

Láser y Luz Pulsada en Dermatoestética

Dr. Fabián Pérez Rivera

Ya han pasado más de 40 años desde el día que se realizó la primer implementación clínica de un láser en medicina con fines terapéuticos. El progreso tecnológico de la última mitad de siglo no dejó de lado al láser; hemos visto absortos como día a día aparecen nuevos equipos y nuevas tecnologías que permiten resolver o simplificar lo que hasta ayer en medicina era imposible de alcanzar, o por lo menos dificultoso.

Ya nadie duda de que los láseres tienen un papel fundamental en la medicina actual, y más aún, nadie puede predecir los límites que esta tecnología alcanzara en los años venideros.

Historia de la Tecnología Láser

La primera mención del término láser data del siglo I. Plinio, el historiador griego, nombró así a una planta herbácea de las costas del mar Mediterráneo que tenía propiedades curativas.

La actual palabra láser es un acrónimo para: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (amplificación de luz por la emisión estimulada de radiación).

El principio fundamental de la acción láser (emisión estimulada) fue descrita por Einstein en 1917 al mismo tiempo que desarrollaba la teoría de mecánica cuántica.

En 1954 Charles Townes logró la primer demostración práctica de éste principio: logro la emisión estimulada de radiación en el sector microonda del espectro electromagnético a partir del amoníaco. Este instrumento fue conocido como MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

En 1958 Townes y Schawlow propusieron extender los principios de la operación MASER a elementos que operasen en los rangos infrarrojos y visible del espectro electromagnético.

En 1960, Theodore Maiman estimulo mediante una lámpara de destello un cristal de rubí obteniendo luz láser roja con una longitud de onda de 695 nanómetros (0,69 metros). Un año después, se le empezó a dar una aplicación en medicina, siendo usado como fotocoagulador en las cirugías oftalmológicas.

No fue hasta 1995 que un ingeniero israelí, Shimon Ekhouse, tratando de lograr mayor eficacia en el tratamiento de lesiones dermatológicas, obtuvo una emisión estimulada de radiación con múltiples y variadas longitudes de onda. Nace así una nueva tecnología multiláser llamada Luz Pulsada (Intense Pulsed Light).

Principios Físicos Lumínicos

Toda luz, así como la conocemos, es parte del espectro electromagnético (figura 1). El fotón es una unidad o quantum de energía de una onda luminosa o de otra onda electromagnética. Cuando un fotón se mueve a través del espacio, el campo eléctrico oscila en un plano. La distancia que recorre un fotón a través de una oscilación completa es una longitud de onda. Un campo magnético oscila perpendicular al campo eléctrico. Así, los fotones representan la cantidad de energía electromagnética.

La longitud de onda es la distancia recorrida por un cuarto de energía en una oscilación completa de la onda electromagnética, y corresponde al espacio recorrido entre cresta y cresta de la onda, que equivale a un ciclo de la misma. Se mide en nanómetros (figura 2).

A través de la excitación de determinados elementos sólidos, líquidos y gaseosos, los átomos que los componen son elevados desde su estado basal a uno de mayor energía. Una vez que esa energía es absorbida, los átomos retornaran espontáneamente a su estado basal y entonces liberaran la energía absorbida. A este fenómeno se denomina "emisión espontánea de radiación". Un átomo puede ser llevado a un estado de excitación luego de interactuar con un fotón de idéntica longitud de onda. El fotón que es emitido durante el retorno del átomo a su estado basal viajará entonces en la misma dirección y en la misma fase que el fotón energizado. Este fenómeno se

denomina "emisión estimulada de radiación". En condiciones adecuadas se logra una reacción en cadena que resulta en una sumatoria de fotones energizados.

Un equipo láser es un aparato que se compone de un medio activo, ya sea gaseoso, líquido o sólido, encerrado en el interior de una cavidad resonante limitada por un par de espejos planos y paralelos, uno perfectamente especular y otro semitransparente. Cuando la mayoría de los átomos o moléculas son excitados y elevados a un nivel de energía estable, se produce en el interior de la cavidad el efecto láser; es decir, una amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación. Parte de esta luz se escapa al exterior a través del espejo semitransparente en forma de pulsos o continua (figura 3).

Para lograr una acción sobre un elemento determinado esta energía lumínica debe ser absorbida por los componentes de ese elemento. Por lo tanto si un elemento no absorbe esta energía en forma de luz no se producirían cambios en ella; denominamos a ésta característica como principio de selectividad. En este principio se basa la utilización de tecnología láser y luz pulsada para uso médico. La energía lumínica puede ser dirigida hacia la sustancia o tejido que la absorbe sin afectar a los tejidos circundantes que no la absorben.

Aunque los tipos de láseres de uso médico son capaces de producir luz dentro de un espectro amplio que abarca desde el ultravioleta al infrarrojo, la gran mayoría actúa dentro del espectro de luz visible y parte del infrarrojo (figura 4).

La energía láser se caracteriza por la emisión de fotones con una misma longitud de onda (Ej.: láser rubí longitud de onda de 695 nanómetros). Esta característica determina que el láser sea continuo, monocromático, colimado, coherente, con luminosidad focalizada y con un alto grado de scattering. A diferencia de la energía láser, la energía emitida por un equipo de luz pulsada es discontinua, policromática, no colimada, incoherente, con punto focal grande y con grado bajo de scattering.

El término coherente se utiliza en la física óptica para expresar el grado de monocromaticidad, convergencia y colimación, características de la energía láser. Todas las ondas de rayo están perfectamente ordenadas en el espacio y correlacionadas en tiempo (Ej.: soldados de una misma altura desfilando con el mismo paso y al mismo tiempo).

El término incoherencia define la capacidad de la luz pulsada de emitirse en forma policromática, divergente y no colimada. Todas las ondas de rayo se emiten en forma desordenada y en diferentes direcciones (Ej.: alumnos de primaria saliendo al recreo desde un aula escolar) (figura 5).

El scattering es la capacidad de dispersión que sufren los fotones incidentes sobre el tejido, debido al choque con un medio de distinta densidad. El fotón cambia de dirección en su trayectoria. Este fenómeno junto a la absorción propia del tejido determina la Atenuación. Este efecto se manifiesta en láseres y equipos de luz pulsada. Teniendo en cuenta esto, el tamaño del spot que irradia al tejido determinara:

- Homogeneidad del tratamiento
- Profundidad (si consideramos que las longitudes de onda que se irradian son iguales).

Así un spot chico (como el de los láseres) dará una superficie heterogénea y poca profundidad. Cuando el spot es grande (como el de la luz pulsada) la superficie tratada quedara más homogénea y se alcanzara mayor profundidad de acción.

El tipo de energía láser y luz pulsada es no ionizante, a diferencia de la emitida por los equipos de radioterapia que es energía ionizante. La energía de los fotones de los rayos x es mucho mayor que la de los fotones de luz visible. Esta mayor energía provoca, al interactuar con la materia, que los electrones sean arrojados del átomo que él golpea. Estos electrones de alta energía se mueven

a través de los tejidos pudiendo provocar cambios secundarios en las células adonde arriben alterando su material genético, llevando así a la posibilidad de anomalías.

La radiación de luz láser o luz pulsada generalmente causan solamente un aumento en la energía del electrón sin ionización, lo cual resulta en calentamiento o en la emisión de luz secundaria llamada fluorescencia. Solo producen efectos locales sin secuelas. El grado del daño térmico en los tejidos depende de la magnitud de la temperatura, el volumen del tejido afectado y el tiempo o duración de exposición del tejido a una temperatura determinada.

Interacción del Láser con los Tejidos

Para que la luz láser produzca un efecto en los tejidos, fundamentalmente la piel, debe ser absorbida por algún componente de los tejidos. Los elementos cromóforos en la piel son la hemoglobina de los vasos dérmicos y la melanina incluida dentro de los melanosomas producidos por los melanocitos. A estos dos elementos debemos agregar al agua intracelular que capta algunas longitudes de onda dentro del espectro infrarrojo.

Un cromóforo es una célula o elemento con afinidad por longitudes de onda lumínicas. Un haz monocromático, luz láser, es captado por un único cromóforo; ésta característica lo hace muy selectivo sobre el elemento a tratar. Un haz policromático, luz pulsada, es captado por diferentes cromóforos afines a diferentes longitudes de onda o colores; esto aumenta el espectro terapéutico pudiendo ser captado por diferentes cromóforos pero con menor especificidad (tabla 1).

Las diferentes longitudes de onda de los equipos láseres además de tener una mayor especificidad por determinado cromóforo, también tienen una mayor o menor acción según a la profundidad que se encuentre ese cromóforo dentro de algún tejido (la piel). Mientras que el láser de KTP (532 nanómetros) actúa preferentemente sobre lesiones vasculares superficiales (teleangiectasias), el láser de Nd:YAG (1064 nanómetros) actúa preferentemente sobre lesiones vasculares profundas (hemangiomas). Por otro lado mientras el diámetro del vaso a tratar determinara que tipo de láser sería más conveniente usar (Ej. el Dye Laser de 585 nm. actúa preferentemente sobre vasos menores a 0,2 mm. de diámetro), la luz pulsada puede abarcar vasos con diámetros entre 0,1 a 3 mm. de diámetro y con profundidades variadas (figura 6).

Los equipos emisores de luz pulsada y los láseres pulsados deben su nombre a que tiene la posibilidad de emitir energía que divide su acción en el tiempo en forma de pulsos. Esta emisión se puede graficar como una serie de mesetas y valles: en la meseta se produce el calentamiento del elemento cromóforo y en el valle se produce enfriamiento. La suma de mesetas logra un efecto sumatorio de energía calórica sobre el cromóforo. El mayor o menor tiempo de duración del valle se ve reflejado en un mayor o menor tiempo de relajación térmica. Definimos así al tiempo requerido por un tejido para que se enfríe a un 50% de la temperatura alcanzada inmediatamente luego de la exposición a una fuente calórica, sin conducir el calor al tejido circundante. Este fenómeno permite a la luz pulsada y a los láseres pulsados asegurarse un mayor tiempo de relajación térmica del elemento (la piel) que se encuentran entre el haz de luz y el cromóforo (Ej. la hemoglobina dentro del vaso sanguíneo) evitando así mayores efectos adversos o colaterales.

Tabla 1

OBJETIVO	LASER	LONGITUD DE ONDA	LUZ PULSADA Filtros de Corte
Hemoglobina	Dye	577 y 585	570/590
	Cooper vapor	578	570
	Kriptón	568	550
Hemoglobina/Melani na	Krypton	521 y 530	515/550
	Cooper vapor	511	515

	Argon	488 y 514	515
Melanina	Dye (TLDL)	510	515
Melanina y Tatuajes	Rubí	694	645/695
	YAG doble frecuencia	532	515/550
	Alejandrita	755	695
Proteínas y Tatuajes	Diodo	810	755
	Nd:YAG	1064	755

Tabla 1: Comparación entre la especificidad de elementos objetivos (target) de cada láser en particular y su correspondiente longitud de onda, con el filtro de corte que lo reemplazaría en un equipo de LP. La tabla de los equipos láseres fue tomada de Gregory.

Tipos de Láseres Medicinales

Espectro Ultravioleta Lejano

Luz Pulsada (Clear Acne ®)

Este equipo que trabaja en el espectro de las radiaciones ultravioletas con una longitud de 420 nm. Es utilizado en dermatología por su demostrada acción en el tratamiento de acné agudo.

Espectro Luz Visible

Láser de Argón

Genera luz azul-grisácea en la gama de los 488-514 nm de longitud de onda. Opera en modo continuo entregando un total de 30 watts. Su principal uso se encuentra en oftalmología (fotocoagulación) y en dermatología (angiomas planos y hemangiomas).

Láser de Vapor de Cobre

Este láser opera con una longitud de onda de 578 nm. Cuando el metal es calentado hasta el estado gaseoso se libera la energía pulsante. Su mejor uso es para el tratamiento de los angiomas planos.

Neodimio de Frecuencia Duplicada: YAG láser (KTP)

Emite luz verde en los 532 nm y entrega un total de 20 watts. Resulta útil para la remoción de tatuajes de colores claros y lesiones pigmentarias o vasculares superficiales, especialmente las teleangiectasias.

Láseres de Colorante Pulsado

Se diseñó en los años ochenta con un rango de 577 nm, luz amarilla. Para poder obtener mayor penetrancia se lo modificó y se obtuvo longitudes de onda en 585 nm. Su principal cromóforo es la hemoglobina intravascular superficial.

Láser Rubí

El primer láser creado a partir de un elemento sólido y el primero en utilizarse en dermatología. Genera luz roja pulsada a 694 nm. Sus principales cromóforos son la melanina y el carbón del pigmento de los tatuajes, especialmente los tatuajes oscuros y los amateurs con tinta china. Puede actuar también en lesiones pigmentarias más profundas (Ej. melasma-cloasma) y en fotodepilación de pelos castaños claros.

Láser de Alejandrita

Este láser tiene longitudes de onda dentro del rango de los 755 nm. Su principal uso es en la fotodepilación de pelos castaños oscuros y en tratamiento de tatuajes con colores negro, verde y azul.

Espectro de Luz No Visible

Láser de Diodo

Tecnología aplicada desde hace varias décadas en la electrónica y la computación y desde hace 10 años aplicada a la tecnología láser. Están en las longitudes de onda 810nm y 980 nm. Presentan mayor afinidad por la hemoglobina y poca por la melanina. Se puede aplicar en medio acuoso. Son láseres de estado sólido. Esto se refiere a los componentes con los que están fabricados, precisamente los diodos (son componentes electrónicos con propiedades específicas). No tienen partes que se rompan como los demás láseres, por lo que tienen un bajo mantenimiento. Pueden ser transmitidos por fibra óptica, por lo que son ampliamente usados en cirugía endoscópica (neumonología, otorrinología, flebología) como así también para patologías dermatológicas.

Neodimio: Itrio-Aluminio-Granate (Nd:YAG)

El láser de Nd:YAG produce luz en el espectro del infrarrojo cercano (1064 nm – 1320 nm). Es menos dispersa y tiene penetración profunda en piel. Puede alcanzar los 100 watts de potencia. Cuando se utiliza en interrupción Q se producen pulsos cortos y de mayor intensidad. Es útil para tratar lesiones profundas pigmentarias y vasculares, teleangiectasias, varicosidades, fotodepilación de pelos negros. Puede ser usado en pieles oscuras (Fitzpatrick IV-V) y tatuajes negros. También puede ser absorbido en parte por el agua intracelular y extracelular; en base a esto último es utilizado para la remodelación cutánea no ablativa.

Láser de Holmio

Se haya en el espectro infrarrojo, a 2140 nm. Es energizado por una lámpara de flash y entrega 25 watts. Alta afinidad por el agua. Es muy usado en cirugías traumatológicas para tratar la cápsula sinovial y las superficies articulares.

Láser Excimer

Utiliza gases halogenados y emite luz ultravioleta de 193 a 351 nanómetros. Entrega pulsos de alta energía con penetración precisa. Se utiliza para remover elementos superficiales y en oftalmología para realizar las queratotomias con remodelación de la superficie corneana.

Láser de Dióxido de Carbono

Es uno de los láseres más antiguos y con mayor uso. Emite luz en la parte media del espectro infrarrojo con una longitud de onda de 10.600 nm que es absorbida con precisión por el agua intra y extracelular que se encuentra en los tejidos blandos, incluida la piel. Entrega de 100 a 500 watts. Tiene poca penetrancia pero con alta energía. La absorción de esta energía transforma el agua en vapor (modo de vaporización), provocando una lesión térmica controlada, utilizándose para el tratamiento del envejecimiento cutáneo, secuelas de acné y para eliminar tumores cutáneos benignos. En el modo escisional tiene la capacidad de sellar vasos sanguíneos a medida que el tejido es cortado evitando a la vez hemorragias y siendo de amplio uso en cirugías palpebrales.

Láser de Erbio:YAG

De aparición más reciente que el de dióxido de carbono, consigue longitudes de onda de 2940 nm (infrarrojo medio). Tiene una penetración 20 veces menor que la del láser de dióxido de carbono y por lo tanto con una acción más superficial (epidermis y dermis papilar). Como produce menos ablación y lesión térmica, la epitelización es más rápida y sus efectos secundarios también son menores. Puede trabajar en pieles más oscuras que el dióxido de carbono (hasta Fitzpatrick V) y en localizaciones prohibitivas para el láser de dióxido de carbono como el cuello y el tórax. Pero también al tener menor efecto térmico sus desventajas pasan por poca estimulación en la producción del colágeno con menor eficacia en el tratamiento de arrugas y surcos; además no coagula la sangre impidiendo que su acción sea más profunda.

Espectro Luz Visible + Luz No Visible

Luz Pulsada (IPL – Intense Pulsed Light)

Es creada en 1995. Es un tipo de energía lumínica que abarca las longitudes de onda entre los 500 y los 1200 nanómetros del espectro electromagnético, abarcando todo el sector de luz visible y parte del infrarrojo (figura 7).

Esta gran variedad de longitudes de onda se logra a partir de la estimulación de un gas raro común en la atmósfera, el Xenón.

Las 700 longitudes de onda que posee son emitidas a través de filtros de corte que le dan la posibilidad al operador de seleccionar que longitudes de onda va a dejar actuar en base a los diferentes cromóforos que puede actuar (hemoglobina-melanina-pigmentos exógenos-agua) y a la diferente profundidad a la que se encuentra el elemento dentro del espesor de la piel.

Tratamiento de las Lesiones Pigmentarias

La pigmentación normal de la piel se halla influida por la cantidad de melanina, por el grado de vascularización, por la presencia de caroteno y por el grosor de la capa córnea. La cantidad de melanina producida se halla influida por factores genéticos, por la intensidad y longitud de onda de la luz ultravioleta recibida, por la cantidad secretada de hormonas estimulante de los melanocitos y por el efecto de productos químicos estimulantes, tales como los furocumarínicos (psoralenos).

La discromia o pigmentación anormal de la piel puede ser por exceso de pigmentación (melanodermias, hemosiderosis y discromias por pigmentos exógenos) o por el déficit de pigmentación (vitiligo, albinismo y lesiones hipomelánicas adquiridas).

Solo nos referiremos a las hiperpigmentaciones localizadas benignas adquiridas que son aquellas factibles de ser tratadas con tecnología láser y que vemos en la tabla 2, las cuales podemos dividir en melanodermias, hemosiderosis y por pigmentación exógena.

Tabla 2

Lesiones Pigmentarias Tratables con Láser	
Melanodermias	Léntigo - Efélides - Melasma - Queratosis -Post Inflamatoria - Post Quemadura
Hemosiderosis	Post Incisionales - Ulcera por Estasis - Estasis Sanguíneo
Pigmentación Exógena (Tatuaje)	Profesional - Amateur - Traumático - Cosmético

La melanodermia es el aumento del color de la piel mediado por el exceso de pigmentación melánica cutánea; habitualmente por un aumento en la producción, tamaño o melanización de los melanosomas. Otros procedimientos que se han descritos para su resolución son cremas y ácidos exfoliantes, cremas despigmentantes, dermoabrasión, microdermoabrasión, electrocauterio, criocirugía y cirugía (figura 8).

La hemosiderosis es la pigmentación debido al depósito de derivados de la hemoglobina en los tejidos como se ve en la púrpura, hemocromatosis, estados hemorrágicos y úlceras por estasis. Otros tratamientos descritos para su resolución son cremas y ácidos exfoliantes, cremas despigmentantes, dermoabrasión, y cirugía.

Los primeros registros de tatuajes decorativos provienen del antiguo Egipto; para eliminarlos primero fue descrita la salabrasión, en el año 543 AC por el médico griego Aetius.

Los tatuajes se deben a la implantación intradérmica, accidental o voluntaria de sustancias coloreadas inertes o capaces de actuar como cuerpos extraños. A su vez según la forma en que

fueron adquiridos pueden ser amateurs, profesionales, traumáticos o cosméticos. Otros tratamientos descritos para su resolución son: salabrasión, escarificación química, dermoabrasión, y cirugía.

La tecnología láser en las lesiones pigmentarias actúa por doble un mecanismo: exteriorización y microfragmentación. El primer mecanismo se da en las lesiones epidérmicas (Ej. léntigo). El cromóforo epidérmico, la melanina, va a absorber las longitudes de onda de los diferentes láseres, transformando esa energía lumínica en energía calórica (60 a 90 grados), dando por resultado una epidermolisis hasta la capa basal y eliminando así a los melanosomas. Se forma una costra o escara superficial por muerte celular la cual se exfolia al término de 3-7 días.

En cambio en las lesiones pigmentarias dérmicas (Ej. tatuajes) se busca microfragmentar a los cromóforos (pigmentos exógenos) a moléculas menores de 60 micrones. De ésta forma se facilita que los microfragmentos pigmentarios sean fagocitados por los macrófagos y de ésta forma ser eliminados (figura 9).

El pigmento de los tatuajes es microfragmentado gracias a un fenómeno termo-acústico: es tal la energía que se produce al ser absorbido las longitudes de onda del láser por los pigmentos exógenos de la piel que se producen ondas de choque, provocando una implosión y microfragmentación de los pigmentos. Cuanto mas oscuro el pigmento, mayor absorción de longitudes de onda, mayor será la onda de choque y mayor será la microfragmentación y posterior eliminación del color.

Los tatuajes son las lesiones pigmentarias que más sesiones requieren habitualmente (promedio de 8 sesiones), en especial los profesionales y con más variedad de colores, en concordancia con las referencias bibliográficas. Aunque siempre se logro un grado de aclaramiento, en el resultado final persisten los cambios de textura cutánea que impiden hablar todavía de algún tratamiento ideal para ésta afección. Por otro lado como el tono de los pigmentos exógenos es muy alto, la transformación del color al calor es muy importante, generando intenso calor que frecuentemente conlleva a mayor cantidad de efectos adversos y complicaciones en comparación con otras lesiones pigmentarias como las melanodermias y las hemosiderosis.

Al tratar melanodermias es importante aclarar que lo que se destruye son en su gran mayoría melanosomas no así melanocitos, dado que el cuerpo de ésta célula tiene un amplio citoplasma, lo que la hace una célula clara sin cromoafinidad, y la melanina se encuentra exclusivamente dentro de los melanosomas distribuidos a través de las dendritas, lejos del núcleo. Por otro lado disponemos de un promedio de 1000 melanocitos por milímetro cuadrado de piel en todas las zonas corporales de todos los individuos independientemente de su raza o color de piel. Esto remarca que las hipopigmentaciones como efecto adverso sean transitorias pero también enfatiza que si el paciente no protege la zona tratada con bloqueadores solares, rápidamente se repigmentará y requerirá de retratamiento.

Aunque tanto la luz pulsada como láseres que trabajan dentro del espectro infrarrojo cercano (Diodo 810 nm – Nd:YAG 1064 nm) están habilitados para ser usados en pieles oscuras, incluso en negros o Fitzpatrick VI, es conveniente evitar el tratamiento de lesiones pigmentarias en éste tipo de pieles dado la alta incidencia de hipo e hiperpigmentaciones al finalizar los tratamientos.

Hay que tener especial cuidado con las zonas queloidesformadoras como hombros y región medio external al tratar de eliminar tatuajes por las complicaciones permanentes que se pueden presentar.

Debe realizarse un pulso de prueba sobre los tatuajes cosméticos antes de realizar el tratamiento; muchos de ellos tienen como pigmento al óxido férrico (Fe_2O_3) que es de color rojo-pardo, y que a la exposición con la luz láser pueden transformarse en óxido ferroso (FeO) que es de color negro y permanente.

No deben ser tratadas en general las lesiones névicas ni las queratosis actínicas. En estos casos aunque hay publicaciones que avalan el uso de los láseres en ellas, y aunque el tratamiento es

realizado con energía no ionizante y por lo tanto sin posibilidad de provocar cambios o mutaciones del ADN celular, si podría eliminar una de las principales señales de malignización de estas lesiones como son los cambios pigmentarios a través del tiempo.

Tratamientos de Lesiones Vasculares Benignas Cutáneas

Las lesiones vasculares benignas cutáneas consisten en el crecimiento de estructura vascular (arterial, venular o capilar, solo o en combinación) a nivel intradérmico o subdérmico. Estas lesiones pueden abarcar una o varias capas de la piel y medir desde 0,2 mm hasta varios milímetros de profundidad y medir desde 10 micrones a varios milímetros de diámetro. Esta amplia definición nos permite abarcar en la misma desde malformaciones vasculares hasta dermatopatías con componente vascular.

Una clasificación biológica propuesta por el Dr. John B. Mulliken, define las características celulares de las anomalías y las correlaciona con su presencia clínica, tiempo de duración y evolución. De acuerdo con esto existen dos grandes grupos de lesiones cutáneo vasculares: los angiomas y las malformaciones vasculares.

Los angiomas corresponden a hiperplasias de los vasos dermoepidérmicos consecutivas a simples angiectasias, multiplicación de vasos bien diferenciados o proliferación de células angioblásticas con neoformaciones vasculares en grados variables de diferenciación. Es el tumor más frecuente en la infancia. Más del 90% aparece antes del primer mes de vida. Exhiben una remarcada proliferación durante los primeros años de vida, seguido de una invariable y espontánea involución en su mayoría, quedando un porcentaje cercano al 15% que no tendrá una completa involución. El color del angioma depende del grado de invasión del tumor en relación a la dermis papilar: el tono rojo prevalece en las localizaciones superficiales mientras que el azul lo hace en las localizaciones profundas.

Las malformaciones vasculares son fallas que se producen durante el desarrollo embrionario. Están presentes desde el nacimiento, aunque a veces no haya sido evidenciado. Este tipo de anomalía vascular crece proporcionalmente con el niño y nunca involuciona. Se dividen en malformaciones de bajo flujo (capilar, linfática y venular) y de alto flujo (arterial o arteriovenosa). Dentro de las malformaciones los láseres solo pueden tratar los de bajo flujo, y dentro de estas las de tipo capilar y venosa.

Los angiomas planos son manchas congénitas, están presentes desde el nacimiento, de color rosado, rojo intenso o violáceo que se desvanecen a la vitropresión, de dimensiones muy variables, contornos nítidos e irregulares y sin otros cambios ostensibles en superficie. Esta presente en el 0,3% al 0,5% de los recién nacidos. El 66% de las lesiones presentarán cambios progresivos de color y textura hasta la adultez. Una de sus formas clínicas es el angioma “en mancha de vino oporto” o “port wine stain”. De localización preferente lateral en cara, de tono oscuro y papilomatoso, se distribuye por el territorio cutáneo y mucoso de una o varias ramas del nervio trigémino (figura 10).

El cromóforo de la sangre es la hemoglobina. Al elevarse la temperatura el agua intracelular entra en ebullición formando una verdadera bulla gaseosa. Entre los 60 y 90°C se produce la desnaturalización de la albúmina y la coagulación irreversible del colágeno que se encuentra normalmente en la pared del vaso sanguíneo, produciendo así la muerte celular. La lesión endoluminal más la de la pared del vaso llevan a la obliteración de la luz del vaso, provocando la fibrosis y posterior eliminación por medio del sistema macrofagocitario (figura 11).

La desnaturalización térmica con la consecuente inactivación de las proteínas y enzimas y la retracción de las fibras de colágeno son el principio y la consecuencia de la fotocoagulación.

El tratamiento con tecnologías lumínicas es hoy el único tratamiento y posible solución de los angiomas planos. En más de la mitad de los casos están asociados a síndromes o angiomatosis graves. Hay que tratar de dilucidar al enfrentarnos a un angioma plano la posibilidad de que el paciente presente una angiomatosis encefalo-trigeminal o síndrome de Sturge-Weber-Krabbe. En

este síndrome encontramos angioma plano o profundo, congénito y hemifacial, acompañado de anomalías vasculares del sistema nervioso central (angiomatosis leptomeningea homolateral) y a veces con participación ocular. El diagnóstico debe realizarse con resonancia nuclear magnética con contraste de gadolinio y exploración ocular.

Es muy diferente tratar y es diferente la respuesta cuando actuamos sobre teleangiectasias faciales en contraposición con las de los miembros inferiores por la fuerza de la gravedad, el grosor de las paredes, el grosor de la piel y el diferente flujo sanguíneo. Así, mientras que en las de localización facial encontramos rápidos resultados a veces con una sola aplicación y con escasos efectos adversos y complicaciones, en las teleangiectasias de localización en miembros inferiores dado el mayor grosor, la mayor profundidad en la que se encuentran, la mayor acción de la gravedad y un mayor y más rápido flujo vascular generalmente se necesita de varias sesiones de tratamiento y suelen dejar más efectos adversos (flictenas, costras) y más complicaciones (hipo e hiperpigmentaciones). Por otro lado, mientras que el aumento de melanosomas producto de una mayor exposición solar como la que se produce en verano a nivel del rostro rápidamente se pierde, en los miembros inferiores suele ir atenuándose muy lentamente durante varios meses. Esto provoca una competencia del melanosoma de la dermis con la hemoglobina de la teleangiectasia a eliminar y por consiguiente una captura por parte del primero de algunas longitudes de onda emitidas por el láser provocando una disminución en la acción fotocoaguladora del láser sobre la teleangiectasia y un aumento en la incidencia de complicaciones por eliminación de los melanosomas y la traducción de este fenómeno a nivel cutáneo: la hipopigmentación (figura 12). El resto de las complicaciones y efectos adversos de los láseres y luz pulsada los vemos en la tabla 3.

Tabla 3

Complicaciones y Efectos Adversos de la Tecnología Láser

Transitorios

Costra

Eritema

Ampolla/Flictena

Púrpura

Infección

Ardor

Quemadura tipo A y AB

Hipopigmentación

Hiperpigmentación (a veces)

Permanentes

Quemadura tipo B

Cicatriz

Queloides

Hiperpigmentación (a veces)

Las varicosidades pueden ser tratadas con láseres en forma transcutánea o endoluminal. En la primera forma a través de láseres cuyas longitudes de onda actúen en profundidad, o sea aquellos que trabajan en el espectro del infrarrojo cercano (diodo 810 nm – Nd:YAG 1064 nm). Como estas longitudes de onda son absorbidas por la hemoglobina pero no por la melanina las posibilidades de alteraciones pigmentarias son menores. Los láseres de diodo y de Nd:YAG pueden actuar en medio acuoso y ser emitidos a través de fibras ópticas. Estas características les permiten ser introducidos en forma percutánea a través de largas y finas (3 mm. de diámetro) fibras dentro de la luz vascular de varicosidades, venas perforantes dilatadas e incluso llegar hasta el cayado de las venas safenas internas y externas insuficientes.

En la tabla 4 observamos la especificación de lesiones vasculares benignas cutáneas plausibles de ser tratadas con láser.

Tabla 4

Lesiones Vasculares Tratables con Láser	
Angiomas	Angioma Tuberoso - Angioma Cavernoso Superficial - Angioma Senil (Nevo Rubí) - Angioma Estelar (Spider Nevi)
Malformaciones Vasculares de Bajo Flujo	Angioma Plano (Port Wine Stain) - Malformación Venosa Superficial
Teleangiectasias	
Várices	

Sería ideal poder tratar las lesiones vasculares benignas cutáneas lo más temprano posible desde su hallazgo y diagnóstico para evitar trastornos psico-sociales en los pacientes portadores. Por otro lado, mientras que los vasos constituyentes de un angioma plano en un paciente pediátrico miden de 10 a 50 micrones de diámetro, en el paciente adulto son mayores a 300 micrones. Aunque la LP podría abarcar cualquiera de los dos estadios del angioma plano, sería recomendable actuar tempranamente y así lograr mejores y más rápidos resultados. Incluso autores como Burns y Mulliken, van más lejos aún, recomendando tratar los angiomas en los primeros días de vida, cuando todavía no a comenzado a evolucionar. Kautz y Poetke han puesto en practica éste concepto y ya han tratado con éxito mediante láser y luz pulsada angiomas y malformaciones vasculares en niños menores de un año.

Los otros tratamientos descriptos para la resolución de lesiones vasculares son: cirugía, compresión mecánica, corticoterapia sistémica e intralesional, electrocoagulación, escleroterapia, interferon alfa-2a, embolización por cateterismo arterial, criocirugía y radioterapia.

Tratamiento de Dermatopatías con Componente Vascular

La Poiquiloderma es un tipo de lesión cutáneo con un doble componente, vascular y pigmentario; son lesiones cutáneas provocadas por una excesiva exposición a los rayos ultravioleta solares, preferentemente en mujeres de piel blanca. Como resultado se observa reticulado eritematopigmentario atrófico, o sea, neogénesis vascular y atrofia de la piel con irregularidades pigmentarias. Cuando tiene localización en el pecho o cuello se denomina poikiloderma de Civatte. Otros tratamientos descriptos para su resolución son: cremas y ácidos exfoliantes, cremas y ácidos aclarantes, microdermoabrasiones y dermoabrasiones (figura 12).

La Rosácea es un proceso cutáneo-sistémico en el que junto a las manifestaciones de eritema, pápulas, pústulas y teleangistacias se observan síntomas oculares, digestivos y endocrinos. Afecta generalmente a mujeres por encima de los 30 años, en el rostro y es un tipo de dermatosis cada vez más frecuente. Los pacientes presentan un "cutis hipersensible" que ante situaciones de pudor, calor excesivo y cambios bruscos de temperatura, se ponen intensamente eritematosos ("flushing").

Con el tiempo ésta manifestación se hace permanente constituyendo la fase de "eritrosis permanente" o de "rosácea angiectásica" caracterizada por la proliferación de vasos dilatados o angiectásicos. La localización típica es en mejillas, mentón y nariz (figura 13).

Rejuvenecimiento, Remodelación Cutánea o Resurfacing Facial. Láseres Ablativos

Para el rejuvenecimiento de la piel removiendo la envejecida, dañada por el clima (fotodaño), y en forma secundaria, para estirar los pequeños pliegues cutáneos, se han utilizados la dermoabrasión, los peelings químicos y la cirugía. Estos presentaban como dificultad los primeros dos en la imprecisión del grado de penetrancia y el poco cambio producido y el último dejaba cicatrices remanentes y no era una solución para todas las zonas faciales afectadas.

Dos tipos de láseres son los utilizados con éste cometido: el de dióxido de carbono y el de Erbium: YAG, porque ambos tiene alta absorción por el agua y capacidad para producir vaporización con poco tiempo de exposición del tejido. En la actualidad hay equipos que tiene acoplados los dos sistemas de láseres para le mejor y mas completo resurfacing facial (DERMA-K ®) (figura 14).

La técnica consiste en una remoción superficial de la piel hasta dermis papilar con fotocoagulación o vaporización. Es ideal para tratamiento de pieles fotodañadas, para mejorar alteraciones pigmentarias, teleangiectasias, elastosis, queratosis y arrugas superficiales. También puede tratar lesiones precancerosas como las queilitis actínicas.

Si se requiere de mayor profundidad se puede llegar hasta dermis reticular para el tratamiento de rinofima, xantelasma, extirpación de tumores anexiales, corrección de secuelas de acné e incluso eliminar arrugas profundas.

Al lesionar también la dermis reticular corremos el riesgo de posibles cicatrices por no dejar anexos cutáneos sanos para la renovación tisular.

Este tipo de procedimiento requiere de cuidados pre tratamiento y post tratamiento específicos:

Pretratamiento

A todo paciente con antecedente de herpes simple debe ser tratado con aciclovir oral y continuar en el postratamiento con oral y tópico.

Para evitar la hipopigmentación postratamiento en especial en pieles oscuras se debe tratar aproximadamente 1 mes antes y en forma diaria con aplicación tópica de inhibidores de la melanización (hidroquinona) y el uso de pantallas solares.

La mayoría de los pacientes va a requerir anestésicos locales y/o sedación endovenosa por la intensa sensación de calor que genera. Hay que proteger, y por lo tanto evitar aplicar, los globos oculares y los párpados; se suele utilizar protectores oculares especialmente diseñados para éste fin.

Postratamiento

Se puede realizar una curación cerrada con mascarar de hidrogeles o con una simple tela adhesiva multiporosa, o bien optar por una curación abierta y la aplicación constante de cremas con vehículo antibiótico. La primera tiene el beneficio que el paciente no se ve, no tiene que realizar ninguna curación y puede apoyarse sobre diferentes superficies; pero presenta el inconveniente de no poder evidenciar rápidamente la complicación (Ej. infección) en caso de que se presente. La segunda forma tiene el beneficio de poder toxicarse en forma constante con cremas antibióticas, con anestésicos locales y cremas frías para calmar la sensación de ardor; pero presenta el inconveniente que el paciente se ve inmediatamente con costras, edematizado y eritematoso, siendo más angustiosa la espera para la finalización de estos primeros síntomas. En algunos pacientes no está demás indicar antibióticos vía oral que tengan acción sobre los gérmenes habituales de la piel (cefalosporinas de primera generación).

Algunos pacientes pueden requerir el uso de analgésicos e incluso antihistamínicos ante la presencia de escozor y picazón.

Una vez superada la fase de costras cercano al septimo-decimo día, el paciente puede cubrir el rostro con maquillaje de base acuosa. Generalmente un producto con tono verde para ocultar el eritema, cubierto por un polvo base u otro maquillaje.

También se debe retomar el uso de hidroquinona y de pantallas solares por varios meses y prohibirle al paciente exposición solar por un período no menor a 6 meses.

Complicaciones y efectos adversos del uso de láseres ablativos

Infección: bacteriana por *Stafilococcus* o *Pseudomonas*, micótica por la *Candida* y la frecuente virósica por el herpes simple.

Cicatrices: no debe usarse en cuello por el escaso espesor cutáneo y la alta posibilidad de lesionar todo el espesor de la piel y por lo tanto dejar secuela cicatrizal.

Pigmentación: se produce tanto hiper como hipopigmentación post tratamiento. La hiperpigmentación es frecuente en pieles oscuras (Fitzpatrick IV-V) en la cuales no debe ser usado. La hipopigmentación suele ser una complicación tardía que se da hasta en el 20 % de los casos.

Eritema: es habitual en el postratamiento la aparición de eritema persistente de meses de duración (promedio 6 meses) especialmente en cara.

Tratamiento del Fotodaño Facial y Corporal. Láseres No Ablativos.

Ya conocida su eficacia de los láseres sobre las lesiones vasculares y pigmentarias era fácil adivinar los resultados positivos que iba a tener sobre algunas características del fotodaño como por ejemplo lentigos, efélides, telangiectasias, poiquiloderma, queratosis, angiomas seniles y estelares y rosácea; lo que se descubrió posteriormente es que estas pieles fotodañadas además veían mejorado la textura de su piel en general, disminuyendo el diámetros de los poros y eliminando algunas ríttides en base al engrosamiento de la capa dérmica por un aumento de fibras de colágeno y elastina.

A partir del año 2000 autores como Robert A. Weiss, Mitchel P. Goldman, Patrick H. Bitter y David J. Goldberg comienzan a investigar y publicar resultados de una nueva forma de tratar el fotoenvejecimiento: el fotorrejuvenecimiento facial no ablativo con luz pulsada. En los últimos años se agregaron láseres que actúan en el sector infrarrojo cercano y que tendrían iguales propiedades, como el láser de diodo y el de Nd:YAG.

La fotocoagulación selectiva, mecanismo de acción de algunos láseres, se suma así a uno de los estímulos del fibroblasto para generar fibras colágenas y elásticas y sustancia fundamental (ácido hialurónico); el resto de los mecanismos que estimulan a los fibroblastos los vemos en la tabla 5.

Tabla 5

Clasificación Tratamientos Actuales para el Fotoenvejecimiento Facial:

- a) Farmacológicos orales
- b) Ácidos (tópico o en cremas)
- c) Abrasivos Mecánicos: c1) Microdermoabrasivos (pulido con microcristales)
c2) Macrodermoabrasivos (pulido con torno)
- d) Abrasivos Lumínicos: Láser Dióxido de Carbono - Láser Erbium:YAG
- e) Exfoliantes y Coaguladores Lumínicos: Láser KTP - Láser Diodo - Láser Nd:YAG - Luz Pulsada
- f) Estimuladores Lumínicos: Láser Diodo – Láser Nd:YAG - Luz Pulsada
- g) Radiofrecuencia
- h) Escisiones Quirúrgicas

Los láseres que actúan en el infrarrojo cercano (diodo – Nd:YAG) y la luz pulsada emiten longitudes de onda que van a ser captadas por la hemoglobina de la microvasculatura de la dermis papilar y reticular. En estos vasos la energía lumínica es transformada en calor lo que resulta de la coagulación de los mismos y el calentamiento leve de la dermis, estimulando al fibroblasto y la posterior neocolagenogénesis que va a producir.

De esta forma mientras las longitudes de onda visibles son captadas por la melanina y la hemoglobina superficial, eliminando imperfecciones pigmentarias y vasculares dermo-epidérmicas,

las longitudes de onda infrarrojas cercanas son absorbidas directamente por el agua intra y extra celular (figura 15).

Este fenómeno de curación de la herida o agresión lleva al mejoramiento de la textura cutánea, manteniéndose por largos periodos si los pacientes utilizan en el postratamiento protectores solares en forma rigurosa.

Hay que saber vislumbrar las lesiones pigmentarias benignas (lentigos-queratosis) de aquellas premalignas (queratosis actínicas) o malignas (melanoma) ya que solo se debe tratar con métodos lumínicos aquellas benignas.

Fotoaclaramiento del Acné

El acné es una alteración de la piel que resulta de la obstrucción e inflamación de las glándulas sebáceas y que afecta al 80 % de la población humana. El acné tiene su comienzo habitualmente en la adolescencia cuando los cambios hormonales producen un agrandamiento y posterior obstrucción de las glandulas sebáceas de la piel. La obstrucción de las aberturas de las glándulas hace que se acumule el sebo, seguido de la proliferación anormal de una población bacteriana, compuesta predominantemente por propionibacterium acnes (P.acnes) estos eventos se manifiestan en forma de dolorosas pústulas inflamatorias características del acné. Dichas lesiones pueden cicatrizar, pero con secuelas permanentes.

El propionibacterium acnes es una bacteria grampositiva microaerofílica que desempeña un papel destacado en la patogénesis del acné inflamatorio. El P.acnes es capaz de producir grandes cantidades de porfirinas endogénicas en ausencia de cualquiera de las moléculas desencadenantes. Estas porfirinas se disparan bajo el estímulo de la luz azul de alta intensidad, resultando en la fotodestrucción de la bacteria.

Se ha demostrado que la exposición a los rayos solares aporta algunos efectos beneficiosos en hasta un 70 % de los pacientes que padecen acné. Si bien la luz solar o artificial UV tiene un leve efecto de camuflaje del acné, sus efectos comedogénicos y de fotoenvejecimiento desaconsejan su empleo en tratamiento contra el acné.

El sistema de fotoaclaramiento del acné con protección para UV ha sido diseñado para funcionar por encima del umbral necesario para causar la destrucción de la bacteria del acné y a un ritmo que es más rápido que el tiempo que se necesita para que ésta proliferare. Es un sistema de luz azul potenciada de alta intensidad y banda estrecha que obtiene un aclaramiento de más del 60% de las lesiones del acné, tras la aplicación de un total de 8 sesiones bisemanales de 10 minutos de duración.

La lámpara azul de metal halóide con protección para UV de 400W potenciada y alta intensidad, produce una iluminación homogénea de 90mW/l, con bandas lumínicas de 407-420nm coincide con la banda de mayor fotoexcitación de porfirina. La penetración de la luz en la piel a 420nm es de casi 1 mm, con lo cual se consigue apuntar con total exactitud el P.acnes presente en la superficie de la piel y en los ductos glandulares.

Suele haber una falta de respuesta en el 20% de los pacientes tratados; puede atribuirse a la existencia de quistes profundos de acné o a la existencia de bacterias no pertenecientes al P.acnes.

Tratamiento de la Cicatrización Queloidea

El queloide es una alteración de la cicatrización habitual, que se caracteriza por exceso en la síntesis de colágeno, color eritematoso intenso por neogénesis vascular, sobrelevado, sintomático (prurito, ardor, dolor) y por exceder los límites de la herida o trauma.

Son tumores dérmicos fibrosos benignos resultado de una cicatrización patológica siempre ante alguna agresión de la dermis.

Presenta fibras de colágeno tipo I con disposición anárquica y nodular, con aumento de elastina y proteoglicanos (edema), ausencia de anexos pilosebáceos y con epidermis y dermis papilar normales.

Tiene tres estadios evolutivos: inflamatorio, fibroso y maduro.

El mal llamado queloide espontáneo es en realidad una cicatrización patológica consecuencia de un microtrauma inadvertido.

Se da en igual proporción tanto en hombres como en mujeres pero si aumenta su incidencia y su agresividad en las pieles oscuras. Es raro verlo en edades extremas y es más frecuente en los adolescentes y adultos jóvenes. A diferencia de las cicatrices hipertroficas que resuelven en un periodo máximo de 18 meses los queloides no presentan involución espontánea sino que los síntomas perduran por largos años.

Suelen presentar una tendencia a la recidiva si se los extirpa quirúrgicamente.

Presentan un aumento del Factor de Crecimiento Tisular Beta (TGF Beta). Este es responsable de generar en la cicatriz queloide:

Hiper celularidad: fibroblastos – mastocitos - miofibroblastos

Hipervascularización

Estimula la síntesis fibroblástica del colágeno I a V – fibronectina – elastina – ácido hialurónico – proteoglicanos.

Inhibe la proteólisis de las proteínas de la matriz extracelular (reduce síntesis y secreción de proteasas y aumenta síntesis de inhibidores específicos de estas proteasas).

La acción de los láseres se basa en su principio de fotocoagulación selectiva. Durante el periodo inflamatorio, primeros 3 a 6 meses de evolución del queloide, la cicatriz se encuentra hipervascularizada. Esta hipervascularización permite no solo alimentar la formación exagerada de fibras colágenas sino que también permite una mayor llegada del TGF Beta y como consecuencia de esto una perpetuación en el crecimiento del queloide. Por lo tanto lo que se busca es eliminar estos vasos para así atenuar el crecimiento y la sintomatología del queloide.

No se obtendrán beneficios tratando queloides que hallan sobrepasado la etapa inflamatoria con láseres vasculares, pues no tendremos ningún elemento cromófilo que capte la energía lumínica. En estos casos se requiere realizar una resección del queloide, esperando la recidiva y actuando cuando entre en etapa inflamatoria.

La otra opción lumínica cuando el queloide supera la etapa inflamatoria es actuar con láseres ablativos (dióxido de carbono o erbio:YAG) buscando eliminar el exceso de colágeno cicatrizal y tratando de aplanar la cicatriz. El problema surge en la alta tasa de recidiva e incluso de incremento de la reacción queloideformadora que presentan los láseres ablativos.

Debemos recalcar que no se considera a los láseres como una solución definitiva del queloide y se lo propone solo como coadyuvante de algún otro tratamiento que se implemente con éste fin.

Otros tratamientos descriptos para la resolución del queloide son: corticoterapia externa, corticoterapia intralesional, presoterapia, gel y planchas de silicona, radioterapia, criocirugía y cirugía.

Fotodepilación Prolongada

No solo las pacientes que recurren habitualmente, en especial en las culturas occidentales, a la eliminación transitoria de los pelos y los vellos se ven beneficiadas por esta tecnología, sino que también alcanza sus beneficios a las alteraciones cutáneas como la pseudofoliculitis y a las alteraciones hormonales cuya manifestación cutánea es el exceso de calidad y cantidad de vello, como el hirsutismo.

La evolución cultural impuesta principalmente por los medios televisivos y gráficos nos muestran rostros bellos y cuerpos esbeltos con ausencia casi total de vellos y pelos, pudiendo provocar

incluso el aislamiento social y laboral en los pacientes que padecen exceso en la calidad y cantidad pilosa facial o corporal.

Ya en el año 1875 un oftalmólogo describe la primer depilación eléctrica definitiva de una pestaña encarnada. Los dermatólogos adoptaron rápidamente este procedimiento para la eliminación del vello. Durante mucho tiempo esta técnica estuvo reservada al tratamiento del hirsutismo y de las hipertrichosis. Los progresos técnicos médicos han permitido extender estas indicaciones tanto en estos casos como en los de sujetos normotricósicos.

El pelo es una estructura de origen ectodérmico. Se inician como invaginaciones epidérmicas que conforman al folículo piloso; esta estructura es la que va a generar al pelo. En la parte mas inferior del folículo piloso se encuentra un engrosamiento que corresponde a las células queratinocíticas; a medida de que las células de la matriz germinal proliferan, conforman el pelo en base a la queratinización. A su vez los melanocitos en íntimo contacto con la matriz germinal envían dendritas con melanosomas que se fusionan con las células germinativas transfiriéndoles el color al pelo.

El pelo comienza a diferenciarse durante le período fetal precoz, cerca de la novena semana, pero no es visible hasta la vigésima semana de gestación, apareciendo primariamente a nivel facial. La cantidad de folículos pilosos no aumenta después del nacimiento. Se nace con un promedio de 5 millones de folículos pilosos alrededor de toda nuestra anatomía. Esta cantidad es más o menos idéntica en el hombre y la mujer, cualquiera sea su raza y disminuyendo con la edad.

El pelo fino con el que nacemos, denominado lanugo, son sustituidos durante le período perinatal por pelos más gruesos denominados vellos. El músculo erector del pelo o piloerector es un pequeño haz de fibras musculares lisas, diferenciadas a partir del mesenquima circundante al folículo piloso insertándose en la vaina de tejido circundante alrededor del folículo. Las glándulas sebáceas se forman como anexos al folículo piloso en el sector superior del mismo.

La densidad pilosa varía según la región corporal de 880 folículos por cm² como en el cuero cabelludo, a 50 folículos por cm² como en la espalda. Incluso algunas zonas son lampiñas, ausencia total de pelos, como las palmas de las manos y las plantas de los pies.

Lo que determina la pilosidad de un individuo es el grado de actividad de los folículos pilosos y no su cantidad: todos tenemos una enorme cantidad de folículos pilosos potenciales (o durmientes) que solo entran en actividad mediante la acción de un estimulante hormonal apropiado o patológico.

Distinguimos tres tipos de pelos visibles:

El Vello: fino, corto y con escasa pigmentación, situado de 1 a 3 mm. de profundidad en la dermis. Frecuente en niños, rostros femeninos y antebrazos masculinos y femeninos.

El Pelo Intermedio: bien pigmentado, un poco más largo y situado a 3-4 mm. de profundidad en la dermis. Localizado en muslos, brazos y dorso.

El Pelo Terminal: largo, grueso y bien pigmentado, insertado en la hipodermis superficial a 4-6 mm. de profundidad. Característico de las zonas de pubis, axila y cuero cabelludo.

El diámetro del pelo en general es proporcional a la longitud del folículo piloso. Cualquier vello, bajo influencia de diferentes estímulos mecánicos – como la tracción o arrancamiento frecuente – u hormonales, puede alargarse, engrosarse, pigmentarse y transformarse en pelo terminal. La reciprocidad es teóricamente posible, pero desgraciadamente muy difícil de obtener: una vez que un vello se transforma en pelo terminal, queda en ese estado independientemente de la resolución de la causa que lo haya provocado y la única solución para eliminar esta manifestación es una depilación temporaria o definitiva.

Ciclo Capilar

El crecimiento del pelo es cíclico y pasa por tres fases sucesivas: anágena, catágena y telógena (figura 16). En los cabellos este ciclo es evidente: nacen, crecen y mueren. En la mayoría de los animales los pelos crecen todos al mismo tiempo en invierno, y caen en gran cantidad en verano. En el ser humano el ciclo capilar no está sincronizado y en una misma zona corporal coexisten las tres fases. Los andrógenos, tanto en el hombre como en la mujer, son el principal estímulo para el crecimiento piloso.

El ciclo de crecimiento piloso varía según la zona corporal e incluso de folículo en folículo. El rango del período de reposo o telógeno va de 15 días (ejemplo labios) a 150 días (ejemplo piernas) como promedio. En general los pelos crecen más rápido en verano y el ciclo capilar se acelera al mismo tiempo.

Las causas para que varíen el porcentaje de pelos de la fase anágena a la fase telógena no solo son hormonales o por tracción, también pueden variar en un mismo individuo por enfermedad, stress, después de un embarazo o por el consumo de medicamentos.

Fase Anágena: es la de la crecimiento activo durante la cual el folículo piloso es el más largo. En caso de ser traccionado este pelo saldrá con su sector bulbar inferior.

Fase Catágena: es un período intermedio. El folículo piloso retrocede y se separa de la papila germinal. En caso de ser traccionado este pelo saldrá sin su sector bulbar inferior.

Fase Telógena: el folículo piloso se acorta en aproximadamente 2/3 partes con respecto a su longitud inicial. El pelo traccionado sale con una fina saliente solo terminado en un saco epitelial.

Las razones que inducen a un paciente a consultar para la eliminación prolongada o definitiva del pelo habitualmente son: hirsutismo, hipertrichosis, hiperpilosidad luego de estimulación mecánica (Ej. rasurado o arrancamiento con pinza o cera), foliculitis reiterada, psuedofoliculitis o estética.

El hirsutismo es el desarrollo en la mujer de pelos en cantidad y calidad similares a los caracteres secundarios masculinos y en las zonas en donde típicamente se encuentran como el mentón, el abdomen, el tórax y antebrazos. Puede ser como consecuencia a alguna enfermedad (Ej. hiperplasia suprarrenal, poliquistosis ovárica) o medicación (Ej. cortisona, ciclosporina) que provoquen hiperandrogenismo o de una hipersensibilidad del folículo a los andrógenos circulantes (figura 16).

La hipertrichosis es el crecimiento de vello o pelos en cantidad superior a la normal para una zona determinada, sin patrón masculino (Ej. rostro femenino). Es frecuentemente de carácter hereditario fundamentalmente en familias oriundas de las costas del Mar Mediterráneo (sur de España, sur de Italia).

Hacia la edad de los 40 años la aparición de pelos en el mentón femenino puede ser a menudo un signo de premenopausia.

El objetivo de una depilación lumínica prolongada es destruir las células de la matriz germinal impidiendo de esta manera la generación de un nuevo pelo y provocar así un período telegénico más prolongado al habitual para la zona y tipo de pelo. Es en la fase anágena en donde las células germinativas de la matriz papilar están en íntimo contacto con los melanosomas llenos de melanina en su interior. Es así como éste pigmento va actuar como cromóforo, captando los haces de luz emitidos por las fuentes lumínicas láser y luz pulsada y transformando ésta energía lumínica en energía calórica, pudiendo llegar hasta una temperatura de 60 a 90° C, y transfiriendo éste calor a las células germinativas en contacto, destruyéndolas (figura 17).

Contamos con métodos depilatorios transitorios y permanentes. Los métodos transitorios son aquellos que eliminan en forma parcial (ej: rasurado) o completa (ej: tracción con cera) al pelo, pero su efecto es solo temporal, creciendo nuevamente con similares características. Los definitivos son aquellos que buscan la eliminación total o parcial del número de folículos en el área de tratamiento. Dentro de los métodos depilatorios definitivos contamos con agujas eléctricas (electrólisis,

termólisis o combinados) y métodos lumínicos (luz pulsada, láseres: rubí, alejandrita, diodo, Nd:YAG).

La FDA (Administración Federal de Drogas de los EEUU) decidió cambiar el término de depilación definitiva por el de depilación permanente: eliminación del pelo por un período mayor que el equivalente al ciclo folicular del pelo en la región anatómica específica.

Fotodepilación

La fotodepilación es la eliminación de folículos pilosos mediante fuentes de luz coherente (láser) o incoherente (luz pulsada).

A través de la absorción de las longitudes de onda por la melanina incluida en los melanosomas producidos por los melanocitos y en íntimo contacto con la papila dérmica germinativa y con el folículo piloso, en la etapa anágena, se busca la eliminación de los queratinocitos incluidos en la papila dérmica y responsables del crecimiento piloso y también la eliminación de las células pluripotenciales incluidas a nivel de la protuberancia folicular. Estos últimos ante la eliminación de la matriz germinativa pueden transformarse en queratinocitos y posteriormente generar un nuevo pelo de menor grosor (vellos) (figura 17).

Desde 1988 ya se conocen los efectos del láser rubí en fotodepilación permanente.

Ya en 1997 Goldberg asegura la eliminación prolongada de un 25% de los pelos de las zonas tratadas con un láser de Nd:YAG 1064 nm con una sola aplicación.

Actualmente la FDA acredita después de 3-5 sesiones una reducción progresiva y prolongada en el 80% de los pacientes con una reducción superior al 70% de los pelos tratados al cabo de los 6 meses. Los estudios realizados a más largo plazo muestran al cabo de 18-24 meses y luego de 2-3 sesiones una reducción del 30-60% de los pelos tratados.

Denominamos al efecto producido por la fotodepilación en sesiones reiteradas como el “efecto en escalera eléctrica descendente”: siempre se va lograr seguir disminuyendo la cantidad y la calidad del pelo tratado de sesión en sesión, nunca se vuelve al estado inicial.

Factores condicionantes del tratamiento

Los factores condicionantes de la fotodepilación dependerán del tipo de piel y pelo y del tipo de fuente de luz.

Dentro de las características de la piel y el pelo debemos tener en cuenta: fototipo de piel, color del pelo, grosor del pelo, profundidad del pelo, fase de crecimiento del pelo y la densidad pilosa.

En cuanto al fototipo de piel según la escala de Fitzpatrick tenemos que mientras diversos tipos de láseres pueden actuar desde pieles claras (fototipo tipo I-II) hasta pieles trigueñas o morochas (fototipo III-IV), solo los láseres de Nd:YAG y los equipos de luz pulsada pueden ser aplicados sobre pieles mestizas o negras (fototipo V-VI) con seguridad, dado que sus longitudes de onda pueden evitar ser captados por la melanina superficial y de esa forma evitar una quemadura o complicación segura.

El color del pelo, dado por el grado y tipo de pigmentación, actúa concentrando la energía: a mayor mecanización, mayor absorción de fotones y mayor energía calórica resultante. De ésta manera, los pelos oscuros (negro y castaño oscuro) son más fáciles de eliminar que aquellos claros (rubios, pelirrojos y castaños claros).

Mientras que los pelos de mayor grosor presentan mayor pigmentación y por lo tanto mayor absorción de longitudes de onda a mayor efecto térmico con la consiguiente eliminación pilosa, los pelos de menor grosor al tener menor pigmentación son más difíciles de eliminar y requieren de mucho mayor número de sesiones.

Los pelos que se encuentran a mayor profundidad requieren de fuentes lumínicas que emitan longitudes de onda largas con mayor penetración (Ej. láser Nd:YAG 1064 nm.), mientras que los pelos más superficiales captarán preferentemente longitudes de onda más cortas y con menor penetrancia (Ej. láser rubí 694 nm.).

Las fuentes lumínicas solo pueden eliminar a los folículos pilosos que se encuentren en etapa anágena, dado que en dicha etapa hay intensa actividad en la matriz germinal con íntimo contacto con los melanosomas y por lo tanto es en el único período donde se puede garantizar la

destrucción de la papila dérmica germinativa. Al encontrarse los folículos pilosos de cualquier zona a tratar en diferentes períodos de crecimiento y como el período telógeno, período de reposo sin actividad en la matriz germinativa y sin melanización importante, puede variar de 15 a 150 días, se entiende la necesidad de establecer el tratamiento de fotodepilación en sesiones, cuya separación temporal entre sesión y sesión dependerá del porcentaje de pelos telógenos y de su tiempo de duración.

Esta descrito el “efecto paradójal lumínico”: se vio en raros y escasos casos que al lograr eliminar pelos terminales de una zona determinada, por mecanismos que aún no se conocen se produce un estímulo para despertar a folículos durmientes o inactivos circundantes, reapareciendo pelos terminales no en el mismo folículo piloso tratado, pero si en los aledaños generando la imagen de recrecimiento piloso.

Hay que siempre recordar que el exceso de vello o pelo terminal en pacientes que sufren de hirsutismo es simplemente una manifestación clínica de una alteración orgánica. Independientemente que nuestros pacientes se realicen una depilación prolongada lumínica deben realizar la consulta y el tratamiento pertinente con un endocrinólogo para evaluar que tipo de trastorno hormonal o evento provoco ésta manifestación.

Es importante recordar que al ser de color claro/blanco tanto el sebo como la glándula sebácea adherida al folículo piloso, ésta no se verá afectada por las fuentes lumínicas. De ésta forma nos aseguramos un normotrofismo y una normal lubricación cutánea en aquellas zonas fotodepiladas.

Para poder evaluar la duración de un tratamiento y el intervalo entre las sesiones nos valemos de un cuadro ideado por un dermatólogo norteamericano, R. Richards, en donde encontraremos promedios de porcentajes, duración, superficie y profundidad de los pelos, entendiendo que puede producirse diferencias importantes de un paciente a otro y de una patología a otra (tabla 5).

Tabla 5

Zonas	% de pelo Telógeno	% de pelo Anágeno	Duración Telógena	Duración Anágena	Folículos por cm ²	Profundidad folículos anágenos
Mejillas	30 - 50	50 - 70			880	2 - 4 mm
Mentón	30	70	10 sem.	1 año	500	2 - 4 mm
Lab. Superior	35	65	6 sem.	16 sem.	500	1 - 2,5 mm
Axilas	70	30	3 meses	4 meses	65	3,5 - 4,5 mm
Pubis	70	30	2 sem.	mes	70	4 - 5 mm
Brazos	80	20	18 sem.	13 sem.	80	2,5 - 3,5 mm
Piernas	80	20	24 sem.	16 sem.	60	3 - 4 mm

Cuadro Crecimiento Capilar (R. Richards)

Conociendo el ciclo de crecimiento promedio de los pelos en las diferentes zonas corporales como sabremos que los brazos, piernas y espaldas requieren pocos tratamientos y con una mayor separación entre sesión y sesión, mientras que el labio va a requerir varias sesiones y con escasa separación entre ellas.

Contraindicaciones Generales

Independientemente del objetivo buscado con la aplicación de tecnologías lumínicas existen ciertas contraindicaciones absolutas y otras relativas para evitar efectos adversos y complicaciones al realizar los tratamientos.

Contraindicaciones Absolutas: Embarazo – Piel Bronceada - Infección viral o bacteriana cutánea

Contraindicaciones Relativas: Epilepsia – Diabetes – Medicación fotosensibilizante (Ej. antiinflamatorios no esteroideos) – Antecedentes de Cicatrización Queloides – Antecedentes de Herpes.

Conclusiones

Hoy en día el ritmo competitivo y de exposición que nos impone la sociedad en la cual estamos insertos exige prácticas médicas cada vez menos invasivas, ambulatorias y fundamentalmente con períodos de convalecencia nulos o cortos.

Cada día más las imperfecciones cutáneas se vuelven indeseadas por sus portadores y requieren de nuestra especialidad para su resolución.

Este ritmo vertiginoso de avance tecnológico obliga a aquellos que se animan a la implementación de tecnologías lumínicas en su práctica médica diaria a mantener un entrenamiento y formación continua. Por otro lado las múltiples variables terapéuticas descritas en éste capítulo determinan una curva de aprendizaje lenta que se logra con el tiempo y evaluando los parámetros y los resultados obtenidos con cada paciente.

El tratamiento de las lesiones extensas como los angiomas planos, los melasmas, el hirsutismo y los tatuajes es a menudo frustrante; pueden generar complejos y problemas de conducta en nuestros pacientes ante la dificultad de poder disimularlos especialmente en la localización facial, con alteración de su vida cotidiana. Numerosos procedimientos médicos y cosmetológicos han sido descritos para su resolución pero presentando todavía la posibilidad de efectos colaterales o indeseados como así también ineficacia para la resolución de la totalidad de la patología.

La posibilidad de generar mejoras en las pieles fotodañadas ya sea con láseres ablativos o no ablativos es una excelente opción de tratamiento en reemplazo de anteriores soluciones más cruentas o ineficaces.

Hay que remarcar que ciertas lesiones como angiomas planos, rosácea y poiquiloderma tiene actualmente indicación absoluta de terapéutica lumínica, sean láseres o luz pulsada, dado la falta de resultados o complicaciones que demostraron otros procedimientos en su tratamiento.

Mientras que la resolución de las lesiones vasculares y los tatuajes son a menudo definitivos, no sucede lo mismo con otras patologías tratadas con tecnologías lumínicas. Las lesiones pigmentarias y el fotorejuvenecimiento necesitaran de la colaboración del paciente para utilizar protectores solares y en algunos casos también inhibidores de la melanización para que el resultado obtenido perdure. Para lograr una fotodepilación permanente también requerimos de la ayuda del paciente para no traccionar los pelos y no broncear la zona a tratar durante el tratamiento, y necesitamos de su tolerancia ante la telogenización o persistencia de algún vello/pelo.

Dentro de los avances que muestran estas tecnologías no queremos dejar de mencionar el mejoramiento que se evidencia en últimas publicaciones sobre una de las patologías dérmicas de más difícil resolución: las estrías. Estos surcos atróficos de la piel causados por el debilitamiento y dilatación excesiva del tejido conectivo con presencia de ruptura de fibras elásticas y de carácter permanente se ve beneficiado por el principio en el cual se basa el fotorejuvenecimiento: fotostimulación de la dermis con el consiguiente estímulo del fibroblasto para generar fibras de

colágeno y elastina; de ésta manera se logra engrosamiento dérmico y mejoramiento del aspecto cutáneo.

La búsqueda constante de mejores resultados con menor morbilidad y menor tiempo de reposo lleva a la búsqueda de nuevas tecnologías que logren colmar estas expectativas.

Las tecnologías lumínicas aplicadas a la medicina ya tienen un desarrollo de más de 40 años y un límite terapéutico insospechado, sorprendiéndonos día a día con nuevas aplicaciones y con soluciones para lo que antes se creía imposible resolver.

Referencias Bibliográficas

Alster TS. Laser treatment of hypertrophic scars, keloids, and striae. *Dermatol Clin* julio 1997;15 (3):419-29.

Anderson RR, y col. "Selective photothermolysis of cutaneous pigmentation by Q-switched Nd:YAG laser pulses at 1064, 532 y 535 nm. *J Invest Dermatol* 1989; 93: 28-32.

Anderson RR, Parrish JA. The optics of human skin. *J Invest Dermatol*; 1981, 77: 13-19.

Anderson RR y col. Cosmetic tattoo ink darkening: a complication of Qswitched and pulsed laser treatment. *Arch Dermatol*; 129:1010-1014, 1993.

Armijo M, Camacho F. Tratado de Dermatología. Vol I: 362-375. Ed. Grupo Aula Medica. España 1998.

Bandel P. Effective resolution of a mature port-wine stain using photoderm VL. *Clinical Application Notes* Vol. 1, No. 2. Esc Medical System. 1998.

Baniandres O, Boixeda P, Belmar P, Perez A. Treatment of lupus erythematosus with pulsed dye laser. *Lasers Surg Med*. 2003;32(4):327-30.

Bitter PH. Noninvasive rejuvenation of photodamaged skin using serial, full-face intense pulsed light treatments. *Dermatol Surg*. 2000 Sep;26(9):835-42;

Bjerring P, Christiansen K, Troilius A, Dierickx C. Facial photo rejuvenation using two different intense pulsed light (IPL) wavelength bands. *Lasers Surg Med*. 2004;34(2):120-6.

Bjerring P, Christiansen K. Intense pulsed light source for treatment of small melanocytic nevi and solar lentigines. *J Cutan Laser Ther*. 2000 Dec;2(4):177-81.

Bowes LE, Nouri K, Berman B, Jimenez G, Pardo R, Rodriguez L, Spencer JM. Treatment of pigmented hypertrophic scars with the 585 nm pulsed dye laser and the 532 nm frequency-doubled Nd:YAG laser in the Q-switched and variable pulse modes: a comparative study. *Dermatol Surg*. 2002 Aug;28(8):714-9.

Boyce S, Alster TS. CO2 laser treatment of epidermal nevi: long-term success. *Dermatol Surg*. 2002 Jul;28(7):611-4.

Brazil J, Owens P. Long-term clinical results of IPL photorejuvenation. *J Cosmet Laser Ther*. 2003 Dec;5(3-4):168-74.

Burns AJ, Mulliken JB. Cutaneous Vascular Anomalies: Hemangiomas and Malformations. In Georgiade GS. *Plastic, Maxillofacial and Reconstructive Surgery*:178-197. Ed. Williams & Wilkins. USA 1997.

Carruthers J, Carruthers A. The effect of full-face broadband light treatments alone and in combination with bilateral crow's feet Botulinum toxin type A chemodenervation. *Dermatol Surg.* 2004 Mar;30(3):355-66

Cisneros Vela JL, Camacho Martinez F. Láser fuentes de luz pulsada intensa en dermatología y dermocosmética. Ed. Amolda. 2002. Caracas, Venezuela.

Clark SM, Lanigan SW, Marks R. Laser treatment of erythema and telangiectasia associated with rosacea. *Lasers Med Sci.* 2002;17(1):26-33.

Chan HH, Lam LK, Wong DS, Kono T, Trendell-Smith N. Use of 1,320 nm Nd:YAG laser for wrinkle reduction and the treatment of atrophic acne scarring in Asians. *Lasers Surg Med.* 2004;34(2):98-103.

Downs AM, Rickard A, Palmer J. Laser treatment of benign pigmented lesions in children: effective long-term benefits of the Q-switched frequency-doubled Nd:YAG and long-pulsed alexandrite lasers. *Pediatr Dermatol.* 2004 Jan-Feb;21(1):88-90.

Dwyer M, y col. Photoderm VL to treat poikiloderma. *Clinical Application Notes.* Vol. 1, No. 3. 1998. Esc Medical System. www.lumenis.com

Elman M, Lask G. The role of pulsed light and heat energy (LHE) in acne clearance. *J Cosmet Laser Ther.* 2004 Jun;6(2):91-5.

Elman M, Lebzelter J. Light therapy in the treatment of acne vulgaris. *Dermatol Surg.* 2004 Feb;30(2 Pt 1):139-46. Review

Elman M, Slatkine M, Harth Y.. The effective treatment of acne vulgaris by a high-intensity, narrow band 405-420 nm light source. *J Cosmet Laser Ther.* 2003 Jun;5(2):111-7.

Fitzpatrick T. *Dermatología en Medicina General.* Ed.Panamericana. 1993

Fodor L, Peled IJ, Rissin Y, Ramon Y, Shoshani O, Eldor L, Gaiman A, Ullmann Y. Using intense pulsed light for cosmetic purposes: our experience. *Plast Reconstr Surg.* 2004 May;113(6):1789-95.

Friedman PM, Jih MH, Kimyai-Asadi A, Goldberg LH. Treatment of inflammatory facial acne vulgaris with the 1450-nm diode laser: a pilot study. *Dermatol Surg.* 2004 Feb;30(2 Pt 1):147-51

Goh CL. Comparative study on a single treatment response to long pulse Nd:YAG lasers and intense pulse light therapy for hair removal on skin type IV to VI--is longer wavelengths lasers preferred over shorter wavelengths lights for assisted hair removal. *J Dermatolog Treat.* 2003 Dec;14(4):243-7.

Gold MH, Foster TD, Bell MW. Nevus spilus successfully treated with an intense pulsed light source. *Dermatol Surg.* 1999 Mar;25(3):254-5.

Gold MH. The intense pulsed light source for long-term hair removal – 2 yeras result and adverse reaction profile. *Laser Surg Med* 1999; 11:16.

Goldberg DJ. Lasers and light sources for rosacea. *Cutis.* 2005 Mar;75(3 Suppl):22-6; discussion 33-6

Goldman MP, Weiss RA. Treatment of poikiloderma of Civatte on the neck with an intense pulsed light source. *Plast Reconstr Surg.* 2001 May;107(6):1376-81

Goldman MP. Treatment of benign vascular lesions with the photoderm VL high-intensity pulsed light source. En *Advances in Dermatology*; 1998. Vol 13: 503-21. Ed. Mosby. USA

Goldman MP, Fitzpatrick R. Treatment of cutaneous vascular lesions. In Goldman MP, Fitzpatrick R. *Cutaneous Laser Surgery*. Ed. Mosby. 1994: 19-105. USA

Goyal S, y col. Laser treatment of tattoos: a prospective, paired, comparison study of the Q-switched Nd:YAG (1064 nm), frequency-doubled Q-switched Nd:YAG (532 nm), and Q-switched ruby lasers. *J Am Acad Dermatol* 1997;36: 122-5.

Gregory R. Lasers in Plastic Surgery. In Georgiade GS. *Plastic, Maxillofacial and Reconstructive Surgery*. Ed. Williams & Wilkins. USA 1997.

Hernandez-Perez E, Colombo-Charrier E, Valencia-Ibieta E. Intense pulsed light in the treatment of striae distensae. *Dermatol Surg*. 2002 Dec;28(12):1124-30.

Kawada A, Shiraishi H, Asai M, Kameyama H, Sangen Y, Aragane Y, Tezuka T. Clinical improvement of solar lentigines and ephelides with an intense pulsed light source. *Dermatol Surg*. 2002 Jun;28(6):504-8.

Kilmer SL Laser eradication of pigmented lesions and tattoos. *Dermatol Clin*. 2002 Jan;20(1):37-53

Kligman DE, Zhen Y. Intense pulsed light treatment of photoaged facial skin. *Dermatol Surg*. 2004 Aug;30(8):1085-90.

Kuperman-Beade M, Levine VJ, Ashinoff R. Laser removal of tattoos. *Am J Clin Dermatol*. 2001;2(1):21-5. Review.

Lor P, Lennartz B, Ruedlinger R. Patient satisfaction study of unwanted facial and body hair: 5 years experience with intense pulsed light. *J Cosmet Laser Ther*. 2002 Dec;4(3-4):73-9.

Lou y col. Evaluation of pulsed, infrared laser system for long-term hair removal. *Laser Surg Med* 1999; 11:60.

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 Jun;29(6):600-4.

Moreno Arias GA, Ferrando J. Intense pulsed light for melanocytic lesions. *Dermatol Surg*. 2001 Apr;27(4):397-400.

Moreno-Arias GA, Castelo-Branco C, Ferrando J. Side-effects after IPL photodepilation. *Dermatol Surg*. 2002 Dec;28(12):1131-4.

Negishi K, Tezuka Y, Kushikata N, Wakamatsu S. Photorejuvenation for Asian skin by intense pulsed light. *Dermatol Surg*. 2001 Jul;27(7):627-31; discussion 632.

Pandya AG, Guevara IL. Trastornos de la hiperpigmentación. En *Clínicas Dermatológicas*, Vol 1: 91-98. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana. 2000, México.

Pérez Rivera FF. Diferencias y similitudes entre las tecnologías láser y luz pulsada. *Dermaco's*. Enero 2001 Vol 5, N°1: 27-31.

Pérez Rivera FF. Versatilidad terapéutica de la luz pulsada. *Surginews*; N°12 primavera 2002. Ed. Mediform, España. www.mediform.com

Pérez Rivera FF y col. Tratamiento de lesiones vasculares benignas cutáneas toracocervicofaciales por luz pulsada. *Rev Arg Dermatol* 2002; 83: 14-22.

Pérez Rivera FF y col. Tratamiento de angiomas y malformaciones vasculares con luz pulsada. *Rev Arg Cir Plast junio* 2001; vol 7,Nº1: 26-29.

Pinski JB, Pinski KS. Clínicas Dermatológicas-Dermatología Cosmética. Vol 2/1995, Ed. Interamericana, México.

Poetke M, Philipp C, Berlien HP. Flashlamp-pumped pulsed dye laser for hemangiomas in infancy: treatment of superficial vs mixed hemangiomas. *Arch Dermatol* 2000 May; 136 (5): 628-

Raulin C, y col. Treatment of port-wine stains with a noncoherent pulsed light source: a retrospective study. *Arch Dermatol* 1999 Jun; 135(6):679-83.

Raulin C, y col. Treatment of benign venous malformations with an intense light source (Photoderm VL). *Eur J Dermatol* 1997; 7: 279-82.

Raulin C, Werner S. Treatment of venous malformations with an intense pulsed light source (IPLS). Technology: a retrospective study. *Lasers Surg Med* 1999; 25(2): 170-7.

Raulin C, Weiss R, Schönermark MP. Treatment of essential telangiectasias with an intense pulsed light source (photoderm VL). *Dermatol Surg* 1997; 23: 941-946.

Rosenberg GJ, Gregory RO. Los rayos láser en cirugía plástica. En Habal MB. Novedades en cirugía plástica. Clínicas en Cirugía Plástica. Vol 23, Nº1, pag. 31-51. Ed. Panamericana. Buenos Aires. 1996

Rudolph Ross. Wide Spread scars, Hypertrophic scars, and Keloids. En *Clinics in Plastic Surgery*; Vol 14, Nº2: 253-260, abril 1987.

Schroeter CA, Neumann HAM. The photoderm VL-Flashlamp as a new treatment possibility for vascular skin lesions. *Dermatol Surg*; 1998. 24: 743-748.

Sigurdson V, Knulst AC, van Weelden H. Phototherapy of acne vulgaris with light. *Dermatology* 1997;94:256-260.

Simkin R. Nueva tecnología para el tratamiento de las várices y angiomas. Port wine stain y lesiones pigmentarias. *Photoderm VL. Flebología*. 23, Nº2: 29-33. Agosto 1999.

Soracco JE, López Dámbola J. Fototermobliteración intravascular de venas varicosas de los miembros inferiores. Láser 532 y láser 810 nm. Primera comunicación. *Flebología*. 24, Nº1: 27-29. Abril 2000.

Schroeter CA, Groenewegen JS, Reineke T, Neumann HA. Hair reduction using intense pulsed light source. *Dermatol Surg*. 2004 Feb;30(2 Pt 1):168-73.

Trelles M, Allones I, Velez M, Mordon S. Nd:YAG laser combined with IPL treatment improves clinical results in non-ablative photorejuvenation. *J Cosmet Laser Ther*. 2004 Jun;6(2):69-78.

Vlachos SP, Kontoes PP. Development of terminal hair following skin lesion treatments with an intense pulsed light source. *Aesthetic Plast Surg*. 2002 Jul-Aug;26(4):303-7.

Wang CC, Hui CY, Sue YM, Wong WR, Hong HS. Intense pulsed light for the treatment of refractory melasma in Asian persons. *Dermatol Surg*. 2004 Sep;30(9):1196-200.

Weiss RA, Weiss MA, Beasley KL. Rejuvenation of photoaged skin: 5 years results with intense pulsed light of the face, neck, and chest. *Dermatol Surg.* 2002 Dec;28(12):1115-9.

Weiss RA, Goldman MP, Weiss MA. Treatment of poikiloderma of Civatte with an intense pulsed light source. *Dermatol Surg.* 2000 Sep;26(9):823-7; discussion 828

Woo SH, Park JH, Kye YC. Resurfacing of different types of facial acne scar with short-pulsed, variable-pulsed, and dual-mode Er:YAG laser. *Dermatol Surg.* 2004 Apr;30(4 Pt 1):488-93.

Woo WK, Handley JM. A pilot study on the treatment of facial rhytids using nonablative 585-nm pulsed dye and 532-nm Nd:YAG lasers. *Dermatol Surg.* 2003 Dec;29(12):1192-5; discussion 1195.

Dr. Fabián Pérez Rivera

Especialista en Cirugía Plástica y Reconstructiva

Especialista en Linfología

Especialista en Cirugía General

Cirujano Plástico y Maxilofacial Hospital Universitario Austral

Cirujano Plástico a Cargo del Servicio de Cirugía Plástica Policlínico Central OSUOMRA

Miembro Titular de las siguientes asociaciones: Internacional Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgery, Federación Ibero Latinoamericana de Cirugía Plástica, Sociedad Argentina de Cirugía, Sociedad Argentina de Cirugía Plástica, Sociedad de Cirugía Plástica de Buenos Aires

Bulnes 1937 1°A (C1425DKG) Ciudad de Bs. As.

Tel/Fax (054-11)4824-5855 / 4825-2217

info@perezrivera.com.ar

www.perezrivera.com.ar

Indice de Figuras

Figura 1 Espectro Electromagnético.

Figura 2: Fotón. Cuando un fotón se mueve a través del espacio, el campo eléctrico oscila en un plano. La distancia que recorre un fotón a través de una oscilación completa es su longitud de onda. Un campo magnético oscila perpendicular a éste campo eléctrico. Así, los fotones reprimen la cantidad de energía electromagnética.

Figura 3: Componentes de un láser. Toda acción láser se origina en un medio activo ligado a dos espejos. Ambos espejos reflejan fotones, pero el espejo de salida es semitransparente para permitir que la luz láser salga de la cavidad. Se requiere una fuente de energía para excitar el medio activo e instituir la acción láser.

Figura 4: Los equipos láseres medicinales y la luz pulsada abarcan el espectro de luz visible y parte del infrarrojo. (tomado de Cisneros Vela JL y Camacho Martínez F. *Láser Fuentes de Luz Pulsada Intensa en Dermatología y Dermocosmética.* 2002. Ed. Amolda).

Figura 5: Mientras que la luz láser, o luz coherente, al dejar el equipo resonador es monocromática, colimada y convergente, la luz pulsada, luz incoherente, una vez que deja el equipo resonador es policromática, divergente y no colimada. (tomado de Rosemberg y Gregory. *Los rayos láseres en cirugía estética. Clínicas en Cirugía Plástica.* 1996. 23:1. Ed. Panamericana).

Figura 6: Penetrancia y acción en profundidad según las diferentes longitudes de onda. A menor longitud de onda, menor penetrancia en la piel y acción más superficial. A mayor longitud de onda,

mayor penetrancia a acción más profunda. (tomado de Cisneros Vela JL y Camacho Martinez F. Láser Fuentes de Luz Pulsada Intensa en Dermatología y Dermocosmética. 2002. Ed. Amolda).

Figura 7: Espectro electromagnético abarcado por la Luz Pulsada. En forma horizontal tenemos las longitudes de onda entre los 500 y 1200 nanómetros abarcadas por la Luz Pulsada dentro del sector óptico e infrarrojo del espectro electromagnético. En forma vertical se encuentran nombrados algunos láseres de uso médico que podrían ser reemplazados por la Luz Pulsada, con sus respectivas longitudes de onda y la profundidad preferentemente abarcada por cada uno de ellos.

Figura 8a: Mujer de 30 años con melasma medio frontal.
Figura 8b: Resultado luego de 3 aplicaciones con luz pulsada.

Figura 9: Una vez absorbida las longitudes de onda por los pigmentos cromoafines (Ej. melanosomas en lentigo en la unión dermoepidérmica y colorantes de tatuaje en dermis profunda) se transforma color por calor logrando la exteriorización de los pigmentos superficiales y la microfragmentación de los pigmentos más profundos, permitiendo ser fagocitados y eliminados por los macrófagos.

Figura 10a: Mujer de 50 años con angioma plano facial y laterocervical derecho.
Figura 10b: Post tratamiento, luego de 6 aplicaciones de luz pulsada.

Figura 11: Una vez absorbida las longitudes de onda por el pigmento cromoafin (hemoglobina intravascular) se transforma color por calor logrando la desnaturalización de las proteínas conformadoras del endotelio vascular, colapso de las paredes vasculares, fibrosis y posterior eliminación por sistema fagocitario.

Figura 12a: Mujer 38 años con Poiquiloderma de Civatte en cuello y escote.
Figura 12b: Después de 6 aplicaciones de luz pulsada.

Figura 13a: Mujer 40 años con Rosácea Facial.
Figura 13b: Resultado luego de 2 aplicaciones de luz pulsada.

Figura 14: Diferentes mecanismos de acción de láseres ablativos. (tomado de Cisneros Vela JL y Camacho Martinez F. Láser Fuentes de Luz Pulsada Intensa en Dermatología y Dermocosmética. 2002. Ed. Amolda)

Figura 15: Mecanismo de acción de los láseres no ablativos sobre el fotoenvejecimiento: Secuencia donde se observa en el primer cuadro una piel fotodañada con manchas, teleangiectasias e irregularidades en la piel. Segundo cuadro muestras la aplicación del láser que es absorbida por los cromóforos melanina (mancha) y hemoglobina (teleangiectasia) y por el agua intra y extra celular provocando la fotoestimulación del fibroblasto de la dermis reticular. Tercer cuadro donde se evidencia la eliminación de los elementos que contenían a los cromóforos, y la estimulación que se provocó sobre el fibroblasto (fotoestimulación) manifestada en un aumento de actividad celular, generando mayor cantidad de fibras elásticas y colágeno, engrosando la dermis reticular y permitiendo la resolución de algunas ríides (pequeñas arrugas).

Figura 16a: Mujer 21 años con Hirsutismo con localización en mentón y cervical anterior.
Figura 16b: Resultado 10 meses después luego de 4 aplicaciones de luz pulsada.

Figura 17: Ciclo Piloso y Fotodepilación. Las longitudes de onda son captadas por la melanina incluida en los melanosomas que están en íntimo contacto con las células germinativas en la papila dérmica de los folículos pilosos en etapa anágena del ciclo piloso. Se transforma color por calor logrando destruir éstas células germinativas. Los folículos que están en etapa telógena no son afectados en ésta aplicación y se espera hasta que pasen a la etapa anágena para recién hay volver a aplicarle y poder destruir sus células germinativas.