, de un 50% para la presencia de poros, del 33% para los comedones presentes en el rostro y 17% de la piel grasa.

En la tabla 1, se presenta la media de las mediciones del grosor de la epidermis,

SLEB y dermis, obtenidas para ambos sujetos antes, 30 días postratamiento, así como un seguimiento control a los 60 días de haber culminado el protocolo completo de rejuvenecimiento con láser (90 días).

Tabla 1. Cambios en el grosor de epidermis, dermis y SLEB de los diferentes puntos faciales de la evaluación ecográfica.

| | | Frontal | Temporal | | Nasogeniano | | Mentón |
|----------------|------------------------|---------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| | | | Derecho | Izquierdo | Derecho | Izquierdo | |
| Epidermis (mm) | pretratamiento | 0,46 | 0,73 | 0,62 | 0,43 | 0,63 | 0,73 |
| | 30 días postratamiento | 0,66 | 0,70 | 0,64 | 0,32 | 0,41 | 0,70 |
| | 90 días postratamiento | 0,66 | 0,70 | 0,58 | 0,40 | 0,67 | 0,34 |
| Dermis (mm) | pretratamiento | 1,12 | 0,69 | 0,61 | 1,36 | 1,27 | 0,69 |
| | 30 días postratamiento | 1,08 | 1,31 | 0,87 | 0,80 | 1,13 | 1,39 |
| | 90 días postratamiento | 1,41 | 1,90 | 2,03 | 2,15 | 1,92 | 2,36 |
| SLEB (mm) | pretratamiento | 0,50 | 0,45 | 0,44 | 0,49 | 0,45 | 0,45 |
| | 30 días postratamiento | 0,49 | 0,50 | 0,50 | 0,46 | 0,33 | 0,45 |
| | 90 días postratamiento | 0,41 | 0,53 | 0,53 | 0,31 | 0,39 | 0,41 |

A nivel de la epidermis, se encontró un aumento del grosor de la misma al comparar los resultados obtenidos antes (0,46 mm) y después (0,66 mm) de la segunda sesión en la línea media de la región frontal, sin embargo esta no cambió su grosor en la sesión control (0,66 mm), no se observaron mayores diferencias a región temporal, en cambio en la región nasogeniana, después de

culminar la segunda sesión disminuyó aproximadamente 30% el grosor de la epidermis, volviendo a los valores similares obtenidos después de transcurrir 60 días de la segunda intervención, al nivel del mentón se observó una disminución del grosor de la epidermis (0,34 mm) en el registro control al ser comparado los valores obtenidos antes



(0,73 mm) y posterior a la segunda sesión de tratamiento (0,70 mm).

A nivel de la dermis, no se observaron mayores cambios en las diferentes zonas evaluadas (región frontal, temporal bilateral, región nasogeniana bilateral y línea media del mentón) después de la segunda sesión de tratamiento, sin embargo, en el registro de seguimiento posterior a 60 días de haber culminado ambas sesiones láser este grosor aumento casi el doble en todas las zonas evaluadas. Del mismo modo no se observaron mayores cambios del grosor del SLEB para las diferentes regiones del rostro antes, después de la segunda sesión y 60 días posteriores a la misma.

DISCUSIÓN

La terapia combinada de dos longitudes de onda es un protocolo de tratamiento que ha demostrado sinergia y excelentes resultados para contrarrestar el fotodaño y los signos clínicos del envejecimiento de la piel, tal como se observar en los resultados obtenidos en este reporte de casos, en concordancia estudios

histológicos en pacientes sometidos a tratamientos combinados de láser Nd:YAG y Er:YAG se evidenció que ambos provocan un cambio en la estructura de la piel, a través del remodelado que se manifiesta en el grosor de la epidermis, aumento de la densidad aparente de la dermis, incremento en la síntesis de fibras de colágeno y neoangiogénesis (8,17). Otros estudios también han demostrado mayor rejuvenecimiento de la piel, así como mejora en el tamaño de los poros, textura y pigmentación, con el uso de láser no ablativo (18–20). Los resultados del índice de calidad de la piel del rostro realizado con análisis 3D, confirmaron los resultados de rejuvenecimiento satisfactorios en la corrección de las arrugas y disminución de los poros y comedones presentes en la piel para ambos sujetos, lo que fue consistente con las observaciones mediante el examen de ultrasonido.

Nuestros resultados del examen de ultrasonido de alta frecuencia revelaron que la piel presentaba una estructura de



tres capas, lo cual concuerda con otros estudios (9–12). La epidermis está compuesta principalmente de queratina, una proteína estructural densa y fibrosa que refleja fuertemente las ondas de ultrasonido; por tanto, la epidermis tiende a ser más hiperecoica. Similarmente la dermis también es hiperecoica, aunque en menor medida que la epidermis, debido a su alto contenido en colágeno. Finalmente, el tejido subcutáneo es hipoecoico debido a la presencia de lóbulos grasos que permiten el paso sin obstáculos de las ondas ultrasónicas (21,22). En este sentido, la dermis se puede distinguir aún más mediante ecografía según la disposición de los haces de colágeno y elastina, el 20% superior de la dermis hiperecoica corresponde a la dermis papilar y contiene haces de colágeno y elastina más delgados y dispuestos de forma irregular. El 80% inferior de la dermis está formado por colágeno y elastina dispuestos de forma más regular. En consecuencia, la ecografía a frecuencias mayores de 10 MHz demuestra una dermis reticular con

hebras hiperecoicas de haces de colágeno más gruesos interpuestos con una matriz extracelular hipoecoica (22,23).

Normalmente en la piel envejecida, la epidermis y dermis se presentaba como una línea hiperecogénica brillante y heterogénea (11, 12, 21, 24), similares a las encontradas en ambos sujetos antes de iniciar el protocolo. Después de la intervención con láser no ablativo la dermis se volvió mucho más gruesa, con menor ecogenicidad en ambos sujetos, con valores similares a los reportados por Crisan y col. (11), en individuos con un rango de edad comprendido entre 21 a 40 años. En donde se plantea que puede ser efecto de una restructuración de los componentes que conforman el tejido y una inducción de la síntesis de colágeno producto del efecto combinado del Láser Nd:YAG y Er:YAG, como lo señalan otros estudios (8,25), los cuales algunos indican una estimulación en los queratinocitos y fibroblastos, además de una sobreexpresión de filagrina, acuaporina, TGasa, HSP70 con una reducción en MMP-1 y un aumento en



elastina y procolágeno tipo 1 producto del uso del láser no ablativo (25). Vale la pena destacar que en nuestros casos este efecto se evidenció después de 60 días de haber culminado ambos protocolos de intervención láser. Así, estudios señalan la ecogenicidad de la dermis se convierte en uno de los parámetros más importantes que nos permiten examinar la ecogenicidad ultrasonográfica, que está influenciada por la orientación de las fibras de colágeno y el contenido de agua a este nivel (10,26).

Como se pudo observar tanto en este reporte como en otros trabajos (27), el ultrasonido de alta resolución es un método no invasivo para visualizar modificaciones dérmicas que se pueden realizar sin biopsias de piel. Además, los cambios dérmicos a largo plazo pueden controlarse y cuantificarse mediante el uso de esta técnica.

Actualmente, el SLEB está asociado a procesos de degradación del colágeno, inflamación y edema a nivel de la dermis papilar (10). En un estudio realizado por Gniadecka y col. (28) en donde se

evaluaron mediante ecografía cutánea de la región del antebrazo en 23 voluntarios sanos de diferentes grupos etarios, cambios en la SLEB en los individuos con más años de edad, este estudio indica variaciones interindividuales y circadianas de la SLEB, sugiriendo que esta banda no solo presenta un cambio estructural en el transcurrir de los años, con tendencia a ser irreversible en algunos casos, ocasionando una redistribución del agua en la dermis envejecida. Sin embargo, en otros trabajos realizados por Rayner y col. (29) y Tedeschi y col. (14), no encontraron una correlación del grosor del SLEB y el envejecimiento de la piel, pero sí encontraron una correlación inversamente proporcional de la ecogenicidad del SLEB con el envejecimiento de la piel. Asimismo, en la presente investigación no se identificó cambios del grosor del SLEB, pero sí de su ecogenicidad, aumentando la ecogenicidad en ambos pacientes después del tratamiento de rejuvenecimiento láser, este efecto podría estar relacionado con la disminución del



contenido de agua, así como el engrosamiento de la dermis luego de la segunda sesión y la respuesta favorable observada en las regiones periorbitarias y peribucales, sin embargo, se tendría que realizar otros estudios con un mayor número de pacientes para confirmar estos hallazgos.

En el ultrasonido de alta resolución, se identificó la utilidad de los diferentes parámetros de ecogenicidad y grosor de la epidermis, dermis y SLEB, los cuales en medicina estética pueden utilizarse como marcadores objetivos para evaluar el proceso de remodelación del colágeno que se produce tras procedimientos estéticos mínimamente invasivos, permitiendo un seguimiento no invasivo y a largo plazo de los resultados, convirtiéndose en una herramienta útil para apreciar la eficacia real de diferentes intervenciones y/o productos, y resaltar cómo ejercen sus efectos de rejuvenecimiento. Además, también podría utilizarse en la aplicación clínica para diferenciar posibles acontecimientos

confusos, incluidos nódulos, granulomas u otras reacciones adversas.

En conclusión, el ultrasonido de alta resolución es una técnica no invasiva, segura y eficaz para evaluar cambios de las estructuras de la piel, en protocolos de rejuvenecimiento con láser no ablativo Nd:YAG 1064 nm y Er:YAG 2940 nm, en donde se generan cambios estructurales los cuales se pueden asociar la ecogenicidad de la dermis, epidermis y SLEB, así como el grosor de la dermis como elementos claves en el proceso de rejuvenecimiento, que va en concordancia con un aumento de la calidad de la piel del rostro en cuanto a arrugas, presencia de poros y comedones, y piel grasa, sin embargo siendo este un reporte de casos para confirmar estos hallazgos, se deberían realizar estudios adicionales con un mayor número de pacientes.

REFERENCIAS

1. Rivera Z, Rivera I, Ollarves V, Lugo DA, Hagel I. Aspectos

moleculares del envejecimiento cutáneo. *Dermatología Venez.* 2021;59(2):16–26.

2. Russell-Goldman E, Murphy GF. The Pathobiology of Skin Aging: New Insights into an Old Dilemma. *Am J Pathol.* 2020 Jul;190(7):1356–69.

3. Farage MA, Miller KW, Elsner P, Maibach HI. Structural characteristics of the aging skin: A review. *Cutan Ocul Toxicol.* 2007;26(4):343–57.

4. Beigvand HH, Razzaghi M, Rostami-Nejad M, Rezaei-Tavirani M, Safari S, Rezaei-Tavirani M, et al. Assessment of laser effects on skin rejuvenation. *J Lasers Med Sci.* 2020;11(2):212–9.

5. Ansari MA, Erfanzadeh M, Mohajerani E. Mechanisms of laser-tissue interaction: II. tissue thermal properties. *J Lasers Med Sci* [Internet]. 2013 [cited 2023 Sep 14];4(3):99–106. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4295363/>

6. Preissig J, Hamilton K, Markus R. Current laser resurfacing technologies:

A review that delves beneath the surface. *Semin Plast Surg.* 2012;26(3):109–16.

7. Kaushik SB, Alexis AF. Nonablative fractional laser resurfacing in skin of color: Evidence-based review. *J Clin Aesthet Dermatol* [Internet]. 2017 [cited 2023 Sep 14];10(6):51–67. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5605208/>

8. Shanina NA, Patrushev AV, Zorman A. Histological and Immunohistochemical Changes in Facial Skin Treated with Combined Ablative and Non-Ablative Laser Therapy. *J Cosmet Dermatol.* 2021;jocd.14023.

9. Mashkevich G, Wang J, Rawnsley J, Keller GS. The Utility of Ultrasound in the Evaluation of Submental Fullness in Aging Necks. *Arch Facial Plast Surg.* 2009;11(4):240–5.

10. Nicolescu AC, Ionescu S, Ancuta I, Popa VT, Lupu M, Soare C, et al. Subepidermal Low-Echogenic Band—Its Utility in Clinical Practice: A



Systematic Review. Diagnostics. 2023;13(5).

11. Crisan D, Lupsor M, Boca A, Crisan M, Badea R. Ultrasonographic assessment of skin structure according to age. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* [Internet]. 2012 [cited 2023 Sep 14];78(4):519. Available from: <https://ijdv.com/ultrasonographic-assessment-of-skin-structure-according-to-age/>

12. Levy J, Barrett DL, Harris N, Jeong JJ, Yang X, Chen SC. High-frequency ultrasound in clinical dermatology: a review. *Ultrasound J*. 2021;13(1).

13. Mandava A, Ravuri P, Konathan R. High-resolution ultrasound imaging of cutaneous lesions. *Indian J Radiol Imaging*. 2013;23(3):269–77.

14. Tedeschi A, Lacarrubba F, Micali G. Mesotherapy with an Intradermal Hyaluronic Acid Formulation for Skin Rejuvenation: An Inpatient, Placebo-Controlled, Long-Term Trial Using High-Frequency Ultrasound. *Aesthetic Plast Surg* [Internet]. 2015 [cited 2023 Sep 14];39(1):129–33.

Available from:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00266-014-0432-1>

15. Arisi M, Soglia S, Guasco Pisani E, Venturuzzo A, Gelmetti A, Tomasi C, et al. Cold Atmospheric Plasma (CAP) for the Treatment of Actinic Keratosis and Skin Field Cancerization: Clinical and High-Frequency Ultrasound Evaluation. *Dermatol Ther (Heidelb)*. 2021;11(3):855–66.

16. Jemec G, Gniadecka M, Ulrich J. Ultrasound in dermatology. Part I. High frequency ultrasound. *Eur J dermatology EJD* [Internet]. 2000 [cited 2023 Sep 14];10(6):492–7. Available from:

<https://europepmc.org/article/med/10980479>

17. Schmults CD, Phelps R, Goldberg DJ. Nonablative facial remodeling: Erythema reduction and histologic evidence of new collagen formation using a 300-microsecond 1064-nm Nd:YAG laser. *Arch Dermatol*. 2004;140(11):1373–6.



18. Trelles MA, Álvarez X, Martín-Vázquez MJ, Trelles O, Velez M, Levy JL, et al. Assessment of the efficacy of nonablative long-pulsed 1064-nm Nd:YAG laser treatment of wrinkles compared at 2, 4, and 6 months. *Facial Plast Surg*. 2005;21(2):145–53.
19. Koh BK, Lee CK, Chae K. Photorejuvenation with submillisecond neodymium-doped yttrium aluminum garnet (1,064 nm) laser: A 24-week follow-up. *Dermatologic Surg* [Internet]. 2010;36(3):355–62. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2009.01443.x>
20. Pineda ZMR, Lopez IH, Pineda IMR, Ruiz VAO. Efectividad del tratamiento con láser Nd-YAG en la reducción del tamaño del poro facial. *Med Cutan Ibero Lat Am* [Internet]. 2017;45(2):101–6. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=73814>
21. Van Mulder TJS, de Koeijer M, Theeten H, Willems D, Van Damme P, Demolder M, et al. High frequency ultrasound to assess skin thickness in healthy adults. *Vaccine* [Internet]. 2017 [cited 2023 Sep 17];35(14):1810–5. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264410X16306235>
22. Samantha L, Indermeet K, Iltefat H. Emerging imaging technologies in dermatology: part I: basic principles. *J Am Acad Dermatol* [Internet]. 2019 [cited 2023 Sep 17];80:1114–20. Available from: https://books.google.de/books?id=yArSBQAAQBAJ&pg=PA43&hl=de&source=gbs_toc_r&cad=3#v=onepage&q&f=false
23. Barcaui E de O, Carvalho ACP, Piñeiro-Maceira J, Barcaui CB, Moraes H. Study of the skin anatomy with high-frequency (22 MHz) ultrasonography and histological correlation. *Radiol Bras* [Internet]. 2015 [cited 2023 Sep 17];48(5):324–9. Available from: <https://www.scielo.br/j/rb/a/zqXnLjNKJWQ5fDpJw3QnFhD/>



24. Rayner R, Carville K, Leslie G, Dhaliwal SS. Measurement of morphological and physiological skin properties in aged care residents: a test–retest reliability pilot study. *Int Wound J* [Internet]. 2017 [cited 2023 Sep 17];14(2):420–9. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iwj.12621>
25. De Filippis A, Perfetto B, Guerrera LP, Oliviero G, Baroni A. Q-switched 1064 nm Nd-Yag nanosecond laser effects on skin barrier function and on molecular rejuvenation markers in keratinocyte-fibroblasts interaction. *Lasers Med Sci*. 2019 Apr 4;34(3):595–605.
26. Sabau M, Boca A, Ilies R, Tataru A. Potential of high-frequency ultrasonography in the management of atopic dermatitis. *Exp Ther Med*. 2018;
27. Qiao J, Jia QN, Jin HZ, Li F, He CX, Yang J, et al. Long-Term Follow-Up of Longevity and Diffusion Pattern of Hyaluronic Acid in Nasolabial Fold Correction through High-Frequency Ultrasound. *Plast Reconstr Surg* [Internet]. 2019 [cited 2023 Sep 17];144(2):189E-196E. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6661240/>
28. Gniadecka M, Gniadecki R, Serup J, Sondergaard J. Ultrasound structure and digital image analysis of the subepidermal low echogenic band in aged human skin: Diurnal changes and interindividual variability. *J Invest Dermatol* [Internet]. 1994 [cited 2023 Sep 17];102(3):362–5. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022202X94976384>
29. Rayner RL, Carville KJ, Leslie GD, Dhaliwal SS. Clinical purpura and elastosis and their correlation with skin tears in an aged population. *Arch Dermatol Res*. 2019;311(3):231–47.