

Evaluación de la Función Diastólica Utilizando Ecocardiografía Doppler y Strain Bidimensional

José Maria Del Castillo,^{1,2} Eugenio Soares de Albuquerque,^{1,2} Carlos Antônio da Mota Silveira,^{1,2} Diana Patrícia Lamprea,² Antonia Dulcineide Medeiros Sena¹

ECOPE - Escola de Ecografia de Pernambuco,¹Recife, PE; PROCAPE - Pronto Socorro Cardiológico de Pernambuco Prof. Luiz Tavares, UPE,² Recife, PE – Brasil

Resumen

Fundamento: La evaluación de la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo (VI) presenta significativo número de disfunciones indeterminadas, principalmente cuando la fracción de eyección (FE) está preservada. El strain longitudinal global (SLG), y el strain rate sistólico (SRs) y diastólico precoz (SRd), puede ser útil para reclasificar los pacientes así diagnosticados.

Objetivo: Evaluar, con SLG, SRs y SRd, pacientes con disfunción diastólica, comparar con individuos sanos y verificar el valor aditivo del método.

Métodos: Estudiados 149 pacientes (edad $62,2 \pm 10,6$ años) con disfunción diastólica (49,7% grado 1; 15,4% grado 2; 18,1% grado 3 y 16,8% indeterminada) y 189 individuos sanos (edad $44,5 \pm 13,3$ años). Medidas dimensiones y función del VI y aurícula izquierda (AI), velocidades Doppler mitral y tisular y sus relaciones, SLG, SRs y SRd del VI. Evaluación de los datos por los tests de Kolmogorov-Smirnoff, Kruskal-Wallis, análisis de regresión múltiple y área bajo la curva ROC. Datos significativos cuando $p < 0,05$.

Resultados: En la disfunción diastólica las dimensiones y grosor del VI estaban aumentadas y se verificó menor FE. El Doppler mitral y tisular estaba alterado y el volumen de la AI y la velocidad de reflujo tricúspide estaban aumentados. El SLG y SRs estaban disminuidos en la disfunción grado 2 y 3 y el SRd disminuido ya en la disfunción grado 1, correlacionándose mejor con la disfunción diastólica. El valor de corte de la curva ROC para el SRd fue $1,0 \text{ s}^{-1}$.

Conclusión: La disfunción diastólica complementada con strain rate miocárdico parece acrecentar sensibilidad y especificidad en los casos en que la función diastólica es indeterminada, pudiendo ser usado para reclasificar estos pacientes. (Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2017;30(2):46-53)

Palabras clave: Disfunción Ventricular Izquierda; Complacencia (Medida de Distensibilidad)/fisiología; Ecocardiografía Doppler; Enfermedad de la Arteria Coronaria; Ecocardiografía bajo Estrés.

Introducción

La función diastólica determina el llenado de las cavidades ventriculares por dos mecanismos principales: uno activo, resultante de la contracción de la banda apical ascendente del miocardio helicoidal que, por un mecanismo de contra torsión provoca el llenado ventricular rápido y otro pasivo, consecuencia de la distensibilidad o complacencia miocárdica.¹ Estos mecanismos dependen del estado funcional del miocardio y sus alteraciones ocurren precozmente en todas las condiciones que alteran la función de las cavidades ventriculares. Su determinación es, por lo tanto, muy importante para la identificación de la insuficiencia cardíaca y estratificación clínica de los pacientes.

La evaluación de la función diastólica del ventrículo izquierdo (VI) realizada por la ecocardiografía Doppler se basa en un conjunto de datos que pueden traducir las condiciones hemodinámicas y de carga de las cavidades izquierdas, la dinámica de contracción y relajación de los ventrículos y las presiones de llenado ventricular, auricular y del sistema circulatorio pulmonar.² Por tal motivo son empleados varios parámetros que, en conjunto, pueden proveer una noción de las condiciones dinámicas y presóricas de las cavidades, permitiendo la clasificación de la función diastólica.

Los principales parámetros son el flujo mitral, con la medición de las ondas E y A y su relación, las velocidades del anillo lateral y septal de la válvula mitral obtenidos con Doppler tisular (DT) y su relación con la onda E mitral, el volumen indexado de la aurícula izquierda (AI) y la velocidad del reflujo de la válvula tricúspide (V_{RT}). El análisis de pacientes con la función del VI normal o disminuida permite clasificar los mismos en función diastólica normal (FDN), disfunción diastólica por alteración del relajación, grado 1 (DD-1) con presión del AI normal, disfunción diastólica con patrón seudonormal, grado 2 (DD-2) con aumento de la presión de la AI y disfunción restrictiva, grado 3 (DD-3). Como coadyuvantes pueden ser usados la duración de la onda

Correspondencia: José Maria Del Castillo •

Rua Jorge de Lima, 245, apto 303. Código Postal 51160-070, Salute, Recife, PE - Brasil

E-mail: castillojmd@gmail.com

Artículo recibido el 27/9/2016; revisado el 13/10/2016; aceptado el 6/2/2017.

DOI: 10.5935/2318-8219.20170012

Artículo Original

A del flujo mitral, la duración del flujo reverso atrial y la relación entre las ondas sistólica y diastólica del flujo de las venas pulmonares, la maniobra de Valsalva y el tiempo de relajación isovolumétrico. Cuando algunas de las condiciones no son llenadas la disfunción diastólica es clasificada como indeterminada (DD-i).

Los métodos de deformación miocárdica sistólica (strain longitudinal global y strain rate sistólico) y diastólica (strain rate diastólico precoz), aunque sean citados como suplementarios, no son empleados en la evaluación sistemática de la disfunción diastólica debido a la variabilidad entre equipos y softwares de análisis. Recientes acuerdos, entre tanto, fueron realizados entre las sociedades de ecocardiografía y los principales fabricantes de equipos y softwares,³ resultando en mejor normalización de esos análisis, obteniéndose datos más reproducibles.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es analizar, por la técnica de *speckle tracking* con las modalidades de strain longitudinal global (SLG), strain rate sistólico (SRs) y strain rate diastólico precoz (SRd), la función diastólica en pacientes previamente clasificados por la ecocardiografía Doppler, con la finalidad de determinar el valor aditivo del método en la estratificación de pacientes e individuos sanos y utilizar estos parámetros para evaluar pacientes con DD-i.

Método

Fueron analizados retrospectivamente 338 exámenes de ecocardiografía, siendo 189 en individuos sanos, con media etaria $44,5 \pm 13,3$ años, 108 del sexo femenino (57%) y en 149 en pacientes portadores de diversos grados de disfunción diastólica, con media etaria $62,2 \pm 10,6$ años, 90 del sexo femenino (60%). Los pacientes presentaron la siguiente

distribución: 25 con DD-i (16,8%), 74 con DD-1 (49,7%), 23 con DD-2 (15,4%) y 27 con DD-3 (18,1%).

Todos los pacientes e individuos sanos estaban en ritmo sinusal, sin evidencias de calcificación del anillo mitral o enfermedad pericárdica. La fracción de eyección del VI (FE) estaba normal en la mayoría de los individuos sanos ($\geq 54\%$ para el sexo femenino y $\geq 52\%$ para el sexo masculino),⁴ sin embargo, en algunos casos estaba discretamente disminuida, así como en los pacientes con DD-i y DD-1. La FE estaba disminuida en la mayoría de los pacientes con DD-2 y DD-3. El examen ecocardiográfico fue de calidad satisfactoria, permitiendo el registro de por lo menos 15 segmentos del VI para análisis de la deformación miocárdica.⁵

En todos los pacientes e individuos sanos fue realizado el ecocardiograma convencional, determinando las dimensiones del VI (diámetros diastólico y sistólico, espesor de septo y pared), diámetros de la aorta y AI, FE por el eco bidimensional (2D) y volumen indexado del AI. Fue calculado el índice de masa del VI y el espesor relativo de las paredes. Con Doppler fueron determinadas las velocidades de las ondas E y A mitral y su relación y, cuando está presente, la V_{RT} . Con DT fue medida la velocidad de la onda e' en el anillo lateral de la válvula mitral (e'_{lat}) y la relación E/e'_{lat} . Debido a que la gran parte de los exámenes analizados retrospectivamente no tienen registro de la velocidad de la onda e' septal con DT, no fue calculada su relación con la onda E del flujo mitral así como la relación E/e' media. Con ecocardiografía 2D usando la técnica de *speckle tracking* fue calculado el SLG del VI por los cortes apicales de cuatro, dos y tres cámaras y el SRs y SRd (Figuras 1 y 2).

Para el análisis Doppler de la función diastólica fueron seguidas las recomendaciones más recientes.² Se consideró DD-1, relajación alterado con presión de AI normal, la que presentaba velocidad de la onda E mitral ≤ 50 cm/s y relación

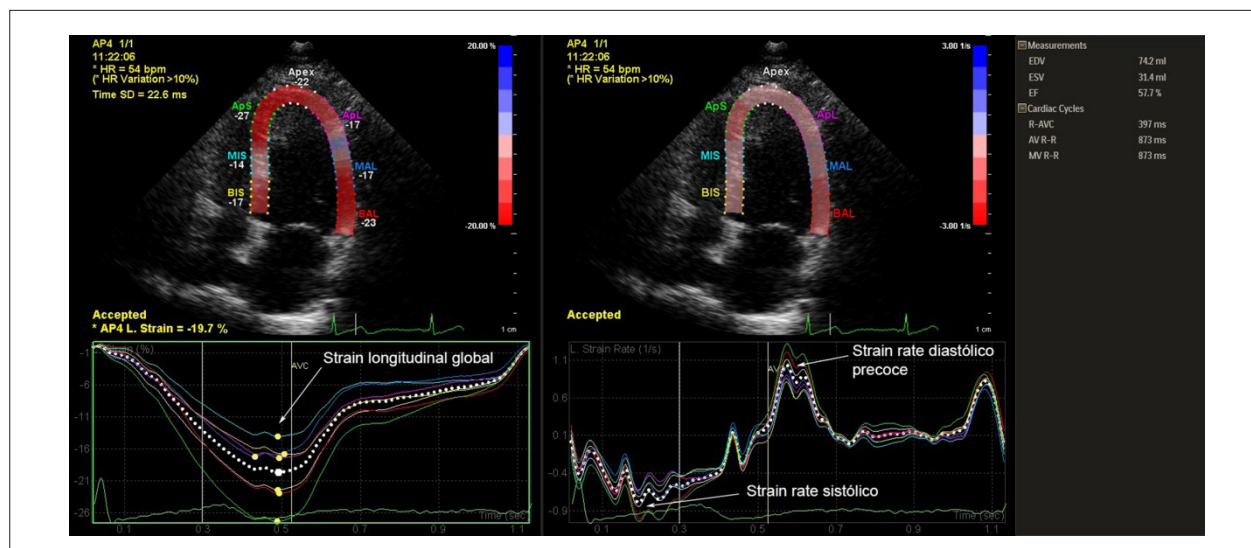


Figura 1 – Strain longitudinal obtenido desde la posición apical longitudinal y strain rate sistólico y diastólico precoz obtenido desde la misma posición, evaluados con el software Qlab 10[®].

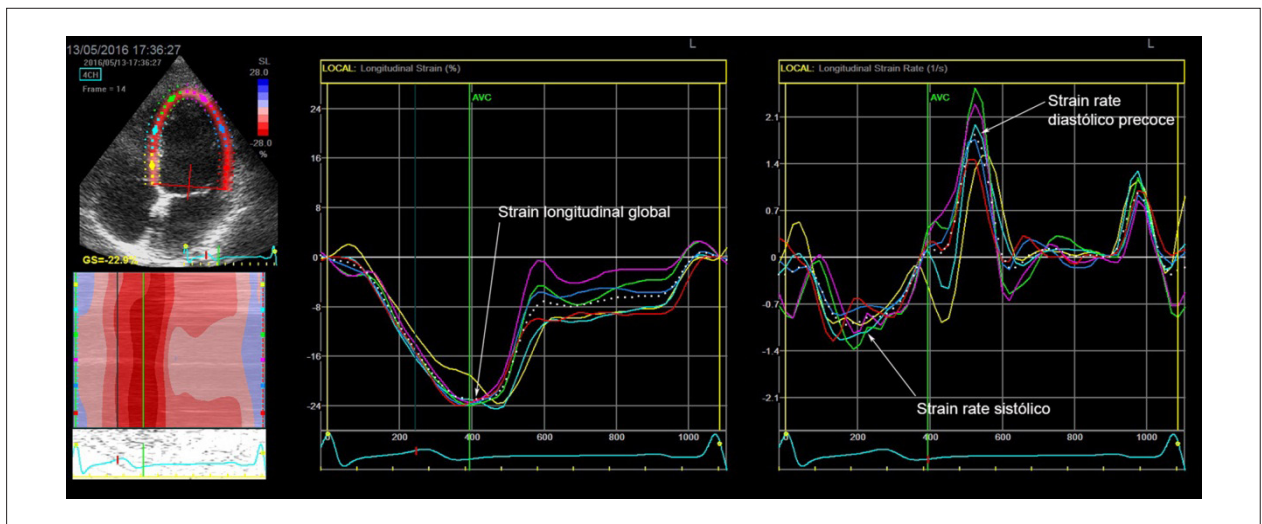


Figura 2 – Strain longitudinal obtenido desde la posición apical de cuatro cámaras y strain rate sistólico y diastólico precoz obtenido desde la misma posición, evaluados con el software Echopac 201®.

$E/A \leq 0,8$ con onda $E'_{lat} \leq 10$ cm/s y relación $E/e'_{lat} < 15$. La DD-2, pseudonormal, fue diagnosticada cuando la relación E/A fue $\leq 0,8$ con velocidad de la onda $E > 50$ cm/s o cuando la relación $E/A > 0,8$ y $< 2,0$ con señales indicativas de aumento de la presión de la AI. La DD-3, restrictiva, fue diagnosticada cuando la relación E/A del flujo mitral fue $\geq 2,0$ con señales indicativas de aumento de la presión de la AI. Los parámetros indicativos de aumento de la presión de la AI fueron: relación $E/e'_{lat} \geq 15$, volumen indexado de la AI > 34 ml/m² y $V_{RT} > 2,8$ m/s. En los casos en fueron evaluados los tres parámetros la presión de la AI estaba aumentada cuando dos de ellos llenaban los criterios. Cuando fueron evaluados apenas dos parámetros, ambos positivos indicaron presión de la AI aumentada, ambos negativos, presión de la AI normal y un positivo y un negativo, DD-i.

Los exámenes fueron realizados con equipos HD15, CX50 y IE33 (Philips Healthcare, Andover, MA, USA) y analizados con el software Qlab 10® y con equipo Vivid T8 (General Electric Healthcare, Horten, Norway) analizados con el software Echopac 201®.

Fue calculada la media y desviación estándar de todos los datos. Los datos demográficos, las dimensiones y los parámetros de función fueron comparados por el test de Kolmogorov-Smirnoff. La reproductibilidad de los datos demográficos entre los grupos con disfunción diastólica e individuos sanos fue testeada por el coeficiente de correlación intraclase. Para comparación de los parámetros que evalúan la función diastólica (Doppler mitral, DT, volumen indexado de la AI y V_{RT}) y para los parámetros de deformación miocárdica (SLG, SRs y SRd) fue utilizada el análisis de varianza de Kruskal-Wallis comparando los valores individuales por el método de Dunn. El análisis de regresión múltiple fue utilizado para verificar como los parámetros del *speckle tracking* se correlacionaron con la disfunción diastólica. La sensibilidad y especificidad de los parámetros de *speckle tracking* fueron determinadas por medio del

área bajo la curva ROC. Los resultados fueron considerados significativos cuando $p < 0,05$.

Resultados

Los datos demográficos presentaron diferencia significativa en la edad y en la altura entre los individuos sanos y los pacientes con disfunción diastólica. (Tabla 1). Para testear si los grupos eran comparables fue utilizado el coeficiente de correlación intraclase que demostró alto índice de reproductibilidad ($F = 12,8183$; $CCI = 0,8854$; $p < 0,0001$).

Entre los individuos con FDN, 168 no presentaban alteraciones al ecocardiograma, 38 eran hipertensos en tratamiento clínico y 17 diabéticos compensados. Cinco individuos tenían insuficiencia mitral discreta, sin repercusión hemodinámica; cuatro fueron anteriormente sometidos a tratamiento quimioterápico; cuatro presentaban obesidad moderada;⁶ tres tenían hipertrofia ventricular izquierda discreta; tres presentaban aneurisma del septo auricular; uno tenía enfermedad arterial coronaria tratada con inserción de stent, sin alteraciones de la contractilidad segmentaria y uno era portador de prolapso de la válvula mitral (displasia fibro-elástica) con reflujo de grado discreto.

Entre los pacientes con disfunción diastólica, 34 no tenían alteraciones ecocardiográficas (excepto las alteraciones diastólicas); 34 eran hipertensos; 16 eran diabéticos compensados; 30 tenían cardiopatía chagásica; 15 tenían reflujo mitral o aórtico discreto; 10 presentaban hipertrofia del VI; 7 cardiomiopatía dilatada; 7 enfermedad arterial coronaria; 5 fueron sometidos a quimioterapia; dos tenían examen compatible con miocarditis; dos eran portadores de prolapso de la válvula mitral; uno tenía cardiomiopatía no compactada; un aneurisma del septo auricular y un cardiomiopatía restrictiva.

Comparados con los individuos sanos se verificó que las dimensiones del VI, el espesor de las paredes y el índice de masa fueron mayores en los individuos con disfunción diastólica, mientras estos presentaron menor FE (Tabla 2).

Tabla 1 – Datos demográficos de los individuos sanos y pacientes con disfunción diastólica

Grupo	N	Sexo	Edad (años)	Peso (kg)	Altura (cm)	SC (m ²)
Individuos sanos	189	108 femenino 81 masculino	44,56 ± 13,35	72,27 ± 15,06	165,83 ± 8,11	1,78 ± 0,21
Disfunción diastólica	149	90 femenino 59 masculino	62,19 ± 10,64	69,43 ± 13,94	161,82 ± 9,94	1,71 ± 0,22
Análisis estadístico			P < 0,01	Ns	P < 0,01	ns

Valores expresados en media y desviación estándar de la media. SC: superficie corporal.

Tabla 2 – Dimensiones del VI, índice de masa, volumen indexado de la AI y FE en individuos sanos y con disfunción diastólica

Grupo	DdVI (mm)	DsVI (mm)	EdS (mm)	EdP (mm)	Índice de masa (g/m ²)	Espesor Relativo	FE (%)
Individuos sanos	47,14 ± 4,52	29,74 ± 3,14	7,95 ± 1,14	7,76 ± 1,10	71,18 ± 16,90	0,33 ± 0,04	56,99 ± 3,58
Disfunción diastólica	52,01 ± 9,54	35,85 ± 11,64	8,46 ± 1,45	8,30 ± 1,38	89,98 ± 31,64	0,33 ± 0,08	51,03 ± 12,33
Análisis estadística	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,01	ns	p < 0,01

DdVI: diámetro diastólico del VI; DsVI: diámetro sistólico del VI; EdS: espesor diastólico del septo; EdP: espesor sistólico del septo; FE: fracción de eyección. Valores expresados en media y desviación estándar de la media.

Los parámetros que determinaron la función diastólica, Doppler mitral, DT, volumen indexado de la AI y V_{RT} fueron analizados en grupos clasificados según la metodología recomendada por las sociedades de ecocardiografía² en FDN, DD-i, DD-1, DD-2 y DD-3. Cuando fueron comparados con los individuos con FDN, utilizando el análisis de varianza de Kruskal-Wallis todos los parámetros de función diastólica presentaban diferencia significativa ($p < 0,0001$). La comparación individual entre los parámetros de cada grupo utilizando la metodología de Dunn evidenció disminución de la velocidad de la onda E en los grupos DD-i y DD-1 ($p < 0,05$), sin alteración significativa en los grupos DD-2 y DD-3. La relación E/A del flujo mitral estaba disminuida en los grupos DD-i, DD-1 y DD-2 ($p < 0,05$) y aumentada en el grupo DD-3 ($p < 0,05$). Hubo disminución de la velocidad de la onda E'_{lat} en los grupos DD-i, DD-1, DD-2 y DD-3 ($p < 0,05$). También hubo aumento del volumen indexado de la AI en los grupos DD-2 y DD-3 ($p < 0,05$) y de la V_{RT} en los grupos DD-1, DD-2 y DD-3 ($p < 0,05$) (Tabla 3).

El SRs del VI presentó disminución gradual y significativa a la medida que aumentó el grado de disfunción diastólica. El SRd presentó disminución significativa en todos los grupos con disfunción diastólica, cuando fue comparado al sano, pero no hubo diferencia entre los grupos con disfunción (Tabla 4).

El coeficiente de correlación múltiple, utilizado para comparar los parámetros de deformación diastólica entre los individuos sanos y los diversos grados de disfunción diastólica evidenció una correlación global con r^2 de 0,65 y $p < 0,0001$. En la evaluación de los coeficientes parciales el SLG no evidenció correlación significativa ($t = 1,7892$ y $p = 0,076$), el SRs se mostró significativo ($t = 2,2687$ y $p = 0,025$) y el SRd altamente significativo ($t = -8,115$ y $p < 0,0001$).

La determinación de la sensibilidad y especificidad por el área bajo la curva ROC demostró los siguientes datos: para el SLG el valor de corte fue de -17%. Valores inferiores indicarían disfunción diastólica del VI con sensibilidad de 44,35% y especificidad de 97,35%. Para el SRs el valor de corte fue de -0,94 s^{-1} . Valores inferiores indicarían disfunción diastólica con sensibilidad de 72,67% y especificidad de 91,51%. Para el SRd el valor de corte fue de 1,0 s^{-1} . Valores inferiores indicarían disfunción diastólica con sensibilidad de 83,9% y especificidad de 100% (Gráfico 1).

Los valores medios de los parámetros de deformación (SLG, SRs y SRd) en los individuos sanos con FDN fueron normales, sin embargo, cinco casos (2,6%) presentaron SLG < -17% aislada y nueve (4,8%) SRs < -0,94 s^{-1} . Ningún individuo sano presentó SRd < 1,0 s^{-1} . Entre los pacientes con DD-i los valores medios del SLG y del SRs estaban normales, pero tres (12%) presentaron SLG < -17% y seis (24%) SRs < -0,94 s^{-1} . El valor medio del SRd estaba disminuido y en 10 pacientes (40%) el SRd era < 1,0 s^{-1} . En los pacientes con DD-1 los valores medios del SLG y del SRs estaban normales y 12 pacientes (18%) presentaron SLG < -17%, 10 pacientes (13,5%) SRs < -0,94 s^{-1} y 17 (23%) SRd < 1,0 s^{-1} . En los pacientes con DD-2 los valores medios de los SLG, SRs y SRd estaban disminuidos y 15 (65%) tenían SLG < -17%, 16 (69,5%) SRd < -0,94 s^{-1} y 21 (91%) SRd < 1,0 s^{-1} . Entre los pacientes con DD-3 los valores medios de todos los parámetros de deformación estaban disminuidos y el SLG fue < -17% y el SRs fue < -0,94 s^{-1} en todos los pacientes (100%). El SRd fue < 1,0 s^{-1} en 26 pacientes (96%) (Tabla 4).

Utilizando el valor de corte del área bajo la curva ROC para SRd < 1,0 s^{-1} (AUC 0,95, $p < 0,0001$) en los pacientes con DD-i, 10 de los 25 pacientes (40%) podrían ser clasificados como DD-1 sin aumento de la presión de la AI, 12 (48%) como

Tabla 3 – Datos del Doppler mitral, Doppler tisular, volumen indexado de la aurícula izquierda (AI) y velocidad de reflujo tricúspide (V_{RT}) en individuos sanos y pacientes con disfunción diastólica indeterminada (DD-i), grado 1 (DD-1), grado 2 (DD-2) y grado 3 (DD-3)

Grupo		Velocidad E mitral (cm/s)	Relación E/A	Velocidad e' lateral (cm/s)	Relación E/e'	Volumen indexado AI (ml/m ²)	V_{RT} (m/s)
Individuos sanos	M	80,94	1,38	14,68	5,76	20,15	2,42
	DP	13,78	0,44	3,39	1,20	5,06	0,18
DD-i	M	64,39	0,84	9,38	7,09	22,49	2,67
	DP	11,78	0,19	1,06	1,67	11,08	0,25
DD-1	M	38,03	0,64	8,50	4,61	20,78	2,72
	DP	2,42	0,11	1,28	0,93	7,68	0,30
DD-2	M	79,37	0,99	5,45	14,56	36,49	3,10
	DP	18,52	0,25	1,20	0,97	12,61	0,35
DD-3	M	96,49	2,77	5,96	16,54	54,02	3,45
	DP	29,45	1,00	1,62	3,93	18,90	0,56
Análisis de varianza	M	p < 0,0001	p < 0,0001	p < 0,0001	p < 0,0001	p < 0,0001	p < 0,0001
	DP						

M: media; DP: desviación estándar; p: significación de p.

Tabla 4 – Datos de la deformación miocárdica en individuos sanos con función diastólica normal (FDN) y pacientes con disfunción diastólica indeterminada (DD-i), grado 1 (DD-1), grado 2 (DD-2) y grado 3 (DD-3)

Grupo	SLG (%)	SRs (s ⁻¹)	SRd (s ⁻¹)
FDN	-20,92 ± 2,54	-1,14 ± 0,15	1,40 ± 0,22
DD-i	-19,72 ± 2,76	-0,99 ± 0,15	0,96 ± 0,30
DD-1	-19,07 ± 2,77	-0,97 ± 0,17	0,87 ± 0,29
DD-2	-15,96 ± 4,41	-0,81 ± 0,20	0,79 ± 0,25
DD-3	-9,52 ± 2,84	-0,58 ± 0,16	0,67 ± 0,25
Análisis multivariado	t = 1,7892 p = 0,076	t = 2,2687 p = 0,025	t = -8,115 p < 0,0001

Valores expresados en media y desviación estándar de la media. SLG: strain longitudinal global del VI; SRs: strain rate sistólico del VI; SRd: strain rate diastólico precoz del VI; t: valor del test "t"; p: significación de "p".

con FDN, dos (8%) permanecerían como DD-i y un paciente (4%) sería considerado DD-2 (Tabla 5).

Discusión

La detección de disfunción diastólica es de fundamental importancia para la estratificación, tratamiento medicamentoso y seguimiento de los pacientes, con implicancias pronósticas importantes, pues la disfunción diastólica, aun en los casos con función sistólica preservada, se asocia con aumento de la morbimortalidad semejante al observado en casos de insuficiencia cardíaca con disfunción sistólica.⁷

Los parámetros convencionales de análisis, con velocidades del flujo mitral, DT del anillo mitral, volumen indexado de la AI y V_{RT} eventualmente asociado con maniobras o mediciones coadyuvantes, según recomendación de los guidelines clasifican algunos pacientes como con DD-i, produciendo cierto grado

de confusión, principalmente para el cardiólogo clínico que recibe el resultado del examen y precisa definir una conducta para su paciente. Aunque no exista aun una clara noción del impacto que esta clasificación produciría sobre la evaluación de los pacientes, creemos que entre 10 y 20% de los diagnósticos de DD-1 realizados por la antigua directriz, hoy serían considerados indeterminados. Así, herramientas capaces de reclasificar estos pacientes serían de gran importancia clínica.

Los métodos de deformación miocárdica, SLG, SRs y SRd, citados en las recomendaciones como suplementarios, después del consenso con la industria³ deben presentar resultados más robustos y comparables. Estos parámetros pueden ser importantes coadyuvantes para detección de la disfunción diastólica, con principal destaque para el strain rate diastólico precoz (SRd), medido al nivel de la onda E' del trazado (Figuras 1 y 2). El strain rate es la tasa de deformación, o sea, el tiempo en que la deformación se produce, midiendo, en términos generales, la eficiencia

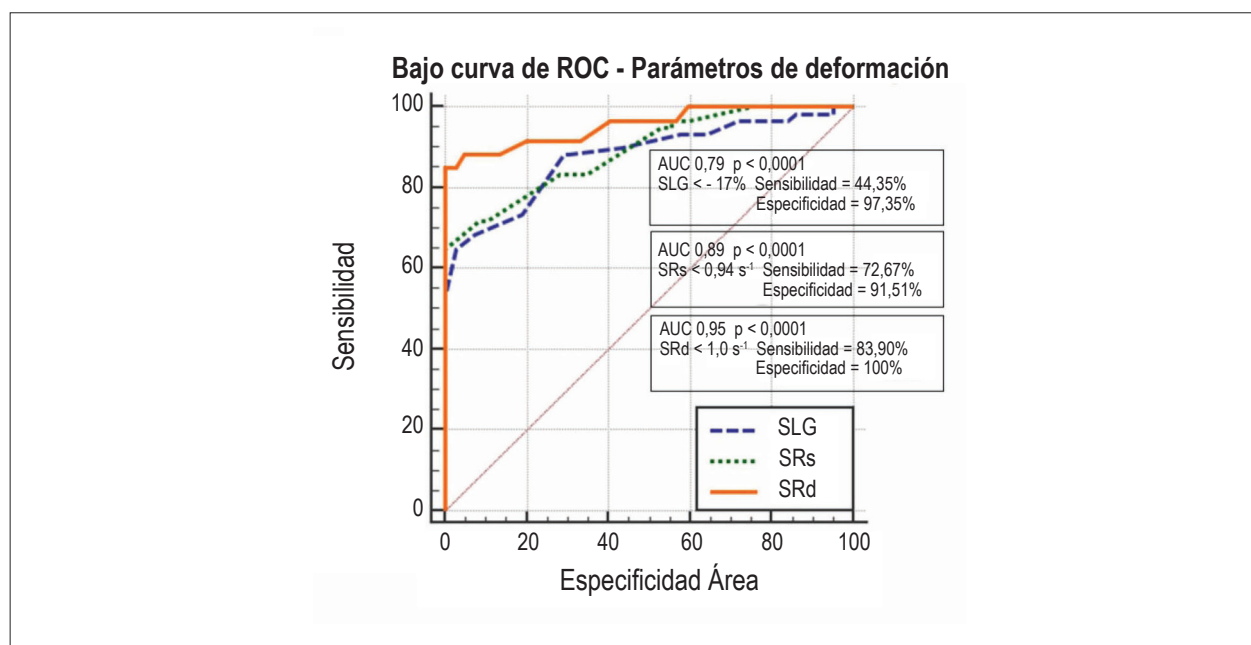


Gráfico 1 – Área bajo la curva ROC de los parámetros de deformación miocárdica entre individuos sanos y pacientes portadores de diversos grados de disfunción diastólica.

Tabla 5 – Reclasificación de los pacientes con disfunción diastólica indeterminada (DD-i) analizados utilizando los parámetros de deformación en función diastólica normal (FDN), disfunción diastólica grado 1 (DD-1) y disfunción diastólica grado 2 (DD-2)

	Edad (años)	FE (%)	VolAI (ml/m ²)	Onda E (cm/s)	Rel E/A	Onda E' (cm/s)	Rel E/e'	SLG (%)	SRs (s ⁻¹)	SRd (s ⁻¹)	V _{RT} (m/s)
FDN	57,00	58,50	19,81	65,53	0,78	9,63	6,89	-20,50	-1,11	1,13	2,40
	6,63	2,81	4,96	12,45	0,08	1,00	1,56	2,07	0,07	0,12	0,10
DD-i	65,33	56,67	18,69	58,53	0,80	9,09	6,51	-18,67	-1,03	1,13	3,00
	10,69	3,21	2,94	5,10	0,06	1,30	0,91	2,52	0,06	0,50	0,20
DD-1	67,20	57,70	26,85	68,11	0,77	9,17	7,51	-19,10	-0,90	0,77	2,76
	8,27	4,14	16,12	15,96	0,05	1,11	1,97	3,48	0,12	0,11	0,19
DD-2	66,00	51,00	46,00	97,80	1,08	8,43	11,60	-16,00	-0,80	0,60	3,00

FE: fracción de eyección; VolAI: volumen indexado del AI; Onda E: velocidad de la onda E mitral; Rel E/A: relación entre las ondas E y A mitral; Onda E': velocidad de la onda E' del anillo lateral mitral; Rel E/e': relación onda E mitral y onda E' tisular; SLG: strain longitudinal global del VI; SRs: strain rate sistólico del VI; SRd: strain rate diastólico precoz del VI; VRT: velocidad de reflujo tricúspide.

de esa deformación, sea esta sistólica o diastólica.⁸ Los parámetros de deformación miocárdica se alteran gradualmente en la disfunción diastólica.⁹⁻¹¹ El SLG se encuentra disminuido en la disfunción diastólica en pacientes con función sistólica preservada con disminución de la capacidad al ejercicio.¹² En el presente trabajo observamos disminución del SLG en la DD-2 y DD-3, cuando hubo aumento de la presión de la AI (Gráfico 2A). El SRs también presentó disminución más acentuada en la DD-2 y DD-3 (Gráfico 2B). El SRd disminuyó en todas las formas de disfunción diastólica (Gráfico 2C).

Como el valor de corte obtenido por medio de las áreas bajo las curvas ROC para SRd <math>< 1,0\text{ s}^{-1}</math> (AUC 0,95, $p < 0,0001$) sería indicativo de disfunción diastólica, con buena sensibilidad y alta especificidad, este parámetro de deformación podría ser utilizado para reclasificar los casos de DD-i. De esta manera,

10 de los 25 pacientes con DD-i (40%) serían clasificados como DD-1 sin aumento de la presión de la AI.

Limitaciones

Las principales limitaciones son resultantes de la propia metodología empleada para separar los pacientes en tipos de disfunción diastólica. Debido al grado de incerteza proporcionado por el análisis con Doppler de flujo mitral y Doppler tisular, un número significativo de pacientes es clasificado como con disfunción diastólica indeterminada. Las disfunciones diastólicas más severas son más fácilmente diagnosticadas, pues exhiben señales de aumento de la presión de la AI (relación E/e' > 15, volumen indexado de la AI > 34 ml/m² y velocidad de reflujo tricúspide > 2,8 m/s).

Los parámetros que evalúan la deformación miocárdica son de fácil obtención, bastando apenas tres proyecciones apicales, pero los resultados dependen de la calidad de las imágenes bidimensionales y de la frecuencia cardíaca, ya que hay necesidad de una adecuada velocidad de adquisición de cuadros que puede ser perjudicada por la taquicardia. Debe ser calculada la media de las medidas obtenidas en las tres proyecciones.

Los exámenes fueron realizados en equipos de dos fabricantes diferentes y por tres operadores, pero no hubo diferencias significativas en los resultados de los mismos. Fue testeada la compatibilidad, en otro trabajo de nuestra autoría,¹³ evaluando pacientes e individuos sanos, obteniéndose buena correlación entre los equipos (correlación de Pearson, $r = 0,89$ para SLG y SRs) y buena correlación interobservador (Pearson, $r = 0,81$).

Conclusión

El diagnóstico ecocardiográfico de la función diastólica utilizando el Doppler de flujo mitral y el Doppler tisular del anillo mitral, asociado al volumen indexado de la AI y la velocidad de reflujo tricúspide puede presentar resultados ambiguos en algunos pacientes con disfunción discreta y función sistólica preservada. Estos casos son catalogados como disfunción diastólica indeterminada. El agregado de los métodos que evalúan la deformación miocárdica, principalmente el strain rate diastólico precoz, parecen acrecentar sensibilidad y, principalmente, especificidad al método convencional, lo que permitiría reclasificar algunos pacientes para la disfunción diastólica grado 1 o grado 2. Trabajos más extensos son necesarios, entre tanto, para consolidar el método que parece bastante útil para llenar esta laguna dejada por el Doppler convencional. De la mayor importancia será asociar estos hallazgos con los resultados del

tratamiento clínico en los pacientes reclasificados y en los portadores de disfunción diastólica establecida, para verificar el valor aditivo de los parámetros de deformación, la eficacia del tratamiento y la mejora de los parámetros de disfunción.

Agradecimientos

A los Doctores José Sebastião de Abreu y André Cerqueira de Almeida por la valiosa colaboración en la revisión del manuscrito. Sus observaciones y sugerencias fueron de fundamental importancia para los resultados y conclusiones del trabajo.

Contribución de los autores

Concepción y diseño de la investigación: Del Castillo JM; Obtención de datos: Del Castillo JM, Albuquerque ES, Silveira CAM; Análisis e interpretación de los datos: Del Castillo JM; Análisis estadístico: Del Castillo JM; Redacción del manuscrito: Del Castillo JM; Revisión crítica del manuscrito respecto al contenido intelectual importante: Del Castillo JM, Albuquerque ES, Silveira CAM, Lamprea DP, Sena ADM.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiamiento

El presente estudio no tuvo fuentes de financiamiento externas.

Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de posgrado.

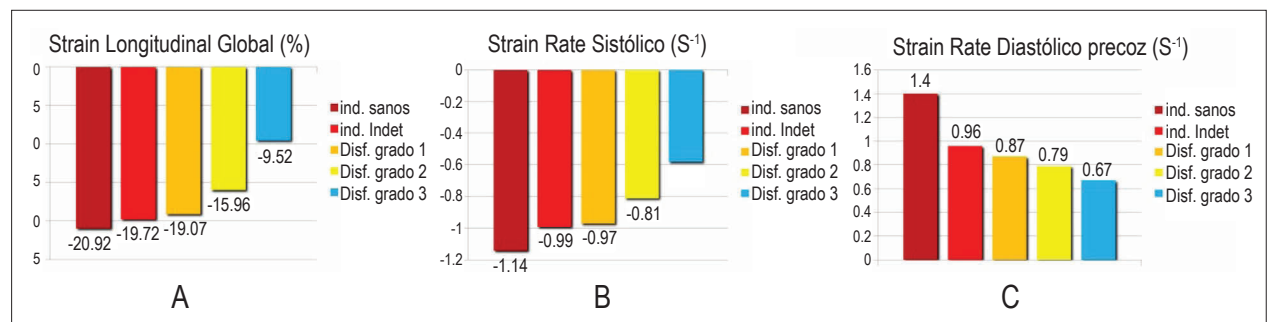


Gráfico 2 – Parámetros de deformación miocárdica distribuidos entre individuos sanos y pacientes con disfunción diastólica del VI. A: strain longitudinal global; B: strain rate sistólico; C: strain rate diastólico precoz; Ind.Sanos: individuos sanos; Disf.Indet.: disfunción diastólica indeterminada; Disf.Grado 1 a 3: disfunción diastólica grado 1 a 3.

Referencias

1. Buckberg G, Hoffman JIE, Mahajan A, Saleh S, Coghlan C. Cardiac mechanics revisited. The relationship of cardiac architecture to ventricular function. *Circulation*. 2008;118(24):2571-24.
2. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T, et al. ASE/EACVI Guidelines and Standards. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(4):277-314.
3. Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyanky P, Marwick TH, Houle H, Baumann R, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry task force to standardize deformation imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(2):183-93.
4. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1-39.
5. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, Belohlavek M, Cardim NM, Derumeaux G, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications. Endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24(3):277-313.
6. National institutes of health. Clinical guidelines on the identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults: the evidence report. *Obes Res*. 1998; 6(Suppl 2):51S-209S.
7. Borlaug BA, Paulus WJ. Heart failure with preserved ejection fraction. *Eur Heart J*. 2011;32(6):670-9.
8. Shah AM, Solomon SD. Myocardial deformation imaging. Current status and future directions. *Circulation*. 2012;125(2):e244-e248.
9. Iwano H, Pu M, Upadhyaya B, Meyers B, Vlachos P, Little WC, et al. Delay of left ventricular longitudinal expansion with diastolic dysfunction: impact on load dependence of e' and longitudinal strain rate. *Physiol Rep*. 2014; 2(7):e12082.
10. Farokhjenad S, Dastani M, Fazlijenad A, Sani RN. Two-dimensional speckle tracking strain imaging in the assessment of myocardial diastolic function in patients with stable angina pectoris. *Rev Clin Med*. 2015; 2(3):112-7.
11. Kasner M, Gaub R, Sinning D, Westermann D, Steendijk P, Hoffmann W, et al. Global strain rate imaging for the estimation of diastolic function in HFNEF compared with pressure-volume loop analysis. *Eur J Echocardiogr*. 2010; 11(9):743-51.
12. Hasselberg NE, Haugaa K, Sarvari SI, Gullestad L, Andreassen AK, Edvardsen T. Left ventricular global longitudinal strain correlates to diastolic function and reduced exercise capacity in patients with preserved ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61(10):E819.
13. Del Castillo JM, Silveira CAM, Albuquerque ES. Assessment of left ventricular deformation, rotation and twisting using two-dimensional strain. *ABC Imagem Cardiovasc*. 2017. (no prelo)