



ACTAS Dermo-Sifiliográficas

Full English text available at
www.actasdermo.org



REVISIÓN

Ecografía cutánea



F. Alfageme Roldán

Servicio de Dermatología, Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

Recibido el 3 de septiembre de 2013; aceptado el 24 de noviembre de 2013
Disponible en Internet el 14 de mayo de 2014

PALABRAS CLAVE

Ecografía;
Ultrasonido;
Ecografía cutánea

Resumen La ecografía cutánea es una técnica dermatológica de diagnóstico por imagen basada en la interacción de los ultrasonidos de alta frecuencia con la piel. Su carácter no invasivo, rápido y accesible hace que sus aplicaciones en la clínica sean cada vez más amplias, tanto en oncología cutánea como en afección inflamatoria o dermatología estética. En este artículo se revisan los principios de la técnica y las aplicaciones en los distintos ámbitos de la dermatología.

© 2013 Elsevier España, S.L.U. y AEDV. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Echography;
Ultrasonography;
Ultrasound skin
imaging

Ultrasound Skin Imaging

Abstract The interaction of high-frequency ultrasound waves with the skin provides the basis for noninvasive, fast, and accessible diagnostic imaging. This tool is increasingly used in skin cancer and inflammatory conditions as well as in cosmetic dermatology. This article reviews the basic principles of skin ultrasound and its applications in the different areas of dermatology.

© 2013 Elsevier España, S.L.U. and AEDV. All rights reserved.

Introducción

La ecografía cutánea es la técnica diagnóstica de imagen no invasiva que utiliza las propiedades físicas del ultrasonido para el estudio de la piel y los anejos¹.

Los ultrasonidos de alta frecuencia (> 7 MHz) y de muy alta frecuencia (> 20 MHz) son los apropiados para el diagnóstico detallado de la piel, ya que proporcionan una resolución

y profundidad adecuadas para discriminar las estructuras cutáneas con claridad².

La aplicación del efecto doppler en ecografía cutánea permite el estudio de los fenómenos fisiológicos y patológicos asociados al aumento de flujo local como la inflamación y la neoangiogénesis³.

La introducción de la ecografía cutánea al campo específico de la dermatología es relativamente reciente y, aunque se requieren más estudios para consolidar esta técnica en la práctica clínica habitual, ya existen evidencias sobre su utilidad en las diversas áreas de conocimiento dermatológico⁴.

Correo electrónico: dermalfageme@gmail.com

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ad.2013.11.015>

0001-7310/© 2013 Elsevier España, S.L.U. y AEDV. Todos los derechos reservados.

Ecografía cutánea de la piel normal y los anejos

La ecoestructura de la piel está constituida, en modo B (*bright*) por una serie de líneas y bandas en distintos tonos de gris, negro y blanco, que representan los distintos estratos cutáneos⁵ (fig. 1).

La epidermis es una línea hiperecoica que, en algunas localizaciones como la piel acral, es doble⁶.

La dermis se identifica como una banda discretamente menos ecogénica que la epidermis. En ocasiones se puede apreciar una zona más hipoecoica superficial que se corresponde con la dermis papilar.

El tejido celular subcutáneo es el área ecográfica que queda bajo la banda dérmica y está constituida por un entramado de líneas hiperecoicas que se corresponden con los septos. En su interior se encuentran áreas hipoecoicas que se corresponden con los lobulillos grasos¹.

La uña desde el punto de vista ecográfico se identifica por una tabla ungueal hiperecoica y doble que asienta sobre el lecho ungueal hipoecoico. La uña guarda una íntima relación con la falange distal, que se distingue como una línea hiperecoica continua⁷ (fig. 2).

El tallo piloso es una estructura hiperecoica doble, similar a la tabla ungueal, que se introduce de manera oblicua en la epidermis y la dermis. Ya en la dermis se aprecia como líneas hipoecoicas oblicuas y en la unión dermo-subdérmica como áreas ovaladas mal definidas hipoecoicas⁸ (fig. 3).

Ecografía en oncología cutánea

Tumores cutáneos benignos

Las tumoraciones subcutáneas suponen en ocasiones un reto desde el punto de vista del diagnóstico. Cabe esperar que la ecografía mejore la exploración clínica (inspección y palpación) al hacer evidentes las estructuras cutáneas profundas.

En el estudio de Kuwano et al.⁹ en 183 lesiones benignas subcutáneas estudiadas con ecografía de manera preoperatoria, la palpación ayudó al diagnóstico del 54% de los

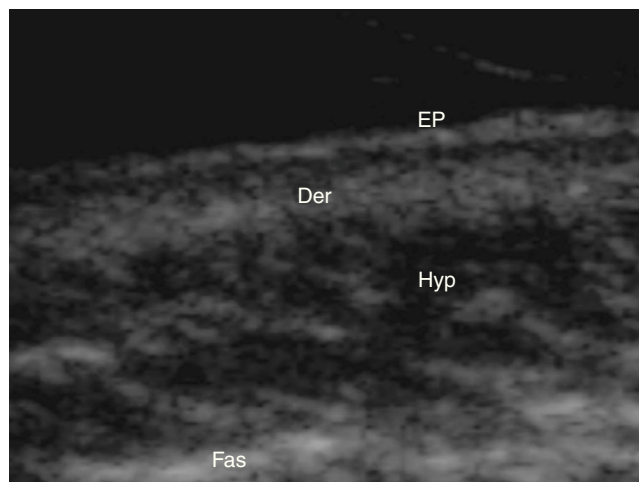


Figura 1 Ecoestructura de la piel normal. Der: dermis; Ep: epidermis; Fas: fascia; Hyp: tejido celular subcutáneo.

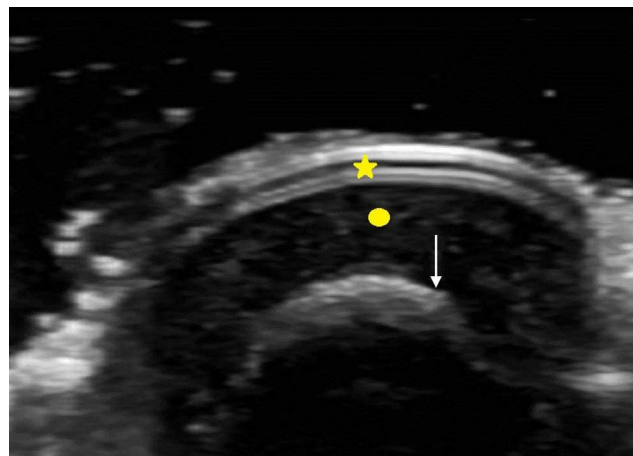


Figura 2 Corte transversal de la uña en modo B. Estrella: tabla ungueal; círculo: lecho ungueal; flecha: falange distal (cortesía Dr. Cerezo).

lipomas y en el 93,5% de los quistes. La ecografía mejoró la sensibilidad del diagnóstico clínico al 88,1% ($p < 0,01$) y al 99,3% ($p < 0,05$) de los lipomas (fig. 4) y de los quistes respectivamente.

En el estudio de Wortsman et al., con 4.388 lesiones cutáneas estudiadas por ecografía cutánea¹⁰, el diagnóstico clínico fue correcto en el 73% de los casos y con el uso de la ecografía cutánea se alcanzó el 97% de diagnósticos correctos ($p > 0,001$)¹⁰.

Estos estudios apuntan a que la ecografía cutánea mejora el diagnóstico clínico preoperatorio de las lesiones benignas subcutáneas^{11,12}

Cáncer cutáneo no melanoma

En el cáncer cutáneo no melanoma, en el carcinoma basocelular y en el carcinoma epidermoide el grado de invasión local y de estructuras vecinas es relevante a la hora de plantear un tratamiento adecuado desde el punto de vista oncológico, y para evitar lesionar estructuras adyacentes no afectadas.

La correlación entre la medida de la profundidad del tumor en la pieza histológica y su correlación con el grosor medido en la ecografía ha sido estudiada por varios autores.

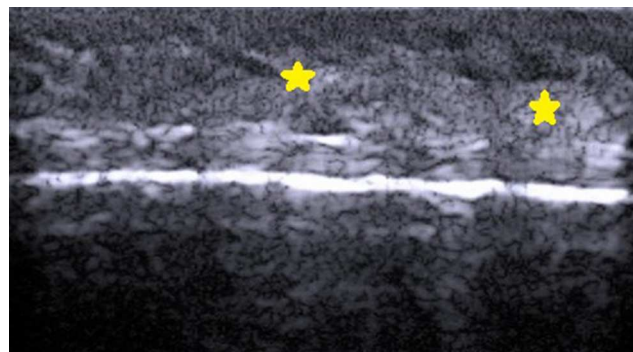


Figura 3 Pelo: corte longitudinal en el cuero cabelludo. Las estrellas corresponden al folículo pilosebáceo en la región del bulbo.

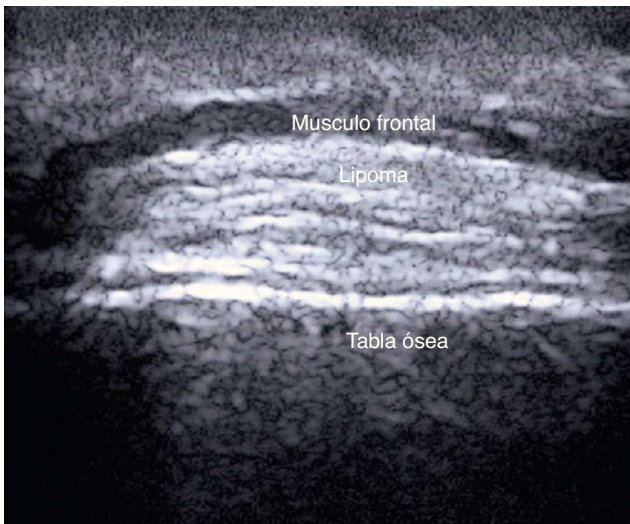


Figura 4 Lipoma subfrontal: el aumento en número de tabiques subcutáneos genera mayor ecogenicidad. La ecografía permite una aproximación al diagnóstico y la localización preoperatoria de la lesión.

Crisan et al.¹³, con un equipo de 20 MHz, observan correlaciones cercanas al 94%.

Estos estudios de medición son controvertidos¹⁴, ya que si se considera como *gold standard* la medición histológica, la extirpación y la fijación de las muestras conlleva siempre una retracción que tampoco coincide totalmente con la medida del tumor *in vivo*¹⁵⁻¹⁸.

En regiones estéticamente sensibles como la cara, la Dra. Wortsman, en un estudio con 25 pacientes con carcinomas basocelulares en esta región (fig. 5) y utilizando una sonda lineal de 7-15 MHz, encuentra una correlación de la profundidad histológica con el grosor tumoral en la ecografía de 0,9¹⁹. Analiza también los casos en los que hubo una mala correlación y los atribuye a zonas con hiperplasias sebáceas o inflamación peritumoral. En este trabajo también se evalúa de manera secundaria la presencia o no de afectación cartilaginosa. La ecografía la descartó en todos los casos, dato que fue confirmado histológicamente. La misma

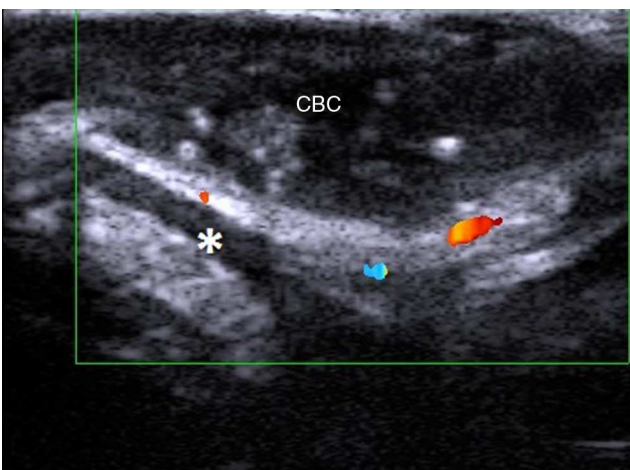


Figura 5 Carcinoma basocelular (CBC) auricular. Asterisco: cartílago auricular.

Dra. Wortsman en un artículo reciente posiciona la ecografía cutánea como técnica de imagen de primera línea en el manejo del carcinoma basocelular facial²⁰.

En cuanto a si la ecografía podría ser de ayuda en la cirugía de Mohs, 2 estudios abordan este tema. Marmor et al.²¹ realizan en 20 pacientes con carcinoma basocelular y espinocelular, utilizando una sonda de 20 MHz, mediciones prequirúrgicas y las comparan con los márgenes quirúrgicos del primer estadio de la cirugía de Mohs. No existieron diferencias entre las medidas obtenidas por el ecografista de manera prequirúrgica y los márgenes clínicos del cirujano, aunque en algún caso se detectaron áreas de carcinoma basocelular satélite no diagnosticadas desde el punto de vista clínico. En otro estudio Jambusaria-Pahjlahani et al.²² recogen 100 pacientes con carcinomas basocelulares y espinocelulares de diversa localización comparando los márgenes del cirujano, los márgenes ecográficos obtenidos por un técnico-ecografista y los márgenes histológicos teñidos por congelación. La correlación ecográfica-histológica a la hora de predecir correctamente los márgenes tuvo una sensibilidad del 32% con una especificidad del 88%. Los autores recomiendan que la técnica ha de ser refinada antes de establecer conclusiones al respecto, así como el diseño del estudio en términos de homogeneidad y criterios ecográficos.

La profundidad de estos tumores, determinada por ecografía, puede ser también de utilidad a la hora de clasificar a los pacientes para tratamientos no quirúrgicos. En un estudio reciente Smucler et al.²³ asignan a pacientes con carcinomas basocelulares, en función de su profundidad, diversos tratamientos no quirúrgicos (láser, terapia fotodinámica [TFD], láser + TFD). En los pacientes seleccionados con tumores de más de 3 mm de grosor a los que aplicaron láser de CO₂ para disminuir su grosor pre TFD consiguen tasas de eliminación del tumor del 100%.

Desde el punto de vista ecográfico el carcinoma epidermoide ha sido menos estudiado de manera aislada debido a que la queratina que produce provoca un artefacto en sombra acústica posterior, y además los bordes de este tumor suelen presentar una morfología más irregular que el carcinoma basocelular² (fig. 6). Este tumor tiene un potencial metastático y de recidiva, sobre todo en las variantes de alto riesgo²⁴⁻²⁶.

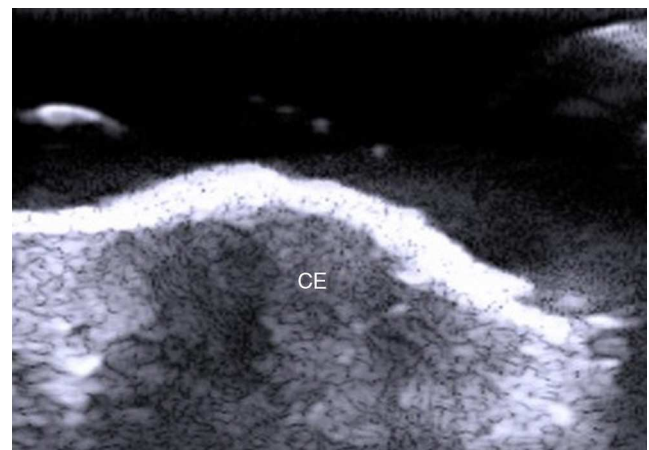


Figura 6 Carcinoma epidermoide (CE) con bordes irregulares que presenta abundante flujo doppler que indica presencia de neovascularización.

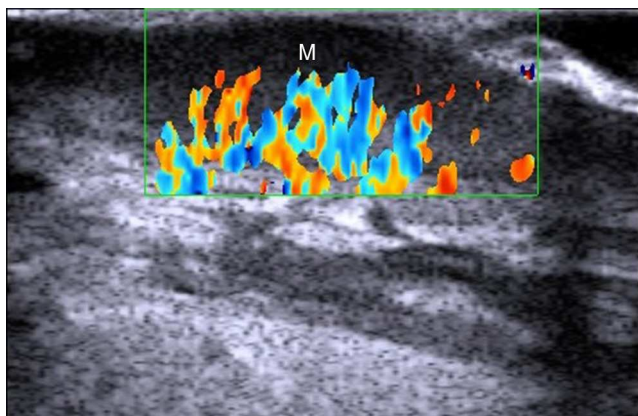


Figura 7 Melanoma (M). Área hipoeoica dermo-subdérmica con abundante neovascularización.

El estudio de las adenopatías mediante ecografía permite detectar metástasis regionales en el carcinoma epidermoide²⁷. Sin embargo, en los estudios realizados sobre carcinomas epidermoides en el territorio de la cabeza y el cuello los carcinomas epidermoides cutáneos suelen estar junto con otros tumores de mayor agresividad biológica, como los del territorio maxilofacial²⁷. En el único estudio preliminar²⁸ con 47 pacientes con carcinoma epidermoide cutáneo de cabeza y cuello los autores no encuentran utilidad en realizar una ecografía en el postoperatorio a los pacientes con cáncer de piel para establecer un pronóstico en pacientes con grados histológicos Broders 3 y 4. Quizás nuevas técnicas ecográficas, como la elastografía, permitan mejoras a la hora de detectar estadios muy iniciales de afectación adenopática²⁹.

Melanoma

En el melanoma tanto el índice de Breslow como la presencia de metástasis locales o a distancia permiten establecer un pronóstico del paciente y ofrecer el tratamiento más adecuado³⁰ (fig. 7).

En la correlación entre el «Breslow ecográfico» y el Breslow histológico influyen 2 factores fundamentales: en primer lugar el Breslow histológico medio de los melanomas a estudio y en segundo lugar el equipo ecográfico con el que se realice la medición³¹. Aunque existen numerosos trabajos al respecto la heterogeneidad de equipos y criterios con que se haga la medición son un inconveniente a la hora de extraer conclusiones robustas³²⁻³⁴.

Recientemente, el grupo del Hospital Costa del Sol de Marbella³⁵ ha publicado un trabajo en el que en 79 melanomas cutáneos, utilizando una sonda de 15 Mhz, se obtiene un Breslow medio de 0,8 mm y se compara con el obtenido en el examen histológico, encontrándose una correlación ecográfica histológica moderada en melanomas finos (menores de 1 mm de Breslow) y menor en melanomas gruesos. A la hora de diferenciar los melanomas IB las características de la prueba demostraron una sensibilidad del 82%, una especificidad del 80%, un valor predictivo positivo del 54% y un valor predictivo negativo del 94%.

En el metaanálisis de Machet³⁶, donde se recogen 14 estudios previos de correlación ecográfico-histológica, se

obtienen correlaciones de alrededor de 0,9. En 7 estudios (869 pacientes) en los que se encuentran los datos completos de los pacientes se intenta averiguar si los márgenes proporcionados por la ecografía predicen los márgenes quirúrgicos reales en estos pacientes. En el 72% de los casos la valoración ecográfica hubiera llevado a una actuación quirúrgicamente correcta.

En el estudio de Music et al.³⁷, realizado en 70 melanomas, se intenta definir si la ecografía es capaz de distinguir melanomas mayores de 1 mm empleando sonda de 12-15 MHz. La sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo fueron respectivamente 92, 92, 95 y 81%, con lo que concluyen que la ecografía cutánea podría distinguir con fiabilidad los melanomas mayores de 1 mm de los menores de 1 mm.

Las características ecográficas de las adenopatías (ratio longitud/anchura < 2, centro hipoeoico, ausencia de vasos en los hilios) permiten diferenciar las adenopatías inflamatorias de las afectadas por los melanomas con una sensibilidad del 100% y una especificidad del 96%³⁸.

El ganglio centinela es una técnica que permite establecer la afectación del lecho ganglionar preferente del melanoma. Es una técnica que requiere inyección de isótopos radioactivos y cirugía para extirpar dicho ganglio. La ecografía no ha demostrado ser superior al ganglio centinela en la evaluación preoperatoria de pacientes con melanoma³⁹. En un estudio del grupo de Catalano⁴⁰, que intenta comparar ambas técnicas en 623 pacientes, se demuestra que la ecografía tiene una sensibilidad del 15%, una especificidad del 100%, un valor predictivo positivo del 100% y un valor predictivo negativo del 87%.

Sin embargo, en un estudio en 707 pacientes con melanoma, en los que se realizó ecografía preoperatoria, los pacientes que no presentaron adenopatías patológicas desde el punto de vista ecográfico presentaron una menor carga tumoral y una mayor supervivencia en comparación con los pacientes con adenopatías patológicas⁴¹.

Comparando la PET y la ecografía para detectar el ganglio centinela, en un estudio limitado a 123 pacientes con melanoma se demostró que la ecografía fue capaz de detectar 2 de los 19 ganglios centinelas positivos, mientras que la PET no detectó ningún ganglio centinela afecto⁴².

El estudio doppler de los melanomas es relevante. El grupo de Lassau⁴³ demostró que la presencia de neovasos predice la capacidad de metástasis del melanoma. En un reciente estudio realizado por Srivastava⁴⁴ se demostró, utilizando una sonda de 10 MHz, que la presencia de neovasos y un flujo pico elevado son factores predictores de supervivencia a 15 años.

La aplicación de los nuevos contrastes ecográficos⁴⁵ y la elastografía⁴⁶ probablemente contribuyan a la mejor caracterización y detección de las adenopatías patológicas. Estas técnicas, en especial la cuantificación del flujo mediante contrastes ecográficos, permite predecir la respuesta a quimioterapia en estadios avanzados⁴⁷.

Ecografía de otros tumores cutáneos

Acerca de la ecografía en otros tumores como el dermatofibrosarcoma protuberans^{48,49}, el carcinoma de Merkel^{50,51} y

el linfoma cutáneo^{52,53} existen series de casos de carácter fundamentalmente descriptivo.

Ecografía en enfermedad inflamatoria cutánea

Las manifestaciones ecográficas de la inflamación cutánea son²:

- Hipoecogenicidad de la dermis en la zona subepidérmica.
- Aumento de flujo local evidenciado mediante doppler.
- Hipoecogenicidad de los septos si la inflamación afecta al tejido celular subcutáneo.
- Hiperecogenicidad de los lobulillos grasos.

Estas características ecográficas nos permiten distinguir el grado y la extensión de cualquier proceso inflamatorio a nivel de la piel, el pelo o las uñas.

Enfermedad infecciosa

En las infecciones por el virus del papiloma humano la ecografía permite valorar la extensión de las verrugas plantares y realizar el seguimiento de su tratamiento⁵⁴.

Una aplicación que ya es común en los departamentos de urgencias en Estados Unidos es la valoración de abscesos mediante ecografía. En la publicación del Departamento de Urgencias Pediátricas de Michigan⁵⁵, la ecografía implicó un cambio de actitud (drenaje frente a no drenaje) en el 15% de los casos evaluados exclusivamente mediante clínica. La capacidad de diagnosticar abscesos ecográficamente es posible incluso con un mínimo entrenamiento^{56,57}.

Psoriasis

Desde el punto de vista ecográfico en la psoriasis encontramos un engrosamiento de la línea epidérmica, un aumento de la banda dérmica y la aparición de un área hipoecoica subepidérmica con aumento de flujo local (fig. 8)⁵⁸.

Estos datos ecográficos, sobre todo el grosor de la banda dérmica, se correlacionan con la gravedad de la psoriasis medida con el PASI u otras escalas de valoración de gravedad/extensión^{59,60}.

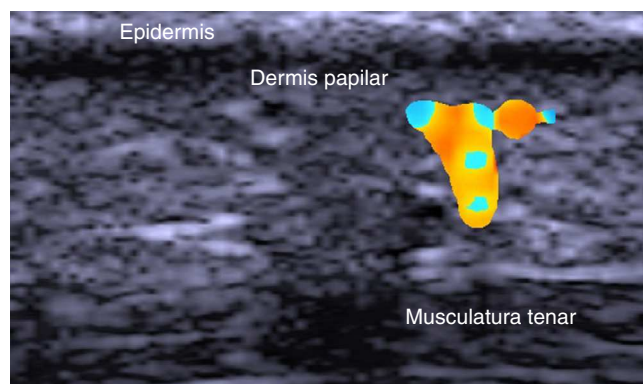


Figura 8 Psoriasis palmar. Aumento de flujo local en área hipoecoica subepidérmica que indica inflamación.

El efecto de los diversos tratamientos aplicados en la psoriasis, tanto tópicos⁶¹ como sistémicos^{59,62}, se va a poder apreciar como variaciones en las características ecográficas previamente descritas.

En un estudio multicéntrico del grupo de ecografía de la Sociedad Española de Reumatología se observó que en pacientes tratados con infliximab hubo una disminución tanto en el grosor dérmico como en las señales doppler de la dermis⁶².

En la psoriasis ungueal el grosor de la uña es mayor que en los pacientes sanos o con dermatitis atópica y se correlaciona con el NAPSÍ⁶³. Esta afectación ungueal se correlaciona con la presencia de entesitis incluso de manera subclínica⁶³.

A la hora de evaluar la inflamación sistémica en los pacientes con psoriasis el grupo de la Universidad de Granada⁶⁴ demostró, sobre todo en aquellos que tienen afectación ungueal, que presentan un menor flujo en las arteriolas digitales como manifestación de un aumento de resistencias vasculares en comparación con los sujetos sanos. Estos hallazgos sugieren que la psoriasis puede ser un factor de riesgo independiente para daños microvasculares⁶⁴.

Dentro del concepto de psoriasis como enfermedad inflamatoria sistémica se ha intentado evaluar mediante ecografía el riesgo cardiovascular de estos enfermos mediante el índice íntima-media carotídeo^{65,66}. En un estudio piloto reciente⁶⁷ en pacientes tratados con anti-TNF este índice íntima-media se incrementó. Las implicaciones de estas valoraciones ecográficas de la afectación inflamatoria sistémica aún deben ser aclaradas.

Hidrosadenitis

La hidrosadenitis es una inflamación predominantemente subcutánea (fig. 9) que puede ser estudiada con ecografía en toda su extensión⁶⁸. El grupo de la Dra. Wortsman⁶⁹ recoge una serie de pacientes con hidrosadenitis y compara con controles sanos el grosor de la epidermis y de la dermis en las zonas afectadas. Se encuentra un aumento en el grosor dermoepidérmico y una menor ecogenicidad en los pacientes con hidrosadenitis. La ecografía permite detectar también lesiones subclínicas y fístulas ocultas⁶⁹.

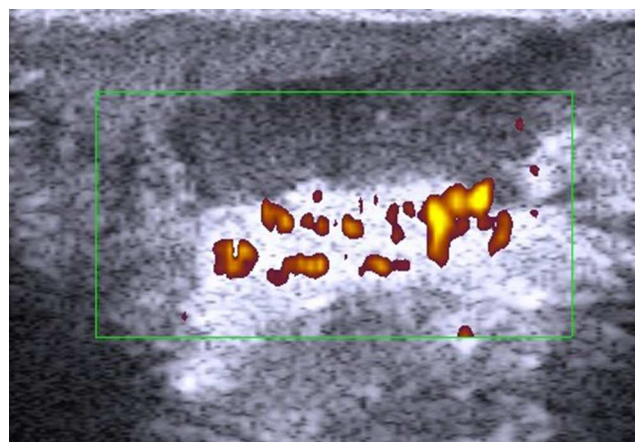


Figura 9 Hidrosadenitis. Área hipoecoica irregular en la unión dermosubdérmica con aumento de flujo perilesional.

Tabla 1 Patrones ecográficos de los rellenos más frecuentes

	Localización	Patrón	Ecogenicidad	Características diferenciales
Ácido hialurónico (R)	Dermis	Vacuolar	Hipoecoico	Desaparece con el tiempo
Poliacrilamida (NR)	Dermis-subdermis	Vacuolar	Hipoecoico	Permanece en el tiempo
Aceite de silicona (NR)	Dermis-subdermis	En nevada	Variable	«Emborrona» lo posterior
Metilmetacrilato (NR)	Dermis-subdermis	En nevada	Hiperecoico	Similar a silicona
Hidroxiapatita cálcica (R)	Dermis-subdermis	Hiperecoico	Hiperecoico	En ocasiones sombra acústica posterior
Ácido poliláctico (R)	Dermis-subdermis	Hipoecoico, aumento tejido	Variable	Puede ser indetectable

NR: no reabsorbibles; R reabsorbible.

Colagenosis

La enfermedad que ha sido más estudiada desde el punto de vista ecográfico es la esclerodermia, ya que los tratamientos difieren en función de la fase evolutiva de la enfermedad (inflamatoria o de esclerosis)⁷⁰. La publicación de la Dra. Wortsman⁷¹, que analiza 104 placas de morfea en 59 pacientes, demuestra que la ecografía tiene una sensibilidad del 100% y una especificidad del 98,4% a la hora de diferenciar la fase inflamatoria de la esclerótica. La ecografía detectó inflamación incluso en 5 pacientes con síndrome de Parry-Romberg⁷¹ en los que la inflamación no era clínicamente evidente. Estos mismos resultados se han intentado estandarizar para crear escalas semicuantitativas⁷² y poder valorar la eficacia de ciertos tratamientos como la fototerapia⁷³.

Otras enfermedades inflamatorias

En dermatitis atópica, en un estudio reciente de Polanska et al.⁷⁴, se compara la ecografía cutánea de pacientes con dermatitis atópica con sus muestras histológicas. Los autores encuentran una correlación entre el grosor de la banda hipoeoica subepidérmica con los siguientes parámetros: hiperplasia epidérmica, paraqueratosis, espongirosis e intensidad de infiltrados inflamatorios. De esta manera la medición de la banda hipoeoica subepidérmica podría ser un marcador ecográfico de inflamación cutánea. La inflamación cutánea subclínica podría ser también evidente ecográficamente en áreas sin lesiones visibles⁷⁵.

Ecografía en dermatología estética

La ecografía ha tomado una gran relevancia recientemente en la valoración de manera no invasiva de los implantes cutáneos y sus posibles complicaciones desde el punto de vista médico y médico-legal⁷⁶⁻⁷⁸ (fig. 10). Los distintos implantes presentan características ecográficas que permiten distinguir su naturaleza (tabla 1), así como las alteraciones y complicaciones (migración, trombosis, etc.)⁷⁹ que en ocasiones surgen, tras la infiltración de estos materiales de relleno. Desde el punto de vista del envejecimiento cutáneo la ecografía permite, a través de la medición de la banda hipoeoica subcutánea (SLEB) en áreas fotoexpuestas, medir el grado de envejecimiento cutáneo^{80,81}, ya que se corresponde con el grado de elastosis dérmica.

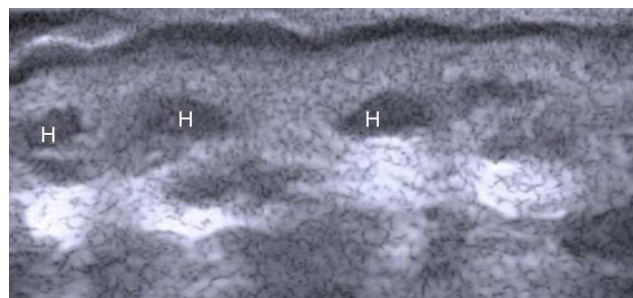


Figura 10 Implantes de ácido hialurónico (H). El patrón del ácido hialurónico inicialmente es vesicular.

Ya existen estudios que utilizan este parámetro para valorar de manera no invasiva, rápida y reproducible las distintas técnicas de rejuvenecimiento cutáneo como la mesoterapia, los factores de crecimiento⁸² o los láseres ablativos y fraccionales⁸³.

Futuro de la ecografía cutánea

El futuro de la técnica comienza en el presente de la misma. Es necesaria una labor de difusión, aprendizaje y experimentación por parte de los dermatólogos. Por otro lado, y al igual que en otras especialidades como la ecografía reumatológica, es necesario un consenso de los médicos que realizamos ecografía cutánea en cuanto a nomenclatura y criterios comunes a la hora de evaluar la enfermedad tanto tumoral como inflamatoria.

Respecto a los avances técnicos la utilidad de la elastografía y el uso de los contrastes ultrasónicos en ecografía cutánea están todavía por definir. La aparición progresiva de equipos apropiados específicos para nuestra especialidad a precios asequibles también colaborará a la generalización de esta técnica complementaria.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Al Dr. Cerezo (presidente de SEECO), a la Dra. Villegas del Hospital Sanitas Moraleja y a los Dres. Roustán y Suárez del Hospital Universitario Puerta de Hierro por su apoyo en los inicios y desarrollo de la ecografía cutánea, así como en la elaboración de este artículo.

Bibliografía

- Wortsman X, Wortsman J, Carreño L, Morales C, Sazunic I, Jemec G. Sonographic anatomy of the skin appendages and adjacent structures. En: Wortsman X, Jemec G, editores. *Dermatologic ultrasound with clinical and histological correlations*. 1st ed Berlin: Springer-Verlag; 2013. p. 15–35.
- Alfageme F. ¿Cómo utilizar un ecógrafo? *Botonología*. En: Alfageme F, editor. *Manual de ecografía cutánea*. 1ª edición Charleston: Create Space Independent Platform Publisher; 2013. p. 7–13.
- Wortsman X. Common applications of dermatologic sonography. *J Ultrasound Med*. 2012;31:97–111.
- Bouer M, Chammas M, Messina M, Cerri G. Squamous cell carcinoma (SCC) of the skin: Description of ultrasound and power doppler findings before and after the use of microbubble contrast and association with degree of malignancy. *Ultrasound Med Biol*. 2009;35:S220.
- Alfageme F. Aplicaciones prácticas de la ecografía cutánea. *Piel*. 2012;4:204–9.
- Goldberg I, Sprecher E, Schwartz ME, Gaitini D. Comparative study of high-resolution multifrequency ultrasound of the plantar skin in patients with various types of hereditary palmo-plantar keratoderma. *Dermatology*. 2013;226:365–70.
- 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;29:803–16.
- 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;85:647–55.
- Kuwano Y, Ishizaki K, Watanabe R, Nanko H. Efficacy of diagnostic ultrasonography of lipomas, epidermal cysts, and ganglions. *Arch Dermatol*. 2009;145:761–4.
- Wortsman X, Wortsman J. Clinical usefulness of variable frequency ultrasound in localized lesions of the skin. *J Am Acad Dermatol*. 2010;62:247–56.
- Wortsman X. Sonography of cutaneous and unguinal lumps and bumps. *Ultrasound Clinics*. 2012;7:505–23.
- Chung-Cheng H, Sheung-Fat K, Hsuan-Ying H, Shu-Hang N, Tze-Yu L, Yi-Wei L, et al. Epidermal cysts in the superficial soft tissue: sonographic features with an emphasis on the pseudotestis pattern. *J Ultrasound Med*. 2011;30:11–7.
- 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;305:305–13.
- Mogensen M, Jemec GB. Diagnosis of nonmelanoma skin cancer/keratinocyte carcinoma: A review of diagnostic accuracy of nonmelanoma skin cancer diagnostic tests and technologies. *Dermatol Surg*. 2007;33:1158–74.
- Hinz T, Ehler LK, Hornung T, Voth H, Fortmeier I, Maier T, et al. Preoperative characterization of basal cell carcinoma comparing tumour thickness measurement by optical coherence tomography, 20-MHz ultrasound and histopathology. *Acta Derm Venereol*. 2012;92:132–7.
- Petrella L, Valle H, Issa PR, Martins C, Pereira W, Machado J. Study of cutaneous cell carcinomas ex vivo using ultrasound biomicroscopic images. *Skin Res Technol*. 2010;16:422–4.
- Mogensen M, Joergensen TM, Nürnberg BM, Morsy HA, Thomsen JB, Thrane L, et al. Assessment of optical coherence tomography imaging in the diagnosis of non-melanoma skin cancer and benign lesions versus normal skin: Observer-blinded evaluation by dermatologists and pathologists. *Dermatol Surg*. 2009;35:965–72.
- Salmhofer W, Rieger E, Soyer HP, Smolle J, Kerl H. Influence of skin tension and formalin fixation on sonographic measurement of tumor thickness. *J Am Acad Dermatol*. 1996;34:34–9.
- Bobadilla F, Wortsman X, Muñoz C, Segovia L, Espinoza M, Jemec G. Pre-surgical high resolution ultrasound of facial basal cell carcinoma: Correlation with histology. *Cancer Imaging*. 2008;8:163–72.
- Wortsman X. Sonography of facial cutaneous basal cell carcinoma: a first-line imaging technique. *J Ultrasound Med*. 2013;32:567–72.
- Marmur ES, Berkowitz EZ, Fuchs BS, Singer GK, Yoo JY. Use of high-frequency, high-resolution ultrasound before Mohs surgery. *Dermatol Surg*. 2010;36:841–7.
- Jambusaria-Pahlajani A, Schmults CD, Miller CJ, Shin D, Williams J, Kurd SK, et al. Test characteristics of high-resolution ultrasound in the preoperative assessment of margins of basal cell and squamous cell carcinoma in patients undergoing Mohs micrographic surgery. *Dermatol Surg*. 2009;35:9–15.
- Smucler R, Kriz M, Lippert J, VlK M. Ultrasound guided ablative-laser assisted photodynamic therapy of basal cell carcinoma (US-aL-PDT). *Photomed Laser Surg*. 2012;30:200–5.
- O'Bryan K, Sherman W, Niedt GW, Taback B, Manolidis S, Wang A, et al. An evolving paradigm for the workup and management of high-risk cutaneous squamous cell carcinoma. *J Am Acad Dermatol*. 2013;69:595–602.
- Nuño A, Vicente FJ, Fernando Pinedo F, López Esteban JL. Carcinoma epidermoide cutáneo de alto riesgo. *Actas Dermosifiliogr*. 2012;103:567–78.
- Martorell A, Sanmartín O, Cruz Mojarrieta J, Guillén C. Carcinoma epidermoide cutáneo: definiendo la variante de alto riesgo. *Actas Dermosifiliogr*. 2013;104:367–79.
- Kruyt R, van Putten W, Levendag P, de Boer M, Oudkerk M. Biopsy of nonpalpable cervical lymph nodes: selection criteria for ultrasound-guided biopsy in patients with head and neck squamous cell carcinoma. *Ultrasound Med Biol*. 1996;22:413–9.
- Cousen P, Chow K, Colver G. What is the role of ultrasound evaluation of lymph nodes in patients with high-grade squamous cell carcinoma of the head and neck? *Br J Dermatol*. 2010;162:1146–7.
- Aoyagi S, Izumi K, Hata H, Kawasaki H, Shimizu H. Usefulness of real-time tissue elastography for detecting lymph-node metastases in squamous cell carcinoma. *Clin Exp Dermatol*. 2009;3:e744–7.
- Vilana R, Puig S, Sanchez M, Squarcia M, López A, Castel T, et al. Preoperative assessment of cutaneous melanoma thickness using 10-MHz sonography. *Am J Roentgenol*. 2009;193:639–43.
- Partsch B, Binder M, Püspök Schwarz M, Wolff K, Pehamberger H. Limitations of high frequency ultrasound in determining the invasiveness of cutaneous malignant melanoma. *Melanoma Res*. 1996;6:395–8.
- Tacke J, Haagen G, Hornstein OP, Huettinger G, Kieserwetter F, Schell H, et al. Clinical relevance of sonometry derived tumor thickness in malignant melanoma: A statistical analysis. *Br J Dermatol*. 1995;132:209–14.
- Serrone L, Solivetti FM, Thorel MF, Eibenschutz L, Donati P, Catri-calá C. High frequency ultrasound in the preoperative staging of primary melanoma: A statistical analysis. *Melanoma Res*. 2002;12:287–90.
- Kaikaris V, Samsanavicius D, Maslauskas K, Rimdeika R, Valiukeviciene S, Makstiene J, et al. Measurement of melanoma thickness e comparison of two methods: Ultrasound versus morphology. *J Plastic Reconst Aesthet Surg*. 2011;64:796–802.

35. Fernández Canedo I, de Troya M, Fúnez R, Lébara R, Rivas Ruiz F, Blanco Eguren G, et al. Evaluación de la ecografía cutánea de 15 Mhz en la estimación preoperatoria del espesor tumoral en el melanoma maligno. *Actas Dermosifiliogr.* 2013;104:227–31.
36. Machet L, Belot V, Naouri M, Boka M, Mourtada Y, Giraudeau B, et al. Preoperative measurement of thickness of cutaneous melanoma using high-resolution 20MHz ultrasound imaging: A monocenter prospective study and systematic review of the literature. *Ultrasound Med Biol.* 2009;35:1411–20.
37. Music MM, Hertl K, Kadivec M, Pavlović MD, Hocevar M. Preoperative ultrasound with a 12-15MHz linear probe reliably differentiates between melanoma thicker and thinner than 1 mm. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2010;24:1105–8.
38. Uren RF, Howman-Giles R, Thompson J, Shaw H, Roberts J, Bernard E, et al. High-resolution ultrasound to diagnose melanoma metastases in patients with clinically palpable lymph nodes. *Australas Radiol.* 1999;43:148–52.
39. Chai CY, Zager JS, Szabunio MM, Marzban SS, Chau A, Rossi RM, et al. Preoperative ultrasound is not useful for identifying nodal metastasis in melanoma patients undergoing sentinel node biopsy: Preoperative ultrasound in clinically node-negative melanoma. *Ann Surg Oncol.* 2012;19:1100–6.
40. Marone U, Catalano O, Caracò C, Anniciello AM, Sandomenico F, Di Monta G, et al. Can high-resolution ultrasound avoid the sentinel lymph-node biopsy procedure in the staging process of patients with stage I-III cutaneous melanoma? *Ultraschall Med.* 2012;33:E179–85.
41. Pilko G, Zgajnar J, Music M, Hocevar M. Lower tumour burden and better overall survival in melanoma patients with regional lymph node metastases and negative preoperative ultrasound. *Radiol Oncol.* 2012;46:60–8.
42. Hinz T, Voth H, Ahmadzadehfah H, Hoeller T, Wenzel J, Bieber T, et al. Role of high-resolution ultrasound and PET/CT imaging for preoperative characterization of sentinel lymph nodes in cutaneous melanoma. *Ultrasound Med Biol.* 2013;39:30–6.
43. Lassau N, Lamuraglia M, Koscielny S, Spatz A, Roche A, Leclere J, et al. Prognostic value of angiogenesis evaluated with high-frequency and colour doppler sonography for preoperative assessment of primary cutaneous melanomas: correlation with recurrence after a 5 year follow-up period. *Cancer Imaging.* 2006;6:24–9.
44. Srivastava A, Woodcock JP, Mansel RE, Webster DJ, Laidler P, Hughes LE, et al. Doppler ultrasound flowmetry predicts 15 year outcome in patients with skin melanoma. *Indian J Surg.* 2012;74:278–83.
45. Rubaltelli L, Beltrame V, Scaglioni E, Bezzon E, Frigo AC, Rastrelli M, et al. Potential use of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in the detection of metastatic superficial lymph nodes in melanoma patients. *Ultraschall Med.* 2014;35:67–71.
46. Ogata D, Uematsu T, Yoshikawa S, Kiyohara Y. Accuracy of real-time ultrasound elastography in the differential diagnosis of lymph nodes in cutaneous malignant melanoma (CMM): A pilot study. *Int J Clin Oncol.* 2013 [Epub ahead of print].
47. Chami L, Lassau N, Chebil M, Robert C. Imaging of melanoma: Usefulness of ultrasonography before and after contrast injection for diagnosis and early evaluation of treatment. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2011;4:1–6.
48. Kilian KJ, Ruzicka T, Flaig M, Berking C, Kunte C. Recurrent fibrosarcomatous dermatofibrosarcoma protuberans ultrasound imaging. *Hautarzt.* 2013;64:512–5.
49. Shin YR, Kim JY, Sung MS, Jung JH. Sonographic findings of dermatofibrosarcoma protuberans with pathologic correlation. *J Ultrasound Med.* 2008;27:269–74.
50. Enzenhofer E, Ubl P, Czerny C, Erovic BM. Imaging in patients with Merkel cell carcinoma. *J Skin Cancer.* 2013;2013:9731–823.
51. Righi A, Asioli S, Caliendo V, Macripò G, Picciotto F, Risio M, et al. An ultrasonography-cytology protocol for the diagnostic management of regional nodes in a subset of patients with Merkel cell carcinoma of the skin. *Br J Dermatol.* 2013;168:563–70.
52. Giovagnorio F. Sonography of cutaneous non-Hodgkin's lymphomas. *Clin Radiol.* 1997;52:301–3.
53. Terhorst D, Mestel DS, Humme D, Sterry W, Beyer M. Evaluation of different methods in the follow-up of patients with indolent types of primary cutaneous lymphomas. *Br J Dermatol.* 2012;166:1295–300.
54. Wortsman X, Jemec GBE, Sazunic I. Anatomical detection of inflammatory changes associated to plantar warts. *Dermatology.* 2010;220:213–7.
55. Iverson K, Haritos D, Thomas R, Kannikeswaran N. The effect of bedside ultrasound on diagnosis and management of soft tissue infections in a pediatric ED. *Am J Emerg Med.* 2012;30:1347–51.
56. Ramirez-Schrempp D, Dorfman DH, Baker W, Liteplo AS. Ultrasound soft-tissue applications in the pediatric emergency department: To drain or not to drain? *Pediatr Emerg Care.* 2009;25:44–8.
57. Squire BT, Fox JC, Anderson C. ABSCESS: Applied bedside sonography for convenient evaluation of superficial soft tissue infections. *Acad Emerg Med.* 2005;12:601–6.
58. Gutierrez M, Wortsman X, Filippucci E, de Angelis R, Filosa G, Grassi W. High-frequency sonography in the evaluation of psoriasis: Nail and skin involvement. *J Ultrasound Med.* 2009;28:1569–74.
59. Gutierrez M, de Angelis R, Bernardini ML, Filippucci E, Goteri G, Brandozzi G, et al. Clinical, power doppler sonography and histological assessment of the psoriatic plaque: Short-term monitoring in patients treated with etanercept. *Br J Dermatol.* 2011;164:33–7.
60. Gutierrez M, Filippucci E, Bertolazzi C, Grassi W. Sonographic monitoring of psoriatic plaque. *J Rheumatol.* 2009;36:850–1.
61. Lacarrubba F, Nardone B, Musumeci ML, Micali G. Ultrasound evaluation of clobetasol propionate 0.05% foam application in psoriatic and healthy skin: A pilot study. *Dermatol Ther.* 2009;22 Suppl 1:S19–21.
62. De Agustín JJ, Moragues C, de Miguel E, Möller I, Acebes C, Naredo E, et al. A multicentre study on high-frequency ultrasound evaluation of the skin and joints in patients with psoriatic arthritis treated with infliximab. *Clin Exp Rheumatol.* 2012;30:879–85.
63. Aydin SZ, Castillo-Gallego C, Ash ZR, Abignano G, Marzo-Ortega H, Wittmann M, et al. Ultrasonographic assessment of nail in psoriatic disease shows a link between onychopathy and distal interphalangeal joint extensor tendon enthesopathy. *Dermatology.* 2012;225:231–5.
64. Husein El-Ahmed H, Garrido-Pareja F, Ruiz-Carrascosa JC, Naranjo-Sintes R. Vessel resistance to blood flow in the nail-fold in patients with psoriasis: A prospective case-control echo Doppler-based study. *Br J Dermatol.* 2012;166:54–8.
65. Antonucci VA, Tengattini V, Balestri R, Patrizi A, Filippini M, et al. Intima-media thickness in an Italian psoriatic population: correlation with lipidic serum levels PASI and BMI. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2014;28:512–5.
66. Arias-Santiago S, Orgaz-Molina J, Castellote-Caballero L, Arrabal-Polo MÁ, García-Rodríguez S, Perandrés-López R, et al. Atheroma plaque, metabolic syndrome and inflammation in patients with psoriasis. *Eur J Dermatol.* 2012;22:337–44.
67. Jókai H, Szakonyi J, Kontár O, Marschalkó M, Szalai K, Kárpáti S, et al. Impact of effective tumor necrosis factor- α inhibitor treatment on arterial intima-media thickness in psoriasis: Results of a pilot study. *J Am Acad Dermatol.* 2013;69:523–9.
68. Kelekis NL, Efstathopoulos E, Balanika A, Spyridopoulos TN, Pelekanou A, Kanni T, et al. Ultrasound aids in diagnosis and severity assessment of hidradenitis suppurativa. *Br J Dermatol.* 2010;1:1400–2.

69. Wortsman X, Jemec GBE. High frequency ultrasound for the assessment of hidradenitis suppurativa. *Dermatol Surg.* 2007;33:1-3.
70. Wortsman X, Jemec G. Common inflammatory diseases of the skin: From the skin to the screen. *Adv Psoriasis Inflammatory Skin Dis.* 2010;2:9-15.
71. Wortsman X, Wortsman J, Sazunic I, Carreño L. Activity assessment in morphea using color doppler ultrasound. *J Am Acad Dermatol.* 2011;65:942-8.
72. Li SC, Liebling MS, Haines KA, Weiss JE, Prann A. Initial evaluation of an ultrasound measure for assessing the activity of skin lesions in juvenile localized scleroderma. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011;63:735-42.
73. Sator PG, Radakovic S, Schulmeister K, Hönigsmann H, Tanew A. Medium-dose is more effective than low-dose ultraviolet A1 phototherapy for localized scleroderma as shown by 20-MHz ultrasound assessment. *J Rheumatol.* 2009;3:2819-29.
74. Polańska A, Dańczak-Pazdrowska A, Silny W, Woźniak A, Maksin K, Jenerowicz D, et al. Comparison between high-frequency ultrasonography (Dermascan C, version 3) and histopathology in atopic dermatitis. *Skin Res Technol.* 2013;19:432-7.
75. Dańczak-Pazdrowska A, Polańska A, Silny W, Sadowska A, Osmola-Mańkowska A, Czarnecka-Operacz M, et al. Seemingly healthy skin in atopic dermatitis: observations with the use of high-frequency ultrasonography, preliminary study. *Skin Res Technol.* 2012;18:162-7.
76. De Cabo-Frances FM, Alcolea JM, Bové-Farré L, Pedret C, Trelles MA. Ecografía de los materiales de relleno inyectables y su interés en el seguimiento diagnóstico. *Cir Plást Iberolatinoam.* 2012;38:179-87.
77. Schelke LW, Elzen HJ, Erkamp PP, Neumann HA. Use of ultrasound to provide overall information on facial fillers and surrounding tissue. *Dermatol Surg.* 2010;36 Suppl 3: 1843.
78. Wortsman X, Wortsman J, Orlandi C, Cardenas G, Sazunic I, Jemec G. Ultrasound detection and identification of cosmetic fillers in the skin. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2012;26:293.
79. Wortsman X, Wortsman J. Sonographic outcomes of cosmetic procedures. *Am J Roentgenol.* 2011;197:W910-8.
80. Gniadecka M, Gniadecki R, Serup J, Sondergaard J. Ultrasound structure and digital image analysis of the subepidermal low echogenic band in aged human skin: Diurnal changes and interindividual variability. *J Invest Dermatol.* 1994;102: 362-5.
81. Alfageme F, Tresguerres Fernandez A, Buron I, Villegas C. Métodos ecográficos de evaluación del envejecimiento cutáneo y su tratamiento. *Piel.* 2011;26:517-22.
82. Fernández-Tresguerres A, Alfageme F, Burón IRodríguez R, Villegas C. Bioestimulación cutánea con plasma rico en plaquetas autólogo: estudio controlado con ecografía. *Piel.* 2013;28:69-74.
83. Tierny E, Hanke C, Petersen J, Bartley T, Eckert JR, McCutchen C. Clinical and echographic analysis of ablative fractionated carbo-dioxide laser in the treatment of photodamaged facial skin. *Dermatol Surg.* 2010;36:2009-21.