



ACTAS Derma-Sifiliográficas

Full English text available at
www.actasdermo.org



REVISIÓN

Indicaciones actuales y nuevas aplicaciones de los sistemas de luz pulsada intensa



A.J. González-Rodríguez^{a,*} y R. Lorente-Gual^b

^a Instituto Dermatológico Dr. Alonso, Hospital Nisa 9 de Octubre, Valencia, España

^b Facultad de Fisioterapia y Podología, Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, Torrente, Valencia, España

Recibido el 15 de mayo de 2014; aceptado el 3 de octubre de 2014

Disponible en Internet el 28 de enero de 2015

PALABRAS CLAVE

Luz pulsada intensa;
Indicaciones;
Nuevas aplicaciones

Resumen Los sistemas de luz pulsada intensa han evolucionado desde su introducción en la medicina hace 20 años. La luz pulsada consiste en una energía lumínica policromática, no coherente y no colimada que abarca varias longitudes de onda pudiendo actuar sobre diferentes cromóforos. Este hecho permite una gran versatilidad, pudiendo tratar diferentes enfermedades, desde lesiones pigmentadas o vasculares hasta fotodepilación y fotorrejuvenecimiento, con una alta tasa de cobertura de la piel gracias al gran tamaño del haz. Al tratarse de sistemas no ablativos resulta una opción en auge actualmente, ya que los pacientes no están dispuestos a asumir los efectos secundarios de otros procedimientos que además requieren tiempos prolongados de ausencia de la vida laboral y social. Su eficacia es similar en muchos casos a los tratamientos con láser. El abanico de posibilidades y aplicaciones se incrementará en los próximos años gracias a esa gran versatilidad junto a la comodidad y seguridad.

© 2014 Elsevier España, S.L.U. y AEDV. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Intense pulsed light;
Indications;
New applications

Current Indications and New Applications of Intense Pulsed Light

Abstract Intense pulsed light (IPL) systems have evolved since they were introduced into medical practice 20 years ago. Pulsed light is noncoherent, noncollimated, polychromatic light energy emitted at different wavelengths that target specific chromophores. This selective targeting capability makes IPL a versatile therapy with many applications, from the treatment of pigmented or vascular lesions to hair removal and skin rejuvenation. Its large spot size ensures a high skin coverage rate. The nonablative nature of IPL makes it an increasingly attractive alternative for patients unwilling to accept the adverse effects associated with other procedures, which additionally require prolonged absence from work and social activities. In many cases,

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ajavigo@hotmail.com (A.J. González-Rodríguez).

IPL is similar to laser therapy in effectiveness, and its versatility, convenience, and safety will lead to an expanded range of applications and possibilities in coming years.

© 2014 Elsevier España, S.L.U. and AEDV. All rights reserved.

Introducción

Los efectos producidos por la aplicación de una fuente de luz sobre un tejido son explicables por el principio de la fototerapia selectiva, descrito por Anderson y Parrish en 1983¹, el cual establece que la energía suministrada a un tejido tiene una acción selectiva sobre una molécula diana, denominada cromóforo, sin afectar las estructuras adyacentes o haciéndolo mínimamente (figs. 1 y 2). Esta acción selectiva constituye la base de los sistemas no ablativos, como la luz pulsada intensa.

Metodología

Se ha llevado a cabo una revisión crítica y sistemática de los artículos científicos publicados con respecto a la luz pulsada en población humana durante los últimos 24 años (1990-2014). Para ello se realizó una búsqueda utilizando la base de datos MEDLINE a través de la plataforma Pubmed (*United States National Library of Medicine*). Se incluyeron los términos: *intense pulsed light, new applications, new indications, acne, rosacea, hair removal, photodynamic therapy, photorejuvenation*. El resultado fue de 627 artículos. Se desestimaron estudios por su escasa relevancia, por el bajo factor de impacto de la publicación, por tratar técnicas obsoletas o por no centrarse en el ámbito práctico de la dermatología o medicina estética. En total fueron revisados 125 artículos.

En función de la literatura revisada se han sacado conclusiones sobre las indicaciones actuales y las posibles nuevas aplicaciones.

Luz pulsada

En 1994 el ingeniero israelí Shimon Ekhouse logró una emisión estimulada de radiación con múltiples longitudes de onda (λ) creando así la luz pulsada intensa (certificada por la FDA para fines médicos en 1997). Los sistemas de luz pulsada intensa (IPL, por sus siglas en inglés) emiten una luz policromática (λ entre 400-1200 nm) no coherente (ni espacial ni temporalmente) y no colimada, con una duración de pulso de entre 2-200 ms. Gracias a estas características permite una utilidad polivalente, pudiendo actuar sobre cromóforos diferentes y abriendo el abanico de posibilidades terapéuticas; aunque requiere un aprendizaje más exhaustivo.

Los pulsos de luz generados por la mayoría de dispositivos actuales son producidos por destellos de alta energía debidos al paso de una corriente eléctrica a través de una cámara de gas xenón²; la energía se dirige hacia el extremo distal, el cual libera dicha energía sobre la superficie de la piel a través de un bloque de zafiro o cuarzo. Por este motivo, y para proteger la epidermis en contacto con el cristal, se deben utilizar sistemas de refrigeración.

Inicialmente los pulsos emitidos no eran homogéneos. Existía un cambio en la distribución espectral dentro de un pulso y entre los pulsos, causado por una corriente variable suministrada a la lámpara de destellos de xenón. La tecnología ha conseguido optimizar los pulsos de entrega de energía haciéndolos más homogéneos y confiriéndoles una imagen rectangular en forma de meseta, gracias a la presencia de condensadores que permiten suministrar una corriente constante. De este modo, se evitan picos de mayor energía que podrían dar lugar a efectos secundarios, obteniendo mejores resultados con mayor seguridad y sin necesidad de elevadas fluencias. Los equipos actuales permiten, además, fragmentar cada pulso en multipulsos con intervalos de no emisión entre cada uno de ellos, de forma que a medida que el tren de pulso se emite, la diana absorbe la energía sin tener tiempo para liberarla, evitando así el calentamiento y el daño sobre estructuras vecinas. Los equipos de luz pulsada empezaron trabajando a 0,1 Hz (un pulso cada más de 10 seg). Hoy día los equipos trabajan a 1-2-3 Hz, lo cual acorta sensiblemente la duración de los tratamientos.

Los dispositivos de primera generación emitían luz del espectro infrarrojo, provocando daño epitelial y efectos indeseables. Para hacer más selectiva su acción se pueden emplear filtros de corte que eliminan λ no deseadas y optimizan el tratamiento. De este modo, los dispositivos más recientes de segunda generación consiguen filtrar λ más largas de la porción infrarroja, reduciendo significativamente los efectos secundarios³.

Por lo tanto, los equipos actuales de IPL ofrecen una gran versatilidad, de modo que empleando el mismo dispositivo y modificando diversos parámetros (longitud de onda, duración del pulso, número de pulsos, intervalo entre pulsos), se consiguen tratar distintas condiciones actuando sobre diferentes cromóforos^{4,5} (fig. 3).

Otra ventaja importante de la IPL es su tamaño de *spot* (diámetro del haz) relativamente grande, con la consiguiente velocidad de tratamiento resultante, permitiendo limitar el número de pulsos y tratar rápidamente amplias áreas. Sin embargo, las piezas de mano son más grandes y de superficie plana, lo que supone un inconveniente cuando se han de tratar superficies irregulares (tabla 1).

Estos dispositivos se desarrollaron para tratar lesiones vasculares benignas. El primer artículo sobre su uso en dermatología se remonta a 1997, cuando Raulin et al. lo emplearon con éxito en Alemania para tratar a 14 pacientes con telangiectasias faciales o en las piernas o en la poiquilodermia de Civatte⁶. Poco después, los mismos autores publicaron 2 casos de depilación permanente y posteriormente se han llevado a cabo múltiples estudios más estandarizados que han demostrado su seguridad y eficacia⁷⁻⁹. Desde entonces, su coste favorable y su versatilidad han llevado a su rápida proliferación y a su uso en diferentes entidades clínicas.

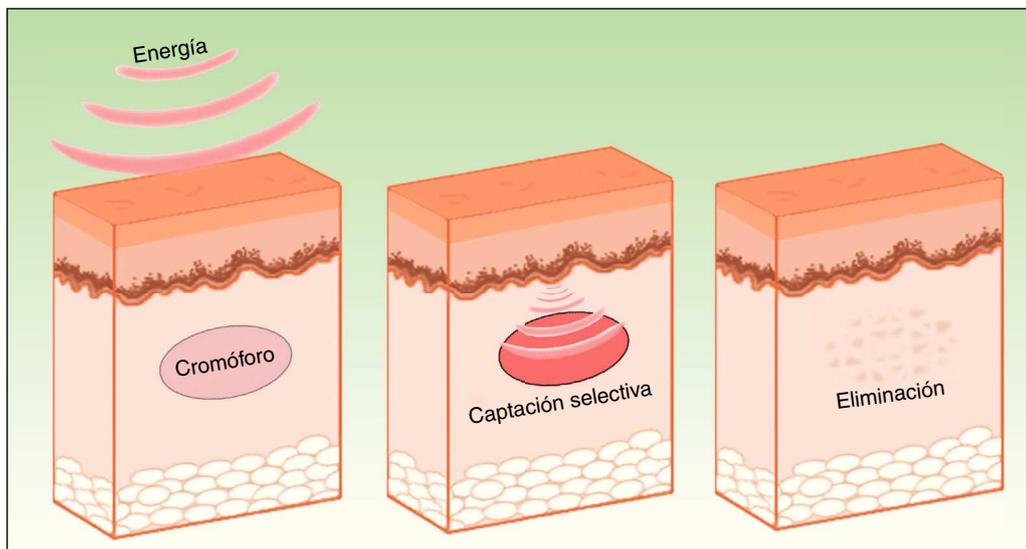


Figura 1 Principio de fototermólisis selectiva.

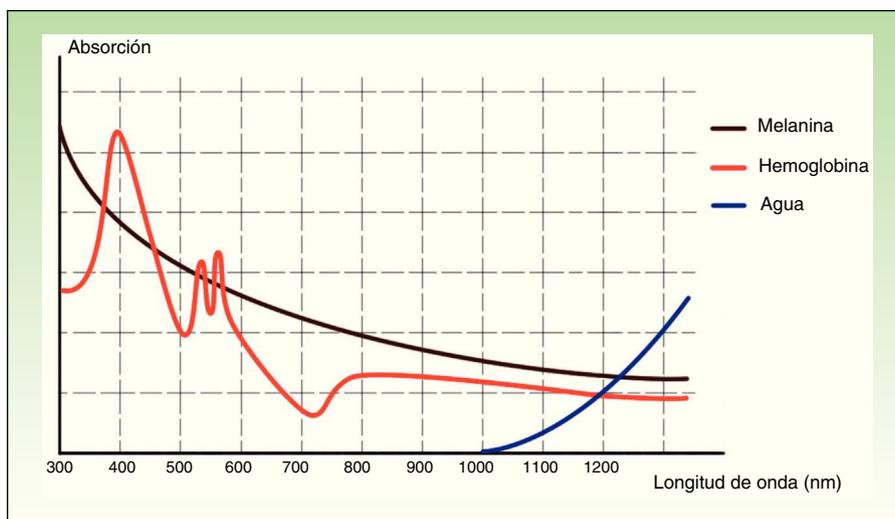


Figura 2 Curvas de absorción de los principales cromóforos.

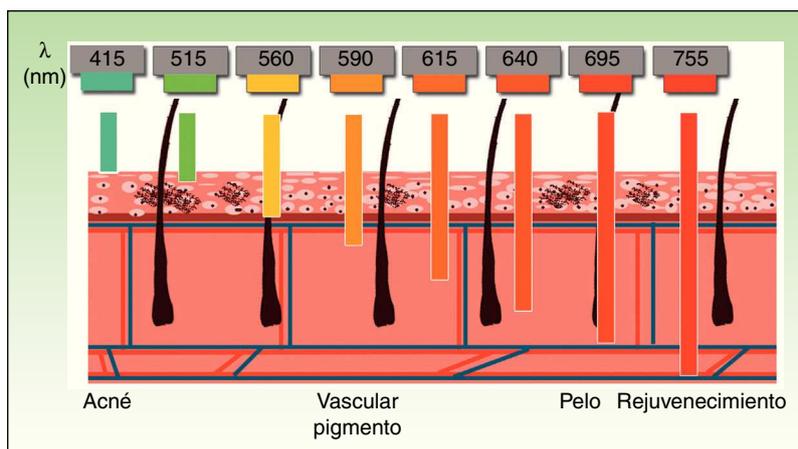


Figura 3 Longitudes de onda (expresadas en nanómetros) empleadas en los sistemas de luz pulsada según el cromóforo diana.

Tabla 1 Ventajas e inconvenientes de los sistemas de luz pulsada intensa

Ventajas	Inconvenientes
Alta versatilidad	Inconsistencia del espectro y la fluencia emitida
Precio menor (salvo los de alta gama)	Peso de la pieza de mano
Tamaño de spot grande	Incapacidad de enfoque
Alta tasa de cobertura de la piel	Gel aplicador y sistema de enfriamiento (espráis criogénicos, enfriamiento de contacto o aire refrigerado)
Tecnología robusta	Contacto directo con la piel

La IPL estaría indicada principalmente para actuar sobre la hemoglobina y la melanina, siendo mayor su eficacia en el tratamiento del color que de la textura, según algunos autores^{10,11}. Sin embargo, a pesar de existir discusión sobre su potencial de remodelación del colágeno, también ha demostrado eficacia en rejuvenecimiento cutáneo.

La selección de pacientes y los cuidados previos y posteriores son similares al láser. Es imprescindible conocer y saber manejar los efectos adversos. Inicialmente se publicaron un gran número de efectos secundarios y una escasa eficacia (probablemente debido a un calibrado inadecuado)¹², no obstante, los dispositivos actuales son más seguros, potentes y fiables¹³.

Un efecto secundario casi constante es la sensación de dolor durante el tratamiento, aunque generalmente no es un problema grave. La refrigeración (durante y/o después del tratamiento) o el empleo de anestesia tópica alivian en la mayoría de casos. Los efectos secundarios comunes, que pueden durar unos pocos días, son el edema y el eritema. La formación de ampollas y costras son signos de tratamiento con fluencias elevadas, en cuyo caso los pacientes deben evitar el rascado por el riesgo de infección y cicatrices. Los efectos que pueden ser más permanentes o irreversibles son los cambios de pigmentación (hipo-hiperpigmentación) y la cicatrización hipertrófica o queiloidea¹¹.

Los pacientes bronceados o con un fototipo elevado, así como aquellos que no pueden o no quieren evitar estrictamente la exposición solar tras el tratamiento, deben excluirse generalmente por el alto riesgo de hiperpigmentación¹⁴.

Hay un número creciente de artículos sobre la utilización de la IPL sola o en combinación con otras modalidades¹⁵. En las secciones siguientes se comentan las indicaciones actuales y las nuevas aplicaciones, comparando con otras terapias, en aquellos casos en los que existen estudios comparativos.

Indicaciones actuales

Lesiones pigmentadas benignas

Los sistemas de láser *Q-switched* son el método de elección; sin embargo, muchos estudios indican una eficacia igual o superior de la IPL¹⁶⁻¹⁸.

La diana es el melanosoma, cuyo cromóforo es la melanina. Ésta absorbe las λ adecuadas, transformándolas en energía calorífica, provocando epidermolisis hasta la capa basal y promoviendo una rápida diferenciación queratinocítica, acompañada por una transferencia de melanosomas hacia capas superiores, lo que resulta en su eliminación junto con queratinocitos necróticos (fig. 4)¹⁹.

Se ha observado un daño térmico selectivo en el rango de 351-1064 nm²⁰. En el caso de la IPL, las λ empleadas oscilan entre 515-755 nm. Gracias a los filtros de corte se pueden seleccionar λ cortas, que actúan sobre la epidermis y son seguras en lesiones superficiales; o λ largas, que penetran más y son más eficaces en lesiones profundas.

Moreno Arias y Ferrando²¹ publicaron en el 2001 un estudio en el cual 20 pacientes con lesiones melánicas fueron tratados con IPL, concluyendo que la mayor eficacia (76-100%) se obtenía en las lesiones superficiales (efélides, melasmas epidérmicos, manchas café con leche), frente a una eficacia inferior al 25% en las profundas (nevus de Becker, nevus epidérmico, melasma mixto).

Hay multitud de estudios centrados en la respuesta del melasma a la IPL. A pesar de ser refractario a múltiples terapias, muchos autores proponen estos sistemas como una herramienta útil y efectiva, sobre todo en aquellos de tipo epidérmico^{16-18,22-26}.

Otras entidades tratadas con éxito, algunas de ellas con escasos artículos publicados, son la melanosis de Riehl²⁷, la mancha mongólica²⁸, los lentigos solares y efélides²⁹⁻³², la lentiginosis asociada a síndromes (LEOPARD, Peutz-Jeghers)^{33,34}, la hiperpigmentación inducida por fármacos³⁵ o el nevus Spilus³⁶.

Lesiones vasculares

El láser de colorante pulsado (PDL) es considerado el *gold standard*. Sin embargo, su limitación es la necesidad de lograr una púrpura inmediata que dura unos 10-14 días. La IPL se presenta como una alternativa por la ausencia de púrpura, minimizando el tiempo de inactividad³. En lugar de la inducción de una púrpura, por destrucción de eritrocitos y estallido de la pared vascular, el objetivo de la IPL es alcanzar una temperatura suficiente para causar la coagulación del vaso, con la consiguiente destrucción y fibrosis (fig. 5).

Múltiples estudios avalan una eficacia y seguridad equivalentes de la IPL en comparación con láseres (PDL, neodimio:YAG, alejandrita, KTP)³⁷⁻⁴⁰. McGill et al. realizaron un estudio comparativo en 18 pacientes con malformaciones capilares refractarias a PDL, concluyendo que el láser de alejandrita era el más eficaz, seguido de la IPL³⁸.

La IPL actúa sobre 3 cromóforos diana: oxihemoglobina (predominante en lesiones clínicamente rojas), desoxihemoglobina (predominante en lesiones azules) y metahemoglobina; con picos de absorción de 418, 542 y 577 nm, respectivamente. Aunque el pico de máxima absorción para la oxihemoglobina se sitúa en 418 nm, la penetración es más baja y además hay gran competencia con la melanina, mientras que en torno a 577 nm, aunque la absorción es menor, la capacidad de penetración es mayor, disminuyendo esa competencia y evitando efectos secundarios, como la hipopigmentación⁴¹. Por esta razón, los dispositivos actuales emplean mayores λ (515-600 nm)

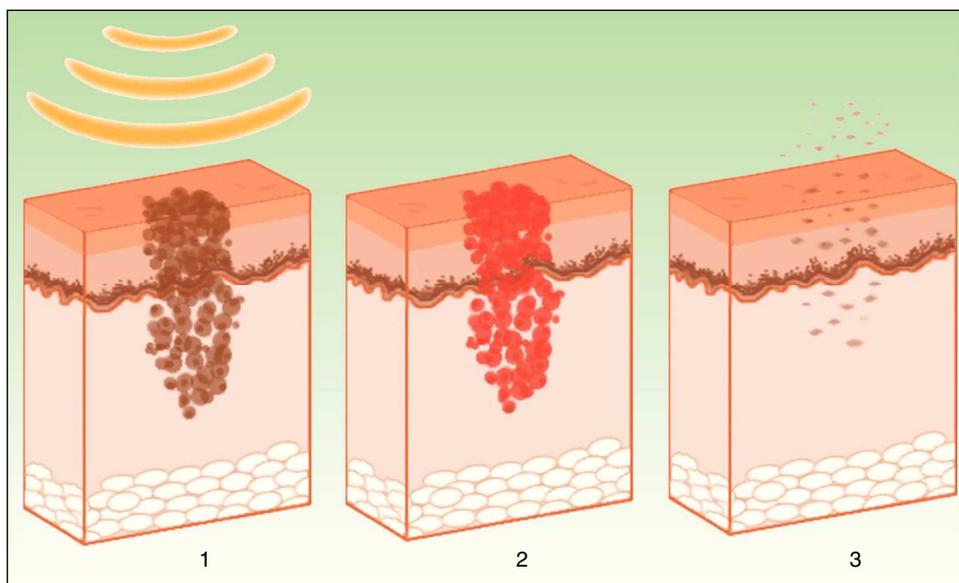


Figura 4 Mecanismo de acción de la luz pulsada intensa en las lesiones pigmentadas¹⁹. Los melanosomas absorben las λ (1), las transforman en energía calórica (2) y se produce epidermolisis y eliminación de la lesión (3).

para asegurar una mayor penetración, sin perder afinidad por la oxihemoglobina.

El éxito en el tratamiento depende del tipo y tamaño de los vasos. Fodor et al. realizaron un estudio comparativo entre IPL y neodimio:YAG, obteniendo los mejores resultados con IPL para lesiones más superficiales y pequeñas³⁹.

En función de todo lo anterior, las principales indicaciones de la IPL son las telangiectasias y arañas vasculares, la eritrosis y la rosácea eritemato-telangiectásica^{6,40,42-45}. Un estudio llevado a cabo por Murray et al. en 2012 demostró la mejoría de las telangiectasias asociadas a la esclerosis sistémica; sin embargo, el resultado no se mantuvo durante el seguimiento, lo que sugiere la necesidad de asociar otros tratamientos⁴⁴.

La IPL también puede resultar útil en lactantes con hemangiomas superficiales o > 1 cm de rápido crecimiento⁴⁶, en malformaciones capilares (especialmente manchas en vino de Oporto)^{38,40,41,47-52} y en poiquilodermia de Civatte^{43,53-56}.

Rosácea

La IPL ha demostrado ser un tratamiento eficaz para las telangiectasias y, en menor medida, el eritema de fondo y las lesiones papulosas en los pacientes con rosácea eritemato-telangiectásica^{43,57-59}. El trabajo de Lane et al. propone también estos sistemas como una herramienta útil adicional

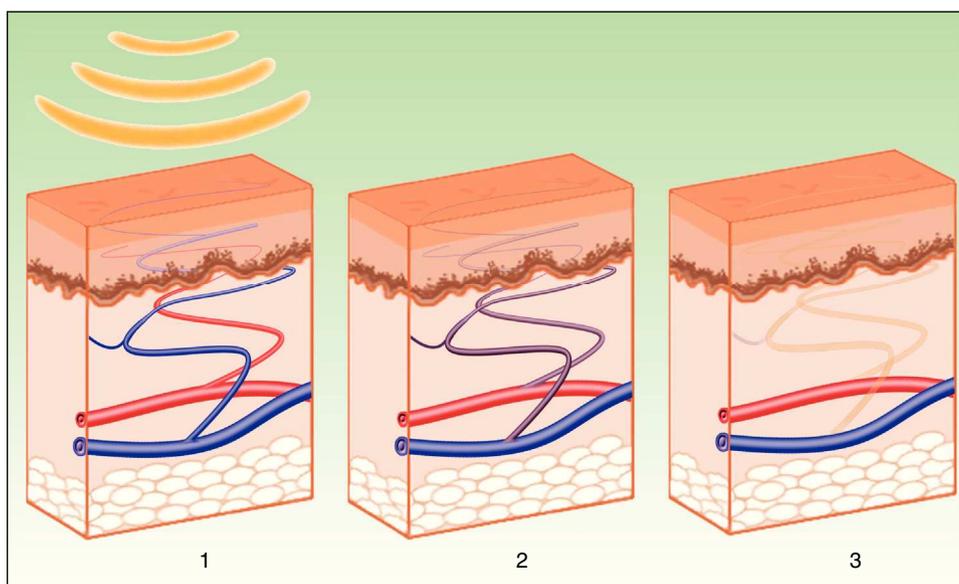


Figura 5 Mecanismo de acción de la luz pulsada intensa en las lesiones vasculares. La hemoglobina capta la energía (1), se produce la coagulación del vaso (2) y posterior destrucción (3).

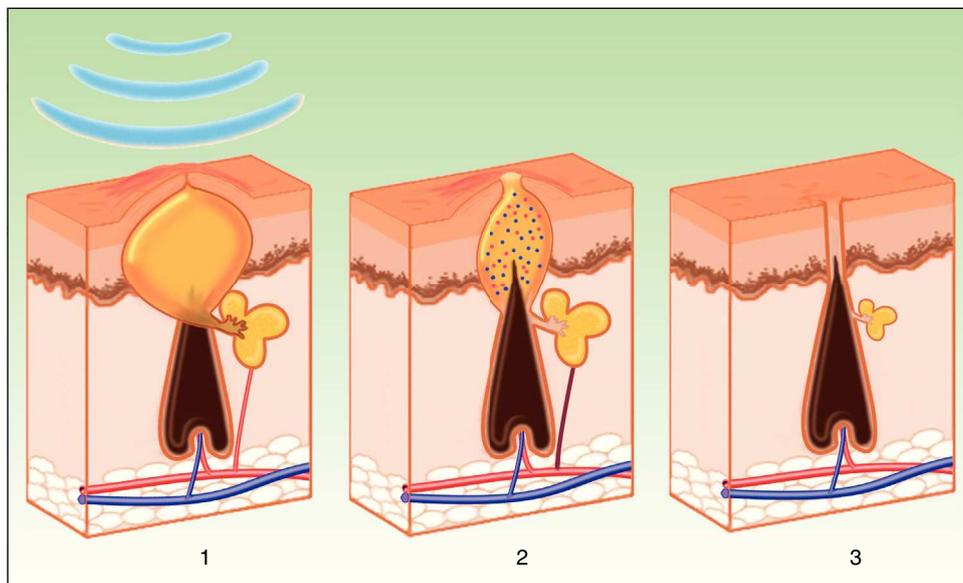


Figura 6 Mecanismos de acción de la luz pulsada intensa en el tratamiento del acné. Las porfirinas producidas por *P. acnes* actúan como cromóforos (1), se liberan radicales libres bactericidas y se estimulan citoquinas antiinflamatorias (TGF- β) junto con una fototermólisis de los vasos que nutren las glándulas sebáceas (2). Se elimina la inflamación y se reducen las glándulas (3).

para el tratamiento de la rosácea granulomatosa, ya que la reducción del componente vascular permite la disminución de la inflamación dérmica⁶⁰.

En 2009 Neuhaus et al. objetivaron en un estudio con 29 pacientes que la IPL es al menos tan eficaz y segura como el PDL en la reducción de los signos y síntomas de la rosácea⁶¹. Papageorgiou et al. demostraron una eficacia del 55% en la reducción de las telangiectasias, mantenida durante 6 meses de seguimiento⁶², mientras que Schroeter et al. confirmaron estos resultados positivos y ratificaron un mantenimiento notable durante un período de seguimiento promedio de 51,6 meses⁶³. A pesar de todo, aún se requieren estudios de eficacia a largo plazo⁶⁴.

Acné vulgar

Existen varios artículos publicados sobre el uso de la IPL en el tratamiento del acné inflamatorio leve-moderado, aunque en la mayoría de ellos no se emplea en monoterapia, sino asociada o como fuente de luz en la terapia fotodinámica⁶⁵⁻⁶⁸. Se propone como una técnica no invasiva y rápida que evita el uso prolongado de fármacos, la resistencia bacteriana y los efectos adversos derivados, aunque existe mucha controversia sobre su eficacia en monoterapia^{67,68}.

En el tratamiento del acné con IPL parecen estar implicados 3 mecanismos de acción (fig. 6)⁶⁹:

- Efecto fotodinámico. *Propionibacterium acnes* (*P. acnes*) produce porfirinas (sobre todo, protoporfirina IX). Estas actúan como cromóforos con picos de absorción de 415 a 665 nm. Las λ son absorbidas por dichas porfirinas, liberándose radicales libres con efectos bactericidas. Además, se estimulan citoquinas antiinflamatorias, como el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β)^{70,71}.

- Fototermólisis selectiva de vasos sanguíneos que nutren las glándulas sebáceas, lo que lleva a la reducción de su tamaño y de la tasa de secreción de sebo (con la oxihemoglobina como cromóforo).
- Un tercer mecanismo requiere un agente fotosensibilizante exógeno que se aplica tópicamente. Esta es la base de la terapia fotodinámica.

La IPL permite cubrir los picos de absorción tanto de las porfirinas bacterianas como de la hemoglobina y, por tanto, podría ser una herramienta muy útil en el acné. Los resultados heterogéneos de los estudios actuales ponen de manifiesto que la IPL está lejos de ser un tratamiento estándar, aunque podría considerarse una alternativa en pacientes en los que los fármacos estén contraindicados o existan limitaciones.

Otro punto importante a tener en cuenta es que la reducción de *P. acnes*, y por tanto la mejoría del acné, es de corta duración y solo se mantiene si se aplican sesiones repetidas durante un largo período de tiempo⁷⁰. Esto es debido a que la respuesta se basa en un efecto antiinflamatorio-antibacteriano indirecto, local y superficial, sin actuar sobre el componente inmunológico sistémico. En consecuencia, la respuesta es esperable que sea parcial y transitoria, a diferencia de aquellas indicaciones en las que el cromóforo diana es el causante del proceso y destruyendo dicho cromóforo se consigue un resultado duradero. A este respecto, Choi et al. concluyeron que tanto PDL como IPL eran efectivas, pero con IPL la respuesta era ligeramente menos efectiva y duradera⁷¹.

Debido a los datos escasos y no homogéneos de los estudios realizados, actualmente no se puede realizar ninguna recomendación de uso de IPL en monoterapia en el tratamiento del acné.

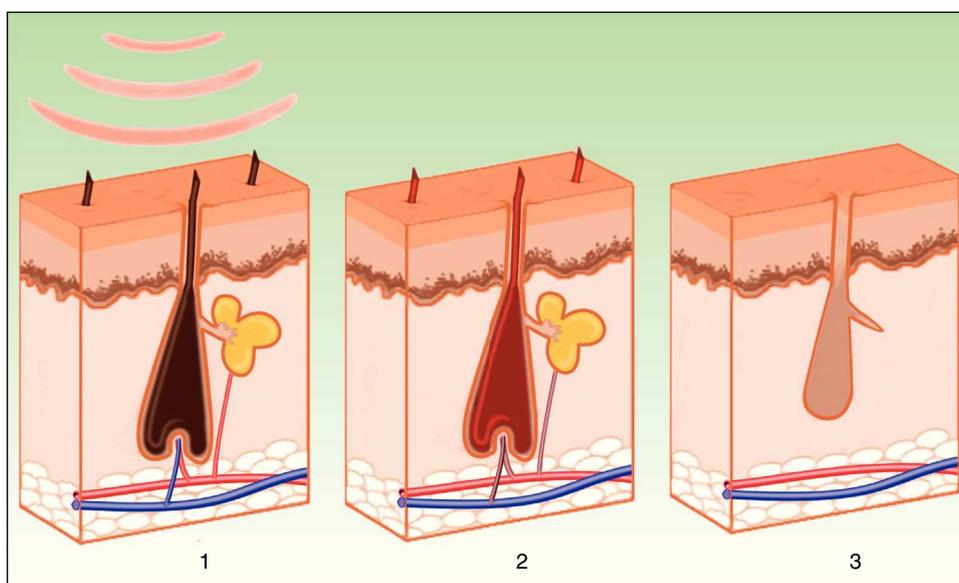


Figura 7 Mecanismo de acción de la luz pulsada intensa en la fotodepilación. La melanina del tallo piloso y las células madre de la papila dérmica actúan como cromóforos (1), la energía se transforma en energía térmica (2), causando la necrosis del bulbo piloso (3).

Fotodepilación

En este caso la melanina actúa como cromóforo. Es importante atacar selectivamente los depósitos de los tallos pilosos, manteniendo intacta la melanina epidérmica. El mejor pico de absorción de melanina se da en λ más bajas, dificultando la penetración hacia el folículo. Por ello es preferible usar λ más largas (590-900 nm) que penetran en las capas más profundas, pudiendo actuar más selectivamente en los densos depósitos de melanina de los folículos pilosos, sin dañar la melanina epidérmica. Una vez que la melanina absorbe la energía lumínica, esta se transforma en energía térmica que causa la necrosis del bulbo piloso (fig. 7). El folículo piloso en fase anágena es el más sensible, ya que el tallo contiene la mayor cantidad de melanina. Además de la melanina del tallo piloso, también actuaría como diana la melanina contenida en las células madre pluripotenciales de la matriz del bulbo y las células madre melanocíticas de la zona de la protuberancia próxima a la inserción del músculo erector del pelo y la vaina externa de la raíz; el objetivo es provocar un daño en el folículo destruyendo dichas células e induciendo así una fotodepilación permanente. Está por dilucidar la importancia de la estructura microvascular de la papila como diana del tratamiento⁸.

La mayoría de efectos secundarios son mínimos y transitorios y se suelen observar cuando se aplican energías excesivas o una técnica inadecuada. Incluyen eritema, quemaduras, hiper-hipopigmentación, leucotriquia, foliculitis, hipertrichosis paradójica y, en menor medida, cicatrices⁷²⁻⁷⁴. La hipertrichosis paradójica podría deberse a la activación de folículos inactivos en áreas cercanas a las zonas tratadas, por dosis subterapéuticas de energía que estimularían el metabolismo anabólico de dichos folículos⁷². Moreno-Arias et al. llevaron a cabo un estudio en una serie de 49 pacientes con hirsutismo facial y observaron este efecto en el 10% de casos (todos ellos asociados a síndrome de ovario poliquístico)⁷².

Numerosos artículos documentan la eficacia y seguridad de estos sistemas en la fotodepilación, sin embargo solo unos pocos aportan datos procedentes de estudios controlados o comparativos, sobre todo con láser de alejandrita, láser de diodo y neodimio:YAG^{7-9,75-79}. En ellos se comparan la eficacia y seguridad de las diferentes modalidades de láser frente a IPL obteniendo datos similares. Aunque los mejores resultados y más duraderos corresponden a los casos tratados con láser, no se encontraron diferencias significativas, y en la mayoría, la IPL provocaba menos dolor y efectos secundarios.

En el caso de fototipos altos la captación de la energía por los folículos se ve comprometida por la mayor concentración de melanina epidérmica. Además, el riesgo de trastornos de la pigmentación es mayor. En estos casos se recomienda emplear λ largas (más de 755 nm.), mayor duración del pulso con periodos interpulso de 50-100 ms y sistemas de enfriamiento para minimizar el daño térmico^{3,79}. Ismael realizó un estudio en 2012 con 50 mujeres de fototipos IV-VI, evaluando la eficacia y seguridad del láser neodimio:YAG frente a la IPL en la depilación axilar, obteniendo mejores resultados para el láser, aunque este fue más doloroso y provocó mayor inflamación⁷⁹.

Otro dato importante a tener en cuenta es que el láser resulta más efectivo en la eliminación del pelo negro y profundo; y por el contrario, la versatilidad de la IPL, permite tratar con mayor eficacia pelo castaño o rubio, o vello fino.

Sobre la base de los ensayos controlados y aleatorizados la evidencia de la fotodepilación está más documentada para el láser de alejandrita, de diodo y de neodimio:YAG, mientras que la evidencia para IPL es limitada⁷⁷.

Recientemente han sido aprobados por la FDA sistemas de IPL de uso doméstico a bajas fluencias para el tratamiento del vello. Aunque esta tecnología parece ser segura y eficaz, los resultados de estudios clínicos revelan una eficacia menor que los sistemas utilizados en clínicas⁸⁰⁻⁸².

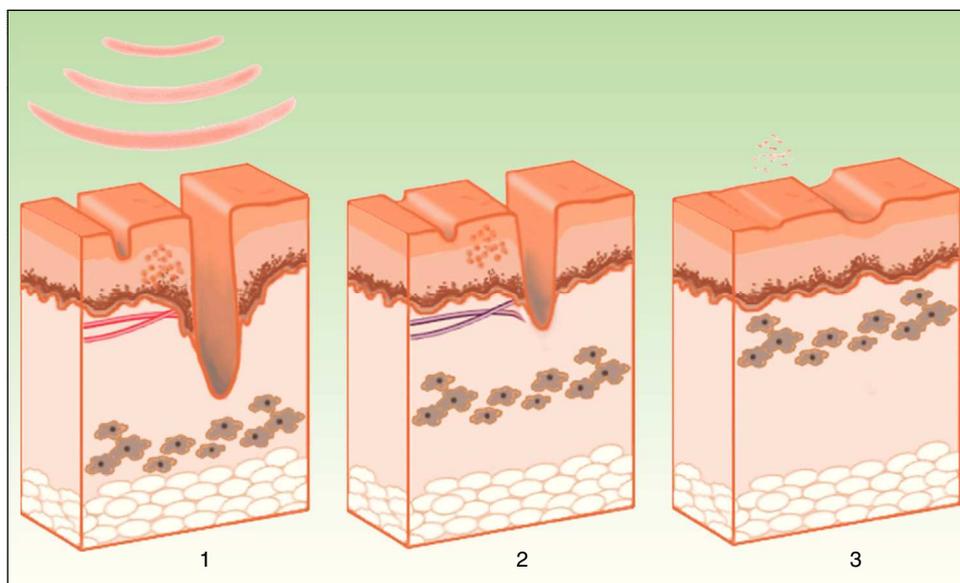


Figura 8 Fenómeno de neocolágeno inducido por la luz pulsada intensa. El ataque térmico induce una activación fibroblástica (1), con la consiguiente formación de neocolágeno, junto con la eliminación de telangiectasias y lesiones pigmentadas (2 y 3).

Fotorrejuvenecimiento cutáneo no ablativo

El ataque térmico en la dermis induce una activación fibroblástica, con la consiguiente formación de neocolágeno (fig. 8). Se incrementa la síntesis y reorganización de fibras de colágeno tipo 1 y 3, mientras que las fibras elásticas, aunque están más disminuidas, se encuentran mejor orientadas¹⁰. Las λ que consiguen estos efectos son las comprendidas en el rango de 515-1200nm. Las λ más largas son absorbidas por el agua de la dermis, desencadenando una reacción mediada por citoquinas que estimulan la síntesis de neocolágeno. Las λ más cortas son absorbidas por la melanina y la oxihemoglobina presentes en los trastornos de pigmentación y telangiectasias asociados al proceso de envejecimiento. Por tanto, se consiguen mejorar todos los elementos visibles del envejecimiento (arrugas finas, laxitud, telangiectasias, pigmentación irregular) con la ventaja de tener una menor tasa de efectos secundarios y una recuperación más rápida.

A pesar de los resultados desiguales en los diferentes estudios, la IPL se presenta como una alternativa segura y eficaz a los tratamientos clásicos de rejuvenecimiento con láseres ablativos (CO_2 , erbio), y con resultados de eficacia y seguridad similares a los obtenidos empleando láseres no ablativos (PDL, infrarrojos, diodo, YAG, etc.), aunque no hay estudios comparativos suficientes^{84,85}. No existe ningún grado de recomendación con suficiente nivel de evidencia, sin embargo, se consigue mejorar la textura y unificar el tono, actuando principalmente sobre las alteraciones vasculares y la discromía irregular, con mayor disparidad de resultados en cuanto a la reducción de las arrugas^{10,11,83-91}.

Terapia fotodinámica

La terapia fotodinámica (TFD) consiste en administrar tópicamente un agente fotosensibilizante en el área a tratar

(ácido 5-aminolevulínico-5-ALA o su éster metilo) y posteriormente estimular mediante una fuente de luz. Tras la captación selectiva por las células diana (células tumorales, células endoteliales anómalas, bacterias, etc.) y posterior exposición a la luz se consigue transformar estos profármacos en su forma activa, la protoporfirina IX, generando radicales libres citotóxicos que destruyen dichas células. Por otra parte, gracias al empleo de este agente fotosensibilizante, que tiene gran difusión a través de las membranas celulares, el efecto puede llegar a ser más profundo y eficaz. El tiempo de incubación del agente fotosensibilizante suele ser de 30 min a una hora. Varios estudios apoyan los tiempos cortos para minimizar efectos adversos⁹²⁻⁹⁵, aunque se han hecho estudios prolongando este periodo hasta 3h para determinar si los resultados eran más eficaces, sin obtener diferencias estadísticamente significativas⁹³.

Las indicaciones clásicas y aprobadas son precáncer o cáncer cutáneo no melanoma (con grado de recomendación A y nivel de evidencia 1 para queratosis actínicas, carcinoma basocelular superficial y enfermedad de Bowen con un tiempo de incubación de 3 h del fotosensibilizante metilaminolevulinato); existe menos evidencia y se precisan estudios de mayor calidad para acné, rosácea y rejuvenecimiento cutáneo (donde además varían ampliamente en los estudios los tiempos de incubación)⁹²⁻¹⁰⁷. La TFD no se utiliza actualmente para fotodepilación, aunque ha habido intentos para su uso en pelo cano con escasa eficacia.

El abanico de indicaciones se está ampliando dadas las ventajas que ofrece: no invasiva, específica para el tejido diana, buena tolerancia, permite el tratamiento de múltiples lesiones en una misma sesión, ausencia de toxicidad acumulada y buen resultado cosmético. Probablemente, la TFD con IPL sea una de las indicaciones terapéuticas que más se potencien en un futuro. Sin embargo, la falta de evidencia científica, junto a la existencia de otras terapias más adecuadas, hace prever que la lista de las indicaciones aprobadas no vaya a modificarse en un futuro inmediato.

La eficacia de la TFD ha sido demostrada por múltiples estudios controlados, pero debido a los efectos secundarios inmediatos se reserva para situaciones seleccionadas⁶⁷. Los principales son reacciones fototóxicas (eritema, edema, hiperpigmentación) y dolor durante el tratamiento, en ocasiones intolerable. Esto depende del tipo de fotosensibilizador utilizado, la zona de tratamiento y el tipo de lesión. No obstante, Babilas et al. objetivaron menor dolor en el tratamiento de queratosis actínicas con IPL en comparación con la luz emisora de diodos¹⁰⁸.

Múltiples artículos proponen la TFD como una terapia eficaz para el acné inflamatorio (grado de recomendación B, nivel de evidencia 2a), siendo más efectiva que la IPL en monoterapia, con escasos efectos secundarios y buena tolerabilidad, así como resultados más persistentes y bajas tasas de recidiva^{92-95,99-102}. Los radicales libres liberados tras la fotoactivación de la protoporfirina IX no solo destruyen *P. acnes*, sino también la unidad pilosebácea, reduciendo el tamaño de las glándulas sebáceas y la producción de sebo^{68,93-95}. Los resultados no son inmediatos, sino que suelen hacerse patentes a las 3 sesiones o 4 semanas de tratamiento, pudiendo incluso aparecer una reacción aceniforme autorresolutiva inicial^{95,101}.

Taub et al. compararon la respuesta del acné frente a IPL, una combinación de IPL y radiofrecuencia, o luz azul, obteniendo los mejores resultados, más duraderos y constantes, con IPL que con las otras modalidades⁹⁹. Hong et al. llevaron a cabo un estudio comparativo entre IPL y luz roja tras la aplicación de 5-ALA; en ambos casos se conseguían resultados eficaces, pero los resultados eran más rápidos en el caso de luz roja^{94,100}.

La TFD con IPL también se propone como una opción terapéutica con resultados prometedores y mínimos efectos secundarios en el fotorrejuvenecimiento, obteniendo mejor respuesta que con la IPL aislada. Según la mayoría de estudios, la mayor eficacia se obtiene en la mejoría global del fotoenvejecimiento, la pigmentación moteada y, en menor medida, las líneas finas de expresión (con resultados desiguales en cuanto a la rugosidad y palidez)¹⁰³⁻¹⁰⁷. Gold et al. compararon la eficacia de la TFD con IPL frente a IPL sola en 20 pacientes, obteniendo un 80% de mejoría en la valoración global con TFD (frente al 45% con IPL sola) y un 95% en la pigmentación (frente al 60%)¹⁰⁷.

Nuevas aplicaciones

Cicatrices hipertróficas/atróficas

Son escasos los artículos publicados, pero los resultados encontrados sugieren una respuesta eficaz. Bellew et al. compararon el empleo de PDL de pulso largo e IPL en cicatrices quirúrgicas hipertróficas, concluyendo que ambos presentaban una eficacia similar, pero en el caso de la IPL se eliminaba el riesgo de púrpura¹⁰⁹. Erol et al. evaluaron la eficacia y seguridad de la IPL en las cicatrices hipertróficas o queloides de 109 pacientes, obteniendo una mejoría clínica global del 92,5% y sugiriendo que esta técnica es efectiva no solo para mejorar la apariencia de las cicatrices, sino también para reducir el espesor, el eritema y la dureza¹¹⁰. El aclaramiento del color se consigue gracias a la esclerosis de los neovasos y a la disminución del edema

intersticial, mientras que el aplanamiento es producido por rotura y remodelación del colágeno induciendo activación fibroblástica.

Esta activación, con la consiguiente síntesis de neocolágeno y matriz extracelular, mejora también las cicatrices atróficas del acné, hecho que objetivaron Wang et al. en un estudio con 37 pacientes en los cuales se asociaban IPL y láser de CO₂ fraccionado, incrementando el éxito⁶⁶.

Queratosis seborreicas

El empleo de IPL también puede resultar eficaz en el tratamiento de queratosis seborreicas, ya que se trata de lesiones superficiales y discretamente pigmentadas¹⁶. Para ello se deben emplear filtros que permitan seleccionar λ cortas (530 nm), que actúan sobre la epidermis y son seguras en el tratamiento de lesiones superficiales. El mecanismo de acción probablemente esté relacionado con la absorción de la radiación por la melanina epidérmica y la posterior difusión térmica a las células circundantes; esto origina un epidermolisis que incrementa la regeneración de queratinocitos con eliminación de aquellos necróticos a través de microcostras, eliminando de este modo estas lesiones queratinocíticas¹⁹. No hay estudios publicados, pero el *British Skin Laser Study Group* presentó en la reunión del *British Medical Laser Association* (2011) una serie de casos de queratosis seborreicas tratadas con éxito y buenos resultados cosméticos empleando una sesión de IPL.

Sarcoidosis

No existen estudios controlados para el tratamiento de la sarcoidosis cutánea con IPL, pero los artículos publicados proponen esta técnica y el láser (neodimio:YAG, KTP, PDL, CO₂), como terapias alternativas, con buena respuesta y tolerabilidad, en aquellos casos refractarios a terapias convencionales. Rosende et al. trataron con éxito a una paciente con lupus pernicio que había presentado una escasa respuesta a tratamientos farmacológicos¹¹¹. Por su parte, Hasegawa et al. también emplearon con éxito la TFD con IPL en una paciente con sarcoidosis facial¹¹².

El mecanismo de acción podría estar relacionado con la destrucción de vasos sanguíneos por los que llegan las citoquinas proinflamatorias (al igual que en otras dermatosis inflamatorias, como lupus eritematoso, dermatitis atópica, hidradenitis supurativa o acné). La citoquina antiinflamatoria TGF- β podría desempeñar un papel clave en la resolución de lesiones inflamatorias (se ha observado un incremento de sus niveles tras el tratamiento)⁶⁹. Esta acción antiinflamatoria y anti proliferativa, tanto de IPL sola como en TFD, interrumpiría el proceso de formación de granulomas en la sarcoidosis, pero al ser un efecto local, cabe esperar una respuesta transitoria^{111,112}.

Lupus eritematoso cutáneo

Aprovechando el efecto sobre las lesiones vasculares, Levy (2000) aplicó IPL a una paciente con lupus eritematoso que presentaba un eritema facial crónico a pesar de las terapias previas, consiguiendo un aclaramiento del 75%¹¹³. En el

caso de enfermedades crónicas con eritema como el lupus, la IPL y el láser ofrecen las ventajas de ser bien tolerados, evitar el uso prolongado de fármacos y lograr resultados mantenidos, siempre y cuando se realicen sesiones periódicas, ya que, como se ha comentado anteriormente, la IPL posee un efecto antiinflamatorio transitorio¹¹³. Troilius et al. (2013) llevaron a cabo un estudio retrospectivo de los casos de lupus eritematoso crónico discoide refractarios a tratamientos, que fueron tratados con IPL o PDL. Catorce de los 16 pacientes experimentaron mejoría en el prurito, eritema, descamación, formación de cicatrices y dolor. A pesar de ser necesarios más estudios, se concluyó que tanto IPL como PDL podrían ser una terapia adyuvante precoz y segura para prevenir la desfiguración en el lupus discoide¹¹⁴.

Hidradenitis supurativa

La TFD con IPL se ha empleado con éxito en el tratamiento del acné y podría ser una terapia alternativa o adyuvante en esta entidad, ya que las 2 enfermedades presentan una etiopatogenia similar. Schweiger et al. (2011) investigaron la eficacia y seguridad de la TFD empleando luz azul o IPL en 14 pacientes. Observaron una reducción del número de lesiones y mejoría de la calidad de vida, con una mejor tolerabilidad en el caso de la luz azul¹¹⁵. Ese mismo año, Highton et al. emplearon únicamente IPL en 18 pacientes obteniendo una mejoría significativa con un alto nivel de satisfacción del paciente, proponiendo esta técnica para evitar la cirugía¹¹⁶. Sin embargo, se requieren más estudios que avalen esta eficacia y aclaren el mecanismo de acción (posiblemente relacionado con el efecto antiinflamatorio-antibacteriano y la fototermólisis selectiva vascular).

Dermatitis atópica

Las lesiones eccematosas características están relacionadas con la activación endotelial y la liberación de mediadores proinflamatorios. La IPL se ha utilizado con éxito en la rosácea gracias a la ablación de la vascularización anormal seguida por una reducción del componente inflamatorio dérmico⁶². Las telangiectasias inducidas por el abuso de corticoides tópicos son similares a las lesiones de rosácea, lo que apoya la hipótesis de que la IPL podría ser una modalidad prometedora para el tratamiento del enrojecimiento facial en la dermatitis atópica (DA). En este sentido, Oh et al. en 2010 emplearon esta técnica para tratar a 11 pacientes con DA facial crónica y refractaria a tratamiento, obteniendo buenos resultados tanto en la mejoría clínica como en los índices de calidad de vida. Además, la IPL se ha utilizado con eficacia para el rejuvenecimiento cutáneo y las lesiones pigmentadas; por tanto, estos autores también postulan que, mediante la remodelación del colágeno, esta técnica mejora la liquenificación e hiperpigmentación postinflamatoria secundarias al rascado crónico. Aunque una de las bases de la DA es la alteración de la barrera cutánea y la IPL podría agravar este proceso al provocar epidermolisis, no se observaron efectos adversos graves¹¹⁷.

Verrugas víricas recalcitrantes

La IPL y el láser (sobre todo, PDL) se están empleando como una opción terapéutica; sin embargo, no hay evidencia de su efectividad y faltan ensayos clínicos que la evalúen. El mecanismo de acción parece ser la destrucción selectiva de capilares superficiales de las papilas víricas, así como el daño térmico provocado al virus del papiloma humano. Un ensayo clínico aleatorizado llevado a cabo por Togsverd-Bo et al. no encontró diferencias significativas en el tratamiento de las verrugas recalcitrantes con raspado solo o asociado a IPL, y además, los pacientes tratados con IPL experimentaron más dolor¹¹⁸. Sin embargo, Kalil et al. publicaron un caso de verrugas recalcitrantes en manos tratado con éxito mediante TFD con IPL (estos resultados podrían explicarse por la acumulación selectiva de protoporfirina IX en los queratinocitos de la piel infectada por el virus)¹¹⁹.

Queratosis pilaris atrophicans faciei

Esta variante de queratosis pilar se caracteriza por eritema e hiperqueratosis folicular que puede progresar a atrofia. Suele causar una gran afectación psicológica y el tratamiento es insatisfactorio. Rodríguez-Lojo et al. trataron 4 pacientes con una mejoría tanto del eritema como de la rugosidad, sin efectos secundarios¹²⁰. En su etiopatogenia están implicadas alteraciones queratinocíticas debidas a citoquinas proinflamatorias que causan inflamación perifolicular seguida de fibrosis y atrofia. Por tanto, el efecto antiinflamatorio de la IPL podría ser beneficioso.

Esta entidad ha sido tratada con éxito con PDL; sin embargo, la IPL ofrecería ventajas por la ausencia de púrpura. Por todo ello, la IPL podría considerarse una opción terapéutica segura y bien tolerada para el tratamiento de la queratosis pilar atrófica¹²⁰.

Liquen plano actínico pigmentado

Esta entidad parece corresponder a la fase final del liquen plano actínico, observando en el estudio histológico abundantes melanófagos e incontinencia pigmenti en la dermis papilar (similar a la hiperpigmentación postinflamatoria). La IPL se ha utilizado con éxito en otros trastornos de la hiperpigmentación, como la poiquilodermia de Civatte; por tanto, podría considerarse una opción terapéutica en esta enfermedad. Santos-Juanes et al. emplearon IPL con buenos resultados y sin efectos secundarios en una mujer de 55 años diagnosticada de LPAP, refractario a tratamientos convencionales (acitretino, corticoides tópicos, hidroxiclороquina, ciclosporina)¹²¹.

Estrías de distensión

Gracias al fenómeno de neocolagenesis tras la activación fibroblástica, la IPL se ha empleado con éxito en el tratamiento de estrías. En un estudio llevado a cabo por Hernandez-Pérez et al. en 15 pacientes con estrías de distensión en el abdomen se apreció una mejoría estadísticamente significativa, tanto clínica como histológica, con el empleo de IPL, proponiendo esta técnica como un método

prometedor para el tratamiento de este problema común, con efectos secundarios mínimos y un amplio margen de seguridad¹²². En un trabajo más reciente Basile et al. cifran la incidencia de estrías tras aumento de mamas en un 5%, pudiendo emplear para su tratamiento en el periodo inicial una combinación de IPL o erbio junto con mesoterapia¹²³.

Psoriasis en placas y psoriasis ungueal

La TFD ha sido usada en dermatosis inflamatorias como acné vulgar, psoriasis, granuloma anular, esclerodermia localizada y liquen escleroso. Se ha objetivado una reducción de citoquinas proinflamatorias y un incremento de citoquinas antiinflamatorias (TGF- β , IL-10) tras la TFD y, por tanto, un efecto antiescleroso y antiinflamatorio, lo que explicaría el beneficio terapéutico de la TFD en la psoriasis en placas¹²⁴. Un estudio reciente propone la IPL como una alternativa eficaz y prometedora en el tratamiento de la psoriasis ungueal, con una mejoría significativa en el lecho ungueal (71,2%) y la matriz (32,2%), proporcionando un largo periodo de remisión¹²⁵.

Conclusiones

Numerosos ensayos muestran la eficacia y la compatibilidad de los dispositivos de IPL en una gran variedad de condiciones de la piel. Hay ensayos comparativos que confirman una eficacia similar (en algunos casos superior) entre estos sistemas y los láseres, aunque son necesarios un mayor número de estudios comparativos controlados y aleatorizados con periodos de seguimiento prolongado que permitan valorar el perfil de riesgo-beneficio de la IPL con respecto a cada láser en las diferentes indicaciones.

La principal ventaja de la IPL, sobre todo con los modelos actuales de alta gama, es su versatilidad, seguridad y coste favorable, en contraste con muchos láseres. Sin embargo, estos equipos son más complejos y se requiere un mayor entrenamiento para obtener los mejores resultados.

Gracias a esa versatilidad, los sistemas de IPL actúan a nivel de diferentes cromóforos pudiendo tratar lesiones pigmentadas, lesiones vasculares, acné y rosácea. Además pueden emplearse también en programas de fotodepilación, fotorrejuvenecimiento (solo o combinado con otros procedimientos para conseguir mejores resultados) o como fuente de luz para la terapia fotodinámica en el tratamiento de queratosis actínicas, carcinomas basocelulares o acné, entre otros; así como en múltiples nuevas aplicaciones (aunque se requieren más estudios clínicos que lo avalen y demuestren su eficacia).

Al tratarse de un sistema no ablativo es un procedimiento de elección en pacientes que no están dispuestos a asumir los riesgos de otras técnicas más agresivas que, aun teniendo una mayor eficacia, requieren tiempos prolongados de recuperación.

Las mejoras tecnológicas que se han ido introduciendo han permitido que los equipos actuales de alta gama emitan un pulso en forma rectangular o de «meseta», el cual conlleva una serie de consecuencias beneficiosas en términos de eficacia clínica y seguridad, minimizando los efectos secundarios.

En cuanto a las implicaciones médico-legales es necesario que los tratamientos con IPL se realicen en instalaciones acreditadas, por personal con formación y equipos de seguridad adecuados. Para ello será imprescindible crear una normativa reguladora en el uso de estos dispositivos, haciendo una mención especial a los de uso domiciliario, los cuales se consideran actualmente productos de venta libre, sin la necesidad de una prescripción facultativa.

En nuestra opinión, y basándonos en la revisión realizada, los sistemas de IPL se presentan como procedimientos médico-estéticos en auge por su gran versatilidad, eficacia, seguridad y comodidad, aunque se requieren nuevos estudios controlados y aleatorizados, con mayores tamaños muestrales y un mayor seguimiento a largo plazo, que propongan estrategias y protocolos de actuación unificados y específicos para cada tipo de enfermedad o indicación, ya que los diseños actuales difieren de unas publicaciones a otras sin poder obtener parámetros estandarizados.

Debido a los datos escasos y no homogéneos arrojados por los diferentes estudios, actualmente no se puede realizar ninguna recomendación de uso de IPL con suficiente nivel de evidencia, salvo en el caso de la terapia fotodinámica para las indicaciones clásicas (queratosis actínica, enfermedad de Bowen y carcinoma basocelular superficial, con grado de recomendación A y nivel de evidencia 1). En el resto de indicaciones los resultados muestran eficacia significativa, pero no hay suficiente evidencia científica o es limitada, necesitando estudios de mayor calidad para recomendar su uso.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Anderson RR, Parish JA. Selective photothermolysis: Precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science*. 1983;220:524-7.
2. Raulin C, Greve B, Grema H. IPL technology: A review. *Lasers Surg Med*. 2003;32:78-87.
3. Bahmer F, Drosner M, Hohenleutner U, Kaufmann R, Kautz G, Kimmig W, et al. Recommendation for laser and intense pulsed light (IPL) therapy in dermatology. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2007;5:1036-42.
4. Goldberg DJ. Current trends in intense pulsed light. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2012;5:45-53.
5. Schoenewolf NL, Barysch MJ, Dummer R. Intense pulsed light. *Curr Probl Dermatol*. 2011;42:166-72.
6. Raulin C, Weiss RA, Schönemark MP. Treatment of essential telangiectasias with an intense pulsed light source (PhotoDerm VL). *Dermatol Surg*. 1997;23:941-6.
7. Raulin C, Werner S, Hartschuh W, Schönemark MP. Effective treatment of hypertrichosis with pulsed light: A report of two cases. *Ann Plast Surg*. 1997;39:169-73.
8. Troilius A, Troilius C. Hair removal with a second generation broad spectrum intense pulsed light source—A long-term follow-up. *J Cutan Laser Ther*. 1999;1:173-8.

9. Weiss RA, Weiss MA, Marwaha S, Harrington AC. Hair removal with a non-coherent filtered flashlamp intense pulsed light source. *Lasers Surg Med.* 1999;24:128–32.
10. Babilas P, Schreml S, Szeimies RM, Landthaler M. Intense pulsed light (IPL): A review. *Lasers Surg Med.* 2010;42:93–104.
11. Stewart N, Lim AC, Lowe PM, Goodman G. Lasers and laser-like devices: Part one. *Australas J Dermatol.* 2013;54:173–83.
12. Woo E, Virani J. Safety tips for intense pulsed light therapy. *Nursing.* 2012;42:20.
13. Ciocon DH, Boker A, Goldberg DJ. Intense pulsed light: What works, what's new, what's next. *Facial Plast Surg.* 2009;25:290–300.
14. Adamic M, Troilius A, Adatto M, Drosner M, Dahmane R. Vascular lasers and IPLS: Guidelines for care from the European Society for Laser Dermatology (ESLD). *J Cosmet Laser Ther.* 2007;9:113–24.
15. Heymann WR. Intense pulsed light. *J Am Acad Dermatol.* 2007;56:466–7.
16. Park JM, Tsao H, Tsao S. Combined use of intense pulsed light and Q-switched ruby laser for complex dyspigmentation among Asian patients. *Lasers Surg Med.* 2008;40:128–33.
17. Goldman MP, Gold MH, Palm MD, Colón LE, Preston N, Johnson LA, et al. Sequential treatment with triple combination cream and intense pulsed light is more efficacious than sequential treatment with an inactive (control) cream and intense pulsed light in patients with moderate to severe melasma. *Dermatol Surg.* 2011;37:224–33.
18. Figueiredo Souza L, Trancoso Souza S. Single-session intense pulsed light combined with stable fixed-dose triple combination topical therapy for the treatment of refractory melasma. *Dermatol Ther.* 2012;25:477–80.
19. Yamashita T, Negishi K, Hariya T, Kunizawa N, Ikuta K, Yanai M, et al. Intense pulsed light therapy for superficial pigmented lesions evaluated by reflectance-mode confocal microscopy and optical coherence tomography. *J Invest Dermatol.* 2006;126:2281–6.
20. Ara G, Anderson RR, Mandel KG, Ottesen M, Oseroff AR. Irradiation of pigmented melanoma cells with high intensity pulsed radiation generates acoustic waves and kills cells. *Lasers Surg Med.* 1990;10:52–9.
21. Moreno Arias GA, Ferrando J. Intense pulsed light for melanocytic lesions. *Dermatol Surg.* 2001;27:397–400.
22. Li YH, Chen JZ, Wei HC, Wu Y, Liu M, Xu YY, et al. Efficacy and safety of intense pulsed light in treatment of melasma in Chinese patients. *Dermatol Surg.* 2008;34:693–700, discussion 700–1.
23. Zoccali G, Piccolo D, Allegra P, Giuliani M. Melasma treated with intense pulsed light. *Aesthetic Plast Surg.* 2010;34:486–93.
24. Picardo M, Carrera M. New and experimental treatments of cloasma and other hypermelanoses. *Dermatol Clin.* 2007;25:353–62.
25. Zaleski L, Fabi S, Goldman MP. Treatment of melasma and the use of intense pulsed light: A review. *J Drugs Dermatol.* 2012;11:1316–20.
26. Negishi K, Kushikata N, Tezuka Y, Takeuchi K, Miyamoto E, Wakamatsu S. Study of the incidence and nature of very subtle epidermal melasma in relation to intense pulsed light treatment. *Dermatol Surg.* 2004;30:881–6, discussion 886.
27. Li YH, Liu J, Chen JZ, Wu Y, Xu TH, Zhu X, et al. A pilot study of intense pulsed light in the treatment of Riehl's melanosis. *Dermatol Surg.* 2011;37:119–22.
28. Shirakawa M, Ozawa T, Tateishi C, Fujii N, Sakahara D, Ishii M. Intense pulsed light therapy for aberrant Mongolian spots. *Osaka City Med J.* 2012;58:59–65.
29. Sasaya H, Kawada A, Wada T, Hirao A, Oiso N. Clinical effectiveness of intense pulsed light therapy for solar lentiginosities of the hands. *Dermatol Ther.* 2011;24:584–6.
30. Kawada A, Shiraishi H, Asai M, Kameyama H, Sangen Y, Aragane Y, et al. Clinical improvement of solar lentiginosities and ephelides with an intense pulsed light source. *Dermatol Surg.* 2002;28:504–8.
31. Huang YL, Liao YL, Lee SH, Hong HS. Intense pulsed light for the treatment of facial freckles in Asian skin. *Dermatol Surg.* 2002;28:1007–12, discussion 1012.
32. Wang CC, Sue YM, Yang CH, Chen CK. A comparison of Q-switched alexandrite laser and intense pulsed light for the treatment of freckles and lentiginosities in Asian persons: A randomized, physician-blinded, split-face comparative trial. *J Am Acad Dermatol.* 2006;54:804–10.
33. Kontoes PP, Vlachos SP, Marayianis K. Intense pulsed light treatment for the treatment of lentiginosities in LEOPARD syndrome. *Br J Plast Surg.* 2003;56:607–10.
34. Remington BK, Remington TK. Treatment of facial lentiginosities in Peutz-Jeghers syndrome with an intense pulsed light source. *Dermatol Surg.* 2002;28:1079–81.
35. Paquet P, Pierard GE. Intense pulsed light treatment of persistent facial hypermelanosis following drug-induced toxic epidermal necrolysis. *Dermatol Surg.* 2004;30:1522–5.
36. Gold MH, Foster TD, Bell MW. Nevus spilus successfully treated with an intense pulsed light source. *Dermatol Surg.* 1999;25:254–5.
37. Tanghetti EA. Split-face randomized treatment of facial telangiectasia comparing pulsed dye laser and an intense pulsed light handpiece. *Lasers Surg Med.* 2012;44:97–102.
38. McGill DJ, MacLaren W, Mackay IR. A direct comparison of pulsed dye, alexandrite, KTP and Nd:YAG lasers and IPL in patients with previously treated capillary malformations. *Lasers Surg Med.* 2008;40:390–8.
39. Fodor L, Ramon Y, Fodor A, Carmi N, Peled IJ, Ullmann Y. A side-by-side prospective study of intense pulsed light and Nd:YAG laser treatment for vascular lesions. *Ann Plast Surg.* 2006;56:164–70.
40. Babilas P, Schreml S, Eames T, Hohenleutner U, Szeimies RM, Landthaler M. Split-face comparison of intense pulsed light with short- and long-pulsed dye lasers for the treatment of port-wine stains. *Lasers Surg Med.* 2010;42:720–7.
41. Sánchez Carpintero I, Mihm MC, Waner M. Laser and intense pulsed light in the treatment of infantile haemangiomas and vascular malformations. *An Sist Sanit Navar.* 2004;27 Suppl 1:103–15.
42. Clementoni MT, Gilardino P, Muti GF, Signorini M, Pistorale A, Morselli PG, et al. Intense pulsed light treatment of 1,000 consecutive patients with facial vascular marks. *Aesthetic Plast Surg.* 2006;30:226–32.
43. Campolmi P, Bonan P, Cannarozzo G, Brusolino N, Troiano M, Prignano F, et al. Intense pulsed light in the treatment of non-aesthetic facial and neck vascular lesions: Report of 85 cases. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2011;25:68–73.
44. Murray AK, Moore TL, Richards H, Ennis H, Griffiths CE, Herrick AL. Pilot study of intense pulsed light for the treatment of systemic sclerosis-related telangiectases. *Br J Dermatol.* 2012;167:563–9.
45. Madonna Terracina FS, Curinga G, Mazzocchi M, Onesti MG, Scuderi N. Utilization of intense pulsed light in the treatment of face and neck erythrosis. *Acta Chir Plast.* 2007;49:51–4.
46. Caucanas M, Paquet P, Henry F, Piérard-Franchimont C, Reginster MA, Piérard GE. Intense pulsed-light therapy for proliferative haemangiomas of infancy. *Case Rep Dermatol Med.* 2011;2011:253607, <http://dx.doi.org/10.1155/2011/253607>. Epub 2011 Dec 27.

47. Raulin C, Hellwig S, Schönermark MP. Treatment of a non-responding port wine stain with a new pulsed light source (PhotoDerm VL). *Lasers Surg Med.* 1997;21:203–8.
48. Bjerring P, Christiansen K, Troilius A. Intense pulsed light source for the treatment of dye laser resistant port-wine stains. *J Cosmet Laser Ther.* 2003;5:7–13.
49. Ho WS, Ying SY, Chan PC, Chan HH. Treatment of port wine stains with intense pulsed light: A prospective study. *Dermatol Surg.* 2004;30:887–90, discussion 890-1.
50. Ozdemir M, Engin B, Mevlitoğlu I. Treatment of facial port-wine stains with intense pulsed light: a prospective study. *J Cosmet Dermatol.* 2008;7:127–31.
51. Adatto MA, Luc-Levy J, Mordon S. Efficacy of a novel intense pulsed light system for the treatment of port wine stains. *J Cosmet Laser Ther.* 2010;12:54–60.
52. Wang B, Wu Y, Zhu X, Xu XG, Xu TH, Chen HD, et al. Treatment of neck port-wine stain with intense pulsed light in Chinese population. *J Cosmet Laser Ther.* 2013;15:85–90.
53. Weiss RA, Goldman MP, Weiss MA. Treatment of poikiloderma of Civatte with an intense pulsed light source. *Dermatol Surg.* 2000;26:823–7.
54. Goldman MP, Weiss RA. Treatment of poikiloderma of Civatte on the neck with an intense pulsed light source. *Plast Reconstr Surg.* 2001;107:1376–81.
55. Rusciani A, Motta A, Fino P, Menichini G. Treatment of poikiloderma of Civatte using intense pulsed light source: 7 years of experience. *Dermatol Surg.* 2008;34:314–9.
56. Scattone L, de Avelar Alchorne MM, Michalany N, Miot HA, Higashi VS. Histopathologic changes induced by intense pulsed light in the treatment of poikiloderma of Civatte. *Dermatol Surg.* 2012;38:1010–6.
57. Dahan S. Laser and intense pulsed light management of couperose and rosacea. *Ann Dermatol Venereol.* 2011;138 Suppl 3:S219–22.
58. Kassir R, Kolluru A, Kassir M. Intense pulsed light for the treatment of rosacea and telangiectasias. *J Cosmet Laser Ther.* 2011;13:216–22.
59. Mark KA, Sparacio RM, Voigt A, Marenus K, Sarnoff DS. Objective and quantitative improvement of rosacea-associated erythema after intense pulsed light treatment. *Dermatol Surg.* 2003;29:600–4.
60. Lane JE, Khachemoune A. Use of intense pulsed light to treat refractory granulomatous rosacea. *Dermatol Surg.* 2010;36:571–3.
61. Neuhaus IM, Zane LT, Tope WD. Comparative efficacy of nonpurpuragenic pulsed dye laser and intense pulsed light for erythematotelangiectatic rosacea. *Dermatol Surg.* 2009;35:920–8.
62. Papageorgiou P, Clayton W, Norwood S, Chopra S, Rustin M. Treatment of rosacea with intense pulsed light: significant improvement and long-lasting results. *Br J Dermatol.* 2008;159:628–32.
63. Schroeter CA, Haaf-von Below S, Neumann HA. Effective treatment of rosacea using intense pulsed light systems. *Dermatol Surg.* 2005;31:1285–9.
64. Butterwick KJ, Butterwick LS, Han A. Laser and light therapies for acne rosacea. *J Drugs Dermatol.* 2006;5:35–9.
65. Faghihi G, Isfahani AK, Hosseini SM, Radan MR. Efficacy of intense pulsed light combined with topical erythromycin solution 2% versus topical erythromycin solution 2% alone in the treatment of persistent facial erythematous acne macules. *Adv Biomed Res.* 2012;1:70.
66. Wang B, Wu Y, Luo YJ, Xu XG, Xu TH, Chen JZ, et al. Combination of intense pulsed light and fractional CO₂ laser treatments for patients with acne with inflammatory and scarring lesions. *Clin Exp Dermatol.* 2013;38:344–51.
67. Chang SE, Ahn SJ, Rhee DY, Choi JH, Moon KC, Suh HS, et al. Treatment of facial acne papules and pustules in Korean patients using an intense pulsed light device equipped with a 530- to 750-nm filter. *Dermatol Surg.* 2007;33:676–9.
68. Yeung CK, Shek SY, Bjerring P, Yu CS, Kono T, Chan HH. A comparative study of intense pulsed light alone and its combination with photodynamic therapy for the treatment of facial acne in Asian skin. *Lasers Surg Med.* 2007;39:1–6.
69. Degitz K. Phototherapy, photodynamic therapy and lasers in the treatment of acne. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2009;7:1048–54.
70. Mariwalla K, Rohrer TE. Use of lasers and light-based therapies for treatment of acne vulgaris. *Lasers Surg Med.* 2005;37:333–42.
71. Choi YS, Suh HS, Yoon MY, Min SU, Lee DH, Suh DH. Intense pulsed light vs pulsed-dye laser in the treatment of facial acne: A randomized split-face trial. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2010;24:773–80.
72. Moreno-Arias G, Castelo-Branco C, Ferrando J. Paradoxical effect after IPL photoepilation. *Dermatol Surg.* 2002;28:1013–6.
73. Moreno-Arias GA, Castelo-Branco C, Ferrando J. Side-effects after IPL photodepilation. *Dermatol Surg.* 2002;28:1131–4.
74. Radmanesh M, Azar-Beig M, Abtahian A, Naderi AH. Burning, paradoxical hypertrichosis, leukotrichia and folliculitis are four major complications of intense pulsed light hair removal therapy. *J Dermatolog Treat.* 2008;19:360–3.
75. Marayiannis KB, Vlachos SP, Savva MP, Kontoes PP. Efficacy of long- and short pulse alexandrite lasers compared with an intense pulsed light source for epilation: A study on 532 sites in 389 patients. *J Cosmet Laser Ther.* 2003;5:140–5.
76. McGill DJ, Hutchison C, McKenzie E, McSherry E, Mackay IR. A randomised, split-face comparison of facial hair removal with the alexandrite laser and intense pulsed light system. *Lasers Surg Med.* 2007;39:767–72.
77. Haak CS, Nymann P, Pedersen AT, Clausen HV, Feldt Rasmussen U, Rasmussen AK, et al. Hair removal in hirsute women with normal testosterone levels: A randomized controlled trial of long-pulsed diode laser vs. intense pulsed light. *Br J Dermatol.* 2010;163:1007–13.
78. Klein A, Steinert S, Baeumler W, Landthaler M, Babilas P. Photoepilation with a diode laser vs. intense pulsed light: A randomized, inpatient left-to-right trial. *Br J Dermatol.* 2013;168:1287–93.
79. Ismail SA. Long-pulsed Nd:YAG laser vs intense pulsed light for hair removal in dark skin: a randomized controlled trial. *Br J Dermatol.* 2012;166:317–21.
80. Gold MH, Foster A, Biron JA. Low-energy intense pulsed light for hair removal at home. *J Clin Aesthet Dermatol.* 2010;3:48–53.
81. Elm CM, Wallander ID, Walgrave SE, Zelickson BD. Clinical study to determine the safety and efficacy of a low-energy, pulsed light device for home use hair removal. *Lasers Surg Med.* 2010;42:287–91.
82. Alster TS, Tanzi EL. Effect of a novel low-energy pulsed-light device for home-use hair removal. *Dermatol Surg.* 2009;35:483–9.
83. Sadick NS, Weiss R, Kilmer S, Bitter P. Photorejuvenation with intense pulsed light: Results of a multi-center study. *J Drugs Dermatol.* 2004;3:41–9.
84. Trelles M, Allones I, Véllez M, Mordon S. Nd:YAG laser combined with IPL treatment improves clinical results in non-ablative photorejuvenation. *J Cosmet Laser Ther.* 2004;6:69–78.
85. Shamban AT. Current and new treatments of photodamaged skin. *Facial Plast Surg.* 2009;25:337–46.
86. Hedelund L, Due E, Bjerring P, Wulf HC, Haedersdal M. Skin rejuvenation using intense pulsed light: a randomized controlled split face trial with blinded response evaluation. *Arch Dermatol.* 2006;142:985–90.
87. Li YH, Wu Y, Chen JZ, Gao XH, Liu M, Shu CM, et al. Application of a new intense pulsed light device in the

- treatment of photoaging skin in Asian patients. *Dermatol Surg.* 2008;34:1459–64.
88. Kim JE, Kim BJ, Kang H. A retrospective study of the efficacy of a new intense pulsed light for the treatment of photoaging: Report of 70 cases. *J Dermatolog Treat.* 2012;23:472–6.
 89. Jørgensen GF, Hedelund L, Haedersdal M. Long-pulsed dye laser versus intense pulsed light for photodamaged skin: A randomized split-face trial with blinded response evaluation. *Lasers Surg Med.* 2008;40:293–9.
 90. Galeckas KJ, Collins M, Ross EV, Uebelhoer NS. Split-face treatment of facial dyschromia: pulsed dye laser with a compression handpiece versus intense pulsed light. *Dermatol Surg.* 2008;34:672–80.
 91. Kono T, Groff WF, Sakurai H, Takeuchi M, Yamaki T, Soejima K, et al. Comparison study of intense pulsed light versus a long-pulse pulsed dye laser in the treatment of facial skin rejuvenation. *Ann Plast Surg.* 2007;59:479–83.
 92. Gold MH, Bradshaw VL, Boring MM, Bridges TM, Biron JA, Carter LN. The use of a novel intense pulsed light and heat source and ALA-PDT in the treatment of moderate to severe inflammatory acne vulgaris. *J Drugs Dermatol.* 2004;3 6 Suppl: S15–19.
 93. Oh SH, Ryu DJ, Han EC, Lee KH, Lee JH. A comparative study of topical 5-aminolevulinic acid incubation times in photodynamic therapy with intense pulsed light for the treatment of inflammatory acne. *Dermatol Surg.* 2009;35: 1918–26.
 94. Rojanamatin J, Choawawanich P. Treatment of inflammatory facial acne vulgaris with intense pulsed light and short contact of topical 5-aminolevulinic acid: A pilot study. *Dermatol Surg.* 2006;32:991–6.
 95. Mei X, Shi W, Piao Y. Effectiveness of photodynamic therapy with topical 5-aminolevulinic acid and intense pulsed light in Chinese acne vulgaris patients. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 2013;29:90–6.
 96. Haddad A, Santos ID, Gragnani A, Ferreira LM. The effect of increasing fluence on the treatment of actinic keratosis and photodamage by photodynamic therapy with 5-aminolevulinic acid and intense pulsed light. *Photomed Laser Surg.* 2011;29:427–32.
 97. Hasegawa T, Suga Y, Mizuno Y, Haruna K, Ogawa H, Ikeda S. Efficacy of photodynamic therapy with topical 5-aminolevulinic acid using intense pulsed light for Bowen's disease. *J Dermatol.* 2010;37:623–8.
 98. Downs AM, Bower CB, Oliver DA, Stone CA. Methyl aminolevulinate-photodynamic therapy for actinic keratoses, squamous cell carcinoma in situ and superficial basal cell carcinoma employing a square wave intense pulsed light device for photoactivation. *Br J Dermatol.* 2009;161: 189–90.
 99. Taub AF. A comparison of intense pulsed light, combination radiofrequency and intense pulsed light, and blue light in photodynamic therapy for acne vulgaris. *J Drugs Dermatol.* 2007;6:1010–6.
 100. Hong JS, Jung JY, Yoon JY, Suh DH. Acne treatment by methyl aminolevulinate photodynamic therapy with red light vs intense pulsed light. *Int J Dermatol.* 2013;52:614–9.
 101. Santos MA, Belo VG, Santos G. Effectiveness of photodynamic therapy with topical 5-aminolevulinic acid and intense pulsed light versus intense pulsed light alone in the treatment of acne vulgaris: Comparative study. *Dermatol Surg.* 2005;31:910–5.
 102. Shaaban D, Abdel-Samad Z, El-Khalawany M. Photodynamic therapy with intralesional 5-aminolevulinic acid and intense pulsed light versus intense pulsed light alone in the treatment of acne vulgaris: A comparative study. *Dermatol Ther.* 2012;25:86–91.
 103. Piccioni A, Fargnoli MC, Schoinas S, Suppa M, Frascione P, Ginebri A, et al. Efficacy and tolerability of 5-aminolevulinic acid 5% liposomal spray and intense pulsed light in wrinkle reduction of photodamaged skin. *J Dermatolog Treat.* 2011;22:247–53.
 104. Dover JS, Bhatia AC, Stewart B, Arndt KA. Topical 5-aminolevulinic acid combined with intense pulsed light in the treatment of photoaging. *Arch Dermatol.* 2005;141:1247–52.
 105. Alster TS, Tanzi EL, Welsh EC. Photorejuvenation of facial skin with topical 20% 5-aminolevulinic acid and intense pulsed light treatment: A split-face comparison study. *J Drugs Dermatol.* 2005;4:35–8.
 106. Kosaka S, Yasumoto M, Akilov OE, Hasan T, Kawana S. Comparative split-face study of 5-aminolevulinic acid photodynamic therapy with intense pulsed light for photorejuvenation of Asian skin. *J Dermatol.* 2010;37:1005–10.
 107. Gold MH, Bradshaw VL, Boring MM, Bridges TM, Biron JA. Split-face comparison of photodynamic therapy with 5-aminolevulinic acid and intense pulsed light versus intense pulsed light alone for photodamage. *Dermatol Surg.* 2006;32:795–801, discussion 801–803.
 108. Babilas P, Knobler R, Hummel S, Gottschaller C, Maisch T, Koller M, et al. Variable pulsed light is less painful than light-emitting diodes for topical photodynamic therapy of actinic keratosis: A prospective randomized controlled trial. *Br J Dermatol.* 2007;157:111–7.
 109. Bellow SG, Weiss MA, Weiss RA. Comparison of intense pulsed light to 595-nm long-pulsed pulsed dye laser for treatment of hypertrophic surgical scars: A pilot study. *J Drugs Dermatol.* 2005;4:448–52.
 110. Erol OO, Gurlek A, Agaoglu G, Topcuoglu E, Oz H. Treatment of hypertrophic scars and keloids using intense pulsed light (IPL). *Aesthetic Plast Surg.* 2008;32:902–9.
 111. Rosende L, del Pozo J, de Andrés A, Pérez Varela L. Intense pulsed light therapy for lupus pernio. *Actas Dermosifiliogr.* 2012;103:71–3.
 112. Hasegawa T, Suga Y, Mizuno Y, Haruna K, Ikeda S. Photodynamic therapy using intense pulsed light for cutaneous sarcoidosis. *J Dermatol.* 2012;39:564–5.
 113. Levy JL. Intense pulsed light treatment for chronic facial erythema of systemic lupus erythematosus: A case report. *J Cutan Laser Ther.* 2000;2:195–8.
 114. Troilius A, Palmetun Ekbäck M. Laser therapy for refractory discoid lupus erythematosus when everything else has failed. *J Cosmet Laser Ther.* 2013;15:260–5.
 115. Schweiger ES, Riddle CC, Aires DJ. Treatment of hidradenitis suppurativa by photodynamic therapy with aminolevulinic acid: Preliminary results. *J Drugs Dermatol.* 2011;10:381–6.
 116. Highton L, Chan WY, Khwaja N, Laitung JK. Treatment of hidradenitis suppurativa with intense pulsed light: A prospective study. *Plast Reconstr Surg.* 2011;128:459–65.
 117. Oh SH, Bae BK, Kim TG, Kwon YS, Lee JH, Lee KH. Effective treatment of facial redness caused by atopic dermatitis using intense pulsed light systems. *Dermatol Surg.* 2010;36: 475–82.
 118. Togsverd-Bo K, Glud C, Winkel P, Larsen HK, Lomholt HB, Cramers M, et al. Paring and intense pulsed light versus paring alone for recalcitrant hand and foot warts: A randomized clinical trial with blinded outcome evaluation. *Lasers Surg Med.* 2010;42:179–84.
 119. Kalil CL, Salenave PR, Cignachi S. Hand warts successfully treated with topical 5-aminolevulinic acid and intense pulsed light. *Eur J Dermatol.* 2008;18:207–8.
 120. Rodríguez-Lojo R, Pozo JD, Barja JM, Piñeyro F, Pérez-Varela L. Keratosis pilaris atrophicans: Treatment with intense pulsed light in four patients. *J Cosmet Laser Ther.* 2010;12:188–90.
 121. Santos-Juanes J, Mas-Vidal A, Coto-Segura P, Sánchez del Río J, Galache Osuna C. Pigmented actinic lichen planus successfully treated with intense pulsed light. *Br J Dermatol.* 2010;163:662–3.

122. Hernández-Pérez E, Colombo-Charrier E, Valencia-Ibieta E. Intense pulsed light in the treatment of striae distensae. *Dermatol Surg.* 2002;28:1124–30.
123. Basile FV, Basile AV, Basile AR. Striae distensae after breast augmentation. *Aesthetic Plast Surg.* 2012;36:894–900.
124. Byun JY, Lee GY, Choi HY, Myung KB, Choi YW. The expressions of TGF- β (1) and IL-10 in cultured fibroblasts after ALA-IPL photodynamic treatment. *Ann Dermatol.* 2011;23:19–22.
125. Tawfik AA. Novel treatment of nail psoriasis using the intense pulsed light: A one-year follow-up study. *Dermatol Surg.* 2014;40:763–8.