Check for updates

Aceptado: 4 de marzo de 2023

DOI: 10.1002/lsm.23653

Investigación de la eficacia de un láser fraccionado de 1927 nm para la dispigmentación difusa y los cambios actínicos

Nicole R. Vingan BS | **Jasmine A. Panton MBe** | **Jennifer Barillas BS** | **Ariane Lazzarini BS** | **John Hoopman CMLSO** | **Jeffrey M. Kenkel MD, FACS** | **Abby Culver MD**

Departamento de Cirugía Plástica, University of Texas Southwestern Medical Center, Dallas, Texas, EE. UU.

Correspondencia

Abby Culver, MD, Departamento de Cirugía Plástica, University of Texas Southwestern Medical Center, 1801 Inwood Rd, 4.ª planta, Dallas, TX 75390-9132, EE. UU. Correo electrónico: Abby.culver@utsouthwestern.edu

Resumen

Objetivos: Las irregularidades actínicas faciales son objetivos frecuentes de los tratamientos no invasivos basados en energía. Estas alteraciones son multifactoriales y están condicionadas por factores intrínsecos, como el envejecimiento, la genética y la exposición hormonal, y por factores extrínsecos, como la exposición a la radiación ultravioleta (UV). Clínicamente, el fotodaño se manifiesta como trastornos discrómicos, entre ellos el melasma, y como signos actínicos, como los lentigos solares. Los láseres no ablativos fraccionados de 1927 nm (f1927 nm) son adecuados para tratar lesiones epidérmicas y han demostrado eficacia tanto en el resurfacing de la piel fotoenvejecida como en el abordaje de lesiones pigmentadas sin agravarlas. El objetivo de este estudio fue cuantificar la magnitud y la duración de la respuesta del pigmento actínico y del fotodaño en pacientes con fototipos cutáneos de Fitzpatrick I-IV que recibieron dos tratamientos con un láser de tulio fraccionado no ablativo de 1927 nm (MOXI™, Sciton).

Métodos: Se realizó un estudio prospectivo, no aleatorizado y unicéntrico, aprobado por un comité de revisión institucional, para evaluar la eficacia de los láseres no ablativos f1927 nm en el tratamiento de la dispigmentación difusa y las irregularidades actínicas. Las pacientes recibieron dos tratamientos separados por un mes. Los parámetros incluyeron una energía por pulso de 15 mJ, una densidad y cobertura del 15% y un total de seis pasadas. La variable principal fue la respuesta pigmentaria tras el tratamiento, medida mediante el sistema de imagen y análisis cutáneo VISIA (Canfield Scientific). Se analizaron manchas, manchas UV y manchas marrones. Cirujanos plásticos emplearon la Escala de Evaluación Global del Médico para valorar subjetivamente la respuesta del melasma. Se utilizaron pruebas no paramétricas para comparar los resultados de VISIA y las evaluaciones clínicas. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p \leq 0,05$.

Resultados: Veintisiete pacientes recibieron dos tratamientos con láser f1927 nm no ablativo en mayo y junio de 2022. El 96% (n = 26) completó el seguimiento al mes y el 89% (n = 24) el seguimiento a los tres meses. La cohorte fue íntegramente femenina, con una edad media ± DE de 47,0 ± 11,5 años (intervalo: 29-74) y un fototipo medio de Fitzpatrick de 2,8 (I-IV). No se observaron acontecimientos adversos graves durante el tratamiento ni el seguimiento. El análisis mostró mejoras estadísticamente significativas de la dispigmentación al mes y un aumento del pigmento hacia los valores basales a los tres meses. Al mes disminuyeron de forma significativa las manchas ($p = 0,002$), las manchas UV ($p < 0,001$) y las manchas marrones ($p < 0,001$) respecto al valor basal. A los tres meses,

Este es un artículo de acceso abierto conforme a la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas, que permite su uso y distribución en cualquier medio siempre que se cite correctamente la obra original, el uso no sea comercial y no se realicen modificaciones ni adaptaciones. © 2023 Los autores. Lasers in Surgery and Medicine, publicado por Wiley Periodicals LLC.

las manchas marrones continuaron mostrando una mejoría significativa respecto al valor basal (p = 0,05). El análisis mostró una mejoría del pigmento del 9,9% en el lado izquierdo (p < 0,0001) y del 7,5% en el lado derecho (p < 0,0001) de la cara. La dispigmentación del lado derecho siguió siendo significativamente mejor a los tres meses (p = 0,02). De forma subjetiva, la puntuación media de la Escala de Evaluación Global del Médico fue de 3,4 (p < 0,0001) al mes y de 3,7 (p < 0,0001) a los tres meses, lo que corresponde aproximadamente a una mejoría del 50% de la hiperpigmentación en ambos momentos. Conclusión: Los resultados demuestran que el tratamiento con láser fraccionado no ablativo de 1927 nm es una modalidad eficaz para mejorar el fotodaño clínico y subclínico. La magnitud y la duración de la mejoría pigmentaria pueden verse influidas por la tendencia al fotodaño durante los meses de verano, lo que sugiere que podrían ser necesarios varios tratamientos f1927 nm a lo largo del tiempo para mantener los resultados.

1927 nm, cambio actínico, diodo, dispigmentación, rejuvenecimiento facial, fraccionado, hiperpigmentación, láser, melasma, no ablativo, fotodaño, láser cutáneo

Las irregularidades actínicas faciales son objetivos frecuentes de los tratamientos no invasivos basados en energía. Estas alteraciones son multifactoriales y están condicionadas por factores intrínsecos, como el envejecimiento, la genética y la exposición hormonal, y por factores extrínsecos, como la exposición UV.1,2 De forma intrínseca, el envejecimiento altera la fisiología de los melanocitos y genera áreas asincrónicas de hipo e hiperpigmentación. De forma extrínseca, la acumulación de exposición solar daña directamente los melanocitos y modifica la fisiología homeostática mantenida por melanocitos, queratinocitos y células endoteliales.3 Clínicamente, este fotodaño se manifiesta como trastornos discrómicos, como el melasma, y signos actínicos, como los lentigos solares.

MOXI™ (Sciton) es un dispositivo aprobado por la FDA para uso cosmético facial. Se trata de un láser de diodo de tulio fraccionado no ablativo que emite energía luminosa a 1927 nm. Las terapias ablativas vaporizan el tejido y eliminan la epidermis y la dermis superficiales, mientras que las no ablativas conservan la epidermis y provocan una lesión tisular controlada sin ablación completa.4 Los láseres fraccionados actúan sobre fracciones de piel, denominadas zonas térmicas microscópicas (ZTM), mientras que los no fraccionados generan lesión térmica en toda el área tratada.4,5 El dispositivo se basa en la fototermólisis selectiva descrita por Anderson et al.,6,7 mediante la cual se dirigen cromóforos específicos con energía lumínica. La absorción de energía genera calor y produce el efecto clínico deseado en tejidos diana, principalmente hemoglobina, melanina y agua.7,8 A 1927 nm, la profundidad máxima de penetración es de 200 µm y se aproxima al pico de absorción del agua de 1950 nm, lo que permite dirigir de forma específica y máxima el agua epidérmica para tratar la discromía.9 En la piel fotodañada, los cromóforos diana son los melanocitos presentes en la dermis y en la unión dermoepidérmica.

Los láseres no ablativos fraccionados de 1927 nm (f1927 nm) son adecuados para tratar lesiones epidérmicas y han demostrado eficacia en el resurfacing de la piel fotoenvejecida y en el abordaje de lesiones pigmentadas sin agravarlas.10-17 El objetivo de este estudio fue cuantificar la magnitud y la duración de la respuesta pigmentaria tras dos tratamientos con un láser de tulio fraccionado no ablativo de 1927 nm.

Diseño del estudio

Estudio prospectivo, no controlado y unicéntrico realizado conforme a un protocolo aprobado por el comité de revisión institucional de University of Texas Southwestern Medical Center. Los procedimientos se efectuaron entre mayo y junio de 2022. Se reclutaron 27 mujeres de 29 a 74 años, con fototipos cutáneos de Fitzpatrick I-IV, para recibir dos tratamientos con un dispositivo fraccionado de 1927 nm separados por cuatro semanas. Todos los procedimientos se realizaron en el centro de cirugía ambulatoria de University of Texas Southwestern Medical Center. La población diana incluía pacientes con fotodaño, cambios actínicos o melasma que deseaban tratamiento. Las participantes elegibles (Información complementaria: Tabla 1) eran adultas sanas de 20 a 75 años, con fototipos I-IV, dispigmentación y melasma clínicamente significativos según los investigadores, y dispuestas a suspender tratamientos estéticos que pudieran influir en los resultados. Durante el estudio no se prescribieron agentes tópicos concomitantes, como hidroquinona o retinol. El fototipo de Fitzpatrick se determinó mediante la evaluación clínica de la respuesta cutánea a la exposición solar.18 Los criterios de exclusión incluyeron antecedentes conocidos de enfermedad inflamatoria cutánea u otra patología cutánea,

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

TABLA 1 Escala de Evaluación Global del Médico (PGAS).

Puntuación PGAS	Descripción
0	Piel limpia, salvo posible decoloración residual; mejoría del 100%
3	Mejoría moderada, intermedia entre leve y marcada; mejoría del 50% del aspecto de la hiperpigmentación
4	Mejoría leve, 25%; persisten signos importantes de hiperpigmentación
5	Sin mejoría; la hiperpigmentación permanece sin cambios
6	Empeoramiento; situación peor que en la semana 0

Características de las participantes	N (%)
Fototipo cutáneo de Fitzpatrick	2,8
I	4 (17)
II	6 (25)
III	5 (21)
IV	9 (33)

Tratamiento	Energía total media (mJ) ± DE	Intervalo	Valor p

Momento de evaluación	Media ± DE
Basal	41,9 ± 18

enfermedad sistémica que pudiera afectar a la cicatrización, o antecedentes recientes de tratamiento con isotretinoína o corticoides sistémicos. Para poder participar debían cumplirse todos los criterios de inclusión y ninguno de exclusión. El estudio está registrado en ClinicalTrials.gov con el identificador NCT5226104.

Procedimiento del estudio

Cada paciente recibió dos tratamientos con láser f1927 nm separados aproximadamente por cuatro semanas. Tras retirar el maquillaje y los productos de cuidado cutáneo con un limpiador suave, personal entrenado aplicó una combinación tópica de benzocaína al 20%, lidocaína al 8% y tetracaína al 4% para anestesiar la zona. Después de 30 minutos, la piel se limpió, se preparó con antiséptico y se secó completamente. Se colocaron protectores oculares desechables a cada participante y todas las personas presentes utilizaron protección ocular adecuada. Un único profesional entrenado trató el rostro de todas las participantes para mantener la validez entre casos. Los parámetros se estandarizaron: energía por pulso de 15 mJ, cobertura del 15% y seis pasadas por tratamiento, con una densidad del 2,5% por pasada. A 15 mJ, el diámetro del punto fue de 200 µm. Para equilibrar el beneficio de una mayor densidad con el riesgo de empeorar la dispigmentación, se utilizó una densidad del 15%, buscando un beneficio progresivo con menor carga térmica. Después del tratamiento, las participantes recibieron indicaciones sobre fotoprotección y cuidados cutáneos adecuados. Se realizaron controles al mes y a los tres meses del último tratamiento.

La variable principal fue el grado de respuesta de la dispigmentación tras el tratamiento, evaluado objetivamente mediante análisis de imagen y subjetivamente mediante la valoración clínica de fotografías basales y de los seguimientos al mes y a los tres meses. La evaluación objetiva se realizó con el sistema de imagen y análisis cutáneo VISIA (Canfield Scientific), que obtiene imágenes faciales de alta resolución con luz estándar, ultravioleta y polarizada cruzada. La luz estándar detecta pigmento superficial (manchas), la luz ultravioleta detecta fotodaño (manchas UV) y la luz polarizada cruzada detecta pigmento dérmico y melanosis

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

Momento	Cambio porcentual del pigmento	Diferencia mediana	Intervalo de confianza del 95%	Valor p

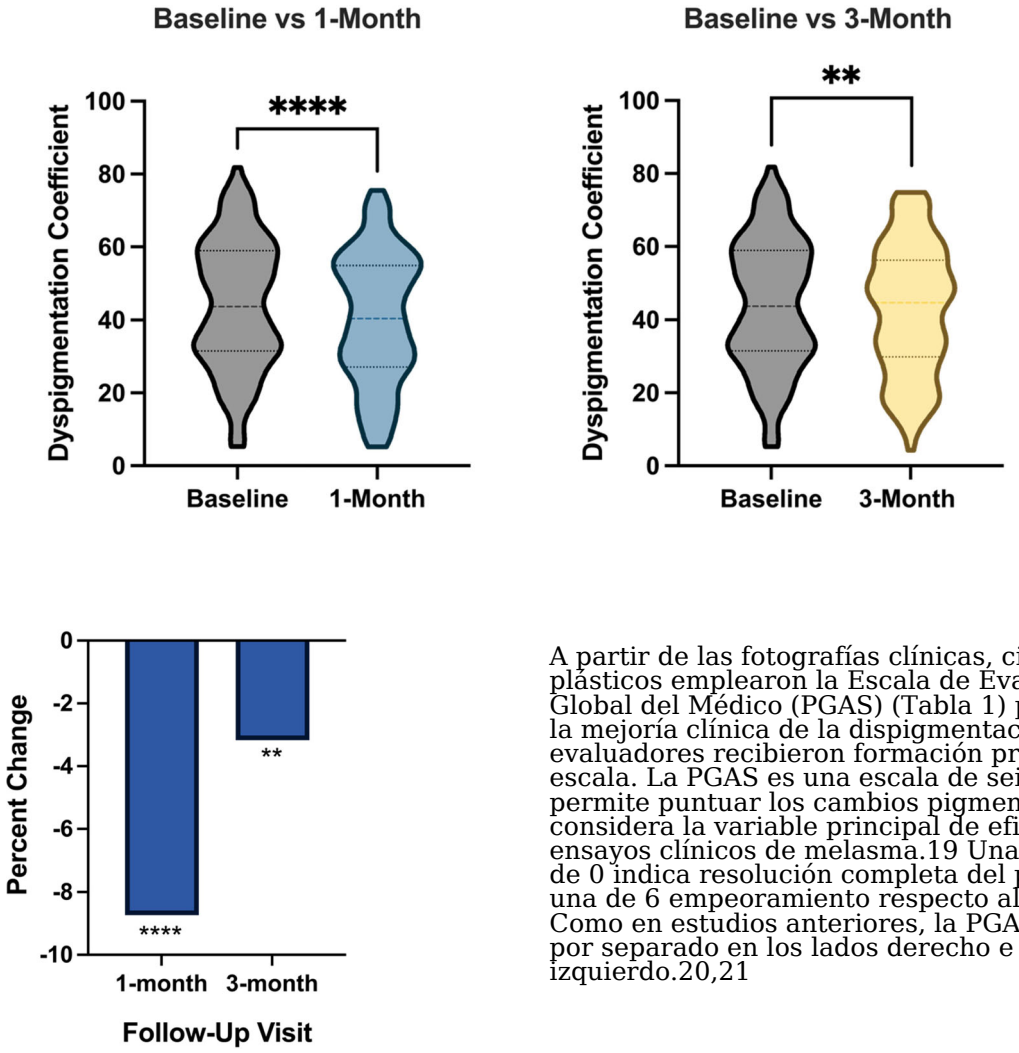


FIGURA 2 Cambio porcentual global de la dispigmentación. **p < 0,01; ****p < 0,0001. Follow-Up Visit = visita de seguimiento; Percent Change = cambio porcentual.

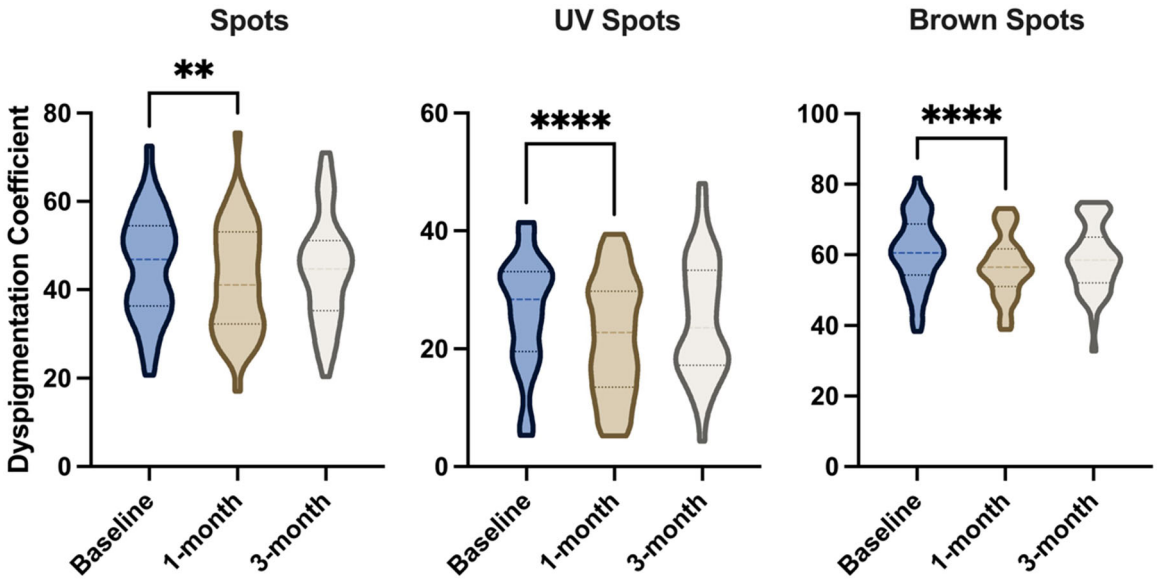
(manchas marrones). Se tomaron fotografías de alta resolución del lado derecho, izquierdo y frontal del rostro en el momento basal y al mes y a los tres meses. Las manchas, las manchas marrones y las manchas UV se cuantificaron mediante un "coeficiente de características" de 0 a 100, donde 0 indica ausencia de características y 100 el máximo. Las lesiones analizadas incluyeron lesiones discrómicas, como pecas, cicatrices de acné y dispigmentación (manchas); lesiones derivadas del fotodaño (manchas UV); y lentigos y melasma (manchas marrones).

A partir de las fotografías clínicas, cinco cirujanos plásticos emplearon la Escala de Evaluación Global del Médico (PGAS) (Tabla 1) para valorar la mejoría clínica de la dispigmentación. Los evaluadores recibieron formación previa sobre la escala. La PGAS es una escala de seis puntos que permite puntuar los cambios pigmentarios y se considera la variable principal de eficacia en ensayos clínicos de melasma.19 Una puntuación de 0 indica resolución completa del pigmento y una de 6 empeoramiento respecto al valor basal. Como en estudios anteriores, la PGAS se evaluó por separado en los lados derecho e izquierdo.20,21

El análisis estadístico fue realizado por el Bioinformatics Core Facility de University of Texas Southwestern mediante el programa R (R Foundation for Statistical Computing). La población por protocolo incluyó a las participantes que recibieron ambos tratamientos y completaron las dos visitas de seguimiento. Se utilizaron estadísticas descriptivas para analizar las características demográficas y los parámetros terapéuticos. Una prueba t para dos muestras evaluó los parámetros del tratamiento f1927 nm durante el estudio. Se utilizaron pruebas no paramétricas, incluida la prueba de rangos de Wilcoxon, para comparar los resultados de VISIA y analizar las puntuaciones PGAS. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p \leq 0,05$.

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

TABLA 6 Mejoría del pigmento según el tipo de pigmentación.



RESULTADOS

Veintisiete pacientes recibieron dos tratamientos con láser f1927 nm no ablativo en mayo y junio de 2022 (Información complementaria: vídeo). El 96% de las pacientes (n = 27) completó el seguimiento al mes y el 89% (n = 24) el seguimiento a los tres meses. La cohorte fue íntegramente femenina, con una edad media ± DE de 47,0 ± 11,5 años (29-74) y un fototipo medio de Fitzpatrick de 2,8 (I-IV) (Tabla 2). Cuatro pacientes eran de raza mixta, pero los investigadores consideraron que cumplían los criterios. Veinticuatro pacientes se incluyeron en el análisis por protocolo. Los tratamientos duraron entre 6 y 10 minutos. La energía total media por sesión osciló entre 499 y 812 mJ (Tabla 3). La prueba t paramétrica no mostró diferencias estadísticamente significativas entre la energía total utilizada en los dos tratamientos (Z = -2,23; p = 0,32). Los síntomas posteriores al procedimiento incluyeron edema y eritema (n = 24), evidentes inmediatamente después y resueltos en la mayoría de los casos en 24 horas. También apareció formación superficial de costras en las zonas microtérmicas, que desapareció en 5-10 días y se consideró parte de la cicatrización normal. Ninguna paciente presentó hiperpigmentación postinflamatoria,

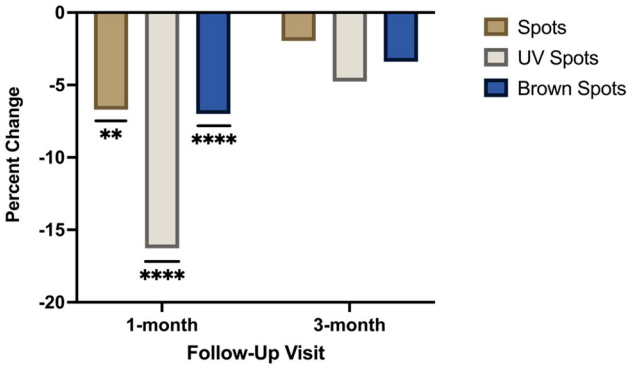


FIGURA 4 Cambio porcentual de la dispigmentación según el tipo de pigmento. **p < 0,01; ****p < 0,0001. Follow-Up Visit = visita de seguimiento; Percent Change = cambio porcentual.

hipopigmentación ni cicatrices como consecuencia directa del tratamiento. No se observaron acontecimientos adversos graves durante el tratamiento ni el seguimiento.

Mejoría global de la dispigmentación

En conjunto, la cohorte presentó una mejoría del 9% del pigmento no deseado al mes (p < 0,0001) y del 3% a los tres meses (p = 0,005) respecto al valor basal (Tablas 4

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

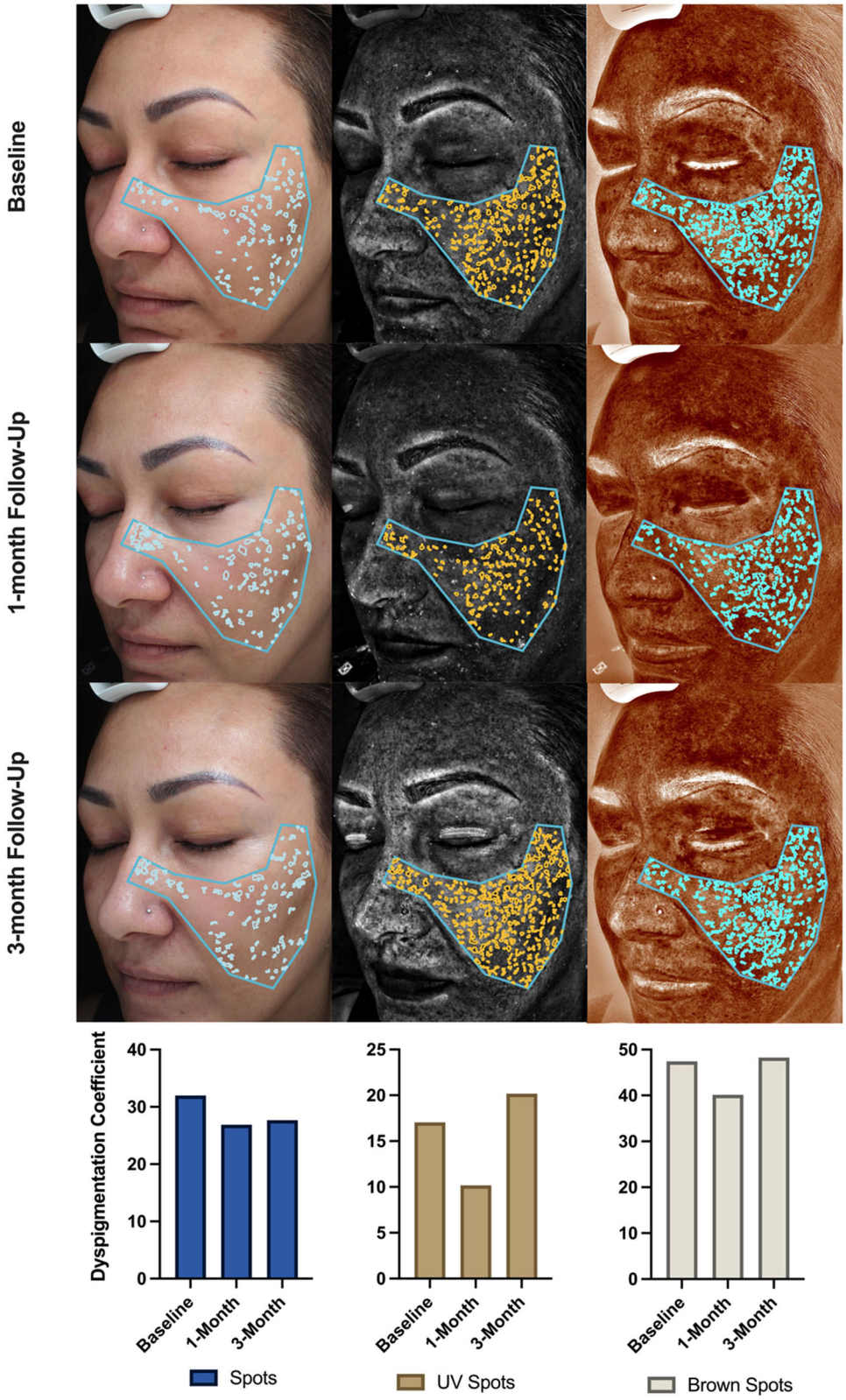


FIGURA 5 Mujer de 47 años con fototipo de Fitzpatrick IV y análisis VISIA de manchas, manchas UV y manchas marrones. De izquierda a derecha: manchas, manchas UV y manchas marrones. De arriba abajo: situación basal, un mes después del último tratamiento f1927 nm y tres meses después del último tratamiento.

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

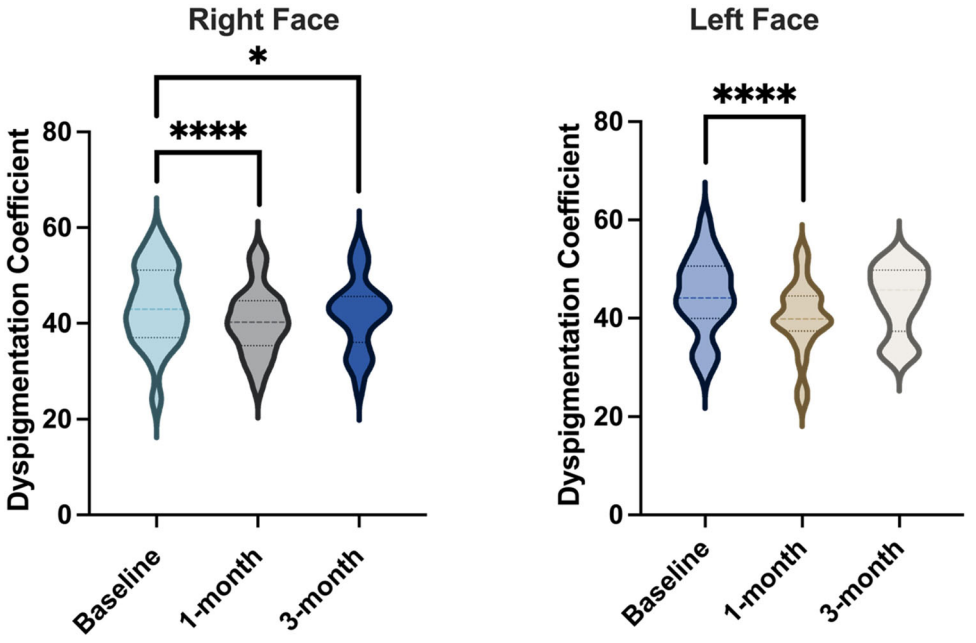


TABLA 7 Respuesta de la dispigmentación según la localización.

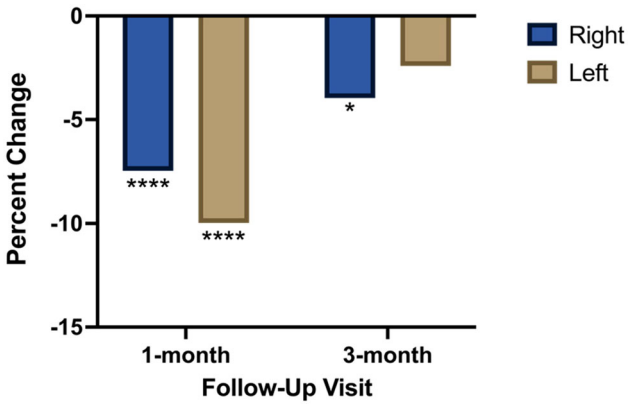


FIGURA 7 Cambio porcentual de la dispigmentación según la localización. *p < 0,05; ****p < 0,0001.

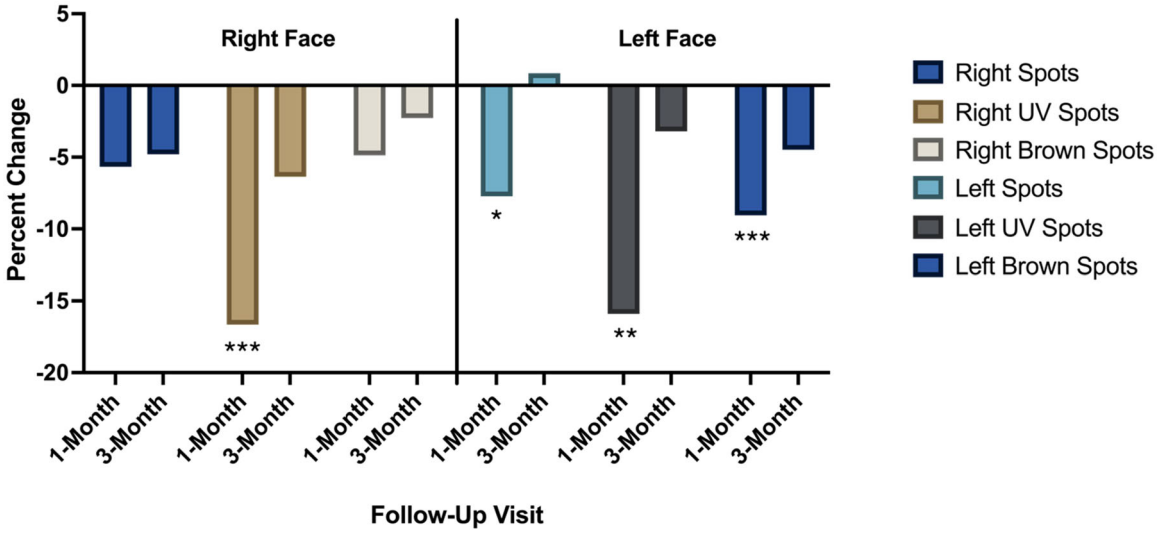
y 5 y Figuras 1 y 2). La máxima mejoría se observó al mes, y la mejoría de la dispigmentación siguió siendo estadísticamente significativa a los tres meses.

El análisis mostró mejoras estadísticamente significativas de las lesiones pigmentadas según el tipo de pigmento (Tabla 6 y Figuras 3-5). Al mes se observó una reducción del 7% de las manchas (p = 0,002), del 16% de las manchas UV (p < 0,001) y del 7% de las manchas marrones (p < 0,001) respecto al valor basal. A los tres meses, las manchas marrones seguían mejoradas un 3% (p = 0,05). Las manchas (p = 0,26), las manchas UV (p = 0,64) y las manchas marrones (p = 0,10) tendieron a volver hacia los valores basales, sin superarlos.

El pigmento basal era mayor en el lado izquierdo que en el derecho (Figura 6 y Tabla 7). Las mejoras fueron estadísticamente significativas en el lado derecho al mes y a los tres meses, y en el izquierdo al mes. Al estratificar el pigmento por localización en el

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

TABLA 8 Respuesta de la dispigmentación según la localización y el tipo de pigmento.



seguimiento al mes, se observó una mejoría de la dispigmentación del 10% en el lado izquierdo ($p < 0,0001$) y del 8% en el derecho ($p < 0,0001$) (Figura 7). Al igual que según el tipo de pigmento, entre el mes y los tres meses hubo un aumento relativo del pigmento en toda la cara, que se aproximó a los valores basales sin superarlos. Solo la mejoría del lado derecho continuó siendo estadísticamente significativa a los tres meses respecto al valor basal ($p = 0,02$).

Al analizar conjuntamente el tipo y la localización, se observaron mejoras estadísticamente significativas en las manchas ($p = 0,02$), las manchas UV ($p = 0,006$) y las manchas marrones ($p < 0,001$) del lado izquierdo, y en las manchas UV del lado derecho ($p < 0,001$), al comparar el mes con el valor basal (Tabla 8 y Figura 8). A los tres meses, la dispigmentación continuaba mejorada respecto al basal, aunque en menor medida que al mes. Las manchas del lado izquierdo superaron ligeramente el valor basal a los tres meses, en menos del 1% ($p = 0,79$).

Evaluación subjetiva de los clínicos

Los evaluadores analizaron las fotografías de los seguimientos al mes y a los tres meses para puntuar subjetivamente la mejoría clínica (Tabla 9 y Figuras 9 y 10). La puntuación media de la PGAS fue de 3,4 (mínimo: 1; máximo: 5) al mes y de 3,7 (mínimo: 1; máximo: 6) a los tres meses, lo que corresponde a una mejoría de moderada a leve (50%-75%) de la dispigmentación (Figuras 11-13). Estas mejoras fueron estadísticamente significativas frente a una mediana teórica de 5 ("sin mejoría" en la escala PGAS) en ambos momentos ($p < 0,0001$).

El láser de tulio f1927 nm no ablativo se estudia como posible tratamiento de los trastornos de hiperpigmentación adquirida desde 2012.22 Según los autores, este es hasta la fecha el mayor estudio prospectivo de rostro completo que utiliza análisis objetivos para evaluar la eficacia del f1927 nm en la mejoría de la piel dispigmentada y fotodañada. En los

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

TABLA 9 Puntuaciones de la Escala de Evaluación Global del Médico.

Lado derecho		Lado izquierdo		Global								
Visita de seguimiento	Media ± DE	IC 95%	Valor p	Media ± DE	IC 95%	Valor p	Media ± DE	IC 95%	Valor p			

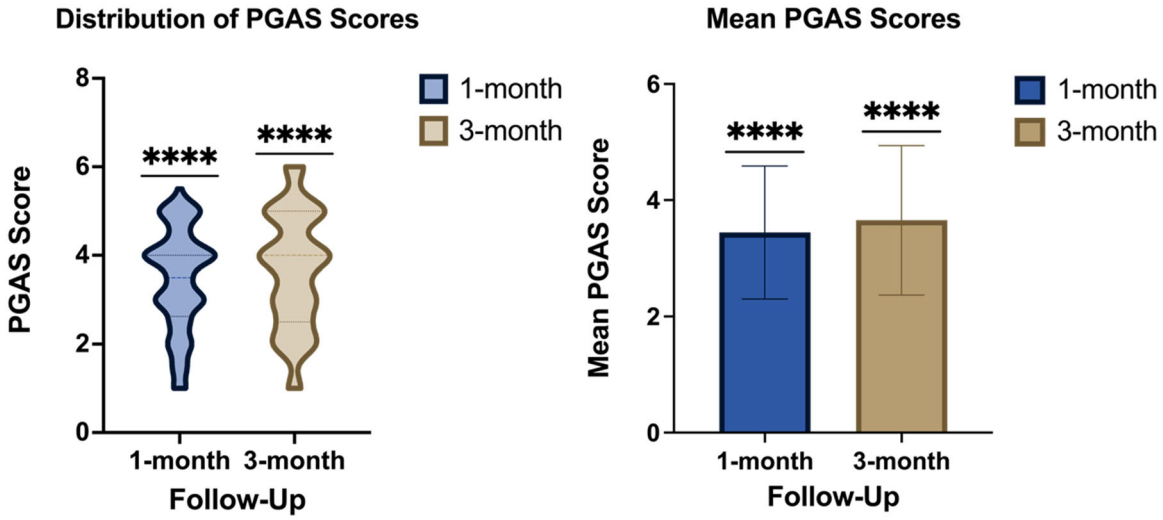


FIGURA 9 Puntuación de la Escala de Evaluación Global del Médico (PGAS). ****p < 0,0001.

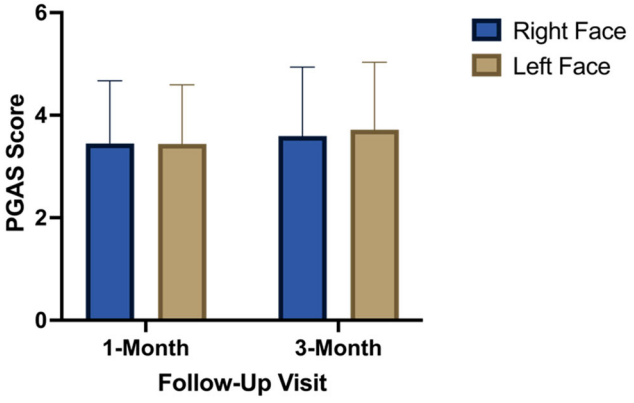


FIGURA 10 Puntuación media PGAS por lado.

distintos análisis del estudio se observaron mejoras estadísticamente significativas de la dispigmentación al mes después de dos tratamientos f1927 nm. El análisis objetivo de imagen mostró mejoras estadísticamente significativas al mes y a los tres meses. De forma subjetiva, los evaluadores clínicos también notificaron una mejoría clínica significativa. La PGAS utilizada por evaluadores enmascarados aporta una valoración subjetiva y se considera distinta del análisis objetivo. Aunque la escala emplea porcentajes para cuantificar los cambios observados, en última instancia refleja el juicio del clínico y no necesariamente reproduce las aproximaciones numéricas del sistema PGAS. Aunque la seguridad y la eficacia de la fototermólisis f1927 nm ya estaban establecidas, este estudio se diferencia por utilizar evaluaciones objetivas seriadas para cuantificar y estudiar la respuesta y la recurrencia pigmentarias. Los trabajos previos se han basado sobre todo en evaluaciones subjetivas, como el Índice de Área y Gravedad del Melasma (MASI) (Tabla 10). Estos estudios muestran que el f1927 nm mejora clínicamente el melasma y otros trastornos pigmentarios adquiridos. Un estudio de cara dividida de 2013 realizó un análisis objetivo mediante biopsias de 3 µm e inmunohistoquímica. Las biopsias, limitadas a dos participantes a los dos meses, mostraron una disminución de la melanina sin cambios significativos en el número de melanocitos.21

La recurrencia estadísticamente significativa de las lesiones pigmentadas y actínicas entre el mes y los tres meses coincide con hallazgos clínicos subjetivos previos. Por ejemplo, Lee et al. observaron en 2013 una reducción significativa del 51% en el MASI al mes tras 3-4 tratamientos f1927 nm de alta densidad. Sin embargo, a los tres y seis meses la mejoría disminuyó al 33% (p = 0,06) y al 34%

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License



(p = 0,07), respectivamente.22 Brauer et al. obtuvieron resultados similares en 2015: la evaluación enmascarada mostró mejoría moderada al mes y de leve a moderada a los tres meses.16 Kurmus et al.26 observaron una mejoría inicial tras f1927 nm, pero una disminución significativa de las puntuaciones MASI entre el mes y los seis meses. A pesar de la diversidad de protocolos y parámetros, el pronóstico predominante después de tres meses es una mejoría clínica y estadísticamente significativa, aunque temporal. Según los autores, este es el primer estudio que analiza objetivamente la magnitud de la recurrencia varios meses después. Para comprender la tendencia a la recurrencia es necesario interpretar los resultados en el contexto de la fisiopatología propuesta del melasma y otras discromías: exposición UV crónica, sexo, exposición hormonal y genética. La exposición UV es un conocido factor agravante. Se ha propuesto que la radiación UV prolongada provoca inflamación dérmica, liberación de histamina por los mastocitos, activación de metaloproteinasas de matriz y tejido elástico dérmico anómalo; en conjunto, estos procesos aumentan la melanogénesis y dañan la membrana basal.28 Los análisis objetivos mostraron más pigmento basal en el lado izquierdo, tanto globalmente como por tipo. El lado izquierdo respondió con mayor intensidad que el derecho (-9,9% frente a -7,5% al mes). Además, el rebote pigmentario a los tres meses fue mayor en el izquierdo (+8,4% frente a +3,8% entre el mes y los tres meses). Las puntuaciones PGAS fueron similares en ambos lados al mes (3,45 frente a 3,44), pero mayores en el izquierdo a los tres meses (3,60 frente a 3,72). Esta predilección lateral coincide con la hipótesis de que los conductores estadounidenses reciben de forma crónica más radiación UV en el lado izquierdo, y con estudios que muestran mayor prevalencia de fotodaño, lesiones precancerosas y cánceres en ese lado.29,30 Debe señalarse que los tratamientos se realizaron durante

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License



mayo y junio, con seguimientos en julio y septiembre. Históricamente, el índice UV medio en el lugar del estudio oscila entre 8 y 11 durante el verano, considerado “muy alto a extremo”.18 La literatura reconoce además que el melasma y otras alteraciones relacionadas con el sol suelen empeorar en verano y mejorar en invierno. El análisis algorítmico no permite determinar si la reducción de la mejoría a los tres meses se debió a nuevas lesiones discrómicas o a la persistencia de lesiones previas. No obstante, la revisión interna de las fotografías sugiere que las lesiones reaparecieron. La fisiopatología histológica ayuda a explicar la resistencia al tratamiento y la recurrencia. Un estudio no halló diferencias significativas en el número de melanocitos entre piel lesional y perilesional, pero observó melanocitos más grandes, con dendritas prominentes, y más melanosomas en melanocitos y queratinocitos de la piel afectada, lo que sugiere hiperfuncionalidad.31 Otros estudios indican que una membrana basal alterada permite que melanocitos hiperfuncionales y melanina pasen a la dermis, fuera del alcance de tratamientos tópicos y láser.32-36 Esta hipótesis plantea que la exposición UV crónica daña la membrana basal epidérmica y puede vincular la remisión del melasma con una lesión ultraestructural desencadenante.36 Así, aunque el f1927 nm puede eliminar temporalmente depósitos epidérmicos de melanina y mejorar la clínica, la persistencia anómala de melanocitos mantiene la susceptibilidad a la dispigmentación tras finalizar el tratamiento. Otro factor de recurrencia puede ser la exposición continuada a hormonas estrogénicas durante la edad fértil. Se observó una diferencia significativa en la magnitud de la respuesta entre pacientes menores de 41 años y las de 42-56 años. La población del estudio ya era susceptible al melasma y a la dispigmentación, y el 54% (n = 13) se encontraba

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License



en edad fértil; el 17% (n = 4) tomaba anticonceptivos orales. El uso de anticonceptivos orales o terapia hormonal sustitutiva no fue una contraindicación, ya que el papel de las hormonas endógenas o exógenas no formaba parte del objetivo. No obstante, debe reconocerse el papel de las hormonas promelanóticas en la susceptibilidad a la recurrencia.

El estudio presenta limitaciones. VISIA está diseñado para la práctica clínica y no específicamente para investigación. Se utilizaron los mismos parámetros en todas las pacientes para reducir factores de confusión y minimizar el riesgo de pigmentación inducida por láser en los diferentes fototipos. En la práctica, el profesional puede aumentar la fluencia, la densidad o las pasadas en sesiones sucesivas para elevar la energía total y maximizar la respuesta tras conocer la tolerancia individual. Además, no se utilizaron tratamientos tópicos concomitantes, como hidroquinona o retinol, para reducir posibles factores de confusión. Sin embargo, el tratamiento del melasma y la dispigmentación es multifactorial y multimodal, y en la práctica suele combinar tópicos y procedimientos basados en energía. Las discromías se diagnosticaron clínicamente; la mayoría correspondía a melasma centrofacial o malar y/o fotodaño o lesiones actínicas relacionadas con la edad. Aunque la valoración clínica es el patrón de referencia para el diagnóstico del melasma, herramientas como la lámpara de Wood o la dermatoscopia podrían haber ayudado a descartar otras discromías, como el liquen plano pigmentoso o la dermatitis fototóxica, que pueden responder de forma diferente al f1927 nm.37 Estas herramientas también permiten clasificar la distribución epidérmica, dérmica o mixta del melasma. Identificarla puede orientar el tratamiento, ya que la energía f1927 nm dirigida a lesiones epidérmicas puede no actuar de forma significativa sobre depósitos dérmicos de melanina. La obtención de estos datos adicionales

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

TABLA 10 Estudios con láseres f1927 nm no ablativos para tratar trastornos de hiperpigmentación adquirida en fototipos I-IV de Fitzpatrick.

Autor, año	Diseño	n	Parámetros de tratamiento	N.º de tratamientos	Evaluación subjetiva de la respuesta	Evaluación objetiva de la respuesta
Polder et al. (2012)[22]	Prospectivo	14	Energía: 10-20 mJ Densidad: 20%-45% 6-8 pasadas	3-4 tratamientos a intervalos de 1 mes	Puntuación MASI	No disponible
Massaki et al. (2012)[23]	Retrospectivo	20	Energía: 10 o 20 mJ Densidad: 60%	1 tratamiento	Puntuación MASI	No disponible
Lee et al. (2013)[21]	Prospectivo (cara dividida)	25	Energía: 10 mJ Densidad: 30% 10 pasadas	2-3 tratamientos a intervalos de 1 mes	Puntuación MASI	Biopsia de lesiones con análisis inmunohistológico
Brauer et al. (2014)[16]	Prospectivo	40	Energía: 10 mJ Densidad: 40% 4-6 pasadas	2 tratamientos con intervalo de 1 mes	Evaluación por el investigador y por clínicos enmascarados	No disponible
Brauer et al. (2015)[24]	Prospectivo	23	Energía: 5 mJ Densidad: 5%-10% 8 pasadas	4-6 tratamientos a intervalos de 14 días	Evaluación por el investigador y por clínicos enmascarados	No disponible
Rho et al. (2017)[25]	Retrospectivo	68	Energía: 1,6-2,4 mJ Densidad: 5%-10% 3-5 pasadas	3 tratamientos a intervalos de 2-4 semanas	Puntuación MASI	No disponible
Kurmus et al. (2019)[26]	Retrospectivo	100	Energía: 9-10 mJ Densidad: 30%-50% 3 pasadas	2 tratamientos con intervalo de 1 mes	Puntuación MASI	No disponible
Wu et al. (2020)[18]	Prospectivo (cara dividida)	20	Energía: 20 mJ Densidad: 30%-50% 8 pasadas	3 tratamientos con intervalo de 1 mes	Escala Global de Mejoría Estética y cuestionario cuantitativo de envejecimiento cutáneo27	
Vingan et al. (2023)	Prospectivo	24	Energía: 15 mJ Densidad: 15% 6 pasadas	2 tratamientos con intervalo de 1 mes	Puntuación PGAS	Análisis de imagen de manchas, manchas UV y manchas marrones

podría haber permitido contextualizar mejor los hallazgos. Se requieren nuevos estudios para determinar si los tratamientos tópicos concomitantes o la localización de la melanina anómala permiten individualizar el tratamiento y prolongar los resultados.

Según los autores, este es hasta la fecha el mayor estudio prospectivo que utiliza variables subjetivas y objetivas para evaluar la eficacia del f1927 nm en la mejoría del melasma y del pigmento actínico.22,23,25,38 Los resultados demuestran que el láser fraccionado no ablativo de 1927 nm mejora eficazmente el pigmento clínico y subclínico en pacientes con fototipos I-IV de Fitzpatrick. La magnitud y duración de la mejoría pueden verse influidas por factores extrínsecos, como una mayor exposición y predisposición al fotodaño durante el verano, lo que sugiere que podrían ser necesarios varios tratamientos f1927 nm a lo largo del tiempo para mantener los resultados. En la práctica real, las pacientes con dispigmentación compleja y multifactorial recibirían tratamientos tópicos concomitantes, como hidroquinona o retinol, para reducir el riesgo de recurrencia. Los autores no los emplearon para limitar la influencia de factores de confusión, pero su uso podría haber mitigado la recurrencia.

AGRADECIMIENTOS Los autores agradecen al Dr. Zhiguo Shang y a la Dra. Mengxi Yu, del Bioinformatics Core Facility de University of Texas Southwestern, su ayuda con el análisis estadístico. El estudio fue financiado por el Departamento de Cirugía Plástica de UT Southwestern Medical Center, Dallas, Texas. Sciton (Palo Alto, California) proporcionó las puntas utilizadas en el estudio.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS Abby Culver, Jeffrey M. Kenkel, Jasmine A. Panton, Nicole R. Vingan y Jennifer Barillas declaran financiación patrocinada por Allergan (Irvine, California, EE. UU.), Bellus Medical (Dallas, Texas, EE. UU.), Brijjit Medical (Atlanta, Georgia, EE. UU.), InMode (Irvine, California, EE. UU.) y Venus Concept (Toronto, Ontario, Canadá) para investigaciones

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

realizadas fuera de este trabajo. Abby Culver es editora colaboradora de cirugía facial en ASJ Open Forum. Jeffrey M. Kenkel es editor jefe de ASJ Open Forum y editor asociado de Aesthetic Surgery Journal. John Hoopman es accionista y antiguo formador de Sciton, Inc. (Palo Alto, California, EE. UU.). Los demás autores declaran no tener conflictos de interés.

ORCID Nicole R. Vingan http://orcid.org/0000-0003-2246-0975 Jasmine A. Panton http://orcid.org/0000-0002-3396-045X

REFERENCIAS

1. Kang HY, Lee JW, Papaccio F, Bellei B, Picardo M. Alterations of the pigmentation system in the aging process. Pigment Cell Melanoma Res. 2021 Jul;34(4):800-13. https://doi.org/10.1111/pcmr.12994
2. Upadhyay PR, Ho T, Abdel-Malek ZA. Participation of keratinocyte- and fibroblast-derived factors in melanocyte homeostasis, the response to UV, and pigmentary disorders. Pigment Cell Melanoma Res. 2021 Jul;34(4):762-76. https://doi.org/10.1111/pcmr.12985
3. Castanet J, Ortonne JP. Pigmentary changes in aged and photoaged skin. Arch Dermatol. 1997 Oct;133(10):1296-99. https://doi.org/10.1001/archderm.133.10.1296
4. Preissig J, Hamilton K, Markus R. Current laser resurfacing technologies: a review that delves beneath the surface. Semin Plast Surg. 2012 Aug;26(3):109-16. https://doi.org/10.1055/s-0032-1329413
5. Manstein D, Herron GS, Sink RK, Tanner H, Anderson RR. Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury. Lasers Surg Med. 2004;34(5):426-38. https://doi.org/10.1002/lsm.20048
6. Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. Science. 1983 Apr 29;220(4596):524-7. https://doi.org/10.1126/science.6836297
7. Farkas JP, Hoopman JE, Kenkel JM. Five parameters you must understand to master control of your laser/light-based devices. Aesthet Surg J. 2013 Sep;33(7):1059-64. https://doi.org/10.1177/1090820x13501174
8. Goldberg DJ. Nonablative laser surgery for pigmented skin. Dermatol Surg. 2005 Oct;31(10):1263-67. https://doi.org/10.1097/00042728-200510000-00001
9. Curcio JA, Petty CC. The near infrared absorption spectrum of liquid water. J Opt Soc Am. 1951;41(5):302-304. https://doi.org/10.1364/JOSA.41.000302
10. Brauer JA, McDaniel DH, Bloom BS, Reddy KK, Bernstein LJ, Geronemus RG. Nonablative 1927 nm fractional resurfacing for the treatment of facial photopigmentation. J Drugs Dermatol. 2014 Nov;13(11):1317-22.
11. Chang HS, Lim NK. Clinical applications of a non-ablative fractional dual laser (1550/1927 nm). Med Lasers. 2020;9(2):110-118. https://doi.org/10.25289/ML.2020.9.2.110
12. Geddes ERC, Stout AB, Friedman PM. Retrospective analysis of the treatment of melasma lesions exhibiting increased vascularity with the 595-nm pulsed dye laser combined with the 1927-nm fractional low-powered diode laser. Lasers Surg Med. 2017 Jan;49(1):20-6. https://doi.org/10.1002/lsm.22518
13. Polder KD, Bruce S. Treatment of melasma using a novel 1,927-nm fractional thulium fiber laser: a pilot study. Dermatol Surg. 2012 Feb;38(2):199-206. https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.02178.x
14. Polder KD, Harrison A, Eubanks LE, Bruce S. 1,927-nm fractional thulium fiber laser for the treatment of nonfacial photodamage: a pilot study. Dermatol Surg. 2011 Mar;37(3):342-8. https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.01884.x
15. 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. https://doi.org/10.1055/s-0032-1329413
16. Brauer JA, Alabdulrazzaq H, Bae YS, Geronemus RG. Evaluation of a low energy, low density, non-ablative fractional 1927 nm wavelength laser for facial skin resurfacing. J Drugs Dermatol. 2015 Nov;14(11):1262-7.
17. Chan CS, Saedi N, Mickle C, Dover JS. Combined treatment for facial rejuvenation using an optimized pulsed light source followed by a fractional non-ablative laser. Lasers Surg Med. 2013 Sep;45(7):405-9. https://doi.org/10.1002/lsm.22162
18. Agency EP. Sun Safety Monthly Average UV Index. 2023 Feb 2.
19. Pandya A, Berneburg M, Ortonne JP, Picardo M. Guidelines for clinical trials in melasma. Br J Dermatol. 2006;156(Suppl 1):21-8. https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2006.07590.x
20. Kanechorn Na Ayuthaya P, Niumphradit N, Manosroi A, Nakakes A. Topical 5% tranexamic acid for the treatment of melasma in Asians: a double-blind randomized controlled clinical trial. J Cosmet Laser Ther. 2012;14(3):150-4. https://doi.org/10.3109/14764172.2012.685478
21. Lee HM, Haw S, Kim JK, Chang SE, Lee MW. Split-face study using a 1,927-nm thulium fiber fractional laser to treat photoaging and melasma in Asian skin. Dermatol Surg. 2013 Jun;39(6):879-88. https://doi.org/10.1111/dsu.12176
22. Polder KD, Bruce S. Treatment of melasma using a novel 1,927-nm fractional thulium fiber laser: a pilot study. Dermatol Surg. 2012 Feb;38(2):199-206. https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.02178.x
23. Niwa Massaki ABM, Eimpunth S, Fabi SG, Guiha I, Groff W, Fitzpatrick R. Treatment of melasma with the 1,927-nm fractional thulium fiber laser: a retrospective analysis of 20 cases with long-term follow-up. Lasers Surg Med. 2013;45(2):95-101. https://doi.org/10.1002/lsm.22100
24. Brauer JA, McDaniel DH, Bloom BS, Reddy KK, Bernstein LJ, Geronemus RG. Nonablative 1927 nm fractional resurfacing for the treatment of facial photopigmentation. J Drugs Dermatol. 2014;13(11):1317-22.
25. Rho NK. Treatment of melasma using a novel 1,927 nm fractional thulium laser: a retrospective analysis of 68 Korean patients. Med Lasers. 2017;6(1):10-6.
26. Kurmuş G, Tatlıparmak A, Aksoy B, Koç E, Aşiran Serdar Z, Ergin C. Efficacy and safety of 1927 nm fractional Thulium fiber laser for the treatment of melasma: a retrospective study of 100 patients. J Cosmet Laser Ther. 2019;21(7-8):408-11. https://doi.org/10.1080/14764172.2019.1683581
27. Alexiades-Armenakas M. A quantitative and comprehensive grading scale for rhytides, laxity, and photoaging. J Drugs Dermatol. 2006 Sep;5(8):808-9.
28. Rajanala S, Maymone MBC, Vashi NA. Melasma pathogenesis: a review of the latest research, pathological findings, and investigational therapies. Dermatol Online J. 2019;25(10):1-4.
29. Butler ST, Fosko SW. Increased prevalence of left-sided skin cancers. J Am Acad Dermatol. 2010 Dec;63(6):1006-10. https://doi.org/10.1016/j.jaad.2009.11.032
30. Dores GM, Huycke MM, Devesa SS. Melanoma of the skin and laterality. J Am Acad Dermatol. 2011 Jan;64(1):193-5; author reply 195-6. https://doi.org/10.1016/j.jaad.2010.06.062
31. Grimes PE, Yamada N, Bhawan J. Light microscopic, immunohistochemical, and ultrastructural alterations in patients with melasma. Am J Dermatopathol. 2005 Apr;27(2):96-101. https://doi.org/10.1097/01.dad.0000154419.18653.2e
32. Kang HY, Bahadoran P, Suzuki I, Zugaj D, Khemis A, Passeron T, et al. In vivo reflectance confocal microscopy detects

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

pigmentary changes in melasma at a cellular level resolution. Exp Dermatol. 2010 Aug;19(8):e228–33. https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2009.01057.x

33. Lee DJ, Park KC, Ortonne JP, Kang HY. Pendulous melanocytes: a characteristic feature of melasma and how it may occur. Br J Dermatol. 2012 Mar;166(3):684–686. https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2011.10648.x
34. Kang WH, Yoon KH, Lee ES, Kim J, Lee KB, Yim H, et al. Melasma: histopathological characteristics in 56 Korean patients. Br J Dermatol. 2002 Feb;146(2):228–37. https://doi.org/10.1046/j.0007-0963.2001.04556.x
35. Torres-Álvarez B, Mesa-Garza IG, Castanedo-Cázares JP, Fuentes-Ahumada C, Oros-Ovalle C, Navarrete-Solis J, et al. Histochemical and immunohistochemical study in melasma: evidence of damage in the basal membrane. Am J Dermatopathol. 2011 May;33(3):291–295. https://doi.org/10.1097/DAD.0b013e3181ef2d45
36. Kwon SH, Hwang YJ, Lee SK, Park KC. Heterogeneous pathology of melasma and its clinical implications. Int J Mol Sci. 2016 Jun;17(6):824. https://doi.org/10.3390/ijms17060824
37. Krueger L, Saizan A, Stein JA, Elbuluk N. Dermoscopy of acquired pigmentary disorders: a comprehensive review. Int J Dermatol. 2022 Jan;61(1):7–19. https://doi.org/10.1111/ijd.15741
38. Ho SGY, Yeung CK, Chan NPY, Shek SY, Chan HHL. A retrospective study of the management of Chinese melasma patients using a 1927 nm fractional thulium fiber laser. J Cosmet Laser Ther. 2013 Aug;15(4):200–6. https://doi.org/10.3109/14764172.2012.761346

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA Puede consultarse información complementaria adicional en línea, en la sección de Información complementaria situada al final del artículo.

Cómo citar este artículo: Vingan NR, Panton JA, Barillas J, Lazzarini A, Hoopman J, Kenkel JM, et al. Investigación de la eficacia de un láser fraccionado de 1927 nm para la dispigmentación difusa y los cambios actínicos. Lasers Surg Med. 2023;55:344-358. https://doi.org/10.1002/lsm.23653

10969101, 2023, 4, Downloaded from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.23653 by CochraneChina, Wiley Online Library on [24/06/2025]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License