



# ACTAS Derma-Sifiliográficas

Full English text available at  
[www.actasdermo.org](http://www.actasdermo.org)



## REVISIÓN

# Elastografía en dermatología



F. Alfageme Roldán<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Dermatología, Hospital Universitario Puerta de Hierro, Majadahonda, Madrid, España

<sup>b</sup> Dermatologic Ultrasound Teaching Centre, Ultrasound Learning Centre (EFSUMB), Madrid, España

Recibido el 27 de enero de 2016; aceptado el 1 de mayo de 2016

Disponible en Internet el 25 de junio de 2016

### PALABRAS CLAVE

Elastografía;  
Ecografía cutánea;  
Ecografía  
dermatológica

### KEYWORDS

Elastography;  
Skin ultrasound;  
Dermatologic  
ultrasound

**Resumen** La elastografía es una técnica ecográfica de reciente desarrollo en varias especialidades médicas que aporta información sobre las propiedades físicas de los tejidos en procesos fisiológicos y patológicos. En esta revisión se explican los principios físicos de la técnica, la información que aportan las distintas modalidades de elastografía y las nuevas aplicaciones en dermatología clínica.

© 2016 AEDV. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### Elastography in Dermatology

**Abstract** Elastography is a recently developed ultrasound technique applicable to various medical specialties. It provides information on the physical properties of tissues in the context of physiologic and pathologic alterations. In this review we explain the physical principles of the method, the information provided by the different elastography techniques, and its new applications in clinical dermatology.

© 2016 AEDV. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

Desde la antigüedad, la palpación, dentro de la exploración física general del paciente, ha tenido relevancia al ofrecer información sobre las características físicas de los tejidos<sup>1</sup>. Clásicamente, la pérdida de elasticidad o el aumento de la rigidez de los órganos y tejidos se ha asociado a un peor pronóstico, tanto en procesos inflamatorios, en los

que histológicamente se suele asociar a fibrosis, como en procesos tumorales, en los que las propiedades elásticas de los tejidos sanos disminuyen<sup>2,3</sup>.

En ese sentido, la estimación de la elasticidad o la rigidez de los tejidos podría facilitar el seguimiento y tratamiento de manera precoz y no invasiva de procesos inflamatorios y tumorales<sup>4</sup>. La elastografía es una técnica basada en la detección de los cambios de elasticidad en los tejidos mediante el ultrasonido<sup>5</sup>. Desde finales del siglo xx se ha utilizado en distintas enfermedades, como en los tumores de mama, tiroides e hígado, así como en procesos inflamatorios de estos mismos órganos<sup>6</sup>.

Correo electrónico: [dermalfageme@gmail.com](mailto:dermalfageme@gmail.com)

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ad.2016.05.004>

0001-7310/© 2016 AEDV. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

La reciente aparición de las sondas lineales de alta frecuencia en ecografía ha hecho posible que esta tecnología pueda ser aplicada en tejidos superficiales como el sistema osteomuscular<sup>6</sup>, el sistema vascular superficial<sup>6</sup>, la piel y los anejos<sup>7</sup>.

En esta revisión se detallan los conceptos físicos básicos de la elastografía y su posible utilidad en el estudio de la piel y los anejos.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de los estudios en elastografía cutánea son de pequeñas series de casos, la mayoría de ellas observacionales, con una limitada robustez científica. Sin embargo, esto no es óbice para que la revisión sea de utilidad para introducir esta técnica a los dermatólogos y realizar futuros estudios en los que se demuestre la utilidad práctica en dermatología.

### Elastografía. Conceptos físicos de *strain* y *shear wave*

Cuando un tejido es sometido a una presión, este se deforma y tiene una tendencia a recuperar su forma inicial (elasticidad). La oposición que ofrece el tejido a ser deformado es lo que denominamos rigidez o dureza<sup>8</sup>.

Denominamos *strain* o tensión, al cambio de longitud relativa de una estructura sometida a presión respecto al tejido circundante<sup>9</sup> (fig. 1).

Paralelamente a este fenómeno físico, se generan en el tejido una serie de ondas perpendiculares al desplazamiento de la onda de presión, denominadas ondas de cizallamiento o *shear wave*<sup>10</sup> (SW) cuya velocidad puede ser determinada, ofreciendo información indirecta y cuantitativa sobre la dureza del tejido (fig. 1).

### Tipos de elastografía y sus limitaciones

Según las guías clínicas de elastografía de la *European Federation of Societies of Ultrasound in Medicine and Biology* (EFSUMB)<sup>11</sup>, los equipos de elastografía se pueden dividir fundamentalmente en los basados en la determinación de

**Tabla 1** Modalidades de elastografía

Método	Tipo de fuerza	Cuantitativa/cualitativa
Imagen de <i>strain</i> (SE)	Mecánica ARFI	Cualitativa
Imagen / medida de velocidad de <i>shear wave</i> (SW)	Mecánica ARFI	Cuantitativa

Fuente: adaptado de EFSUMB clinical guidelines of elastography.

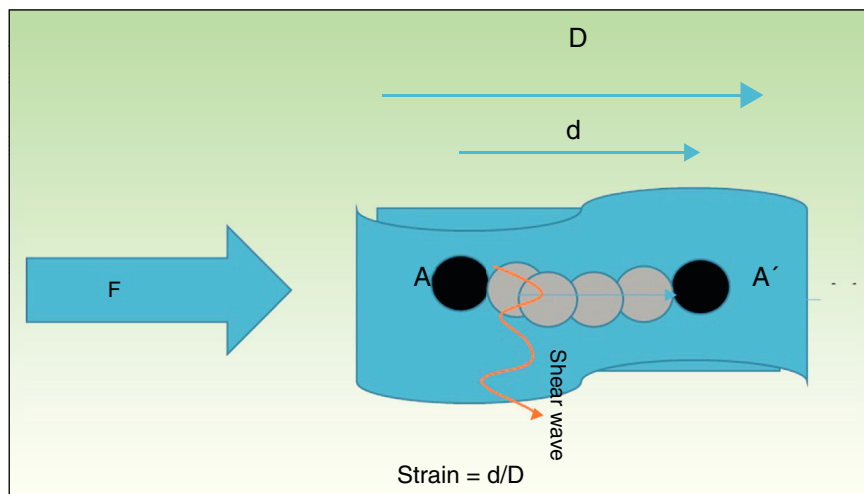
la deformación del tejido o elastografía de *strain* (SE) o los basados en la caracterización de las ondas de cizallamiento (SW) (tabla 1). Por otro lado, podemos clasificar los tipos de elastografía en función de la fuerza física que produce la deformación tisular. En este sentido, la fuerza puede ser mecánica (manual o automática) o un pulso de ultrasonido que se denomina *acoustic radiation force impulse* (ARFI). Cada uno de estos métodos de elastografía ofrece información cualitativa o cuantitativa sobre la rigidez o dureza de los tejidos (términos que usaremos indistintamente en esta revisión).

Las escalas de medida semicuantitativas suelen asociar un número al porcentaje de rigidez de la estructura, siendo frecuentes las que van de 1 a 5 (1 más blando, 5 más rígido)<sup>11</sup>.

Otra manera de cuantificar la dureza de una estructura es expresarla relativa de una estructura respecto al parénquima que lo rodea. Este cociente es el denominado ratio de elasticidad o *strain ratio* (SR)<sup>12</sup>.

En el caso de la elastografía SW, al estar basada en la determinación de las velocidades de desplazamiento de las ondas de cizallamiento, las mediciones son cuantitativas y se expresan en kPa o en m/s indistintamente<sup>13</sup>.

Respecto a las limitaciones de la técnica, la gran variabilidad en las modalidades de elastografía ha hecho que las publicaciones sean aisladas y no existan medidas universales para todos los equipos<sup>11</sup>.



**Figura 1** Al comprimir un tejido con una fuerza F, sus partículas (A) sufren un desplazamiento (A'). El cociente entre el desplazamiento de la estructura en estudio (d) y la longitud total inicial D es lo que se denomina *strain*. Perpendicularmente a esta onda de presión, se produce un desplazamiento de las partículas que genera unas ondas denominadas *shear wave* u ondas de cizallamiento.

La elastografía SE, sobre todo la variante manual, presenta una variabilidad interobservador e intraobservador mayor que la elastografía SW<sup>11</sup>.

La elastografía, al igual que la ecografía convencional, al estar basada en ultrasonido, genera artefactos. Zonas en las que existen sombra acústica o estructuras quísticas pueden ofrecer una información no real sobre las características del tejido<sup>14</sup>. Sin embargo, como en el caso de la ecografía convencional, estos artefactos también aportan información sobre la estructura en estudio<sup>14</sup>.

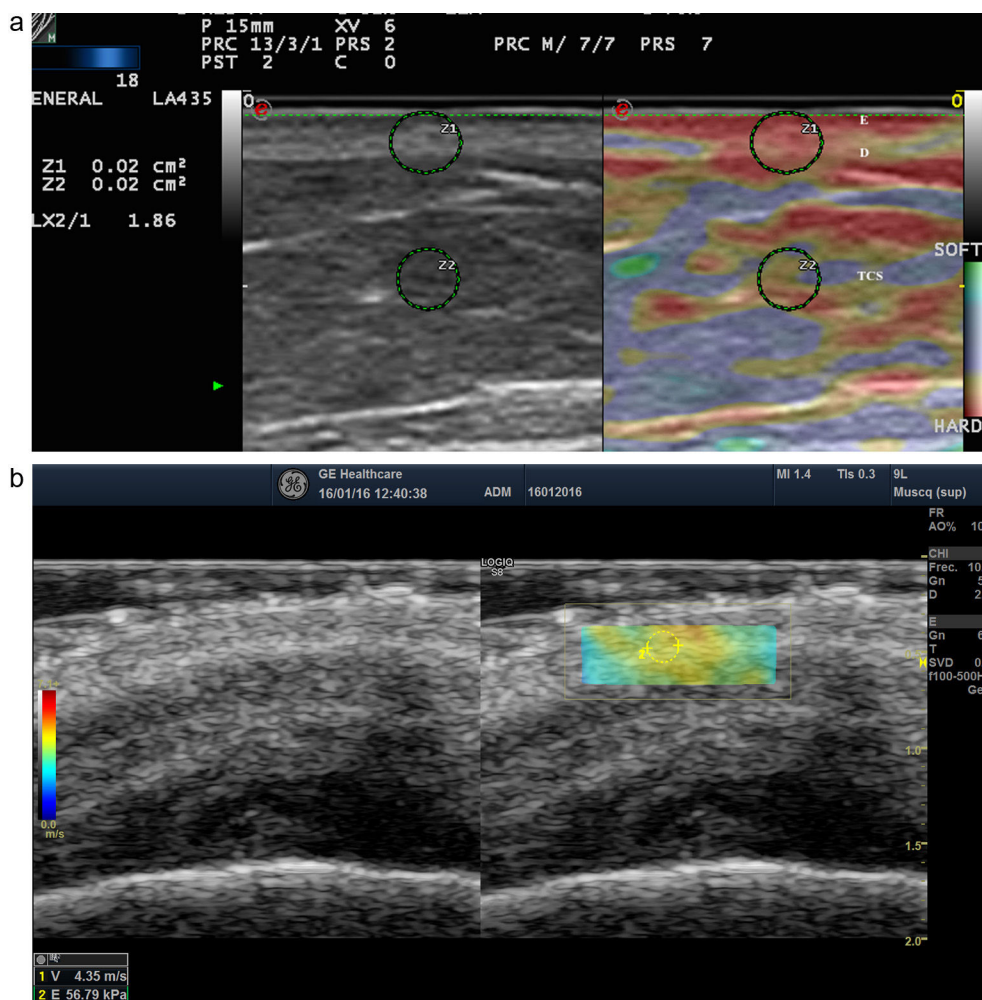
### Elastografía en dermatología: técnica y peculiaridades

Según las guías clínicas de EFSUMB en elastografía<sup>11</sup>, para realizar elastografía en cualquier órgano se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

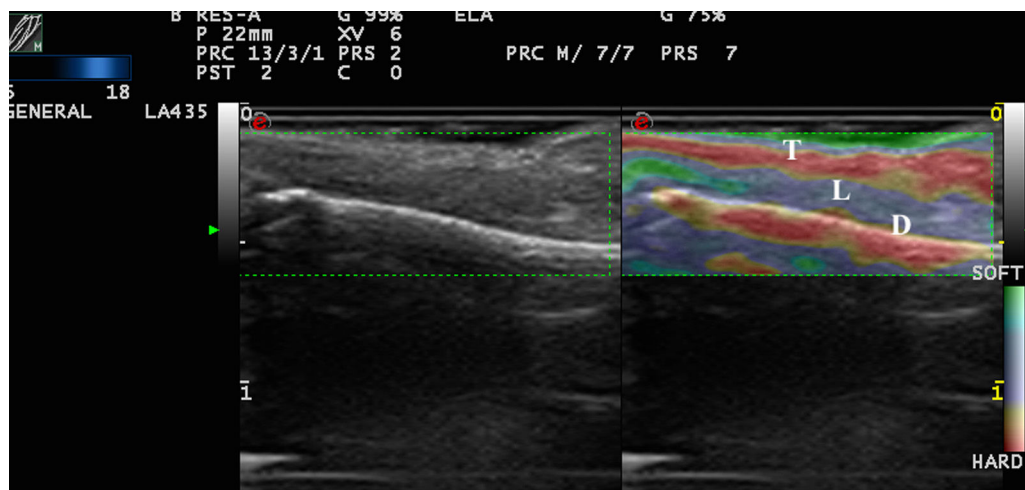
1. Que la estructura en estudio esté cerca del transductor < 4 cm.

2. Que sea una estructura casi homogénea.
3. Que en la estructura no haya deslizamiento sobre un plano profundo cuando se aplique la presión.
4. Que la presión sea ejercida por una superficie mayor que la estructura a ser estudiada.
5. Que no haya estructuras que atenúen la compresión, como por ejemplo grandes vasos.
6. Que las estructuras estén completamente incluidas en la región de estudio.
7. Que la dirección de la fuerza de compresión sea conocida.
8. Que haya un número limitado de estructuras en estudio.

En el caso de la piel también se debe evitar incluir el gel en la región de interés<sup>11</sup>. Como podemos inferir, la piel es un órgano que se adapta a las condiciones en las que se puede realizar elastografía con la técnica y la tecnología apropiadas, es decir, mediante sondas lineales de alta frecuencia aplicadas a la piel y los anejos<sup>15</sup>.



**Figura 2** a) Elastografía de *strain* de la piel normal. Obsérvese el ratio de rigidez de dermis y la grasa SR = 1,86 que indica que la dermis es más dura que el tejido celular subcutáneo. E: epidermis; D: dermis; TCS: tejidocelular subcutáneo. b) Elastografía SW de la dermis del cuero cabelludo. Obsérvese en la esquina inferior derecha los parámetros de velocidad y presión de la región de interés analizado (rectángulo verde-amarillento).



**Figura 3** Elastografía de *strain* de la uña. La tabla ungueal (T) es más dura que el lecho (L) y similar a la falange distal (D).

### Elastografía de la piel normal y los anejos

La dureza de la piel sana varía en función del estrato cutáneo estudiado. La dermis es una estructura de rigidez superior al tejido celular subcutáneo<sup>16</sup> (figs. 2a,b). En el tejido celular subcutáneo, los septos presentan mayor rigidez que los lobulillos grasos. Los vasos sanguíneos son estructuras poco rígidas, al igual que los nervios periféricos, en comparación con el tejido celular subcutáneo circundante<sup>16</sup>.

En la uña sana, la tabla ungueal es rígida en comparación con el lecho ungueal<sup>17</sup> (fig. 3).

### Elastografía de los tumores cutáneos

La aplicación más investigada en elastografía de los tumores cutáneos es la diferenciación de los tumores benignos de los tumores malignos<sup>18</sup>.

Los tumores, en general, presentan una alteración en sus propiedades mecánicas que les diferencian de los tejidos sanos adyacentes<sup>19,20</sup>.

### Tumores cutáneos benignos y masas cervicales

Aunque los tumores benignos subcutáneos presentan un aspecto reconocible en modo B<sup>21</sup>, en casos dudosos, la elastografía podría ser de utilidad en el diagnóstico diferencial de los mismos.

En el estudio de Bhatia et al.<sup>22</sup> se evaluaron 52 masas cervicales no adenopáticas mediante elastografía cualitativa en tiempo real. El diagnóstico de las lesiones fue corroborado luego mediante citología e histología. Las lesiones fueron evaluadas de manera semicuantitativa y se estableció un escala de 0 a 3 (0 completamente blando - 3 completamente duro). Los lipomas presentaron menor rigidez que el resto de lesiones, la mayoría de ellas quistes, malformaciones y tumores neurogénicos (fig. 4). En una extensión del estudio realizado mediante elastografía SW<sup>23</sup>, en el que incluyeron tumores malignos y benignos cervicales, los tumores benignos presentaron una rigidez media de 226,4 kPa, que fue estadísticamente superior a la rigidez media de las lesiones benignas (28,3 kPa). El punto de corte de 174,4 kPa tenía una sensibilidad del 83,3% y una especificidad del 97,5%

para diferenciar ambos tipos de lesiones. Los autores aclaran que todos los tumores fueron correctamente diagnosticados mediante ecografía convencional, y que la elastografía no habría alterado el tratamiento de las lesiones, aunque en el caso de exploradores con menos experiencia, podría ser de ayuda en el diagnóstico de lesiones cervicales.

En el estudio de Park et al.<sup>24</sup>, la elastografía permitió diferenciar los quistes epidermoides inflamados frente a los intactos (fig. 4b), ya que estos últimos presentaban una mayor dureza.

### Tumores cutáneos malignos

La elastografía en los tumores malignos cutáneos muestra que tienen una rigidez superior al tejido circundante<sup>18</sup> (fig. 5).

Dasgeb et al.<sup>25</sup> estudiaron 55 pacientes con 67 tumores epiteliales, de los cuales 29 eran malignos (17 carcinomas basocelulares y 12 carcinomas espinocelulares) y 19 benignos. En este estudio, los SR de los tumores cutáneos epiteliales fueron superiores a 3,9, y en el caso de los tumores cutáneos benignos, todos presentaban un SR inferior a 3. En este estudio valores de SR entre 3,00 y 3,9 presentaban una sensibilidad y especificidad del 100% a la hora de diagnosticar una lesión cutánea como maligna.

En el caso del melanoma, en el estudio piloto de Botar et al.<sup>26</sup> —que incluía 42 melanomas en 39 pacientes— estudiaron la SE y la vascularización mediante Doppler color de las lesiones.

Los melanomas presentaron hipervascularización con múltiples pedículos vasculares y mayor dureza en la SE que la piel adyacente. Así mismo, las lesiones más vascularizadas presentaron una mayor dureza.

Es bien conocido en la literatura que existe una correlación entre la neovascularización del melanoma y su pronóstico<sup>27,28</sup>, por lo tanto, la dureza lesional podría ser un factor pronóstico en el melanoma<sup>29</sup>.

### Adenopatías

El objetivo de la evaluación de las adenopatías desde el punto de vista ecográfico es diagnosticar la afectación

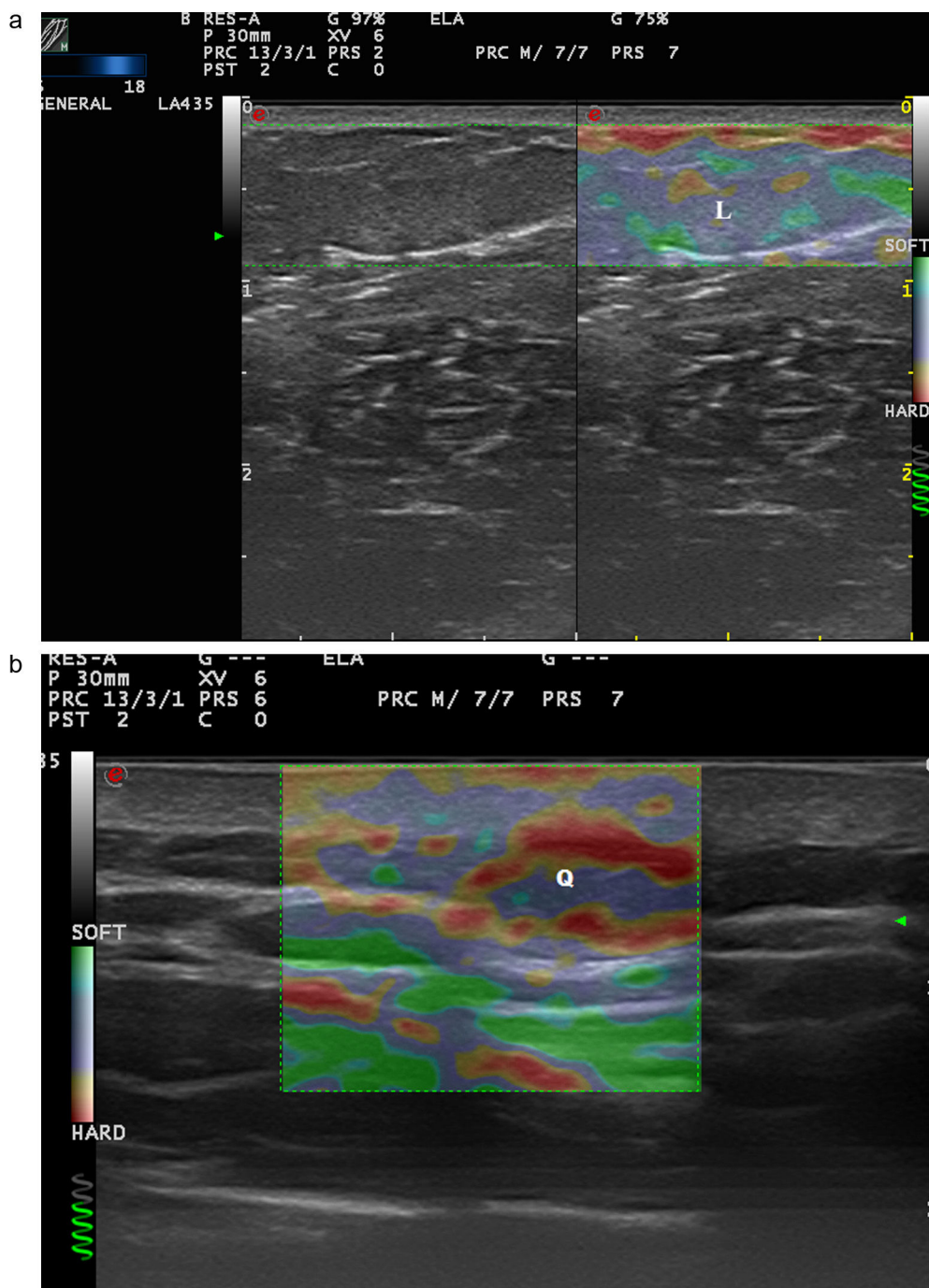


Figura 4 a) Elastografía de *strain* en un lipoma (L). b) Elastografía de un quiste (Q).

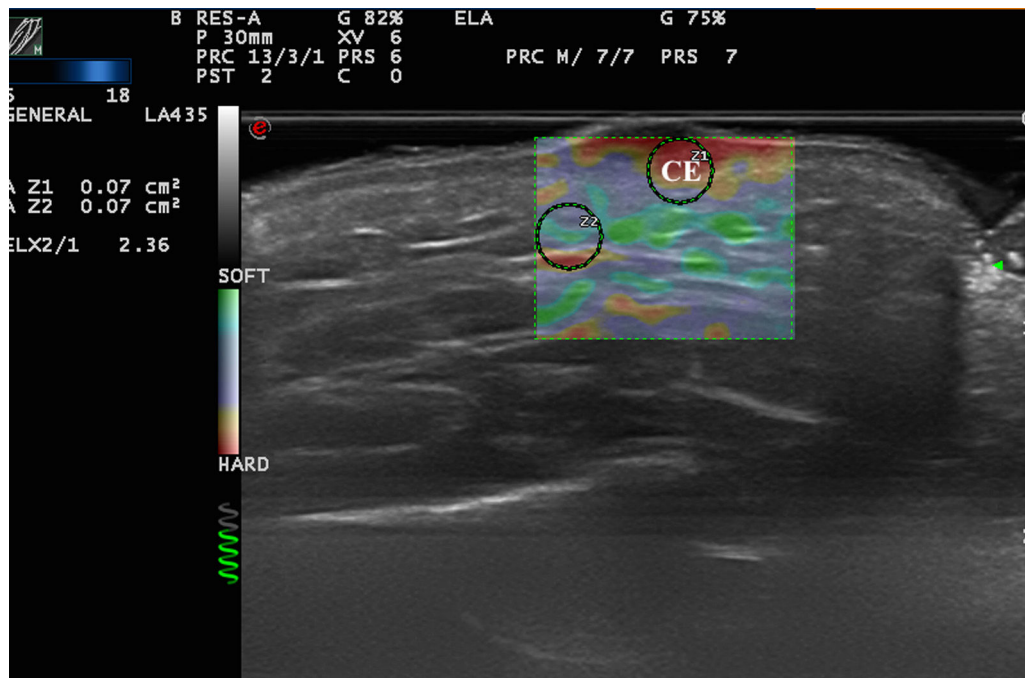
ganglionar de manera no invasiva en pacientes con lesiones clínicamente sospechosas de malignidad<sup>30</sup>.

Los ganglios linfáticos presentan una elastoestructura que suele presentar una cortical menos rígida que la cápsula y el hilo (fig. 6).

Para evaluar la rigidez de los ganglios linfáticos, la SE clasifica los ganglios en 4-5 grados en función de la proporción de áreas rígidas dentro del ganglio linfático<sup>31</sup>. Generalmente, las adenopatías benignas suelen ser blandas y las malignas suelen ser más duras<sup>32</sup>. Sin embargo, los linfomas presentan una dureza inferior a las

adenopatías metastásicas y similar a la de las adenopatías inflamatorias, por lo que las adenopatías benignas y linfomatosas no pueden ser distinguidas aisladamente mediante elastografía<sup>33</sup>.

En el caso del melanoma (fig. 7), en el estudio de Hinz et al.<sup>34</sup>, la elastografía añadida al modo B y Doppler color permitió incrementar la sensibilidad en la detección de afectación ganglionar en adenopatías clínicamente sospechosas del 80,9% al 95,2%, sin incremento en la especificidad, que se mantuvo en el 76,2%. Estudios posteriores como el de Ogata et al.<sup>35</sup> ofrecen resultados similares.



**Figura 5** Elastografía de *strain* en un carcinoma epidermoide en mejilla (CE). El SR=2,36 indica que es más duro que el tejido celular subcutáneo adyacente.

### Elastografía de la patología inflamatoria cutánea

Al igual que la inflamación produce cambios en la estructura ecográfica en modo B y en el Doppler de la piel y los anejos<sup>36</sup>, esta inflamación también influye en el grado de dureza de estas estructuras<sup>7</sup> (fig. 8).

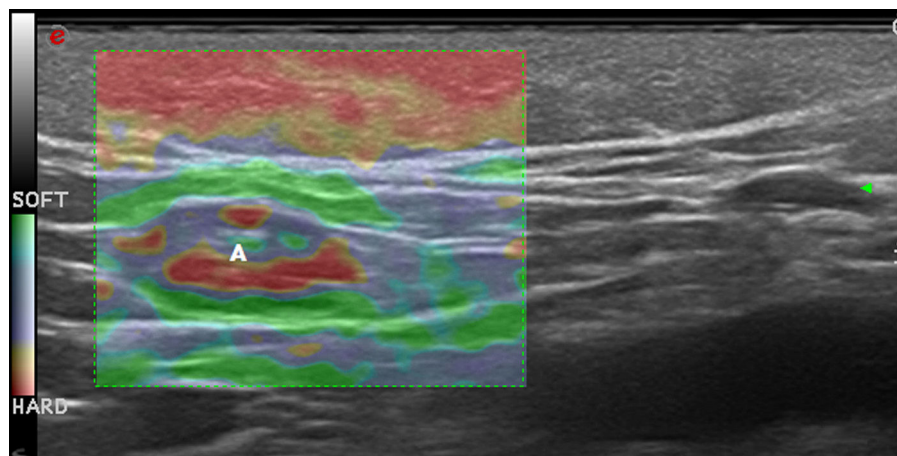
En el estudio de Gaspari et al.<sup>37</sup> se estudiaron 50 pacientes con abscesos que acudían a urgencias para drenaje, en modo B y mediante SE. La elastografía permitió observar áreas de rigidez alrededor de los abscesos que no eran evidentes en modo B.

En epidermis y dermis, el grupo de Cuçoş et al.<sup>38</sup> midieron los efectos de los corticoides tópicos en el grosor de la epidermis y la dermis, así como en la elasticidad en

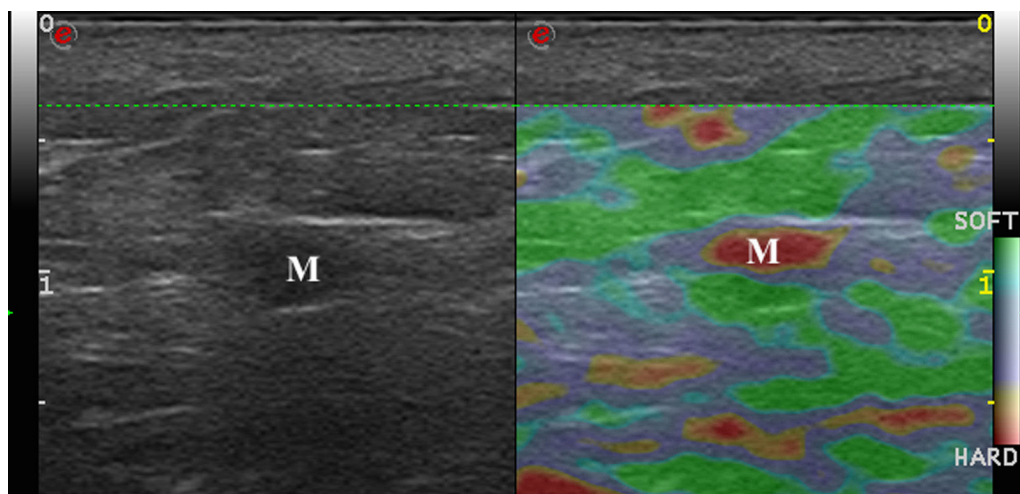
16 placas de psoriasis. El grosor epidérmico disminuyó, mientras que la dermis incrementó ligeramente de grosor sin variar la elasticidad de la placa. Estos resultados, pese al limitado número de pacientes, parecen indicar la escasa sensibilidad de la SE en el tratamiento de las placas de psoriasis.

La elastografía ha tenido un mayor desarrollo en los procesos fibrosantes o esclerosantes primariamente cutáneos o sistémicos (morfea/esclerodermia), en los que las escalas de medida clínica presentan una sensibilidad y especificidad muy limitadas<sup>39</sup> (fig. 9).

Los estudios iniciales realizados en elastografía SE de la esclerodermia, como el de Iagnocco et al.<sup>39</sup>, indicaban que la dermis de los pacientes con esclerodermia presentaba una rigidez mayor que la de los controles. Sin embargo, la reproducibilidad de la técnica en otras localizaciones como los



**Figura 6** Elastografía de *strain* en una adenopatía inflamatoria (A). Nótese que la medular es más dura que la cortical.



**Figura 7** Elastografía de *strain* en una metástasis ganglionar de melanoma (M). Nótese rigidez completa de la lesión sin zonas blandas.

dedos era variable, quizá por la cercanía de la superficie ósea de las falanges. Di Geso et al.<sup>40</sup> repiten esta misma experiencia para comprobar el índice de concordancia en SE y en modo B. Los autores llegan a la conclusión de que la elastografía disminuye la variabilidad inter e intraobservador en la valoración del grosor de la dermis de los dedos en los pacientes con esclerodermia.

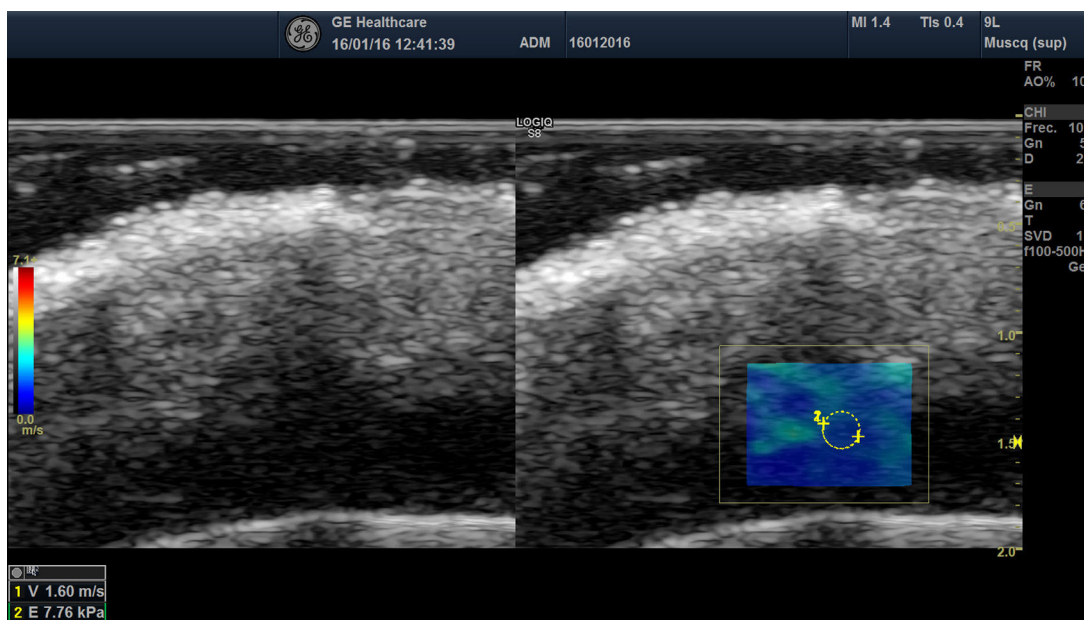
La afectación de la región perioral en pacientes con esclerosis sistémica es frecuente<sup>41</sup>. Cannà et al.<sup>41</sup> describen en un estudio piloto una escala elastográfica según segmentos periorales en la que demuestran que la dureza perioral es mayor en los sujetos con esclerodermia que en los controles.

En otros procesos fibróticos, como los secundarios a la radiodermatitis, el grupo de Liu et al.<sup>42</sup> demuestra que existe una diferencia medida mediante elastografía SW

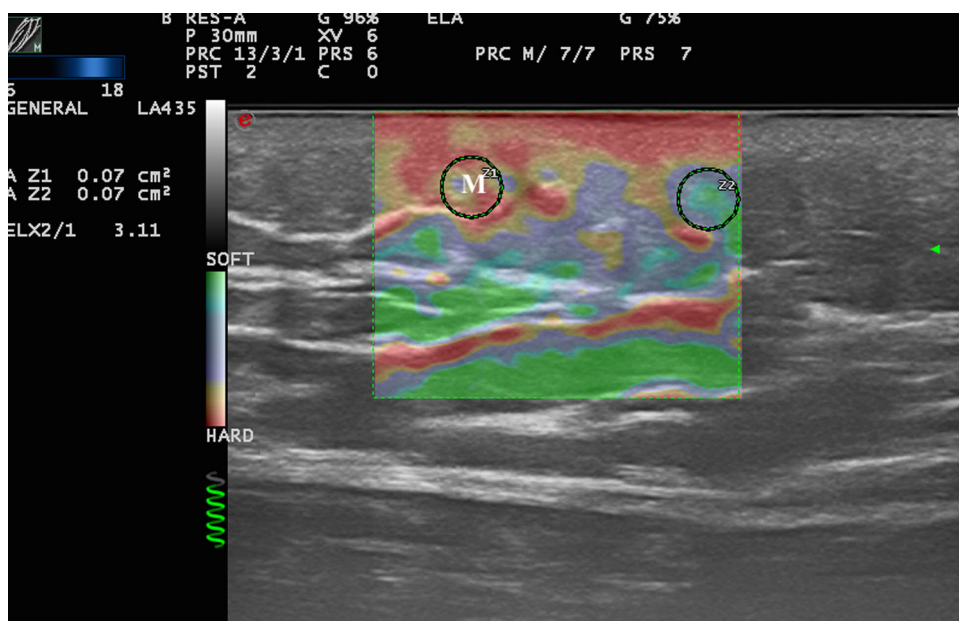
entre la piel y el tejido celular subcutáneo cervical de los pacientes sometidos a radioterapia frente a los controles sanos de la misma edad ( $64,6 \pm 46,8$  kPa frente a  $19,9 \pm 7,8$  kPa). Los autores correlacionan estos cambios con el grado de atrofia de los músculos cervicales y la disminución del grosor del tejido celular subcutáneo cervical.

### Aplicación de la elastografía en otros procesos dermatológicos

En el estudio de Suehiro et al.<sup>43</sup>, realizado con SE, encuentran que los pacientes con lipodermatosclerosis tienen menores SR que los pacientes con linfedema, independientemente del grado de linfedema.



**Figura 8** Elastografía *shear wave* de área inflamatoria posquirúrgica en cuero cabelludo (región azul). Obsérvese en la izquierda velocidades y presiones de la región de interés.



**Figura 9** Elastografía en morfea (M). Se aprecia aumento de dureza de la interfase dermosubdérmica en la placa respecto al tejido circundante (SR= 3,4).

En el campo de las úlceras por presión<sup>44</sup>, existen estudios experimentales en fantasmas y animales en los que se evidencia de manera temprana un aumento en la rigidez de la piel superficial tras una presión mantenida, pudiendo ser este un marcador precoz de áreas de riesgo de ulceración.

## Conclusiones

La elastografía en dermatología es una técnica incipiente, pero de gran potencial en la caracterización física de los tejidos de la piel y los anejos. Las diversas técnicas de elastografía ofrecen una información complementaria y sinérgica en el estudio de los tejidos que componen el tegumento, y está en la mano de los dermatólogos el plantear escenarios en los que la elastografía pueda ofrecer información complementaria a la hora de mejorar la atención a nuestros pacientes.

## Conflicto de intereses

No declaro conflicto de interés.

## Agradecimientos

Al servicio de Dermatología del Hospital Universitario Puerta de Hierro de Majadahonda por su colaboración en la elaboración del artículo, y a ESAOTE España y General Electric España por su colaboración con los equipos y software de elastografía.

## Bibliografía

1. Wilkins R. Neurosurgical classic. *J Neurosurg.* 1964;21: 240-4.

- Egeblad M, Rasch M, Weaver V. Dynamic interplay between the collagen scaffold and tumor evolution. *Curr Opin Cell Biol.* 2010;22:697-706.
- Huang S, Ingber DE. Cell tension, matrix mechanics, and cancer development. *Cancer Cell.* 2005;8:175-6.
- Oberai A, Gokhale N, Goenezen S, Barbone P, Hall T, Sommer A, et al. Linear and nonlinear elasticity imaging of soft tissue in vivo: demonstration of feasibility. *Phys Med Biol.* 2009;54:1191-207.
- Garra B. Imaging and estimation of tissue elasticity by ultrasound. *Ultrasound Q.* 2007;23:255-68.
- Cosgrove D, Piscaglia F, Bamber J, Bojunga J, Correias J, Gilja O, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications. *Ultraschall Med.* 2013;34:238-53.
- Alfageme F, Cerezo E, Roustan G. Real-time elastography in inflammatory skin diseases: A Primer. *Ultrasound Med Biol.* 2015;41:582-3.
- Wells P, Liang H. Medical ultrasound: Imaging of soft tissue strain and elasticity. *J R Soc Interface.* 2011;8:1521-49.
- Housden R, Chen L, Gee A, Treece G, Uff C, Fromageau J, et al. A new method for the acquisition of ultrasonic strain image volumes. *Ultrasound Med Biol.* 2011;37:434-41.
- Sarvazyan A, Rudenko O, Swanson S, Fowlkes J, Emelianov S. Shear wave elasticity imaging: A new ultrasonic technology of medical diagnostics. *Ultrasound Med Biol.* 1998;24:1419-35.
- Bamber J, Cosgrove D, Dietrich CF, Fromageau J, Bojunga J, Calliada F, et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology. *Ultraschall in Med.* 2013;34: 169-84.
- Havre R, Waage J, Gilja O, Odegaard S, Nesje L. Real-time elastography: Strain ratio measurements are influenced by the position of the reference area. *Ultraschall in Med.* 2012;33:559-68.
- Palmeri M, Nightingale R. Acoustic radiation force-based elasticity imaging methods. *Interface Focus.* 2011;1:553-64.
- Thitaikumar A, Ophir J. Effect of lesion boundary conditions on axial strain elastograms: A parametric study. *Ultrasound Med Biol.* 2007;33:1463-7.



15. Coutts L, Miller N, Harland C, Bamber J. Feasibility of skin surface elastography by tracking skin surface topography. *J Biomed Opt.* 2013;18:121513.
16. Osanai O, Ohtsuka M, Hotta M, Kitaharai T, Takema Y. A new method for the visualization and quantification of internal skin elasticity by ultrasound imaging. *Skin Res Technol.* 2011;17:270–7.
17. Wortsman X. Sonography of the nail. En: Wortsman X, Jemec GBE, editores. *Dermatologic ultrasound with clinical and histological correlation.* NY: Springer; 2013. p. 421.
18. Nakajima M, Kiyohara Y, Shimizu M, Kobayashi M. Clinical application of real time tissue elastography on skin lesions. *Medix Hitachi.* 2007; Suppl.:36–9.
19. Samuel M, Lopez J, McGhee E, Croft D, Strachan D, Timpon P, et al. Actomyosin-mediated cellular tension drives increased tissue stiffness and  $\beta$ -catenin activation to induce epidermal hyperplasia and tumor growth. *Cancer Cell.* 2011;19:776–91.
20. Butcher D, Alliston T, Weaver V. A tense situation: Forcing tumour progression. *Nat Rev Cancer.* 2009;9:108–22.
21. Wortsman X. Common applications of dermatologic sonography. *J Ultrasound Med.* 2012;31:97–111.
22. Bhatia K, Rasalkar D, Lee Y, Wong K, King A, Yuen Y, et al. Real-time qualitative ultrasound elastography of miscellaneous non-nodal neck masses: Applications and limitations. *Ultrasound Med Biol.* 2010;36:1644–52.
23. Bhatia K, Yuen E, Cho C, Tong C, Lee Y, Ahuja A. A pilot study evaluating real-time shear wave ultrasound elastography of miscellaneous non-nodal neck masses in a routine head and neck ultrasound clinic. *Ultrasound Med Biol.* 2012;38:933–42.
24. Park J, Chae I, Kwon D. Utility of sonoelastography in differentiating ruptured from unruptured epidermal cysts and implications for patient care. *J Ultrasound Med.* 2015;34:1175–81.
25. Dasgeb B, Morris MA, Mehregan D, Siegel EL. Quantified ultrasound elastography in the assessment of cutaneous carcinoma. *Br J Radiol.* 2015;88:2015034.
26. Botar C, Bolboaca S, Cosgarea R, Şenilă S, Rogoian L, Lenghel M, et al. Doppler ultrasound and strain elastography in the assessment of cutaneous melanoma: Preliminary results. *Med Ultrason.* 2015;17:509–14.
27. 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.
28. Catalano O, Siani A. Cutaneous melanoma: Role of ultrasound in the assessment of locoregional spread. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2010;39:30–6.
29. Hinz T, Wenzel J, Schmid-Wendtner M. Real-time tissue elastography: A helpful tool in the diagnosis of cutaneous melanoma? *J Am Acad Dermatol.* 2011;65:424–6.
30. Choi Y, Lee J, Baek J. Ultrasound elastography for evaluation of cervical lymph nodes. *Ultrasonography.* 2015;34:157–64.
31. Tan R, Xiao Y, He Q. Ultrasound elastography: Its potential role in assessment of cervical lymphadenopathy. *Acad Radiol.* 2010;17:849.
32. Alam F, Naito K, Horiguchi J, Fukuda H, Tachikake T, Ito K. Accuracy of sonographic elastography in the differential diagnosis of enlarged cervical lymph nodes: Comparison with conventional B-mode sonography. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;191:604.
33. Bhatia K, Cho C, Tong C, Yuen E, Ahuja A. Shear wave elasticity imaging of cervical lymph nodes. *Ultrasound Med Biol.* 2012;38:195–201.
34. Hinz T, Hoeller T, Wenzel J, Bieber T, Schmid-Wendtner M. Real-time tissue elastography as promising diagnostic tool for diagnosis of lymph node metastases in patients with malignant melanoma: A prospective single-center experience. *Dermatology.* 2013;226:81–90.
35. 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.* 2014;19:716–21.
36. Echeverría-García B, Borbujo J, Alfageme F. The use of ultrasound imaging in dermatology. *Actas Dermosifiliogr.* 2014;105:887–90.
37. Gaspari R, Blehar D, Mendoza M, Montoya A, Moon C, Polan D. Use of ultrasound elastography for skin and subcutaneous abscesses. *J Ultrasound Med.* 2009;28:855–60.
38. Cuoş M, Crişan M, Lenghel M, Ducea M, Croitoru R, Ducea S. Conventional ultrasonography and sonoelastography in the assessment of plaque psoriasis under topical corticosteroid treatment — work in progress. *Med Ultrason.* 2014;16:107–13.
39. Iagnocco A, Kaloudi O, Perella C, Bandinelli F, Ricciari V, Vasile M, et al. Ultrasound elastography assessment of skin involvement in systemic sclerosis: Lights and shadows. *J Rheumatol.* 2010;37:1688–91.
40. Di Geso L, Filippucci E, Girolimetti R, Tardella M, Gutierrez M, de Angelis R, et al. Reliability of ultrasound measurements of dermal thickness at digits in systemic sclerosis: Role of elastosonography. *Clin Exp Rheumatol.* 2011;29:926–32.
41. Cannàò P, Vinci V, Caviggioli F, Klinger M, Orlandi D, Sardanelli F, et al. Technical feasibility of real-time elastography to assess the peri-oral region in patients affected by systemic sclerosis. *J Ultrasound.* 2014;17:265–9.
42. Liu KH, Bhatia K, Chu W, He LT, Leung S, Ahuja A. Shear wave elastography — a new quantitative assessment of post-irradiation neck fibrosis. *Ultraschall Med.* 2015;36:348–54.
43. Suehiro K, Morikage N, Murakami M, Yamashita O, Harada T, Ueda K, et al. Skin and subcutaneous tissue strain in legs with lymphedema and lipodermatosclerosis. *Ultrasound Med Biol.* 2015;41:1577–83.
44. Deprez J, Brusseau E, Fromageau J, Cloutier G, Basset O. On the potential of ultrasound elastography for pressure ulcer early detection. *Med Phys.* 2011;38:1943–50.