


Aplicaciones clínicas del *strain* de la aurícula izquierda

Alberto Vera Sainz¹
Luis Jesús Jiménez-Borreguero² 

Correspondencia

Alberto Vera Sainz
verasainz1604@gmail.com

¹Servicio de Cardiología. Hospital Universitario de Navarra. Pamplona. España.

²Servicio de Cardiología. Hospital Universitario de la Princesa. Madrid. España.

Recibido: 12/09/2023

Aceptado: 20/11/2023

Publicado: 31/12/2023

Citar como: Vera Sainz A, Jiménez Borreguero LJ. Aplicaciones clínicas del *strain* de la aurícula izquierda. Rev Ecocardiogr Pract Otras Tec Imag Card (RETIC). 2023 Dic; 6(3): 12-18. doi: <https://doi.org/10.37615/retic.v6n3a3>.

Cite this as: Vera Sainz A, Jiménez Borreguero LJ. *Clinical applications of left atrial strain*. Rev Ecocardiogr Pract Otras Tec Imag Card (RETIC). 2023 Dec; 6(3): 12-18. doi: <https://doi.org/10.37615/retic.v6n3a3>.

Palabras clave

- ▷ *Strain* de aurícula izquierda.
- ▷ Fibrilación auricular.

Keywords

- ▷ *Left atrial strain*.
- ▷ *Atrial fibrillation*.

RESUMEN

El *strain* auricular es una técnica ecocardiográfica novedosa que permite evaluar la función auricular, que se compone de 3 fases: reservorio, conducto y bomba. Los avances en los *softwares* de análisis y la estandarización de su medición han permitido que su uso haya aumentado de forma exponencial en los últimos años. Esta técnica se ha evaluado en múltiples escenarios, y se ha demostrado que aporta valor diagnóstico y pronóstico en diversas patologías cardiovasculares. En esta revisión presentamos la forma de obtener el *strain* auricular, así como el papel pronóstico de esta técnica en distintos contextos clínicos.

ABSTRACT

Atrial strain is a novel echocardiographic technique for assessing atrial function, which is composed of 3 phases: reservoir, conduit and pump. Advances in analysis software and the standardisation of its measurement have allowed its use to increase exponentially in recent years. This technique has been evaluated in multiple scenarios, and has been shown to provide diagnostic and prognostic value in various cardiovascular pathologies. In this review we present how atrial strain is obtained, as well as the prognostic role of this technique in different clinical settings.

Introducción

El ecocardiograma transtorácico (ETT) es la piedra angular para la valoración tanto morfológica como funcional de la aurícula izquierda (AI). Desde el punto de vista funcional, el papel de la AI es triple: reservorio (recolección de la sangre procedente de las venas pulmonares), conducto (paso de sangre de la aurícula al ventrículo tras la apertura de la válvula mitral) y contráctil (contracción auricular en telediástole)⁽¹⁾.

En los últimos años se ha desarrollado el *strain* auricular para la cuantificación de la función auricular. En la actualidad, el *strain* auricular se obtiene mediante la técnica de *speckle tracking* que evalúa la deformación miocárdica en varias fases del ciclo, describiéndose una reproducibilidad del 90%, gracias al avance en los *softwares* de análisis y a la estandarización en la obtención de imágenes para su medición.

Para el análisis del *strain* auricular las guías recomiendan como primera opción obtener un plano apical de 4 cámaras, o en alternativa un biplano con las vistas de 4 y 2 cámaras focalizado en la AI y con una resolución temporal superior a 50 Hz².

Si el programa de seguimiento de la pared auricular requiere un ajuste manual del espesor del área de interés, se recomienda configurar una anchura de 3 mm. La presencia de la desembocadura de las venas pulmonares no limita el cálculo, mientras que no represente más de un tercio del borde trazado.

Esta técnica evalúa las 3 funciones de la AI (**Figura 1, Vídeo 1**) que se han mencionado previamente:

- **Fase de reservorio:** comienza al final de la diástole ventricular (cierre de la válvula mitral) y continúa hasta la apertura de la válvula mitral. En esta fase se produce el llenado de la AI por la sangre procedente de las venas pulmonares, lo que da lugar a un pico positivo en la curva del *strain*. Esta fase está influenciada por el movimiento del anillo mitral hacia el ápex y por la contractilidad del ventrículo izquierdo (VI), por lo que el *strain* reservorio no solo refleja la capacidad compatible de la AI sino también la de contractilidad del VI.
- **Fase de conducto:** ocurre desde el momento de la apertura de la válvula mitral a través de la diástasis hasta el inicio de la contracción de la AI en pacientes en ritmo sinusal. En pacientes con fibrilación auricular (FA) continúa hasta el final de la diástole ventricular (cierre de la válvula mitral). La curva de *strain* desciende hasta una meseta y representa la diástasis auricular.



- **Fase de bomba:** ocurre desde el inicio de la contracción de la AI hasta el final de la diástole ventricular (cierre de la válvula mitral) en pacientes con ritmo sinusal. La curva de *strain* descende de nuevo hasta el valor basal y refleja la función de bomba de refuerzo.

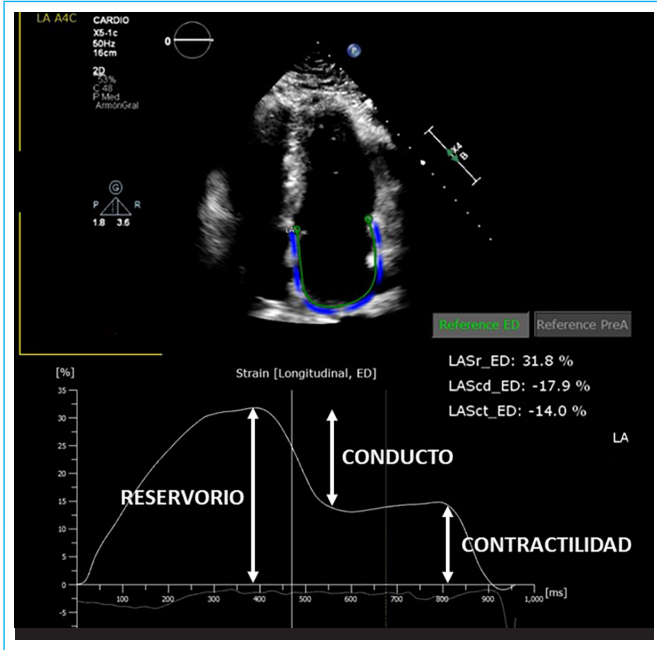
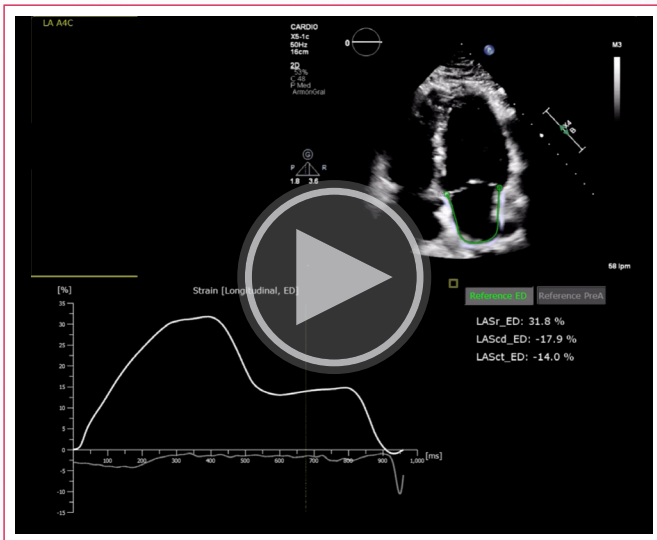


Figura 1. Plano apical de 4 cámaras que pertenece a un paciente sano en el que se muestran las 3 fases del *strain* auricular izquierdo.



Vídeo 1. Evaluación del *strain* auricular en un paciente sano en el plano apical de 4 cámaras.

El punto de referencia, también denominado cero del *strain* auricular izquierdo, puede establecerse en dos puntos validados: bien al inicio del complejo QRS o en el inicio de la onda P (Figura 2, Vídeos 2 y 3). Si se elige el primero como referencia, la primera curva positiva representa la función de reservorio y las curvas en diástole temprana y diástole tardía corresponden a la función del conducto y la contractilidad (Figura 2.A, Vídeo 2). Si se selecciona como referencia el inicio de la onda P, la máxima curva negativa representa la función de contractilidad y la máxima curva positiva representa la función del conducto y su suma representa la función del reservorio^(2,3) (Figura 2. B, Vídeo 3).

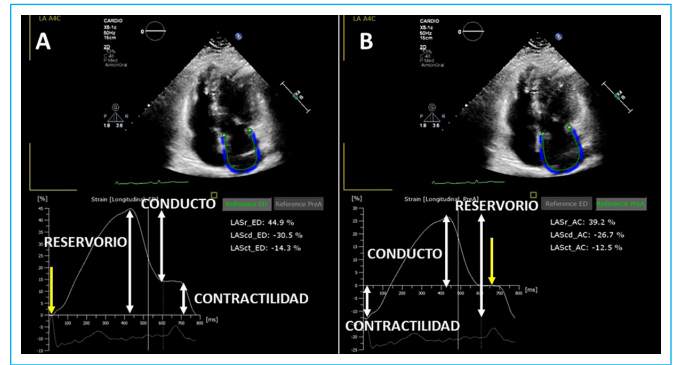
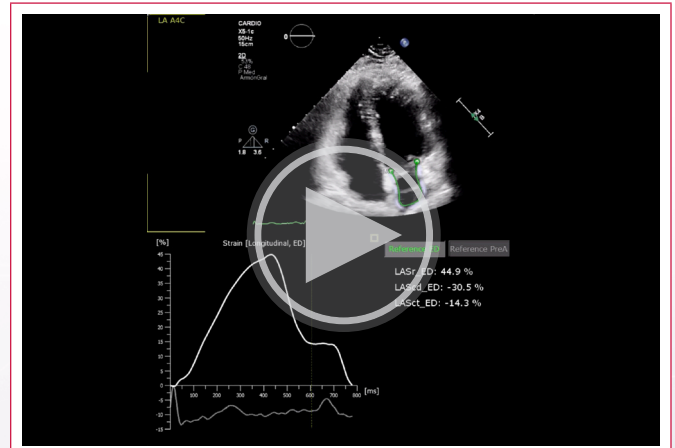
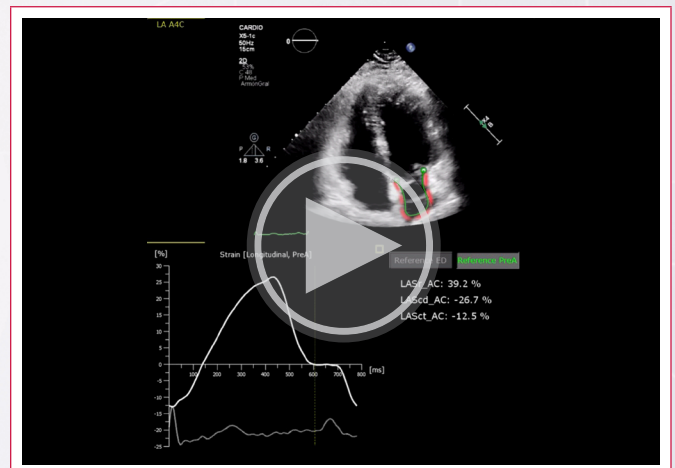


Figura 2. A. Evaluación del *strain* auricular en un paciente sano en el plano apical de 4 cámaras. La flecha amarilla indica el punto de referencia (cero) al inicio del complejo QRS. La primera curva positiva indica la fase de reservorio y las dos siguientes curvas representan la fase de conducto y de contractilidad respectivamente. **B.** Evaluación del *strain* auricular en el mismo paciente con el punto de referencia al principio de la onda P, marcado con la flecha amarilla. La primera curva negativa indica la función de contractilidad, mientras que la curva positiva indica la fase de conducto. La suma de ambas curvas representa la fase de reservorio.



Vídeo 2. Evaluación del *strain* auricular en un paciente sano en el plano apical de 4 cámaras con el punto de referencia al inicio del QRS.



Vídeo 3. Evaluación del *strain* auricular en el mismo paciente que en el vídeo 2 con el punto de referencia al inicio de la onda P.

El *strain* auricular se ha convertido en un marcador de cardiopatía auricular con numerosas aplicaciones clínicas, tanto diagnósticas como pronósticas en varias patologías⁽³⁾.

Fibrilación auricular

En el contexto de la fibrilación auricular (FA), el *strain* auricular reducido se ha asociado con la recurrencia tras una cardioversión o una ablación por catéter, y con la progresión de la FA paroxística a permanente, incluso antes de la dilatación auricular⁽³⁾.

Yoon *et al.* demostraron en una cohorte prospectiva y multicéntrica de 313 pacientes con FA paroxística que el *strain* auricular izquierdo reservorio reducido se asoció con la progresión de la FA paroxística a persistente o permanente.

En cuanto a la recurrencia tras una ablación por catéter, en una cohorte de 121 pacientes sometidos a ablación por catéter, de los cuales un 72% tenían FA paroxística, el *strain* auricular reservorio y la fracción de eyección de la AI fueron predictores independientes de recurrencia de la FA o de taquicardia auricular.

Del mismo modo, en otra cohorte de 100 pacientes con FA persistente de larga duración sometidos a ablación por catéter, que habían recibido en los 3 meses anteriores fármacos antiarrítmicos o cardioversión eléctrica, el *strain* auricular reservorio disminuido también se asoció con recurrencia de la FA tras la ablación.

Dos metaanálisis han evaluado también la recurrencia de la FA tras la ablación por catéter⁽⁴⁾. En uno de ellos, que incluye 12 estudios y un total de 1.025 pacientes, un punto de corte del *strain* reservorio menor del 12,8% se asoció con la recurrencia de la FA tras la ablación. En la misma línea, otro metaanálisis de 85 estudios y 16.126 pacientes demostró que un punto de corte del *strain* auricular reservorio menor del 19% también se asoció con la recurrencia de una FA tras el intervencionismo⁽⁴⁾.

Por lo tanto, se concluye que el *strain* auricular podría ser una herramienta, junto con otros parámetros clínicos, electrocardiográficos y ecocardiográficos, para mejorar la selección de pacientes que van a someterse a una ablación de FA.

Cardiopatía isquémica

El *strain* auricular izquierdo también se ha evaluado en la cardiopatía isquémica. Un *strain* auricular más bajo se ha asociado con un aumento del riesgo de FA tras una cirugía de revascularización coronaria. En esta situación el *strain* auricular también es predictor de eventos adversos durante el seguimiento.

En una cohorte de 843 pacientes con un infarto agudo de miocardio (IAM), el *strain* auricular reducido se asoció con el evento combinado de mortalidad por todas las causas y de reingreso por insuficiencia cardíaca (IC).

Del mismo modo, en otra cohorte de 304 pacientes con IAM, un *strain* auricular izquierdo reducido, también se asoció con más episodios en términos del evento combinado de mortalidad por todas las causas, reinfarto e ingreso por IC⁽³⁾.

Por lo tanto, en relación con la cardiopatía isquémica, el *strain* auricular puede identificar pacientes con más riesgo de desarrollo de FA y con más riesgo de sufrir eventos adversos cardiovasculares mayores durante el seguimiento (**Figura 3, Vídeo 4**).

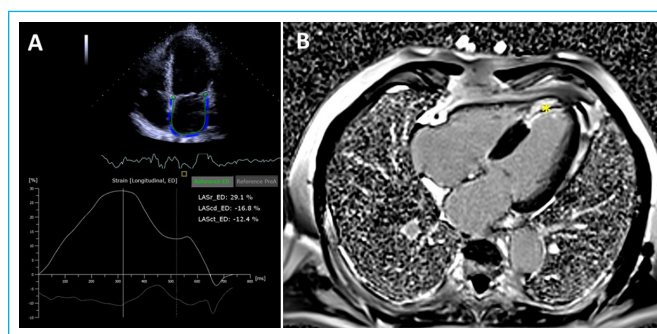
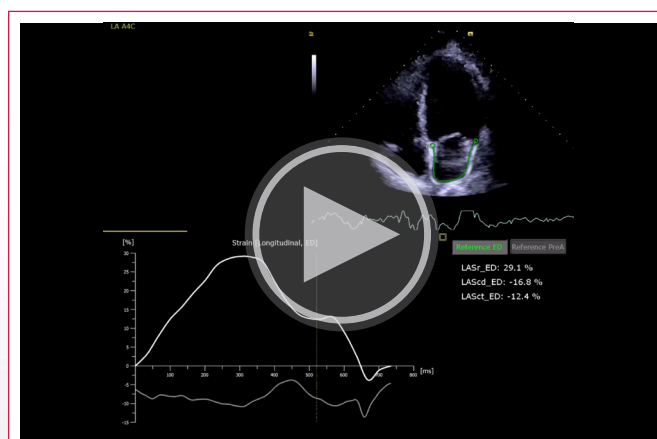


Figura 3. A. Evaluación del *strain* auricular en un paciente con un infarto agudo de miocardio anterior. Se observan valores de *strain* normales. Los pacientes con *strain* auricular normal en el contexto de un infarto agudo tienen menos riesgo de eventos durante el seguimiento. B. Secuencia de realce tardío en el mismo paciente que muestra la presencia de realce transmural con obstrucción microvascular a nivel apical septal (asterisco amarillo) compatible con un infarto agudo de miocardio anterior.



Vídeo 4. Evaluación del *strain* auricular en el paciente con infarto agudo de miocardio de localización anterior.

Miocardiopatía dilatada

La función de reservorio y de contractilidad de la AI, que contribuye al llenado ventricular, está deteriorada en la IC, tanto con fracción de eyección preservada como reducida. El papel predictor de la FA del *strain* auricular también se ha evaluado en este contexto.

En un metaanálisis reciente, el *strain* auricular disminuido en pacientes con miocardiopatía dilatada (MCD) se ha asociado de forma independiente con la aparición de FA⁽⁵⁾. De forma interesante el *strain* podría discriminar entre MCD isquémica y no isquémica.

En una cohorte retrospectiva de 58 pacientes con MCD, de los cuales un 55% era de etiología no isquémica y el 45% restante de etiología isquémica, el *strain* auricular era más bajo en el grupo de la MCD no isquémica⁽⁶⁾. Por ello, se podría considerar que el *strain* auricular se utilizase como una herramienta de distinción entre estas dos entidades.

Los autores del estudio hipotetizan en que, en la MCD no isquémica, la propia aurícula participa en la miocardiopatía y, por lo tanto, esta es la causa por la que los valores de *strain* son más bajos. Además, dos estudios han demostrado que un *strain* auricular disminuido se asocia con una capacidad funcional peor evaluada mediante equivalentes metabólicos estimados⁽⁷⁾ (MET).

En cuanto al pronóstico, por el momento no existe evidencia que demuestre que lo pacientes con MCD y un *strain* auricular reducido tengan un peor pronóstico.

Como resumen, en el contexto de la MCD, el *strain* puede identificar pacientes con más riesgo de desarrollo de FA y con una capacidad funcional peor, y podría distinguir (aunque se debería evaluar en estudios prospectivos y con tamaño muestral más grandes) entre la MCD isquémica y la no isquémica (**Figura 4, Vídeo 5**).

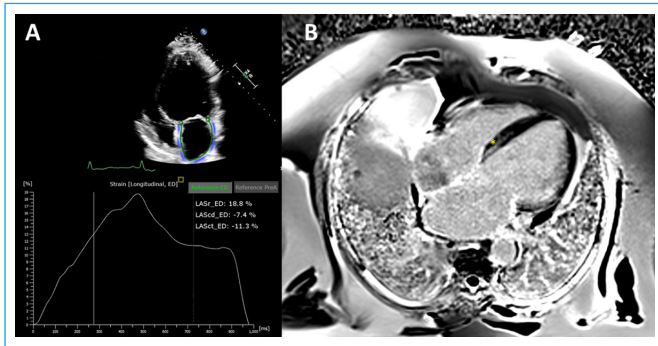
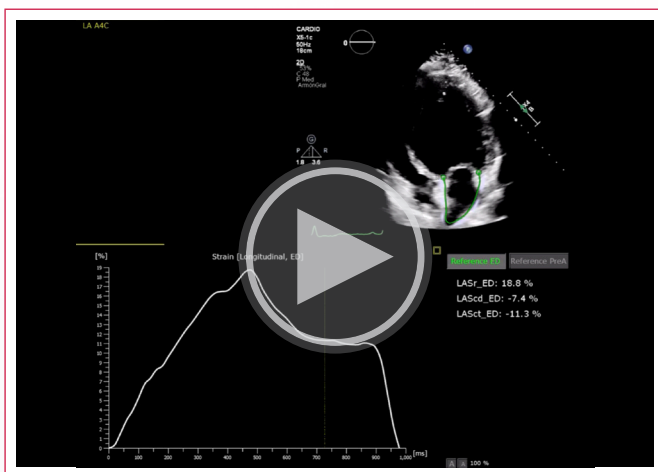


Figura 4. A. Evaluación del *strain* auricular en un paciente con miocardiopatía dilatada. Se muestran valores de *strain* bajos, que se asocian con el desarrollo de una FA durante el seguimiento. B. Secuencia de realce tardío en el mismo paciente, que muestra un realce tardío intramiocárdico septal en el contexto de la miocardiopatía dilatada.



Vídeo 5. Evaluación del *strain* auricular en el paciente con miocardiopatía dilatada.

Miocardiopatía hipertrófica

La miocardiopatía hipertrófica (MCH) es una enfermedad cardíaca, habitualmente heredable de forma autosómica dominante y con penetrancia variable, provocada por mutaciones de los genes que codifican proteínas sarcoméricas, dando lugar a hipertrofia anormal de los miocitos y fibrosis.

La consecuencia de una hipertrofia anormal es la disfunción diastólica, que conlleva un aumento de las presiones de llenado de la AI, provocando daños estructurales, arquitectónicos, contráctiles y electrofisiológicos en la misma y, por ello, los pacientes con MCH están en riesgo de desarrollar taquiarritmias supraventricular, siendo la FA la más prevalente⁽⁸⁾.

En este contexto, el *strain* auricular izquierdo se ha convertido en una herramienta predictora de FA. En una cohorte de 242 pacientes con MCH sin historia previa

de FA, un punto de corte de *strain* auricular reservorio < 23,4% se asoció en el análisis multivariante con la detección de FA durante el seguimiento. En este estudio, un 59% de los pacientes que desarrollaron FA auricular tenían un diámetro de la AI menor de 45 mm⁽⁸⁾. Asimismo, el *strain* auricular reservorio < 23,4% también discriminaba bien los pacientes con más riesgo de desarrollo de FA.

En la misma línea, un metaanálisis de 30 estudios demostró que el *strain* reservorio, conducto y contractilidad se asociaron con la detección de FA durante el seguimiento. Ese mismo metaanálisis también evaluó el papel pronóstico del *strain* auricular en cuanto a eventos cardiovasculares mayores, asociándose el *strain* reservorio, conducto y contractilidad con una tasa mayor de eventos durante el seguimiento⁽⁹⁾.

Por lo tanto, en el contexto de la MCH, el *strain* auricular izquierdo es un marcador más precoz que el diámetro de la AI para la predicción de FA durante el seguimiento y, además, es un marcador pronóstico que identifica pacientes con más riesgo de eventos cardiovasculares mayores durante el seguimiento (**Figura 5, Vídeo 6**).

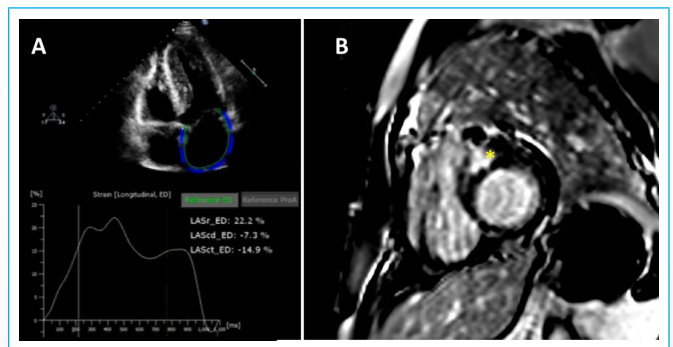
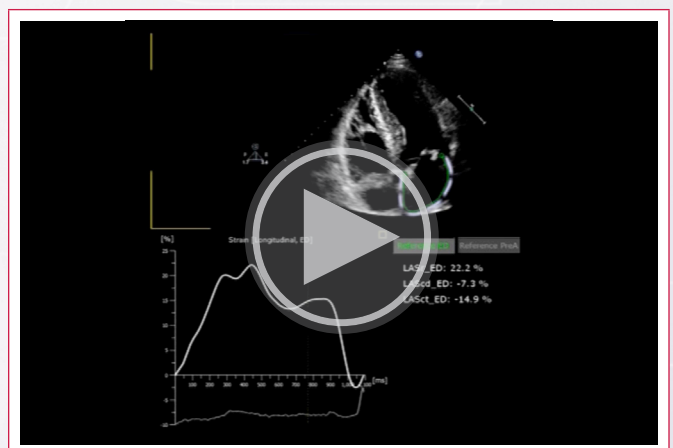


Figura 5. A. Evaluación del *strain* auricular en un paciente con miocardiopatía hipertrófica. Se observa un *strain* < 23,4%, por lo que el paciente tiene más riesgo de desarrollo de FA. B. Secuencia de realce tardío en el mismo paciente, que muestra la presencia de fibrosis intramiocárdica (asterisco amarillo) en la zona de mayor hipertrofia a nivel basal anteroseptal.



Vídeo 6. Evaluación del *strain* auricular en el paciente con miocardiopatía hipertrófica.

Amiloidosis cardíaca

La amiloidosis cardíaca es una miocardiopatía infiltrativa que se produce por el depósito de proteínas anómalas a nivel cardíaco. Entre los 3 tipos más frecuentes se encuentran: la amiloidosis por cadenas ligeras, la amiloidosis por transtirretina no hereditaria y la amiloidosis por transtirretina hereditaria⁽⁹⁾.

La aurícula en el contexto de la amiloidosis también está infiltrada por las proteínas anómalas, lo que conlleva una disfunción auricular, taquiarritmias supraventriculares y formación de trombos. En este contexto, las utilidades del *strain* auricular son varias.

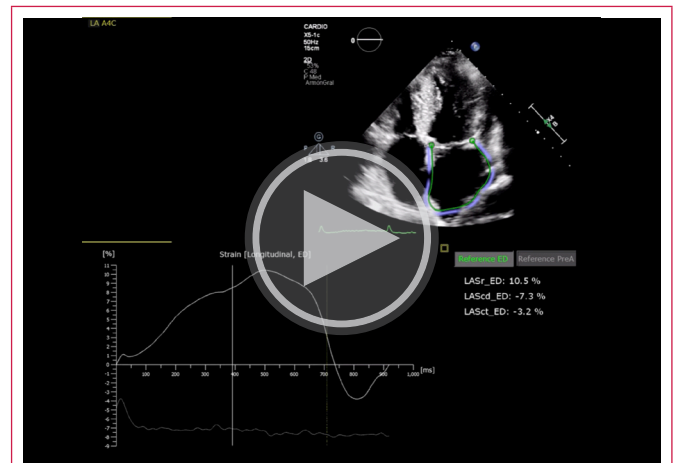
En primer lugar, esta técnica podría distinguir entre amiloidosis cardíaca y cardiopatía hipertensiva⁽⁹⁾. En una cohorte retrospectiva de 69 pacientes, 44 con amiloidosis y 25 con cardiopatía hipertensiva, un punto de corte del *strain* reservorio < 20% tiene una sensibilidad y una especificidad del 86 y del 89%, respectivamente, para detectar amiloidosis cardíaca en comparación con la cardiopatía hipertensiva⁽⁹⁾.

En la misma línea también puede discriminar entre amiloidosis cardíaca y MCH. En una cohorte retrospectiva de 100 pacientes, el *strain* reservorio fue significativamente peor en los pacientes con amiloidosis cardíaca que en los pacientes con MCH.

El *strain* también se ha asociado con la detección de FA en este contexto⁽¹⁰⁾. En una cohorte de 427 pacientes con amiloidosis cardíaca, un punto de corte del *strain* reservorio < 14,4% se asoció con la aparición de FA durante el seguimiento⁽¹⁰⁾.

Además, el *strain* también puede identificar pacientes con alto riesgo trombotico independientemente de la presencia o ausencia de FA. En una cohorte retrospectiva de 159 pacientes con amiloidosis por transtirretina, con un seguimiento de 23 meses en 16 pacientes (10%), se identificó la presencia de trombo en la orejuela izquierda. El grupo que presentó trombo tenía valores peores de *strain* auricular. De los 16 pacientes con trombo, 14 de ellos tenían un *strain* reservorio por debajo de 10% y un *strain* contractilidad por debajo del 3%⁽¹¹⁾.

Como resumen, en la amiloidosis cardíaca, el *strain* es una herramienta que puede ayudar en la diferenciación con otras entidades (como son: la MCH o la cardiopatía hipertensiva) y puede identificar pacientes con más riesgo de FA y de fenómenos embólicos, incluso sin la presencia de FA (Figura 6, Video 7).



Video 7. Evaluación del *strain* auricular en el paciente con amiloidosis cardíaca

Ictus criptogénico

Según la clasificación TOAST, los ictus criptogénicos se definen como «el conjunto de accidentes cerebrovasculares para los que no se ha encontrado una causa, bien porque el estudio es negativo, el estudio es incompleto o existen varias posibles etiologías».

Un subgrupo de ictus criptogénico es el ESUS (*Embolic Stroke of Unknown Source*) que se define como «ictus no lacunares, con ausencia de fuente embólica evidente tras un estudio exhaustivo y que no presentan placas de ateroma significativas en las arterias intra- y extracraneales, en los que una fuente embólica desconocida es la causa más probable». Varios estudios han demostrado el papel del *strain* auricular como predictor de FA en pacientes con ictus criptogénico.

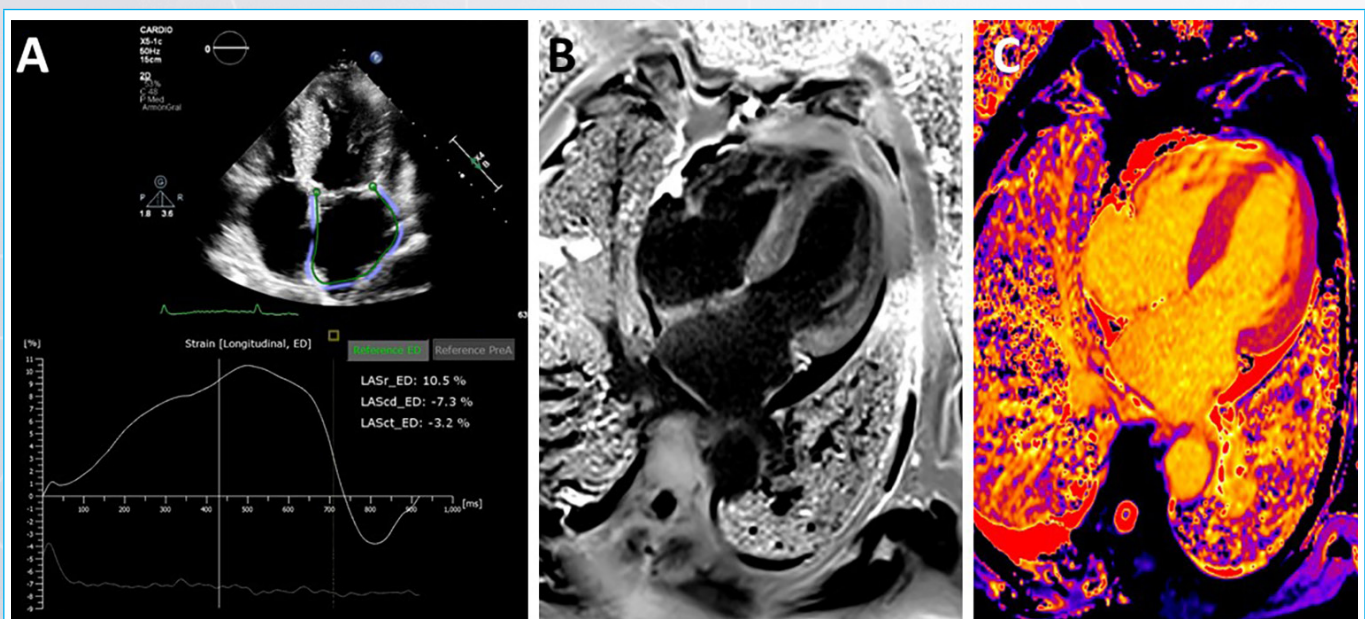


Figura 6. A. Evaluación del *strain* auricular en un paciente con amiloidosis cardíaca. Se observa un *strain* auricular reservorio y bomba bajos que pueden permitir diferenciar pacientes con cardiopatía hipertensiva o miocardiopatía hipertrófica, e identificar a pacientes con más riesgo de FA y de fenómenos embólicos. B. Secuencia de realce tardío en el mismo paciente, que muestra fibrosis difusa e imposibilidad de anular el miocardio. C. Secuencia de mapa T1 nativo en el mismo paciente que muestra valores de T1 marcadamente elevados

En un estudio retrospectivo que incluyó 742 pacientes, 371 con un ictus criptogénico y 371 controles, se demostró que la disfunción auricular subclínica evaluada mediante *strain* auricular izquierdo reservorio se asoció al riesgo de padecer un ictus criptogénico de forma independiente respecto a otros factores de riesgo cardiovascular.

Un estudio prospectivo observacional que incluyó 56 pacientes 26 con ictus criptogénico demostró que el *strain* auricular reservorio disminuido era un predictor independiente del tamaño auricular y de otros parámetros de disfunción auricular de detección de FA en ictus criptogénico.

Pagola *et al.*⁽¹²⁾ demostraron en una cohorte prospectiva de 308 pacientes con ictus criptogénico que el *strain* auricular reservorio <25% y el NTproBNP > 283 pg/mL se asociaron de forma independiente con la detección de FA en pacientes con ictus criptogénico.

Nuestro grupo, recientemente, ha conseguido demostrar en una cohorte prospectiva de 78 pacientes, que la combinación del *strain* auricular contractilidad y el volumen en 3 dimensiones indexado por superficie corporal también se asoció con la detección de una FA subyacente tras un ictus criptogénico⁽¹³⁾.

El *strain* auricular también se ha asociado con el pronóstico de los ictus criptogénicos. Bhat *et al.*⁽¹⁴⁾ en una cohorte retrospectiva de 191 pacientes con un ictus criptogénico llegaron a la conclusión de que el *strain* auricular reservorio < 23% se asociaba con una mayor recurrencia de ictus y de accidente isquémico transitorio durante el seguimiento.

En la misma línea, nuestro grupo demostró en una cohorte prospectiva que un *strain* auricular reservorio < 23% también se asociaba con mayores tasas de eventos en términos del combinado de recurrencia de ictus y de mortalidad por todas las causas⁽¹⁵⁾.

Por lo tanto, el *strain* auricular en el contexto del ictus criptogénico es una herramienta que puede ayudar a la detección de FA subyacente y que puede identificar pacientes con más riesgo de eventos durante el seguimiento (Figura 7).

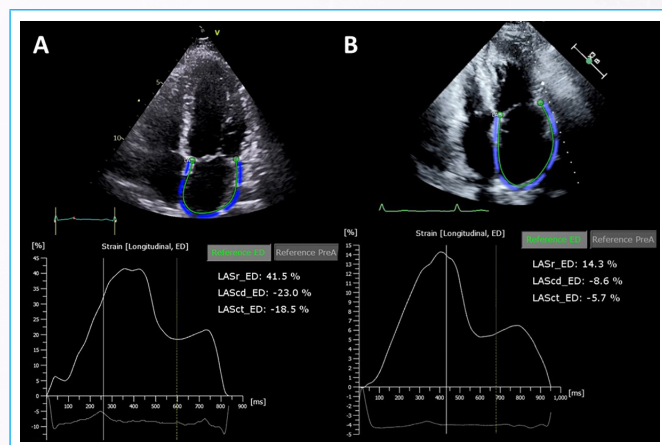


Figura 7. A. Valores normales de *strain* de un paciente con un ictus criptogénico que no desarrolla fibrilación auricular durante el seguimiento. B. Valores reducidos de *strain* auricular en un paciente con un ictus criptogénico que desarrolla una FA durante el seguimiento.

Conclusión

Como conclusión, el *strain* auricular es una técnica ecocardiográfica validada y reproducible, con una curva de aprendizaje corta, que identifica pacientes

con cardiopatía auricular que tienen más riesgo de desarrollo de una FA y de eventos cardiovasculares mayores en distintos contextos clínicos, y que, por lo tanto, justifican su implementación paulatina en la práctica clínica habitual.

Ideas para recordar

- El avance en los *softwares* y la estandarización han facilitado el uso del *strain* auricular.
- El *strain* auricular es una herramienta que permite identificar pacientes con cardiopatía auricular.
- El *strain* auricular identifica pacientes con riesgo de FA y eventos adversos en numerosos escenarios clínicos complejos.

Fuente de Financiación

Los autores declaran que no existen fuentes de financiación para la realización del trabajo

Conflicto de Interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Bibliografía

1. Smiseth OA, Baron T, Marino PN, Marwick TH, Flachskampf FA. Imaging of the left atrium: pathophysiology insights and clinical utility. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;23(1):2-13. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeab191>
2. Badano LP, Koliás TJ, Muraru D, *et al.* Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging [published correction appears in *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018 Jul 1;19(7):830-833]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(6):591-600. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev042>
3. Yuda S, Muranaka A, Miura T. Clinical implications of left atrial function assessed by speckle tracking echocardiography. *J Echocardiogr*. 2016;14(3):104-112. <https://doi.org/10.1007/s12574-016-0283-7>
4. Yu ZX, Yang W, Yin WS, *et al.* Clinical utility of left atrial *strain* in predicting atrial fibrillation recurrence after catheter ablation: An up-to-date review. *World J Clin Cases*. 2022;10(23):8063-8075. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i23.8063>
5. Raafs AG, Vos JL, Henkens MTHM, *et al.* Left Atrial *Strain* Is an Independent Predictor of New-Onset Atrial Fibrillation in Dilated Cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023;16(7):991-992. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2023.01.008>
6. Cao S, Zhou Q, Chen JL, Hu B, Guo RQ. The differences in left atrial function between ischemic and idiopathic dilated cardiomyopathy patients: A two-dimensional speckle tracking imaging study. *J Clin Ultrasound*. 2016;44(7):437-445. <https://doi.org/10.1002/jcu.22352>
7. Kusunose K, Motoki H, Popovic ZB, Thomas JD, Klein AL, Marwick TH. Independent association of left atrial function with exercise capacity in patients with preserved ejection fraction. *Heart*. 2012;98(17):1311-1317. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2012-302007>
8. Hussain K, Nso N, Tsourdinis G, *et al.* A Systematic Review and Meta-analysis of Left Atrial *Strain* in Hypertrophic Cardiomyopathy and its Prognostic Utility: Meta-analysis of Left Atrial *Strain* in Hypertrophic Cardiomyopathy [published online ahead of print, 2023 Oct 18]. *Curr Probl Cardiol*. 2023;102146. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2023.102146>

9. Rausch K, Scalia GM, Sato K, *et al.* Left atrial *strain* imaging differentiates cardiac amyloidosis and hypertensive heart disease. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2021;37(1):81-90. <https://doi.org/10.1007/s10554-020-01948-9>
10. Choi YJ, Kim D, Rhee TM, *et al.* Left atrial reservoir *strain* as a novel predictor of new-onset atrial fibrillation in light-chain-type cardiac amyloidosis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2023;24(6):751-758. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeac269>
11. Donnellan E, Hussain M, Marrouche N, *et al.* Left Atrial *Strain* May Predict Thrombus Formation in Patients With Transthyretin Cardiac Amyloidosis. *JACC Clin Electrophysiol.* 2023;9(8 Pt 1):1418-1420. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2023.03.013>
12. Pagola J, Juega J, Francisco-Pascual J, *et al.* Predicting Atrial Fibrillation with High Risk of Embolization with Atrial *Strain* and NT-proBNP. *Transl Stroke Res.* 2021;12(5):735-741. <https://doi.org/10.1007/s12975-020-00873-2>
13. Vera A, Cecconi A, Ximénez-Carrillo Á, *et al.* Advanced Echocardiography With Left Atrial *Strain* and Indexed Left Atrial Three-Dimensional Volume for Predicting Underlying Atrial Fibrillation After Cryptogenic Stroke. *Am J Cardiol.* 2022;185:87-93. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2022.09.004>
14. Bhat A, Chen HHL, Khanna S, *et al.* Diagnostic and Prognostic Value of Left Atrial Function in Identification of Cardioembolism and Prediction of Outcomes in Patients with Cryptogenic Stroke. *J Am Soc Echocardiogr.* 2022;35(10):1064-1076. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2022.05.018>
15. Vera A, Cecconi A, Ximénez-Carrillo Á, *et al.* Left Atrial *Strain* Predicts Stroke Recurrence and Death in Patients With Cryptogenic Stroke [published online ahead of print, 2023 Oct 25]. *Am J Cardiol.* 2023;210:51-57. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2023.10.001>