

Análisis cualitativo y cuantitativo de las alteraciones cutáneas en el paciente de medicina estética

P. Tejero García, M. V. Zamorano Triviño y F. García Monforte

■ TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO EN PATOLOGÍA ESTÉTICA DE LA PIEL

La evaluación de los pacientes en medicina estética exige un tratamiento multidisciplinar, de modo que el abordaje debe realizarse desde una visión global.

El análisis cualitativo de las alteraciones cutáneas en el paciente en medicina estética es de gran importancia, y representa un alto porcentaje de la evaluación final del paciente; así, la evaluación del componente físico empieza por la realización de una correcta historia clínica sobre las bases ya conocidas de interrogatorio y exploración. Por otra parte, los exámenes complementarios se valen de técnicas diagnósticas que se aproximan a una valoración cuantitativa de las alteraciones cutáneas. La tecnología y la aparatología son una herramienta indispensable en el diagnóstico del paciente en medicina estética, ya que ponen a disposición del especialista instrumentos muy útiles en el abordaje del paciente.

Las técnicas diagnósticas más populares, por su fácil utilización y bajo costo, son las que se sirven de métodos no invasivos de diagnóstico; menciono aparte merecen aquellas técnicas que utilizan métodos invasivos, pero que por su precisión y alto valor cuantitativo se utilizan cada vez más en el abordaje del paciente en medicina estética.

Métodos no invasivos de exploración clínica

Existen numerosos métodos para estudiar las condiciones de hidratación, irrigación, lubricación y coloración de la piel. También hay métodos para evaluar el envejecimiento cutáneo y las características morfológicas y estéticas del rostro y el cuerpo. A continuación se analizan algunos de estos métodos.

Visión directa o con lupa

Permite observar lesiones dermatológicas, arrugas, líneas primarias y secundarias que, según su localización, profundidad y edad, se pueden valorar en comparación con la población general. En primer lugar, se debe observar la piel con luz natural y a **ojo desnudo**. Después, debe examinarse con lupa (Fig. 4-1) o con un **dermatoscopio**, hasta llegar a las líneas terciarias. El dermatoscopio puede ser de dos tipos: de iluminación de contacto (DIC), que utiliza líquido de interfase (aceite, gel, alcohol) entre el cristal y la piel, o de luz polarizada (DLP), que no necesita líquido ni contacto directo con la piel. Su interpretación es fundamental para la detección de melanomas, pero requiere un aprendizaje de las distintas imágenes (Fig. 4-2).

Pruebas clínicas

De fácil aplicación, ayudan en el diagnóstico de algunas patologías frecuentes de la piel. Sin embargo,



Figura 4-1 Lupa con luz.



Figura 4-2 Dermatoscopio.

estos signos, que se describen a continuación, deben buscarse cuidadosamente para no causar daño adicional al paciente.

- **Signo de Nikolsky:** desprendimiento de la epidermis por medio de la presión lateral del dedo sobre la piel sana en enfermedades ampollosas intraepidérmicas.
- **Signo de Darier:** desarrollo de un habón en las lesiones cutáneas de las mastocitosis tras el rascado.
- **Signo de Auspitz:** aparición de pequeños puntos hemorrágicos (rocío hemorrágico) tras la extracción de las escamas en las placas de psoriasis.

Pruebas epicutáneas

Estas pruebas consisten en la provocación de una reacción de hipersensibilidad de tipo 4. Se utilizan para el análisis y la confirmación de las dermatitis de contacto alérgica en el estudio de la fotosensibilidad.

Medidas de pH

El pH de la piel está en función de las sustancias solubles en agua contenidas por el *stratum corneum* y de la secreción de sudor y grasa (capa hidrolipídica de la piel), así como del ácido carbónico expulsado. El pH promedio es de 5,5 en las mujeres y algo menor en los varones (aproximadamente 5), y varía, como es lógico, dependiendo del lugar de la piel donde se mida, así como de diversos factores externos. Se utilizan dos métodos para medir el pH en la piel: el colorimétrico, que se basa en el cambio de color de un indicador, y el potenciométrico, que lo mide mediante electrodos planos de vidrio y un circuito eléctrico (Fig. 4-3).

Colorimetría y medidores del flujo sanguíneo

La coloración de la piel depende básicamente de la capacidad de los melanocitos para producir melanina y de la riqueza y actividad vascular para ocasionar eritema.

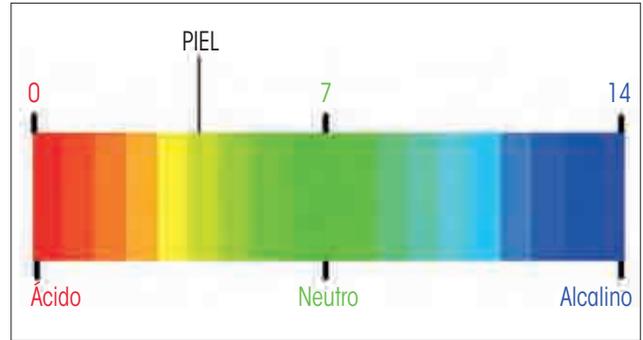


Figura 4-3 Medición del pH.

Existen diferentes equipos instrumentales para determinar el color de la piel, y su campo se centra en el sector cosmético y estético, para evaluar la eficacia de productos despigmentantes o para determinar la eficacia de productos autobronceadores. Pueden emplearse también en el diagnóstico y tratamiento de afecciones cutáneas y, en general, de todas aquellas afecciones que cursen con cambios morfológicos que afecten a la coloración de la piel.

La colorimetría se basa en la determinación de parámetros como la luminancia, la reflectancia y el color. La mayoría de los aparatos y técnicas para la evaluación colorimétrica de la piel se basan en la detección mediante células fotoeléctricas de la luz seleccionada en un emisor para que, al reflejarse en la piel, indique las bandas de absorción y, por consiguiente, la mayor o menor cantidad de pigmento cutáneo que las ha absorbido.

También existen métodos instrumentales basados en el flujo sanguíneo. Como se ha apuntado con anterioridad, el incremento del flujo sanguíneo produce en general un aumento del enrojecimiento de la superficie cutánea que se puede visualizar y analizar utilizando la velocimetría mediante láser Doppler, que determina la velocidad del flujo sanguíneo dérmico.

Luz de Wood

La luz de Wood es un haz de luz ultravioleta emitido a través de un filtro de Wood opaco, cuya longitud de onda está en el rango de 320 y 440 nm. Esta luz penetra hasta la dermis media, y resulta de utilidad para realizar el diagnóstico de ciertas enfermedades pigmentarias, metabólicas e infecciones fúngicas (Fig. 4-4):



Figura 4-4 Diagnóstico de la profundidad de manchas con luz de Wood.

- Diagnóstico de infecciones fúngicas (*tinea capitis*, pitiriasis versicolor).
- Diagnóstico de infecciones bacterianas y parasitarias (eritrasma, *Pseudomonas*, sarna).
- Diagnóstico de alteraciones de la pigmentación (efélides, melasma, nevos azul, nevos displásicos, melanomas).
- Detección de porfirinas (porfiria cutánea *tarda*, protoporfiria congénita). Detección de sustancias farmacológicas, dermatitis de contacto, fotoenvejecimiento.

Sebometría

La sebometría tiene como finalidad la medición gravimétrica de los lípidos en la piel. Utiliza un dispositivo llamado **sebómetro**, que consiste en un tapiz rodante ubicado en el borde de un medio que se presiona sobre la superficie de la piel.

El contacto con la piel absorbe la cinta de sebo y adquiere una transparencia que es proporcional a la cantidad de sebo. Una vez absorbido el sebo de la piel, la cinta deslizante de apoyo se inserta en un dispositivo de medición de la reducción del paso de luz a través de la cinta, y un microprocesador convierte los valores de transparencia en valores gravimétricos.

Medición de la elasticidad de la piel

La mayoría de los procedimientos para medir la elasticidad de la piel se basan en la medición de la mayor o menor facilidad de desplazamiento perpendicular de la piel. En general, los **elastómetros** se basan en el método de succión. Así, un vacío tira ligeramente de la piel hacia la boca de la sonda, y al cabo de varios segundos desaparece el vacío y la piel vuelve a su estado normal. Durante la succión se determina óptimamente la profundidad de la penetración de la piel.

El movimiento de relajación (*b*), medido después de un intervalo definido y comparado con la profundidad máxima de penetración de la piel (*a*) permite obtener el parámetro:

$$E: a - b/a \times 100 = E \text{ (elasticidad en porcentaje)}$$

Cuanto más joven sea una persona y más saludable su estilo de vida (buena alimentación, piel cuidada, horas de sueño, etc.), mayor será el valor de *E*.

Medición de la hidratación de la piel

Existen numerosos métodos biofísicos para medir el estado de hidratación relativa del estrato córneo, y la mayoría de ellos se basan en las propiedades eléctricas de la superficie cutánea.

El agua tiene una constante dieléctrica muy elevada que permite valorar la capacidad de conducción eléctrica según su contenido, con la ventaja de que no se pre-

cisa dispositivo conductor entre el lector y la piel y, por tanto, no se altera el equilibrio hídrico cutáneo.

Las condiciones de humedad del estrato córneo varían notablemente dependiendo de su capacidad de acumulación, y constituyen un parámetro fundamental en la capa hidrolipídica de la piel.

Existen dispositivos que miden la corriente que pasa a través del estrato córneo, con una relación directa entre el estado de hidratación de la piel. Generalmente, las mediciones se realizan en la región frontal, el pómulo y la barbilla.

La mayoría de estos dispositivos utilizan el principio de medición que se basa en la capacitancia de un medio dieléctrico. Cualquier cambio de la constante dieléctrica debido a la variación de la hidratación de la epidermis altera la capacitancia de un condensador de precisión. Una de las mayores ventajas del método de medición de la capacitancia, en comparación con otros métodos, es el hecho de que los productos que se aplican en la piel tienen una influencia mínima en las mediciones.

La aparatología especializada en la medición de la humedad debe ser capaz de detectar incluso los más ligeros cambios en el nivel de hidratación, y los mejores aparatos son aquellos que ofrecen una reproductibilidad de la medición elevada y un tiempo de medición mínimo.

Actualmente, en el mercado existen instrumentos capaces de valorar simultáneamente varias características de la piel, por lo que resultan de gran utilidad en las técnicas diagnósticas que más se emplean en la consulta de medicina estética. Estos aparatos miden los siguientes parámetros:

- Hidratación.
- Sebo.
- Pigmentación (melanina y/o eritema).
- pH: opcional.

Ecografía

La ecografía de alta frecuencia (20 MHz) es una técnica útil que permite definir las propiedades físicas de la piel, ya que las ondas de sonido que la atraviesan generan ecos en las interfases de los tejidos donde existen cambios de impedancia acústica. Utilizando una representación gráfica que exhiba la intensidad de los ecos en cada localización, es posible obtener información adicional sobre la estructura y la función de la piel sin necesidad de tomar una biopsia. También se ha detectado la existencia de una banda pobre en ecos que parece ser característica del fotoenvejecimiento cutáneo.

La ecografía cutánea será muy pronto una herramienta imprescindible en la consulta de medicina estética, ya que ofrece una imagen objetiva y reproducible de los tejidos cutáneos. Es además un medio simple y no invasivo para definir, cuantificar y seguir las lesiones

cutáneas, y permite evaluar la eficacia de los tratamientos aplicados.

Permite establecer el grosor de la piel, pero además puede servir para evaluar los materiales de relleno y sus posibles efectos adversos. En la actualidad se está trabajando para establecer patrones para clasificar el comportamiento ecográfico de los materiales de relleno (Fig. 4-5).

Métodos invasivos

En medicina estética, los métodos invasivos de diagnóstico tienen una utilidad limitada, ya que se trata de métodos que producen una incomodidad manifiesta en el paciente debido a que su carácter traumático conlleva más molestias, un mayor riesgo de infección y un daño en la piel que puede producir señales o cicatrices. Además, este tipo de pruebas elevan el costo de la evaluación y el paciente no suele aceptarlos fácilmente; sin embargo, son un recurso importante que se ha de tener en cuenta cuando se han agotado otros métodos diagnósticos o se necesita una evaluación más precisa o un diagnóstico anatomopatológico.

Examen microscópico

La obtención de muestras de las lesiones cutáneas para su examen microscópico es un procedimiento útil que permite confirmar de forma rápida los diagnósticos de sospecha. Puede observarse directamente la muestra o realizar diferentes variantes mediante tinciones o sustancias queratolíticas. Aunque es muy útil en dermatología, en medicina estética su valor está más limitado.

Biopsia cutánea

La piel ofrece la posibilidad de realizar biopsias con facilidad y poco riesgo. La toma de la muestra puede hacerse por legrado, afeitado, escisión o mediante *punch* o sacabocado. El sacabocado es una hoja cortante de forma circular que, aplicado contra la piel presionando y rotando, permite obtener un cilindro de piel. Su ejecución requiere técnicas de asepsia similares a cualquier otro procedimiento quirúrgico menor.

La muestra así obtenida puede procesarse para su visualización mediante microscopio, cultivo o la aplicación de otras técnicas de biología molecular (Fig. 4-6).

■ FOTOGRAFÍA EN MEDICINA ESTÉTICA

«¡Un retrato! ¿Qué puede ser más simple y más complejo, más obvio y más profundo?»

Charles Baudelaire, 1859



Figura 4-5 Ecógrafo.

La fotografía es un instrumento importante en medicina estética, pero además es una necesidad, ya que constituye un documento médico-legal imprescindible en la práctica médica y exigible en casos de problemas de tipo legal. Por ello, se ha de intentar hacerla bien.

La importancia de la fotografía viene dada por ser un documento:

- Médico-legal.
- Que informa de los cambios realizados en el paciente.
- Para que el paciente pueda apreciar las modificaciones realizadas.
- Para la comunicación entre compañeros de profesión.



Figura 4-6 Toma de biopsia por *punch*.

Es importante recordar que ante cualquier intervención médico-estética existe un antes y un después; el después se puede ver, pero el antes hay que documentarlo gráficamente y tenerlo archivado, ya que no es repetible.

Todos los procedimientos que se lleven a cabo deben estar documentados gráficamente, es imprescindible que el «antes» figure en la historia clínica del paciente.

Equipo fotográfico

Cualquier cámara fotográfica digital es válida, siempre y cuando reúna las siguientes condiciones:

- Capacidad de almacenamiento (tarjeta de memoria) de 1 GB o superior.
- Sensor mínimo 5 megapíxeles.
- Zoom óptico de al menos tres aumentos. Los aumentos digitales no son importantes, ya que dejan de ser útiles al perder nitidez la imagen (aumenta el pixelado).
- Opción de macro, ya que muchas imágenes se toman a corta distancia para poderlas definir.
- Es aconsejable que tenga sensor facial, ya que facilita mucho el enfoque en primeros planos.

Si es posible, el equipo debe complementarse con una cámara de 35 mm de carrete fotográfico (mientras éstos no desaparezcan), que tenga un zoom de al menos tres aumentos (35-110 mm) y opción macro.

Lo ideal es hacer las fotos en los dos soportes, papel y digital, sobre todo en los casos más complicados o de pacientes conflictivos. En la historia clínica se deben archivar las fotos en soporte papel.

Dónde realizar las fotografías

Hay que tener en cuenta una serie de variables que son las responsables de importantes diferencias entre unas fotografías y otras:

- Usar cámaras diferentes.
- Usar marcas distintas de carretes de fotografías.
- La distancia a la que está el paciente:
 - Utilizar macro.
 - Utilizar zoom.
- Luz diurna-luz artificial.
- Iluminación del paciente:
 - Frontal.
 - Indirecta.
 - Focos-*flash*.

Todas estas variables pueden hacer que las fotografías comparativas entre el antes y el después de la téc-



Figura 4-7 Fotografía con flash.



Figura 4-8 Fotografía sin flash.

nica que hemos realizado no tengan valor alguno. La única variable admisible es la modificación que el médico haya conseguido en el paciente tras la intervención estética (Figs. 4-7 y 4-8).

Para que las fotografías tengan el valor necesario, es preciso disponer en la consulta de un lugar fijo para tomar las fotografías. Las características de este lugar serán las siguientes:

- Debe haber una distancia mínima entre la cámara y el paciente de 2 metros.
- La pantalla de fondo debe ser oscura (puede ser plegable).
- Debe disponer de un foco halógeno de al menos 150 W de potencia, para proyectar iluminación indirecta.
- Es aconsejable que el techo sea blanco o de un color claro.
- La iluminación de la sala ha de ser blanca, a ser posible de tubos fluorescentes.
- Es preciso marcar un punto fijo donde colocarse para realizar las fotografías, que será distinto para tomas faciales o corporales.
- Siempre se debe utilizar la misma cámara de fotos, que será para su uso exclusivo en la consulta.

El fondo

El fondo que aparece en las fotografías médicas es muy importante, y en ningún caso debe desviar la atención del objeto fotografiado.

En fotografía médico estética es muy importante que el fondo sea siempre el mismo. No es extraño ver en algunos congresos o en reuniones científicas imágenes de pacientes tomadas en la escalera o en la entrada de la consulta, en las que aparecen otras personas detrás, etc.; evidentemente la fotografía que presenta los resultados muestra un fondo diferente, luz distinta, distancia focal diferente, con lo cual resulta bastante difícil comparar el antes y el después.

El color del fondo debe ser oscuro, ya que con ello se consigue eliminar las sombras proyectadas de la figura del paciente. El fondo azul oscuro tiene la ventaja de resaltar los tonos de la piel.

Una opción bastante recomendable, en opinión del autor, es pintar una pared en color oscuro, con pintura no reflectante, o bien poner un estor de 2 x 2 metros, que se pueda recoger cuando no se utilice.

Estandarización de la fotografía

La fotografía es un documento, y como tal debe tener valor definitorio de lo que se pretende comunicar; su

intención normalmente es definir las modificaciones provocadas en el paciente con la técnica particular realizada, por tanto se deben seguir unas reglas de uniformidad, y a todo lo apuntado en los apartados anteriores, se deben añadir los parámetros que se describen a continuación.

- **Distancia.** Todas las fotografías realizadas sobre un mismo procedimiento deben realizarse a una misma distancia del paciente. Por tanto, es aconsejable marcar un punto en un mueble o tomar una referencia para tomarlas siempre en el mismo sitio.
- **Colocación del paciente.** Las fotografías deben tomarse siempre con el paciente en la misma posición. Se ha de realizar una fotografía de frente, con un giro de 45° hacia la izquierda y hacia la derecha, y de perfil o a 90° hacia ambos lados. En caso de que el objeto del tratamiento sea la nariz, se debe añadir una fotografía con el paciente mirando hacia el techo, ya que esta postura permite captar modificaciones de los orificios nasales y de la pirámide nasal. Estas indicaciones son de carácter general, y son válidas tanto para una fotografía facial como para una corporal, aunque en la corporal hay que añadir una sexta posición, que sería de espaldas (Fig. 4-9).
- **Formato horizontal o vertical.** ¿Qué criterio emplear para realizar la fotografía en un formato horizontal o en un formato vertical? El eje mayor suele ser el



Figura 4-9 Diferentes posiciones en las cuales debe realizarse la fotografía facial.



Figura 4-10 Fotografía en eje horizontal.



Figura 4-11 Fotografía en eje vertical.

criterio más utilizado. Si se realiza una fotografía de la cara completa, el eje vertical es mayor que el eje horizontal, lo cual determinará que la fotografía sea tomada de forma vertical; si en cambio se realiza una fotografía del tercio superior de la cara, predominará el eje horizontal, y por tanto la fotografía se tomará con la cámara en posición horizontal; en las fotografías corporales se aplican los mismos parámetros: foto de cuerpo entero, eje vertical; foto de las caderas o del abdomen, eje horizontal (Figs. 4-10 y 4-11).

Consentimiento informado

En algunas ocasiones el médico tiene la convicción de que puede realizar una fotografía al paciente al considerar que ésta se incluye como una extensión del consentimiento informado que el paciente está obligado a firmar para determinados procedimientos estéticos. A veces se hace referencia a ellas en el mismo consentimiento, pero en ocasiones ni siquiera aparece reseñado este aspecto.

La fotografía es un documento gráfico identificativo y, por tanto, precisa de un consentimiento específico del paciente, en el que se hará referencia a que sólo podrán ser utilizadas para comunicación científica y

como archivo gráfico de los procesos específicos del paciente tratados en el centro médico. En caso de que el paciente accediera a que sus fotografías se utilizaran para publicaciones o para publicidad, el consentimiento tendrá que ser otro específico en donde se haga constar que el paciente accede a que sus fotografías puedan ser publicadas.

■ ESCALAS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL ENVEJECIMIENTO CUTÁNEO

Evaluar el problema o inquietud que trae al paciente a una consulta de medicina estética es primordial para darle el mejor servicio. La consulta de medicina estética se mueve en un amplio espectro entre tratamientos médicos estéticos y cosméticos de la piel, cabello y uñas, prevención y tratamiento del envejecimiento cutáneo, endocrinología estética-metabolismo-celulitis, y fleboestética y patología linfática, sin olvidar la corrección de inestetismos.

De todos ellos, puede que una de las mayores preocupaciones de la población general en el campo estético sea la corrección de los signos del envejecimiento, especialmente y por ser los más visibles, los de la cara. Por ello es de vital importancia que el médico estético conozca la etiología del envejecimiento y sus diferentes clasificaciones para establecer un diagnóstico y, en función de éste, planificar y proponer un tratamiento adecuado con la aplicación de la técnica o la combinación de diferentes técnicas y tratamientos del arsenal que existe en el momento actual.

En el abordaje del paciente en medicina estética es importante evaluar la percepción que tiene el propio individuo acerca de su envejecimiento, pero también existen herramientas y escalas que nos permiten clasificar éste para una mejor evaluación, seguimiento y tratamiento del envejecimiento.

Las clasificaciones y escalas suponen un avance en la comunicación con los pacientes. Se trata de medir los cambios provocados por la edad para que sean validados, estandarizados y compartidos.

Clasificación del envejecimiento cutáneo según su etiología

El envejecimiento cutáneo es un proceso dinámico influido por factores intrínsecos (cronológicos) o extrínsecos (ambientales). El envejecimiento intrínseco se manifiesta con el paso del tiempo y guarda relación con la genética. Los factores ambientales tienen mucha mayor responsabilidad en los cambios en la apariencia de la piel, así, la luz solar, y en particular la luz ultravioleta, es el principal factor responsable del fotoenvejecimiento facial (Tabla 4-1).

Tabla 4-1

Clasificación del envejecimiento cutáneo según su etiología

Intrínseco

- Cronológico
 - Genéticamente programado
 - Radicales libres endógenos
- Hormonal
 - Andropausia
 - Menopausia

Extrínseco

- Fotoinducido o heliodermatitis
- Medioambiental

Tabla 4-2

Clasificación del envejecimiento facial según la escala de Glogau

Tipo I: sin arrugas

- Fotoenvejecimiento temprano
- Cambios pigmentarios medios
- Sin queratosis
- Mínimas arrugas
- Edad entre 20 y 30 años
- Sin maquillaje o al mínimo
- Mínimo acné cicatrizado

Tipo II: arrugas con movimiento

- Fotoenvejecimiento temprano a moderado
- Lentigo senil visible tempranamente
- Queratosis palpable pero no visible
- Comienzan a aparecer líneas paralelas a la sonrisa
- Edad entre 30 y 40 años
- Uso de algo de base maquillaje
- Cicatrices de acné medias

Tipo III: arrugas en reposo

- Fotoenvejecimiento avanzado
- Obvia discromía, telangiectasia
- Queratosis visible
- Arrugas visibles aún sin movimiento
- Edad mayor de 50 años
- Uso de base compacta
- Presencia de cicatrices de acné que no cubre el maquillaje

Tipo IV (grave): sólo arrugas

- Fotoenvejecimiento grave
- Lesiones malignas de piel tempranas
- Arrugas en toda la cara
- No hay zonas de piel normal
- Edad entre 60 y 70 años
- Maquillaje: no puede usarse
- Severas cicatrices de acné

Clasificación de Glogau del envejecimiento facial

La simple observación de una persona adulta muestra la gran diferencia que existe entre la piel protegida del sol, donde se pueden ver signos de envejecimiento natural biológico o cronoinducido, y la piel expuesta, como la cara y el dorso de las manos y de los antebrazos, en la que se observan signos de fotoenvejecimiento.

El fotoenvejecimiento es el resultado de la combinación de los efectos del envejecimiento biológico y los efectos a largo plazo causados por la exposición a la radiación ultravioleta y la radiación solar. Este fenómeno afecta a las zonas de piel expuestas al sol. Se caracteriza por una piel arrugada, caída, con surcos, superficie nodular, como un cuero, con frecuencia llena de manchas, en la que pueden existir arrugas profundas formando un patrón geométrico romboidal en la parte posterior del cuello, de un matiz amarillento o rojizo y en la que finalmente pueden desarrollarse tumores precancerosos (queratosis actínicas) y cancerosos (carcinoma basal y carcinoma epidermoide) (Tabla 4-2).

El Dr. Richard Glogau creó en 1994 una escala de clasificación del fotoenvejecimiento cutáneo que desde entonces ha sido muy utilizada y validada por médicos dermatólogos y estéticos.

Hay pacientes que muestran un envejecimiento subclínico o de grado 0 (Banfi), menores de 20 años, pero con pieles atópicas o muy sensibles o con acné o inesetismos congénitos o adquiridos que precisan tratamientos medicoestéticos.

Clasificación de Rubín

Es una correlación clínico-histológica que comprende los cambios histológicos que se producen en la epidermis y la dermis y los relaciona con los signos clínicos que se observan al evaluar una piel envejecida:

- **Nivel 1:** los signos clínicos se deben a alteración únicamente de la epidermis. La mayoría de las anomalías son de pigmentación y textura, incluido punteado, lentigos y una opacidad con textura rugosa de la piel debida al incremento del entrelazamiento del estrato córneo.
- **Nivel 2:** los signos clínicos responden a alteraciones de la epidermis y la dermis papilar y es también frecuente la aparición de pigmentación. Pueden mostrar también los signos del nivel 1. La textura y los cambios pigmentados son más marcados, y como consecuencia muestran queratosis actínica, lentigos seniles y definitivamente un incremento en las arrugas. Este arrugamiento adicional se produce generalmente en el área infraorbitaria y lateral al pliegue nasolabial, donde la piel puede aparecer atrófica y plegada.
- **Nivel 3:** los signos clínicos se deben a alteraciones de la epidermis y de la dermis reticular. La forma más grave, el nivel 3, se asocia con muchos cambios del nivel 1 y 2. Adicionalmente, estos pacientes tienen



Figura 4-12 Escalas de Merz de aumento de labios.

un marcado arrugamiento, asociado por lo general a opacidad, que al tacto es similar al cuero. Frecuentemente se observa un tinte amarillento en la piel, y en algunos pacientes ésta tiene textura de empedrado y comedones abiertos.

Escalas fotonuméricas de envejecimiento facial

La fotografía cada vez se utiliza más en la consulta de medicina estética, de ahí que hayan surgido diferentes escalas fotonuméricas para evaluar el envejecimiento y el fotodaño cutáneo.

Las escalas fotonuméricas deben realizarse bajo condiciones de luz óptima, generalmente la luz natural del día o luces fluorescentes, sin maquillaje y con la cara lavada; como el lavado produce un grado de eritema, hay que esperar diez minutos antes de tomar la fotografía.

Existen escalas fotonuméricas para evaluar el fotodaño cutáneo, el envejecimiento, la gravedad del acné y la respuesta a los diversos tratamientos. Enumeraremos a continuación algunas de ellas.

Escala fotonumérica para la evaluación del fotoenvejecimiento cutáneo de Christopher E

Esta escala evalúa las líneas finas de arrugas, la profundidad de las arrugas, la hiperpigmentación y el color y tono de la piel en una escala del 0 al 8, considerando como 8 el fotodaño grave. Posteriormente, se hace una comparación directa entre el sujeto y los estándares fotográficos; si no hay una comparación exacta, entonces se pueden usar los números impares. En algunos sujetos con muchos lentigos, la pigmentación podría utilizarse para aumentar un grado, pero su ausencia no debería valer para reducir el grado de envejecimiento. La presencia de telangiectasias no es un signo patognomónico de fotodaño y no debería considerarse como criterio.

Escala de Merz

Es una herramienta útil sobre el proceso de envejecimiento. Cuantifica los cambios provocados por la edad en la cara y en las manos utilizando una escala fotonumérica con cinco puntos, lo cual la hace muy fácil de manejar. Las escalas de Merz desarrolladas y validadas se centran en las siguientes áreas (Fig. 4-12):

- Líneas de la frente (estáticas y dinámicas).
- Posición de las cejas.
- Patas de gallo (estáticas y dinámicas).
- Grosor del labio.
- Líneas de marioneta.
- Manos.

La escala de Merz describe el proceso de envejecimiento, sin necesidad de recurrir a sistemas de medición, brinda la oportunidad de establecer un diálogo con el paciente con una escala fotográfica, permitiendo educar al paciente, y evalúa de una manera real los cambios producidos por la edad.

■ ALGORITMOS DIAGNÓSTICOS Y TERAPÉUTICOS EN EL ENVEJECIMIENTO CUTÁNEO

La evaluación de los pacientes en medicina estética exige un tratamiento multidisciplinar. El conjunto y la globalidad del paciente deben ser evaluados no sólo desde un punto de vista meramente médico, estético o técnico, sino que es preciso adentrarse más en la idiosincrasia del paciente que acude a una consulta de medicina estética y cuidar otras facetas no menos importantes, y que van desde la psicología del individuo, hasta valorar sus expectativas y escuchar sus necesidades. Por este motivo, el abordaje del paciente de medicina estética debe enfocarse desde una visión global. Aunque la medicina estética y cosmética no tenga fines terapéuticos, sí está destinada a una persona con un componente físico y psíquico que es preciso evaluar. El uso de algoritmos diagnósticos y terapéuticos puede facilitar la práctica diaria en la consulta de medicina estética.

ALGORITMO I. Evaluación y toma de decisiones en las alteraciones cutáneas del paciente de medicina estética

La evaluación del componente físico empieza por la realización de una historia clínica sobre las bases ya conocidas de interrogatorio, exploración y exámenes complementarios que permitan establecer un diagnóstico no sólo para instaurar el tratamiento adecuado, sino

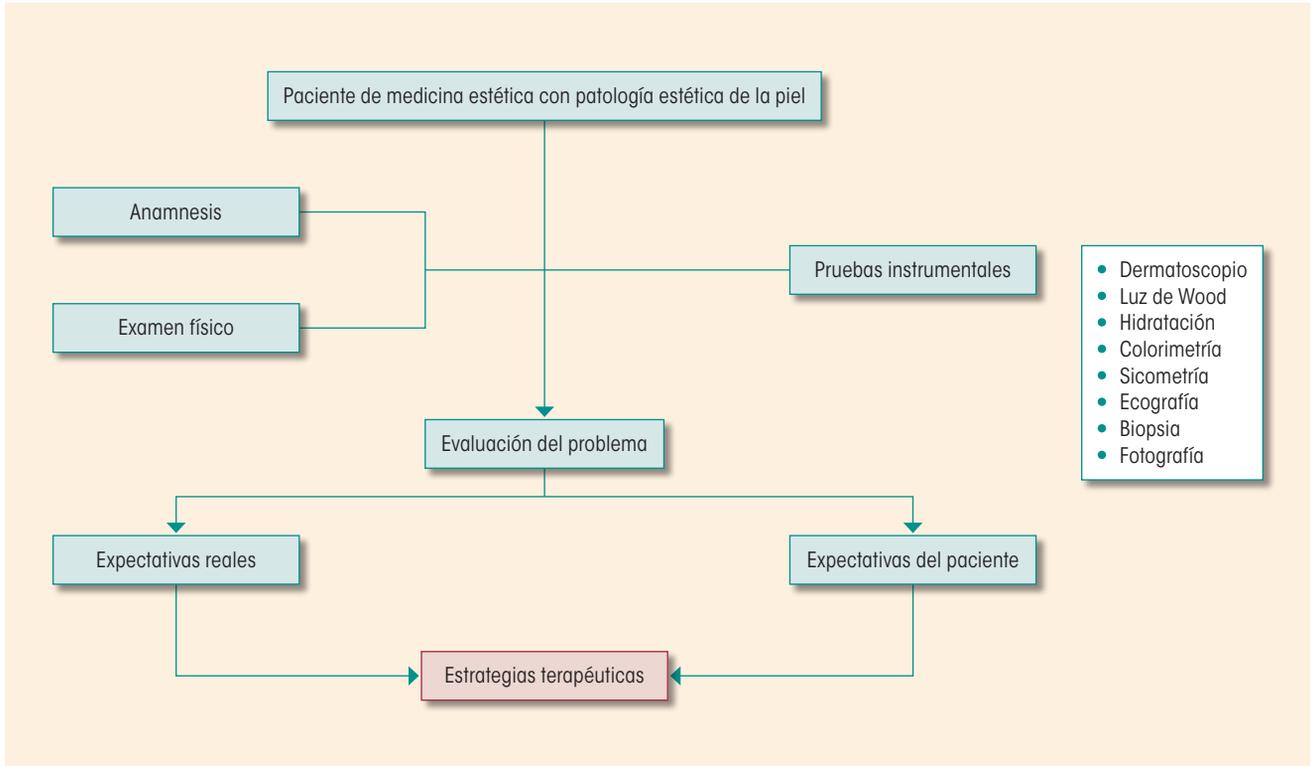


Figura 4-13 Evaluación de las alteraciones cutáneas del paciente de medicina estética.

también para elaborar programas de trabajo comunes o discusiones de ámbito científico con otros profesionales del área. Al evaluar el problema motivo de consulta, no hay que olvidar considerar las expectativas del paciente y los resultados reales que se pueden lograr (Fig. 4-13).

ALGORITMO II. Manifestaciones clínicas del envejecimiento cutáneo

Las manifestaciones clínicas del envejecimiento cutáneo suelen apreciarse con mayor facilidad en la piel

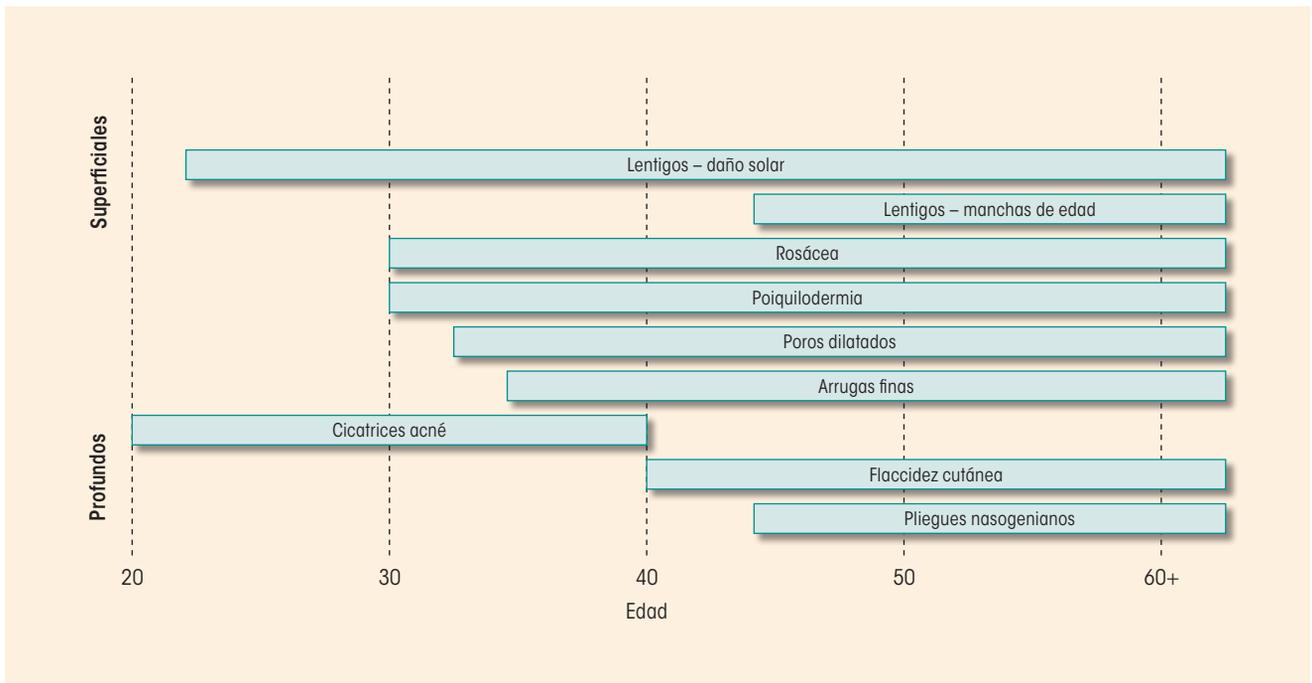


Figura 4-14 Manifestaciones clínicas del envejecimiento cutáneo y edad cronológica.

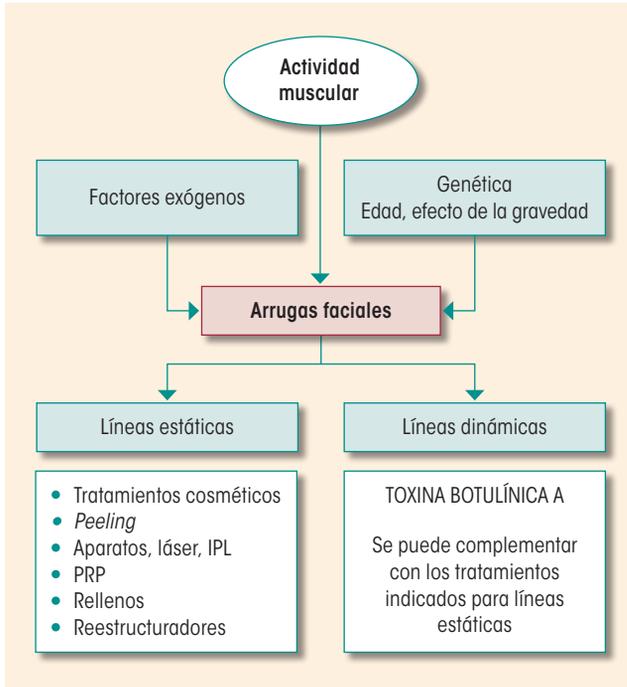


Figura 4-15 Abordaje de las arrugas faciales según su etiología. IPL: luz pulsada intensa; PRP: plasma rico en plaquetas.

de la cara, y comienza en edades muy tempranas, como se puede comprobar observando el algoritmo de la figura 4-14.

En esta figura se observan signos de envejecimiento cutáneo desde los 20 años de edad.

ALGORITMO III. Abordaje de las arrugas faciales según su etiología

En el envejecimiento facial, las arrugas faciales suelen ser un motivo de consulta muy frecuente. El estudio de la dinámica facial es una herramienta muy útil para evaluar la etiología de las arrugas y así proponer el tratamiento más adecuado.

Las arrugas pueden desarrollarse bien como líneas hiperdinámicas causadas por el movimiento repetido durante años de la musculatura facial subyacente, o bien como piel superflua que se desarrolla a medida que ésta pierde su elasticidad y se somete a la acción de la gravedad y otros factores externos. Los músculos de la expresión facial son únicos en lo que respecta a su inserción. Así, años de expresión facial que pliega constantemente la piel se traducen en el desarrollo progresivo de arrugas hiperdinámicas. Conocer la etiología y los factores que influyen en mayor cuantía en cada arruga o surco facial del individuo es primordial para realizar un tratamiento certero y satisfactorio, ya que en gran medida el éxito del tratamiento estético se basa en el correcto diagnóstico, evaluación y abordaje del paciente (Fig. 4-15).

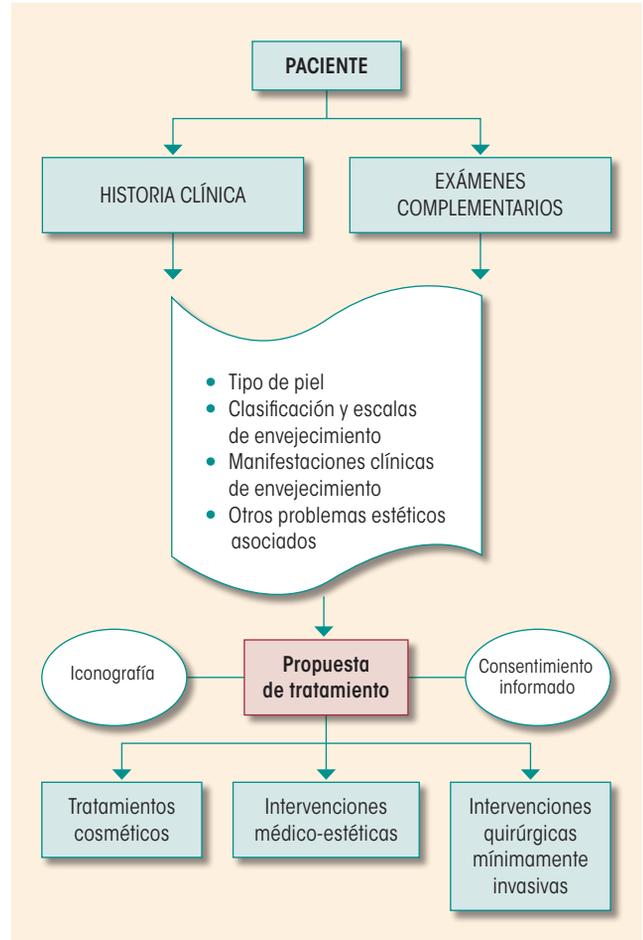


Figura 4-16 Toma de decisiones en el envejecimiento facial.

ALGORITMO IV. Toma de decisiones en el envejecimiento facial

En el estudio del abordaje del paciente en medicina estética se ha recorrido un largo camino que comienza con la primera entrevista médica y la realización de una exhaustiva historia clínica encaminada a establecer un diagnóstico que permita plantear un tratamiento adecuado. En este algoritmo se trata de resumir los pasos en la toma de decisiones en el abordaje del envejecimiento facial desde que el paciente visita la clínica hasta la toma de decisiones terapéuticas (Fig. 4-16).

BIBLIOGRAFÍA

Baumann L, Aminu S, Weiss E. Nueva clasificación de los tipos de piel y sus implicaciones en dermatología cosmética. *Dermatología Venezolana*. 2005; 43: 4-7.
 Boyd A, Stasko T, King L, et al. Cigarette smoking-associated elastic changes in the skin. *J Am Acad Dermatol*. 1999; 41: 23-6.
 Carruthers A, Carruthers J. Advances in aesthetic scales. *Dermatologic Surgery*. 2008; 34: 5149-60.

- Christopher EM, Griffiths MD, Wang TS, Hamilton TA, Voorhees JJ, Ellis CN. Arch Dermatol. 1992; 128: 347-51.
- Ewing WA. El rostro humano: El nuevo retrato fotográfico. Barcelona: Blume; 2008.
- Gilaberte Calzada Y, Alcalá Romero F, Pérez Lorenz JB, González Rodríguez S. La piel y el envejecimiento. Tratado integral sobre salud. Longevidad: en la segunda mitad de la vida. Madrid: Editorial Médica Panamericana; p. 338-50.
- Griffiths C, Wang T, Hamilton T, Voorhees J, Ellis C. A photometric scale for the assessment of cutaneous photodamage. Arch Dermatol. 1992; 128: 347-51.
- Gunn DA, Rexbye H, Griffiths CEM, et al. Why some women look young for their age. PLoS ONE 4(12): e8021. doi:10.1371/journal.pone.0008021.
- Hatzis J. The wrinkles and its measurement: a skin surface profilometric method. Micron. 2004; 35: 201-19.
- Karsan N, Ellis D. The lip cheek groove. A new Analysis with treatment options. Arch Facial Plast Surg. 2006; 8: 324-8.
- Kopec-Poliszuk A. Fotografía clínica en cirugía plástica. En: Coiffman F. Cirugía plástica reconstructiva y estética. 2ª ed. Barcelona: Masson-Salvat Medicina; 1994; p. 102-7.
- Lahmann C, Bergmann J, Harrison G, et al. Matrix metalloproteinase-1 and skin ageing in smokers. Lancet. 2001; 24: 935-6.
- Malvey J, Puig S, Braun RP, Marghoob AA, Kopf AW. Manual de dermatoscopia. Barcelona: BCN Art Directe; 2006.
- Sebben JE. Fotografía en cirugía cosmética. Cirugía cosmética: Principios y técnicas. 2ª ed. Río de Janeiro: Ed. Revinter; 2000; p. 47-62.
- Tejero P, Serra M, García Monforte F, Munt E. Protocolo de abordaje del envejecimiento cutáneo facial. Protocolos de práctica clínica en Medicina Estética. Medicina Estética. 2011; 23: 31 (en prensa).
- Vega P. Historia clínica. Apuntes para Master universidad de Alcalá; curso 2010.
- Yin L, Morita A, Tsuji T. Alterations of extracellular matrix induced by tobacco smoke extract. Arch Dermatol Res. 2000; 292: 188-94.
- Zaragoza JR. Apuntes Máster Sociedad Española de Medicina Estética (SEME) mod. 1. 1990.

Generalidades de láseres y fuentes de luz. Fotodepilación

P. Cornejo Navarro

FUNDAMENTOS

¿Qué es un láser?

Láser designa a todos aquellos dispositivos que generan un haz de luz coherente como consecuencia de una emisión inducida o estimulada. Su nombre se debe a un acrónimo del inglés LASER (*light amplification by stimulated emission of radiation*, amplificación de luz por emisión estimulada de radiación).

La emisión estimulada se produce cuando un átomo en estado excitado recibe un estímulo externo que lo lleva a emitir fotones y así retornar a un estado menos excitado. El estímulo en cuestión proviene de la llegada de un fotón con energía similar a la diferencia de energía entre los dos estados. Los fotones así emitidos por el átomo estimulado poseen fase, energía y dirección similares a las del fotón externo que les dio origen. Como este suceso se da en una cavidad cerrada se producen reacciones en cascada con múltiples interacciones (Fig. 9-1). Si a esa cavidad cerrada se le deja un pequeño orificio de salida se genera un haz de láser.

Por tanto, todos los sistemas láser tienen cuatro componentes fundamentales:

- Un medio sólido, líquido o gaseoso.
- Una fuente de energía para excitar el medio.
- Espejos al final del láser.
- Un sistema de distribución.

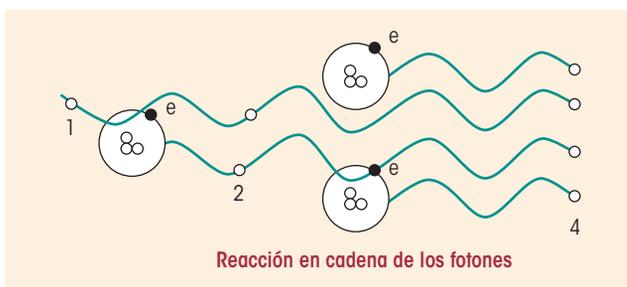


Figura 9-1 Cascada de activación característica del láser.

Propiedades de la luz del láser

Monocromaticidad

El láser emite una radiación electromagnética de una sola longitud de onda, en oposición a las fuentes convencionales como las lámparas incandescentes (bombillas comunes) que emiten en un rango más amplio, entre el visible y el infrarrojo, de ahí que desprendan calor.

Coherencia espacial o direccionalidad

La radiación láser tiene una divergencia muy pequeña, es decir, puede ser proyectado a largas distancias sin que el haz se abra o disemine la misma cantidad de energía en un área mayor.

Coherencia temporal

La luz láser se transmite de modo paralelo en una única dirección debido a su naturaleza de radiación estimulada, al estar constituido el haz láser con rayos de la misma fase, frecuencia y amplitud (Fig. 9-2).

Longitud de onda

Es la banda del espectro electromagnético donde emite cada uno de los láseres. Suele ser muy estrecha, aunque hay láseres que presentan dos bandas o son sintonizables. En los sistemas de luz no coherente esta banda es amplia.

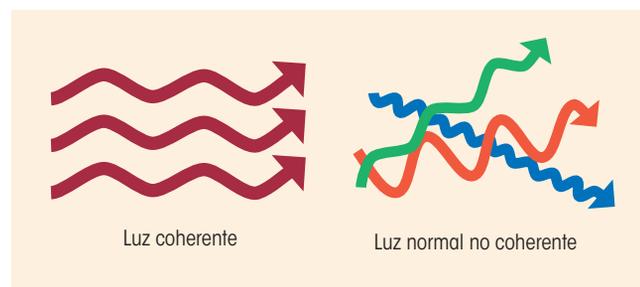


Figura 9-2 Diferencias entre luz coherente y no coherente.

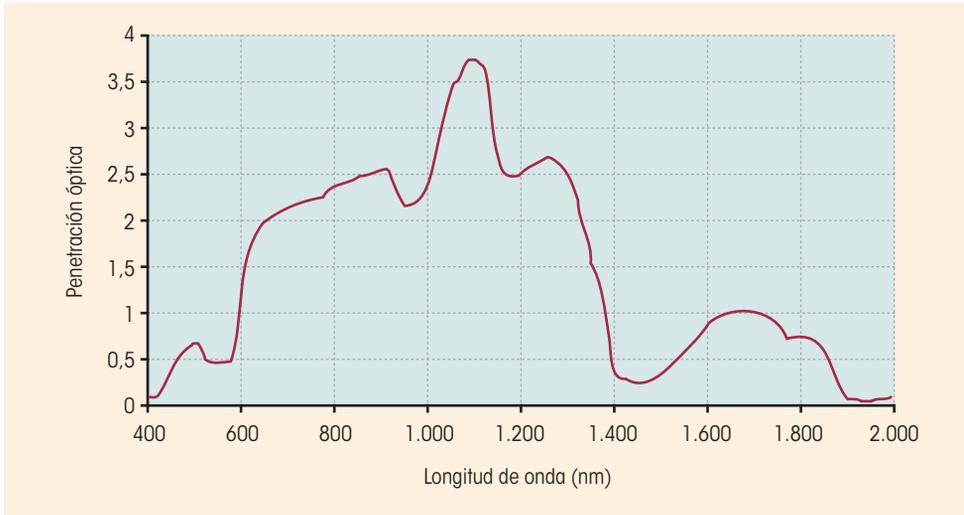


Figura 9-3 Penetrancia en función de la longitud de onda.

La longitud de onda influirá en la **penetrancia óptica** de dicha radiación (Fig. 9-3) y en la **selectividad** por el cromóforo diana (Fig. 9-4).

Duración del pulso

Es el tiempo de duración de la emisión láser y se mide en unidades de tiempo. Existen láseres pulsados (duración de pulso de milisegundos), superpulsados (microsegundos) y *Q-switched* (nanosegundos). También existen sistemas que emiten en continuo.

Este concepto es fundamental en la selectividad por el cromóforo.

Tamaño del spot

Es el tamaño del haz de irradiación en el punto de aplicación. A mayor tamaño del *spot*, menor dispersión y mayor penetración, aunque, si no se aumenta de manera suficiente la potencia por impulso, la fluencia disminuye, dado que la superficie de irradiación es mayor (Fig. 9-5).

Frecuencia

Se mide en pulsos por segundo o hertzios (Hz).

Un láser más rápido necesita ser más potente, lo cual hará que se reduzca el tiempo de aplicación.

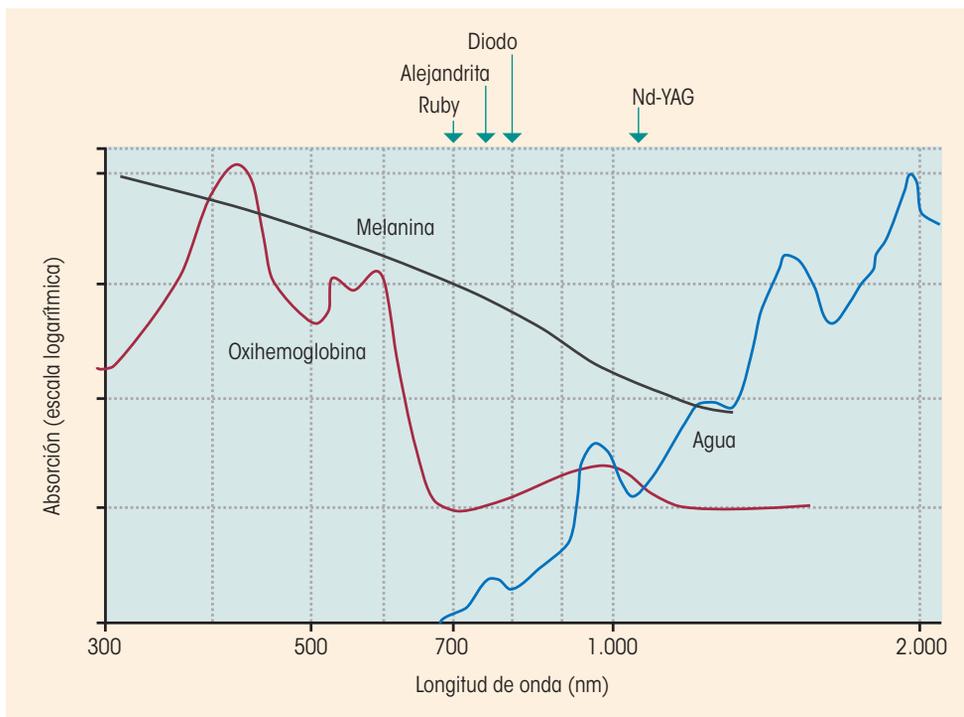


Figura 9-4 Absorción de los diferentes cromóforos en función de la longitud de onda.

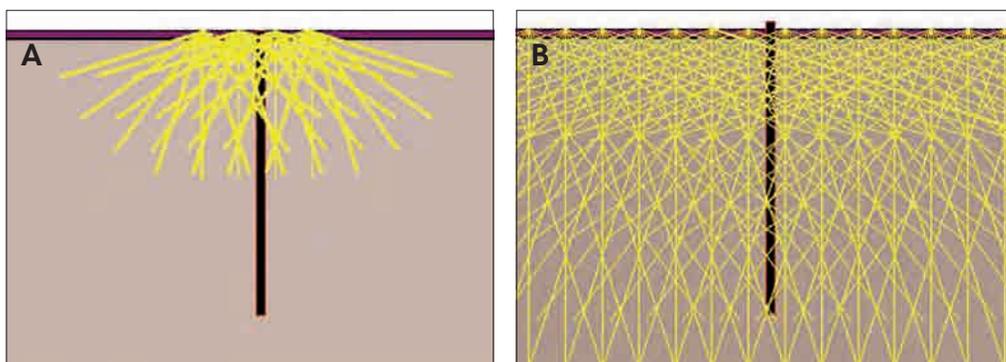


Figura 9-5 A) Spot pequeño menor densidad de energía a niveles profundos. B) Spot grande mayor densidad de energía a niveles profundos.

Radiometría

- **Energía:** se mide en julios. Es proporcional a la cantidad de fotones del haz de luz.
- **Potencia:** se mide en vatios (julios/s). Es la frecuencia a la que se entrega esa energía.
- **Densidad de potencia:** vatios/cm². Es la potencia por área a nivel tisular.
- **Fluencia:** julios/cm². Es la densidad de energía, y constituye el parámetro más utilizado.

TIPOS DE LÁSER

Los numerosos tipos de láseres que existen se pueden clasificar de muy diversos modos, aunque el más común es el que se refiere a su medio activo o al conjunto de átomos o moléculas que pueden excitarse. Este medio puede encontrarse en cualquier estado de la materia: sólido, líquido, gas o plasma.

Láseres de pulso largo

Láser de titanilfosfato de potasio

Los láseres de titanilfosfato de potasio (KTP) emiten a 532 nm y están indicados en lesiones vasculares superficiales, sin producir púrpura. Su ancho de pulso oscila entre 1 y 100 ms. Su inconveniente es la escasa penetrancia y la alta competencia por la melanina, lo que puede ocasionar cambios pigmentarios.

Láser de colorante pulsado

Se trata del primer láser diseñado específicamente para cumplir los parámetros teóricos ideales en el tratamiento de las manchas en vino de Oporto.

El medio generador del láser es un colorante fluorescente, la rodamina. Inicialmente emitía a 577 nm (pico de absorción de la hemoglobina) pero su penetración era limitada; actualmente emiten entre 585-600 nm.

Los eritrocitos absorben la energía del láser, difundiendo este calor a la pared vascular, por lo que se pro-

duce trombosis intravascular y calentamiento del vaso que le lleva a fibrosarse.

Los sistemas más actuales tienen duraciones de pulso variables y más largas que los 0,45 ms iniciales, por lo que son más eficaces en vasos de mayor calibre y profundidad; éstos también han disminuido la incidencia de púrpura (Fig. 9-6), aunque para lesiones profundas y en las extremidades inferiores sus resultados son decepcionantes.

Indicaciones

Lesiones vasculares superficiales (mancha en vino de Oporto, cuperosis, telangectasias, puntos rubíes, etc.), cicatrices hipertróficas, verrugas vulgares, estrías, etcétera.

Efectos adversos

Púrpura que dura hasta 10 días, especialmente con pulsos cortos, pigmentaciones, cicatrices, patrón en panel de abejas, etcétera.

Láser de rubí de pulso largo (694 nm)

Fue uno de los primeros láseres pensados para depilación, aunque ahora está en desuso por su alta afinidad



Figura 9-6 Púrpura tras tratamiento con láser de colorante accionado con pulsos cortos.

por la melanina, lo que provoca quemaduras en fototipos III-IV. En teoría, es el que mejor depilaría pelo con poco pigmento.

Láser de alejandrita de pulso largo (755 nm)

La indicación fundamental de este láser es la depilación, aunque puede eliminar lesiones pigmentadas benignas como lentigos.

Inicialmente su pulso era bastante corto (3 ms), por lo que el riesgo de quemadura no era desdeñable y se reservaba para pieles de fototipo III sin broncear. Actualmente, existen sistemas de pulso variable de 100 ms o más, lo que se traduce en mayor protección de la piel.

Láser de diodo

Está formado por múltiples diodos semiconductores; los más usados emiten a una longitud de onda de 800 nm, 810 nm y 930 nm. Pueden dar pulsos de centenas de milisegundos.

Son más seguros en depilación que los dos anteriores en fototipos oscuros, aunque al tener menor afinidad por la melanina, su eficacia es inferior en pelo poco pigmentado y fino.

Debido a que es más penetrante, puede ser útil en lesiones vasculares de la extremidades inferiores.

Láser de neodimio-YAG de pulso largo

El láser de neodimio-YAG (Nd-YAG) más conocido es el que emite a 1.064 nm. Debido a que es el láser más penetrante, puede llegar a más de 4 mm de profundidad; es el método de elección en el tratamiento de varices de los miembros inferiores.

También puede servir para depilar fototipos oscuros. Requiere fluencias más elevadas que los anteriores. En lesiones vasculares faciales profundas también es de gran utilidad, aunque tiene más riesgo de producir secuelas cicatriciales que el láser de colorante pulsado.

Existe Nd-YAG a 1.320 nm y 1.440 nm para rejuvenecimiento cutáneo y tratamiento del acné.

Luz pulsada intensa

Es un dispositivo que utiliza una lámpara de *flash* para producir un espectro de banda ancha de luz pulsada intensa que, a diferencia del láser, es no coherente y policromática. El espectro emitido comprende tanto luz visible como infrarrojo cercano (p. ej., desde el 400 al 1.200 nm). Para modular la luz emitida utiliza filtros de corte, lo que le confiere una gran versatilidad y le permite usarse en diferentes aplicaciones clínicas. Además, según el modelo, se puede modificar el número de pulsos, la duración de los mismos, el intervalo entre pulsos, etc.; cabe añadir que el tamaño del *spot* es bastante grande.

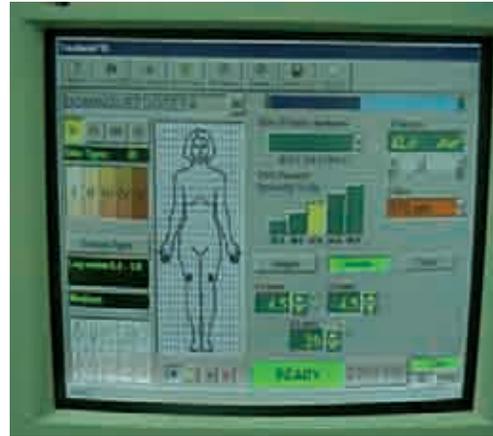


Figura 9-7 Pantalla con *software* orientativo en un sistema de luz pulsada intensa.

Esta versatilidad le hace también el sistema más complicado de aprender, aunque existen programas predefinidos por el fabricante para disminuir la incidencia de efectos adversos (Fig. 9-7).

Actualmente, existen sistemas que eliminan la porción infrarroja de la emisión para producir menos efectos adversos y sistemas que reutilizan la energía sobrante.

Indicaciones

- Depilación.
- Lesiones vasculares faciales.
- Lesiones pigmentadas (no en tatuajes).
- Rejuvenecimiento no ablativo.

Láseres Q-switched

Son sistemas que emiten en nanosegundos, produciendo el estallido de los pigmentos diana (melanina, tintas de tatuajes, etc.) mediante un efecto fotoacústico debido a las altas energías que se alcanzan en un tiempo mínimo.

Existen en diferentes longitudes de onda (Fig. 9-8):

- 532 nm para pigmentos amarillos, naranjas y rojos.
- 694 nm para pigmentos verdes, azules y también negros.
- 755 nm para verdes, azules y negros.
- 1.064 nm para azules y negros.

Y también existen láseres de polímeros que emiten en longitudes de onda menos conocidas para eliminar pigmentos verdes y turquesas, que actualmente son los más difíciles de eliminar.

Por tanto, la utilidad de estos sistemas es el tratamiento de lesiones pigmentadas tanto epidérmicas (longitudes de onda más cortas) como dérmicas (longitudes



Figura 9-8 Láser de alejandrita Q-switched.

de onda más largas) y de tatuajes de cualquier tipo. El futuro de estos sistemas es el desarrollo de láseres de picosegundos y los láseres de longitud de onda sintonizables.

Láseres continuos

Su emisión es continuada, no pulsada. El más conocido es el láser de dióxido de carbono (CO₂).

El láser de CO₂ continuo se conoce desde la década de 1960. Su longitud de onda es de 10.600 nm, y es absorbido por el agua intra y extracelular. Se utiliza para corte cuando su emisión es focalizada, o para vaporizar si se desfocaliza (Fig. 9-9), y es excelente para la eliminación de lesiones benignas dermatológicas como fibromas, queratosis seborreicas, siringomas, *nevus* intradérmicos, etcétera.

Para *resurfacing* (rejuvenecimiento ablativo) debe emitir en modo súper o ultrapulsado, ya que de modo continuo la difusión del calor o daño térmico sería excesiva.

Otros láseres continuos son el de argón, utilizado antiguamente para lesiones vasculares (cicatrices frecuentes) y el de vapor de cobre (cuasi-continuo).

FOTODEPILACIÓN CON LÁSER Y LUZ PULSADA

La fotodepilación consiste en la eliminación de vello por medio de energía lumínica. Actúa por el principio de **foto-termólisis selectiva**, cuyo objetivo es la eliminación del folículo piloso sin afectar a las estructuras vecinas. Mediante pulsos de luz de alta energía, con longitudes de onda que sean absorbidas selectivamente por el cromóforo diana, se calienta todo el folículo piloso hasta su parte más externa.

El folículo piloso contiene un cromóforo natural que es la melanina. Otros cromóforos presentes en la piel

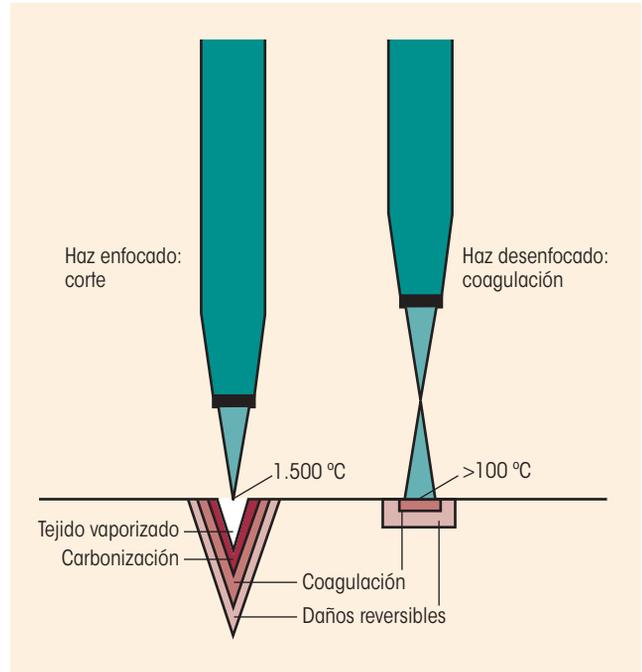


Figura 9-9 Las dos diferentes modalidades del láser de CO₂.

son el agua y la hemoglobina. Los láseres que se emplean para depilación tienen como diana la melanina, y deben emitir una luz con una longitud de onda adecuada para que presente mucha absorción por ésta, pero poca por parte de otros pigmentos.

En la actualidad se desconoce cuál es el lugar específico que se debe destruir para evitar la regeneración del pelo. Algunos estudios afirman que si la destrucción se realiza en la papila y la matriz, lo que se observa es un retraso en el crecimiento folicular, y que si se lesionaran las células madre del área de la protuberancia en la interfase entre la vaina radicular externa y el tejido conectivo se conseguiría una depilación permanente.

Los equipos de depilación láser calientan la melanina del tallo piloso, y el calor se difunde al folículo piloso por completo para lesionarlo de manera irreversible. Si esto no se consigue, el pelo vuelve a salir más claro, más fino y más tarde que con una depilación convencional, debido a una miniaturización del folículo, por lo que se requieren posteriores sesiones. Los equipos más adecuados para depilación son aquellos con una longitud de onda entre el 700 y 1.100 nm debido a que existe absorción por la melanina y penetración de la luz suficiente, además de una escasa interferencia con la hemoglobina.

¿Qué factores condicionan la depilación láser?

Los factores dependientes del paciente son los siguientes:

- **Densidad de melanina del folículo piloso:** al ser la melanina la diana del láser, a mayor concentración de ésta y mayor proximidad a la matriz del pelo, mayor eficacia del tratamiento. Por esta razón, el pelo canoso o poco pigmentado no se depila con láser (Fig. 9-10).
- **Densidad de melanina en la piel:** no debemos olvidar que en la epidermis también existe melanina. Por ello, cuanto más morena es la piel, más difícil es la depilación por el mayor riesgo de presentar efectos secundarios. Es importante determinar el fototipo de piel para seleccionar el láser más adecuado. Los fototipos más altos son los que presentan mayor riesgo de quemadura, por lo que requieren el empleo de láseres de mayor longitud de onda y de duración de pulso largo. Por este motivo se recomienda no realizar sesiones de láser si la piel ha sido expuesta recientemente a radiación ultravioleta (sol o rayos UVA).
- **Grosor del pelo:** cuanto mayor grosor y mayor pigmentación, mayor absorción de energía y mejor depilación. El pelo fino absorbe menos energía y se depila peor.
- **Profundidad del folículo piloso:** es importante considerarla para emplear láseres de mayor o menor penetración. Para pelo más superficial, como el facial, se emplean láseres de longitud de onda más corta, y para pelo más profundo, como la espalda de los varones, se utilizan de longitud de onda más larga.
- **Fase de crecimiento:** se tiende a considerar que la fase de anagén, en la que el pelo es de mayor grosor y está más pigmentado, es la más adecuada para conseguir resultados óptimos. Algunos autores, sin embargo, no han encontrado diferencias de respuesta

al láser entre la fase anagén y la telogén. Por ello, se propone como objetivo del láser las células madre de la protuberancia, que es una zona que se mantiene independiente de los ciclos del pelo.

Los factores dependientes de la luz son:

- **Longitud de onda:** es la banda del espectro electromagnético donde emite cada láser. Se mide en nanómetros (nm). A mayor longitud de onda, mayor penetración en la piel y menor absorción por el cromóforo. Para la melanina, las longitudes de onda próximas al infrarrojo son las más adecuadas (700-1.400 nm).
- **Duración del pulso:** es el tiempo que dura la emisión de energía. Se mide en nano, micro o milisegundos. Actualmente se utilizan pulsos más largos porque se ha observado que es necesario calentar el folículo piloso hasta la porción más externa y no sólo carbonizar el tallo piloso. Al principio se pensaba que la duración de pulso ideal debía estar entre el tiempo de relajación térmica de la epidermis (3-10 ms) y el del folículo piloso (40-100 ms), siendo el tiempo de relajación térmica el tiempo necesario para reducir en un 50 % la temperatura generada por la emisión lumínica sobre el tejido o estructuras donde actúa.

Altshuler ha formulado la teoría ampliada de la fototermólisis selectiva, que calcula el largo de pulso ideal para un *target* a distancia del *heater* considerando el tiempo de difusión de calor desde el *heater* hasta la parte más externa del *target*. El *heater* sería la estructura que absorbe la energía (melanina) y el *target* el objeto que hay que lesionar por el calor (células madre de la protuberancia). Según esta teoría,

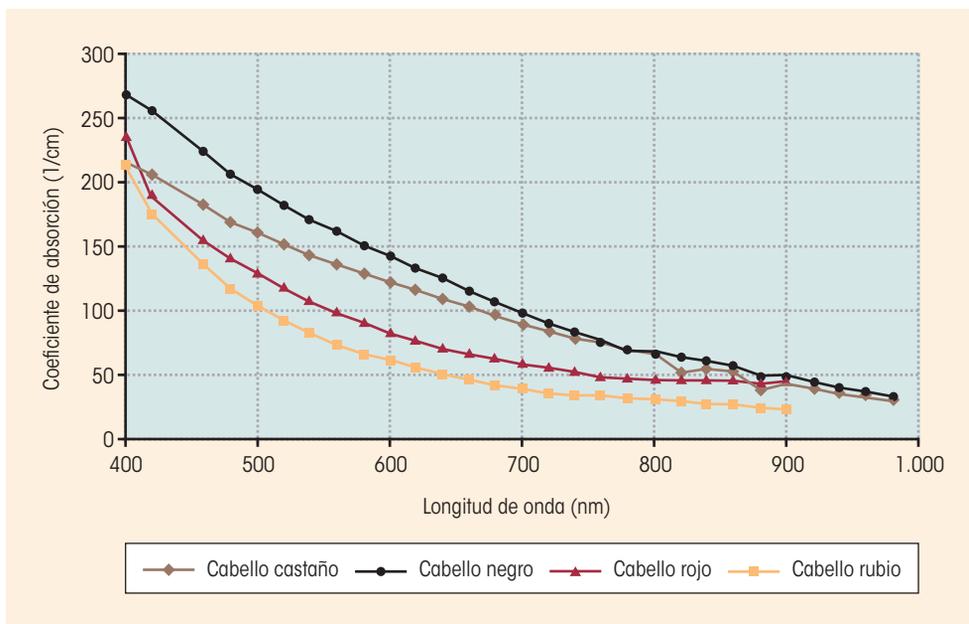


Figura 9-10 Absorción de la luz en función del color el pelo.

el tiempo de daño térmico para un folículo de 200 μm se calcula que es 170 ms.

- **Dosis o fluencia:** es la relación entre la energía aportada y la superficie del haz de irradiación; se mide en julios/ cm^2 . La eficacia es proporcional a la dosis. Si la dosis es muy alta se produce acúmulo importante de calor, y por tanto, una quemadura.
- **Número de pulsos:** la posibilidad de fraccionar la energía en varios pulsos permite aplicar dosis mayores, preservando la epidermis.
- **Intervalo entre pulsos o *delay*:** es el tiempo entre un pulso y otro. A mayor *delay* la epidermis se protege mejor.
- **Tamaño del haz de irradiación o *spot*:** cuanto mayor sea la superficie, mayor penetración y mayor eficacia. Cuando se aplica un *spot* pequeño existe mayor dispersión de los fotones en dirección radial, que no llegan a los bulbos pilosos, y decae la fluencia. Para evitar este efecto de disipación radial, el tamaño de *spot* debe ser más grande que la profundidad de penetración de la luz en el tejido (5-10 mm).
- **Frecuencia de pulsos:** es la rapidez de disparo (número de pulsos por segundo) y contribuye a reducir la duración de las sesiones. Se mide en hertzios.

Láseres para depilación

Láser de rubí

Emite luz roja de 694 nm. En depilación se emplean los de pulsos más largos y menor potencia. Están indicados en fototipos muy claros (I a II), con pelo oscuro. En la actualidad se utiliza ocasionalmente porque el riesgo de quemadura es alto y se ha quedado obsoleto.

Láser de alejandrita

Emite en una longitud de onda de 755 nm. Penetra más que el anterior y puede tratar fototipos más oscuros (hasta fototipo IV sin broncear, especialmente los de pulso más largo). Pueden ser de pulso fijo o variable, y los hay de hasta 18 mm de tamaño de *spot*. Algunos equipos incorporan un sistema de escáner que permite tratar zonas más amplias. Como sistema refrigerante emplean gas, gel o aire frío. Algunos sistemas requieren rasurado de la zona y otros no.

Láser de diodo

Emite en una longitud de onda de 800-810 nm, y permite la variación de la duración de pulso; existen sistemas con pulso ultralargo de 400 ms (muy protector de pieles morenas). Tienen un tamaño de *spot* de 9×9 mm. Se pueden tratar fototipos más oscuros (fototipo V) sin producir lesión de la epidermis, siempre que el pelo sea oscuro. Al tener mayor longitud de onda presentan menor absorción por la melanina, por lo que

se requiere energía más alta. Como sistema de refrigeración presenta en la pieza de mano un cristal de zafiro que está en contacto con la piel. Necesita rasurado.

Sus dos ventajas fundamentales son que permite tratar fototipos oscuros preservando la epidermis, y su pequeño tamaño.

Láser de neodimio-YAG

Emite a 1.064 nm. Esta longitud de onda es poco absorbida por los pigmentos, por lo que permite tratar todo tipo de piel, aunque su eficacia es menor. Al ser menos absorbido por la melanina, requiere el empleo de fluencias altas, aunque permite tratar fototipos oscuros sin riesgo de complicaciones.

Luz pulsada intensa

Emite una luz no coherente modelable. Los pulsos son generados por una lámpara o *flashlamp* pulsado. Mediante filtros se selecciona el espectro más adecuado según la piel y el pelo del paciente. Cuando la piel es blanca y el vello fino se utilizan filtros cortos (590, 615). Si la piel es morena y el vello es oscuro se emplean filtros más largos (645, 695, 755). Se aplica al paciente mediante una guía de cuarzo (Fig. 9-11). Permite utilizar multipulsos y variar la duración de cada pulso y el intervalo entre ellos, de modo que se pueden hacer muchas combinaciones; es un sistema de especial utilidad en el vello facial. La mayoría de los sistemas llevan un *software* incorporado que selecciona automáticamente los parámetros, pero el médico puede modificarlos manualmente. Como sistema de refrigeración utiliza gel (a 4°C) que mejora la distribución de la luz y enfría la epidermis. Es un sistema de gran versatilidad, pero que requiere un mejor aprendizaje de la técnica.

Actualmente, hay sistemas de segunda generación que tienen la ventaja de eliminar el componente infrarrojo innecesario en depilación, con lo cual disminuye la incidencia de quemaduras. Se permite además el contacto directo de la guía de cuarzo con la piel, a diferencia de los sistemas antiguos, que precisaban una buena capa de gel.



Figura 9-11 Fotodepilación con luz pulsada.

Energía electroóptica

En este sistema se suma energía óptica (luz pulsada) a radiofrecuencia bipolar. La energía eléctrica no necesita cromóforo, por lo que en teoría se podrían tratar todos los tipos de pelo, ya que al disminuir la necesidad de energía óptica habría menos quemaduras.

Primero se emite el pulso de luz que precalienta el folículo piloso y después la radiofrecuencia. A pesar de lo interesante del concepto, este sistema no ha tenido mejores resultados que los láseres anteriores.

Super hair removal

Se trata de un nuevo concepto de la depilación en el que se trabaja con el equipo (actualmente con diodo) a bajas fluencias pero a altas frecuencias (10 Hz) realizando múltiples pasadas en la zona para incrementar de manera progresiva la temperatura del folículo piloso y de la piel para evitar las quemaduras. La indicación principal es la depilación de pieles oscuras y bronceadas. Su eficacia depende de la técnica.

Protocolo de tratamiento

1. En la primera visita, un experto lleva a cabo una valoración del paciente, y realiza la historia clínica y la exploración física. Con ello se pretende determinar las características del pelo, de la piel y de la zona que se va a tratar para elegir el láser más adecuado y comentar las posibilidades de éxito.
2. Antes de iniciar el tratamiento se dan al paciente unas recomendaciones sobre el sol, los rayos UVA, cómo realizar la depilación de la zona entre las sesiones, el uso de cremas fotoprotectoras, etcétera.
3. Se realizan fotografías y se delimita el área que se va a tratar.
4. En algunos casos es necesario rasurar la zona previamente a la aplicación del láser (no recomendado en tratamientos faciales).
5. Durante el tratamiento, tanto el personal sanitario como la paciente usarán unas gafas protectoras.
6. El intervalo entre sesiones, al inicio del tratamiento, es de aproximadamente 6 semanas para tratamientos faciales y 2-3 meses para corporales. En sesiones sucesivas será el médico el que determine el espacio entre las sesiones.
7. Los tratamientos son supervisados por un médico, que decidirá la fluencia que se ha de aplicar, para lo cual es muy aconsejable realizar una prueba.
8. En ocasiones, el médico puede recomendar la aplicación de un anestésico tópico si la zona es sensible y de gran densidad folicular.
9. El número de sesiones necesarias dependerá de varios factores, como el color de pelo, de la piel y de la zona que se va a tratar.
10. Durante la sesión es normal notar cierta molestia en forma de quemazón, pinchazos o leve dolor, y una vez acabada la sesión se aprecia un eritema que puede persistir durante algunos días.
11. En algunas ocasiones, y si el pelo es muy grueso, el enrojecimiento se concentra alrededor del pelo, produciéndose lo que se denomina edema perifolicular. Este efecto es transitorio, y es signo de que la depilación ha sido eficaz, aunque no siempre aparece.

Contraindicaciones

Contraindicaciones absolutas

- Fototipo VI.
- Piel bronceada en el mes anterior.
- Fotosensibilidad (aunque realmente los pacientes con problemas tras la exposición solar muestran reacción frente al espectro ultravioleta y no frente al visible e infrarrojo, que es el que emiten todos los sistemas de fotodepilación; por ello, se recomienda realizar una prueba para asegurarse).
- Tratamiento con isotretinoína.
- Área con enfermedad cutánea.
- Área ocular.

Contraindicaciones relativas

- Fototipo IV-V.
- Embarazo y lactancia.
- Historia de queloides.
- Herpes recidivante.
- Áreas recién depiladas por avulsión.
- Diabéticos no controlados, personas inmunodeprimidas.

Efectos adversos

- Dolor.
- Eritema.
- Edema.
- Quemadura, que puede ser superficial y transitoria, o de segundo grado con ampollas, costras (Fig. 9-12), y que deja cambios pigmentarios. En el peor de los casos, puede ser profunda y que el tejido tenga que curar por segunda intención y deje finalmente una cicatriz.

Las causas de las quemaduras suelen ser:

- Fototipo alto o piel bronceada.
- Falta de refrigeración suficiente.
- Defecto de técnica (superposiciones, pieza de mano oblicua en vez de perpendicular).
- Alta densidad folicular (en la barba, por ejemplo, se absorbe mucho calor porque hay mucho pelo contiguo, lo cual se traduce en mucha tem-



Figura 9-12 Quemadura por depilación con láser de alejandrita en paciente bronceada.

peratura en la piel con el resultado de epidermolísis).

- Mala indicación que precisa altas energías.
- Pigmentación postinflamatoria: se trata de un eritema intenso postratamiento, que al remitir deja una hiperpigmentación verdosa (Fig. 9-13), resistente a los despigmentantes, que remite espontáneamente tras un período de tiempo muy largo. Generalmente está causada por criógeno.
- Brotes acneiformes y foliculitis.
- Herpes labiales: se aconseja profilaxis.
- Edema folicular persistente y pruriginoso que requiere tratamiento antiinflamatorio.
- Eliminación de lesiones pigmentadas y/o tatuajes.
- Problemas con la crema anestésica.
- Vello paradójico: se observa crecimiento de pelo en las zonas limítrofes a la zona tratada. Se da en regiones con un microambiente hormonal que predisponga a ello. Se cree que las bajas energías tienen un efecto estimulador más que depilador.

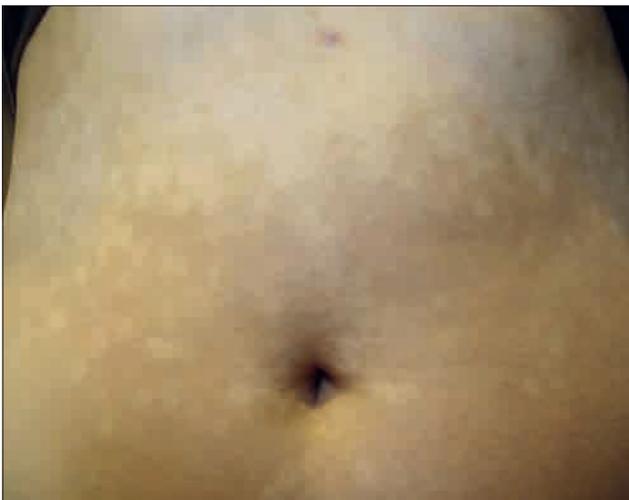


Figura 9-13 Hiperpigmentación secundaria a depilación láser sin quemadura previa.

■ LÁSERES PARA REJUVENECIMIENTO ABLATIVO, NO ABLATIVO Y FRACCIONALES

Son láseres creados para eliminar de manera controlada capas de la piel con el fin de estimular la formación de una piel nueva y mejorar el fotoenvejecimiento, las cicatrices de acné... Se suele denominar *resurfacing* cutáneo.

Cuando la energía láser es absorbida por la piel, ésta se calienta. Las primeras capas de células se calientan pero el calor es conducido por las capas subyacentes, que sufren el denominado **daño térmico**. Éste es el responsable del calentamiento del colágeno, que produce el beneficioso efecto de contracción de la piel y el estímulo posterior de formación de fibras nuevas. Si el daño térmico es excesivo, puede producir alteraciones de la cicatrización, por tanto ha de ser controlado (Fig. 9-14).

Tipos de láseres ablativos

Los láseres ablativos por excelencia son el láser de CO₂ súper o ultrapulsado (10.600 nm) y el de erbio-YAG. Este último es un láser que emite a 2.940 nm, y es absorbido diez veces más por el agua que el láser de CO₂, lo que condiciona un mayor poder ablativo y una menor difusión del calor a niveles profundos.

Las ventajas del láser de erbio-YAG con respecto al láser de CO₂ son:

- Menor efecto carbonizante y menor daño térmico.
- Aplicación en áreas de riesgo: cuello, manos...
- Aplicación en pacientes de riesgo: pieles fototipos IV y V.
- Menor riesgo de hipo e hiperpigmentación, cicatrices, etcétera.

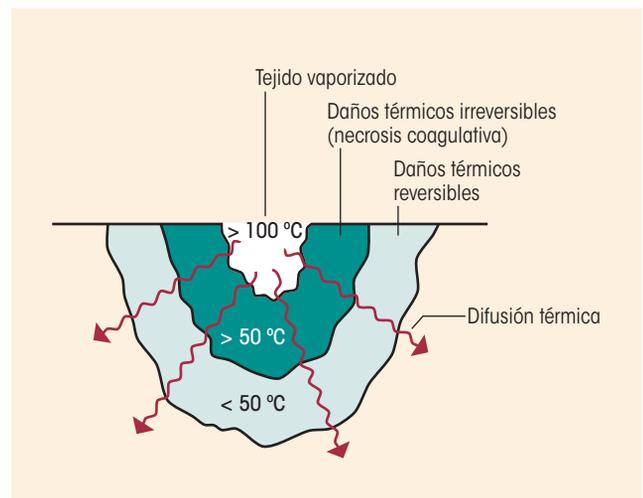


Figura 9-14 Láser ablativo. Difusión térmica desde el punto de aplicación.

- Ablación más controlada, que resulta muy útil en principiantes.
- Menor tiempo de recuperación.
- Menor eritema y reepitelización más temprana.
- Menor dolor.
- Menor diferencia entre zonas tratadas y no tratadas.

En cuanto a los inconvenientes del láser de erbio-YAG, éstos son:

- No coagula, por lo que a veces el sangrado es incómodo.
- Se produce un menor daño térmico que estimule la síntesis de colágeno.
- Es necesario dar más pases para profundizar.
- Tiene lugar una retracción inferior de la piel.
- Se observa un menor grado de mejoría en arrugas profundas.

Indicaciones del *resurfacing*

- Fotoenvejecimiento (ideal en las regiones con alto grado de elastosis y regiones peribucal y periocular) (Fig. 9-15).
- Retracción de la piel del párpado posblefaroplastia transconjuntival.
- Cicatrices atróficas: varicela, acné, etcétera.
- Cicatrices traumáticas.
- Queilitis actínicas.
- Queratosis actínicas y lentigos.

Contraindicaciones

- Enfermedad psiquiátrica o falsas expectativas.
- Uso de isotretinoína oral en los seis meses anteriores.
- Enfermedades inmunológicas o del colágeno.
- Dermatitis o infección aguda.
- No compromiso de fotoprotección.
- Historia de queloides (relativa).
- Ectropión (para *resurfacing* periocular).
- Fototipos muy altos.

Consideraciones pretratamiento

- La crema de tretinoína un mes antes del *resurfacing* parece que incrementa la síntesis de colágeno, fibronectina y mucopolisacáridos y prepara la piel al hacerla más homogénea.
- El uso de hidroquinona puede disminuir el riesgo de hiperpigmentación en las pieles más oscuras, aunque en muchas ocasiones ésta es inevitable.
- Profilaxis herpética en pacientes con recidivas frecuentes.
- Y lo más importante: hay que dar al paciente información completa del proceso de curación y de los riesgos inherentes a la técnica.



Figura 9-15 A) Arrugas peribucales con alto grado de elastosis solar. B) Tras *resurfacing* clásico con láser de CO₂.

Técnica

- La piel debe prepararse con un antiséptico como la povidona yodada, evitando los derivados alcohólicos por su capacidad inflamable y la clorhexidina, que resulta inflamable y tóxica para el ojo.
- Los ojos del paciente deben protegerse con unas gafas especiales o con lentillas no reflectantes, y los dientes con gasa empapada.
- Hay que dibujar con rotulador las arrugas, cicatrices, etcétera.
- El grosor de la piel debe evaluarse en el preoperatorio, observando las diferentes áreas anatómicas, ya que se deben realizar pocos pases en las zonas más finas y más en las más gruesas.
- Se realiza un primer pase sobre las arrugas o cicatrices de los hombros. Posteriormente, y dependiendo del objetivo marcado, del sistema elegido y de los parámetros empleados, se realizan más o menos pases por toda la cara. El color que se observa tras los sucesivos pases puede ayudar a determinar el nivel cutáneo alcanzado. Así, un color rosado-rojizo indica desepitelización; el color se torna de un gris homogéneo cuando se alcanza la dermis papilar profunda, y se vuelve amarillo si se llega a la dermis reticular.

- Cuando se realiza un tratamiento panfacial, es preciso introducirse un poco en la línea de implantación del pelo y hacer un pasada suave en los límites con la piel no tratada, para que la transición cara-cuello no sea muy brusca.

Cuidados postoperatorios

El postoperatorio es tan importante como la técnica misma, y debe perseguir el mayor confort para el paciente y los mejores resultados.

Inmediatamente, tras la realización del *resurfacing*, el paciente experimenta un intenso quemazón y edema, sobre todo en la región periorbitaria. La aplicación de vaselina filante o de un apósito oclusivo reduce el dolor y la pérdida de agua. Además, la aplicación de frío en bolsas especiales también produce alivio y disminuye el edema.

Es importante mantener la herida húmeda, ya que las heridas húmedas epitelizan antes que las secas debido a que las costras duras de la superficie interfieren en el proceso de migración de los queratinocitos.

Existen dos opciones:

- Método abierto con fomentos, pomadas o ungüentos que ablandarán las costras y mantendrán húmedo el lecho.
- Método cerrado con membranas biosintéticas.

La limpieza se realizará con suero, agua con vinagre o jabón suave.

En los días siguientes el paciente ha de ser revisado cada 48 horas para supervisar la epitelización y detectar efectos adversos. Una vez que la piel haya cicatrizado, debe iniciarse la fotoprotección, puede cambiarse a cremas menos grasas y permitirse el maquillaje. Es importante iniciar el tratamiento cosmético de forma gradual por si existiera alguna intolerancia. A las tres semanas se puede comenzar un tratamiento despigmentante. La protección solar debe mantenerse hasta seis meses después de la intervención.

Complicaciones

- Eritema prolongado: el eritema es la traducción visible de una piel en recuperación, y es más intenso cuanto mayor sea la agresividad del tratamiento. Puede durar hasta seis meses. El tratamiento es la paciencia, la eliminación de irritantes, la vitamina C y el camuflaje.
- Hiperpigmentación: aparece en el 20-30 % de las pieles de fototipo III y casi en el 100 % de las de fototipo IV en la tercera semana *postresurfacing* y suele durar de 3 a 4 meses, aunque puede mejorar antes con el uso de despigmentantes. Es importantísima la correcta fotoprotección.
- Hipopigmentación: aparece muy tarde (6-12 meses), y es más frecuente en el cuello, las manos y el

tronco en cualquier tipo de piel. Tiene mal pronóstico.

- Dermatitis de contacto: al ser una piel desprotegida, el 65 % de los pacientes sufre una dermatitis irritativa por antibióticos tópicos, despigmentantes y emolientes. Ante la sospecha (eritema, picor, dolor, etc.) hay que suspender todos los tratamientos y aplicar sólo vaselina y corticosteroides en pomada o ungüento.
- *Milium* y acné: suelen aparecer habitualmente entre la tercera y la sexta semanas. El proceso reparativo *per se* produce los *milium*, mientras que el acné se ve favorecido por las cremas tan grasas que se utilizan y requiere antibióticos tópicos y/o doxiciclina oral y cosmética *oil-free*.
- Infecciones: la más frecuente es la recidiva herpética, que se sospecha ante la aparición de erosiones dolorosas puntiformes y eritema. No se observan vesículas, ya que no existe epidermis. Aparece en un 5 % de pacientes sin antecedentes de herpes. Su presencia aumenta el riesgo de cicatrices y se previene mediante profilaxis antiviral. Más raras son las infecciones bacterianas por grampositivos o gramnegativos y por *Candida*.
- Cicatrices hipertróficas: su incidencia ha disminuido con los nuevos láseres, ya que se produce por el daño térmico y por la excesiva profundidad del tratamiento. Son más habituales en las regiones perioral, periorcular y mandibular, y se sospechará por eritema y prurito. Precisa corticoides tópicos o intralesionales y/o parches de silicona.
- Ectropión: en pacientes con blefaroplastia previa o tratados en exceso en la región periorbitaria. Requiere cirugía o corticoides.

Láseres ablativos fraccionados

Debido al largo período de recuperación y al riesgo de efectos adversos inherente a los láseres ablativos, surgieron los sistemas ablativos fraccionados, tanto en la modalidad CO₂ como erbio-YAG. Estos sistemas emiten en columnas dejando puentes de tejido indemne que aceleran la reepitelización. Las indicaciones son las mismas: rejuvenecimiento, cicatrices de acné y patología cutánea benigna.

Las características de estos sistemas son:

- Rapidez.
- Epitelización más rápida que los clásicos.
- Versatilidad (tratamiento «a la carta»).
- Buena correlación: agresividad, tiempo de baja post-tratamiento y eficacia.
- Buenos resultados en arrugas leves y moderadas; las más severas y de gran elastosis requieren tratamientos con altas energías y mayor densidad de columnas.
- Son seguros en regiones extrafaciales.



Figura 9-16 A) Paciente con marcas de acné y acné activo. B) Tras cuatro sesiones con láser fraccionado no ablativo a 1.540 nm.

Láseres no ablativos fraccionados

Suelen ser láseres que emiten en el infrarrojo cercano (1.440-1.550 nm), cuya diana es el agua dérmica y que emiten en minúsculos haces que penetran en la piel a modo de profundas columnas térmicas hasta la dermis profunda. Estas columnas térmicas producen heridas microscópicas separadas por tejido circundante sano, que se reparan rápidamente remodelando la piel tratada.

Al contrario que los rejuvenecimientos tradicionales con los láseres de CO₂ y erbio-YAG, que arrasan completamente la capa superior de la piel, el rejuvenecimiento fraccional deja el estrato córneo intacto y trata un porcentaje de la piel en cada pase, permitiendo que el tejido intacto ayude en la rápida recuperación de las células dañadas. Estos láseres son altamente versátiles y muchos sistemas pueden modificar la agresividad del tratamiento.



Figura 9-17 Eritema-edema transitorios tras una sesión de láser fraccionado no ablativo.

Indicaciones

- Rejuvenecimiento no ablativo.
- Lesiones pigmentadas, incluidos lentigos y melasma (se obtiene un peor resultado que otros métodos más selectivos).
- Cicatrices de acné y quirúrgicas (Fig. 9-16).
- Mejoría del acné y de la seborrea facial.
- Estrías.

Técnica

- Crema anestésica.
- Enfriamiento de la zona (con zafiro, chorro de aire frío).
- Varias pasadas por área.
- Se realizan 3-5 sesiones cada 2-4 semanas.
- Se puede usar en cualquier localización.
- Después del tratamiento se aplica crema calmante y protección solar.

Efectos adversos

- Edema transitorio y eritema variable durante 2-3 días que no requiere baja, ya que parece una quemadura solar (Fig. 9-17).
- En ajustes más agresivos pueden aparecer descamación y alguna costra.
- Sequedad cutánea (bueno en la hiperseborrea).
- Hiperpigmentación.
- Brote de acné.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Lasers Surg Med.* 2010; 42: 93-104.
- Alexiades-Armenakas MR, Dover JS, Arndt KA. The spectrum of laser skin resurfacing: Nonablative, fractional, and ablative laser resurfacing. *J Am Acad Dermatol.* 2008; 58: 719-37.

- Barlow RJ, Hruza GJ. Lasers and light tissue interactions: lasers and light. Philadelphia: Saunders (Elsevier); 2005; p. 978-81.
- Cisneros JL, Trelles MA. Láser y terapéutica en medicina y cirugía cutánea. Barcelona: Ed. Centro de Documentación Laser, S.A.; 1987.
- Cisneros JL, Camacho Martínez F, Trelles MA. Láser en dermatología y dermocosmética. Madrid: Aula Médica; 2008.
- Dierickx CC, Grossman MC. Laser hair removal, lasers and lights. En: Goldberg DJ (ed.). 2005; p. 61-6.
- Goldman MP, Fitzpatrick RE. Cutaneous laser surgery. The art and science of selective photothermolysis. St. Louis, MO: Mosby-Year Book; 1994. p. 198-258.
- Liew SH. Laser hair removal: Guidelines for management. Am J Clin Dermatol. 2002; 3: 107-15.
- Nanni CA, Alster TS. Complications of cutaneous laser surgery. Dermatol Surg. 1998; 24: 209-19.
- O'Shea DC, Callen WR, Rhodes WT. Introduction to lasers and their applications. Menlo Park (CA): Addison-Wesley Publishing Co.; 1978.
- Rinaldi F. Laser: a review. Clin Dermatol. 2008; 26: 590-601.
- Savant SS. Laser hair removal: Text book of dermatosurgery and cosmetology. Publisher ASCAD; 2005; p. 457.
- Tierney EP, Kouba DJ, Hanke CW. Review of fractional photothermolysis: treatment indications and efficacy. Dermatol Surg. 2009; 35: 1445-61.

ENLACES DE INTERÉS

<http://www.monografias.com/trabajos/laser/laser.shtml>