

## Comunicación breve

# Area strain: umbrales de normalidad de un nuevo parámetro en sujetos sanos

Leopoldo Pérez de Isla<sup>a,\*</sup>, Mariángel Millán<sup>a</sup>, Vera Lennie<sup>a</sup>, Maribel Quezada<sup>a</sup>, Juan Guinea<sup>a</sup>, Carlos Macaya<sup>b</sup> y José Zamorano<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Imagen Cardiológica, Hospital Carlos III, Instituto Cardiovascular, Madrid, España

<sup>b</sup> Servicio de Cardiología, Hospital Clínico San Carlos, Instituto Cardiovascular, Madrid, España

### Historia del artículo:

Recibido el 29 de noviembre de 2010

Aceptado el 12 de marzo de 2011

On-line el 18 de junio de 2011

### Palabras clave:

Area strain

Ecocardiografía tridimensional

Valores de referencia

### Keywords:

Area strain

Three-dimensional e-echocardiography

Reference values

### RESUMEN

La tecnología ecocardiográfica denominada *three-dimensional wall motion tracking* es capaz de realizar un seguimiento tridimensional del miocardio y obtener múltiples valores de su deformación, entre los que se encuentra el *area strain* (AS), que combina el análisis de la deformación longitudinal y circunferencial del ventrículo izquierdo. Nuestro objetivo es describir el valor sistólico máximo normal de referencia de AS en una muestra de sujetos sanos. Se reclutó a 60 sujetos consecutivos, sin enfermedad ni factores de riesgo cardiovascular conocidos, y se les cuantificó el AS del ventrículo izquierdo. El valor promedio de AS fue  $-38,87 \pm 5,89\%$ . Los valores promedio a nivel de los segmentos basales, medio y apicales fueron  $-38,42 \pm 7,58\%$ ,  $-38,74 \pm 6,34\%$  y  $-43,18 \pm 12,81\%$  respectivamente. Por lo tanto, nuestros resultados muestran, por primera vez, los valores de referencia de AS en sujetos sanos.

© 2011 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Area Strain: Normal Values for a New Parameter in Healthy People

### ABSTRACT

The echocardiographic technology known as three-dimensional wall motion tracking offers three-dimensional images of the myocardium and provides multiple measures of deformation, one of which is known as "area strain" (AS), which combines left ventricular longitudinal and circumferential deformations. Our aim was to describe the normal maximum systolic reference AS value in a sample of healthy subjects. Sixty consecutive subjects without known cardiovascular risk factors or diseases were enrolled, and left ventricular AS was measured. Overall mean AS was  $-38.87 \pm 5.89\%$ . Mean values at the level of the basal, middle, and apical segments were  $-38.42 \pm 7.58\%$ ,  $-38.74 \pm 6.34\%$ , and  $-43.18 \pm 12.81\%$ , respectively. Thus, our results show for the first time the reference values for AS in healthy subjects.

Full English text available from: [www.revespcardiol.org](http://www.revespcardiol.org)

© 2011 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## INTRODUCCIÓN

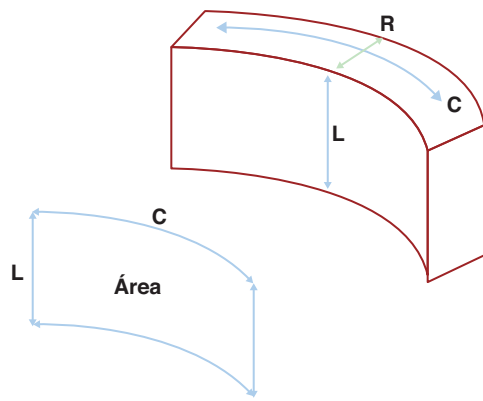
La valoración de la deformación del miocardio ventricular izquierdo y su cuantificación son uno de los pilares de la evaluación de la gran mayoría de los estudios ecocardiográficos. Habitualmente, esta valoración se realiza de una forma subjetiva, lo que implica una significativa variabilidad interobservador e intraobservador, además de asociarse a una importante curva de aprendizaje. Recientemente, la ecocardiografía tridimensional (Eco-3D) se ha incorporado a la rutina clínica de muchos laboratorios de ecocardiografía, aportando numerosas ventajas en la valoración y en el estudio de las afecciones cardíacas<sup>1,2</sup>. En concreto, una nueva tecnología denominada *three-dimensional wall motion tracking* (3D-WMT) es capaz de realizar un seguimiento tridimensional (3D) del miocardio y obtener múltiples valores de su deformación, con un consumo de tiempo muy pequeño<sup>3,4</sup>. Entre estos parámetros, destaca por su novedad y potencial aplicación clínica el *area strain* (AS). Este nuevo parámetro combina el análisis

de la deformación longitudinal y circunferencial del ventrículo izquierdo. Con ello se puede obtener una aproximación a la deformación de la superficie subendocárdica, que es inversamente proporcional a la deformación radial (engrosamiento sistólico y adelgazamiento diastólico) de la pared ventricular y la primera región del endocardio en afectarse en numerosas cardiopatías (fig. 1). Es decir, el seguimiento 3D del desplazamiento miocárdico se puede descomponer en las tres direcciones del espacio, que a nivel del miocardio ventricular izquierdo son la longitudinal, la circunferencial y la radial. Comparando el desplazamiento de dos puntos, podemos obtener la deformación del miocardio o *strain* en cada una de estas tres direcciones. Si combinamos dos de estas dimensiones, obtenemos una superficie. Combinando la deformación longitudinal y la deformación circunferencial en un segmento del miocardio, podemos obtener la deformación de su superficie subendocárdica, que es inversamente proporcional a la deformación del miocardio en la tercera de las dimensiones, en este caso, la radial. Lamentablemente, a día de hoy es un parámetro del que se desconocen sus valores normales de referencia.

Nuestro objetivo es describir el valor sistólico máximo normal de referencia de AS en una muestra de sujetos sanos.

\* Autor para correspondencia: Unidad de Imagen Cardiológica, Hospital Carlos III, Sinesio Delgado 10, 28029 Madrid, España.

Correo electrónico: [leopisla@hotmail.com](mailto:leopisla@hotmail.com) (L. Pérez de Isla).



**Figura 1.** Base teórica del parámetro *area strain*. El miocardio es incompresible. Por lo tanto, durante la sístole, al disminuir su dimensión longitudinal (L) y su dimensión circunferencial (C), debe aumentar su dimensión radial (R), y lo contrario ocurre durante la diástole. El *area strain* es un parámetro que combina la deformación longitudinal con la circunferencial, es decir, valora los cambios porcentuales de la superficie del endocardio. Potencialmente, es un parámetro más fácil de determinar y más sensible a cambios patológicos que la valoración de la deformación radial.

## MÉTODOS

### Población de estudio

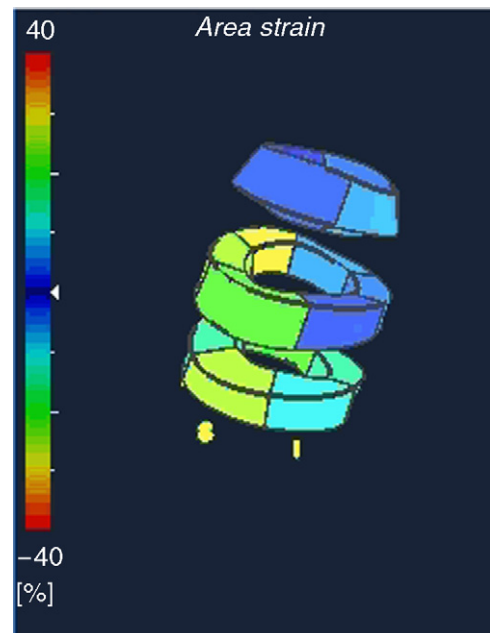
Se reclutó a 60 sujetos consecutivos, sin enfermedad ni factores de riesgo cardiovascular conocidos, en nuestro centro. Los participantes incluidos eran empleados del hospital y pacientes con enfermedades no cardíacas. Todos ellos fueron informados de las técnicas diagnósticas a las que iban a ser sometidos y dieron su consentimiento. Asimismo se incluyó un grupo de 30 pacientes hipertensos de al menos 2 años de evolución, sin otra cardiopatía conocida, para determinar el poder diagnóstico de la variable en estudio.

### Estudio ecocardiográfico bidimensional y tridimensional

A todos los pacientes se les realizó un estudio ecocardiográfico bidimensional y a continuación un estudio Eco-3D con un equipo Artida™ (Toshiba Medical Systems, Japón) y sondas PST-30SBT 1-5 MHz para el estudio bidimensional (2D) y PST-25SX 1-4 MHz para el estudio 3D (Toshiba Medical Systems, Japón). La resolución temporal del estudio 3D osciló entre 17 y 22 volúmenes por segundo. La matriz 3D de datos se almacenó en un sistema digital. Los detalles en profundidad acerca de la adquisición y el análisis de los datos han sido publicados previamente<sup>4,5</sup> (fig. 2). Se obtuvo el valor de AS sistólico máximo total del ventrículo izquierdo de forma semiautomática y el valor medio de cada nivel de segmentos (basal, medio y apical).

### Métodos estadísticos

El programa estadístico empleado fue el PSAW 13.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, Estados Unidos). Los datos cuantitativos se muestran como media  $\pm$  desviación estándar. Los datos cualitativos se muestran como número absoluto (porcentaje). Las comparaciones se realizaron con el test de la  $\chi^2$  o el test de la t de Student. Se repitieron las mediciones de AS en los primeros 20 pacientes por un segundo observador y por el primero en un segundo tiempo para realizar el análisis de reproducibilidad interobservador e intraobservador mediante el coeficiente de correlación intraclase, y los hallazgos se representaron gráficamente empleando el método de



**Figura 2.** Representación tridimensional de la matriz de datos tridimensional empleada para la evaluación de los valores totales y segmentarios de *area strain*. Se trata de una presentación tipo *doughnut* o «en lonchas» a tres niveles: basal, medio y apical del ventrículo izquierdo.

Bland-Altman. Se confirmó que los datos se ajustaban a una distribución normal mediante el test de Kolmogorov-Smirnov.

## RESULTADOS

Se estudió a 60 pacientes, con una media de edad de  $38,37 \pm 14,56$  años, de los que eran varones 31 (51,7%). Ningún paciente fue excluido por mala ventana acústica.

Los valores de las variables ecocardiográficas se muestran en la tabla 1. En esa misma tabla se hallan los valores de AS registrados. El valor sistólico máximo promedio ventricular izquierdo de AS fue del  $-38,87 \pm 5,89\%$ . Los valores promedio a nivel de los segmentos basales, medio y apicales fueron  $-38,42 \pm 7,58\%$ ,  $-38,74 \pm 6,34\%$  y  $-43,18 \pm 12,81\%$  respectivamente. Las desviaciones estándar de dichas medidas también se recogen en la tabla 1. En ella misma se puede observar los resultados de las variables en el grupo de pacientes hipertensos y la existencia de diferencias significativas con el grupo control. Los valores medios de AS por segmento se muestran en la tabla 2.

Es de destacar que el número de segmentos no visualizados y, por lo tanto, no analizados fue de  $3,7 \pm 1,9$ ; fueron pocos los segmentos no visualizados a nivel de los segmentos basales y aumenta su número progresivamente al analizar los segmentos medios y los apicales (tabla 1).

En cuanto al análisis de la variabilidad intraobservador e interobservador (tabla 3), se puede decir que es bastante aceptable, con índices de correlación intraclase  $> 0,7$ , excepto para la variabilidad interobservador a nivel de los segmentos apicales, donde cae por debajo de 0,7 y hasta 0,27 (tabla 3). Los gráficos de Bland-Altman que representan el grado de acuerdo intraobservador e interobservador se pueden ver en la figura 3.

## DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo muestran por primera vez los valores de referencia del nuevo parámetro denominado AS,

**Tabla 1**  
Características basales

Variable	Grupo control	Grupo HTA	p
Varón	31 (51,7)	20 (66,7)	0,1
Edad (años)	38,37 ± 14,56	41,93 ± 14,62	0,28
Grosor septo interventricular (mm)	8,73 ± 1,69	11,31 ± 2,3	< 0,001
Pared posterior (mm)	7,96 ± 2,3	9,24 ± 3,5	< 0,001
DTDVI (mm)	47,02 ± 6,21	51,32 ± 5,24	< 0,001
DTSVI (mm)	29,4 ± 5,63	31,32 ± 7,42	< 0,001
VTDVI (ml)	105,12 ± 31,18	115,47 ± 21,34	< 0,001
VTSVI (ml)	35,06 ± 15,29	37,65 ± 12,64	0,27
Volumen indexado de aurícula izquierda (ml/m <sup>2</sup> )	16,93 ± 6,87	27,34 ± 7,98	< 0,001
Volumen indexado de aurícula derecha (ml/m <sup>2</sup> )	16,65 ± 7,44	19,56 ± 8,45	< 0,001
E (m/s)	0,86 ± 0,2	0,71 ± 0,28	< 0,001
A (m/s)	0,77 ± 0,8	0,92 ± 0,35	< 0,001
Ep (cm/s)	6,80 ± 1,64	7,51 ± 0,56	0,22
AS total (%)	-38,87 ± 5,89	-23,47 ± 4,2	< 0,001
DEAS total (%)	9,23 ± 2,81	9,8 ± 3,5	0,46
AS segmentos basales (%)	-38,42 ± 7,58	-24,29 ± 5,4	< 0,001
DEAS segmentos basales (%)	8,99 ± 3,76	9,9 ± 3,5	0,27
AS segmentos medios (%)	-38,74 ± 6,34	-22,85 ± 4,33	< 0,001
DEAS segmentos medios (%)	7,17 ± 3,22	7,5 ± 3,03	0,63
AS segmentos apicales (%)	-43,18 ± 12,81	-24,5 ± 6,7	< 0,001
DEAS segmentos apicales (%)	7,39 ± 5,74	8,32 ± 6,21	0,66
Segmentos no visualizados (n)	3,7 ± 1,9	3,58 ± 1,79	0,18
Segmentos basales no visualizados (n)	0,08 ± 0,4		
Segmentos medios no visualizados (n)	0,4 ± 0,76		
Segmentos apicales no visualizados (n)	3,2 ± 1,4		

AS: *area strain*; DEAS: desviación estándar del *area strain*; DTDVI: diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo; DTSVI: diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo; Ep: E prima (imagen de Doppler tisular promedio anillos mitrales); HTA: hipertensión arterial; VTDVI: volumen telediastólico del ventrículo izquierdo; VTSVI: volumen telesistólico del ventrículo izquierdo.

Los datos expresan n (%) o media ± desviación estándar.

**Tabla 2**  
Valores medios de *area strain* por segmento

Segmento	AS, %	Segmento	AS, %	Segmento	AS, %	Segmento	AS, %
Basal septal anterior	-37,05	Basal lateral	-39,4	Medio inferior	-45,05	Apical septal	-41,98
Basal septal inferior	-36,9	Basal anterior	-42,1	Medio posterior	-39,98	Apical inferior	-46,14
Basal inferior	-39,32	Medio septal anterior	-37,45	Medio lateral	-37,21	Apical lateral	-39,65
Basal posterior	-37,45	Medio septal inferior	-38,52	Medio anterior	-36,25	Apical anterior	-43,84

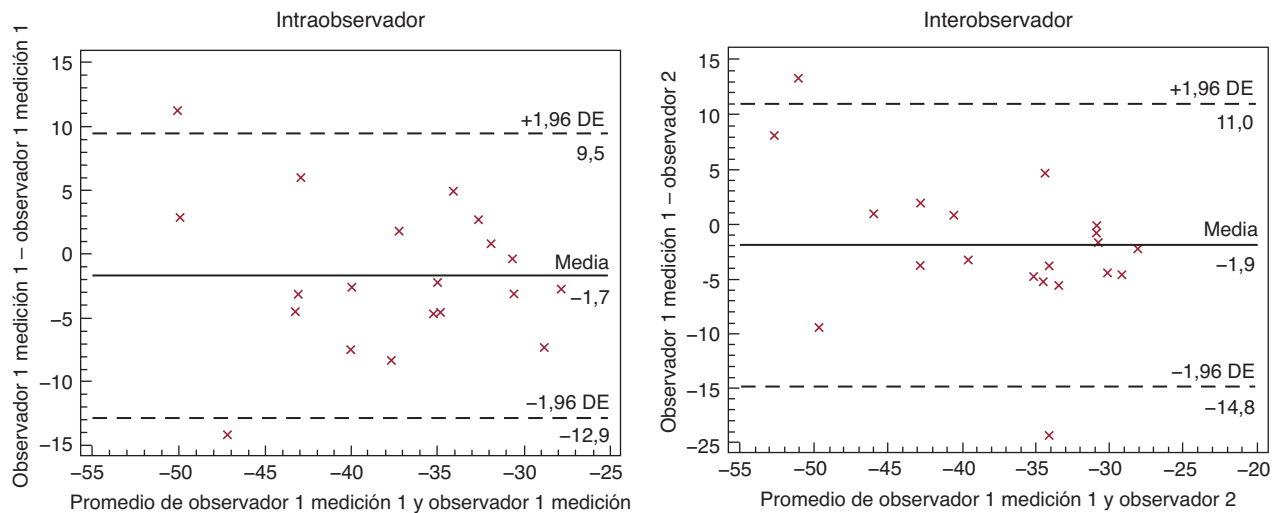
AS: *area strain*.

**Tabla 3**  
Variabilidad intraobservador e interobservador

	CCI (IC del 95%)	p
<i>Intraobservador</i>		
AS total	0,74 (0,57-0,85)	< 0,001
AS basal	0,76 (0,6-0,86)	< 0,001
AS medio	0,71 (0,52-0,83)	< 0,001
AS apical	0,64 (-1,01-0,94)	0,12
<i>Interobservador</i>		
AS total	0,76 (0,29-0,92)	0,005
AS basal	0,78 (0,33-0,92)	0,004
AS medio	0,84 (0,5-0,95)	0,001
AS apical	0,27 (-2,23-0,84)	0,332

AS: *area strain*; CCI: coeficiente de correlación intraclass; IC: intervalo de confianza.

obtenido mediante la tecnología 3D-WMT. El AS es un parámetro que podría tener gran utilidad en el análisis de diferentes cardiopatías y convertirse en un marcador sensible y precoz de daño miocárdico, al ser la región analizada, la capa subendocárdica del miocardio, una de las más y más precozmente afectadas en diferentes problemas cardíacos. Desde que Torrent-Guasp<sup>6</sup> describió la estructura del miocardio («el miocardio ventricular configura una banda extendida desde la raíz de la arteria pulmonar a la raíz de la aorta que delimita, describiendo en el espacio una helicoide, dos cavidades, los llamados ventrículos»), el estudio del desplazamiento del miocardio ventricular ha sido objetivo de especial estudio. El conocimiento de esta disposición espacial de las fibras permite, desde un punto de vista aún teórico, la detección precoz del daño miocárdico, antes de que los mecanismos de compensación puedan mantener en los límites de la normalidad parámetros de evaluación de la función sistólica clásicamente empleados, como ya se ha propuesto en trabajos previos<sup>5</sup>. Este



**Figura 3.** Gráficos de Bland-Altman representando el acuerdo intraobservador e interobservador del cálculo del *area strain*. DE: desviación estándar.

nuevo parámetro, el AS, desde un punto de vista teórico, debe ser más sensible para la detección de anomalías localizadas a nivel del subendocardio, al tratarse de una variable de superficie que combina dos variables longitudinales. Sin embargo, se deben realizar más trabajos para validar esta hipótesis.

La relevancia de los hallazgos de este trabajo reposa en el hecho de que hasta el momento no se han publicado los valores de referencia normales para este parámetro. Sin estos datos, la interpretación de los resultados está muy limitada. Pretendemos que, en vista de los datos aquí presentados, el AS pueda convertirse en un parámetro empleado habitualmente en cualquier laboratorio de ecocardiografía.

Los resultados de este trabajo muestran los valores de referencia y la variabilidad de la medición del AS, así como el grado de acuerdo en las mediciones repetidas por el mismo observador y por diferentes observadores. Es de destacar que el acuerdo tanto intraobservador como interobservador es progresivamente inferior de segmentos basales a segmentos apicales. Este hecho puede explicarse por el mayor número de segmentos con una peor calidad ecocardiográfica existentes a nivel apical y que, por lo tanto, deben ser excluidos o no son evaluados con la misma calidad que los pertenecientes a segmentos medios o basales.

Es importante señalar que una de las principales ventajas del empleo de los parámetros obtenidos mediante la tecnología 3D-WMT es la rapidez y la facilidad con que se puede realizar el análisis de los datos. Como nuestro grupo ha publicado previamente<sup>4</sup>, el empleo de 3D-WMT supone un importante ahorro de tiempo cuando lo comparamos con el empleo de las tecnologías capaces de realizar seguimiento del tejido miocárdico en 2D.

### Limitaciones

La principal limitación es que en la actualidad el único sistema disponible comercialmente para analizar el AS es el empleado en

este estudio. Además, el discretamente bajo *frame-rate* con que trabaja este sistema puede ser otro motivo de crítica. Es necesario subrayar que actualmente no existe una técnica que se pueda considerar como método de referencia para el estudio del AS.

A la vista de los resultados de este trabajo, se puede concluir que la deformación del subendocardio ventricular izquierdo se puede estudiar mediante el análisis del *area strain* obtenido con la tecnología 3D-WMT de una forma rápida y reproducible. Nuestros resultados muestran, por primera vez, los valores de referencia de AS en sujetos sanos.

### CONFLICTO DE INTERESES

El Dr. Leopoldo Pérez de Isla ha recibido en ocasiones puntuales honorarios y gastos de transporte y alojamiento de Toshiba Medical Systems Europe.

### BIBLIOGRAFÍA

- Hung J, Lang R, Flachskampf F, Shernan SK, McCulloch ML, Adams DB, et al. 3D echocardiography: a review of the current status and future directions. *J Am Soc Echocardiogr.* 2007;20:213-33.
- Azar F, Pérez de Isla L, Moreno M, Landaeta A, Refoyo E, López Fernández T, et al. Evaluación de tamaño, función y rangos de normalidad de la asincronía de la aurícula izquierda en sujetos sanos mediante ecocardiografía tridimensional. *Rev Esp Cardiol.* 2009;62:816-9.
- Pérez de Isla L, Vivas D, Zamorano J. Three-Dimensional Speckle Tracking. *Curr Cardiovasc Imag Rep.* 2008;1:25-9.
- Pérez de Isla L, Balcones DV, Fernández-Golfín C, Marcos-Alberca P, Almería C, Rodrigo JL, et al. Three-dimensional-wall motion tracking: a new and faster tool for myocardial strain assessment: comparison with two-dimensional-wall motion tracking. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009;22:325-30.
- Saltijeral A, Pérez de Isla L, Veras K, Fernández MD, Gorissen W, Rementería J, et al. Myocardial strain characterization in different left ventricular adaptive responses to high blood pressure: a study based on 3D-wall motion tracking analysis. *Echocardiography.* 2010;27:1238-46.
- Torrent-Guasp F. Estructura y función del corazón. *Rev Esp Cardiol.* 1998;51:91-102.