



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
Departamento de Postgrado

# **Hemangiomas cutáneos y lesiones vasculares benignas: tratamiento con láser y luz pulsada intensa.**

---

Revisión

**Carrera de Especialización en Dermatología  
FCM – UNLP**

*Directora:* Prof. Dra. Flora STOICHEVICH

*Autor:* Esteban José LANDOLFI

2012



## INDICE

<b>-RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>-OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES</b>	<b>5</b>
<b>-INTRODUCCION</b>	<b>6</b>
• DEFINICION	6
• EPIDEMIOLOGIA	6
• ETIOPATOGENIA	6
• PATOLOGIA	7
• CLASIFICACION	8
• PRESENTACION CLINICA	9
• COMPLICACIONES	13
<b>-LASERTERAPIA</b>	<b>17</b>
<b>-TRATAMIENTO LASER Y CON LUZ PULSADA INTENSA DE LOS HEMANGIOMAS Y OTRAS LESIONES VASCULARES BENIGNAS CUTANEAS</b>	<b>23</b>
• HEMANGIOMAS	24
• TELANGIECTASIAS	29
• ERITEMA DIFUSO Y POIQUILODERMIA DE CIVATTE	30
• MANCHA EN VINO DE OPORTO	30
<b>-CONCLUSIONES</b>	<b>32</b>
<b>-AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA</b>	<b>34</b>
<b>-BIBLIOGRAFIA</b>	<b>35</b>

## ***RESUMEN***

Se realizó un estudio retrospectivo de acuerdo con la revisión bibliográfica de los últimos años referente al tema, con un diseño no experimental, de corte transversal, de tipo descriptivo; con el objetivo de desarrollar una actualización terapéutica de hemangiomas y otras lesiones vasculares con láser y luz pulsada intensa (LPI), y considerarlos como recurso terapéutico para aplicar en este tipo de lesiones. Los resultados fueron satisfactorios, pudiendo suplantar así procedimientos más agresivos, que con frecuencia dejan secuelas estéticamente importantes; o con otras opciones terapéuticas que no logran resolverlas satisfactoriamente.

Se desarrolla un resumen sobre hemangiomas, y una descripción de los fundamentos teóricos y conceptos básicos sobre los tipos de láser utilizados para el tratamiento de estas lesiones vasculares.

**Palabras clave: Hemangiomas, clasificación y descripción, formas clínicas más frecuentes, tratamiento láser y con luz pulsada intensa (LPI).**

## ***OBJETIVOS GENERALES***

Brindar información, fundamentos teóricos y los conceptos básicos sobre el conocimiento de los equipos láser y luz pulsada intensa (LPI); sus mecanismos de acción en el tratamiento de los hemangiomas, telangiectasias, poiquilodermia de Civatte y malformaciones vasculares benignas cutáneas. La finalidad es lograr realizar un tratamiento eficaz, minimizando la incidencia de efectos secundarios indeseables y obteniéndose el máximo beneficio terapéutico. Contando con esta tecnología como un recurso terapéutico que puede reemplazar a otros procedimientos más agresivos y a otras tecnologías que no resuelven satisfactoriamente o por completo este tipo de afecciones.

## ***OBJETIVOS PARTICULARES***

- Determinar las lesiones vasculares benignas cutáneas factibles de tratamiento láser y/o con luz pulsada intensa (LPI).
- **Minimizar el estrés psicosocial provocado por dichas lesiones, tanto en los pacientes menores de edad o adultos, como en sus respectivas familias.**
- Evitar el tratamiento agresivo y con posibilidad de secuelas o reacciones adversas, por la aplicación de otras opciones terapéuticas, considerando que los hemangiomas son lesiones cutáneas de buen pronóstico.

## **INTRODUCCION**

### **DEFINICION**

Los angiomas (del griego angeion, vaso) son tumores benignos derivados de vasos sanguíneos (hemangioma).

Los hemangiomas 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.<sup>(1)</sup> Constituyen lesiones dinámicas que tienen un rápido crecimiento postnatal, conocida como fase proliferativa, hasta los 6-12 meses de edad; una fase de cese de crecimiento, o meseta, hasta los 18 meses; y por último una fase de involución, que ocurre entre los 2 y 9 años de edad. Es el tumor más frecuente en la infancia.<sup>(2,3,4,5)</sup>

Los hemangiomas son tumores de estirpe endotelial, y por tanto representan un modelo de angiogénesis (desarrollo de nuevos vasos desde una vasculatura preexistente).<sup>(1)</sup>

Su aspecto físico dependerá de la profundidad respecto a la piel, del tamaño y del estadio evolutivo.

Habitualmente, se presentan como una lesión única, aunque hasta en un 20% de los casos pueden ser múltiples, situación en la que se debe descartar una afectación interna concomitante. Aunque no se considera una enfermedad hereditaria, el 10% de ellos tienen una historia familiar.<sup>(6,7)</sup>

### **EPIDEMIOLOGÍA**

Son los tumores más frecuentes de la infancia. Se observan a las pocas semanas de edad, con una frecuencia aproximada al 10-12 % de los niños de raza blanca y en el 22% de los prematuros por debajo de los 1.200grs.

Afecta mayoritariamente al sexo femenino en una proporción 3 a 5 veces más frecuentes en niñas que en niños.<sup>(8)</sup>

Existe un patrón de herencia autosómico dominante descrito, de moderada a alta penetrancia.<sup>(6)</sup>

También se ha relacionado con la edad de la madre, de manera que a mayor edad materna aumenta la posibilidad de desarrollo de hemangiomas en el niño.<sup>(9)</sup>

### **ETIOPATOGENIA**

Aunque el mecanismo exacto por medio del cual se origina el hemangioma permanece aún desconocido, se describen factores de crecimiento tisular en el rol de su génesis.

Estudios inmunohistoquímicos documentaron la expresión aumentada del factor de crecimiento fibroblástico (FCF), factor de crecimiento vascular endotelial, el antígeno celular de proliferación nuclear y la colagenasa tipo IV. In vitro, el FCF mostró inducir la hiperplasia de células endoteliales, así como la

proliferación y migración de células de músculo liso y fibroblastos. In vivo, el FCF estimula la angiogénesis. Aún más, se detectó el incremento del dosaje del FCF en la orina de los pacientes con hemangiomas durante su fase proliferativa, y su disminución durante la fase involutiva. Resultaría interesante, en un futuro, el planteo del monitoreo de la eficacia de la respuesta al tratamiento de los hemangiomas, mediante el dosaje urinario de FCF. <sup>(2)</sup>

Comparten marcadores inmunohistoquímicos con los vasos de la placenta (GLUT-1, merosina, antígeno Lewis Y y Fc gamma receptor II). El GLUT-1 constituye un marcador excelente para el diagnóstico diferencial, primero con otros tumores y después con las malformaciones vasculares. Los hemangiomas son 100% GLUT-1 positivos, mientras que las malformaciones vasculares son 100% GLUT-1 negativos y los otros tumores vasculares también son negativos. <sup>(9,10,11,12,13)</sup>

De igual forma se ha comprobado que las células del hemangioma in vitro se parecen mucho más a las del feto que a las del neonato. Se considera que la realización de una biopsia de las vellosidades coriónicas aumenta el riesgo de desarrollo de un hemangioma, hasta tres veces más. <sup>(9)</sup>

Todo ello ha sugerido la hipótesis de que los hemangiomas son proliferaciones clonales de células endoteliales de la placenta embolizadas en los tejidos blandos del neonato. Existe clonalidad de las células endoteliales de los hemangiomas y pérdida de la heterocigosidad, lo cual indica la posibilidad de que el hemangioma se origine en una mutación somática. <sup>(9)</sup>

## **PATOLOGIA**

Durante la fase proliferativa inicial los hemangiomas se caracterizan por una infiltración dérmica lobular de células endoteliales, pericitos y células de músculo liso con lúmenes capilares minúsculos. También abundan en esta etapa los mastocitos, lo que no ocurre en la etapa de involución clínica.

Los hemangiomas en fase de proliferación se caracterizan por presentar células endoteliales globulosas proliferantes. Aunque en las etapas iniciales se observan nidos de células endoteliales en proliferación con una aparente desorganización y ausencia de luces vasculares, con las tinciones para reticulina se demuestra que existe cierto grado de organización y la proliferación está limitada por la capa basal. Las células son globulosas y ocupan las luces vasculares. A medida que avanza la proliferación se observa una mayor organización, las luces vasculares se hacen visibles y se observa con claridad un componente sanguíneo dentro de las luces vasculares. Hacia el final de la fase de proliferación el hemangioma se organiza en lóbulos separados por septos fibrosos, cada uno de los cuales tiene su propia vascularización arterial y venosa. <sup>(12,14,15)</sup>

Las luces vasculares van involucionando y se dilatan, la células endoteliales se aplanan y se deposita tejido fibroso, tomando el hemangioma una arquitectura

lobular. Las células endoteliales proliferantes y globulosas de la fase proliferativa comienzan a ser de forma progresiva menos activas, se adelgazan hasta que al final del periodo involutivo se observan grandes cantidades de células endoteliales inactivas. El hemangioma va cambiando y pasa de ser una lesión con claro predominio celular a tener un evidente predominio vascular. También se produce un progresivo depósito de un tejido perivascular fibro-adiposo junto al descenso del número de luces vasculares. A medida que disminuye el número de luces vasculares, los vasos que restan se hacen ectásicos y tienden a persistir en la lesión hasta que involuciona por completo, con el aspecto de telangiectasias en una densa malla de colágeno reticular con islas de tejido graso. <sup>(2,14,15)</sup>

Desde el punto de vista histoquímico, las células endoteliales expresan el marcador CD31 en todas sus fases.

Otro marcador, más específico, es el GLUT1, que se comporta como un transportador de glucosa expresado normalmente en el endotelio vascular de las barreras hematotísulares, pero no en la piel sana. Este marcador se manifiesta intensamente en los hemangiomas en todas sus fases de desarrollo, estando ausente en otras lesiones vasculares como las malformaciones vasculares y los granulomas piogénicos. <sup>(2,12,13)</sup>

## CLASIFICACIÓN

Es de alta prioridad una clasificación correcta de los hemangiomas para su adecuado diagnóstico y tratamiento oportunos, existiendo aún hoy, desinformación al respecto. La clasificación más aceptada hasta el presente, vigente desde su descripción en 1982, es la de Mulliken y Glowacki. La misma permite discriminar entre hemangiomas y malformaciones vasculares (MV), las que presentan un comportamiento evolutivo diferente. Si bien las MV están presentes desde el nacimiento y los hemangiomas pueden no ser evidentes clínicamente en dicho momento, la involución espontánea de las MV no se ha reportado hasta la actualidad. <sup>(2,14,16)</sup>

Clasificación de lesiones vasculares congénitas de Mulliken y Glowacki (modificada por Waner y Sue).
<b>HEMANGIOMAS</b>
<b>MALFORMACIONES VASCULARES</b>
Capilares
Venulares
Venosas
Linfáticas
Arteriovenosas
Mixtas
Veno-linfáticas



Esta clasificación fue posteriormente redefinida por Mulliken y Young, en 1996 adoptada por la *International Society for the Study of Vascular Anomalies* (ISSVA), y hoy en día considerada clásica con mínimos cambios. <sup>(1)</sup>

Clasificación modificada de la ISSVA de las anomalías vasculares (Roma, 1996)
<b>TUMORES</b>
<b>HEMANGIOMAS</b>
Superficiales (hemangiomas capilares o en fresa)
Profundos (hemangiomas cavernosos)
Mixtos
<b>OTROS</b>
Hemangioendotelioma kaposiforme
Angioma en penacho
Hemangiopericitoma
<i>Spindle-cell</i> hemangioendotelioma
Glomangiomas
Granuloma piogénico
Sarcoma de Kaposi
Angiosarcoma
<b>MALFORMACIONES VASCULARES</b>
<b>SIMPLES</b>
Capilares (C) (mancha en vino de Oporto, nevus flammeus)
Venosas (V)
Linfáticas (L) (linfangioma, higroma quístico)
Arteriales (A)
<b>COMBINADAS</b>
Fístula arteriovenosa (AVF)
Malformación arteriovenosa (AVM)
CLVM (Incluye la mayor partes de los S. de Klippel-Trenaunay)
LVM
CAVM
CLAVM

## PRESENTACION CLINICA

El 50% de los hemangiomas están presentes al momento del nacimiento y el resto lo hace en las dos primeras semanas de vida. <sup>(16)</sup>

-Fase de Proliferación. Por lo general, los hemangiomas proliferan durante el primer año de la vida. Los hemangiomas congénitos son aquéllos que aparecen en el momento del parto como un tumor totalmente desarrollado; es decir, completan la fase de crecimiento durante la vida prenatal, sin tener una fase proliferativa postnatal. Su presentación clínica y localización es similar a la del resto de los hemangiomas, apareciendo sobre todo en las extremidades y a veces ulcerados en el momento del parto. La regresión

habitualmente ocurre, como máximo entre 6 y 14 meses, pudiendo incluso comenzar a nivel intrauterino. En estos casos se valora, mediante ecografías seriadas, la tendencia a la involución más que al crecimiento. En general, no requieren ningún tratamiento adicional, salvo alguna corrección quirúrgica post regresión similar a los hemangiomas clásicos. <sup>(9,14,15,17,18,19)</sup>

En un 30-50% de los niños afectados, existe en el momento del nacimiento alguna mínima lesión cutánea premonitoria sobre la que después se desarrollará el hemangioma, suele ser una mácula hipopigmentada o azulada, que puede pasar desapercibida al principio, pero que va a ser sustituida con rapidez por discretas telangiectasias rodeadas de un halo blanquecino. El contorno entre el halo blanquecino y la piel normal se hace más evidente cuando el niño llora (maniobra de Valsalva positiva). La aparición del hemangioma incipiente como una mancha blanca se debe a que a medida que las células endoteliales se hacen activas, aumenta su diámetro y bloquean de forma temporal el espacio vascular interno, reduciendo el espacio para las células sanguíneas por lo que aparece un área blanquecina. A medida que continúa la proliferación, aumenta el diámetro de los vasos y el espacio para los hematíes, lo que ocasionará la desaparición de la mancha blanquecina inicial y el aumento del número de vasos, lo que hará que se vayan apreciando en su superficie discretas telangiectasias que por aumento en el número de vasos y más adelante por coalescencia, dará lugar a la aparición de una mácula roja. El 80% de los hemangiomas son lesiones únicas y bien delimitadas, se localizan con mayor frecuencia en el cuero cabelludo y en el cuello (60%), existe una clara predilección por ubicaciones concretas, siendo una de estas el polo cefálico, para las lesiones denominadas focales como las difusas. Las lesiones difusas presentan una distribución metamérica siguiendo las ramas del nervio trigémino. La línea media del labio superior y las zonas laterales del labio inferior también son sitios que se afectan con frecuencia. Se desconocen las causas por las que los hemangiomas tienen predilección por aparecer en zonas determinadas, aunque se corresponden con las líneas embrionarias de fusión. Una posible explicación sería que en estos lugares permanecen células pluripotenciales con capacidad para sufrir una diferenciación para dar lugar a células endoteliales y a pericitos. De esta manera, bajo la influencia del estímulo de la angiogénesis se desarrollan los vasos sanguíneos. Con menor frecuencia, la existencia de un patrón alternativo de difusión lesional tiende a seguir la distribución de los dermatomas faciales. <sup>(9,17,18,19)</sup> Se han establecido los patrones de distribución de los hemangiomas segmentarios de la cara en cuatro zonas: frontotemporal, maxilar, mandibular y frontonasal, que se corresponden con las prominencias embrionarias que conocemos, lo que sugiere un origen neuroectodérmico de la distribución. <sup>(9,14,15,19)</sup>

## PATRONES DE DISTRIBUCION DE LOS HEMANGIOMAS SEGMENTARIOS DE LA CARA



1. FRONTOTEMPORAL
2. MAXILAR
3. MANDIBULAR
4. FRONTONASAL

(9)

Durante el primer año de vida, los hemangiomas aumentan el desarrollo por causa de la hiperplasia endotelial, al contrario de las malformaciones vasculares, que lo hacen por hipertrofia, aumentando de tamaño y acentuándose la intensidad del color. Durante la fase proliferativa la lesión puede crecer rápidamente, tensando la piel y ocasionando dolor. A partir de los 10-12 meses los hemangiomas suelen involucionar, disminuyendo progresivamente de tamaño y apagándose la intensidad de color adquiriendo un tono azulado, parduzco o grisáceo, la induración de la lesión decrece y la tensión disminuye de la misma forma. <sup>(14,15)</sup>

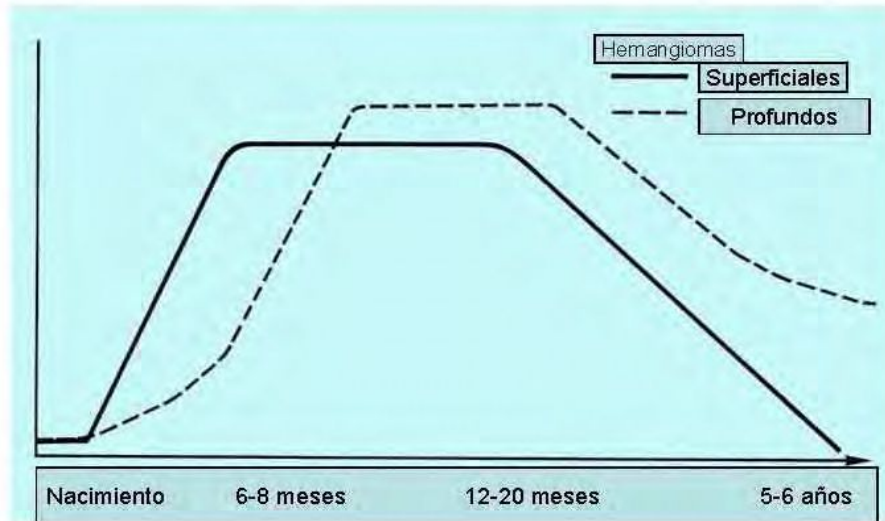
-Fase de Estabilización. Es un periodo intermedio durante el cual el tumor no crece, pero tampoco disminuye, es decir permanece estable. Su duración es muy variable. <sup>(9)</sup>

-Fase de Involución. La involución se inicia desde el final del primer año de vida hasta los 20 meses, pero es frecuente que se superponga con las fases anteriores. <sup>(9)</sup>

La involución comienza con una disminución evidente del grado de crecimiento, más adelante el hemangioma se hace menos tenso a la palpación, no se expande o se ingurgita cuando el niño llora y cambian de su color inicial hacia uno más oscuro. Por último la lesión se vuelve más blanda y se empieza a blanquear desde el centro hacia la periferia siguiendo un patrón radial. Estos signos son más sutiles y mucho más difíciles de apreciar en los hemangiomas profundos, aunque la progresión es la misma que en los superficiales. El tiempo de involución es extremadamente variable y no se conoce ningún factor que influya en el mismo, pudiendo ser rápido (3-4 años), o lento, durando hasta los 10-12 años. Se considera que el 50% de las lesiones lo harán hacia los 5 años de edad, y un 20% a los 7 años; en el resto, la involución puede alargarse otros 3-5 años. Esto último ocurre con más frecuencia en algunas localizaciones como la nariz y el labio superior, donde en muchos casos no

es completa. Las secuelas estéticas aumentan cuando el proceso involutivo se inicia en edades posteriores. Se ha observado que cuando este proceso se produce antes de los 6 años, el índice de hemangioma residual es diferente al que se obtiene cuando la involución comienza después de los 6 años. La mayoría de los hemangiomas involucionan con resultados aceptables, pero un bajo porcentaje de los mismos necesitará algún tipo de tratamiento corrector. <sup>(9,14,15,16)</sup>

**Diagrama de la evolución de los Hemangiomas.**



(9)

El aspecto clínico de los hemangiomas es muy variable, dependiendo de la localización de la lesión, y se los clasifica en hemangiomas superficiales, profundos y mixtos. <sup>(10)</sup>

**1. Superficiales:** se encuentran en la dermis papilar (dermis superficial) y son de color rojo brillante, por lo que se los denomina “hemangiomas en fresa”. <sup>(10)</sup>



HEMANGIOMA SUPERFICIAL <sup>(10)</sup>

**2. Profundos:** se encuentran en la dermis reticular y tejido celular subcutáneo; y se presentan como masas blandas de tonalidad azulada o del color de la propia piel, de consistencia “gomosa”. (3,4,10)



HEMANGIOMAS PROFUNDOS (10)

**3. Mixtos:** presentan componentes superficiales y profundos. (4,10)

La terminología aplicada de “hemangioma capilar” para referirse a los hemangiomas superficiales y la de “hemangiomas cavernosos” para referirse a los hemangiomas profundos, debe ser desechada, dado que es totalmente inadecuada tanto clínica como histológicamente. (10)

Un alto porcentaje de los hemangiomas no dejan alteraciones cutáneas residuales, pero la minoría restante puede producir cambios permanentes como atrofia, telangiectasias, hipopigmentación, tejido redundante, restos de tejido fibroadiposo.

El 80% de los mismos son solitarios, de pequeño tamaño, con involución espontánea. El 20% de hemangiomas llamados complicados, tienen posibilidad de producir alteraciones en el funcionamiento de algún órgano, o dejan lesiones cutáneas seculares, de importante repercusión estética y psíquica en el paciente y su familia. (2,16,17,20)

## COMPLICACIONES

Los hemangiomas pueden presentar complicaciones, debidas al propio tumor o derivadas de su localización. (10)

### 1) Complicaciones debidas al propio tumor

**-ULCERACION.** La formación de úlceras es una de las complicaciones más frecuentes. Generalmente se produce durante la fase proliferativa, habitualmente en hemangiomas tensos y situados en zonas de fricción o maceración, como por ejemplo la boca, zona alta del pecho y el área anogenital. (2)

La causa de la ulceración se relaciona con la rápida proliferación que llega a distender la piel superior, superando su límite de elasticidad hasta dar lugar a la formación de úlceras. Un hemangioma proliferante puede bloquear su propio aporte sanguíneo y producir de esta forma situaciones de isquemia y por lo tanto su propia necrosis.

Las ulceraciones son dolorosas y si se localizan en labios pueden dificultar la alimentación y en zonas genitales la micción y defecación.

Estas úlceras, secundariamente, pueden complicarse y sobreinfectarse o generar cicatrices.

Por último se debe recordar que las lesiones que se ulceran y cicatrizan por segunda intención dejan una cicatriz residual. Ello podría justificar una intervención precoz del hemangioma. <sup>(2,9,10)</sup>

**-INFECCION.** La mayoría de las infecciones se producen en hemangiomas que se han ulcerado; presentando un exudado purulento con aumento del calor y dolor. <sup>(2,10)</sup>

**-HEMORRAGIA.** La hemorragia es una complicación que se puede observar, en general tras traumatismos locales. Generalmente son sangrados leves o moderados en hemangiomas ulcerados, que responden fácilmente a la compresión directa. Son más raras las hemorragias profundas, que se pueden producir por ejemplo en casos de coagulopatías de consumo. Los hemangiomas ulcerados tienden más al sangrado espontáneo o ante el menor trauma y aunque en la mayoría de los casos no es grave, puede dar lugar a una hemorragia masiva severa. <sup>(2,10)</sup>

**- ATROFIA CUTANEA, CICATRICES Y TELANGIECTASIAS RESIDUALES.** Se producen por la propia involución del tumor, y generalmente en aquellos de gran tamaño. <sup>(2,9,10)</sup>

## **2) Complicaciones debidas a la localización del hemangioma.**

Los hemangiomas segmentarios en determinadas localizaciones, pueden tener las siguientes complicaciones:

- **Hemangiomas periorbitarios.** En estos casos las complicaciones más importantes son la ambliopía y la visión reducida del ojo afectado; producida por la disminución en el estímulo visual que genera un hemangioma de tamaño considerable al obstruir el eje visual.

Otro tipo de complicación frecuente en estos hemangiomas es la deformación de la córnea, producida por la presión local directa del tumor, lo que provoca astigmatismo, o bien estrabismo, miopía, obstrucción del lacrimal, proptosis y ptosis palpebral. <sup>(10)</sup>



Hemangioma mixto periocular que comprime el globo ocular y disminuye la apertura palpebral. <sup>(17)</sup>

*Todo hemangioma facial segmentario requiere un estudio con resonancia nuclear magnética cerebral y una correcta evaluación cardíaca para descartar otras anomalías y malformaciones que se pueden producir en asociación con hemangiomas segmentarios faciales, constituyendo síndromes poco frecuentes, como la dilatación del cuarto ventrículo que genera hidrocefalia, anomalías arteriales, anomalías cardíacas, alteraciones oculares, anomalías esternas. <sup>(10)</sup>*

- Hemangiomas segmentarios mandibulares. Este tipo de hemangiomas pueden causar obstrucción de la vía aérea superior y producir síntomas como tos, disfonía, disnea, situación que requiere un estudio otorrinolaringológico detallado. La obstrucción de ambas fosas nasales, puede constituir un grave problema durante las primeras semanas de vida.

- Obstrucción de la audición. Los hemangiomas que se originan en la parótida pueden ocluir de forma completa el conducto auditivo externo y de esta manera ocasionar la pérdida auditiva. Si la obstrucción es bilateral, el compromiso es relevante. <sup>(10)</sup>

- Hemangiomas lumbosacros. Ante la presencia de un hemangioma en región lumbosacra, sobre todo en lactantes y niños, se debe considerar la posibilidad de un disrafismo espinal oculto o de alteraciones genitourinarias. Se debe realizar un estudio con resonancia nuclear magnética de la médula espinal que permita descartar la complicación más importante que es la presencia de una médula espinal enclavada. <sup>(10)</sup>

## **Formas especiales de hemangiomas**

Dentro de estas formas especiales se describe aquellas factibles de tratar por medio de energía láser y luz pulsada intensa. <sup>(1)</sup>

### **-Hemangiomas estelares (nevus aracneus o spider naevus)**

Consiste en una elevación angiomatosa puntiforme, de 2 a 3 milímetros, con frecuencia pulsátil, de la que irradian finísimas y múltiples arborizaciones telangiectásicas tortuosas. Se deben a diminutos aneurismas arteriales revestidos en oportunidades de células glómicas o musculares lisas, o bien corresponden a pequeñas anastomosis arteriovenosas.

Aparece casi siempre en la cara durante la pubertad o en brotes eruptivos con elementos múltiples (estrellas vasculares), durante el embarazo o en el curso de cirrosis hepática alcohólica. <sup>(1,10,14,16)</sup>

### **-Hemangiomas seniles**

En la piel son los llamados puntos rubí, perlas sanguíneas o angiomas cereza, habitualmente múltiples y progresivos, que surgen en casi todos los adultos y ancianos a nivel del tronco, en forma de pequeñas elevaciones puntiformes o lenticulares a menudo pediculadas, rojo vivo o violáceas. Son hemangiomas capilares genuinos y su importancia es exclusivamente estética. <sup>(1,10,16)</sup>

### **-Mancha en vino de oporto o nevus flammeus.**

El hemangioma plano, termino incorrecto ya que se trata de una malformación vascular capilar, también se denomina “en mancha de vino oporto” o “nevo telangiectásico”. De localización preferente lateral en cara, de tono oscuro y papilomatoso, distribuyéndose por el territorio cutáneo y mucoso de una o varias ramas del nervio trigémino. En más de la mitad de los casos está asociado a síndromes o hemangiomatosis graves. <sup>(1,10)</sup>

Se presenta en forma de máculas de color rosado que con el tiempo adquieren un color rojo intenso a violáceo, y con frecuencia desarrollan tuberosidades en la edad adulta. La localización más frecuente es la cara, pero puede asentarse en cualquier zona del tegumento cutáneo. Suelen ser unilaterales. <sup>(1,10)</sup>

Esta lesión puede asociarse a anomalías congénitas, glaucoma, Síndrome de Klippel Trenaunay, Síndrome de Cobb, Síndrome de Sturge-Weber. <sup>(10)</sup>



## Objetivos del tratamiento de los hemangiomas

1. Prevenir o revertir cualquier complicación de riesgo vital.
2. Prevenir desfiguraciones permanentes debido a los cambios cutáneos producidos en la involución del hemangioma.
3. Minimizar el estrés psicosocial provocado por el hemangioma tanto en el paciente como en la familia.
4. Evitar el tratamiento agresivo y con posibilidad de secuelas o reacciones adversas, en los hemangiomas que tienen un buen pronóstico sin tratamiento.
5. Prevenir o tratar adecuadamente los hemangiomas ulcerados para minimizar el dolor, la infección y las cicatrices. <sup>(2)</sup>

## LASERTERAPIA

La terapia láser supone el sistema terapéutico y tecnológico más revolucionario de la medicina actual.

Para su aplicación correcta se debe conocer el fundamento teórico y dominar ciertos conceptos básicos como la interacción láser-tejido, teoría de la termólisis selectiva, concepto de relajación térmica y el significado de los distintos cromóforos, como la oxihemoglobina y la melanina. Asimismo los diferentes conceptos relacionados con las propiedades de la luz láser, luz monocromática, coherencia espacial, energía y enfocabilidad; y los modos de emisión de láser, continuo, pseudocontinuo o pulsado. Adquiere importancia el conocimiento de las consecuencias derivadas de la modificación de parámetros como la longitud de onda empleada, la fluencia o densidad de energía, el tamaño del haz de luz y la duración del pulso. La modificación y correcta combinación de los mismos permitirá realizar un tratamiento eficaz, minimizando a su vez la incidencia de efectos secundarios indeseables y obteniéndose el máximo beneficio terapéutico. Otro aspecto importante es el conocimiento de los sistemas de refrigeración acoplados a la mayoría de los láseres, cuya función principal es la de reducir el riesgo de daño epidérmico. <sup>(1,22,23)</sup>

## Características

Los láseres son dispositivos que generan o amplifican radiación coherente de luz en las regiones infrarroja, visible y ultravioleta del espectro.

El acrónimo **LASER** (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) engloba el principio esencial en el cuál se fundamenta referido a la amplificación luminosa por emisión estimulada de la radiación. <sup>(22)</sup>

La distancia entre las crestas de dos ondas electromagnéticas sucesivas determina su **longitud de onda**, el color de la luz visible y su posición dentro del espectro electromagnético, se mide en nanómetros (nm). <sup>(22,24)</sup>

Los equipos de láser médicos son aparatos que están compuestos por una *cavidad óptica* o cavidad resonante, que rodea al medio activo ya sea gaseoso, líquido o sólido, elementos que rigen la longitud de onda de la luz emitida. Además *una fuente externa de energía* que aumenta la proporción de átomos

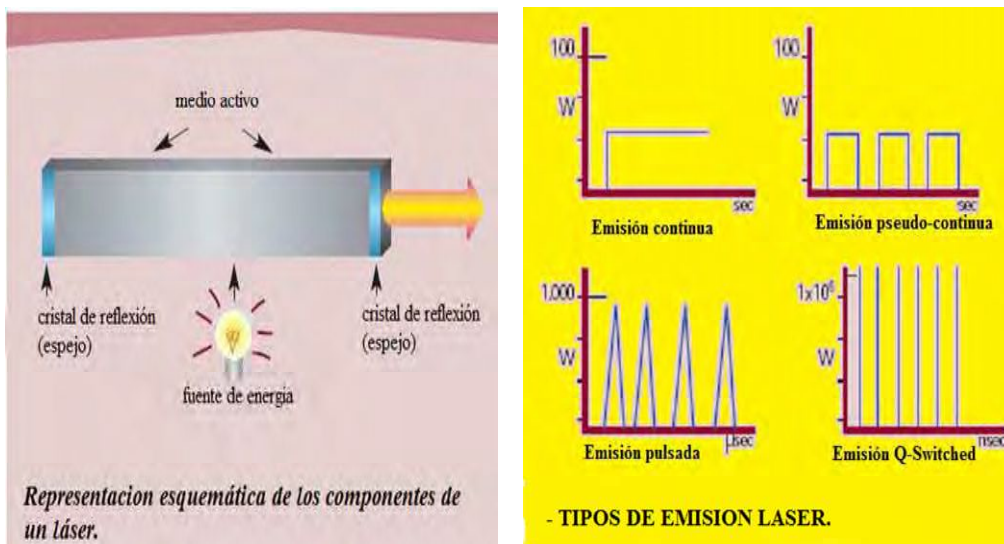
excitados hasta el nivel en el que la emisión estimulada es un fenómeno frecuente (“bombeo”), y *un sistema de administración*.

La cavidad resonante permite alcanzar tres objetivos esenciales:

- aprovechar al máximo la inversión de población.
- realizar la amplificación en una única dirección.
- lograr la predominante monocromaticidad de la emisión. (22,24,25)

El láser se genera, mediante un proceso de excitación por el cual la fuente externa de energía o bomba, envía energía al sistema en forma de electricidad, radiofrecuencia, luz o una reacción química, estimulando el paso de orbitales de baja energía a alta energía de los electrones del elemento que da el nombre al láser, localizado en la cámara láser o medio activo.

Algunos de los electrones excitados liberan energía espontáneamente en forma de dos fotones cuando vuelven a su estado de baja energía; fenómeno amplificado por la cavidad óptica que rodea al medio. La energía resultante sale por una pequeña perforación en uno de los espejos y es enviada, por tubos rígidos huecos, con espejos en los codos, fibras ópticas, o fibras flexibles y huecas; saliendo al exterior en forma de pulsos o continua. (24,25)



-Propiedades biofísicas de los láseres:

- **Monocromático:** de un solo color o longitud de onda.
- **Colimado** (no divergente): de rayos casi o totalmente paralelos entre sí.
- **Coherente:** la luz láser se transmite de modo paralelo en una única dirección (coherencia temporal), en un haz muy estrecho que se propaga con mínima divergencia (coherencia espacial), lo que le permite recorrer grandes distancias sin perder intensidad. Todas las ondas de un rayo están perfectamente ordenadas en el espacio y correlacionadas en tiempo.
- **Brillantez.**

La principal utilidad práctica de la radiación láser reside en que es continuo, con luminosidad focalizada y con un alto grado de dispersión dado por los fotones al incidir sobre el tejido. Debido al choque con un medio de distinta densidad, logra concentrar un gran número de fotones por unidad de superficie.

Para poder ejercer una acción sobre un elemento determinado, la energía lumínica debe ser absorbida por los componentes de ese elemento. Si un elemento no absorbe esta energía en forma de luz, no se producirían cambios en ella; ésta característica se conoce 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 lo hacen. 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. <sup>(25)</sup>



Espectro electromagnético. <sup>(25)</sup>

Entre 400 y 700 nm se encuentran los picos de absorción de energía del agua, la hemoglobina y la melanina. <sup>(25)</sup>

### Diferencias y similitudes entre tecnología láser y luz pulsada intensa

La luz pulsada 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. Esta diversidad de longitudes de onda se logra a partir de la estimulación de un gas común en la atmósfera, el xenón. <sup>(1,26)</sup>

Tanto la tecnología láser como la luz pulsada, son el producto de la emisión estimulada de radiación. Mientras que los equipos láseres obtienen esta energía a partir de elementos sólidos, líquidos o gaseosos; la luz pulsada sólo se obtiene a partir del xenón. <sup>(1)</sup>

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 sobre los que puede actuar, ya sea hemoglobina, melanina, pigmentos exógenos o agua; y a la diferente profundidad a la que se encuentra el elemento a tratar dentro del espesor de la piel. <sup>(1,26)</sup>

La energía láser se caracteriza por la emisión de fotones con una misma longitud de onda, por ejemplo el láser rubí posee una longitud de onda de 695 nanómetros. Esta característica, antes explicada, determina que el láser sea continuo, monocromático, colimado, coherente, con luminosidad focalizada y con un alto grado de dispersión de fotones. En cambio, la energía emitida por un equipo de luz pulsada es **discontinua, policromática, no colimada, incoherente**, con **punto focal grande** y con **grado bajo de dispersión** de fotones. <sup>(1,26)</sup>

El término incoherencia define la capacidad de la luz pulsada de emitirse en forma policromática, divergente y no colimada. Todas las ondas del rayo se emiten en forma desordenada y en diferentes direcciones.

Un haz policromático (luz pulsada) es captado por diferentes cromóforos afines a diferentes longitudes de onda o colores; esto, sumado al resto de las características mencionadas aumenta el espectro terapéutico abarcado por la luz pulsada, pudiendo ser efectivo sobre vasos superficiales a profundos y de diámetros entre los 0,1 a 3 mm. <sup>(1,26)</sup>

También es importante tener en cuenta el tamaño del spot que va irradiar el tejido a tratar; 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. <sup>(1,26)</sup>

El tipo de energía láser y luz pulsada es no ionizante, a diferencia de la emitida por los equipos de radioterapia cuya energía es 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. <sup>(1)</sup>

La radiación de luz láser o luz pulsada generalmente causa un aumento en la energía del electrón sin ionización, lo cual resulta en calentamiento o en la emisión de luz secundaria llamada fluorescencia, produciendo solo 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.

En cuanto a los efectos secundarios, la luz pulsada intensa puede ocasionar eritema, hipo e hiperpigmentación, reacción urticariforme y, ocasionalmente, formación de vesículas y costras, sobre todo en los individuos de fototipos oscuros o recientemente expuestos al sol o luz artificial; no obstante, todos ellos son temporales. <sup>(1,26)</sup>

## **Efectos biológicos del láser y la luz pulsada**

Los efectos biológicos del láser dependen de la *longitud de onda*, lo que determina su absorción y su penetración, y de las características ópticas del tejido diana. Un tejido puede reflejar o absorber parcial o completamente la energía que recibe según su longitud de onda, el tejido que selectivamente absorba la energía a una determinada longitud de onda la acumulará, transformándola en calor que, mantenido el tiempo suficiente, producirá destrucción. <sup>(24,25)</sup>

Las siguientes definiciones son útiles para determinar los efectos biológicos del láser:

- Cromóforo es el tejido que selectivamente absorbe una energía emitida con una determinada longitud de onda.
- Tiempo de contención térmica es el que precisa una estructura determinada, vaso sanguíneo en nuestro caso, para ser destruido por calor.
- Tiempo de relajación térmica de un tejido diana es el tiempo que tarda este tejido en saturarse de temperatura y difundir la energía térmica captada a los tejidos de alrededor, por lo que éstos pueden presentar daño térmico.
- Fototermólisis selectiva es la producción de lesiones térmicas selectivas en una estructura pigmentada diana al administrar una energía suficiente, a una longitud de onda absorbida preferentemente por el tejido diana, durante un tiempo igual o inferior al de su relajación térmica. La destrucción selectiva de vasos sanguíneos puede realizarse mediante la luz pulsada intensa (LPI), láser de Nd-Yag, láser de colorante pulsado (dye láser), entre otros. <sup>(24)</sup>

## **SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO EPIDÉRMICO**

Actualmente existen diversos sistemas de enfriamiento cutáneo destinados básicamente a aumentar el umbral de lesión térmica, permitiendo tratamientos con flujo de energía mayor de lo que se consideraría seguro de otra forma, protegiendo la epidermis del daño fotónico del láser.

Mediante un adecuado empleo de estos sistemas pueden minimizarse los riesgos de la irradiación láser en una epidermis sana, maximizando el daño térmico en el cromóforo diana. Los sistemas de enfriamiento determinan una disminución del dolor reduciendo así la necesidad de anestésicos locales o tópicos, de la inflamación y del riesgo de quemaduras. De igual forma, permiten administrar fluencias más altas de una forma segura para el tratamiento de lesiones resistentes, con menor riesgo de alteraciones cicatrízales epidérmicas; lo que hace posible reducir el número de tratamientos necesarios. En el caso de ser utilizados excesivamente, el enfriamiento puede causar un daño criógeno. <sup>(23)</sup>

Todos los métodos de enfriamiento tratan básicamente de eliminar calor de la superficie cutánea, las diferencias entre los distintos métodos radican en la cantidad de calor que eliminan, cuándo y mediante qué medio externo. El calor generado por el tratamiento láser que puede dañar la epidermis proviene de la absorción directa de la luz incidente por la melanina epidérmica, de la absorción directa de la luz incidente por la diana y de la refracción interna de la luz y dispersión en la superficie cutánea.

Hay cuatro formas de enfriamiento cutáneo:

1. **Preenfriamiento en masa**. Enfriamiento de todo el espesor cutáneo previo a la administración de luz. Disminuye el riesgo de quemaduras de tercer grado y el de dolor.
2. **Preenfriamiento dinámico**. Enfría la epidermis antes de la administración de la luz láser. Proporciona protección epidérmica para pulsos cortos ( $\square 10$  ms).
3. **Enfriamiento paralelo**. Enfría la epidermis durante la administración de la luz. Proporciona protección epidérmica para pulsos largos ( $\square 10$  ms).
4. **Postenfriamiento**. Enfría toda la piel tras la administración de luz. Disminuye el dolor y la inflamación tras el tratamiento. <sup>(23)</sup>

En la práctica existen diversos sistemas mecánicos: líquidos, sólidos o gaseosos, para la aplicación de los métodos de enfriamiento descritos. Los sistemas más utilizados son: enfriamiento mediante aire frío, enfriamiento por contacto, aplicación de aerosol criógeno y geles acuosos. <sup>(23)</sup>

**-Enfriamiento mediante aire frío:** permitió el uso de fluencias más altas con menor incidencia de efectos secundarios como eritema, púrpura y costra postoperatoria. El aire frío como sistema de enfriamiento se caracteriza por su baja velocidad de enfriamiento, debido a que su coeficiente de transferencia térmica es bajo. Por tanto, se requieren períodos de enfriamiento largos, de varios segundos, para conseguir un descenso significativo de la temperatura en la membrana basal. El resultado final suele ser un enfriamiento en masa de la piel, con escasa selectividad espacial. Por esta razón suele tratarse del método que más analgesia proporciona en sí mismo, estando indicado principalmente en el tratamiento láser de lesiones vasculares profundas de mediano y grueso calibre. <sup>(23,27,28)</sup>

**-Enfriamiento por contacto:** incluye desde la aplicación simple de paquetes de hielo hasta sistemas más sofisticados que pasan agua helada entre placas sin color y transparentes que generalmente son de zafiro por ser mucho mejor conductor que el cristal. Es un método excelente de enfriamiento durante la administración de la luz, pero en ambientes húmedos puede condensarse en placas y oscurecer la piel, lo que requiere una limpieza frecuente. <sup>(23,27)</sup>

**-Enfriamiento con pulverizador criógeno (dinámico):** se pulveriza sobre la piel un gas congelado inmediatamente antes del pulso láser. Este método tiene un coeficiente elevado de transferencia de calor y por eso es la forma más eficaz de preenfriamiento. Con control de tiempo automatizado, este sistema es además predecible y reproducible. <sup>(23,27)</sup>

**-Geles acuosos:** La extracción de calor de la superficie cutánea se ve limitada por el estrato córneo, el cual posee una conductividad muy baja por su escaso nivel de hidratación. Una fina capa de gel puede incrementar la conductividad de la capa córnea, y es útil por tanto como coadyuvante en cualquier sistema de enfriamiento. Además el gel frío, por sí mismo, extrae calor de la epidermis. <sup>(23)</sup>

La epidermis se enfría en décimas de milisegundo, mientras que un enfriamiento en masa de la piel requiere varios segundos. Si los cromóforos diana se encuentran en la dermis superficial, el tiempo de enfriamiento debe ser breve. Los parámetros ideales de enfriamiento deberían seleccionarse basándose en las características de un paciente concreto, dependiendo del grosor y pigmentación epidérmica, y de la profundidad, el tamaño y la densidad del cromóforo diana. <sup>(23)</sup>

## **Tratamiento láser y con luz pulsada intensa de los hemangiomas y otras lesiones vasculares benignas cutáneas**

La luz pulsada intensa y los láseres tratan las lesiones vasculares benignas cutáneas mediante el principio de *fototermocoagulación selectiva*. El cromóforo diana de la sangre es la hemoglobina (oxihemoglobina). Esta capta el haz de luz transformando la energía lumínica en energía calórica (60 a 90 °C). Al elevarse la temperatura el agua intracelular entra en ebullición formando una verdadera bulla gaseosa. Entre los 60 y 90°C se produce además 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 lesión de la pared del vaso, llevan a la obliteración de la luz del mismo, llevándolo a la fibrosis y posterior eliminación por medio del sistema macrofagocitario. La desnaturalización térmica, con la consecuente inactivación de las proteínas y enzimas, junto con la retracción de las fibras de colágeno son el principio y la consecuencia de la fotocoagulación. <sup>(1,28,29)</sup>

La oxihemoglobina tiene picos de absorción de energía lumínica a distintas longitudes de onda: 418 nm, 543 nm y 577 nm. El pico de absorción máxima se sitúa a los 418 nm pero a esta longitud de onda el láser penetra poco y además la competencia con la melanina es muy alta. Por tanto, aunque alrededor de 577 la absorción disminuye, la penetrabilidad aumenta dado que a mayor longitud de onda mayor penetrancia en los tejidos, y también decae la competencia con la melanina, evitándose así efectos secundarios indeseables como la aparición de hipopigmentación. Actualmente, los láseres comercializados, para adaptarse a la teoría de la fototermólisis selectiva, tienen una longitud de onda que oscila entre 585 y 600nm, de tal forma que, sin perder la afinidad por la oxihemoglobina, permiten alcanzar una profundidad mayor. <sup>(1,28)</sup>

La duración del pulso se ha ido incrementado desde 0,5 hasta 40 ms para tratar de coagular vasos de mayor tamaño y producir un calentamiento lento del vaso que permita reducir el efecto purpúrico tras el tratamiento. Asimismo, los vasos de menor calibre que no están dilatados quedan preservados ya que pulsos largos permiten un enfriamiento intrapulso de dianas menores del mismo cromóforo, que se denomina selectividad termocinética. <sup>(28,29,30,31)</sup>

El umbral de energía necesario para producir púrpura aumenta al alargar el pulso y la respuesta es mayor cuando el efecto purpúrico es más intenso. Por lo tanto, en función del paciente, se optará por tratamientos más intensos o purpúricos con respuestas más rápidas o tratamientos más lentos con menor respuesta purpúrica. Para el tratamiento de las manchas en vino de Oporto es necesario utilizar dosis purpúricas. <sup>(23,31)</sup>

Entre los inconvenientes se encuentra que, con pulsos largos, se requieren mayores fluencias para producir coagulación y que pulsos demasiado largos pueden no ser capaces de tratar vasos dilatados de menor calibre.

En cuanto al diámetro del haz, el uso de aplicadores de gran diámetro permite tratamientos más rápidos, más uniformes, con más densidad fotónica central y con mayor lesión vascular a menores fluencias, y se requiere menos energía para producir púrpura. De igual forma, teóricamente el haz penetra profundamente debido a la menor dispersión de la luz. <sup>(23,29,30,31)</sup>

Las lesiones vasculares profundas (> 2 mm) o aquellas que no responden al láser pulsado de colorante (dye láser), pueden beneficiarse con el tratamiento mediante luz pulsada intensa. En general, se emplean filtros que dejan pasar longitudes de onda entre 550 y 1.200 nm., que garantizan la absorción de la energía por la oxihemoglobina. <sup>(30,31)</sup>

Sobre la zona a tratar se aplica un gel frío que permite mejor contacto entre el prisma del cabezal y la piel, y aumenta el tiempo de relajación térmica de la piel. Después de colocar el gel, se aplican geles descongestivos o cremas hidratantes sobre la zona tratada, hasta que desaparece el eritema o se elimina la costra. La protección solar posterior al tratamiento, es una medida adecuada. <sup>(32)</sup>

## ***Hemangiomas***

Los hemangiomas responden mejor al tratamiento en los niños, donde hay un predominio de vasos inmaduros. Con la luz pulsada intensa y el láser de Nd-Yag, láser pulsado de colorantes (dye láser), se consiguen aclaramientos del 80-90% libres de cicatriz. El tratamiento se tolera bien sin anestesia, aunque en los niños pequeños se puede precisar sedación; en general, suelen ser necesarias más de 10 sesiones. En las extremidades inferiores el resultado es muy inferior al que se consigue en la cara. <sup>(24)</sup>





Hemangioma en ala nasal izquierda. Tratamiento realizado con equipo de luz pulsada Harmony, cabezal AFT 540 VP, luego de dos sesiones con  $15-17 \text{ J/cm}^2 - 10 \text{ msec}$ . Fotos tomadas de [http://www.almalasers.com/harmony\\_xl\\_photos7.jsp](http://www.almalasers.com/harmony_xl_photos7.jsp) - Dr. Pio Donnarumma, M.D. Napoli, Italy.

El tratamiento de los hemangiomas cutáneos profundos y mixtos ha mejorado visiblemente desde la aparición del láser de Nd-Yag de aplicación superficial, y es éste, junto a la embolización selectiva arterial, cuando es posible, el mejor tratamiento en la actualidad. <sup>(24,33)</sup>



Hemangioma tratado con Luz Pulsada Intensa y láser de Nd-Yag. <sup>(24)</sup>

Otro aspecto que se debe considerar antes de decidir la administración de láser, es el tipo de hemangioma. Los hemangiomas focales tienen una incidencia menor de complicaciones, mientras que los segmentales poseen mayor riesgo de desarrollar ulceración. <sup>(34)</sup>

En el tratamiento de los hemangiomas y otras lesiones vasculares benignas cutáneas, existen diversos prototipos con utilidades bien distintas. <sup>(30,35)</sup>

**Láser de Argón:** es un láser de onda continua, que emite luz en la zona gris-azulada del espectro, 488-514 nm. Estas longitudes de onda son bien absorbidas por la melanina y por la hemoglobina, pero la profundidad de penetración se limita a 1 mm. El láser de argón puede ser efectivo en detener el crecimiento o iniciar la involución precoz de los hemangiomas capilares, sobre todo de las lesiones de menor tamaño y en estadios tempranos de su evolución. Existe el riesgo de cicatriz, aunque su incidencia actual no se ha establecido, por lo que esta modalidad no estaría actualmente indicada en la infancia. <sup>(9,23)</sup>

**Láser de colorante pulsado (dye láser):** emite una longitud de onda entre 585-600 nm con una duración de pulso que oscila entre 350 µs y 40 ms. La eficacia de este tipo de láser en el tratamiento de lesiones vasculares como hemangiomas planos y telangiectasias está claramente establecida en la actualidad, produce un daño vascular muy selectivo, lo cual unido a la mínima alteración dermo-epidérmica que ocasiona, permite obtener excelentes resultados clínicos con escasos efectos indeseables, aunque no todas las lesiones vasculares pueden ser tratadas con esta técnica. De forma inicial fue diseñado con unos parámetros de duración de pulso de 577 nm, para que su luz fuese absorbida en especial por la oxihemoglobina. Con posterioridad la longitud de onda se cambió a 585 nm para conseguir una penetración a mayor profundidad en la dermis. Además tiene la ventaja que la melanina absorbe menos la luz a esta longitud de onda. Como la duración del pulso es menor que el tiempo de relajación térmica de los vasos, se produce poca transferencia de energía a los tejidos periféricos y por tanto no se induce necrosis ni cicatrices mediante el mecanismo de la fototermólisis selectiva. Es un tratamiento seguro y efectivo en los niños, especialmente en el área del pañal y de pliegues cutáneos, ya que los resultados son positivos y se observa reepitelización rápida y disminución del dolor. <sup>(23)</sup>

Se observó una mejoría notable en la elasticidad y textura cutánea, al igual que con la luz pulsada, incluso en las estrías, dado que potencialmente induce un aumento en el número de mastocitos regionales que segregan citocinas y que modulan la respuesta inflamatoria con un incremento del colágeno, elastina y producción de colagenasa. <sup>(23)</sup>

Aunque se desarrolló para el tratamiento de los hemangiomas planos o manchas en de vino de Oporto, en pacientes de todas las edades, donde se considera el tratamiento de elección, también se ha demostrado que los sistemas láser pueden ser efectivos en el tratamiento de los hemangiomas capilares, sobre todo cuando son lesiones iniciales, en las primeras semanas de vida. Se recomienda comenzar con intensidades bajas (6 a 6.5 J/cm<sup>2</sup>, y spot de 5 mm) y repetir los tratamientos cada 2 a 4 semanas para impedir el crecimiento posterior, aunque no es posible precisar de forma exacta el tiempo máximo de duración de tratamiento, ni el número de sesiones a administrar, dado que estas variables son particulares en cada paciente. <sup>(9)</sup> Su limitación se asocia con la profundidad de penetración (1.0 a 2.0 mm) lo que hace que sea sobre todo útil, explicado anteriormente, en el tratamiento de lesiones planas en fases precoces de su evolución, antes de que comience la fase de crecimiento rápido. La penetración del láser, de todas formas puede aumentarse comprimiendo la lesión a tratar con un cristal. Es preferible realizar la aplicación en los pacientes de corta edad precozmente, por que la lesión es

más pequeña y los vasos sanguíneos son menos ectásicos. No se conoce con certeza si la destrucción del componente superficial del hemangioma puede prevenir la proliferación del componente profundo, aunque durante la fase involutiva, la terapia láser es efectiva en aumentar la velocidad de regresión mediante la destrucción de la vascularización superficial residual. Asimismo, se utiliza en el tratamiento de hemangiomas ulcerados, en cualquier fase de su desarrollo, mostrándose eficaz en acelerar la curación de la úlcera y disminuir el dolor asociado, así como el sangrado e infección secundarios.

Los niños mayores de 10 años, suelen tolerar el procedimiento sin anestesia de ningún tipo. En niños pequeños puede ser necesaria una anestesia superficial, pero en todo caso, el tratamiento se ha demostrado muy bien tolerable, incluso en aquellos de muy corta edad. Los cuidados postratamiento incluyen evitar la exposición al sol y cremas hidratantes, restauradoras y antibióticas para aplicar en la zona tratada durante los días posteriores a la sesión de láser. El tratamiento se considera terminado cuando la lesión ha desaparecido. Los efectos secundarios son escasos, describiéndose de forma aislada ampollas, púrpura, costra, dolor, hipopigmentación residual, granulomas piogénicos o cicatrices. Las telangiectasias residuales se tratan con muy buenos resultados. Los hemangiomas cavernosos o mixtos no pueden ser tratados con el sistema dye laser, porque los vasos son demasiado grandes. Su utilización está contraindicada en pacientes con fotosensibilidad en la región de longitud de onda de 565-590 nm, crisis epilépticas provocadas por la luz, tratamientos anticoagulantes y pieles de biotipo muy alto. En la actualidad se intenta mejorar la eficacia de los tratamientos con láser de estos procesos mediante la aplicación simultánea de frío, que reducirá la temperatura de la superficie cutánea en el momento del impacto unos 40°C y favorecerá la eliminación del calor hacia el exterior de la epidermis, proporcionando un cierto grado de anestesia y facilitando la profundidad de la radiación láser, así como el enfriamiento posterior. <sup>(9,35,36)</sup>

**Láser de Nd:YAG (Neodimio: Itrio-Aluminio-Granate):** este tipo de láser, emite luz de forma continua, cerca de la zona infrarroja del espectro (1064 nm). La alta energía que desarrolla así como la profunda penetración (1 cm) de esta longitud de onda, además de suministrar una excelente capacidad hemostática, hace a este láser más adecuado para el tratamiento de hemangiomas grandes, en estadios más tardíos de su desarrollo. Produce buenos resultados en el tratamiento de manchas en vino de Oporto, hemangiomas y nevos en tetina de goma. También se han tratado hemangiomas capilares y cavernosos en niños con una combinación de láser de Nd:YAG e inyecciones intralesionales de corticoides. Las indicaciones para este tratamiento incluyen sangrado, obstrucción de la visión o de la alimentación o destrucción de la arquitectura facial; en todos los casos se consiguió el aclaramiento y cese del crecimiento rápido de los hemangiomas. Ha resultado efectivo en los hemangiomas que provocan compromiso respiratorio o en los localizados en el pene. <sup>(23,24,25)</sup> Entre las complicaciones observadas se incluyeron cicatrices y sangrado tras la maceración de la piel que recubre el hemangioma. Por tanto, las secuelas cosméticas potenciales deben sopesarse con los beneficios y la necesidad de tratamiento. La utilización de sistemas de enfriamiento de la superficie dermo-epidérmica mediante un spray de un criógeno o sistema de cryoterapia (aire

frío), son opciones muy efectivas para la prevención de efectos colaterales indeseables al utilizar este sistema. <sup>(27,34,37)</sup>



Hemangioma en borde de labio superior (lado izquierdo) tratado con tres aplicaciones de Nd-YAG láser (1064nm), separadas cada sesión por un tiempo de tres semanas.

**Láser de CO<sub>2</sub>**: este láser emite luz en la región infrarroja lejana a una longitud de onda de 10.600 nm, que se absorbe de forma predominante por las moléculas de agua. Cuando se utiliza de forma enfocada, se realiza una excelente escisión, con hemostasia de los pequeños vasos; la forma desenfocada se puede utilizar para cauterizar. Es útil para la extirpación de los hemangiomas cuando se necesita una intervención de urgencia, permitiendo un mejor control de la hemorragia en comparación con el bisturí convencional; existiendo el posible riesgo de cicatriz post tratamiento. Los parámetros recomendados para la escisión con el láser de CO<sub>2</sub> incluyen un diámetro focal de 0.2-1 mm, y una potencia de 8-15 W en onda continua. <sup>(9,23,24)</sup>

En general, la incidencia de cicatrices parece ser mayor que con los láseres de argón o de Nd:YAG, pero no se han realizado estudios comparativos. Aunque se han obtenido resultados satisfactorios, este procedimiento no se debe utilizar en la escisión de hemangiomas capilares por consideraciones cosméticas. Los hemangiomas mixtos o cavernosos, que muestran menor tendencia a la involución espontánea, son más apropiados para esta aplicación. <sup>(24,28)</sup>

### ***Telangiectasias***

Las telangiectasias están constituidas por la dilatación de vasos de la superficie cutánea que se hacen visibles, su calibre oscila entre 0,1 a 1 mm de diámetro.

Existen diversas teorías sobre su origen y si bien histológicamente se ha observado que presentan una estructura venosa y están localizados en el plexo subpapilar, su origen puede ser indistintamente, de cualquier componente del microcírculo cutáneo. De esta manera, algunos autores las clasifican en: telangiectasias de origen capilar, arteriolar y venular.

Es importante destacar que las telangiectasias se originan a partir de estructuras vasculares normales por lo que deben diferenciarse de los hemangiomas.

Morfológicamente, las telangiectasias pueden ser lineales o en forma de araña; pueden localizarse en cualquier región del cuerpo aunque las faciales son más críticas debido al impacto estético que ocasionan. La localización más frecuente de las telangiectasias faciales es a nivel de las mejillas y en el dorso y alas de la nariz.

Las de origen arteriolar serían las de menor calibre, color rojo brillante y que no tienden a protruir sobre la superficie cutánea; las de origen venular presentan un color azulado, tienen un mayor calibre y tienden a hacerlo.

La mejor respuesta se obtiene en las lesiones más superficiales, independientemente de su color.

La zona centrofacial presenta peor respuesta que las zonas laterales. El diámetro de los vasos y su profundidad puede estar parcialmente anticipado por el color y la localización de la lesión, la aplicación combinada de enfriamiento epidérmico permite utilizar fluencias más elevadas y conseguir un mayor aclaramiento. En pieles oscuras la aplicación de enfriamiento epidérmico deberá aumentarse para permitir incrementar de manera significativa la fluencia. Entre las hipótesis para explicar la resistencia en algunos pacientes, se cita la mayor profundidad de los vasos, el diámetro vascular, la proporción de eritrocitos intravasculares, el grosor de la pared vascular y número de los mismos. En estos pacientes se intentará usar el láser de colorante pulsado, con fluencias mayores y protección epidérmica, mediante mayor enfriamiento. Se han obtenido buenos resultados en casos aislados utilizando múltiples pases, incluso, se ha propuesto emplear múltiples ciclos de láser y enfriamiento.

Puede aplicarse la luz pulsada intensa, que ha obtenido muy buena respuesta, aún en algunos pacientes resistentes al láser de colorante pulsado, con el láser Nd:YAG 1.064 nm de pulso largo (ms). Este mismo es especialmente útil cuando los nevus flámeos forman lesiones tuberosas. <sup>(22,23,24,25)</sup>



Telangiectasias en pómulo. Tratamiento realizado con equipo de luz pulsada Harmony, cabezal AFT 540 VP; luego de dos sesiones con  $16-17 \text{ J/cm}^2 - 10 \text{ msec}$ . Fotos tomadas de [http://www.almalasers.com/harmony\\_xl\\_photos11.jsp](http://www.almalasers.com/harmony_xl_photos11.jsp) - Dr. BCK Patel M.D. FRCS, Professor Chief, Division of Facial, Orbital and Oculoplastic Surgery, University of Utah, Salt Lake City, Utah. USA

### ***Eritema difuso y poiquilodermia de Civatte***

La Poiquilodermia de Civatte, descrita por primera vez en 1923 por *Civatte*, es una afección de la piel que cursa con placas de piel atrófica, salpicadas de telangiectasias, en las que alternan áreas de hiperpigmentación reticulada, rojo parduzca con otras de hipopigmentación, que dan a la piel afectada aspecto moteado. Es el resultado de una excesiva exposición al sol de tipo crónico sin uso de la protección solar adecuada, que afecta tanto a hombres como a mujeres. Esta afección suele localizarse en las mejillas, en los laterales del cuello y puede extenderse también hacia el pecho. Es muy característico de este proceso, que la piel del área central de la región submentoniana esté respetada.

Para el tratamiento del eritema facial difuso con finas telangiectasias son especialmente eficaces el láser de colorante pulsado y la luz pulsada intensa, a dosis subpurpúricas o purpúricas, dependiendo el fototipo y la sensibilidad cutánea de cada paciente.

La solución más eficaz para la poiquilodermia es el tratamiento con luz pulsada intensa, aportando una gran mejoría tanto a las lesiones vasculares visibles como al enrojecimiento y la pigmentación. <sup>(23,37)</sup>

### ***Mancha en vino de Oporto***

La mancha en vino de Oporto está presente desde el momento del nacimiento, durante los primeros días, el diagnóstico puede ser complejo y debe diferenciarse de un posible traumatismo sufrido durante el parto, de la mancha salmón, de hemangiomas congénitos, etc.

Aunque existen controversias acerca del momento más apropiado para iniciar la aplicación del láser, en general, se admite que debe ser precoz. Aquellos pacientes que reciban tratamiento prematuro obtendrán un mayor beneficio terapéutico ya que en edades tempranas la piel es más fina y los vasos sanguíneos tienen un calibre más pequeño. El número de sesiones requeridas en niños es menor, dado que la respuesta es más rápida.

Las repercusiones psicológicas observadas de forma más clara durante la infancia, hace aconsejable un tratamiento temprano con láser: Nd-Yag láser, luz pulsada intensa o láser de colorante pulsado (dye láser).<sup>(23,39)</sup>

La combinación de dos longitudes de onda distintas parece tener un efecto sinérgico, sobre todo en lesiones recalcitrantes o nevos flámeus en fase proliferativa. Una longitud de onda más corta, 505 nm, induce inicialmente la formación de metahemoglobina, pigmento con mayor avidéz por la luz que la misma oxihemoglobina, situación que favorece la absorción de una segunda longitud de onda más larga, 1.064 nm. Este enfoque permite la disminución de las dosis energéticas y la aparición de efectos colaterales en menor cuantía.

En los pacientes con lesiones hipertróficas, el tratamiento quirúrgico puede estar indicado y ser más efectivo que el uso del láser de colorante pulsado, si bien otros modelos como el láser de CO<sub>2</sub> o Nd:YAG son también eficaces.<sup>(38,39,40)</sup>



Paciente con angioma en mancha de vino de Oporto del lado izquierdo del rostro, tratado con diez sesiones de LUZ PULSADA INTENSA cabezal AFT VP (540-950nm) sobre todo el angioma; y tres sesiones focales en las tuberósidades con el láser Nd-YAG (1064nm.) Se puede observar el aclaramiento de la lesión, la disminución del relieve y la textura de la misma.

## *Conclusiones*

- El uso del láser o la luz pulsada intensa son buenas opciones terapéuticas en patologías dermatológicas benignas, superficiales, no susceptibles de malignización. No se utilizarán en las lesiones de diagnóstico incierto en las que será imprescindible realizar un estudio anatomopatológico: afecciones cutáneas sin diagnosticar, procesos malignos, nevos melanocíticos.
- La versatilidad y los buenos resultados obtenidos en el tratamiento de alteraciones cutáneas muy diversas, son los factores responsables de la rápida evolución en el diseño y comercialización de las fuentes de láser y luz pulsada intensa. Se ha visto en los últimos años cómo esta tecnología va posicionándose de manera sólida en la práctica diaria del dermatólogo. No obstante, es preciso reflexionar sobre su alcance y limitaciones.
- Es esencial tratar las lesiones vasculares benignas cutáneas en forma temprana para evitar trastornos psicosociales en el paciente. Es un error esperar la resolución espontánea en las malformaciones vasculares, ya que estas no lo hacen. En el caso de los hemangiomas, aunque la mayoría involucionan espontáneamente, hay un porcentaje nada desestimable de un 15-20% que no lo hacen en su totalidad. Otro fundamento para el tratamiento precoz de estas lesiones sería que los vasos constituyentes de un hemangioma plano en un paciente pediátrico miden de 10 a 50 micrones de diámetro, en el paciente adulto son mayores a 300 micrones. Aunque la luz pulsada podría abarcar cualquiera de los dos estadios del hemangioma plano, sería recomendable actuar en los de diámetro menor y así lograr mejores y más rápidos resultados.
- En general, las lesiones vasculares benignas cutáneas más superficiales, con vasos de menor calibre como las telangiectasias, hemangiomas superficiales, eritema difuso, poiquilodermia de Civatte, responden mejor a láseres con longitudes de onda entre 500-600 nm y pulsos cortos; mientras que las situadas a mayor profundidad con vasos de mayor calibre y mayor flujo como por ejemplo los hemangiomas profundos, deberán ser tratados con mayores longitudes de onda, entre 800-1100 nm y fluencias altas con pulsos largos.
- Una de las mayores ventajas de la luz pulsada intensa es su variabilidad y flexibilidad, que permiten diseñar un tratamiento diferente para cada paciente y cada patología. Esta misma ventaja se torna en dificultad al momento de comenzar a usar el equipo de luz pulsada, ya que se debe variar y correlacionar filtros de corte, energía, cantidad de pulsos, longitud del pulso y el tiempo de descanso entre pulso y pulso. Esto lleva inevitablemente a la necesidad de un aprendizaje y formación previa, para evitar errores y efectos adversos durante el primer tiempo de uso de esta tecnología.
- Tanto con los distintos tipos de láser como con la luz pulsada intensa, se debe tener especial cuidado al tratar fototipos oscuros por las alteraciones pigmentarias que pueden inducir.
- Se considera que el uso de esta tecnología es un excelente recurso terapéutico para tratar diversas lesiones vasculares benignas cutáneas, que puede reemplazar



a otros procedimientos más agresivos que originan secuelas estéticas, y a otras que no resuelven satisfactoriamente este tipo de afecciones.

- Es necesario referir que en la actualidad no se cuenta con un láser ideal para el tratamiento de hemangiomas y de otras lesiones vasculares benignas cutáneas.
- Los resultados conseguidos se mantienen en el tiempo.
- Queda un largo recorrido hasta la obtención de un láser eficaz, que permita lograr resultados terapéuticos con un número bajo de sesiones y buenos resultados, a pesar de ello el avance producido en este campo durante los últimos años, ha contribuido decisivamente a mejorar la calidad de vida de gran número de pacientes. Los láseres son, hoy en día, una herramienta imprescindible en el tratamiento de las anomalías vasculares y en ocasiones la única alternativa, por ello se considera que el futuro de la utilización del láser y otros sistemas de luz es prometedor.

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA**

- Al *Cuerpo Docente de la Carrera de “Especialización en Dermatología”* de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata, que me instruyó y formó durante el desarrollo de la misma; especialmente a la *Prof. Dra. Flora Stoichevich*, por su enseñanza y seguimiento, el tiempo dedicado y la experiencia transmitida.
- A todos los integrantes del *Servicio de Dermatología del Hospital Gutiérrez de La Plata*, por la colaboración y conocimientos brindados.
- Al *Dr. Luis Horacio Pedemonte*, por su orientación y apoyo constante para la realización de este trabajo.
- Por su permanente, incondicional e invaluable estímulo y ejemplo, a mi padre *Dr. Jose M. Landolfi*, y a los *Dres. Carlos Harismendy, Beatriz Malattia, Juan C. Bosnic*; quienes me guían en el campo de la dermatología.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de una manera u otra, me acompañan en mi formación dermatológica.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) - 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.
- (2) -Hering, S; Sarmiento, F G R y Valle, L E. Actualización en el diagnóstico y tratamiento de los hemangiomas. Rev. argent. dermatol. 2006, vol.87, n.1, pp. 54-66 .
- (3) -Drolet BA, Esterly NB, Frieden IJ: Hemangiomas in children. N Engl J Med 1999; 341: 173-81.
- (4) -Metry DW y Hebert A. Benign cutaneous vascular tumors of infancy. Arch Dermatol 2000; 136: 905-914.
- (5) -Chiller K G, Passaro D y Frieden IJ. Hemangiomas of infancy. Arch Dermatol 2002; 138: 1567-1576.
- (6) -Blei F, Walter J, Orlow SJ, Marchuk DA: Familial segregation of hemangiomas and vascular malformations as an autosomal dominant trait. Arch Dermatol 1998; 134: 718-22.
- (7) -Walter JW, Blei F, Anderson JL, Orlow SJ, Speer MC, Marchuk DA Genetic mapping of a novel familial form of infantile hemangioma. Am J Med Genet 1999; 82: 77-83.
- (8) -Burton BK, Schulz CJ, Angle B, Burd LI. An increased incidence of haemangiomas in infants born following chorionic villus sampling (CVS). Prenat Diagn 1995; 15: 209-214.
- (9) -José Manuel Fernández Vozmediano, José Carlos Armario Hita. Hemangiomas. Dermatologia Ibero-Americana Online 2010, Capitulo 71.
- (10)-Elisabeth Gómez Moyano, Angel Vera Casaño y Leandro Martínez Pilar. Malformaciones vasculares cutáneas. Piel 2010;25(10):572–579.
- (11)-Tsang WY, Chan JK, Fletcher CD. Recently characterized vascular tumours of skin and soft tissues. Histopatolgy 1991; 19:489-501.
- (12)-Soto, J.. Patología y patogénesis de los hemangiomas . Anales Sis San Navarra 2004, vol.27, suppl.1, pp. 27-32.
- (13) -North PE, Waner M, Mizeracki A, Mihm MC Jr. GLUT1: a newly discovered immunohistochemical marker for juvenile hemangiomas. Hum Pathol 2000; 31: 11-22.
- (14)-Redondo P.. Malformaciones vasculares (I). Concepto, clasificación, fisiopatogenia y manifestaciones clínicas. Actas Dermosifiliogr. 2007;98:141-58

- (15)-Redondo, P.. Clasificación de las anomalías vasculares (tumores y malformaciones): Características clínicas e historia natural. Anales Sis San Navarra 2004, vol.27, suppl.1, pp. 09-25.
- (16)-Dras. Eleonora Battistella, Andrea Verdú, Virginia Rodríguez, Sonia Simón y Nélica Pizzi de Parra. Hemangiomas: una revisión. Arch.argent.pediatr 2005; 103(2) / 155-161.
- (17)-Eulalia Baselga Torres. Protocolo de actuación terapéutica en angiomas. Piel. 2009;24(3):146-53
- (18)-Haggstrom AN, Lammer EJ, Schneider RA. Patterns of infantile hemangioma: new clues to hemangioma pathogenesis and embryonic facial development. Pediatrics 2006;117:698-703.
- (19)-Waner M, North PE, Scherer KA, Frieden IJ, Waner A, Mihm MC Jr. The nonrandom distribution of facial hemangiomas. Arch Dermatol 2003; 139: 869-875.
- (20)-Escutia Muñoz B y Febrer Bosch I. Tratamiento médico de los hemangiomas. Piel 2002; 17 (3): 139-144.
- (21)Linda C. Chang, MDa, Anita N. Haggstrom, MDb, Beth A. Drolet, MDc, Eulalia Baselga, MDd, Sarah L. Chamlin, MDe, Maria C. Garzon, MDf, Kimberly A. Horii, MDg, Anne W. Lucky, MDh, Anthony J. Mancini, MDe, Denise W. Metry, MDi, Amy J. Nopper, MDg, e Ilona J. Frieden, MDa, para el Hemangioma Investigator Group. Características del crecimiento de los hemangiomas infantiles: implicaciones respecto al tratamiento. Pediatrics (Ed esp). 2008;66(2):77-85.
- (22)-M.<sup>a</sup> Goreti Catorze. Laser: fundamentos e indicações em dermatologia. Med Cutan Iber Lat Am 2009;37(1):5-27.
- (23)-Pablo Boixeda, Alejandro Pérez-Rodríguez, Manuel Fernández-Lorente y José María Arrazola. Novedades en láser cutáneo. Servicio de Dermatología. Unidad de Láser. Hospital Ramón y Cajal. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid. España. Actas Dermosifiliogr 2003;94(4):199-231.
- (24)-M.C. Pinilla-Lozano y F. Duato-Jané. Aplicaciones del láser en dermatología. Jano 4-10 Noviembre 2005. 91-93. N.º 1.584
- (25)- Pérez Rivera FF. Láser y Luz Pulsada en Dermatoestética. Capítulo XX. Libro: Dermato Estética (autores Gotlib-Pérez Damonte-Muhafra) - 2005 - pag 245 a 250.
- (26)-Pérez Rivera FF. Diferencias y similitudes entre las tecnologías láser y luz pulsada. Dermaco's. Enero 2001 Vol 5, Nº1: 27-3 1.

- (27)-Nelson JS. Practical implementation of skin cooling. En: Controversies and conversations in cutaneous laser surgery. Ama Press 2002;219-22.
- (28)-Moreno Arias Gerardo A.. ¿Qué hay de nuevo en los sistemas de láser y luz pulsada intensa?. Med Cutan Iber Lat Am 2010;38(5):175-178.
- (29)-Pérez Rivera FF. Versatilidad terapéutica de la luz pulsada. Surginews 2002;12. [www.mediform.com](http://www.mediform.com)
- (30)-Ferrando, Juan; Moreno Arias, Gerardo A. Las excelencias de los tratamientos con luz pulsada intensa en dermatología Piel. 2001;16:319-20.
- (31)-Kimel S, Svaasand LO, Cao D, Hammer-Wilson MJ. Vascular response to laser photothermolysis as a function of pulse duration, vessel type, and diameter: Implications for port wine stain therapy. Lasers Surg Med 2002;30:160-9.
- (32)- Pérez Rivera FF. Tratamiento con luz intensa pulsada de lesiones pigmentarias benignas de la piel. International Journal of Cosmetic Medicine and Surgery. 2005;7(4):6-13.
- (33)-Raulin C, Greve B. Retrospective clinical comparison of hemangioma treatment by flashlamp-pumped (585 nm) and frequency-doubled Nd:YAG (532 nm) lasers. Lasers Surg Med 2001;28:40-3.
- (34)-Pérez Rivera FF y col. Tratamiento de lesiones vasculares benignas cutáneas toracocervicofaciales por luz pulsada. Rev Arg Dermatol 2002; 83: 14-22.
- (35) -Rothfleisch JE, Kossan MK, Levine VJ, Ashinoff RR. Laser treatment of congenital and acquired vascular lesions: a review. Dermatol Clin 2002;20:1-18
- (36)-Kimel S, Svaasand LO, Cao D, Hammer-Wilson MJ. Vascular response to laser photothermolysis as a function of pulse duration, vessel type, and diameter: Implications for port wine stain therapy. Lasers Surg Med 2002;30:160-9.
- (37)-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
- (38)-Kelly KM, Nanda VS, Nelson JS. Treatment of port-wine stain birthmarks using the 1.5msec pulsed dye laser at high fluences in conjunction with cryogen spray cooling. Dermatol Surg 2002;28:309-313.

(39)-del Pozo J, Fonseca E. Port-wine stain nodules in the adult: report of 20 cases treated by CO2 laser vaporization. *Dermatol Surg* 2001; 27: 699-702.

(40)-Alster TS, Tanzi EL. Combined 595-nm and 1,064-nm laser irradiation of recalcitrant and hypertrophic port-wine stains in children and adults. *Dermatol Surg* 2009; 35: 914-8.