

Fecha de recepción:  
27-07-2025  
Fecha de aceptación:  
15-10-2025

## EFICACIA DEL LÁSER CO<sub>2</sub> FRACCIONADO COMBINADO CON EXOSOMAS SINTÉTICOS DERIVADOS DE CÉLULAS MADRE VEGETALES EN EL REJUVENECIMIENTO CUTÁNEO DEL CUELLO

Mariela Ríos<sup>1</sup>; Oscar Suárez<sup>2</sup>

### Artículo original

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés en el presente trabajo de investigación.

© 2025 Publicado por: Revista Iberoamericana de Láser Médico (RILMED). Órgano de divulgación científica de la Academia Iberoamericana de Láser Médico  
Los autores conservan los derechos de autor y otorgan a la revista el derecho exclusivo de la publicación, con acceso abierto bajo los términos de la Licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY NC 4.0) [https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/]. Esta licencia permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada. Para más información, por favor contacte a: [ailmed.direcciondeinvestigacion@gmail.com](mailto:ailmed.direcciondeinvestigacion@gmail.com)



Para comunicarse con el autor principal Mariela Ríos  
E-mail: [Riosmariela12@gmail.com](mailto:Riosmariela12@gmail.com)  
Venezuela

### Cómo citar

Ríos, M., & Suárez, O. Eficacia del láser co<sub>2</sub> fraccionado combinado con y sin exosomas en el rejuvenecimiento cutáneo del cuello. *Revista Iberoamericana De Láser Médico*, 5(2). Recuperado a partir de <https://rilmed.ailmed.org/index.php/rilmed/article/view/80>

### Resumen

El cuello desempeña un papel clave en la percepción estética del envejecimiento, lo que ha incrementado la demanda de intervenciones no invasivas para su rejuvenecimiento. Este estudio evaluó la eficacia del láser CO<sub>2</sub> fraccionado, aplicado como monoterapia y en combinación con exosomas sintéticos derivados de células madre vegetales, en pacientes con laxitud cutánea y arrugas cervicales. Se incluyeron 14 mujeres (28 hemicuellos), con edades entre 35 y 58 años, predominantemente fototipo III (78,6%). La mayoría presentaba laxitud moderada (85,7%) y arrugas de severidad media (71,4%), según las escalas IBSA y Fitzpatrick Wrinkle Classification Scale (FWCS), respectivamente. Se aplicaron tres sesiones de láser CO<sub>2</sub> fraccionado en todo el cuello. Posteriormente, se administraron exosomas en el hemicuello izquierdo y solución salina como placebo en el derecho. Ambos protocolos mostraron mejoras significativas ( $p < 0,05$ ) en la reducción de laxitud y arrugas, siendo más pronunciadas en la terapia combinada. La ecografía evidenció aumento del grosor dérmico y reducción del SLEB, con significancia estadística en el hemicuello tratado con láser y exosomas. La satisfacción del paciente fue mayor en el tratamiento combinado. En conclusión, la combinación de láser CO<sub>2</sub> fraccionado con exosomas representa una alternativa segura, eficaz y bien tolerada para el rejuvenecimiento cutáneo del cuello.

**Palabras clave:** Cuello; arrugas; laxitud, láser CO<sub>2</sub> fraccionado; exosomas; rejuvenecimiento; SLEB.

### EFFICACY OF FRACTIONAL CO<sub>2</sub> LASER COMBINED WITH AND WITHOUT EXOSOMES IN SKIN RESURFACING OF THE NECK

### Abstract

The neck plays a key role in the aesthetic perception of aging, prompting growing demand for non-invasive rejuvenation procedures. This study evaluated the efficacy of fractional CO<sub>2</sub> laser therapy, applied as monotherapy and in combination with synthetic exosomes derived from plant stem cells, in patients with cervical skin laxity and wrinkles. Fourteen women (28 heminecks), aged 35 to 58 years, were included. Most had Fitzpatrick skin phototype III (78.6%) and presented moderate laxity (85.7%) and wrinkle severity (71.4%) according to the IBSA and Fitzpatrick Wrinkle Classification Scale (FWCS), respectively. All patients received three sessions of fractional CO<sub>2</sub> laser across the entire neck. Exosomes were applied to the left hemineck, while saline solution was used as placebo on the right. Both protocols showed statistically significant improvements ( $p < 0.05$ ) in reducing laxity and wrinkles, with superior results in the combined treatment. Ultrasound imaging revealed increased dermal thickness and reduced SLEB, with significant changes on the side treated with laser and exosomes. Patient satisfaction was higher with the dual therapy. In conclusion, fractional CO<sub>2</sub> laser combined with exosomes offers a safe, effective, and well-tolerated approach for neck rejuvenation, improving both structural and aesthetic parameters.

**Keywords:** Wrinkles; neck; dermis; epidermis; exosomes; fractional CO<sub>2</sub> laser; laxity; rejuvenation; SLEB.

<sup>1</sup> Médico cirujano de la Universidad Central de Venezuela, con estudios superiores en medicina estética y antiaging en España.

<sup>2</sup> Médico Cirujano Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado UCLA, Maestría en Medicina Estética Universidad Tecnología de México, Máster en Medicina Estética Universidad de Barcelona España. Maestría en Laser Médico Universidad Politécnica de Cataluña España Profesor titular y director de la Especialización de Medicina Fotónica en Dermatocósmética FGU-AILMED. Presidente de la Sociedad Venezolana de Láser Médico. Director General de la Academia Iberoamericana de Láser Médico AILMED. Director General del Instituto de Altos Estudios en Ciencias de la Salud de la Florida Global University Estados Unidos



## Introducción

El envejecimiento cutáneo es un proceso multifactorial que afecta progresivamente la estructura y función de la piel. En el cuello, estos cambios son especialmente visibles debido a su delgadez, menor densidad de glándulas sebáceas y exposición constante a factores extrínsecos como la radiación ultravioleta (UV), lo que lo convierte en una de las zonas más vulnerables al envejecimiento prematuro<sup>[1,2]</sup>. Clínicamente, se manifiesta por laxitud, arrugas profundas, pérdida de firmeza y alteraciones en la textura y pigmentación<sup>[3]</sup>.

La piel cervical presenta características anatómicas particulares: menor grosor dérmico, menor contenido de colágeno y elastina, y una disposición muscular que favorece la formación de bandas platismales con el paso del tiempo<sup>[4]</sup>. Estos factores, sumados a la disminución de la actividad fibroblástica y al aumento de metaloproteinasas inducidas por la radiación UVA, contribuyen a la degradación de la matriz extracelular (MEC) y a la pérdida de elasticidad<sup>[5,6]</sup>.

En las últimas décadas, el rejuvenecimiento no quirúrgico del cuello ha cobrado relevancia, impulsando el desarrollo de tecnologías mínimamente invasivas como el láser fraccionado de CO<sub>2</sub>. Este dispositivo genera columnas de ablación térmica controlada que estimulan la neocolagénesis, la reorganización de la MEC y la renovación epidérmica, mejorando la firmeza, textura y apariencia general de la piel<sup>[7,8]</sup>. Diversos estudios han demostrado su eficacia en el tratamiento de arrugas, flacidez y cicatrices, posicionándolo como el estándar de oro en rejuvenecimiento cutáneo con dispositivos basados en energía<sup>[9]</sup>.

Paralelamente, la biotecnología ha introducido nuevas estrategias regenerativas como los exosomas, vesículas extracelulares de 30–150 nm derivadas de células madre, que contienen proteínas, ARN mensajeros, microARN y factores de crecimiento<sup>[10]</sup>. Estas estructuras actúan como mediadores paracrinós, modulando la proliferación celular, la síntesis de colágeno y la respuesta inflamatoria<sup>[11]</sup>. En dermatología estética, los exosomas han mostrado beneficios en la cicatrización, la regeneración dérmica y el rejuvenecimiento cutáneo, especialmente cuando se combinan con terapias ablativas como el láser<sup>[12,13]</sup>.

Sin embargo, la evidencia sobre la eficacia del uso combinado de láser CO<sub>2</sub> fraccionado y exosomas en la región cervical aún es limitada. Dada la complejidad anatómica y funcional del cuello, resulta fundamental explorar intervenciones que no solo mejoren la apariencia estética, sino que también promuevan una regeneración tisular profunda y sostenida.

Este estudio se propuso evaluar la eficacia clínica del láser CO<sub>2</sub> fraccionado, aplicado como monoterapia y en combinación con exosomas sintéticos de origen vegetal, en el tratamiento de la laxitud y las arrugas del cuello, mediante análisis clínico, ecográfico y percepción del paciente.

## Metodología

Se diseñó un estudio descriptivo, prospectivo y cuasiexperimental para evaluar la eficacia del láser CO<sub>2</sub> fraccionado, aplicado como monoterapia y en combinación con exosomas sintéticos derivados de células madre vegetales, en el tratamiento de la laxitud cutánea y las arrugas cervicales. La intervención se realizó en 14 pacientes, conformando una muestra de 28 hemicuellos.

Los criterios de inclusión fueron: mujeres mayores de 35 años, con fototipos cutáneos I a IV según la escala de Fitzpatrick, y diagnóstico clínico de laxitud cervical de leve a severa. Se excluyeron pacientes embarazadas o en lactancia, con antecedentes de cicatrices hipertróficas, queloides, fototipo V o VI, tratamientos estéticos recientes (peeling químico, toxina botulínica, rellenos, cirugía de estiramiento en cuello o tercio inferior facial en los últimos 12 meses), o ingesta de retinoides sistémicos en los seis meses previos. Todas las participantes firmaron consentimiento informado, y el estudio se desarrolló conforme a los principios éticos de la Declaración de Helsinki<sup>[22]</sup>.

Cada paciente recibió tres sesiones de láser CO<sub>2</sub> fraccionado (10600 nm, manufactura coreana), con parámetros de 300 micrones de profundidad, energía de 12–14 W, ancho de pulso de 3,5 ms y cobertura del 20–30%. Se aplicó anestesia tópica (lidocaína 2,5%) bajo oclusión durante 10 minutos. El tratamiento se realizó en una sola pasada, evitando superposición de disparos.

Posteriormente, en la misma sesión, se aplicaron exosomas sintéticos (V-Tech System®) en el hemicuello izquierdo mediante técnica de



drug delivery, mientras que en el hemicuello derecho se administró solución salina como placebo. Se indicó el uso de crema antibiótica y humectante, y evitar exposición solar directa.

La evaluación de la eficacia se realizó mediante registros fotográficos y ecografía (Visualis®) antes y después del protocolo completo. Se aplicaron las siguientes escalas: IBSA para laxitud cervical [23], Fitzpatrick Wrinkle Classification Scale (FWCS) para arrugas [24], escala EVA para dolor, GAIS para mejora estética global y escala de Likert para satisfacción. La ecografía permitió cuantificar el grosor (mm) y la ecogenicidad de los estratos cutáneos: epidermis, banda ecogénica subepidérmica (SLEB) y dermis.

El análisis estadístico se realizó con IBM SPSS versión 21.0. Las variables continuas se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar, y las categóricas como frecuencias y porcentajes. Se aplicó la prueba t de Student para muestras dependientes. Se consideró estadísticamente significativo todo valor de  $p < 0,05$ .

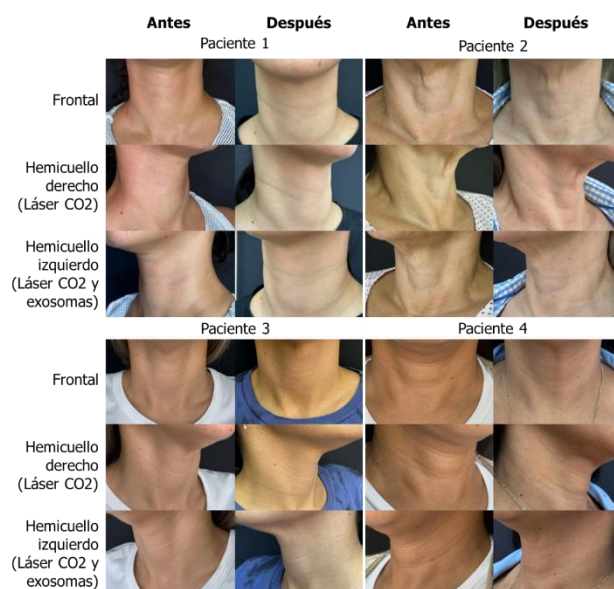
## Resultados

Para realizar este estudio se evaluaron 28 hemicuellos con clínica de envejecimiento, pertenecientes a 14 mujeres en las cuales se detallan sus características iniciales en la tabla 1. El rango de edades de las participantes fue de 35 a 58 años. La mayoría de las presentaba un fototipo III (78,6%) de piel, seguido por el fototipo IV (14,3%) y el II (7,1%), según la escala Fitzpatrick. En cuanto al peso, más de la mitad de las mujeres (57,2%) estaba en la norma de peso establecida por la Organización Mundial de la Salud, mientras que el 35,7% estaba en sobrepeso y solo una (7,1%) paciente presentó obesidad de grado I. En cuanto a la severidad de la laxitud (IBSA) y de las arrugas (FWCS), estas se mantenían en los hemicuellos, siendo similares en cada paciente, en donde el 85,7% de estas presentaron una condición de moderada y 14,3% de severo para la laxitud presente en ambos lados del cuello. Asimismo, la mayoría presentaba una severidad moderada para las arrugas (71,4%), seguido de severo (14,3%) y leve (14,3%).

**Tabla 1.** Características iniciales de las pacientes incorporadas al estudio.

		f	%
<b>Edad</b>	35-44 años	5	35,71%
	45-54 años	6	42,85%
	55-64 años	3	21,42%
<b>Fototipo</b>	II	1	7,1%
	III	11	78,6%
	IV	2	14,3%
<b>Norma de peso</b>	Normal	8	57,2%
	Sobrepeso	5	35,7%
	Obesidad	1	7,1%
<b>Grado de laxitud (IBSA)</b>	Moderado	12	85,7%
	Severo	2	14,3%
<b>Severidad de arrugas Fitzpatrick (FWCS)</b>	Leve	2	14,3%
	Moderado	10	71,4%
	Severo	2	14,3%
<i>N=14</i>			

En cuanto a la severidad de la laxitud (IBSA) y de las arrugas (FWCS), de acuerdo a la tabla 2 estas se mantenían en los hemicuellos, siendo similares en cada paciente, en donde el 85,7% de estas presentaron una condición de moderada y 14,3% de severo para la laxitud presente en ambos lados del cuello. Asimismo, la mayoría presentaba una severidad moderada para las arrugas (71,4%), seguido de severo (14,3%) y leve (14,3%).



**Figura 1.** Resultados en el rejuvenecimiento del cuello con láser CO2 fraccionado en el hemicuello derecho y láser CO2 fraccionado combinado con exosomas en hemicuello izquierdo de 4 pacientes incorporadas al estudio.



estadística ( $p = 0,113$ ), lo que indica que no hubo diferencias relevantes entre las dos modalidades en cuanto a la mejora de la laxitud.

Respecto a la severidad de las arrugas, evaluada mediante la escala Fitzpatrick Wrinkle Classification Scale (FWCS), se evidenció una reducción del 26,3% en el hemicuello tratado solo con láser CO<sub>2</sub>, y del 51,2% en el hemicuello tratado con láser CO<sub>2</sub> más exosomas. Ambas intervenciones mostraron mejoras estadísticamente significativas en la atenuación de arrugas ( $p < 0,05$ ), pasando de un patrón moderado de líneas profundas y finas a una presentación leve, con textura cutánea más uniforme.

El tratamiento combinado con exosomas resultó significativamente superior en términos de rejuvenecimiento ( $p = 0,024$ ), en comparación con la monoterapia con láser CO<sub>2</sub>. Sin embargo, ambos protocolos demostraron eficacia clínica en la reducción de arrugas y laxitud cervical, con resultados estadísticamente significativos.

**Figura 2.** Resultados en el rejuvenecimiento del cuello con láser CO<sub>2</sub> fraccionado en el hemicuello derecho y láser CO<sub>2</sub> fraccionado combinado con exosomas en hemicuello izquierdo de 4 pacientes incorporadas al estudio.

**Tabla 2.** Comparación del grado de laxitud (IBSA) y Puntuación de arrugas Fitzpatrick (FWCS) obtenidos por hemicuello después de la intervención con láser CO<sub>2</sub> solo y combinado con exosomas.

	Hemicuello derecho (Láser CO <sub>2</sub> )				Hemicuello izquierdo (Láser CO <sub>2</sub> y exosomas)			
	Antes (m ± DE)	Después (m ± DE)	Dif. (%)	P	Antes (m ± DE)	Después (m ± DE)	Dif. (%)	P
<b>Grado de laxitud (IBSA)</b>	3,6 ± 0,7	2,9 ± 0,9	-21,6	<b>*0,016</b>	3,6 ± 0,7	2,4 ± 0,7	-35,3	<b>*0,0001</b>
<b>Puntuación arrugas Fitzpatrick (FWCS)</b>	5,7 ± 1,2	4,2 ± 1,6	-26,3	<b>*0,009</b>	5,7 ± 1,2	2,8 ± 1,6	-51,2	<b>*0,0001</b>

\*p valor estadísticamente significativo <0,05. Prueba T de Student.

Todas las pacientes completaron satisfactoriamente las tres sesiones del protocolo, siguiendo la asignación por hemicuello. En el hemicuello derecho, tratado únicamente con láser CO<sub>2</sub> fraccionado, se observó una reducción significativa del 21,6% en los valores de laxitud según la escala IBSA ( $p = 0,016$ ), como se muestra en las figuras 1 y 2 y en la tabla 2. De forma similar, el hemicuello izquierdo, tratado con láser CO<sub>2</sub> fraccionado combinado con exosomas, presentó una disminución significativa en la puntuación IBSA ( $p = 0,0001$ ), con una reducción del 35,3%. No obstante, al comparar ambos protocolos entre sí, esta diferencia no alcanzó significancia

En este sentido, también se valoró por ecografía la calidad de la piel obtenida después de aplicar ambos tratamientos. En la figura 3 y tabla 3, se puede observar para ambos protocolos aplicados una reducción de la epidermis y la SLEB, en conjunto con un engrosamiento de la dermis, tanto en la zona supra e infra para ambos hemicuellos. No obstante, este cambio fue significativo en el grosor de la SLEB para ambas zonas (supra e a) en el hemicuello que se le aplicó láser CO<sub>2</sub> fraccionado combinado con exosomas.



Tabla 3. Comparación de los resultados obtenidos por ecografía del grosor de la epidermis, SLEB y dermis para la zona supra e infra por hemicuello después de la intervención con láser CO2 solo y combinado con exosomas.

	Hemicuello derecho (Láser CO2)				Hemicuello izquierdo (Láser CO2 y exosomas)			
	Antes (m ± DE)	Después (m ± DE)	Dif. (%)	P	Antes (m ± DE)	Después (m ± DE)	Dif. (%)	P
<b>Supra:</b>								
Epidermis (mm)	0,33 ± 0,04	0,32 ± 0,06	-0,6	0,916	0,35 ± 0,08	0,33 ± 0,11	-6,8	0,475
SLEB (mm)	0,78 ± 0,12	0,70 ± 0,11	-10,3	0,067	0,78 ± 0,10	0,69 ± 0,13	-10,7	<b>*0,046</b>
Dermis (mm)	0,64 ± 0,14	0,70 ± 0,19	10,2	0,261	0,67 ± 0,17	0,73 ± 0,17	9,3	0,304
<b>Infra:</b>								
Epidermis (mm)	0,35 ± 0,05	0,34 ± 0,07	-1,9	0,749	0,35 ± 0,08	0,34 ± 0,12	-1,6	0,871
SLEB (mm)	0,76 ± 0,11	0,67 ± 0,16	-11,4	0,175	0,75 ± 0,09	0,63 ± 0,11	-15,3	<b>*0,004</b>
Dermis (mm)	0,65 ± 0,15	0,69 ± 0,18	7,3	0,682	0,62 ± 0,13	0,72 ± 0,15	15,4	0,069

\*p valor estadísticamente significativo <0,05. Prueba T de Student.

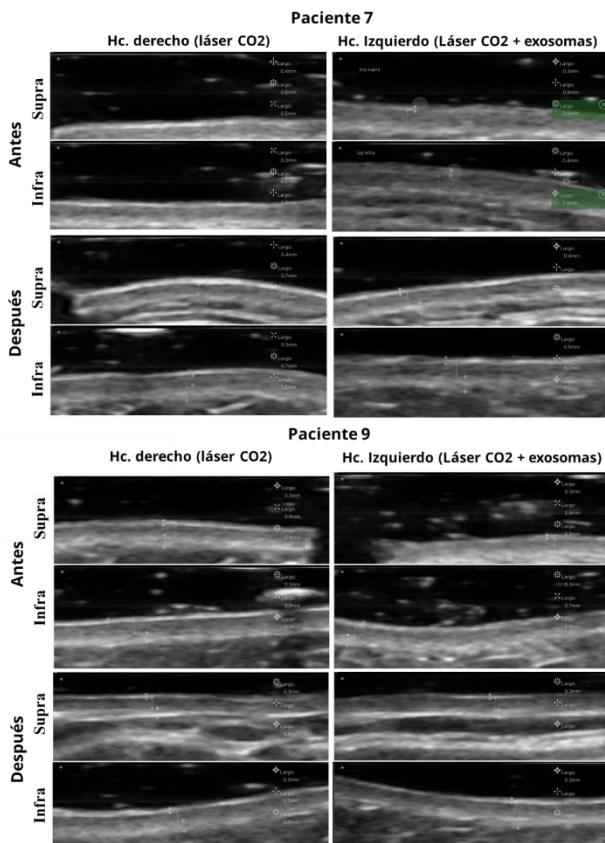


Tabla 4. Comparación de los resultados rejuvenecedores obtenidos por hemicuello de la Escala Global de Mejora Estética y satisfacción alcanzados con el láser CO2 solo y combinado con exosomas.

	Hemicuello derecho (Láser CO2)	Hemicuello izquierdo (Láser CO2 y exosomas)
<b>Escala Global de Mejora Estética (GAIS):</b>		
Totalmente mejorado (%)	7,7	23,1
Muy mejorado (%)	69,2	53,8
Mejorado (%)	15,4	15,4
Peor (%)	7,7	7,7
<b>Satisfacción:</b>		
Totalmente satisfecho (%)	23,1	30,8
Muy satisfecho (%)	46,2	38,5
Neutral (%)	23,1	23,1
Nada satisfecho (%)	7,7	7,7

Por otro lado, con respecto a la seguridad en la aplicación del Láser solo o combinado en cuanto a dolor o efectos secundarios, se pudo apreciar que las sesiones con el láser CO2 fraccionado independientemente se le aplicaran exosomas o no,



presentaban una valoración de dolor del  $3,9 \pm 2,1$  puntos, en donde valores de 0 indicaban ausencia del dolor y valores aproximados a 10 indican un dolor extremo. Asimismo, se pudo apreciar que todas las pacientes presentaron un eritema leve después de la intervención que resolvió espontáneamente después de transcurrir 48 horas, seguidamente un 15% prurito y un 8% ardor, los cuales también desaparecieron en cuestión de horas. Adicionalmente, similares cifras fueron encontradas por la apreciación de la mejora en ambos lados del cuello y la satisfacción de los resultados obtenidos en cuanto a la disminución de la laxitud y el rejuvenecimiento de estos. Sin embargo, ambas valoraciones fueron levemente mayores para totalmente mejorado y satisfecho en el hemicuello que se le aplicó la combinación del láser CO<sub>2</sub> y exosomas en comparación al totalmente mejorado y satisfecho obtenido cuando se aplicó láser CO<sub>2</sub> únicamente.

## Discusión

La piel del cuello se caracteriza por ser más delgada y flexible que la del rostro y otras regiones corporales, lo que facilita la movilidad cervical pero también la hace más susceptible al envejecimiento cutáneo. Esta elasticidad disminuye con la edad, y las arrugas cervicales pueden alcanzar profundidades hasta cinco veces mayores que las faciales. A pesar del uso habitual de fotoprotectores, el cuello y el escote suelen ser zonas olvidadas, lo que incrementa su exposición a la radiación ultravioleta (UV) y, por ende, al envejecimiento prematuro. En particular, la radiación UVA penetra profundamente en la dermis, afectando la función fibroblástica y promoviendo la expresión de metaloproteinasas que degradan colágeno y otros componentes de la matriz extracelular (MEC), lo que conlleva una pérdida de firmeza y elasticidad.

En este contexto, el presente estudio evaluó la eficacia del láser CO<sub>2</sub> fraccionado, solo y en combinación con exosomas sintéticos de origen vegetal, como estrategia terapéutica para el rejuvenecimiento cervical. Los resultados evidenciaron una reducción significativa de la laxitud y las arrugas en ambos protocolos, con una mejora más pronunciada en el hemicuello tratado con la terapia combinada. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que posicionan al láser CO<sub>2</sub> fraccionado como el

estándar de oro en procedimientos de rejuvenecimiento cutáneo.

El mecanismo de acción del láser se basa en la fototermólisis fraccional, que induce contracción inmediata del colágeno y estimula la neocolagénesis y la neoelastogénesis mediante la liberación de factores de crecimiento como TGF- $\beta$ , promoviendo la diferenciación de fibroblastos en miofibroblastos y la síntesis de colágeno tipo I y III, elastina y glicosaminoglicanos [28,29]. Orringer et al. reportaron que el láser ablativo fraccionado puede aumentar el contenido dérmico de colágeno en un 40–50%. De forma similar, Tierney y Hanke observaron mejoras del 63%, 57% y 51% en textura, firmeza y arrugas del cuello, respectivamente, tras dos meses de tratamiento con láser CO<sub>2</sub> fraccionado. Oran y Akkaya también documentaron mejoras significativas en la laxitud, arrugas horizontales y pigmentación cervical.

La incorporación de exosomas como coadyuvantes ha demostrado beneficios adicionales. Estas vesículas extracelulares actúan como mediadores paracrinos, modulando la proliferación celular, la síntesis de colágeno y la respuesta inflamatoria [10,11]. En este estudio, su aplicación posterior al láser, aprovechando los microcanales generados por la ablación térmica (drug delivery), facilitó su penetración y potenció la respuesta tisular. Este efecto sinérgico podría explicarse por la estimulación conjunta de la neocolagénesis inducida por el láser y los factores de crecimiento liberados por los exosomas.

Diversos estudios han respaldado el papel de los exosomas en el rejuvenecimiento cutáneo. Park et al. demostraron que la aplicación de exosomas derivados de células madre adiposas humanas, en combinación con microagujas, mejoró significativamente la apariencia de la piel tras 12 semanas de tratamiento. Proffer et al. observaron mejoras en la salud general de la piel y reducción de arrugas con un suero tópico con exosomas derivados de plaquetas humanas. Jo et al. reportaron beneficios similares con exosomas derivados de *Lactobacillus plantarum*.

En línea con estos hallazgos, la evaluación ecográfica del presente estudio mostró un aumento del grosor dérmico y una reducción significativa de la banda ecogénica subepidérmica (SLEB) en el hemicuello tratado con la terapia combinada. Estos parámetros han sido propuestos como marcadores objetivos del envejecimiento cutáneo, ya que la



SLEB tiende a engrosarse y la dermis a adelgazarse con la edad [35,37].

Desde una perspectiva fisiopatológica, el láser CO<sub>2</sub> fraccionado estimula la remodelación de la MEC mediante estrés térmico, activando fibroblastos y promoviendo la síntesis de colágeno y elastina. Simultáneamente, los exosomas actúan por comunicación paracrina, liberando microARN y citocinas como VEGF y FGF, que estimulan la regeneración celular y la migración de fibroblastos. Además, modulan la respuesta inmune mediante citocinas antiinflamatorias, promoviendo la diferenciación de células T reguladoras y reduciendo la inflamación crónica asociada al envejecimiento cutáneo. También inducen neovascularización a través de miR-126 y la vía PI3K/Akt, mejorando la perfusión y la regeneración tisular.

En conjunto, los hallazgos del presente estudio respaldan el uso del láser CO<sub>2</sub> fraccionado como herramienta eficaz para el rejuvenecimiento del cuello, y sugieren que su combinación con exosomas potencia los resultados clínicos y estructurales, representando una alternativa segura, mínimamente invasiva y con alto grado de satisfacción para pacientes que buscan mejorar la apariencia cervical sin recurrir a cirugía.

### Conclusiones

Se presenta en este trabajo un protocolo eficaz para la reducción de la laxitud y de las arrugas del cuello, en donde ambas intervenciones mínimamente invasivas, el láser CO<sub>2</sub> fraccionado combinados o no con exosomas, presentaron resultados estadísticamente significativos en cuanto a grado de laxitud y puntuación de arrugas, clínicamente satisfactorios en el rejuvenecimiento del mismo, aunque estos efectos fueron mejores en la modalidad combinada.

Las pacientes intervenidas para el rejuvenecimiento de cuello con láser CO<sub>2</sub> fraccionado, con o sin exosomas, reportaron niveles de dolor tolerables y efectos secundarios leves y transitorios. Indicando que ambos procedimientos representan una alternativa segura, a la vez que proporcionó resultados confiables y predecibles.

Los estudios ecográficos revelaron un incremento en el espesor de la dermis y una disminución del grosor de la banda SLEB. Esta última reducción fue especialmente notable en el lado del cuello tratado con la combinación de láser

CO<sub>2</sub> fraccionado y exosomas. Resultados relacionados con el rejuvenecimiento del epitelio cutáneo.

Ambos tratamientos mejoraron la apariencia del cuello, aunque las pacientes referenciaron que la combinación de láser y exosomas mostró una ligera ventaja en términos de mejoría y satisfacción.

### Referencias

1. Yaar M, Gilchrist BA. Aging of skin. In: Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine. 7th ed. New York: McGraw-Hill; 2008.
2. Khavkin J, Ellis DAF. Aging skin: histology, physiology, and pathology. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2011;19(2):229–34.
3. Tan SL, Brandt MG, Yeung JC, Doyle PC, Moore CC. The aesthetic unit principle of facial aging. *JAMA Facial Plast Surg.* 2015;17(1):33–8.
4. Coleman SR, Grover R. The anatomy of the aging face: volume loss and changes in 3-dimensional topography. *Aesthetic Surg J.* 2006;26(1 Suppl):S4–9.
5. Fisher GJ, Varani J, Voorhees JJ. Looking older: fibroblast collapse and implications. *Arch Dermatol.* 2008;144(5):666–72.
6. Tchkonja T, Morbeck DE, Von Zglinicki T, Van Deursen J, Lustgarten J, Scoble H, et al. Fat tissue, aging, and cellular senescence. *Aging Cell.* 2010;9(5):667–84.
7. Rivera Z, Rivera I, Ollarves V, Lugo DA, Hagel I. Aspectos moleculares del envejecimiento cutáneo. *Dermatol Venez.* 2021;59(2):16–26. Available from: <https://revista.svderma.org/index.php/ojs/article/view/1494>
8. Duncan DI. The future of skin tightening: mechanical or biological? *Dermatol Rev.* 2020;1(4):128–37.
9. Gold MH. Noninvasive skin tightening treatment. *J Clin Aesthet Dermatol.* 2015;8(6):14–8.
10. Ziai K, Wright HV. Carbon dioxide laser rejuvenation of the facial skin. *Clin Plast Surg.* 2023;50(3):421–36.
11. Oran A, Akkaya AD. Evaluation of fractional CO<sub>2</sub> laser treatment for neck rejuvenation: clinical and ultrasound-based assessment. *J Cosmet Laser Ther.* 2020;22(3–4):157–63.



12. Tierney EP, Hanke CW. Ablative fractionated CO<sub>2</sub> laser treatment in the aging neck: evaluation of clinical efficacy and safety. *Dermatol Surg.* 2011;37(4):489–500.
13. Orringer JS, Kang S, Johnson TM, Karimipour DJ, Lee J, Chung JH, et al. Connective tissue remodeling induced by carbon dioxide laser resurfacing in photodamaged human skin. *Arch Dermatol.* 2004;140(11):1326–32.
14. Park JH, Lee JH, Lee Y, Kim JY, Lee JH. Clinical efficacy of exosomes derived from human adipose stem cells in skin rejuvenation using microneedling. *Dermatol Ther.* 2021;34(1):e14687.
15. Proffer TJ, Saini R, McDaniel DH. Topical exosome therapy for skin rejuvenation: a pilot study. *J Drugs Dermatol.* 2022;21(5):510–6.
16. Jo YJ, Kim JH, Lee J, Park JH. Effects of topical exosomes derived from *Lactobacillus plantarum* on skin aging: a randomized controlled trial. *Int J Mol Sci.* 2022;23(9):4567.
17. Lee J, Kim H, Park J, Choi Y. Ultrasonographic markers of skin aging: SLEB and dermal thickness correlation with age. *Skin Res Technol.* 2020;26(6):870–7.
18. Zhang Y, Wang Y, Li X, Zhang J. Dermal remodeling and SLEB reduction after fractional laser therapy: a prospective study. *Lasers Med Sci.* 2021;36(4):789–96.
19. Chen Y, Zhao Y, Li X, Wang Y. Exosome-mediated rejuvenation of aged skin: mechanisms and clinical applications. *Stem Cell Res Ther.* 2022;13(1):45.
20. Zhao Y, Li X, Zhang Y, Wang Y. Exosomes in skin aging and rejuvenation: therapeutic potential and mechanisms. *J Cell Mol Med.* 2023;27(2):e12345.
21. Manzini JL. Declaración de Helsinki: principios éticos para la investigación médica. *Acta Bioeth.* 2000;6(2):321–34. Available from: <https://doi.org/10.4067/s1726-569x2000000200010>
22. Tateo A, Siquier-Dameto G, Artzi O, Humzah D, Molina B, Jain R, et al. IBSA photographic scale for neck laxity. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2021;14:349–54.
23. Fitzpatrick R, Geronemus R, Goldberg D, Kaminer M, Kilmer S, Ruiz-Esparza J. Noninvasive radiofrequency for periorbital tightening. *Lasers Surg Med.* 2003;33(4):232–42.
24. Kim E, Cho G, Won NG, Cho J. Age-related changes in skin biomechanics: neck vs cheek and forearm. *Skin Res Technol.* 2013;19(3):236–41.
25. Roberts WE, Cheng T. Neck aging and rejuvenation: a balanced approach. *Dermatol Rev.* 2024;5(3).
26. Haykal D, Cartier H, Goldberg D, Gold M. Advancements in laser technologies for skin rejuvenation. *J Cosmet Dermatol.* 2024.
27. Kwon HH, Yang SH, Lee J, Park BC, Park KY, Jung JY, et al. Combination treatment with exosomes and fractional CO<sub>2</sub> laser for acne scars. *Acta Derm Venereol.* 2020;100(18):1–8.
28. Bai G, Truong TM, Pathak GN, Benoit L, Rao B. Clinical applications of exosomes in cosmetic dermatology. *Skin Health Dis.* 2024.
29. Surg GCJ. The utilization of human placental mesenchymal stem cell derived exosomes in aging skin. *J Surg.* 2021. Available from: <https://exosomes.com/wp-content/uploads/2021/04/JSUR-1388-2.pdf>
30. Wang WM, Wu C, Jin HZ. Exosomes in chronic inflammatory skin diseases and skin tumors. *Exp Dermatol.* 2019;28(3):213–8.
31. Kim YJ, Yoo SM, Park HH, Lim HJ, Kim YL, Lee S, et al. Exosomes from umbilical cord blood mesenchymal stem cells stimulate skin rejuvenation. *Biochem Biophys Res Commun.* 2017;493(2):1102–8.
32. Zhou Y, Seo J, Tu S, Nanmo A, Kageyama T, Fukuda J. Exosomes for hair growth and regeneration. *J Biosci Bioeng.* 2024;137(1):1–8.
33. Shin KO, Ha DH, Kim JO, Crumrine DA, Meyer JM, Wakefield JS, et al. Exosomes from human adipose tissue-derived mesenchymal stem cells promote epidermal barrier repair. *Cells.* 2020;9(3):680.
34. Zhang KL, Wang YJ, Sun J, Zhou J, Xing C, Huang G, et al. Artificial chimeric exosomes for anti-phagocytosis and targeted cancer therapy. *Chem Sci.* 2019;10(5):1555–61.
35. Olumesi KR, Goldberg DJ. A review of exosomes and their application in cutaneous medical aesthetics. *J Cosmet Dermatol.* 2023;22(10):2628–34.
36. Alcolea López M, Hernández Torres M, Trelles MA. Láseres ablativos fraccionales en patología dermoestética. *Rev Cient SEME.* 2022;71:3–14. Available from:



- <https://www.seme.org/revista/palabras-clave/laser-co2>
37. Criado A, Ortiz Quevedo A. Láser fraccionado de CO<sub>2</sub>, exosomas y la combinación de ambos en el tratamiento de cicatrices atróficas de acné. *Rev Iberoam Láser Médico*. 2024;4(1). Available from: <https://rilmed.ailmed.org/index.php/rilmed/article/view/34>
  38. Nguyen ST. Exosomes derived from mesenchymal stem cells: A novel agent for skin aging treatment. *Biomed Res Ther [Internet]*. 2024 [cited 2025 Mar 24];11(12):7003–14. Available from: <http://bmrat.com/index.php/BMRAT/article/view/946>
  39. Ma D, Wu Z, Zhao X, Zhu X, An Q, Wang Y, et al. Immunomodulatory effects of umbilical mesenchymal stem cell-derived exosomes on CD4<sup>+</sup> T cells in patients with primary Sjögren's syndrome. *Inflammopharmacology [Internet]*. 2023 [cited 2025 Mar 24];31(4):1823–38. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10787-023-01189-x>
  40. Zhang L, Ouyang P, He G, Wang X, Song D, Yang Y, et al. Exosomes from microRNA-126 overexpressing mesenchymal stem cells promote angiogenesis by targeting the PIK3R2-mediated PI3K/Akt signalling pathway. *J Cell Mol Med [Internet]*. 2021 [cited 2025 Mar 24];25(4):2148–62. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jcmm.16192>
  41. Hunzeker CM, Weiss ET, Geronemus RG. Fractionated CO<sub>2</sub> Laser Resurfacing: Our Experience With More Than 2000 Treatments. *Aesthetic Surg J [Internet]*. 2009 [cited 2025 Mar 24];29(4):317–22. Available from: <https://academic.oup.com/asj/article-abstract/29/4/317/191937>
  42. Avram MM, Tope WD, Yu T, Szachowicz E, Nelson JS. Hypertrophic scarring of the neck following ablative fractional carbon dioxide laser resurfacing. *Lasers Surg Med [Internet]*. 2009 [cited 2025 Mar 24];41(3):185–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/lsm.20755>