



ARTÍCULO ESPECIAL

Aplicaciones frecuentes de la ecotomografía Doppler color en dermatología que permiten ayudar al diagnóstico y manejo

Frequent applications of color Doppler ultrasound in dermatology that support diagnosis and management

Ximena Wortsman^{a,b,c}✉

^a Instituto de Investigación y Diagnóstico por Imágenes en Piel y Tejido Blandos (IDIEP). Santiago, Chile.

^b Departamento de Dermatología, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

^c Departamento de Dermatología, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del Artículo:

Recibido: 06 11 2022
Aceptado: 01 02 2023

Key words:

Ultrasonographic Imaging; Doppler Color Ultrasonography; Dermatology; Epidermal Cysts; Skin Cancer; Skin Fillers; Hidradenitis Suppurativa; Morphea.

Palabras clave:

Ultrasonido; Ecotomografía; Doppler Color; Dermatología; Quiste Epidérmico; Cáncer de Piel; Rellenos Cosméticos; Hidradenitis Suppurativa; Morfea.

RESUMEN

La ecotomografía Doppler color en dermatología es un nuevo campo del ultrasonido que ha venido creciendo exponencialmente en las últimas décadas. Tiene múltiples aplicaciones tales como la detección de la morfología y extensión de los tumores cutáneos benignos y del cáncer de piel, el estudio de anomalías vasculares y lesiones ungueales, el diagnóstico de condiciones inflamatorias de la piel, la discriminación de los rellenos cosméticos más frecuentes y el diagnóstico de complicaciones de procedimientos estéticos, entre otras.

Esta aplicación de la ecografía requiere de equipamiento especial con transductores de alta frecuencia, protocolos estandarizados y de un operador entrenado en este tipo de examen.

Hoy por hoy, la ecotomografía Doppler color en dermatología es una herramienta indispensable en el arsenal dermatológico aportando información anatómica crítica que ayuda al manejo clínico.

ABSTRACT

The use of color Doppler ultrasound in dermatology is a new field of ultrasound that has been exponentially growing in the last decades. It has multiple applications, such as the detection of the morphology and extent of benign cutaneous tumors and skin cancer, the study of vascular anomalies, the diagnosis of inflammatory conditions of the skin, the discrimination of the most common cosmetic fillers, as well as the diagnosis of aesthetic complications, among other uses.

This utilization of ultrasound requires special devices that work with high-frequency probes, standardized protocols, as well as an operator trained in these pathologies.

Nowadays, color Doppler ultrasound in dermatology has become an essential part of the dermatologic toolkit, providing critical anatomical information that helps patient management.

✉ Autor para correspondencia

Correo electrónico: xworts@yahoo.com

<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2023.02.005>

e-ISSN: 2531-0186/ ISSN: 0716-8640/© 2023 Revista Médica Clínica Las Condes.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



INTRODUCCIÓN

La ecotomografía es una técnica de diagnóstico por imágenes no invasiva basada en la emisión de ondas de sonido no audibles. Como es una técnica que no utiliza radiación ionizante, es segura y se puede utilizar en todas las edades. La ecotomografía no requiere inyección de medio de contraste por lo que está exenta de reacciones adversas tales como nefropatías u otras¹.

En dermatología su uso ha ido aumentando exponencialmente en los últimos 15 años. Esto se debe al desarrollo de equipamiento especializado que incluye los equipos con Doppler color que trabajan con transductores multifrecuencias de rango alto que actualmente varían entre los 15 y los 70 MHz. Al mismo tiempo, hay mayor presencia de médicos entrenados en la operación de estos equipos como también en patología dermatológica²⁻⁴.

Un punto importante en el desarrollo de la ecotomografía Doppler color dermatológica ha sido el desarrollo de guías para realizar estos exámenes, lo que ha permitido estandarizar los procedimientos. Estas guías han sido publicadas en las revistas oficiales de la Sociedad Americana de Ultrasonido (www.aium.org) y de la Federación Europea de Sociedades de Ultrasonido en Medicina y Biología (www.efsumb.org)^{2,5}.

Las guías para prácticas exámenes dermatológicos recomiendan el uso de equipamiento con frecuencias ≥ 15 MHz, la utilización de Doppler color y del análisis espectral de curvas del flujo vascular (Doppler pulsado) en todos los exámenes. También sugieren que el examen sea realizado preferentemente por un médico con un mínimo anual de 300 exámenes para establecer mínimas competencias en este campo.

La forma de solicitar estos estudios es ecotomografía Doppler color de la región o las regiones potencialmente afectadas. Al igual que el resto de exámenes de imágenes de partes blandas la solicitud debe señalar, además de la región corporal, el lado o los lados comprometidos^{2,5}.

No se recomienda realizar ecotomografía de partes blandas sin Doppler ya que no se pueden evaluar adecuadamente los patrones vasculares que nos ayudan a diferenciar lesiones vasculares versus no vasculares, tumorales benignas versus malignas o inflamatorias activas versus inactivas^{1,2,4,5}.

Existen protocolos de estudios ya reportados para algunas patologías o regiones que incluyen más de un segmento corporal. Esto se debe a la necesidad de etapificación de los pacientes como por ejemplo en hidradenitis supurativa, la detección de actividad subclínica en morfea o el escurrimiento o inflamaciones de estructuras glandulares en pacientes con rellenos cosméticos⁶. Es así como la literatura sugiere que los exámenes de hidradenitis supurativa se realicen bilaterales (por ejemplo; axilo-braquiales o inguino-perineales), que en las morfeas se estudien los segmentos corporales

adyacentes (por ejemplo: región frontal facial y el cuero cabelludo en morfea en golpe de sable siguiendo el mismo eje) y la región facial junto con las regiones submandibulares (en pacientes con antecedentes de procedimientos estéticos faciales)⁶. En el caso de las regiones ungueales se recomienda la realización de un estudio bilateral ya que se compara la posición de la placa ungueal y los patrones de flujo del lecho ungueal para discriminar lesiones tumorales o inflamatorias⁷.

En comparación a otras técnicas por imágenes, tales como la resonancia nuclear magnética (RM), la tomografía axial computada (TAC) o la Tomografía por Emisión de Positrones (PET, por sus siglas en inglés), la ecotomografía Doppler color presenta una mucho mayor resolución espacial. Esto quiere decir que realizando las ecografías Doppler color a las frecuencias antes comentadas, la discriminación de las estructuras es mucho más alta con ultrasonido. Por ejemplo, con ecotomografía esta discriminación alcanza estructuras que miden un mínimo de 0,1 mm a 15 MHz y de 0,03 mm a 70 MHz. En cambio, la RM necesita estructuras que midan más de 3 mm, la TAC de 5 mm y el PET-CT entre 5 y 8 mm para poder discriminar sus características internas^{6,8-10}.

Las aplicaciones de esta técnica por imágenes incluyen, entre otras, el estudio de tumores cutáneos benignos y malignos, anomalías vasculares, enfermedades inflamatorias dermatológicas, lesiones ungueales y el área estética^{2-7,9,11-30}.

En esta revisión comentaremos las patologías más frecuentes y sus principales características ecográficas con énfasis en el rol de la ecotomografía en el campo dermatológico y las razones por las cuales esta técnica por imágenes puede permitir cambiar el manejo de los pacientes.

CONCEPTOS DE ANATOMÍA ECOGRÁFICA

La ecografía permite distinguir las capas de la piel que son la epidermis (línea hiperecogénica), la dermis (banda hiperecogénica, menos brillante que la epidermis) y la hipodermis o tejido celular subcutáneo (hipoecogénica). La ecogenicidad o tonos de representación de la piel están dada por sus componentes estructurales. En el caso de la epidermis, la ecogenicidad está dada por la queratina del estrato corneo, en la dermis, por el colágeno y en la hipodermis, por el tejido adiposo (Figura 1A)^{1,4,6,7,28}.

Con equipos que trabajan en ultra-alta frecuencia (70 MHz) es posible detectar estructuras tan pequeñas como los tractos pilosos dentro de los folículos, las glándulas sebáceas, las glándulas de Montgomery y los músculos erectores de pelo³⁰.

La uña se presenta como una estructura compuesta por la placa ungueal (bilaminar hiperecogénica), el lecho (hipoecogénico), la región periungueal proximal y lateral (con similar estructura de

epidermis y dermis). En el segmento proximal del lecho ungueal se localiza el área de la matriz ungueal. Subyacente al lecho ungueal se observa la línea hiperecogénica de la cortical ósea de la falange distal (Figura 1B)^{1,4,6,27,31,32}.

Con Doppler color se detecta la vascularización cutánea y ungueal que habitualmente predomina en la hipodermis en el caso de piel y en los dos tercios profundos del lecho ungueal y presenta vasos de baja velocidad (≥ 15 cm/seg)^{1,4,6,27,31,32}.

El pelo tiene dos partes, una de ellas es el folículo piloso que se encuentra en la dermis y otra es el tracto piloso que está en el centro del folículo y emerge a la superficie. Ambas partes son detectables por ecotomografía. Los folículos pilosos se observan como bandas hipoeecogénicas dérmicas habitualmente de disposición ligeramente oblicua y los tractos pilosos como bandas bilaminares o trilaminares hiperecogénicas. Los tractos trilaminares se localizan mayormente en el cuero cabelludo y los tractos bilaminares se encuentran principalmente en el resto del cuerpo. Para observarlos tractos pilosos en el interior de los folículos se necesitan equipos de ultra-alta frecuencia (70 MHz)^{1,4,6,28,33,34}.

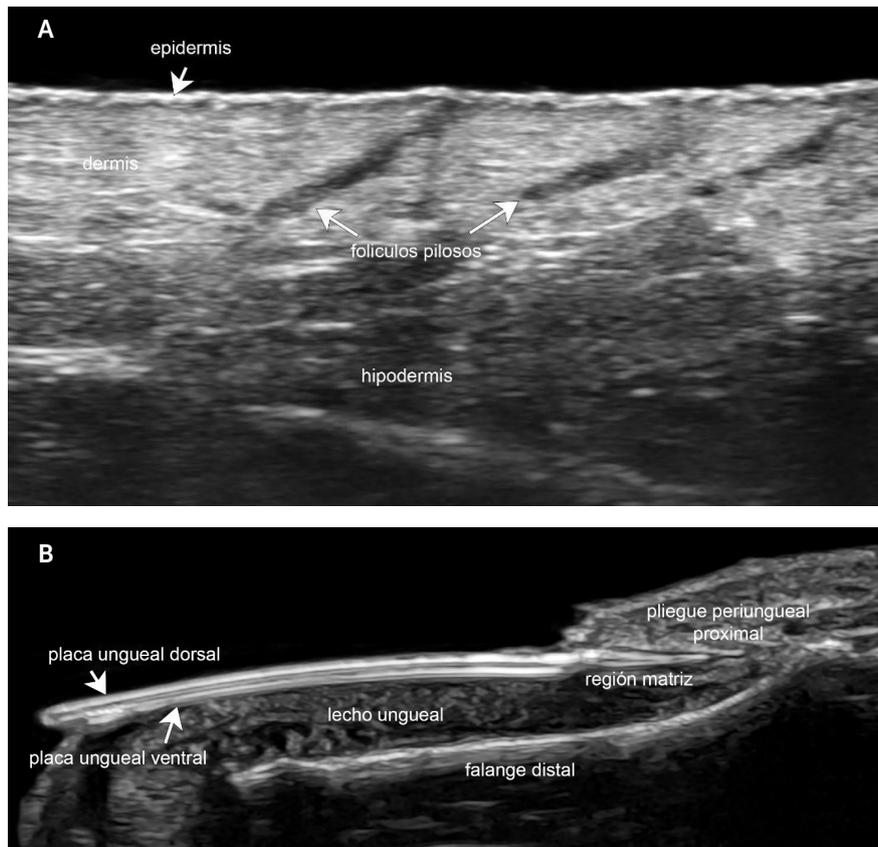
CONSIDERACIONES TÉCNICAS

En este tipo de examen se utiliza una capa de gel de mayor espesor en comparación con otros tipos de exámenes de ecografía. Esto permite observar bien todas las capas cutáneas incluyendo la epidermis, no comprimir los vasos superficiales que usualmente tienen baja velocidad y ajustar mejor el foco de la imagen.

Se recomienda comenzar con una fase en escala de grises en ejes perpendiculares, luego se agrega el Doppler color para observar la vascularización y en una tercera fase se realiza un Doppler pulsado de los vasos (análisis espectral de curvas) que permite confirmar el tipo de vaso (arteria o vena) y la velocidad de los vasos (cm/seg). Este tipo de protocolo permite tener una idea detallada de la estructura y su patrón de vascularización^{4,6}.

En las figuras presentadas en esta revisión se utilizaron dos equipos de ecotomografía: Logic E10 (*General Electric Health Systems, Waukesha, Wisconsin, USA*) con transductor compacto lineal multifrecuencia con rango de 6 a 24 MHz y el equipo Vevo MD (*Visualsonics Fujifilm, Toronto, Canada*) con transductor lineal multifrecuencia con rango de 20 a 70 MHz. En las figuras mostradas en el artículo se describe la frecuencia mayor de los respectivos transductores.

Figura 1. Patrones ecográficos normales



A. Piel y folículos pilosos (70 MHz). B. Uña (24 MHz) (eje longitudinal).

PRINCIPALES APLICACIONES DE LA ECOTOMOGRAFÍA DOPPLER COLOR EN DERMATOLOGÍA

Existen en la actualidad múltiples aplicaciones de la ecotomografía Doppler color en dermatología. Para este artículo revisaremos las más frecuentes y las clasificaremos de la siguiente manera:

1. Tumores cutáneos benignos

Quiste epidérmico

Es una lesión quística dérmica y/o subcutánea que está conformada por un epitelio estratificado con granulosa y que contiene queratina. El mayor problema es que tiende a inflamarse, romperse y liberar la queratina que posee en el interior con el consiguiente aumento de la inflamación regional. Si el quiste se rompe y quedan fragmentos de cápsula en los tejidos, es altamente probable que se reproduzca^{28,35-37}.

Con ecotomografía Doppler color los quistes epidérmicos intactos demuestran un aspecto distinto en comparación con los quistes parcial o totalmente rotos. En general, los quistes intactos son bien delimitados, ovalados o redondeados, hipocogénicos, demuestran un reforzamiento posterior del sonido e hipovascularización en su periferia (Figura 2). Los quistes rotos presentan grados variables de irregularidad en sus paredes y de signos inflamatorios en los planos dermo-hipodérmicos adyacentes con vasos arteriales y/o venosos de baja velocidad. Los fragmentos de cápsula remanentes se pueden detectar ecográficamente aun cuando para esto generalmente se necesitan equipos especiales de ultra-alta frecuencia que tienen transductores que llegan a los 70 MHz^{1,4,6,28,35-38}.

Pilomatrixoma

Es un tumor benigno derivado de la vaina del pelo y que afecta frecuentemente a la población pediátrica aun cuando puede aparecer en otras etapas de la vida. En este tumor está reportado una alta tasa de error en el diagnóstico clínico que llega al 56%. En ecotomografía Doppler color, el pilomatrixoma tiene una gran variedad de presentaciones, siendo la más frecuente el tipo *target* que pre-

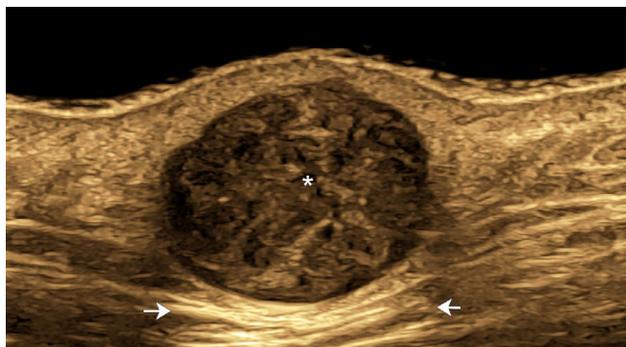
senta un borde hipocogénico y un centro heterogéneo o hiperecogénico. Una de las características principales es que posee calcio y esto puede ser detectado por ecotomografía. Los focos cálcicos se observan como focos hiperecogénicos que de acuerdo a su tamaño pueden producir grados variables de sombra acústica hacia posterior. En cuanto a su vascularización, estos tumores demuestran una presentación variable que va desde tumores hipovasculares hasta algunas variantes hipervasculares que se pueden confundir clínicamente con lesiones vasculares (Figura 3)^{1,4,6,7,23,28,39-46}.

2. Cáncer de piel

El cáncer de piel incluye múltiples tipos de tumores, pero comentaremos los más frecuentes. El objetivo de una ecotomografía Doppler color en cáncer de piel es ayudar en la detección de la extensión en todos sus ejes, principalmente la profundidad del tumor que es lo que no se puede diagnosticar clínicamente^{5,7,9,12,18,28,46-64}. Los tipos de cáncer no melanoma más importantes son el carcinoma basocelular y el carcinoma escamoso. Por ahora, la ecotomografía Doppler color es el único método por imágenes que permite detectar el tumor primario y su profundidad⁵⁷.

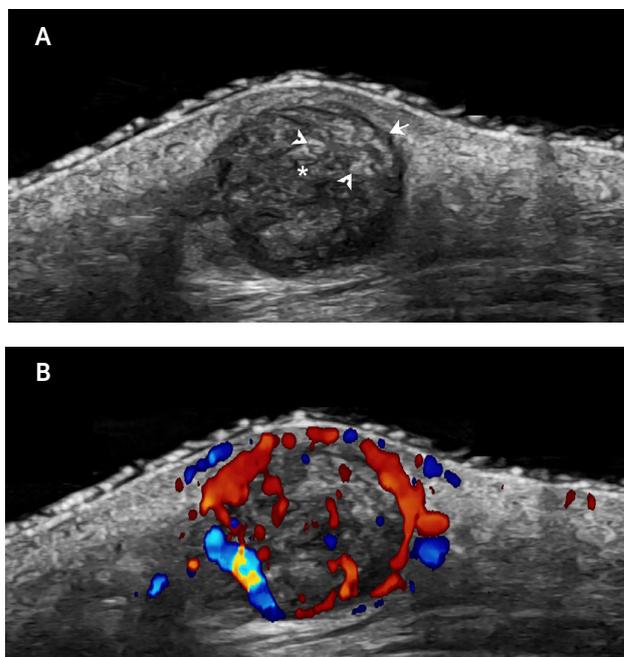
Estas lesiones tumorales son hipocogénicas y pueden presentar alteraciones de grado variable en el grosor y regularidad de los planos epidérmicos. Los carcinomas basocelulares tienen una característica ecográfica distintiva que es la presencia de puntos hiperecogénicos

Figura 2. Quiste epidérmico intacto



Quiste epidérmico intacto (ecografía en escala de grises con filtro de color; 24 MHz; mejilla izquierda; eje longitudinal) muestra estructura dérmica redondeada e hipocogénica (*) que levanta la epidermis y genera reforzamiento acústico hacia posterior (flechas).

Figura 3. Pilomatrixoma



A. Ecografía en escala de grises y B. Doppler color (24 MHz, eje transversal; región ciliar izquierda) presenta formación nodular (*) redondeada dérmica y subcutánea con borde hipocogénico (flecha) y centro heterogéneo que muestra pequeños focos hiperecogénicos de aspecto cálcico (cabezas de flechas). Note que con Doppler color se observa vascularización en el interior y periferia de la formación.

los que están dados por presencia de calcificaciones, quistes córneos y probablemente nidos de células atípicas compactas. La cantidad de estos puntos hiperecogénicos se han relacionado con el grado de agresividad del tumor, por ende los tumores con más puntos hiperecogénicos corresponden a subtipos más agresivos. Esto puede servir para elegir el mejor sitio de biopsia o decidir el tipo de cirugía (por ejemplo, *Mohs* o *standard*), especialmente en los tumores que poseen subtipos mixtos (Figura 4)^{12,28,49,59,64}.

Aparte, de eso, la ecotomografía Doppler color detecta el grado de vascularización y las características de flujo tumoral y peritumoral, permitiendo al clínico establecer la presencia de vasos importantes en la vecindad del tumor^{1,4,6,12,28,49,53,54,57,58,60,62-64}.

No menos importante es la posibilidad de realizar un estadiaje locoregional ecográfico. Si bien las metástasis locoregionales en carcinomas no melanomas son poco frecuentes, están reportadas principalmente en carcinoma escamoso. Es por eso que la literatura sugiere realizar un estadiaje ecográfico locoregional en estos tumores^{1,4,6,7,9,28,51,52}. En un estudio, los pacientes con cáncer no melanoma expuestos a estadiaje locoregional por imágenes tuvieron mejor sobrevida que los no expuestos⁶⁵.

En cuanto al melanoma, la detección de la profundidad tumoral es clave para el pronóstico de vida del paciente. Hoy existe la posibilidad de determinar la profundidad de los melanomas por ecotomografía y realizar un Breslow ecográfico^{66,67}.

Habitualmente, la vascularización tumoral va aumentando de grado si se comparan estos tipos de cáncer de piel, siendo los más hipervasculares los melanomas debido a su capacidad de neoangiogénesis⁶⁰.

El estadiaje locoregional en melanomas incluye el estudio del tumor primario o su cicatriz y las áreas de drenaje linfático con el objetivo de detectar lesiones satélites (a <2 cm del tumor primario), en tránsito (≥ 2 cm del tumor primario) o nodales (ganglionares)⁵⁰⁻⁵². Los linfonodos metastásicos o metástasis cutáneas se pueden diagnosticar ecotomográficamente. Los linfonodos infiltrativos demuestran pérdida de su forma ovalada y diferenciación córtico-medular, irregularidad y engrosamiento cortical, áreas nodulares o pseudonodulares intranodales y vascularización caótica de localización predominantemente cortical^{1,4,6,51,52,68}.

3. Anomalías vasculares

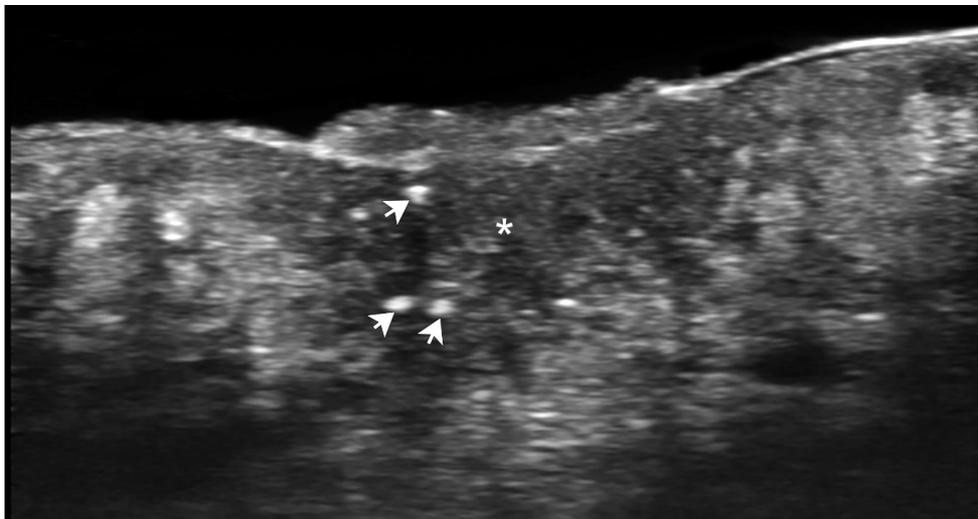
Estas son causas frecuentes de solicitudes de exámenes ecográficos. Una de las principales utilidades de la ecotomografía Doppler color es poder discriminar entre los hemangiomas infantiles y las malformaciones vasculares porque estas dos entidades pueden asemejarse clínicamente en algunos casos. Como sabemos, estas patologías tienen distintos tratamientos y pronósticos^{1,4,6,23,28,69}.

Un hemangioma infantil es un tumor benigno con componente endotelial que frecuentemente va a crecer desproporcionadamente después de nacer y durante el primer año de vida para ir luego lentamente involucionando^{70,71}.

La ecotomografía Doppler color permite reconocer morfológicamente un hemangioma en las distintas fases (hipoecogénico y altamente vascular en la fase proliferativa e hiperecogénico e hipovascular en la fase de involución total).

No menos importante es que a través del examen ecográfico se pueda determinar la profundidad del hemangioma ya que los hemangiomas superficiales (dérmicos) y los profundos, también lla-

Figura 4. Carcinoma basocelular



Carcinoma basocelular (ecografía en escala de grises; 70 MHz; dorso nasal, eje longitudinal). Se observa zona focal (*) dérmica hipoecogénica que demuestra una depresión epidérmica y contornos profundos irregulares. En su interior se distinguen múltiples puntos hiperecogénicos (flechas).

mados mixtos (que afectan la hipodermis u otros planos profundos) presentan distintas opciones de tratamiento que pueden ser tópicas en el caso de los superficiales y sistémicas como es el caso del uso de propranolol en los hemangiomas mixtos.

Con ecotomografía Doppler color se puede monitorear un hemangioma e ir ajustando las dosis de medicamento, por ejemplo, de propranolol. También se puede detectar la presencia de vasos arteriales anómalos adyacentes al hemangioma que pueden enlentecer o dificultar la involución^{1,4,6,7,14,20,22,28,69-75}.

En cambio, las malformaciones vasculares no son tumores, son errores de morfogénesis vascular y tienden a crecer proporcionalmente en el tiempo. Se clasifican de acuerdo al tipo de vaso en arteriales, venosas, arteriovenosas, linfáticas o capilares. A veces, estas malformaciones vasculares pueden ser mixtas y contener dos o más tipos de vasos. Otras veces son parte de síndromes congénitos^{1,4,6,28,73,74,76,77}.

Con ecotomografía Doppler se detectan en el interior de las malformaciones vasculares redes de túbulos o áreas lacunares vasculares con flujos arteriales o venosos, *shunts* arteriovenosos o ausencia

de flujo en el caso de las malformaciones vasculares linfáticas. Las malformaciones vasculares capilares se caracterizan por alteraciones de la ecogenicidad dermo-hipodérmica y ausencia de flujo al Doppler color^{1,4,6,23,28,77}.

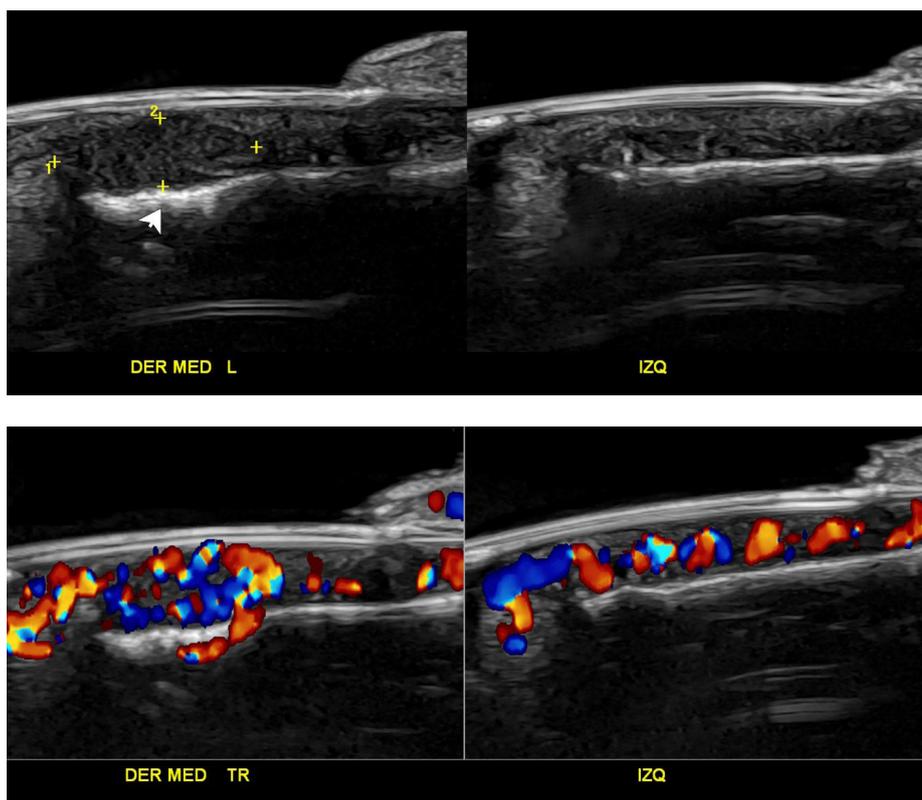
Adicionalmente, con ultrasonido se puede determinar la extensión, los planos comprometidos y se pueden guiar o controlar los resultados de procedimientos percutáneos como la escleroterapia^{1,4,6,23,28,77}.

4. Lesiones ungueales

La ecotomografía Doppler color permite estudiar tumores benignos y malignos, lesiones inflamatorias como por ejemplo la psoriasis ungueal, alteraciones de posición o crecimiento como la onicocriptosis y la retroniquia, entre muchas otras patologías.

Dentro de los tumores más frecuentemente estudiados están los tumores glómicos que frecuentemente producen dolor ungueal. En el examen ecográfico, estos tumores comúnmente se presentan como lesiones nodulares hipocogénicas, medianamente delimitadas e hipervasculares que remodelan el margen óseo de la falange distal (Figura 5)^{4,6,23,27,28,32,61,78-82}.

Figura 5. Tumor glómico ungueal



Tumor glómico ungueal (estudio comparativo entre ambos lados; eje longitudinal ambos dedos; 24 MHz). A. Ecografía en escala de grises y B. Doppler color presenta formación nodular hipocogénica (entre marcadores) en el lecho ungueal del dedo medio derecho que se acompaña de una remodelación del margen óseo de la falange distal subyacente (flecha). Con Doppler color se visualiza vascularización prominentemente en el interior de la formación nodular, la cual es asimétrica con respecto al lado contralateral.

Los onicomatricomas son tumores benignos derivados de la matriz ungueal y que generan clínicamente lesiones estriadas amarillentas en la placa ungueal. Ecográficamente estos tumores producen lesiones excéntricas hipocogénicas con líneas hiperecogénicas que protruyen hacia la placa ungueal. Su vascularización es variable pero en general tiende a presentarse como baja o intermedia con vasos de baja velocidad^{4,6,23,27,28,32,82-85}.

Existen patrones ecográficos sugerentes de psoriasis ungueal, lo que permite ayudar al diagnóstico diferencial de otras entidades que generan onicodistrofias. En el examen ecográfico, estas uñas se caracterizan por presentar focos hiperecogénicos en la placa ventral, engrosamiento y disminución de ecogenicidad del lecho ungueal, pérdida de definición de la placa ventral, ondulación y engrosamiento de la placa ungueal. Al Doppler color se observan grados variables de hipervascularización del lecho ungueal de acuerdo al grado de actividad inflamatoria de la enfermedad. Se debe tener presente que la psoriasis, aparte de la piel y las uñas también puede afectar las articulaciones, entesis y los márgenes óseos en casos con artropatía psoriática. En estos últimos casos (artropatía), la ecotomografía Doppler color ha sido sugerida como el estándar de oro para confirmar o monitorear estos pacientes^{4,6,23,27, 28,32,86}.

Las alteraciones de posición y crecimiento de la placa ungueal tales como la onicocriptosis y retroniquia son otras causas frecuentes de solicitud de estudios ungueales. En la onicocriptosis, el examen ecográfico puede detectar los fragmentos de placa ungueal desplazados a la regiones periungueales laterales^{1,4,6}. En los pacientes con retroniquia, se observa un desplazamiento posterior de la placa ungueal hacia la región periungueal proximal, con grados variables de inflamación periungueal y subungueal proximal. Esta afección puede simular clínicamente una celulitis periungueal. La retroniquia se asocia frecuentemente a onicomadesis (fragmentación de la placa ungueal) y en ecografía existen criterios que apoyan su diagnóstico tales como la presencia de un halo hipocogénico rodeando el origen de la placa ungueal, el engrosamiento y disminu-

ción de ecogenicidad del plano dérmico periungueal proximal y la disminución de la distancia entre el origen de la placa ungueal y la base de la falange distal en el lado afectado. También existen criterios ecográficos reportados para retroniquia bilateral^{4,6,19,27,28,77,87-92}.

5. Patología inflamatoria cutánea

La ecotomografía permite ayudar al diagnóstico de numerosas patologías inflamatorias cutáneas. Entre las que revisaremos están dos enfermedades devastantes como la hidradenitis supurativa y la morfea.

La hidradenitis supurativa (HS) es una enfermedad inflamatoria autoinmune que afecta el folículo piloso y la queratinización. Compromete habitualmente las regiones axilares, inguinales, intermama-rias, inframarias, glúteas e interglúteas pero puede comprometer también otras zonas^{93,94}.

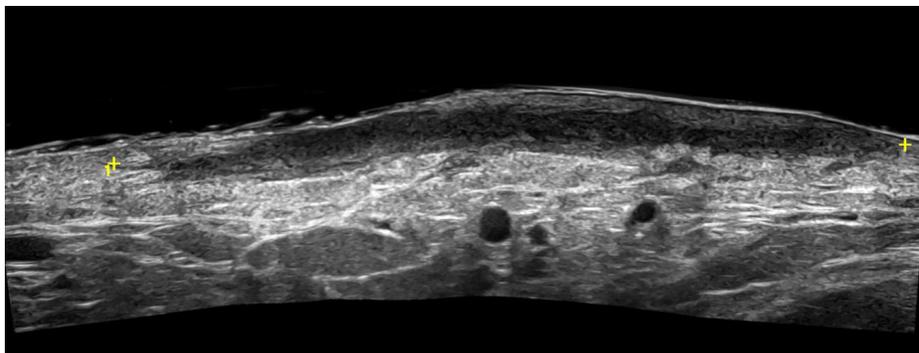
Ecográficamente existen criterios diagnósticos de HS que incluyen pseudoquistes, colecciones y fistulas (túneles) hipocogénicos, localizados en la dermis y/o la hipodermis que comunican a las bases dilatadas de folículos pilosos y alteraciones en la ecogenicidad dérmica (Figura 6)^{21,24,26,28,77,95-108}.

Los estadios clínicos en HS son limitados porque subestiman la severidad y actividad de la enfermedad. Por ende se recomienda que los pacientes sean etapificados ecotomográficamente a través del SOS-HS (*Sonographic Scoring of Hidradenitis Suppurativa*)¹⁰⁴.

Con equipos especiales que llegan a los 70 MHz se puede realizar el diagnóstico temprano de HS y detectar dilataciones y alteraciones de morfología precoces en los folículos pilosos y alteraciones de morfología de la queratina endofolicular¹⁰.

Las fistulas se clasifican ecográficamente de acuerdo a su grado de fibrosis y edema en tres tipos y de su localización en dérmicas o dermo-hipodérmicas^{103,109}.

Figura 6. Hidradenitis supurativa



Hidradenitis supurativa (escala de grises, 24 MHz, eje longitudinal, región inguino-perineal derecha) presenta banda hipocogénica dérmica compatible con fistula (túnel, entre marcadores). Note el aumento de ecogenicidad subcutánea superficial subyacente a la fistula lo cual es secundario a inflamación.

Con Doppler color se puede detectar el grado de actividad inflamatoria y monitorear el tratamiento de la enfermedad. Está descrito que posterior al examen ecográfico los tratamientos de HS se modifican en más de un 80% en los adultos y en más de un 90% en niños^{26,28,104,105,110}.

La morfea, que es la forma de presentación cutánea de la esclerodermia, es una enfermedad autoinmune del tejido conectivo. En ecografía se ha demostrado que existe compromiso inflamatorio subclínico en todos los tipos de morfea y que es habitual que las alteraciones se extiendan más allá de las lesiones cutáneas visibles. Es por eso que se recomienda estudiar los segmentos corporales adyacentes al segmento corporal visiblemente comprometido y no sólo la zona de la placa cutánea. Ecotomográficamente, las placas de morfea tienden a no ser sincrónicas en actividad en un mismo paciente y en la misma placa pueden coexistir áreas activas e inactivas. Adicionalmente se ha demostrado que la atrofia e hiperpigmentación de las placas no es sinónimo de inactividad, de hecho pueden existir placas activas en el centro o en los bordes pero atróficas^{25,28,111-114}.

Con ecotomografía Doppler, se puede realizar un seguimiento de los segmentos corporales afectados. Para esto se utiliza el US-MAS (*Ultrasound Morphea Activity Scoring*) que es el recientemente descrito estadiaje ecográfico de actividad en morfea^{1,4,6,25,114-116}.

6. Estética

Las aplicaciones de la ecotomografía Doppler color en estética han crecido en forma importante. Hoy por hoy, la ecotomografía Doppler color es la única técnica por imágenes que permite detectar e identificar los rellenos cosméticos más frecuentemente utilizados. Estos rellenos se pueden detectar por sus patrones intrínsecos y por los artefactos que producen al ultrasonido. Los rellenos cosméticos más frecuentemente observados en ecografía son el ácido hialurónico, el aceite de silicona, la silicona pura, el polimetilmetacrilato, la policaprolactona y la hidroxiapatita de calcio. Cada uno de

estos rellenos presenta un patrón ecográfico distinto, siendo algunos predominantemente anecogénicos, como el ácido hialurónico, y otros hiperecogénicos como el aceite de silicona, el polimetilmetacrilato o la hidroxiapatita de calcio^{28,117-119}.

Un rol relevante tiene la ecotomografía Doppler color en el diagnóstico de complicaciones tempranas y tardías de los rellenos. Entre las complicaciones tempranas están las oclusiones vasculares, en las cuales el estudio del flujo vascular facial es esencial^{120,121}. En las complicaciones tardías que habitualmente se presentan posterior a los 4 meses de inyección están la presencia de edemas o linfedemas, paniculitis, nódulos secundarios a granulomas, colecciones granulomatosas y fístulas^{1,4,6,7,28,118,122}.

En estos casos es frecuente observar alteraciones ecográficas inflamatorias subagudas en las glándulas lagrimales, parótidas y submandibulares que se supone serían reactivas y parte del denominado síndrome de ASIA (por sus siglas en inglés, *Autoimmune Syndrome Induced by Adjuvants*). Esta es una de las razones, aparte de la migración o escurrimientos de rellenos cosméticos, por lo que se recomienda realizar estudios faciales y submandibulares bilaterales incluyendo el estudio glandular¹²³.

Adicionalmente, la ecotomografía Doppler color puede ayudar en el diagnóstico y manejo de complicaciones de otros procedimientos estéticos o de cirugía plástica. Esto incluye el diagnóstico de reacciones granulomatosas, colecciones y trayectos fistulosos, entre otros^{1,4,6,33}.

CONCLUSIÓN

La ecotomografía Doppler color es una técnica por imágenes relevante en el arsenal dermatológico que permite ayudar significativamente al diagnóstico y manejo de múltiples condiciones. Requiere de equipos especiales de alta frecuencia, médicos entrenados y de protocolos estandarizados.

Consideraciones éticas:

Las imágenes mostradas en este artículo son de pacientes que han dado su consentimiento para mostrarlas en esta publicación. Todos los exámenes ecográficos se han realizado siguiendo los principios de ética médica de Helsinki.

Conflicto de intereses

La autora declara no tener conflictos de intereses relacionados con este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wortsman X, Jemec GBE. *Dermatologic Ultrasound with Clinical and Histologic Correlations*. First ed. New York, NY: Springer-Verlag New York; 2013.
2. Alfageme F, Wortsman X, Catalano O, Roustan G, Crisan M, Crisan D, et al. *European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB) Position Statement on Dermatologic Ultrasound*. *Ultraschall Med*. 2021;42(1):39-47. English. doi: 10.1055/a-1161-8872.
3. Almuhanha N, Wortsman X, Wohlmuth-Wieser I, Kinoshita-Ise M, Alhusayen R. *Overview of Ultrasound Imaging Applications in Dermatology [Formula: see text]*. *J Cutan Med Surg*. 2021;25(5):521-529. doi: 10.1177/1203475421999326.
4. Wortsman X. *Atlas of Dermatologic Ultrasound*. New York: Springer; 2018.

5. Wortsman X, Alfageme F, Roustan G, Arias-Santiago S, Martorell A, Catalano O, et al. Guidelines for Performing Dermatologic Ultrasound Examinations by the DERMUS Group. *J Ultrasound Med.* 2016;35(3):577-580. doi: 10.7863/ultra.15.06046.
6. Wortsman X. *Textbook of Dermatologic Ultrasound.* 1st ed: Springer; 2022.
7. Wortsman X. Practical applications of ultrasound in dermatology. *Clin Dermatol.* 2021;39(4):605-623. doi: 10.1016/j.clindermatol.2021.03.007.
8. Ait Ichou J, Gauvin S, Faingold R. Ultra-high-frequency ultrasound of superficial and musculoskeletal structures in the pediatric population. *Pediatr Radiol.* 2021;51(9):1748-1757. doi: 10.1007/s00247-021-04978-0.
9. Catalano O, Roldán FA, Varelli C, Bard R, Corvino A, Wortsman X. Skin cancer: findings and role of high-resolution ultrasound. *J Ultrasound.* 2019;22(4):423-431. doi: 10.1007/s40477-019-00379-0.
10. Wortsman X, Calderon P, Castro A. Seventy-MHz Ultrasound Detection of Early Signs Linked to the Severity, Patterns of Keratin Fragmentation, and Mechanisms of Generation of Collections and Tunnels in Hidradenitis Suppurativa. *J Ultrasound Med.* 2020;39(5):845-857. doi: 10.1002/jum.15164.
11. Bader KB, Makin IRS, Abramowicz JS; Bioeffects Committee of the American Institute of Ultrasound in Medicine. Ultrasound for Aesthetic Applications: A Review of Biophysical Mechanisms and Safety. *J Ultrasound Med.* 2022;41(7):1597-1607. doi: 10.1002/jum.15856.
12. Barcaui Ede O, Carvalho AC, Valiante PM, Barcaui CB. High-frequency ultrasound associated with dermoscopy in pre-operative evaluation of basal cell carcinoma. *An Bras Dermatol.* 2014;89(5):828-831. doi: 10.1590/abd1806-4841.20143176.
13. Benito-Ruiz J, de Cabo F. Ultrasonography: a useful tool for plastic surgeons. *Aesthetic Plast Surg.* 2014;38(3):561-571. doi: 10.1007/s00266-014-0300-z.
14. Burkes SA, Adams DM, Hammill AM, Chute C, Eaton KP, Welge JA, et al. Skin imaging modalities quantify progression and stage of infantile haemangiomas. *Br J Dermatol.* 2015;173(3):838-841. doi: 10.1111/bjd.13905.
15. Caposiena Caro RD, Solivetti FM, Bianchi L. Power Doppler ultrasound assessment of vascularization in hidradenitis suppurativa lesions. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2018;32(8):1360-1367. doi: 10.1111/jdv.14745.
16. Catalano O, Varelli C, Sbordone C, Corvino A, De Rosa D, Vallone G, et al. A bump: what to do next? Ultrasound imaging of superficial soft-tissue palpable lesions. *J Ultrasound.* 2020;23(3):287-300. doi: 10.1007/s40477-019-00415-z.
17. Cecchini A, Montella A, Ena P, Meloni GB, Mazzarello V. Ultrasound anatomy of normal nails unit with 18 mhz linear transducer. *Ital J Anat Embryol.* 2009;114(4):137-144.
18. Crisan M, Crisan D, Sannino G, Lupsor M, Badea R, Amzica F. Ultrasonographic staging of cutaneous malignant tumors: an ultrasonographic depth index. *Arch Dermatol Res.* 2013;305(4):305-313. doi: 10.1007/s00403-013-1321-1.
19. Fernández J, Reyes-Baraona F, Wortsman X. Ultrasonographic Criteria for Diagnosing Unilateral and Bilateral Retronychia. *J Ultrasound Med.* 2018;37(5):1201-1209. doi: 10.1002/jum.14464.
20. Li M, Liu J, Valeska M, Luo D, Zhou B. Clinical Evaluation of Color Doppler Ultrasound in Selecting the Optimal Treatment Modality for Infantile Hemangioma. *Chin Med Sci J.* 2017;32(2):100-106. doi: 10.24920/J1001-9294.2017.013.
21. Lyons AB, Zubair R, Kohli I, Hamzavi IH. Preoperative Ultrasound for Evaluation of Hidradenitis Suppurativa. *Dermatol Surg.* 2019;45(2):294-296. doi: 10.1097/DSS.0000000000001696.
22. Rotter A, Samorano LP, de Oliveira Labinas GH, Alvarenga JG, Rivitti-Machado MC, Bouer M, et al. Ultrasonography as an objective tool for assessment of infantile hemangioma treatment with propranolol. *Int J Dermatol.* 2017;56(2):190-194. doi: 10.1111/ijd.13442.
23. Wortsman X. Common applications of dermatologic sonography. *J Ultrasound Med.* 2012;31(1):97-111. doi: 10.7863/jum.2012.31.1.97.
24. Wortsman X. Diagnosis and Treatment of Hidradenitis Suppurativa. *JAMA.* 2018;319(15):1617-1618. doi: 10.1001/jama.2018.0814.
25. Wortsman X. Why, how, and when to use color Doppler ultrasound for improving precision in the diagnosis, assessment of severity and activity in morphea. *J Scleroderma Relat Disord.* 2019;4(1):28-34. doi: 10.1177/2397198318799244.
26. Wortsman X. Color Doppler ultrasound: a standard of care in hidradenitis suppurativa. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2020;34(10):e616-e617. doi: 10.1111/jdv.16496.
27. Wortsman X. Concepts, Role, and Advances on Nail Imaging. *Dermatol Clin.* 2021;39(2):337-350. doi: 10.1016/j.det.2020.12.010.
28. Wortsman X. Top Advances in Dermatologic Ultrasound. *J Ultrasound Med.* 2022. doi: 10.1002/jum.16000.
29. Wortsman X, Alfageme F, Roustan G, Arias-Santiago S, Martorell A, Catalano O, et al. Proposal for an Assessment Training Program in Dermatologic Ultrasound by the DERMUS Group. *J Ultrasound Med.* 2016;35(11):2305-2309. doi: 10.7863/ultra.15.10068.
30. Wortsman X, Carreño L, Ferreira-Wortsman C, Pizarro K, Morales C, et al. Ultrasound Characteristics of the Hair Follicles and Tracts, Sebaceous Glands, Montgomery Glands, Apocrine Glands, and Arrector Pili Muscles. *J Ultrasound Med.* 2019;38(8):1995-2004. doi: 10.1002/jum.14888.
31. Aluja Jaramillo F, Quisúa Mejía DC, Martínez Ordúz HM, González Ardila C. Nail unit ultrasound: a complete guide of the nail diseases. *J Ultrasound.* 2017;20(3):181-192. doi: 10.1007/s40477-017-0253-6.
32. Wortsman X, Jemec GB. Ultrasound imaging of nails. *Dermatol Clin.* 2006;24(3):323-328. doi: 10.1016/j.det.2006.03.014.
33. Wortsman X, Wortsman J. Sonographic outcomes of cosmetic procedures. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;197(5):W910-W918. doi: 10.2214/AJR.11.6719.
34. Wortsman X, Wortsman J, Matsuoka L, Saavedra T, Mardones F, Saavedra D, et al. Sonography in pathologies of scalp and hair. *Br J Radiol.* 2012;85(1013):647-655. doi: 10.1259/bjr/22636640.
35. Huang CC, Ko SF, Huang HY, Ng SH, Lee TY, Lee YW, et al. Epidermal cysts in the superficial soft tissue: sonographic features with an emphasis on the pseudotestis pattern. *J Ultrasound Med.* 2011;30(1):11-17. doi: 10.7863/jum.2011.30.1.11.
36. Kim HK, Kim SM, Lee SH, Raccadio JM, Shin MJ. Subcutaneous epidermal inclusion cysts: ultrasound (US) and MR imaging findings. *Skeletal Radiol.* 2011;40(11):1415-1419. doi: 10.1007/s00256-010-1072-4.
37. Yuan WH, Hsu HC, Lai YC, Chou YH, Li AF. Differences in sonographic features of ruptured and unruptured epidermal cysts. *J Ultrasound Med.* 2012;31(2):265-272. doi: 10.7863/jum.2012.31.2.265.
38. Huang CC, Ko SF, Huang HY, Ng SH, Lee TY, Lee YW, et al. Epidermal cysts in the superficial soft tissue: sonographic features with an emphasis on the pseudotestis pattern. *J Ultrasound Med.* 2011;30(1):11-17. doi: 10.7863/jum.2011.30.1.11.
39. Choo HJ, Lee SJ, Lee YH, Lee JH, Oh M, Kim MH, et al. Pilomatricomas: the diagnostic value of ultrasound. *Skeletal Radiol.* 2010;39(3):243-250. doi: 10.1007/s00256-009-0678-x.
40. Hwang JY, Lee SW, Lee SM. The common ultrasonographic features of pilomatricoma. *J Ultrasound Med.* 2005;24(10):1397-1402. doi: 10.7863/jum.2005.24.10.1397.
41. Lim HW, Im SA, Lim GY, Park HJ, Lee H, Sung MS, et al. Pilomatricomas in children: imaging characteristics with pathologic correlation. *Pediatr Radiol.* 2007;37(6):549-555. doi: 10.1007/s00247-007-0461-x.
42. Lin SF, Xu SH, Xie ZL. Calcifying epithelioma of malherbe (Pilomatricoma): Clinical and sonographic features. *J Clin Ultrasound.* 2018;46(1):3-7. doi: 10.1002/jcu.22517.

43. Roche NA, Monstrey SJ, Matton GE. Pilomatricoma in children: common but often misdiagnosed. *Acta Chir Belg.* 2010;110(2):250-254. doi: 10.1080/00015458.2010.11680612.
44. Solivetti FM, Elia F, Drusco A, Panetta C, Amantea A, Di Carlo A. Epithelioma of Malherbe: new ultrasound patterns. *J Exp Clin Cancer Res.* 2010;29(1):42. doi: 10.1186/1756-9966-29-42.
45. Wortsman X, Wortsman J, Arellano J, Oroz J, Giugliano C, Benavides MI, Bordon C. Pilomatricomas presenting as vascular tumors on color Doppler ultrasound. *J Pediatr Surg.* 2010;45(10):2094-2098. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2010.07.009.
46. Wortsman X, Wortsman J. Clinical usefulness of variable-frequency ultrasound in localized lesions of the skin. *J Am Acad Dermatol.* 2010;62(2):247-256. doi: 10.1016/j.jaad.2009.06.016.
47. Belfiore MP, Reginelli A, Russo A, Russo GM, Rocco MP, Moscarella E, et al. Usefulness of High-Frequency Ultrasonography in the Diagnosis of Melanoma: Mini Review. *Front Oncol.* 2021;11:673026. doi: 10.3389/fonc.2021.673026.
48. Bezugly A, Rembielak A. The use of high frequency skin ultrasound in non-melanoma skin cancer. *J Contemp Brachytherapy.* 2021;13(4):483-491. doi: 10.5114/jcb.2021.108603.
49. Bobadilla F, Wortsman X, Muñoz C, Segovia L, Espinoza M, Jemec GB. Pre-surgical high resolution ultrasound of facial basal cell carcinoma: correlation with histology. *Cancer Imaging.* 2008;8(1):163-172. doi: 10.1102/1470-7330.2008.0026.
50. Catalano O. Critical analysis of the ultrasonographic criteria for diagnosing lymph node metastasis in patients with cutaneous melanoma: a systematic review. *J Ultrasound Med.* 2011;30(4):547-560. doi: 10.7863/jum.2011.30.4.547.
51. Catalano O, Caracò C, Mozzillo N, Siani A. Locoregional spread of cutaneous melanoma: sonography findings. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;194(3):735-745. doi: 10.2214/AJR.09.2422.
52. Catalano O, Setola SV, Vallone P, Raso MM, D'Errico AG. Sonography for locoregional staging and follow-up of cutaneous melanoma: how we do it. *J Ultrasound Med.* 2010;29(5):791-802. doi: 10.7863/jum.2010.29.5.791.
53. Coppola R, Barone M, Zanframundo S, Devirgiliis V, Roberti V, Perrella E, et al. Basal cell carcinoma thickness evaluated by high-frequency ultrasounds and correlation with dermoscopic features. *Ital J Dermatol Venerol.* 2021;156(5):610-615. doi: 10.23736/S2784-8671.20.06576-1.
54. Dinnes J, Bamber J, Chuchu N, Bayliss SE, Takwoingi Y, Davenport C, et al.; Cochrane Skin Cancer Diagnostic Test Accuracy Group. High-frequency ultrasound for diagnosing skin cancer in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;12(12):CD013188. doi: 10.1002/14651858.CD013188.
55. Kwasniak LA, Garcia-Zuazaga J. Basal cell carcinoma: evidence-based medicine and review of treatment modalities. *Int J Dermatol.* 2011;50(6):645-658. doi: 10.1111/j.1365-4632.2010.04826.x.
56. Lear W, Dahlke E, Murray CA. Basal cell carcinoma: review of epidemiology, pathogenesis, and associated risk factors. *J Cutan Med Surg.* 2007;11(1):19-30. doi: 10.2310/7750.2007.00011.
57. MacFarlane D, Shah K, Wysong A, Wortsman X, Humphreys TR. The role of imaging in the management of patients with nonmelanoma skin cancer: Diagnostic modalities and applications. *J Am Acad Dermatol.* 2017;76(4):579-588. doi: 10.1016/j.jaad.2015.10.010.
58. Barcaui EO, Carvalho ACP, Valiante PM, Piñeiro-Maceira J, Barcaui CB. High-frequency (2-2-MHz) ultrasound for assessing the depth of basal cell carcinoma invasion. *Skin Res Technol.* 2021;27(5):676-681. doi: 10.1111/srt.12999.
59. Chen ZT, Yan JN, Zhu AQ, Wang LF, Wang Q, Li L, et al. High-frequency ultrasound for differentiation between high-risk basal cell carcinoma and cutaneous squamous cell carcinoma. *Skin Res Technol.* 2022;28(3):410-418. doi: 10.1111/srt.13121.
60. Lassau N, Spatz A, Avril MF, Tardivon A, Margulis A, Mamelle G, et al. Value of high-frequency US for preoperative assessment of skin tumors. *Radiographics.* 1997;17(6):1559-1565. doi: 10.1148/radiographics.17.6.9397463.
61. Sechi A, Alessandrini A, Patrizi A, Starace M, Caposiena Caro RD, Vara G, et al. Ultrasound features of the subungual glomus tumor and squamous cell carcinomas. *Skin Res Technol.* 2020;26(6):867-875. doi: 10.1111/srt.12888.
62. Wortsman X. Sonography of facial cutaneous basal cell carcinoma: a first-line imaging technique. *J Ultrasound Med.* 2013;32(4):567-572. doi: 10.7863/jum.2013.32.4.567.
63. Wortsman X. Ultrasound Diagnosis of Infiltrative Versus Noninfiltrative Subtypes of Cutaneous Basal Cell Carcinoma. *J Ultrasound Med.* 2019;38(11):3083. doi: 10.1002/jum.14994.
64. Wortsman X, Vergara P, Castro A, Saavedra D, Bobadilla F, Sazunic I, et al. Ultrasound as predictor of histologic subtypes linked to recurrence in basal cell carcinoma of the skin. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2015;29(4):702-707. doi: 10.1111/jdv.12660.
65. Ruiz ES, Karia PS, Morgan FC, Schmults CD. The positive impact of radiologic imaging on high-stage cutaneous squamous cell carcinoma management. *J Am Acad Dermatol.* 2017;76(2):217-225. doi: 10.1016/j.jaad.2016.08.051.
66. Fernández Canedo I, de Troya Martín M, Fúnez Liébana R, Rivas Ruiz F, Blanco Eguren G, Blázquez Sánchez N. Preoperative 15-MHz ultrasound assessment of tumor thickness in malignant melanoma. *Actas Dermosifiliogr.* 2013;104(3):227-231. English, Spanish. doi: 10.1016/j.ad.2012.06.007.
67. Reginelli A, Belfiore MP, Russo A, Turriziani F, Moscarella E, Troiani T, et al. A Preliminary Study for Quantitative Assessment with HFUS (High-Frequency Ultrasound) of Nodular Skin Melanoma Breslow Thickness in Adults Before Surgery: Interdisciplinary Team Experience. *Curr Radiopharm.* 2020;13(1):48-55. doi: 10.2174/1874471012666191007121626.
68. Tokez Z, Koekelkoren FHJ, Baatenburg de Jong RJ, Grünhagen DJ, Mooyaart AL, Nijsten T, et al. Assessment of the Diagnostic Accuracy of Baseline Clinical Examination and Ultrasonographic Imaging for the Detection of Lymph Node Metastasis in Patients With High-risk Cutaneous Squamous Cell Carcinoma of the Head and Neck. *JAMA Dermatol.* 2022;158(2):151-159. doi: 10.1001/jamadermatol.2021.4990.
69. Kutz AM, Aranibar L, Lobos N, Wortsman X. Color Doppler Ultrasound Follow-Up of Infantile Hemangiomas and Peripheral Vascularity in Patients Treated with Propranolol. *Pediatr Dermatol.* 2015;32(4):468-475. doi: 10.1111/pde.12596.
70. Rodríguez Bandera AI, Sebaratnam DF, Feito Rodríguez M, de Lucas Laguna R. Cutaneous ultrasound and its utility in Pediatric Dermatology: Part II-Developmental anomalies and vascular lesions. *Pediatr Dermatol.* 2020;37(1):40-51. doi: 10.1111/pde.13897.
71. Rodríguez Bandera AI, Sebaratnam DF, Wargon O, Wong LF. Infantile hemangioma. Part 1: Epidemiology, pathogenesis, clinical presentation and assessment. *J Am Acad Dermatol.* 2021;85(6):1379-1392. doi: 10.1016/j.jaad.2021.08.019.
72. McNab M, García C, Tabak D, Aranibar L, Castro A, Wortsman X. Subclinical Ultrasound Characteristics of Infantile Hemangiomas That May Potentially Affect Involution. *J Ultrasound Med.* 2021;40(6):1125-1130. doi: 10.1002/jum.15489.
73. Ding A, Gong X, Li J, Xiong P. Role of ultrasound in diagnosis and differential diagnosis of deep infantile hemangioma and venous malformation. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord.* 2019;7(5):715-723. doi: 10.1016/j.jvsv.2019.01.065.
74. Elluru RG. Cutaneous vascular lesions. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2013;21(1):111-126. doi: 10.1016/j.fsc.2012.11.001.
75. Shi H, Song H, Wang J, Xia L, Yang J, Shang Y, et al. Ultrasound in assessing the efficacy of propranolol therapy for infantile hemangiomas. *Ultrasound Med Biol.* 2014;40(11):2622-2629. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2014.06.021.

76. ISSVA. ISSVA Classification of Vascular Anomalies 2018. Available from: <https://www.issva.org/UserFiles/file/ISSVA-Classification-2018.pdf>.
77. Wortsman X. Sonography of Dermatologic Emergencies. *J Ultrasound Med.* 2017;36(9):1905-1914. doi: 10.1002/jum.14211.
78. Baek HJ, Lee SJ, Cho KH, Choo HJ, Lee SM, Lee YH, et al. Subungual tumors: clinicopathologic correlation with US and MR imaging findings. *Radiographics.* 2010;30(6):1621-1636. doi: 10.1148/rq.306105514.
79. Chen L, Gao YH, Chen J, Yao YJ, Wang R, Yu Q, et al. Diagnosis of Subungual Glomus Tumors with 18 MHz Ultrasound and CDFI. *Sci Rep.* 2020;10(1):17848. doi: 10.1038/s41598-020-74774-7.
80. Chiang YP, Hsu CY, Lien WC, Chang YI. Ultrasonographic appearance of subungual glomus tumors. *J Clin Ultrasound.* 2014;42(6):336-340. doi: 10.1002/jcu.22138.
81. Wortsman X, Jemec GB. Role of high-variable frequency ultrasound in preoperative diagnosis of glomus tumors: a pilot study. *Am J Clin Dermatol.* 2009;10(1):23-27. doi: 10.2165/0128071-200910010-00003.
82. Wortsman X, Wortsman J, Soto R, Saavedra T, Honeyman J, Sazunic I, et al. Benign tumors and pseudotumors of the nail: a novel application of sonography. *J Ultrasound Med.* 2010;29(5):803-816. doi: 10.7863/jum.2010.29.5.803.
83. Gam D, Jaka A, Ferrándiz C. Onychomatricoma: Clinical, dermoscopy and ultrasound findings. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2019;85(2):190-191. doi: 10.4103/ijdv.IJDL_621_17.
84. Peruilh-Bagolini L, Dossi MT, Wortsman X, Montero T. Pigmented onychomatricoma: A clinical simulator that could not mislead ultrasound. *Acta Biomed.* 2021;92(S1):e2021158. doi: 10.23750/abm.v92iS1.9519.
85. Soto R, Wortsman X, Corredoira Y. Onychomatricoma: clinical and sonographic findings. *Arch Dermatol.* 2009;145(12):1461-1462. doi: 10.1001/archdermatol.2009.312.
86. Gutierrez M, Filippucci E, De Angelis R, Filosa G, Kane D, Grassi W. A sonographic spectrum of psoriatic arthritis: "the five targets". *Clin Rheumatol.* 2010;29(2):133-142. doi: 10.1007/s10067-009-1292-y.
87. Alonso-Pacheco ML, de Miguel-Mendieta E, Maseda-Pedrero R, Mayor-Arenal M. Reonychchia: A Case Report Including Ultrasound Imaging and Surgical Treatment. *Actas Dermosifiliogr.* 2016;107(5):e33-e37. English, Spanish. doi: 10.1016/j.ad.2015.06.018.
88. Au AS, Leung WY, Tran D. Reonychchia: A Literature Review. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2020;110(3):Article_9. doi: 10.7547/17-155.
89. Göktay F, Soydan K, Kaynak E, Akpolat ND, Haneke E. A Proposal for Determining a Diagnostic Cutoff Value of a New Ultrasonographic Index of Reonychchia Inversely Correlating with Disease Severity. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2020;110(4):Article_1. doi: 10.7547/17-167.
90. Pizarro M, Pieressa N, Wortsman X. Posttraumatic Reonychchia of the Foot with Clinical and Ultrasound Correlation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2017;107(3):253-256. doi: 10.7547/16-076.
91. Wortsman X, Calderon P, Baran R. Finger reonychchias detected early by 3D ultrasound examination. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2012;26(2):254-256. doi: 10.1111/j.1468-3083.2011.04068.x.
92. Wortsman X, Wortsman J, Guerrero R, Soto R, Baran R. Anatomical changes in reonychchia and onychomadesis detected using ultrasound. *Dermatol Surg.* 2010;36(10):1615-1620. doi: 10.1111/j.1524-4725.2010.01694.x.
93. Jemec GB. Clinical practice. Hidradenitis suppurativa. *N Engl J Med.* 2012;366(2):158-164. doi: 10.1056/NEJMc1014163.
94. Saunte DML, Jemec GBE. Hidradenitis Suppurativa: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA.* 2017;318(20):2019-2032. doi: 10.1001/jama.2017.16691.
95. Lacarubba F, Dini V, Napolitano M, Venturini M, Caposiena Caro DR, Molinelli E, et al.; Italian Ultrasound Working Group. Ultrasonography in the pathway to an optimal standard of care of hidradenitis suppurativa: the Italian Ultrasound Working Group experience. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2019;33 Suppl 6:10-14. doi: 10.1111/jdv.15847.
96. Loo CH, Tan WC, Tang JJ, Khor YH, Manikam MT, Low DE, et al. The clinical, biochemical, and ultrasonographic characteristics of patients with hidradenitis suppurativa in Northern Peninsular Malaysia: a multicenter study. *Int J Dermatol.* 2018;57(12):1454-1463. doi: 10.1111/ijd.14210.
97. Lyons AB, Narla S, Kohli I, Zubair R, Nahhas AF, Braunberger TL, et al. Assessment of inter-rater reliability of clinical hidradenitis suppurativa outcome measures using ultrasonography. *Clin Exp Dermatol.* 2022;47(2):319-324. doi: 10.1111/ced.14889.
98. Marasca C, Marasca D, Megna M, Annunziata MC, Fabbrocini G. Ultrasound: an indispensable tool to evaluate the outcome of surgical approaches in patients affected by hidradenitis suppurativa. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2020;34(8):e413-e414. doi: 10.1111/jdv.16361.
99. Martorell A, Alfageme Roldán F, Vilarrasa Rull E, Ruiz-Villaverde R, Román De Gabriel J, García Martínez F, et al. Ultrasound as a diagnostic and management tool in hidradenitis suppurativa patients: a multicentre study. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2019;33(11):2137-2142. doi: 10.1111/jdv.15710.
100. Nazzaro G, Passoni E, Calzari P, Barbareschi M, Muratori S, Veraldi S, et al. Color Doppler as a tool for correlating vascularization and pain in hidradenitis suppurativa lesions. *Skin Res Technol.* 2019;25(6):830-834. doi: 10.1111/srt.12729.
101. Nguyen TV, Damiani G, Orenstein LAV, Hamzavi I, Jemec GB. Hidradenitis suppurativa: an update on epidemiology, phenotypes, diagnosis, pathogenesis, comorbidities and quality of life. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2021;35(1):50-61. doi: 10.1111/jdv.16677.
102. Wortsman X. Imaging of Hidradenitis Suppurativa. *Dermatol Clin.* 2016;34(1):59-68. doi: 10.1016/j.det.2015.08.003.
103. Wortsman X, Castro A, Figueroa A. Color Doppler ultrasound assessment of morphology and types of fistulous tracts in hidradenitis suppurativa (HS). *J Am Acad Dermatol.* 2016;75(4):760-767. doi: 10.1016/j.jaad.2016.05.009.
104. Wortsman X, Moreno C, Soto R, Arellano J, Pezo C, Wortsman J. Ultrasound in-depth characterization and staging of hidradenitis suppurativa. *Dermatol Surg.* 2013;39(12):1835-1842. doi: 10.1111/dsu.12329.
105. Wortsman X, Rodriguez C, Lobos C, Eguiguren G, Molina MT. Ultrasound Diagnosis and Staging in Pediatric Hidradenitis Suppurativa. *Pediatr Dermatol.* 2016;33(4):e260-e264.
106. Wortsman X, Wortsman J. Ultrasound Detection of Retained Hair Tracts in Hidradenitis Suppurativa. *Dermatol Surg.* 2015;41(7):867-9.
107. Zarchi K, Jemec GB. The role of ultrasound in severity assessment in hidradenitis suppurativa. *Dermatol Surg.* 2014;40(5):592. doi: 10.1111/dsu.12437.
108. Zarchi K, Yazdanyar N, Yazdanyar S, Wortsman X, Jemec GB. Pain and inflammation in hidradenitis suppurativa correspond to morphological changes identified by high-frequency ultrasound. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2015;29(3):527-532. doi: 10.1111/jdv.12610.
109. Martorell A, Giovanardi G, Gomez-Palencia P, Sanz-Motilva V. Defining Fistular Patterns in Hidradenitis Suppurativa: Impact on the Management. *Dermatol Surg.* 2019;45(10):1237-1244. doi: 10.1097/DSS.0000000000001916.
110. Wortsman X. Strong validation of ultrasound as an imaging biomarker in hidradenitis suppurativa. *Br J Dermatol.* 2021;184(4):591-592. doi: 10.1111/bjd.19433.
111. Fett N, Werth VP. Update on morphea: part II. Outcome measures and treatment. *J Am Acad Dermatol.* 2011;64(2):231-242; quiz 243-244. doi: 10.1016/j.jaad.2010.05.046.
112. Laverde-Saad A, Lopez-Negrete E, Roustan G, Alfageme F. Dermatologic ultrasound in the management of childhood linear morphea. *Dermatol Online J.* 2021;27(7).

113. Peterson LS, Nelson AM, Su WP. Classification of morphea (localized scleroderma). *Mayo Clin Proc.* 1995;70(11):1068-1076. doi: 10.4065/70.11.1068.
114. Wortsman X, Wortsman J, Sazunic I, Carreño L. Activity assessment in morphea using color Doppler ultrasound. *J Am Acad Dermatol.* 2011;65(5):942-948. doi: 10.1016/j.jaad.2010.08.027.
115. Salgueiro C, Baeza J, Moll C, Alfaro-Sepúlveda D, Mellado G, Villaseca-Hernández M, et al. Sun Sign in the Ultrasound Diagnosis and Activity Assessment of Morphea. *J Ultrasound Med.* 2022;41(7):1817-1824. doi: 10.1002/jum.15843.
116. Vera-Kellet C, Meza-Romero R, Moll-Manzur C, Ramírez-Cornejo C, Wortsman X. Low effectiveness of methotrexate in the management of localised scleroderma (morphea) based on an ultrasound activity score. *Eur J Dermatol.* 2021;31(6):813-821. doi: 10.1684/ejd.2021.4189.
117. Schelke LW, Cassuto D, Velthuis P, Wortsman X. Nomenclature proposal for the sonographic description and reporting of soft tissue fillers. *J Cosmet Dermatol.* 2020;19(2):282-288. doi: 10.1111/jocd.13127.
118. Wortsman X. Identification and Complications of Cosmetic Fillers: Sonography First. *J Ultrasound Med.* 2015;34(7):1163-1172. doi: 10.7863/ultra.34.7.1163.
119. Wortsman X, Wortsman J, Orlandi C, Cardenas G, Sazunic I, Jemec GB. Ultrasound detection and identification of cosmetic fillers in the skin. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2012;26(3):292-301. doi: 10.1111/j.1468-3083.2011.04047.x.
120. Kwon HJ, Kim BJ, Ko EJ, Choi SY. The Utility of Color Doppler Ultrasound to Explore Vascular Complications After Filler Injection. *Dermatol Surg.* 2017;43(12):1508-1510. doi: 10.1097/DSS.0000000000001173.
121. Schelke LW, Velthuis P, Kadouch J, Swift A. Early ultrasound for diagnosis and treatment of vascular adverse events with hyaluronic acid fillers. *J Am Acad Dermatol.* 2023;88(1):79-85. doi: 10.1016/j.jaad.2019.07.032.
122. Mlosek RK, Skrzypek E, Skrzypek DM, Malinowska S. High-frequency ultrasound-based differentiation between nodular dermal filler deposits and foreign body granulomas. *Skin Res Technol.* 2018;24(3):417-422. doi: 10.1111/srt.12444.
123. Wortsman X, Moll-Manzur C, Ramírez-Cornejo C, Alfaro-Sepúlveda D, Mellado-Francisco G, Rezende J, et al. Ultrasonographic Subclinical Signs of Inflammation of the Lacrimal, Parotid, and Submandibular Glands in Users of Cosmetic Fillers. *J Ultrasound Med.* 2021;40(11):2377-2389. doi: 10.1002/jum.15621.