



# ARCHIVOS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OFTALMOLOGÍA

[www.elsevier.es/oftalmologia](http://www.elsevier.es/oftalmologia)



## Revisión

# Tratamiento de la hiperpigmentación periocular con fuentes de luz



S. Montolío-Marzo<sup>a</sup>, E. Montolío-Marzo<sup>b,\*</sup>, C. Martínez-Gil<sup>c</sup>, G. Rodríguez-Iranzo<sup>c</sup>,  
E. Arias-García<sup>c</sup> y M. Pérez-López<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España

<sup>b</sup> Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

<sup>c</sup> Fundación Oftalmológica del Mediterráneo (FOM), España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 17 de abril de 2023

Aceptado el 26 de julio de 2023

On-line el 16 de octubre de 2023

### Palabras clave:

Láser

Luz pulsada intensa

Pigmentación periocular

## R E S U M E N

El tratamiento de la ojera supone una de las demandas más habituales en la consulta de estética para mejorar la imagen de cansancio, tristeza o envejecimiento que perciben nuestros pacientes. Además, se trata de un problema de etiología multifactorial y frente al que disponemos de un amplio abanico de tratamientos.

El objetivo de la presente revisión es analizar la mejor evidencia disponible para el tratamiento de la ojera hiperpigmentada con fuentes de luz. Se han revisado 208 artículos que cumplían los criterios de búsqueda, incluyendo finalmente 14 para dar plena consideración en la revisión.

Múltiples fuentes de luz han demostrado ser eficaces para el tratamiento de la pigmentación periorbitaria. Los resultados más prometedores se obtienen con luz pulsada intensa y láser rubí en combinación con despigmentantes. Para el tratamiento de la pigmentación junto con redensificación y disminución de arrugas destacan el láser CO<sub>2</sub> y el láser erbium:yttrium scandium gallium garnet. Los láseres neodmium-doped yttrium aluminium garnet, alejandrita y diodo fueron los que reportaron resultados más moderados con su uso aislado. El tratamiento adyuvante con despigmentantes mejora resultados y reduce la incidencia de hiperpigmentación postinflamatoria.

Es necesaria una mejor estandarización en la medida de los resultados en los cambios de la pigmentación. Además, sería recomendable realizar ensayos clínicos con resultados objetivos y que combinen varias fuentes de luz para el tratamiento no solo de la pigmentación periorbitaria, sino de la ojera de forma integral.

© 2023 Sociedad Española de Oftalmología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [elenamontimar@gmail.com](mailto:elenamontimar@gmail.com) (E. Montolío-Marzo).

<https://doi.org/10.1016/j.oftal.2023.07.014>

0365-6691/© 2023 Sociedad Española de Oftalmología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Treatment of periorbital hyperpigmentation using light devices

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Laser  
Intense pulse light  
Periocular pigmentation

The treatment of dark circles is one of the most common request from the patients attending to the esthetics clinic. A tired, sad or aged appearance is perceived by our patients. Moreover, it is a multifactorial problem and we could treat it with a wide range of treatments.

With this systematic review, we want to check the best available evidence regarding the treatment of periorbital hyperpigmentation using light devices. We have reviewed 208 papers, including 14 of them for full consideration.

Several light sources have demonstrated to be effective treating pigmented dark circles. The best results have been reported using intense pulsed light and rubi laser together with depigmenting substances. If we want to treat periocular hyperpigmentation, soft wrinkles, rhytides and skin density we should use carbon dioxide laser or erbium:yttrium scandium gallium garnet. The neodymium-doped yttrium aluminium garnet, alexandrite and diode lasers were the ones giving the worst outcome regarding pigmentation treatment. The concomitant use of depigmenting treatment may help getting better results and reducing the rate of post-inflammatory hyperpigmentation.

A better standardization and measuring of the obtained results is needed regarding pigmentation changes. We must keep on investigating on this topic with new clinical trials measuring objective results and combining different light devices for a multifactorial treatment of the dark circles.

© 2023 Sociedad Española de Oftalmología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

El tratamiento de la ojera supone una de las demandas más habituales en la consulta de estética para mejorar la imagen de cansancio, tristeza o envejecimiento que perciben nuestros pacientes. Además, se trata de un problema de etiología multifactorial y frente al que disponemos de un amplio abanico de tratamientos.

Existen diversos factores anatómicos que propician la aparición de la ojera: la prominencia del músculo orbicular de los párpados, la ausencia de tejido subcutáneo en la piel del párpado, la vasculatura prominente y superficial, los cambios del tercio medio que se producen con el envejecimiento. . . A pesar de que la causa de esta hiperpigmentación suele ser multifactorial, se pueden identificar unas causas más prevalentes como pueden ser la estructural, por exceso de piel; vascular, por adelgazamiento cutáneo. o pigmentaria, por exceso de melanina o hemosiderina.

La zona periocular tiene una serie de características específicas a nivel histológico: unión dermo-epidérmica plana, menos colágeno, elastina y glucosaminglicanos, y menor densidad de glándulas sebáceas<sup>1</sup>.

A esto se suma que la hiperpigmentación periocular puede tener un componente mixto con melanina y hemosiderina siendo 2 los cromóforos a tratar. El cromóforo principal suele ser la melanina que capta luz entre 250 y 1.200 nm<sup>2</sup>. Además, esta zona anatómica presenta cierta predisposición a la hiperpigmentación inflamatoria postratamiento<sup>3</sup>.

Dentro del arsenal terapéutico las fuentes de luz toman un papel protagonista en distintas formas: luz pulsada, láser Q switched, láser de colorante pulsado o láseres ablativos<sup>4</sup>.

La luz pulsada es una fuente de luz en el espectro visible con una longitud de onda amplia de los 500 a 1.200 nm. Mediante el uso de filtros podremos modificar la selectividad de la fuente de luz a distintos cromóforos, específicamente la hemoglobina y la melanina.

Los láseres Q switched usan pulsos de nanosegundos de duración con el objetivo de eliminar mayoritariamente pigmento. El láser Q switched de rubí tiene una longitud de onda de 694 nm, alejandrita usa una longitud de onda de 755 nm y el neodymium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG), 1.064 nm.

El láser decolorante pulsado actúa principalmente sobre la hemoglobina como cromóforo con una longitud de onda de 585-595 nm.

Entre los láseres ablativos las tecnologías más utilizadas son los láseres de erbium:yttrium scandium gallium garnet (Er:YSGG) y de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), tanto fraccionados como no fraccionados.

## Hipótesis y objetivos

Objetivo principal:

– Comprobar la eficacia de las fuentes de luz en el tratamiento de la hiperpigmentación periorbitaria.

Objetivo secundario:

– Establecer si el uso de un tratamiento adyuvante aporta un mayor éxito terapéutico.

– Establecer si la combinación de varias fuentes de luz aporta un mayor éxito terapéutico.

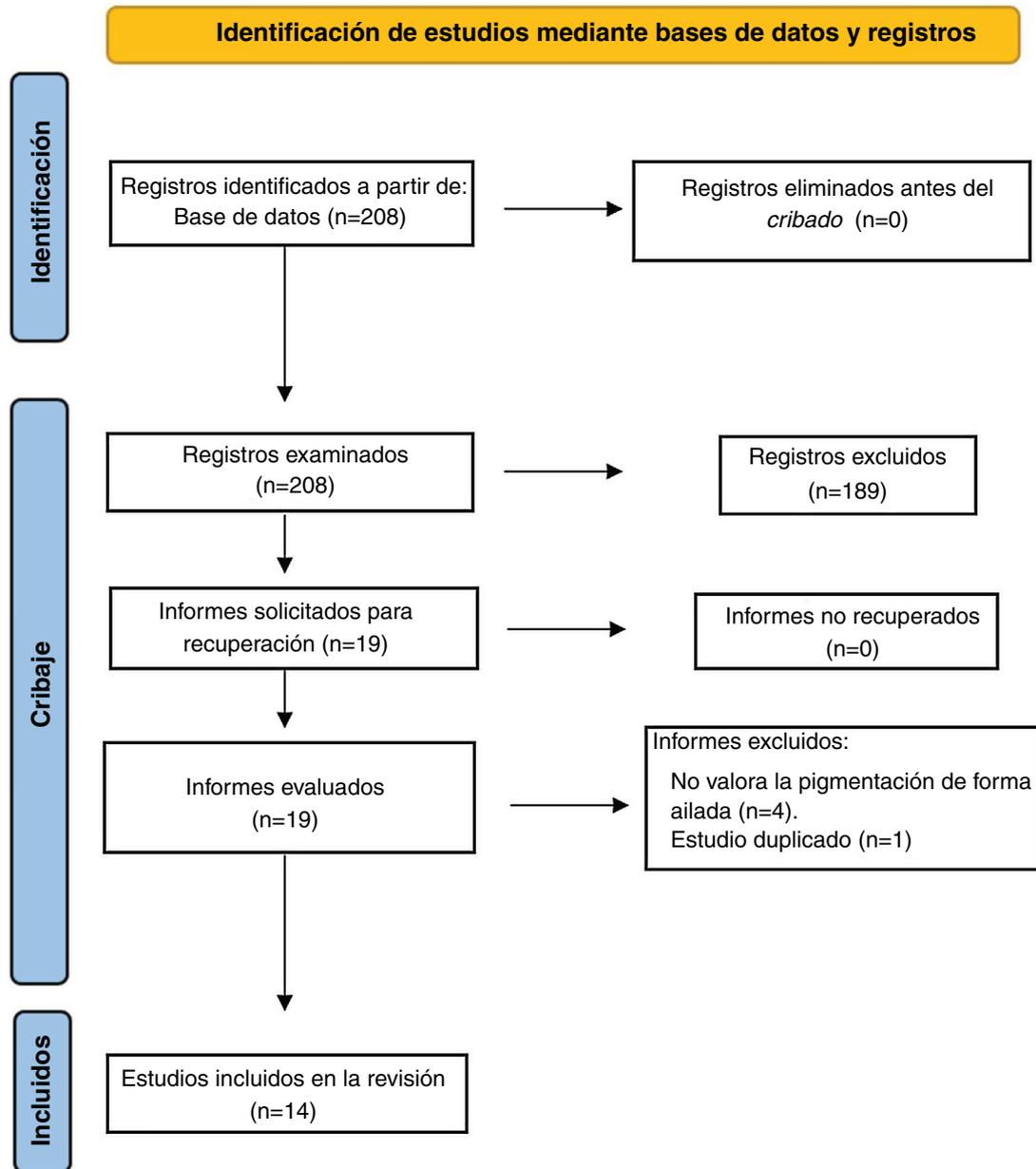


Figura 1 – Diagrama de flujo de los pasos de la revisión sistemática siguiendo los criterios PRISMA.

- Describir los efectos adversos y complicaciones derivados del tratamiento de la hiperpigmentación periocular con fuentes de luz.
- Encontrar nuevas líneas de investigación y las carencias de la evidencia publicada en este campo de trabajo.

## Material y método

Se realiza una revisión sistemática de la literatura siguiendo los criterios Preferred reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)<sup>5</sup>. La base de datos elegida para la revisión ha sido Pubmed.

La lista de términos incluidos en la ecuación de búsqueda es:

- Hyperpigmentation.
- Pigmentation.
- Darkening.
- Dark.
- Circle.
- Periorbital.
- Eyelid.
- Under-eye.
- Laser.
- Pulsed light.

La ecuación de búsqueda utilizada ha sido (hyperpigmentation OR pigmentation OR darkening OR dark OR circle) AND (periorbital OR eyelid OR infraorbital OR under-eye) AND (laser OR pulsed light).

Con la ecuación de búsqueda diseñada hemos obtenido 208 resultados en la base de datos Pubmed. Esta misma búsqueda ha sido realizada por un investigador enmascarado encontrando el mismo número de resultados. Al igual que dicho investigador ha revisado los resultados obtenidos en los distintos pasos de la revisión sistemática (fig. 1).

Los criterios de inclusión para los estudios revisados son:

- Estudios analíticos experimentales.
- Estudios prospectivos.
- Estudios con un criterio de éxito definido (reducción de la pigmentación, satisfacción del paciente...).
- La fuente de luz utilizada se especifica claramente en el apartado «material y métodos», así con los posibles tratamientos adyuvantes.
- Estudios con al menos 5 pacientes.
- Estudios realizados entre 2000-2022.

Los criterios de exclusión para los estudios revisados son:

- Revisiones bibliográficas, revisiones sistemáticas o metaanálisis.
- Estudios redundantes, publicaciones duplicadas.
- Estudios experimentales sobre animales.
- Estudios en los que no se determine en el apartado «material y métodos» el protocolo de forma que no se pueda comprobar si cumplen criterios de inclusión.
- Estudios realizados en personas menores de edad.
- Estudios que presenten un claro conflicto de intereses en su realización.
- Estudios publicados en lenguas distintas al español, francés, inglés y alemán.
- Estudios dedicados al tratamiento de la ojera con fuentes de luz por motivos distintos del estético.
- Estudios realizados antes del año 2000.

## Resultados

Tras una primera revisión de todos los resúmenes de los artículos obtenidos con la ecuación de búsqueda 19 artículos cumplían criterios de inclusión y no cumplían ningún criterio de exclusión.

Tras la revisión del texto completo se excluyeron 5 artículos y quedaron un total de 14 artículos para su inclusión en la presente revisión.

Badawi et al. (2021)<sup>6</sup>: solo valoraba el rejuvenecimiento periocular, sin tener en cuenta la hiperpigmentación.

Kołodziejczak et al. (2016)<sup>1</sup>: este mismo estudio se publicó de nuevo en 2021 y ya ha sido incluido en la revisión, estudio duplicado.

Lee et al. (2011)<sup>7</sup>: solo valoraba el rejuvenecimiento periocular, sin tener en cuenta la hiperpigmentación.

Wattanari et al. (2012)<sup>8</sup>: solo valoraba el rejuvenecimiento periocular, sin tener en cuenta la hiperpigmentación.

Avram et al.<sup>9</sup>: no valora de forma independiente la pigmentación periocular.

Los principales resultados de los 14 artículos que se han incluido finalmente en la revisión se resumen en la tabla 1.

## Luz pulsada intensa

Kołodziejczak et al.<sup>10</sup> utiliza un filtro con corte en 530 nm con cabezal de tratamiento de 15 × 35 mm y sistema de enfriamiento. Se realizaron 5 sesiones en intervalos de 2 semanas. Incluyeron 10 pacientes con pigmentación periocular en este grupo de los cuales 6 reportaron mejoría subjetiva de la pigmentación (60%). En cuanto a efectos secundarios reportan: eritema y quemazón de hasta 1 h, hipersensibilidad de hasta 12 h e hiperpigmentación transitoria de hasta una semana de evolución (en pacientes con hiperpigmentación previa).

Cymrot et al.<sup>2</sup> realizaron 2-4 sesiones con un intervalo variable de espacio entre ellas con filtros entre 515-570 nm según el fototipo del paciente. Según evaluadores externos la mejoría se cuantificó entre 50-80%. Pese a la variabilidad en las observaciones, la mejoría fue clara y se mantuvo un año después del tratamiento. Los efectos adversos fueron edema, eritema y cambios de coloración inmediatamente después de la sesión. Un paciente tuvo una reacción miliar tras el tratamiento. Todos los pacientes sufrieron una hiperchromía transitoria tras el tratamiento, persistente en solo uno de ellos (8,3%). Encontraron hipocromía en 58,33% de los pacientes con desaparición de esta en la mitad en 7 meses (persistente en 3 pacientes). La presencia de hipocromía la relacionaron con los lugares en los que se tomó la biopsia para el estudio.

## Láser neodmium-doped yttrium aluminium garnet 532/1.064 nm

El láser Nd:YAG en algunas de sus versiones permite trabajar en 2 longitudes de onda, 532 y 1.064 nm. Esta versatilidad permite trabajar sobre la pigmentación superficial y profunda.

Nilforoushzadeh et al.<sup>11</sup> utilizó láser Nd:YAG 1064 nm Q switched fraccionado en 4 sesiones con intervalos mensuales. Mostraron efectividad en el tratamiento de la pigmentación de la ojera con parámetros tanto objetivos como subjetivos del paciente y el facultativo. El principal objetivo del estudio fue comparar la terapia con láser y la carboxiterapia. Los resultados mostraron evidencia a favor de la carboxiterapia tanto para la mejoría de la pigmentación como de elasticidad cutánea o valoración subjetiva del facultativo o paciente. La diferencia obtenida fue mayor en parámetros objetivos que subjetivos.

Nilforoushzadeh et al.<sup>12</sup> valoraron la adición de plasma rico en plaquetas a la terapia con Nd:YAG de pulso largo comparando el tratamiento con láser aislado o combinado en el mismo paciente. El tratamiento fue aplicado en 3 sesiones mensuales. En ambas ramas de tratamiento se obtuvo una mejoría significativa. La mejoría fue mayor en la hemicara tratada con la combinación de láser y plasma.

Vanaman Wilson et al.<sup>3</sup> valoraron el tratamiento con Nd:YAG en sesión única y de forma aislada. No encontraron resultados estadísticamente significativos en la reducción de la pigmentación periocular. Reportaron que un 31,6% de los

**Tabla 1 – Resumen de las principales características de los estudios incluidos en la revisión sistemática**

Autor principal	Año	Tamaño muestral (n.º pacientes)	Fuente de luz empleada	Resumen de resultados	Conclusiones
Kołodziejczak et al. <sup>10</sup>	2022	71 (24 IPL y 24 láser)	Láser diodo vs. radiofrecuencia vs. IPL	Reducción subjetiva de la pigmentación periocular en 28,60% de los pacientes tratados con láser diodo fraccionado no ablativo y el 60% de los pacientes tratados con IPL.	La IPL es más eficaz en la reducción de la pigmentación de la ojera que el láser diodo o la radiofrecuencia
Nilforoushzad et al. <sup>11</sup>	2021	28 <sup>14</sup>	Láser Nd:YAG 1.064 nm Q switched	Reducción de la pigmentación suficiente en 28,6%, 35,7% buena y 35,7% excelente en el grupo tratado con láser	La carboxiterapia es más eficaz que el láser Nd:YAG en la reducción de la pigmentación periocular
Nilforoushzadeh et al. <sup>12</sup>	2020	32	Láser Nd:YAG pulso largo ± plasma enriquecido en plaquetas	Reducción de la pigmentación en un 34,67% con el tratamiento combinado y 17,01% en el tratamiento aislado	La combinación de láser Nd:YAG + PRP es más efectiva en la reducción de la pigmentación.
Ghandehari et al. <sup>4</sup>	2020	30	Láser CO2 fraccionado + ácido tranexámico vs. microneedling + ácido tranexámico	Reducción de la pigmentación en un 56,91% en el grupo CO2 y un 56,04% en el grupo 56,04% (p = 0,785)	El uso de láser CO2 o microneedling con ácido tranexámico tópico es igualmente eficaz y seguro para reducir la pigmentación periocular
Zamanian et al. <sup>16</sup>	2019	51	Láser CO2 fraccionado + ácido tricloroacético vs. microneedling + ácido tricloroacético	Reducción de la pigmentación mayor en grupo láser ( $\Delta e = 6,07$ ) que en el grupo microneedling ( $\Delta e = 7,80$ ) (p < 0,001)	Mejores resultados al asociar láser CO2 fraccionado frente a microneedling con ácido tricloroacético
Vanaman Wilson et al. <sup>3</sup>	2018	19 Nd:YAG y 11 alejandrita	Láser alejandrita fraccionado picosegundo 755 nm y láser picosegundo Nd:YAG	No hay reducción de la pigmentación de forma significativa en el grupo Nd:YAG. Grupo alejandrita mejora a partir del día 30 y de forma mantenida	Se desaconseja el uso de Nd:YAG para el tratamiento de la hiperpigmentación periocular. El tratamiento con alejandrita es efectivo con mejorías discretas (0-25%)
Park et al. <sup>15</sup>	2013	10	Láser Er:YSGG 2790 nm	Reducción de la hiperpigmentación en un 72,5%	El láser Er:YSGG es útil para el tratamiento de la hiperpigmentación ocular, particularmente en pacientes con atopia
Kohl et al. <sup>17</sup>	2013	28	Láser CO2 fraccionado	Reducción en la irregularidad de la pigmentación (24%, p < 0,001) y la cantidad de melanina (4,4%, p = 0,034)	El láser CO2 mejora la pigmentación en tanto a su irregularidad y cantidad de forma leve
Luo et al. <sup>18</sup>	2012	18	Láser CO2 fraccionado superpulsado vs. ultrapulsado	Aumento del brillo de la piel en el grupo ultrapulsado (p = 0,024) y de la gama cromática azul-amarillo (p = 0,014)	El láser CO2 tiene una eficacia leve sobre la pigmentación. Su utilidad es la reducción de arrugas y redensificación de la piel
Xu et al. <sup>13</sup>	2011	30	Láser Nd:YAG de baja fluencia	Melanin index de 225,84 a 180,67 (p < 0,001). Reducción del depósito de melanina en dermis en un 75%	Reducción efectiva de la pigmentación periocular con mínimos efectos adversos y alta satisfacción del paciente

Tabla 1 – (continuación)

Autor principal	Año	Tamaño muestral (n.º pacientes)	Fuente de luz empleada	Resumen de resultados	Conclusiones
Cymrot et al. <sup>2</sup>	2006	12	IPL	Reducción de la pigmentación entre un 50-85%. Mejores resultados histológicos que clínicos	Es muy efectivo para la reducción de la pigmentación. La tasa de pigmentación postinflamatoria es del 100% con resolución en meses
Momosawa et al. <sup>14</sup>	2005	18	Láser rubí con tretinoína e hidroquinona	El 83,3% de los pacientes presentaron resultados excelentes o buenos sin efectos adversos graves	La combinación de láser rubí y pomada despigmentante supone una opción efectiva y segura para el tratamiento de la hiperpigmentación periocular incluso en fototipos altos
Alster y Hirsch <sup>19</sup>	2003	52	Láser CO2	Mejoría clínica de 2,5/3 del aspecto de la ojera en general. Incidencia de pigmentación postinflamatoria 46%	El láser CO2 mejora el aspecto de la ojera en general, no es un tratamiento específico para la pigmentación periocular
Manuskiatti et al. <sup>20</sup>	2000	30	Combinación de láser colorante pulsado, láser CO2, láser Nd:YAG y láser alejandrita	Reducción de la pigmentación en un 75-100%	La combinación de distintas fuentes de luz permite tratar de forma integral la ojera en tanto a densidad, arrugas, vascularización y pigmentación

Er:YSGG: erbium:yttrium scandium gallium garnet; IPL: luz pulsada intensa; Nd:YAG: neodymium-doped yttrium aluminium garnet.

pacientes no mostraron ningún cambio e incluso un 26,3% empeoraron respecto a la visita basal. Sin embargo, el grado de satisfacción de los pacientes con el resultado fue elevado, 68,5%. No encontraron efectos secundarios graves al final del seguimiento. La realización de más sesiones de tratamiento, pulsos más cortos o una mayor fluencia podría haber mejorado los resultados obtenidos.

Xu et al.<sup>13</sup> realizaron hasta 8 sesiones con Nd:YAG y baja fluencia. Hasta un 86,67% consiguieron una mejoría de la pigmentación buena o excelente con una satisfacción del 93,3% según los pacientes. El índice de melanina se redujo de 225,84 a 180,67 ( $p < 0,001$ ) y el depósito de melanina en dermis se redujo en un 75%. Los efectos adversos se limitaron a edema y eritema en las primeras horas tras el tratamiento. En conclusión, encontraron resultados significativos con un perfil de satisfacción y seguridad excelente.

### Láser rubí 700 nm

Momosawa et al.<sup>14</sup> realizaron un tratamiento combinado con láser rubí Q-switched y pomada de tretinoína y ubiquinona, con el objetivo de reducir la tasa de hiperpigmentación postinflamatoria. Cabe tener en cuenta que trataron pacientes con fototipos altos. Realizaron 2-4 ciclos de 6-7 semanas de pomada seguidas de una sesión de láser. El 83,3% de los pacientes presentaron resultados excelentes o buenos, sin efectos adversos graves. Apareció hiperpigmentación postinflamatoria en un 11,1% de los pacientes, resolviendo con el tratamiento despigmentante tópico. Los autores atribuyen la

baja tasa de hiperpigmentación postinflamatoria al pretratamiento con tretinoína y ubiquinona.

### Láser alejandrita 755 nm

Vanaman Wilson et al.<sup>3</sup> comprobaron la mejoría de la hiperpigmentación periocular con láser Alejandrita picosegundo 755 nm en sesión única. La tecnología picosegundo permite la eliminación del pigmento de forma eficiente con una duración de pulso menos, fluencias más bajas y reducción del daño fototérmico inespecífico al tejido circundante. Se realizaron 3 sesiones de tratamiento con intervalos de 3 semanas entre ellas. Demostraron una reducción de la hiperpigmentación a partir de los 30 días del tratamiento de forma significativa (reducción de la puntuación en la escala de hiperpigmentación periocular de 2,17,  $p < 0,001$ ) que se mantuvo hasta el final del seguimiento (132 días). Cabe mencionar que la mejoría se dio en el 85,7% de los pacientes, pero fue gradada como leve (0-25%). Pese a ello el grado de satisfacción fue elevado en un 71,4% de los pacientes. No encontraron efectos secundarios graves al final del seguimiento.

### Láser diodo 1.410 nm

Kołodziejczak et al.<sup>10</sup> estudiaron el láser diodo no ablativo de 1.410 nm en 5 tratamientos separados 2 semanas ajustando los parámetros para la ablación del 2,5% de la superficie tratada con columnas que no superasen 450  $\mu$ s de profundidad. En

cuanto al principal objetivo del estudio, que era la elasticidad cutánea, este tratamiento fue más efectivo que la radiofrecuencia o la luz pulsada intensa. Incluyeron a 7 pacientes que presentaban ojera pigmentada, de los cuales 2 reportaron reducción subjetiva (28,60%). En cuanto a efectos secundarios reportan: edema, eritema y quemazón transitorios en menos de 6 h; además de pixelado de no más de 7 días de evolución.

### **Láser erbium: yttrium scandium gallium garnet 2.790 nm**

Park et al.<sup>15</sup> apuestan por el láser Er:YSGG para el tratamiento de la hiperpigmentación periocular en pacientes con atopia confiando en el mayor perfil de seguridad en este láser. Se realizaron 2 sesiones de tratamiento separadas por 4 semanas. Reportaron una mejoría media del 72,5% al cabo de 4 meses desde el último tratamiento. Incluso el paciente con un peor resultado mostró una mejoría leve (26-50%). Los pacientes reportaron alta satisfacción (2,3/3), sin efectos secundarios graves y solo edema, exfoliación o eritema de menos de una semana de evolución. En conclusión, parece un método efectivo para el tratamiento de la hiperpigmentación periocular incluso cuando esta es provocada por una causa secundaria como la dermatitis atópica.

### **Láser dióxido de carbono 10.600 nm**

Ghandehari et al.<sup>4</sup> estudiaron la utilidad del láser CO2 fraccionado frente al microneedling junto con la aplicación de ácido tranexámico para la pigmentación periocular en una sesión única. Ambas técnicas fueron efectivas en la reducción de la pigmentación sin diferencias en su efectividad, grado de satisfacción o seguridad. Ambas técnicas reportaron eritema, quemazón, edema y picor. Solo el eritema duró más en el grupo microneedling.

Zamanian et al.<sup>16</sup> estudiaron la comparación láser CO2 fraccionado contra microneedling junto con ácido tricloroacético al 10% en una sesión única. Se obtuvo una mejor reducción de la pigmentación en el grupo láser CO2, sin cambios en el perfil de seguridad o en la satisfacción del paciente.

Kohl et al.<sup>17</sup> realizaron 3 tratamientos a cara completa con espaciado entre 1 y 6 meses. Aunque el objetivo principal del estudio fue valorar la elasticidad de la piel y la desaparición de las arrugas, se objetivó una mejoría en la regularidad de la distribución de la melanina (24%,  $p < 0,001$ ) y una leve reducción en el contenido total de la melanina (4,4%,  $p = 0,034$ ). No reportaron efectos adversos graves. El edema, eritema y cicatrización fueron transitorios y solo tuvieron un brote de herpes controlado con tratamiento oral.

Luo et al.<sup>18</sup> plantean la comparación de los modos superpulsado y ultrapulsado en un mismo aparato de láser CO2 fraccionado. El ultrapulso libera una mayor cantidad de energía en menor tiempo, mientras que el superpulso libera menos energía en más tiempo. Se atribuyó en este estudio mayor mejoría en las arrugas al ultrapulsado y mejor efecto lifting al superpulsado. Los cambios en tanto a la pigmentación solo se mantuvieron en el grupo ultrapulsado y fueron igualmente discretos. La hiperpigmentación postratamiento solo apareció

en el modo ultrapulsado y resolvió antes de los 3 meses desde el tratamiento.

Alster y Hirsch<sup>19</sup> reportan un único tratamiento de resurfacing con láser CO2 y una vez más encontramos una clara mejoría clínica pero no específica en la pigmentación. Es decir, los resultados fueron buenos con base en una combinación de mejoría de la densidad de la piel, reducción de arrugas y disminución de la pigmentación. Sin embargo, no se analizaba la reducción de la pigmentación de forma aislada. Reportaron una tasa de hiperpigmentación postinflamatoria del 46% en general y del 100% en pacientes con fototipos altos.

### **Tratamiento con varias fuentes de luz**

Manuskiatti et al.<sup>20</sup> ponen en relieve la necesidad, ende los pacientes que requieren de un resurfacing facial, de tratar conjuntamente la pigmentación periorbitaria. Dado que la presencia de arrugas cutáneas, irregularidades en la piel e hiperpigmentación periocular van a convivir en muchos pacientes, parece lógico combinar distintas fuentes de luz para tratar varios problemas al mismo tiempo.

De los 30 pacientes incluidos que fueron tratados con láser CO2/Er:YAG para resurfacing facial, 20 fueron tratados con láser de colorante pulsado para eliminar telangiectasias y 11 fueron tratados con láser alejandrita Q-switched para la pigmentación periocular. De esta forma, además de los efectos del resurfacing con CO2, se reportó un aclaramiento de la pigmentación periocular del 75-100% y la desaparición de las telangiectasias en el 100% de los pacientes.

El esquema de tratamiento fue el siguiente: láser colorante pulsado para componente vascular, resurfacing con CO2 y Er:YAG y, por último, láser alejandrita en los pacientes con pigmentación periocular.

No observaron mayores efectos secundarios que los reportados en la literatura al combinar distintas fuentes de luz, a excepción de la aparición de púrpura en los pacientes tratados con láser colorante pulsado.

### **Discusión**

A la luz de los resultados obtenidos, no existe una única forma de plantear el tratamiento de las ojeras, sino que disponemos de múltiples tratamientos, muchos de ellos igualmente válidos, que combinar para obtener buenos resultados. Además, debemos de tener en cuenta que esta revisión solo ha incluido los tratamientos basados en las distintas fuentes de luz disponibles en la actualidad. Cabe esperar que un mayor desarrollo de los mismos aparatos cambie el escenario a valorar en un futuro y, sin necesidad de esperar, podamos utilizar como alternativa otros tratamientos distintos de las fuentes de luz.

Dentro de las distintas fuentes de luz, la luz pulsada intensa ofrece una gran versatilidad de tratamiento. Habitualmente se entiende como una de las primeras máquinas a disponer en nuestra consulta de estética para aprovechar su potencial en el tratamiento desde lesiones vasculares a fotoenvejecimiento pasando por lesiones pigmentadas.

Conociendo que la melanina como cromóforo es susceptible de tratamiento con la luz pulsada intensa, no nos llama

la atención que podamos obtener buenos resultados con el uso de la misma en el tratamiento de la ojera pigmentada. Kolodziejczak et al.<sup>10</sup> mostraron mejores resultados con luz pulsada intensa que con láser diodo fraccionado no ablativo para la reducción de la pigmentación. Cymrot et al.<sup>2</sup> obtuvieron también resultados excelentes tras la aplicación de luz pulsada. Ambos estudios difieren principalmente en el comportamiento de la hiperpigmentación postinflamatoria; en el primero ocurrió solo en algunos pacientes y resolvió en una semana; en el segundo, apareció en todos los pacientes y resolvió en un plazo de 7 meses.

En las diferencias en cuanto a las complicaciones relacionadas con la hiperpigmentación postinflamatoria cabe destacar que el fototipo de los pacientes a tratar influye mucho en dicha complicación. Así este dato revertirá mayor importancia en aquellos pacientes en los que el fototipo sea más elevado, mientras que podremos tratar de forma más segura y con parámetros más agresivos a aquellos pacientes que presenten fototipos bajos. Cabe destacar la importancia de la fotoprotección después del tratamiento y la posibilidad de profilaxis pretratamiento en pacientes susceptibles de complicación.

Claramente la luz pulsada intensa se postula como una de las fuentes de luz más efectivas en la reducción de la pigmentación, pero es probable que sea la que más cambios pigmentarios condiciona después del tratamiento (hipopigmentación/hiperpigmentación postinflamatoria). Sin embargo, los cambios pigmentarios son transitorios en casi todos los pacientes.

Hablando de los láseres no ablativos, el cromóforo objetivo pasa a ser el agua, con lo que caben esperar resultados más discretos. Nilforoushzadeh et al.<sup>11</sup> obtuvieron mejores resultados con la carboxiterapia frente al láser fraccionado Q switched Nd:YAG 1.064 nm, siendo ambas técnicas efectivas. Los resultados parecen mejorar con la combinación del láser no ablativo a la inyección de plasma rico en plaquetas<sup>12</sup>. Xu et al. obtuvieron buenos resultados disminuyendo la fluencia y aumentando el número de sesiones de tratamiento<sup>13</sup>. El mayor valor que nos aporta este perfil de láser Nd:YAG no ablativo es un excelente perfil de seguridad. Para suplir un menor rendimiento de esta fuente de luz frente a otras para el tratamiento de la pigmentación podemos optar por la repetición de los tratamientos o por la adyuvancia junto con otras sustancias que puedan mejorar nuestros resultados.

Dados los resultados obtenidos por Niforoushzadeh et al. y Vanaman Wilson et al. con el uso de Nd:YAG como fuente de luz, esta no sería la fuente de primera elección puesto que la carboxiterapia parece más efectiva y en estudios aislados también se reporta cierta falta de efectividad en el tratamiento<sup>3,11</sup>.

Ghandenari et al. y Zamanian et al. planteaban la combinación de láser CO2 fraccionado asociado a otro tratamiento (ácido tranexámico y ácido tricolocético respectivamente) para el tratamiento de la hiperpigmentación. Si bien ninguno de los estudios utilizaba el láser de forma aislada y tampoco esperaríamos afinidad particular por la melanina o la hemosiderina por parte del láser CO2, sí que podemos encontrar utilidad en el tratamiento de la hiperpigmentación para mejorar la penetración de sustancias que pueden ejercer un efecto despigmentante. El láser CO2 ayuda

a eliminar estratos superficiales de la piel, mejorando la penetrabilidad de las sustancias que empleemos tras el tratamiento.

De forma paralela, el láser CO2 nos ayudará a redensificar el colágeno de la zona disminuyendo la presencia particularmente de laxitud y arruga fina en estos pacientes<sup>4,16</sup>.

Estas conclusiones son apoyadas por los estudios de Kohl et al. y de Luo et al., que reportan cierta mejoría en la regularidad y cantidad de pigmentación de la piel, pero de forma añadida. El objetivo principal del tratamiento con CO2 será la redensificación de la piel y la mejoría de las arrugas finas y gruesas<sup>17,18</sup>.

Vanaman Wilson et al. consiguieron una mejora discreta de la hiperpigmentación el tratamiento de láser alejandrita Q-switched. No siendo esta fuente de luz probablemente la más efectiva para el tratamiento, aunque sí una de las más específicas<sup>3</sup>.

La combinación del tratamiento con láser rubí Q-Swiched junto con tratamiento despigmentante tópico parece ser una buena opción para obtener resultados incluso en pacientes con fototipos altos y reduciendo la aparición de pigmentación postinflamatoria<sup>14</sup>.

Es necesaria la estandarización de la medida de la hiperpigmentación. Muchos estudios realizan valoraciones subjetivas por el facultativo a cargo del paciente o por la misma percepción del paciente, con resultados muy variables entre observadores<sup>2</sup>.

Ciertas escalas son utilizadas para cuantificar de forma analógica esa subjetividad, como la Infraorbital Hyperpigmentation Severity Score, que grada la pigmentación en: 0, color normal de la piel; 1, hiperpigmentación casi imperceptible; 2, hiperpigmentación leve o áreas parcheadas de menos de 1,5 cm de diámetro; 3, hiperpigmentación moderada o parches de hiperpigmentación de más de 2 cm de diámetro, y 4, hiperpigmentación severa o uniforme en todo el área periocular<sup>3</sup>. No siendo esta escala la única que se utiliza en los estudios realizados ni mucho menos una medida estándar.

Un grado más de objetividad lo aportan instrumentos como el Mexameter (Courage and Khazaka electronic), microscopia confocal, espectrofotometría, Antera 3D (Miravex, Dublín, Irlanda) o el Visia (Canfield Scientific Inc., Fairfield, NJ, EE.-UU.), obtención de biopsias cutáneas...<sup>17</sup>. El Mexameter de forma no invasiva mide la luz reflejada por la piel en 3 longitudes de onda distintas permitiendo estimar la cantidad de melanina en el tejido<sup>1</sup>. El Visia permite la estandarización de las fotos obtenidas además de la valoración de distintas características de la piel, entre ellas el fotodaño, la pigmentación, el componente vascular...<sup>3</sup> El uso de dispositivos no invasivos. como los que mencionamos para objetivar nuestros resultados, sería el ideal para realizar investigaciones como las que reunimos en esta revisión. Su accesibilidad se ve limitada por la necesidad de realizar una inversión económica para su adquisición, no están disponibles en la práctica clínica habitual.

Existen estudios, como el de Vanaman Wilson et al.<sup>3</sup>, que no muestran buenos resultados en la mejoría de la hiperpigmentación; sin embargo, el grado de satisfacción del paciente fue alto en la mayoría de ellos. Esto pone en relieve la importancia no solo de documentar correctamente con fotografía los

cambios que conseguimos, sino la importancia de cuidar una buena relación médico-paciente. De este modo, satisfacción y efectividad en el tratamiento no tienen por qué necesariamente ir de la mano.

En literatura previa encontramos otra revisión sistemática siguiendo los criterios PRISMA sobre la hiperpigmentación periocular por Michelle et al.<sup>21</sup>. En esta revisión no solo incluyen las fuentes de luz, sino también peelings faciales, cremas, serums, cirugías y rellenos.

Se hace una recomendación del uso de la tecnología 1.064 nm Nd:YAG láser para aquellas hiperpigmentaciones de causa vascular. Esta afirmación está basada principalmente en un único estudio, ya que la mayoría de estos no especifican el tipo de hiperpigmentación. También exponen la carboxiterapia como una opción efectiva para hiperpigmentación mixta dada su buena tolerancia y acción incluso más efectiva que el láser Nd:YAG, similar a nuestra recomendación. Para aquellas hiperpigmentaciones causadas por pérdida de volumen o deshidratación recomiendan rellanos o injertos de grasa autóloga o incluso cirugía, pero estos no eran el sujeto de esta revisión.

Por último, consideramos que el camino a seguir es el que marcaron Manuskiatti et al.<sup>20</sup> con su estudio de varias fuentes de luz al mismo tiempo. En la presente revisión nos hemos centrado en el componente pigmentado de la ojera, pero se trata de un problema multifactorial. Lógicamente el grado de satisfacción de nuestros pacientes aumentará en la medida en que abordemos todos los frentes de su patología. Esto no solo se limita al uso de distintas fuentes de luz, sino que también podemos extenderlo a la combinación con otras técnicas como el uso de rellenos<sup>22</sup>.

## Conclusiones

Múltiples fuentes de luz han demostrado ser eficaces para el tratamiento de la pigmentación periorbitaria. Los resultados más prometedores se obtienen con luz pulsada intensa y láser rubí (efectividad testada junto con adyuvantes despigmentantes). Para el tratamiento de la pigmentación junto con redensificación y disminución de arrugas destacan el láser CO<sub>2</sub> y el láser Er:YSGG. Los láseres Nd:YAG, alejandrita y diodo fueron los que reportaron resultados más moderados con su uso aislado.

La combinación de láseres fraccionados con otras sustancias para mejorar su penetración parece ser útil, aunque el efecto parece depender más del adyuvante que de la fuente de luz. El tratamiento con fuentes de luz y adyuvantes despigmentantes mejora resultados y reduce la incidencia de hiperpigmentación postinflamatoria.

La utilización de distintas fuentes de luz en un mismo paciente parece explotar al máximo los puntos fuertes de cada una de ellas y dar una respuesta más integral a la ojera de nuestros pacientes.

Los efectos adversos reportados más frecuentemente son leves y transitorios (edema, eritema, escozor o picor). Debe tenerse en cuenta particularmente la hiperpigmentación postinflamatoria en pacientes con fototipos altos y con el uso de ciertas fuentes de luz como la luz pulsada intensa, láser rubí y láser CO<sub>2</sub>.

Tras la revisión de la evidencia disponible llama la atención la falta de estudios con un diseño exhaustivo a pesar de disponer de la mayoría de fuentes de luz durante muchos años. Además de ello la falta de estandarización en la medida de los resultados hace difícil la comparación de distintos estudios. Y claramente el camino a seguir es la realización de ensayos clínicos con resultados objetivables y que combinen varias fuentes de luz en el tratamiento no solo de la pigmentación periorbitaria, sino de la ojera de forma integrada. Por lo tanto, dada la falta de estudios de alta calidad sobre este tema, las recomendaciones ofrecidas por esta revisión deben ser interpretadas de forma selectiva de acuerdo con las características del paciente y los medios disponibles.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Kołodziejczak AM, Rotsztein H. Mexametric and cutometric assessment of the signs of aging of the skin area around the eyes after the use of non-ablative fractional laser, non-ablative radiofrequency and intense pulsed light. *Dermatol Ther*. 2017;30, <http://dx.doi.org/10.1111/dth.12470>.
- Cymbalista NC, Prado de Oliveira ZN. Treatment of idiopathic cutaneous hyperchromia of the orbit region (ICHOR) with intense pulsed light. *Dermatol Surg*. 2006;32:773-4, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1524-4725.2006.32160.x>.
- Vanaman Wilson MJ, Jones IT, Bolton J, Larsen L, Wu DC, Goldman MP. Prospective studies of the efficacy and safety of the treatment of infraorbital dark circles. *Lasers Surg Med*. 2018;50:45-50, <http://dx.doi.org/10.1002/lsm.22754>.
- Ghandehari R, Robati RM, Niknezhad N, Hajizadeh N, Tehranchinia Z. Efficacy and safety of fractional CO<sub>2</sub> laser and tranexamic acid versus microneedling and tranexamic acid in the treatment of infraorbital hyperpigmentation. *J Dermatol Treat*. 2020;33:1391-6, <http://dx.doi.org/10.1080/09546634.2020.1819527>.
- Möher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6:e1000097, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
- Badawi A, Sobeih T, Jasmina V. Periocular rejuvenation using a unique non-ablative long-pulse 2940 nm Er:YAG laser. *Lasers Med Sci*. 2022;37:1111-8, <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-021-03362-6>.
- Lee JW, Kim BJ, Kim MN, Lee CK. Treatment of periorbital wrinkles using a 2,790-nm yttrium scandium gallium garnet laser. *Dermatol Surg*. 2010;36:1382-9, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1524-4725.2010.01645.x>.
- Wattanakrai P, Pootongkam S, Rojhirunsakool S. Periocular rejuvenation with fractional 1,550-nm ytterbium/erbium fiber laser and variable square pulse 2,940-nm erbium:YAG laser in Asians: A comparison study. *Dermatol Surg*. 2012;38:610-22, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.02298.x>.
- Avram DK, Goldman MP. The safety and effectiveness of single-pass erbium:YAG laser in the treatment of mild to moderate photodamage. *Dermatol Surg*. 2004;30:1073-6, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1524-4725.2004.30330.x>.
- Kołodziejczak A, Rotsztein H. Efficacy of fractional laser, radiofrequency and IPL rejuvenation of periorbital region.

- Lasers Med Sci. 2022;37:895-903, <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-021-03329-7>.
11. Nilforoushzadeh MA, Heidari-Kharaji M, Alavi S, Zolghadr S, Mahmoudbeyk M, Nikkhah N. Comparison of carboxy therapy and fractional Q-switched ND:YAG laser on periorbital dark circles treatment: A clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2021;36:1927-34, <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-021-03274-5>.
  12. Nilforoushzadeh MA, Heidari-Kharaji M, Alavi S, Mahmoudbeyk M, Torkamaniha E, Peyrovan A, et al. Assessing the effectiveness of the combination therapy with fractional Er-YAG laser and platelet-rich plasma in treatment of periorbital dark circles patients: A clinical trial. *J Cosmet Dermatol.* 2021;20:3526-36, <http://dx.doi.org/10.1111/jocd.14036>.
  13. Xu T-H, Yang Z-H, Li Y-H, Chen JZ, Guo S, Wu Y, et al. Treatment of infraorbital dark circles using a low-fluence Q-switched 1,064-nm laser. *Dermatol Surg.* 2011;37:797-803, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1524-4725.2011.01956.x>.
  14. Momosawa A, Kurita M, Ozaki M, Miyamoto S, Kobayashi Y, Ban I, et al. Combined therapy using Q-switched ruby laser and bleaching treatment with tretinoin and hydroquinone for periorbital skin hyperpigmentation in Asians. *Plast Reconstr Surg.* 2008;121:282-8, <http://dx.doi.org/10.1097/01.prs.0000293869.00522.ec>.
  15. Park KY, Oh IY, Moon NJ, Seo SJ. Treatment of infraorbital dark circles in atopic dermatitis with a 2790-nm erbium: Yttrium scandium gallium garnet laser: A pilot study. *J Cosmet Laser Ther.* 2013;15:102-6, <http://dx.doi.org/10.3109/14764172.2012.759236>.
  16. Zamanian A, Azizi M, Ghasemi M, Behrangi E, Naeji S. Comparing the effectiveness of fractional CO(2) laser and the combination therapy with micro-needling and topical 10% trichloroacetic acid to remove infraorbital dark circles in Tehran women. *J Cosmet Laser Ther.* 2019;21:61-4, <http://dx.doi.org/10.1080/14764172.2017.1341047>.
  17. Kohl E, Meierhöfer J, Koller M, Zeman F, Klein A, Hohenleutner U, et al. Fractional carbon dioxide laser resurfacing of rhytides and photoageing: a prospective study using profilometric analysis. *Br J Dermatol.* 2014;170:858-65, <http://dx.doi.org/10.1111/bjd.12807>.
  18. Luo Y-J, Xu X-G, Wu Y, Xu T-H, Chen JZS, Gao X-H, et al. Split-face comparison of ultrapulse-mode and superpulse-mode fractionated carbon dioxide lasers on photoaged skin. *J Drugs Dermatol.* 2012;11:1310-4.
  19. Alster T, Hirsch R. Single-pass CO2 laser skin resurfacing of light and dark skin: extended experience with 52 patients. *J Cosmet Laser Ther.* 2003;5:39-42.
  20. Manuskhatti W, Fitzpatrick RE, Goldman MP. Treatment of facial skin using combinations of CO2, Q-switched alexandrite, flashlamp-pumped pulsed dye, and Er:YAG lasers in the same treatment session. *Dermatol Surg.* 2000;26:114-20, <http://dx.doi.org/10.1046/j.1524-4725.2000.98159.x>.
  21. Michelle L, Pouldar Foulad D, Ekelem C, Saedi N, Mesinkovska NA. Treatments of periorbital hyperpigmentation: A systematic review. *Dermatol Surg.* 2021;47:70-4, <http://dx.doi.org/10.1097/DSS.0000000000002484>.
  22. Kounidas G, Kastora S, Rajpara S. Decoding infraorbital dark circles with lasers and fillers. *J Dermatolog Treat.* 2022;13:1563-7, <http://dx.doi.org/10.1080/09546634.2020.1855297>.