EVALUACIÓN DE UN LÁSER DE DIODO AZUL DE ALTA POTENCIA (MILESMAN BLAUMAN®) PARA TRATAMIENTOS DERMATOESTÉTICOS.

COMPROBACIONES HISTOLÓGICAS Y CLÍNICAS.

Mario A. Trelles M.D., Ph.D.
Vilafortuny Dental & Medic-Surgical and Instructional Centre. Plastic Surgery Section.
Al Wasl Rd – Jumeirah, Dubai (UAE)

Milesman Blauman® es un láser de diodo de alta potencia, programable para diferentes fluencias y frecuencia de pulsos, que emite una longitud de onda de 450nm (espectro azul), e inicialmente ideado para el tratamiento del acné. En 2022 presentamos los resul-tados de un ensayo piloto para evaluar la eficacia y seguridad del equipo para dicha indicación, con resultados muy satisfactorios. Sin embargo, las primeras comprobaciones también indicaban otras posibilidades para este láser, por su potencial capacidad de vaporización, coagulación y corte. Estos efectos permitirían tratar muchos otros tipos de lesiones cutáneas. En estos momentos, láseres de características similares se están incorporando con gran éxito para tratamientos odontológicos y de cavidad oral, pero existe escasa información sobre sus posibles aplicaciones en piel.

Aquí se analizan las bases teóricas de la interacción de Milesman Blauman® con los tejidos biológicos, en base a la literatura, y se aportan una serie de comprobaciones histológicas y clínicas, efectuadas en nuestro centro de trabajo, que demuestran las posibles utilidades de este láser para múltiples tratamientos dermatoestéticos en pacientes.

• **Palabras Clave.** láser de diodo, láser de 450nm, láser azul, vaporización, coagulación, corte, acné vulgar, poros dilatados, lesiones vasculares, lesiones pigmentadas, rejuvenecimiento cutáneo..

EFECTOS DEL LÁSER DE DIODO AZUL DE 450 nm SOBRE LOS TEJIDOS BIOLÓGICOS

Los láseres de diodo (semiconductores) de alta potencia que emiten en 450nm son de incorporación reciente en el mercado, y de momento son escasas y de poca relevancia las investigaciones publicadas en el ámbito dermatoestético. Revisando la información en la base de datos Medline todos los estudios publicados con estos láseres (azul, 450nm) proceden del ámbito de la odontología y cirugía de la cavidad oral, con resultados ventajosos para múltiples intervenciones respecto a otros láseres disponibles en el mercado (1-6). De este modo, Milesman Blauman® surge como el primer láser de estas características ideado para aplicación directa en piel, y supone una nueva e importante herramienta de investigación en dermatoestética. Si tenemos en cuenta los paralelismos entre los tejidos de la cavidad oral y la piel, en cuanto a los mecanismos de acción sobre los tejidos biológicos, cabe esperar que las acciones y ventajas observadas en el terreno odontológico también ocurran en el terreno dermatológico (1-6).

En 2016, Reichelt y Cols. investigan un nuevo láser de diodo (450nm) para comprobar los efectos sobre microcirugía de tejidos blandos a nivel celular (1). Comparan los resultados obtenidos con otro láser de diodo (970nm) de uso convencional, en cuanto

al daño provocado. Parten de la base de que el espectro de absorción de la hemoglobina y de la melanina está incrementado entre los 400-450nm, por lo que el nuevo láser debería tener una excelente capacidad de coagulación, limitando la penetración en profundidad durante las incisiones en cultivos celulares monocapa. Los resultados fueron mejores con el láser de 450nm, por una mejor absorción de la luz azul por parte de la hemoglobina y melanina (1).

En 2017, Braun y Cols, basados en las investigaciones de Reichelt y de otros autores, comprueban la capacidad de corte utilizando un láser de diodo de 450nm, de diferente fabricante en relación al anterior, pero con características similares. Postula que pueden conseguirse cortes de gran precisión dadas las propiedades de absorción de la luz azul en tejidos blandos. Los experimentos en mucosa oral porcina demostraron que podían practicarse cortes precisos de mayor profundidad que los que se obtienen con el láser de diodo de 970nm. Comparando los láseres de 450nm y 970nm, con diferentes modalidades (contacto/no contacto), y diferentes dosimetrías, observaron que los cortes más profundos sólo se conseguían con el láser de 450nm en modo contacto. Se alcanza una densidad superior de energía por unidad de área debido a la focalización que puede lograrse gracias al espaciador, con un óptimo punto de focalización de menor diámetro. De este modo se alcanzaron profundidades entre 0.5-1mm. Lo más importante del estudio es que el láser de 450nm no sólo hacía los cortes más profundos, sino que respetaba mejor la integridad del tejido circundante. Incluso en modo no contacto el láser de 450nm conseguía cortar con escasa desnaturalización del tejido adyacente (2).

Otros estudios recientes confirman y amplían estos resultados. Palaia y Cols. comprueban ex - vivo, con gran detalle, los efectos térmicos del láser de diodo de 450nm en lenguas de cadáveres de cerdo. Evalúan cinco modalidades dosimétricas irradiando en emisión continua y en emisión pulsada. El daño térmico observado fue inferior a 1mm, sin daño significativo en el tejido circundante. La lesión sobre el epitelio fue mínima, observándose un mayor daño en tejido conectivo, especialmente empleando potencias medias en modo continuo. En definitiva, se obtiene el resultado esperado, dada la mayor vascularización del tejido conectivo y la alta afinidad que tiene el azul sobre el cromóforo hemoglobina; por ello, cabe esperar una actuación o daño en la dermis, más importante que en la epidermis. En modo pulsado se obtuvieron mejores resultados que en continuo, gracias a la limitación del tiempo de actuación de la energía durante la emisión láser, o, lo que es lo mismo, por respetar el TRT (Tiempo de Relajación Térmica), que permite una mejor recuperación de tejido tratado debido a la selectividad de efectos destructivos del láser por calor centrado en la diana (4).

Al igual que sucede con otros tratamientos láser, el riesgo de infección de las áreas tratadas es menor respecto a otras alternativas convencionales. En el caso del láser azul de 450nm se ha comprobado una importante acción bactericida en ensayos controlados. Uno de los estudios más demostrativos es el de Wenzler y Cols. en grupos aleatorizados de pacientes sometidos a endodoncia. Cuantifican el porcentaje de eliminación de bacterias tras el tratamiento quimio-mecánico del conducto radicular dental. El láser azul de 450nm, por sí solo, aplicado con una potencia de 0.59W en modo continuo, conseguía una reducción de las bacterias próxima al 60%, cuantificadas mediante unidades formadoras de colonias bacterianas (UFC/ML). En el grupo en que sólo se empleó hipoclorito sódico la reducción de la carga bacteriana fue del 80%, aproximadamente. En el grupo tratado simultáneamente con hipoclorito y láser el efecto bactericida superó el 90% (6).

Estos y otros estudios confirman, en la práctica, que las capacidades teóricas del láser azul de 450nm (coagulación, vaporización, corte y desinfección) se utilizan con éxito en odontología y cirugía de la cavidad oral (1-6). No existe información sobre los posibles usos en dermatoestética, y las primeras comprobaciones en piel que se efectúan a este respecto son las que constan en este estudio.

La aplicación de Milesman Blauman® sobre modelos de ensayo (tomate, cáscara de aguacate y cáscara de huevo), piel porcina y humana, y especialmente sobre diferentes tipos de lesiones cutáneas en pacientes ambulatorios, verifica que este equipo láser permite acciones efectivas de coagulación, vaporización y corte, por el efecto térmico de los pulsos láser, adecuadamente programados, con mínimo daño térmico residual y con buena y rápida recuperación clínica.

• **Figura 1.** Eliminación de lesiones cutáneas por efecto térmico de vaporización con Milesman Blauman®.

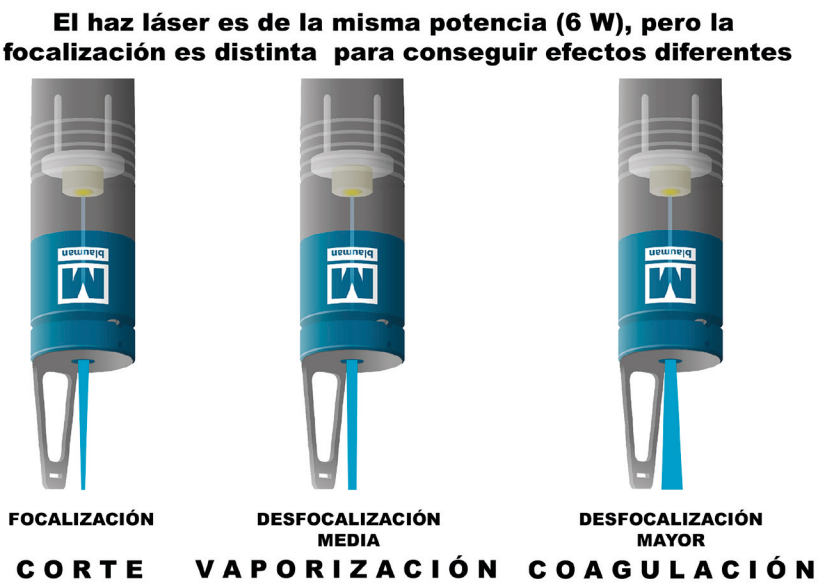
La Figura 1 esquematiza el mecanismo básico de acción para la eliminación de lesiones cutáneas, en base a los ensayos efectuados con este equipo.

Se comprueba que para aumentar la eficacia clínica en determinadas intervenciones resulta importante marcar la diana de disparo con un rotulador de tinta negra, que absorbe intensamente la luz azul. El propósito es que en la acción láser la tinta actúe como un cromóforo artificial exógeno que absorba fuertemente y de forma preferente la emisión de 450nm favoreciendo la vaporización de la lesión a la vez que evita la propagación térmica, con importante mejoría en los resultados obtenidos. Tal como se desarrolla en el apartado de discusión, la creación de una barrera óptica con este láser ofrece ventajas significativas.

A diferencia del láser de CO2, la luz azul prácticamente no se absorbe por el agua, por lo que la capacidad de vaporización y corte es menor, y muchas veces poco apreciable si no se establece la barrera óptica antes mencionada. Por este motivo, el modo de aplicar el láser y las dosimetrías empleadas (especialmente potencia, longitud de pulso y pausa entre pulsos) son cruciales para obtener resultados lo más óptimos posibles, por lo que se necesita la protocolización de procedimientos y dosimetrías con este equipo, en base a futuros ensayos clínicos tal como se indica en el apartado de discusión.

La Figura 2 representa los tres efectos térmicos, que se consiguen desfocalizando el haz al alejar la pieza de mano, o focalizando al máximo, donde el espaciador define la máxima focalización (spot de 0.5mm de diámetro).

Si la potencia de emisión se mantiene, pero se aumenta el diámetro de impacto del haz (o spot de impacto del haz), la energía disminuye. Si deseamos mantener la irradiancia (es decir, la misma energía en el área del spot) debemos aumentar el tiempo de irradiación. La emisión por tiempo prolongado anula la selectividad de acción y ejerce como un sistema “plancha” de efecto térmico no específico, donde la energía se absorberá



• **Figura 2.** Principales efectos térmicos según el grado de desfocalización con Milesman Blauman®

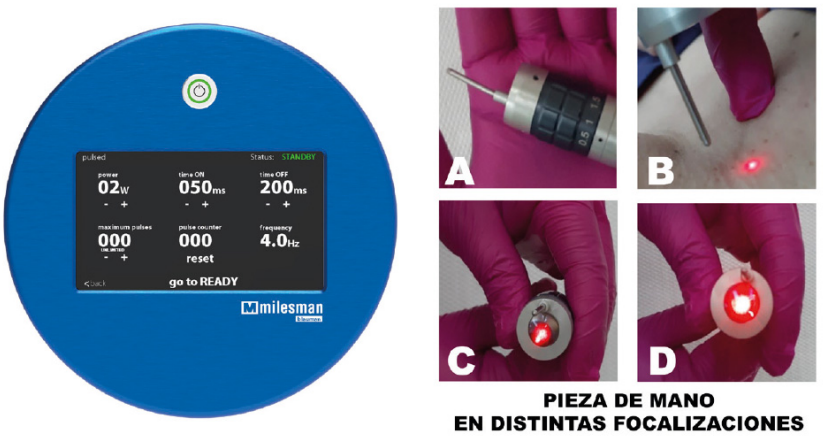
preferencialmente por los cromóforos de la diana, pero no selectívamente. En cambio, si el cromóforo está presente en la diana, de acuerdo con la banda láser emisión, pueden conseguirse efectos de corte, vaporización o coagulación, selectivos y muy precisos.

Se confirman los principios generales sobre interacción láser-tejido, con la ventaja de la alta absorción de la luz azul por los cromóforos hemoglobina, oxihemoglobina y melanina, necesarios para obtener el efecto térmico en base a la ley de Grotthus-Drapper y a la teoría de la Fototermolisis Selectiva. Se observa, pues, que el efecto térmico es directamente proporcional al tiempo de irradiación, y que la profundidad en las incisiones depende de la energía aplicada concentrada por área de irradiación. Cuando se mantiene la potencia, desfocalizando el haz, la densidad de energía disminuye por área, consiguiendo el efecto de coagulación o vaporización según el tiempo de actuación de la energía sobre la diana.

MILESMAN BLAUMAN®: TECNOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS

Milesman Blauman® (Milesman, Gijón, España) es un láser de alta potencia programable para diferentes fluencias y frecuencia de pulsos, que emite un haz azul, en modo pulsado, con una longitud de onda de 450nm. Su principal efecto es térmico y su mecanismo de acción principal se basa en el principio de la fototermólisis selectiva, del mismo modo que los láseres utilizados para tratar tejidos en odontología y cavidad oral, tal como indican las publicaciones antes referenciadas.

En relación a la practicabilidad del equipo, la tecnología incorporada permite obtener una estructura simple, tecnológicamente avanzada, compacta y ergonómica, que consta de una unidad central, un pedal y una pieza de mano conectada a la unidad central a través de un cable. La pantalla táctil de la unidad central permite controlar todas las funciones del láser. La pieza de mano se emplaza en contacto con la piel, gracias al espaciador (distanciador) que incorpora la pieza de mano, indicando la máxima focalización del haz sobre la diana en cuestión para obtener el efecto de corte.

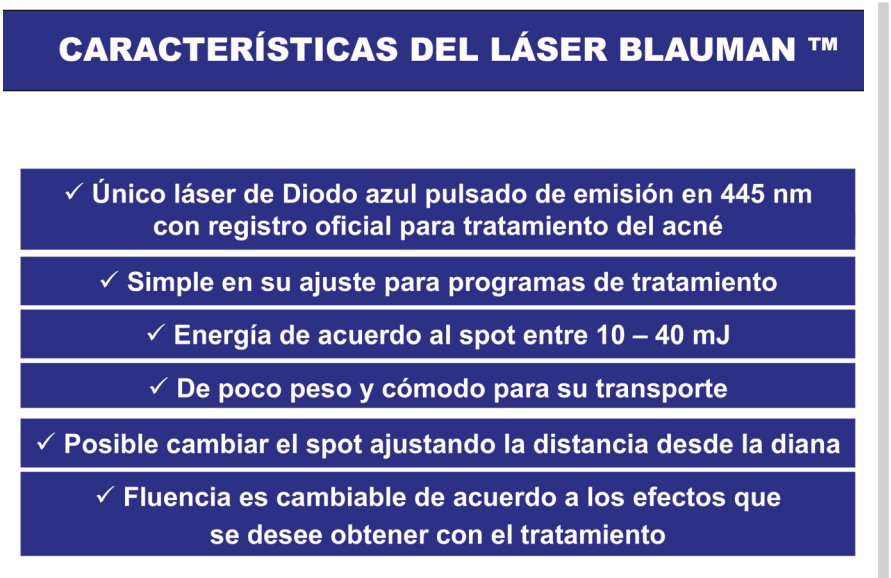


• **Figura 3.** Consola de Milesman Blauman® en la versión empleada en el presente estudio. Sistema de reducidas dimensiones que incluye el software y la conexión para pedal y fibra para transmisión de la energía láser. La pantalla muestra los parámetros programables e incluye los mecanismos de seguridad y desconexión propios de los láseres Clase 4. Se muestra la pieza de mano utilizada específicamente para nuestros ensayos. En su extremo distal consta de un distanciador de 2.5cm de longitud que una vez apoyado sobre la piel define el diámetro de focalización (0.5mm), y al alejársele se desfocaliza el haz para poder conseguir los efectos de vaporización y coagulación.

El láser puede alcanzar hasta 10 W de potencia y longitudes de pulso de 1 a 300 ms. Estas características lo engloban dentro de la Clase 4 de la normativa de seguridad: UNE EN 60825-1/Al 1: 1997, con el complemento UNE EN 60825-1/ A2: 2002, vigente en la actualidad. Su uso clínico debe efectuarse bajo las medidas de protección propias de los láseres de Clase 4 (7).

La focalización máxima (spot de 0.5mm de diámetro) se emplea, por ejemplo, en el caso del acné, para vaporizar la parte más apical de la lesión. Cuando se acciona el láser se busca la absorción precisa de la energía evitando el riesgo de fuga térmica. A este fin, se pinta con un rotulador de tinta negra el ápice de la pápula o pústula para formar una barrera óptica que consigue absorber intensamente la energía del haz de 450nm vaporizando la capa más superficial

de queratina y rompiendo la lesión acneica. Al emplear el mismo número de pulsos de forma desfocalizada, alejando el espaciador, la menor energía por área y el mayor tiempo total de irradiación, permite desinfectar superficialmente la lesión y favorecer el trofismo del área tratada de modo más amplio (8).



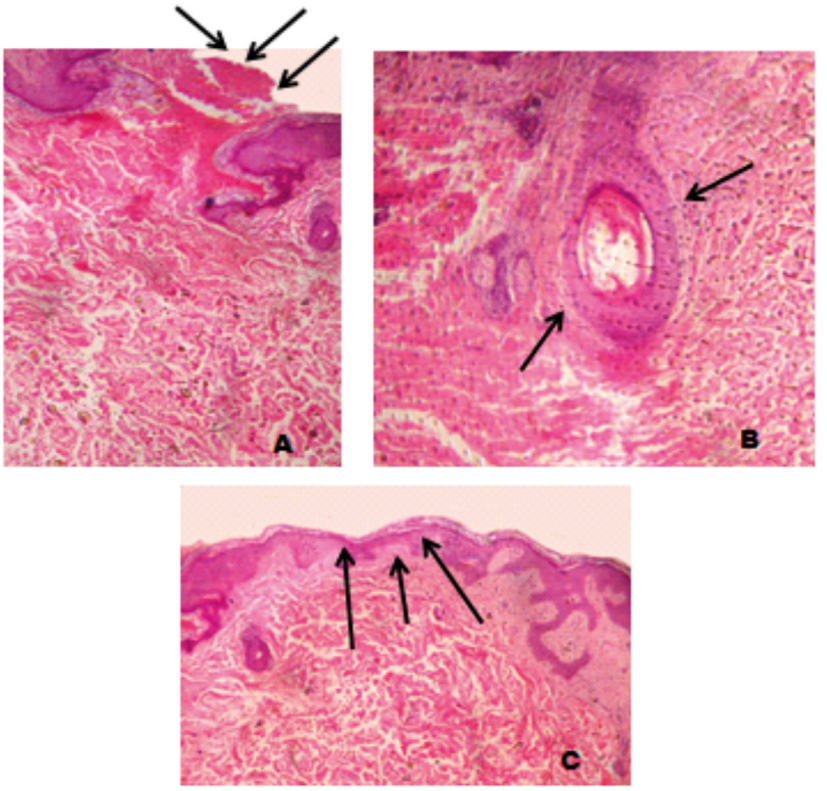
• **Figura 4.** Principales características de Milesman Blauman®.

APLICACIONES DE MILESMAN BLAUMAN® EN DERMATOESTÉTICA

Los ensayos preliminares efectuados indican que Milesman Blauman® permite tratar pápulas y pústulas de acné, y poros dilatados, pero también muchas otras lesiones por sus efectos de vaporización, coagulación y corte. El efecto de vaporización ayuda a abordar diferentes tipos de pigmentaciones (cuyo cromóforo es la melanina), como casos de nevus dérmicos, léntigos solares y melanosis, siendo también eficaz para rejuvenecimiento facial. El efecto de coagulación permite tratar lesiones vasculares, tal como comprobamos en el caso de las telangiectasias faciales. Finalmente, aunque no es un láser ideal para ser utilizado como bisturí, presentamos el efecto de corte y coagulación efectuado con este equipo en piel y mucosa labial, respectivamente. A continuación, se muestran algunos de los resultados obtenidos para todas estas indicaciones.

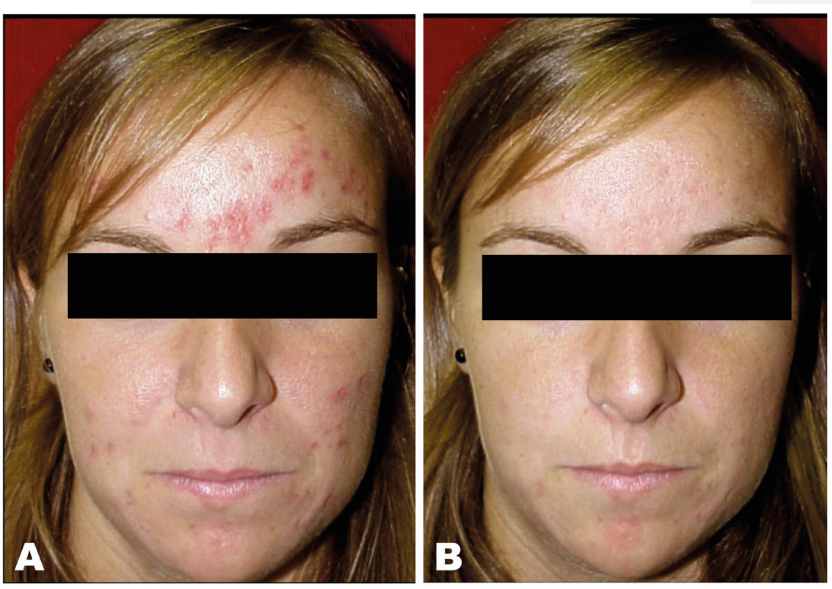
TRATAMIENTO DE LAS PÁPULAS Y PÚSTULAS DEL ACNÉ

En 2022 finalizamos un ensayo piloto con evaluación enmascarada de resultados, para determinar la eficacia, seguridad y practicabilidad de Milesman Blauman® en el tratamiento de lesiones de acné consideradas diana (pápulas y pústulas). Se analizaron 11 biopsias de lesiones tratadas en una sesión única en la espalda para valorar el daño estructural cutáneo provocado por el tratamiento, y cómo sucede la reparación de dicho daño (8). Se estudiaron 10 pacientes en los que se trataron, en sesión única, un total de 97 lesiones diana en la cara. En seguimientos histológicos de hasta 6 semanas, se comprobó una buena reparación de las lesiones tratadas tanto a nivel epidérmico como dérmico, con rotura inicial de la barrera dermo-epidérmica, de rápida restitución, y reducción progresiva de infiltrados inflamatorios en la dermis, sin formación de cicatrices macroscópicas. Tres semanas después del tratamiento, el número de lesiones diana en la cara, identificadas por un evaluador ciego, disminuyó en un 64%, de forma estadísticamente significativa (p=0.0051). El procedimiento fue bien tolerado por los pacientes, con excelente satisfacción en los resultados tanto para el terapeuta como para los participantes en el estudio. Pese a estos buenos resultados en la reducción de lesiones inflamatorias de acné, cabe insistir que en el caso del tratamiento del acné el láser debe emplearse como tratamiento coadyuvante o complementario a los tratamientos convencionales y no como herramienta única, excepto en aquellos pacientes que se niegan a recibir tratamientos tópicos o sistémicos tras haber sido asesorados verazmente por un facultativo experto.



• **Figura 5.** Secuencia de biopsias correspondientes a pústulas acneicas localizadas en la espalda tratadas con Milesman Blauman® (8)

En la figura 5 se muestran imágenes histológicas de pústulas tratadas con Milesman Blauman®. La imagen A pertenece a una pústula recién tratada con el láser. Se observa que el contenido ha sido evacuado, junto a un residuo de secreción hemática (flechas). Se aprecia clara rotura de la epidermis, en tanto que en la imagen B, correspondiente a una pústula similar no tratada, se observa el folículo piloso con abundante infiltración linfocitaria principalmente en la papila y el tallo del pelo (flechas). La imagen C corresponde a una pústula dos semanas después del tratamiento en activa fase reparativa. La epidermis es fina y con escasa queratina, indicativa de encontrarse en fase temprana de restitución epidérmica (flechas). En la dermis se aprecian fibras escasas y espaciadas, probablemente por residuo edematoso, y algunos folículos pilosos rodeados de infiltrado inflamatorio residual.



• **Figura 6.** Acné inflamatorio tratado con Milesman Blauman®. A: antes del tratamiento, B: después del tratamiento.

La Figura 6 es representativa de los buenos resultados obtenidos en el tratamiento del acné inflamatorio. Se trata de una paciente de 27 años, fototipo II-III, con múltiples lesiones de acné en cara y en espalda, y especialmente en frente, sienes y mejillas. No se detectaron anomalías endocrinológicas ni ginecológicas, con ecografía ovárica sin presencia de quistes. Los tratamientos tópicos previos resultaron poco eficaces. La imagen muestra el resultado tres meses después de tres sesiones de tratamiento, junto a la aplicación tópica de ácido retinoico 0.5%, cada 24 horas. Tratamiento de los poros dilatados.

TRATAMIENTO DE LOS POROS DILATADOS

Los poros de la piel son los orificios de los folículos pilosebáceos. Cuando se dilatan (poros dilatados o abiertos), son visibles y generan un problema estético, especialmente en área nasal, pero pueden aparecer en cualquier área de la cara. Frecuentemente se asocian a acné, aunque pueden deberse a muchas otras causas como predisposición genética, cambios hormonales o el propio envejecimiento de la piel. Entre las diferentes opciones para cerrar los poros dilatados, los tratamientos con láser son los más efectivos. Se han empleado muchos láseres para reducir el tamaño de los poros, con buenos resultados, sin que se conozca bien el mecanismo de acción. La hipótesis más generalizada es que el cierre del poro es consecuencia de un efecto fototérmico sobre la dermis, provocando una remodelación y reestructuración del colágeno dérmico, junto a cambios en la epidermis, que concluyen con una reducción en el diámetro del poro.

Las especiales características de la luz azul ofrece buenas expectativas teóricas de obtener resultados eficaces para reducir el tamaño de los poros, sin ocluirlos ni destruirlos. Es importante preservar la función de los poros, ya que juegan un papel importante en la secreción de productos que liberados al exterior de la piel favorecen la lubricación fisiológica de la epidermis.

• **Figura 7.** Reducción de poros dilatados empleando Milesman Blauman® observada mediante fotografía clínica estandarizada y dermatoscopio.

Se analizaron, con el máximo detalle, cinco pacientes que fueron sometidos a una sesión mensual de láser durante tres meses. Las dosimetrías empleadas fueron: Potencia 2 W, duración de pulso 200 ms, frecuencia 3.4 Hz, pausa entre pulsos 200ms, en modo desfocalizado con movimiento de barrido. Se obtuvieron claras mejorías, valoradas mediante fotografía clínica y dermatoscópica, acordes a una buena satisfacción de todos los pacientes tratados. Se muestran imágenes de un caso representativo (Figura 7), que ilustra la reducción significativa en el número de poros dilatados hallada en la serie antes y después de los tratamientos ($p<0.05$). En el análisis estadístico se tuvieron en cuenta el número de poros dilatados en las fotografías clínicas y comparación computerizada de las imágenes dermatoscópicas.

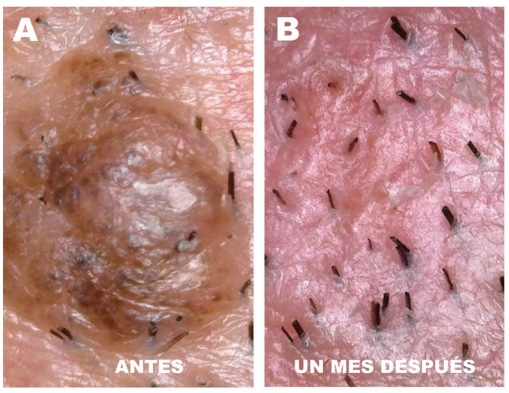
En base al conocimiento previo en el tratamiento de poros dilatados con diferentes láseres, consideramos que los resultados obtenidos con Milesman Blauman® son eficaces y seguros para la reducción del diámetro de los poros. En el caso particular del tratamiento de los poros dilatados, este equipo puede resultar de primera elección.

TRATAMIENTO DE LESIONES PIGMENTADAS

El efecto de vaporización permite tratar numerosas lesiones, como rinofima, nevus dérmicos, queratosis, xantelasmas, nevus epidérmicos, queratosis de múltiples placas, y, especialmente, diferentes lesiones pigmentadas. Las figuras 8-10 muestran algunos resultados clínicos obtenidos con el equipo Milesman Blauman®, por efecto de vaporización.

Comprobamos que es posible tratar áreas de melanosis empleando como cromóforo exógeno tinta de calamar (Figura 10). La imagen A corresponde al estado inicial antes de los dos tratamientos practicados. El equipo se programó para emitir a 3

Tratamiento con láser de Diodo 445 nm: EFECTO DE VAPORIZACIÓN EN LESIONES CUTÁNEAS ELEVADAS BENIGNAS

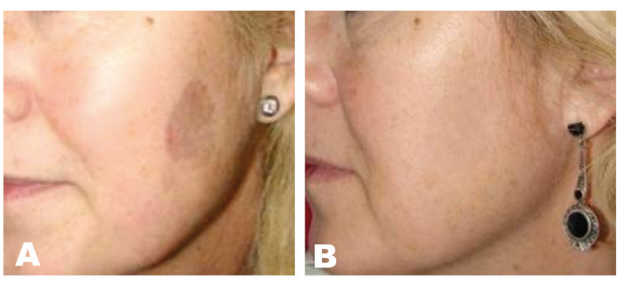


A) Nevus dérmico algo pigmentado y con componente de pelo, localizado en el área de la barba. Examen con dermatoscopio sin signos de malignidad. B) Resultado un mes después del tratamiento por vaporización con láser de Diodo Blauman® 545 nm. La programación empleada fue 5 W, pulso de 100 y pausa de 100 ms, con diámetro del haz de 2 mm.

• **Figura 8.** Nervus dérmico tratado con Milesman Blauman®.

W con pulsos de 10 ms, 200 ms de pausa y aprox. 3 mm de diámetro del haz. Se empleó tinta de calamar rica en melanina (Lab. Sesderma, Valencia), comercializado como producto dermocosmético para activar el bronceado. Tal producto también puede emplearse para aportar melanina al cabello blanco y conseguir su fotodepilación (9,10). Se aplicó en dos capas, con pincel, de modo homogéneo en toda la cara. Una hora después se lavó la cara con agua y jabón neutro y se irradió a zona a tratar moviendo lentamente la pieza de mano en forma de barrido. Al finalizar la irradiación láser se aplicó pomada de Prednicarbato y posteriormente un dermocosmético reparador (TT1 Cosmética Activa, Lab. Profarplan, Barcelona). Este procedimiento se siguió durante 3 días y después se continuó solamente con la crema reparadora hasta caer la piel exfoliada y desecada, aplicando el dermocosmético tres veces al día. Una vez desprendidas las costras se recomendó evitar la exposición solar y el uso de protector solar 50 SPF tres veces al día. El tratamiento se repitió a las seis semanas con el mismo protocolo, recomendando la aplicación de cido Retinoico al 0,25% diariamente por las noches seguido de un hidratante. La imagen B muestra evidente mejoría. La tinta de calamar rica en melanina aplicada sobre la piel actúa de barrera y su impregnación en las células más superficiales de la epidermis logra la absorción de la banda 450nm del láser y protege de la propagación del efecto térmico y riesgos de quemaduras. Rejuvenecimiento facial

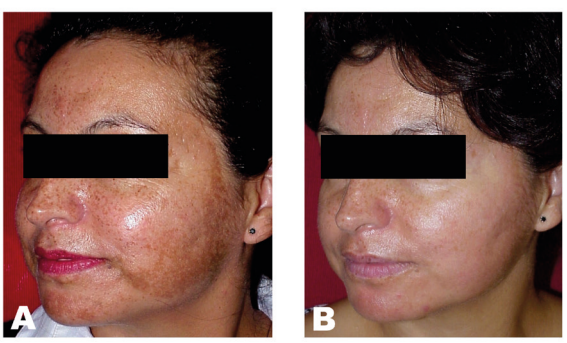
Tratamiento con láser de Diodo 445 nm: EFECTO DE VAPORIZACIÓN
Eliminación de lentigo solar con pigmentación profunda



A)Antes. La lesión había recibido sin éxito varios tratamientos, y en el examen dermatoscópico no presentaba signos de malignidad. B) Corresponde a tres meses después de un solo tratamiento bajo anestesia local con láser de Diodo de 545 nm: 3 W, pulsos de 10 ms, frecuencia de 4 Hz, 200 ms pausa y 2 mm de diámetro del haz.. Se recomendó emplear Ácido Retinoico 0,5, diariamente en la lesión una vez cayeran las costras, junto con protector solar 50 SPF diariamente y con frecuencia.

• **Figura 9.** Lentigo solar tratado con Milesman Blauman®.

Tratamiento con láser de Diodo 545 nm: EFECTO DE VAPORIZACIÓN
Eliminación de Melanosis de pigmentación media & profunda

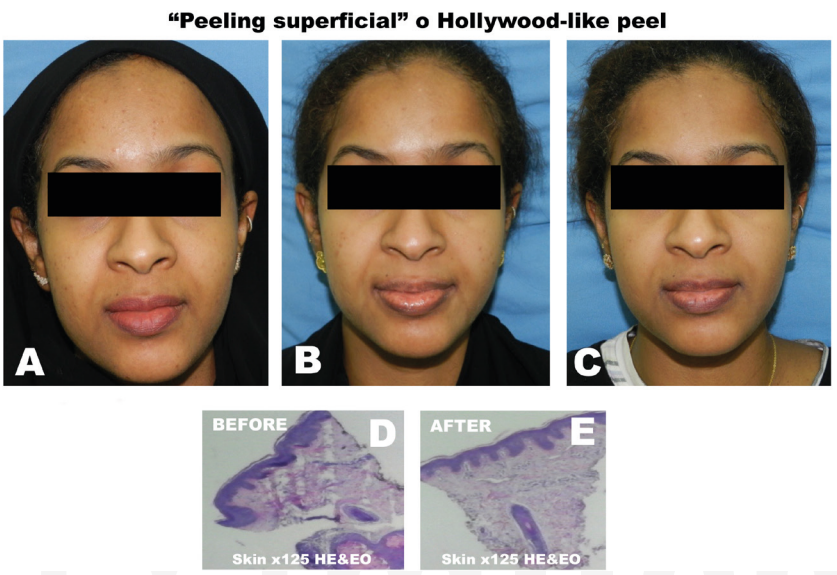


• **Figura 10.** Melanosis tratada con Milesman Blauman®. Antes (A) y después (B) de dos sesiones de tratamiento.

Milesman Blauman® también puede utilizarse para rejuvenecimiento facial. Aquí se presenta un caso en el que también utilizó barrera óptica para obtener un efecto por vaporización, también empleando tinta de calamar (Figura 11).

REJUVENECIMIENTO FACIAL

Milesman Blauman® también puede utilizarse para rejuvenecimiento facial. Aquí se presenta un caso en el que también utilizó barrera óptica para obtener un efecto por vaporización, también empleando tinta de calamar (Figura 11).



• **Figura 11.** Rejuvenecimiento facial con Milesman Blauman®. Se efectuaron dos tratamientos espaciados dos meses. A: antes de los dos tratamientos. B: dos meses después del primer tratamiento. C: dos meses después del segundo tratamiento. D: muestra histológica antes de la intervención. E: muestra después de la intervencióno.

El láser se programó para emitir a potencia de 2 W, con pulsos de 10 ms, 200 ms de pausa y aprox. 3 mm de diámetro del haz. Se aplicaron con pincel dos capas de tinta de calamar rica en melanina, de modo homogéneo en toda la cara y especialmente en el tercio inferior, donde la paciente notaba más el oscurecimiento de la piel. Una hora después de la aplicación del pigmento artificial se lavó con agua y jabón neutro y se irradió moviendo la pieza de mano en barrido a velocidad regular durante 3 minutos. Al finalizar la irradiación láser se aplicó Prednicarbato en pomada y posteriormente Dermocosmético Reparador (TT1 Cosmética Activa, Labs. Profarplan, Barcelona). Este procedimiento se siguió durante 3 días y después se continuó solamente con la crema reparadora hasta caer la fina capa de piel desecada. Luego se recomendó usar protector solar 50 SPF tres veces al día y evitar la exposición al sol. El tratamiento se repitió a los dos meses con el mismo protocolo, indicando cido Retinoico al 0,25% diariamente por las noches, en toda la cara, frotando más en el tercio inferior. Pasados unos. 30 minutos se aplicó el hidratante.

Del mismo modo que en el caso de la melanosis, la tinta de calamar aplicada sobre la piel actúa de barrera y su impregnación en las células más superficiales de la epidermis consigue la absorción de la banda 450nm del láser y protege de la propagación del efecto térmico y riesgos de quemadura. No se recomienda emplear anestesia tópica porque el dolor es un indicativo de la acumulación de calor.

La imagen C, dos meses después del segundo tratamiento, parece mostrar una mejor textura y homogeneidad de la piel, especialmente en el tercio inferior, pero los cambios son poco significativos. Al producirse sólo una exfoliación superficial de la piel, el proceso revierte con facilidad y no pueden objetivarse resultados clínicos. Sin embargo, la paciente manifestó sentir la piel con mejor textura, tonalidad y coloración, mostrándose muy satisfecha con el resultado.

Para comprobar posibles cambios histológicos se trataron las áreas preauriculares del mismo modo que el resto de la cara, y se tomaron biopsias con punch de 1mm. Antes del tratamiento (D) se observan signos asociados a elastosis, y una epidermis menos ondulada después del tratamiento. Tres meses después del segundo tratamiento (E), la epidermis es ondulada y se observa una banda ancha de colágeno bien conjuntada. Cabe resaltar que la piel aparece sin queratina, probablemente por el empleo de ácido retinoico como tratamiento de mantenimiento.

• **Figura 12.** Telangiectasias en área nasal tratadas con Milesman Blauman® A: Antes, B: Inmediatamente después, C: tres semanas después (primera sesión de tratamiento)

• **Figura 13.** Telangiectasias en área de la barbilla tratadas con Milesman Blauman®. Resultados después de tres sesiones.

• **Figura 14.** Telangiectasias en área nasal tratadas con Milesman Blauman®.

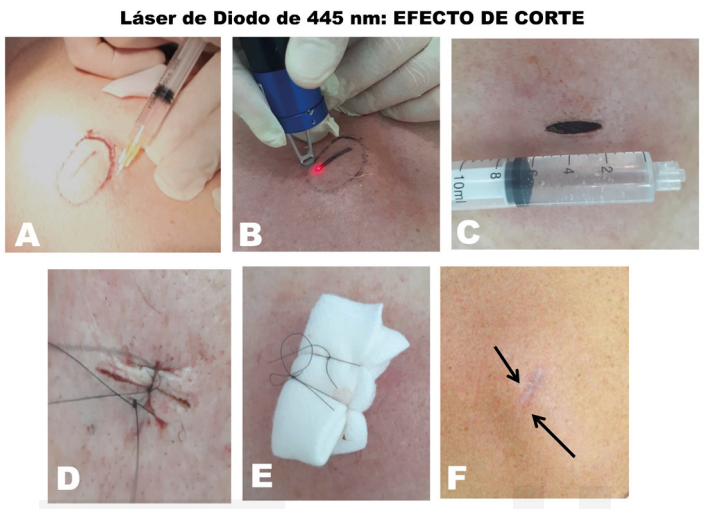
TRATAMIENTO DE LESIONES VASCULARES

El efecto de coagulación permite tratar hemangiomas tipo fresa, lagos venosos y malformaciones vasculares congénitas limitadas en su tamaño. También, puntos rubí, telangiectasias faciales, entre otras lesiones de componente vascular. Las figuras 12-14 muestran casos de telangiectasias eliminadas con éxito con Milesman Blauman®.

La dosimetría utilizada fue: Potencia =1W, Diámetro spot: 0.5mm, Longitud de pulso=40ms, Delay=100ms. Se efectuaron dos sesiones, sin anestesia. En la imagen A se observan abundantes pequeños capilares en la piel de la nariz, previamente al tratamiento con Milesman Blauman®. La imagen B, inmediatamente después del tratamiento sin anestesia, se observa lesión de los primeros estratos cutáneos con formación de flictenas y signos de microhemorragias. C) Tres semanas después del tratamiento la piel se muestra recuperada sin lesiones residuales. Las telangiectasias han sido eliminadas. Los números 1 y 2, en la fotografía de la derecha, muestran que las lesiones originadas por el tratamiento láser, aparentemente importantes, recuperan sin signos cicatriciales. A destacar que este tipo de lesiones responde bien al tratamiento de coagulación, en muy pocas sesiones y de mejor forma en pieles gruesas.

EFECTOS DE CORTE

La Figura 15 muestra la secuencia para la extirpación de un quiste sebáceo de mediano tamaño en la espalda, que preocupa al paciente y desea eliminar. A) Marcado para definir los bordes de la lesión y anestesia local con Mepivacaina al 2% con epinefrina. B) Piel marcada con tinta de rotulador negro permanente que actúa como barrera concentrando la energía láser, que corta la piel con el haz de 450nm, programado para emisión a 10 W, 40 ms de duración del pulso y 7.1 de frecuencia de los pulsos. La irradiación fue quasi continua para mantener el efecto térmico y obtener un corte eficaz de la epidermis. Una vez atravesada la epidermis no hay necesidad de emplear el pigmento artificial porque la hemoglobina absorbe bien el haz azul y permite profundizar la incisión sin sangrado, hasta localizar el quiste y separarlo para su extracción. B y C) Muestran la maniobra de corte y el tamaño de la incisión para extraer la lesión. D y E) Muestran la sutura y el apósito de protección en su sitio. F) Resultados 3 meses después de la extirpación (flechas negras). La cicatrización ocurrió sin complicaciones y el paciente manifestó una buena satisfacción con el resultado.



• **Figura 15.** Extirpación de quiste sebáceo con Milesman Blauman®.

En la Figura 16 se procede a eliminar el frenillo en el labio superior, que condiciona la aparición de defecto en el habla. B) Bajo anestesia local y con programación del láser a 10 W, pulsos de 40 ms y pausa de 100 ms, empleando la pieza de mano ligeramente desfocalizada, puede obtenerse el corte del tejido sin que se produzca sangrado. Al efecto de corte se suman los efectos de vaporización y coagulación. La vaporización asegura que no se produzcan hemorragias. El acúmulo térmico permite conseguir el desarrollo de los tres efectos láser con sólo desfocalizar el punto de impacto del láser y actuar con eficacia gracias al cromóforo hemoglobina. B) Se muestra el aspecto inmediatamente después de terminada la cirugía. C) Estado una semana después. Las lesiones de la mucosa oral suelen recuperarse rápidamente, por la abundante secreción de ptialina, entre otras causas.

• **Figura 16.** Eliminación del frenillo anómalo en la mucosa del labio superior, efectuada con Milesman Blauman®.

DISCUSIÓN

El uso del láser en medicina se debe a su selectividad de actuación gracias a la cual preserva al máximo la integridad y/o viabilidad de los tejidos vecinos, cuya lesión condiciona negativamente la reparación cicatricial. Las intervenciones precisas con el láser se basan en el principio de la fototermólisis selectiva y, para que este principio pueda cumplirse, dos factores básicos están implicados: 1. La selectividad de absorción de la energía láser, que depende de la longitud de onda en que emite el láser y, 2. La

composición de la diana que debiera tener un cromóforo que al menos preferencialmente absorba la energía que transporta el haz láser que opera en determinada banda del espectro lumínico.

Cuando los defectos cutáneos se eliminan por razones cosméticas, lo primero siempre es efectuar un diagnóstico exacto de la lesión a tratar; lo segundo, adecuar el protocolo láser a las características y disposición de cromóforos de cada lesión, y lo tercero, insistir siempre en la importancia de los tratamientos tópicos de mantenimiento, más o menos necesarios o prolongados según el caso, junto al uso de fotoprotectores solares. Todo ello teniendo en cuenta que, especialmente en los tratamientos estéticos, es importante tratar de evitar complicaciones como hiperpigmentaciones, discromías, quemaduras o cicatrices.

Al igual que en otras intervenciones, la aportación de un cromóforo exógeno puede ofrecer grandes ventajas en los resultados (9,10). Bajo estas condiciones el gradiente de la fluencia de energía en las capas subyacentes de la piel se reduce drásticamente (9-13), ya que la tinta negra actúa como cromóforo interferente que absorbe y detiene los pulsos láser. En la práctica, observamos el humo en que se convierte el tejido al ser eliminado por vaporización, evitando la coagulación de las capas más profundas de la piel.

La observación de humo al irradiar el láser sobre la lesión marcada con tinta negra es una demostración inequívoca de que se ejerce un efecto térmico clínicamente eficaz. El efecto de vaporización con Milesman Blauman® empleando barrera óptica ha sido demostrado mediante video-filmación a tiempo real (14). Este efecto puede ser muy útil para eliminar muchas lesiones pigmentadas y para rejuvenecimiento facial. Esto, junto a la demostrada afinidad del láser de 450m para los cromóforos hemoglobina y melanina, hacen que las características de Milesman Blauman® sean idóneas para tratamientos sobre múltiples lesiones vasculares y pigmentadas, tal como se observa en las imágenes que ilustran este estudio. En estos casos el marcaje con tinta nunca está indicado porque los cromóforos diana son la hemoglobina y melanina, respectivamente.

Los resultados histológicos y clínicos son concordantes con las ventajas que teóricamente corresponden al láser de 450nm en cuanto a su gran selectividad por la hemoglobina y melanina, según estudios comparativos previos con diferentes tipos de láser (1-6,15,16). Aquí no proceden detalles de estos complicados estudios (16), pero si es importante analizar cuáles pueden ser las ventajas de Milesman Blauman® respecto a otros láseres disponibles para los mismos usos.

Aunque la eficacia del tratamiento láser dependa de la absorción de sus fotones, la propagación térmica es en cierto modo inevitable porque está directamente relacionada con el tiempo de actuación de la energía sobre la diana. Si se emplea un láser cuya longitud de onda no se corresponda con el cromóforo de la diana, los fotones incidentes actuando sobre el mismo spot llegan a producir acciones de destrucción por efecto térmico que no es selectivo, al adolecer la diana del cromóforo absorbente. Es decir, podemos adecuar el tiempo del disparo, su pausa entre pulsos y su repetición, para utilizar por ejemplo los parámetros más convenientes en lesiones cutáneas que precisen vaporización o, por el contrario, podemos servirnos del efecto coagulación si la densidad de energía incidente, aunque se trate del mismo láser, consigue incrementar progresivamente el depósito de calor que cambie la estructura de la composición de las proteínas, coagulándolas.

Para llegar a contener la energía del láser, podemos servirnos de una barrera cromática que sirva como cromóforo absorbente y que preferentemente atrape la luz y, por absorción, limite la profundidad de efectos y de este modo eliminar parte de la epidermis. Si lo que deseamos es obtener es un efecto de corte, para salvar la superficie de la piel de las incidencias de la propagación térmica, puede pintarse externamente la piel. Una vez realizado el corte de la piel en quasi continuo por la alta frecuencia de repetición de los pulsos y la intensa absorción de la energía láser, podremos continuar sin la barrera de pigmento artificial pues ventajosamente nos serviremos del efecto de poder seguir cortando (ya que la hemoglobina es también un cromóforo de buena absorción para 450nm) y podremos valernos del efecto de coagulación de los pequeños vasos, con la ventaja de intervenir para conseguir seguir cortando y coagulando en un campo exangüe penetrando en el tejido.

A fin de confluir los efectos de corte, coagulación y vaporización, la programación del láser ha de ser a potencias elevadas en

pulsos breves de alta repetición, programando si fuera necesario pausas entre los trenes de pulsos para dar oportunidad a que el tejido se enfríe, evitando sobrecarga térmica que conlleva falta de contención del efecto térmico en el lugar en que precisamos de su actuación, que podrían conducir a posibles complicaciones en la cicatrización.

Cabe destacar que no se trata de comparar la eficacia del láser de diodo de 450 nm, cuyos cromóforos son principalmente la melanina y la hemoglobina, a la acción de corte, vaporización y coagulación del láser de CO2 o de Er:YAG que tienen como cromóforo el agua, y que por lo tanto son mucho más eficaces para estas acciones. No obstante, los efectos de Milesman Blauman® resultan son útiles para ejercer parte de los efectos térmicos fundamentales del láser cuando no se dispone de un sistema láser cuyo cromóforo sea el agua.

En cuanto a la barrera óptica, si se trata de una lesión pigmentada superficial el rotulador seleccionado debiera ser uno no permanente, mientras que si se trata de lesiones pigmentadas (que por su color sugieren una localización profunda del pigmento), las moléculas más pequeñas de la tinta permanente penetran más en la piel y permiten un marcaje más intenso del área diana. Según las comprobaciones efectuadas, las moléculas de tinta no permanente penetran menos en la piel y tienen utilidad para tratar lesiones pigmentadas de localización muy superficial, mientras que la tinta permanente puede “marcar” lesiones más profundas.

El grado de hidratación, homogeneidad, variabilidad específica del tejido tiene gran importancia durante la irradiación, para conseguir cualquiera de los tres efectos, por lo que si nos encontráramos en una situación de tener que emplear una emisión láser que no se corresponda con el cromóforo de la muestra, los parámetros láser deberán adecuarse en cuanto a la irradiancia (el diámetro de impacto del haz láser en el tejido), la frecuencia de los pulsos (es decir, su tiempo de actuación), y el tiempo de pausa entre ellos. La emisión en el espectro azul normalmente está sujeta a una dispersión caracterizada por una aparente “fuga” de la energía como consecuencia de los varios componentes del tejido diana. Por ello, en el caso del láser de diodo de 450nm, los tejidos que contienen melanina y sangre tienen altos coeficientes de atenuación de la energía que se dispersa hacia los tejidos adyacentes. Por lo tanto, la focalización ha de averiguarse con cuidado previamente para conseguir efectos mejores y más precisos.

CONCLUSIONES

Este texto expone los resultados de una primera exploración de este equipo, que no disponía de comprobaciones médicas. Cuando lo empezamos a utilizar sólo se planteaba el tratamiento del acné, bajo una metodología de ensayo registrada difícil de reproducir y sin que observáramos resultados suficientemente eficaces al intentar replicarla (17). Las primeras comprobaciones, aquí presentadas, indican buenos y prometedores resultados, y justifican la necesidad de continuar evaluando las potenciales ventajas de Milesman Blauman® para su empleo en el tratamiento de lesiones cutáneas benignas y en dermocosmética. La tecnología empleada permite obtener un equipo de reducidas dimensiones, de manejo práctico y seguro, de fácil transporte y versátil por sus variadas indicaciones. El respaldo científico acumulado y las observaciones procedentes de la investigación animal, y de tratamientos en pacientes, demuestran que Milesman Blauman® podría ocupar un lugar destacado entre los muchos láseres disponibles para la corrección de diferentes lesiones cutáneas. Estas primeras observaciones justifican la necesidad de ensayos clínicos para establecer guías de actuación, para corroborar estos resultados y para mejor valoración de las potenciales ventajas que Milesman Blauman® podría tener sobre otros equipos.

REFERENCIAS

1. Reichelt J, Winter J, Meister J, Frentzen M, Kraus D. *A novel blue light laser system for surgical applications in dentistry: evaluation of specific laser-tissue interactions in monolayer cultures.* Clin Oral Investig. 2017 May;21(4):985-994. doi: 10.1007/s00784-016-1864-6. Epub 2016 Jun 1. PMID: 27251194.

2. Braun A, Kettner M, Berthold M, Wenzler JS, Heymann PGB, Frankenberger R. *Efficiency of soft tissue incision with a novel 450nm semiconductor laser.* Lasers Med Sci. 2018 Jan;33(1):27-33. doi: 10.1007/s10103-017-2320-9. Epub 2017 Sep 9. PMID: 28889322.

3. Stein S, Kleye A, Schauseil M, Hellak A, Korbmacher-Steiner H, Braun A. *450nm diode laser-assisted debonding of self-ligating ceramic brackets.* Biomed Tech (Berl). 2017 Oct 26;62(5):513-520. doi: 10.1515/bmt-2016-0027. PMID: 28076292.

4. Palaia G, Impellizzeri A, Tenore G, Caporali F, Visca P, Del Vecchio A, Galluccio G, Polimeni A, Romeo U. *Ex vivo histological analysis of the thermal effects created by a 450nm diode laser in oral soft tissue biopsy.* Clin Oral Investig. 2020 Aug;24(8):2645-2652. doi: 10.1007/s00784-019-03123-4. Epub 2019 Nov 16. PMID: 31734792.

5. Saberi S, Rouzsaz M, Shafie F, Einizadeh S, Kharazifard MJ, Shahabi S. *The effect of laser-activated bleaching with 450nm and 915 nm diode lasers on enamel micro-hardness; an in vitro study.* Photodiagnosis Photodyn Ther. 2020 Sep;31:101952. doi: 10.1016/j.pdpdt.2020.101952. Epub 2020 Aug 18. PMID: 32818641.

6. Wenzler JS, Falk W, Frankenberger R, Braun A. *Impact of Adjunctive Laser Irradiation on the Bacterial Load of Dental Root Canals: A Randomized Controlled Clinical Trial.* Antibiotics (Basel). 2021 Dec 20;10(12):1557. doi: 10.3390/antibiotics10121557. PMID: 34943769; PMCID: PMC8698752.

7. UNE EN 60825-1 «*Seguridad de los productos láser. Parte 1: Clasificación del equipo, requisitos y guía de seguridad*» 1996. Modificada por: UNE EN 60825-1/Al 1: 1997 y con el complemento UNE EN 60825-1/A2: 2002.

8. Trelles MA. *Tratamiento del acné inflamatorio con láser de diodo de alta potencia (Milesman Blauman®): ensayo clínico e histológico.* Estudio editado y publicado en la web de milesman.com con link: https://www.milesman.com/wp-content/uploads/2023/02/Estudio_Cli%CC%81nico_sobre_Tratamiento_del_acne%CC%81_inflamatorio_con_la%CC%81ser_azul_milesman_blauman.pdf

9. Trelles MA, Verkruysse W, Sánchez J, Vélez M, Trelles K. *Improving the results of facial dermal lesions elimination by laser.* J Clin Laser Med Surg 1994;12:27-29.

10. Trelles MA, Almudever P, Alcolea JM, Cortijo J, Serrano G, Expósito I, Royo J, Leclère FM. *Cuttlefish Ink Melanin Encapsulated in Nanolipid Bubbles and Applied Through a Micro-Needling Procedure Easily Stains White Hair Facilitating Photoepilation.* J Drugs Dermatol 2016;15:615-25.

11. Van Gemert MJ, Welch AJ, Amin AP. *Is there an optimal laser treatment for port wine stains?* Lasers Surg Med 1986;6(1):76-83.

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

13. Trelles MA, Verkruysse W, Pickering JW, Sánchez J, Sala P. *A simple method to avoid depressed scarring in laser treatment of elevated lesions.* Plast Reconstr Surg. 1993 Jan;91(1):197.

14. Trelles MA. *Video-filmación a tiempo real de una vaporización superficial efectuada con Milesman Blauman tras marcaje de la lesión con tinta negra.* Instituto Médico Vilafortuny. Dubai. UAE.

15. Trelles MA, Vélez M, Rigau J. *Interacción de la luz con los tejidos. En: Cisneros JL, Camacho FM, Trelles MA. Láser en Dermatología y Dermocosmética.* Ed. Aula Médica, Segunda Edición, 2008.

16. Bashkatov AN, Genina EA, Tuchin VV. *Optical properties of skin, subcutaneous and muscle tissues;* a review Journal of Innovative Optical Health Sciences 2011 04:01, 9-38.

17. Torregrosa JL, Rodríguez S, Amarelo J, Segura L. *Clinical evaluation of the safety and efficacy of the Milesman 450nm blue laser on acne inflammatory lesions.* ClinicalTrials.gov. Code: NCT046982239.

El autor declara que los costes de todos los ensayos efectuados han sido cubiertos por el fabricante del equipo y que los resultados expuestos son los que se han obtenido a partir de las investigaciones efectuadas.

milesman
blauman

milesman
blauman