

VARIACIÓN DE LA E/e' DURANTE LA INTERNACIÓN EN LA INSUFICIENCIA CARDÍACA DESCOMPENSADA. IMPLICANCIAS PRONÓSTICAS

VARIATION IN THE E/E' RATIO DURING HOSPITALIZATION IN DECOMPENSATED HEART FAILURE. PROGNOSTIC IMPLICATIONS

PABLO AGUIRRE¹, FACUNDO FALCON¹, GABRIELA REYES PRIETO¹, JOSEFINA BLANCHET¹, LUCIANA NACKE¹, IGNACIO PASETTO¹, MARIELA ONOCKO², JORGE PARRAS³

RESUMEN

Introducción. En los pacientes con insuficiencia cardíaca descompensada (ICD), la relación E/e' medida por ecocardiograma transtorácico (ETT) suele encontrarse anormalmente aumentada. No hay evidencia suficiente que demuestre que la mejoría sintomática se asocia a una reducción de la relación E/e' o que su reducción tenga valor pronóstico.

Objetivos. Determinar la variación de la relación E/e' entre el día de ingreso y el del alta hospitalaria en pacientes que ingresaron con diagnóstico de IC descompensada, y relacionar ésta con la mejoría clínica mediante el peso, un puntaje de congestión y la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP).

Material y métodos. Estudio prospectivo, unicéntrico, analítico, observacional. Fueron incluidos los pacientes con diagnóstico primario de ICD, desde el 1/05/2013 hasta el 28/02/2014. Se llevó a cabo un ETT y un puntaje de congestión a todos los pacientes en las primeras 24 hs del ingreso a la institución y el día del alta hospitalaria. Se realizó seguimiento clínico de los pacientes por una media de 208 días.

Resultados. Se incluyeron 19 pacientes, 73,3% de sexo masculino, con una edad media de 62 años. La fracción de eyección (FEy) promedio fue 32% y la cardiopatía de causa isquémica la más frecuente (57,9%). El valor medio de E/e' en el primer ecocardiograma fue de $20 \pm 8,7$, y al alta de $14,6 \pm 5,8$ ($p=0,012$). El puntaje de congestión al ingreso fue $4,4 \pm 1,7$, y al alta $1 \pm 0,97$ ($p<0,001$). Se midió un peso de ingreso de $80,8 \pm 19$ kg y al alta de $74,3 \pm 17$ kg ($p<0,001$). La PSAP inicial fue de $52,6 \pm 11,7$ mmHg y la final de $41,7 \pm 13,5$ mmHg ($p=0,006$). No se encontró correlación entre la proporción de reducción de peso o la reducción del score de congestión con la reducción de la E/e'; sin embargo, hubo correlación con la reducción de la PSAP ($r=0,613$; $p=0,015$). No se observó asociación entre las variaciones de la E/e' y la tasa de reinternaciones.

Conclusiones. Tras el tratamiento de la ICD, se puede observar una reducción de la E/e' acompañando la mejoría clínica, aunque sin relación significativa entre ambas.

ABSTRACT

Introduction. In patients with decompensated heart failure (DHF) the E / e' ratio measured by transthoracic echocardiography (TTE) is usually found abnormally increased. There is insufficient evidence that symptomatic improvement is associated with a reduction in the E / e' ratio or that its reduction has prognostic value.

Objectives. To determine the variation in the E / e' ratio between the day of admission and hospital discharge in patients admitted with decompensated HF diagnosis, and relate this to clinical improvement by weight, a score of congestion and pulmonary artery systolic pressure (PASP).

Material and methods. A prospective, single-center, analytical, observational study. We included patients with primary diagnosis of ICD, from 05/01/2013 to 02/28/2014. TTE was conducted and a score of congestion was applied in all patients within 24 hours of admission to the institution and on the day of discharge. Clinical follow-up of patients was performed by an average of 208 days.

Results. 19 patients, 73.3% males were included, with an average age of 62 years. Ejection fraction (EF) averaged 32% and ischemic heart disease was the most frequent cause (57.9%). The average value of E / e' in the first echocardiogram was 20 ± 8.7 , and at discharge 14.6 ± 5.8 ($p = 0.012$). Congestion score on admission was 4.4 ± 1.7 , and at discharge 1 ± 0.97 ($p < 0.001$). Admission weight was 80.8 ± 19 kg and at discharge of 74.3 ± 17 kg ($p < 0.001$). The initial PASP was 52.6 ± 11.7 mmHg and at the end of 41.7 ± 13.5 mmHg ($p = 0.006$). No correlation between the proportion of weight reduction, or congestion score reduction with reduced E / e' was found; however there was correlation with reduced PASP ($r = 0.613$; $p = 0.015$). No association between variations in E / e' and the rate of readmissions was observed.

Conclusion. After treating DHF, a reduction in the E / e' ratio was observed, along with clinical improvement, although with no significant relationship between the two.

Keywords: heart failure, hospitalization, echocardiography, Doppler.

Palabras clave: insuficiencia cardíaca; hospitalización; ecocardiografía Doppler.

REVISTA CONAREC 2015;31(131):249-254 | VERSIÓN WEB WWW.REVISTACONAREC.COM.AR

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia cardíaca (IC) descompensada es una de las causas más frecuentes de hospitalizaciones, implicando un pobre pronóstico para el paciente y grandes costos para los sistemas de salud. En la IC aguda, los síntomas por sí solos no son suficientes para guiar el tratamiento, ya que la mayoría de los pacientes son dados de alta refiriendo mejoría, pero presentando igualmente al seguimiento una alta tasa de reinternaciones y morbimortalidad^{1,2}.

Múltiples marcadores demostraron asociarse a una mayor tasa de eventos y son útiles en la estratificación de riesgo¹, así como guía para un manejo entallado de cada caso en particular, logrando mejorar el pronóstico al alta^{1,3,4}.

1. Residente de Cardiología.

2. Jefe de Residentes de Cardiología.

3. Médico de Staff de Ecocardiografía.

Instituto de Cardiología de Corrientes "Juana Francisca Cabral", Corrientes, Argentina.

✉ **Correspondencia:** Dr. Pablo Marcelo Aguirre | Bolívar 1334, (CP 3400) Corrientes, Rep. Argentina | pablomaguirre@hotmail.com

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 10/10/2014 | Aceptado: 01/06/2015

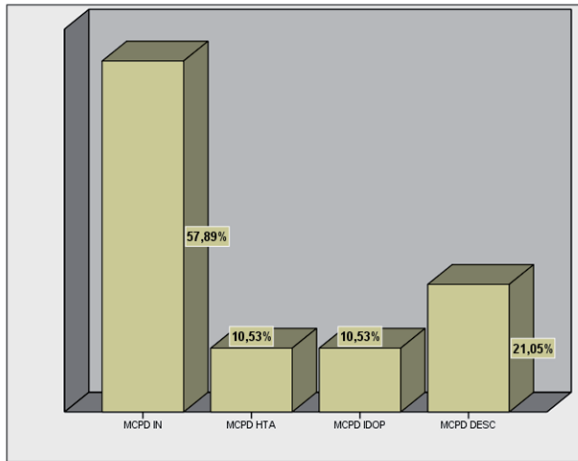


Gráfico 1. Distribución porcentual según etiología de la miocardiopatía. MCPD IN: miocardiopatía dilatada de origen isquémico necrótico. MCPD HTA: miocardiopatía dilatada hipertensiva. MCPD IDIOP: miocardiopatía dilatada de origen idiopático. MCPD DESC: miocardiopatía dilatada en estudio.

Los niveles séricos de péptido natriurético cerebral (BNP) y su fragmento inactivo el pro-BNP se asocian al grado de disfunción del ventrículo izquierdo; son de mucho valor en la evaluación de la disnea y, más importante aún, en la determinación de un estrato de mayor riesgo en aquellos pacientes dados de alta luego de un cuadro de ICD^{3,4}.

El ecocardiograma transtorácico (ETT) es recomendado por las guías en aquellos con sospecha de IC⁵ para estimar no solo la función sistólica ventricular, sino también las presiones de llenado, y lograr así identificar un grupo de mayor riesgo al alta. Parámetros como la elevación de la relación E/e' se asociaron a mayor tasa de reinternaciones por IC y mortalidad en el seguimiento^{3,6-9}. Sin embargo, no hay evidencia suficiente que demuestre que la mejoría sintomática se asocie a una reducción de la relación E/e', o que su reducción tenga valor pronóstico.

Nos planteamos, por ello, evaluar si existe una relación entre la mejoría clínica y la reducción de la E/e', y si su valor final tiene alguna connotación al seguimiento.

OBJETIVOS

El objetivo del trabajo fue determinar la variación de la relación E/e' entre el día de ingreso y el alta hospitalaria en los pacientes que ingresaron con diagnóstico de ICD. Además, se intentó asociar la variación de esta relación con la mejoría clínica del paciente; y se buscó determinar si alguna magnitud en la reducción de la E/e' o su valor final, se asociaron a los cambios entre el primer y segundo ETT y a disminución en la incidencia de eventos durante el seguimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio prospectivo, unicéntrico, analítico y observacional. Fueron incluidos los pacientes ingresados a este centro con diagnóstico primario de IC aguda, *de novo*, o crónica descompensada, desde el 1 de mayo de 2013 hasta el 28 de febrero de 2014.

Fueron excluidos aquellos pacientes que cursaban un infarto agudo de miocardio, presentaban valvulopatía mitral severa, válvula mitral

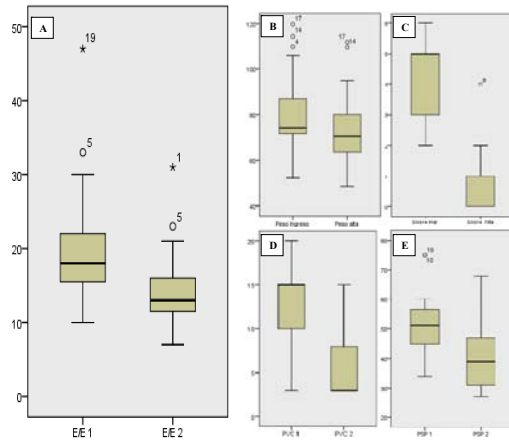


Gráfico 2. Reducción de las variables al ingreso y al alta. Observamos en los gráficos de cajas y bigotes la reducción de los distintos parámetros clínicos y ecocardiográficos al momento del ingreso y al alta. A. Enfrenta los valores de la E/e' inicial (E/E' 1) y final (E/E' 2). B. Compara la media de peso al ingreso y al alta. C. Observamos el puntaje de congestión al ingreso (Score Ingr) y el final (Score Alta). D. Encontramos las medias de PVC obtenidas por ecocardiografía inicial y final (PVC 1 y PVC 2, respectivamente). E. Se pueden apreciar la presión sistólica de la pulmonar media obtenida por Doppler cardíaco al ingreso y final (PSAP 1 y PSAP 2, respectivamente).

protésica, severa calcificación del anillo mitral, enfermedad congénita significativa, fibrilación auricular de alta respuesta ventricular, edema agudo de pulmón y toda otra causa que pudiera alterar la interpretación de la relación E/e'.

Se realizó un ETT el día del ingreso y el día del alta hospitalaria, en modo M, bidimensional y Doppler color. Los equipos utilizados fueron el Philips iE33 y General Electric Vivid S5. En modo M en el eje paraesternal largo se midieron los diámetros anteroposteriores aórtico, de la aurícula izquierda, ventrículo izquierdo, su pared posterior y el *septum*. La presión venosa central (PVC) fue inferida con la medición del diámetro de la vena cava inferior en la vista sub-xifoidea y su variación con los ciclos respiratorios. Mediante la insuficiencia tricuspídea observada en cuatro cámaras y/o paraesternal eje corto se estimó la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) teniendo en cuenta la PVC. La fracción de eyección (FEy) del ventrículo izquierdo fue determinada mediante método de Simpson en 2 y 4 cámaras. La aurícula izquierda se midió con el índice de volumen, en mesosístole, promediando el volumen en 2 y 4 cámaras y dividiéndolo por la superficie corporal. Los patrones de llenado del VI fueron analizados con la evaluación del flujograma mitral mediante Doppler pulsado (DP) en la vista apical de 4 cámaras, donde se midió el pico de la onda E (diástole temprana) y su tiempo de desaceleración. Con el DP en las imágenes de Doppler tisular se evaluó el pico de velocidad temprana (e') del anillo mitral en la porción medial y lateral, promediándose los mismos. Así, la relación E/e' se obtuvo tras dividir el pico temprano del flujograma mitral por la velocidad temprana diastólica del anillo mitral.

De igual manera se determinó la variación del peso del paciente, cuyas mediciones se realizaron los días del primero y segundo ecocardiogramas. Se utilizó un puntaje de congestión al ingreso y al alta para evaluar el grado de sobrecarga hídrica; tuvo como variables a analizar la presencia de edemas (ausencia, tobillos, por debajo o por arriba de las rodillas), la ingurgitación yugular (no visible, de 1 a 4 cm, hasta las orejas), rales (ausentes, basales, hasta campos medios, difu-

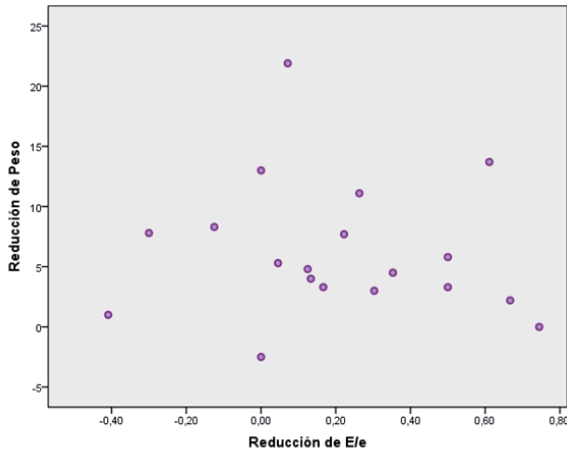


Gráfico 3. Correlación entre reducción de E/e' y reducción de peso.

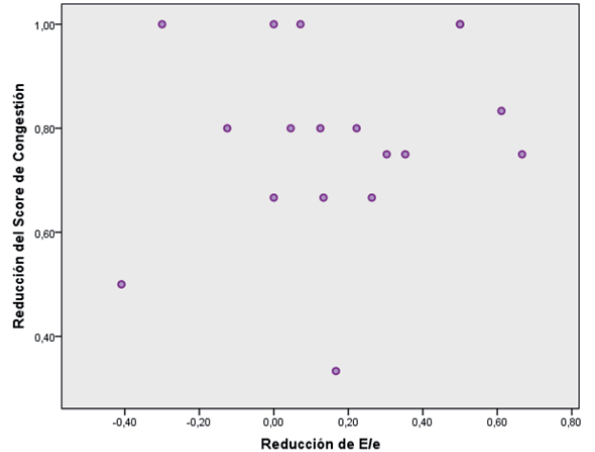


Gráfico 4. Correlación entre reducción de E/e' y reducción del score de congestión.

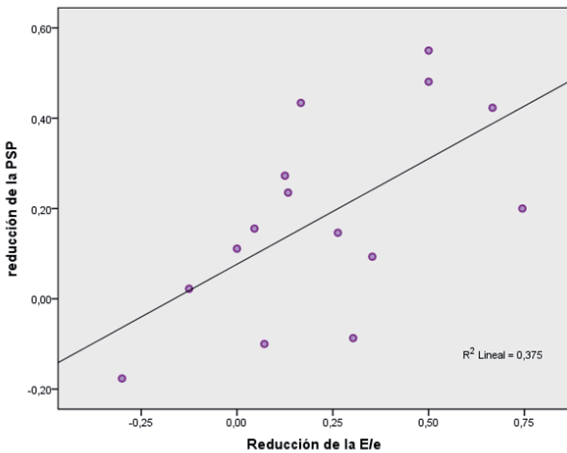


Gráfico 5. Correlación entre reducción de E/e' y reducción de la PSAP.

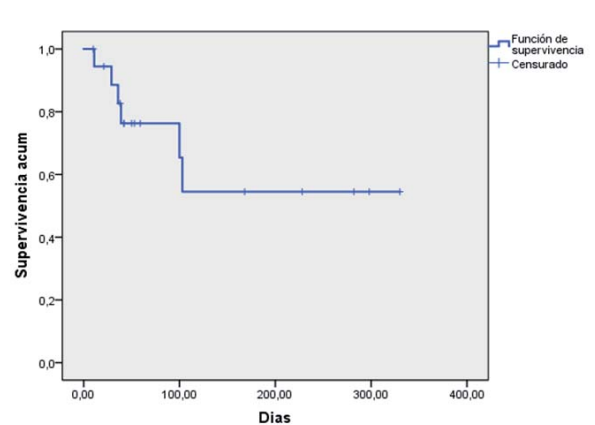


Gráfico 6. Supervivencia libre de eventos.

sos), hepatomegalia (ausente o presente), atribuyéndose un punto a cada grado de severidad, considerándose a los pacientes con un puntaje ≥ 3 como congestivos¹⁰.

Se correlacionaron los puntajes de congestión y la reducción de peso con la E/e' correspondiente para evaluar la asociación entre estas determinaciones.

Como punto secundario se observó la presencia de eventos adversos al seguimiento: empeoramiento de la IC, internación por IC, muerte. Ello se realizó mediante la consulta de los registros de consultas al servicio de emergencias de nuestro centro, las consultas en forma ambulatoria, y de no haber presentado el paciente un contacto con alguna de las anteriores, el contacto telefónico.

Las variables cualitativas fueron expresadas en porcentaje, y las diferencias analizadas mediante el test del Chi cuadrado. Las variables cuantitativas se expresaron en medias con sus desvíos estándar, y analizadas mediante el test de la T o no paramétricos según corresponda. Se evaluó la correlación entre las distintas mediciones mediante el método de Pearson. Por método de regresión de Cox se determinó la asociación entre las variables en estudio y la aparición de eventos en el seguimiento. Los datos obtenidos se analizaron mediante el software SPSS 21.0.

RESULTADOS

Se incluyeron 19 pacientes con una edad media de 62 ± 12 años; 73,7% de sexo masculino. Como antecedentes, 31,6% tenían diagnóstico de diabetes, 68,4% eran hipertensos y 78,9% presentaban antecedentes de IC crónica. La FEy promedio fue de $32 \pm 16\%$. La IC de causa isquémica fue la más frecuente (57,9%) (Gráfico 1). El 63% de los pacientes se encontraba en clase funcional II habitual. Las características de la población se resumen en las Tablas 1, 2 y 3.

La media de estancia hospitalaria fue de $5,8 \pm 3,8$ días, se realizó un ETT dentro de las 24 hs del ingreso (media de tiempo transcurrido de $4 \pm 2,8$ horas).

El puntaje de congestión al momento del ingreso fue de $4,39 \pm 1,7$, y al alta de $1 \pm 0,97$ ($p < 0,001$). También se observó diferencia significativa ($p < 0,001$) entre el peso de ingreso ($80,8 \pm 19$ kg) y el del alta ($74,3 \pm 17$ kg).

Respecto de las variables ecocardiográficas, se pudieron observar diferencias significativas entre los valores al ingreso y al alta en la relación E/e' ($20 \pm 8,7$ vs. $14,6 \pm 5,8$; $p = 0,012$), PSAP ($52,6 \pm 11,7$ mmHg vs. $41,7 \pm 13,5$ mmHg; $p = 0,006$) y PVC ($11 \pm 5,1$ mmHg vs. $5,6 \pm 3,6$ mmHg; $p = 0,003$) (Gráfico 2).

Tabla 1. Características demográficas.

Edad (media±DE)	62±12
Sexo masculino (%)	73,7
IRC (%)	52,6
Dislipidemia (%)	42,1
Tabaquismo (%)	15,8
Diabetes (%)	31,6
Hipertensión arterial (%)	68,4
Insuficiencia cardíaca crónica (%)	78,9
Clase funcional habitual (%)	
CF I	15,8
CF II	63,2
CF III	21
CF IV	0

No se encontró correlación entre la proporción de reducción de peso, o la reducción del puntaje de congestión, con la reducción de la E/e' (Gráficos 3 y 4); sin embargo sí lo hizo con la reducción de la PSAP, con una correlación por método de Pearson de 0,613 ($p=0,015$) (Gráfico 5).

El seguimiento medio fue de 208 días, la supervivencia libre de eventos (muerte o reinternación por IC) fue de 68,4% (Gráfico 6), 6 pacientes fueron rehospitalizados por IC descompensada durante este período.

Por método de regresión de Cox no se encontró asociación entre la reducción de peso durante la internación previa, así como la reducción en el puntaje de congestión, valor de E/e' al alta, al ingreso o la proporción en su descenso con la aparición de eventos. Ochenta y tres por ciento de los pacientes que sufrieron un nuevo cuadro de IC descompensada (5 pacientes) presentaron al momento del alta un valor de $E/e' \geq 10$, y la causa de la descompensación fue atribuida al empeoramiento de la IC crónica. El caso restante había presentado una relación E/e' de 7, y la causa del empeoramiento fue el abandono del tratamiento diurético (Tabla 4).

DISCUSIÓN

La mejoría clínica que se puede observar en un paciente internado por un cuadro de IC descompensada, evaluada a través de la reducción del peso y un puntaje de congestión, es acompañada por una reducción de la relación E/e'.

Fue demostrado a través de múltiples ensayos la asociación entre las presiones de enclavamiento obtenidas mediante cateterismo cardíaco y distintos parámetros ecocardiográficos¹¹⁻¹³. Los trabajos más representativos fueron los publicados por Ommen y Nagueh^{12,13}, quienes en forma simultánea realizaron un ETT y mediciones invasivas de las presiones de llenado (presión de fin de diástole del ventrículo izquierdo y presión de enclavamiento respectivamente), encontrando muy buena correlación con la presión wedge ($r=0,87$) al aplicar la fórmula $1,24 \times (E/e') + 1,9$ ¹³ y Ommen posteriormente proponiendo como punto de corte el valor de 15 para indicar presiones de fin de diástole por encima de 15 mmHg, con una especificidad de 86% y un valor predictivo positivo de 64%¹².

Pero son pocas las investigaciones que evaluaron la correlación entre determinaciones seriadas de las presiones de manera invasiva con

Tabla 2. Características de la población.

	N	Media
Red peso (kg)	19	6,22±5,7
Red peso (%)	18	7,85±5,8
IMC (kg/m ²)	18	26,30±5,3
TAS (mmHg)	18	128±28,7
Hematocrito	19	39,6±5
Hemoglobina (mg/dl)	19	13,4±1,8
Glucemia (mg/dl)	19	136±52,4
Creatinina (mg/dl)	19	1,72±0,82
Clearance (ml/min)	18	53,9±27,8
Sodio	19	137±6,5

Red peso: porcentaje de reducción de peso; IMC: índice de masa corporal; TAS: tensión arterial sistólica.

Tabla 3. Características de la población.

Variable	Ingreso	Alta	p
Peso ingreso (kg)	80,8±19,3	74,3±17,4	<0.001
Diámetro AI (mm)	48,9±5,8	49,4±5,8	NS
VIDD (mm)	62,7±10,9	64,1±9,7	NS
FEy (%)	32,4±16,1	33,2±15,45	NS
IVAI (cm ³ /m ² de superficie)	43,3±10,1	43,2±7,8	NS
Ind masa (g/m ² de superficie)	158,4±56,2	-	NA
Puntaje de congestión	4,4±1,33	1±0,97	<0.001

AI: aurícula izquierda. VIDD: diámetro diastólico del ventrículo izquierdo (VI). FEy: fracción de eyección del VI. IVAI: índice de volumen de aurícula izquierda. Ind masa: índice de masa del VI. Red P de Conges: reducción del puntaje de congestión.

índices ecocardiográficos; el implante percutáneo de un dispositivo capaz de sensar las variaciones de presiones en forma continua en la aurícula izquierda ha hecho un gran aporte¹⁴⁻¹⁶; Ritzema et al. publicaron su experiencia en 15 pacientes, evaluando la capacidad de la relación E/e' para hallar una presión auricular izquierda (PAI) ≥ 15 y ≥ 20 mmHg, encontrando un área bajo la curva ROC de 0,9 para una PAI ≥ 15 mmHg, con una sensibilidad de 84% y especificidad de 96% utilizando como punto de corte un valor ≥ 14 ; estos autores, a diferencia del presente trabajo, llevaron adelante estos análisis en pacientes compensados.

Berni et al. condujeron un trabajo prospectivo para determinar si el grado de descenso en la presión de enclavamiento capilar pulmonar estimada en forma no invasiva por ecocardiografía (mediante la fórmula citada anteriormente) era útil para predecir eventos (muerte y rehospitalizaciones) en sujetos cursando una internación por IC descompensada, y encontraron diferencias significativas en el grado de mejoría entre los que no habían desarrollado el evento y los que sí (17 ± 7 vs. 23 ± 12 mmHg; $p < 0,01$)¹⁷.

En nuestro estudio pudimos apreciar diferencias significativas entre los valores de E/e' dentro de las 24 hs de ingreso y al momento del alta hospitalaria, evidenciando la respuesta al tratamiento instituido, acompañado de la disminución del peso y el puntaje de congestión. Cabe aclarar de igual manera que no existió correlación en la proporción de descenso entre cada una ellas, como es de observar en la Figura 5, en donde se aprecia inclusive pacientes clínicamente sin congestión que mantuvieron o aun aumentaron su relación E/e' respecto de la primera.

Solo un paciente fue dado de alta clínicamente congestivo (puntaje de congestión ≥ 3), en contraposición con ocho pacientes (42%)

Tabla 4. Reingresos por ICD

(Parte 1)										
Caso	Edad	Peso ingr (kg)	Peso alta (kg)	Red peso (kg)	Red peso %	Sexo	PSAP 1 (mmHg)	E/e' 1	PVC 1 (mmHg)	
3	67	72	66,7	5,3	7,3	H	45	22	8	
6	76	76	73	3	3,9	M	46	33	8	
7	50	72,5	75	-2,5	-3,4	H	NA	13	NA	
9	63	77,5	63,8	13,7	17,6	H	70	18	15	
10	83	72	68,7	3,3	4,5	H	53	12	15	
12	68	79	71,2	7,8	9,8	H	34	10	3	
(Parte 2)										
Caso	PSAP 2 (mmHg)	E/e' 2	PVC 2(mmHg)	Causa	Score ingreso	Score alta				
3	38	21	3	Infeciosa	5	1				
6	50	23	NA	Empeoramiento	4	1				
7	NA	13	NA	Empeoramiento	2	0				
9	NA	7	3	Abandono medicación	6	1				
10	30	10	3	Empeoramiento	6	4				
12	40	13	3	Empeoramiento	5	0				

Referencias. Empeoramiento: internación debida a progresión de la insuficiencia cardíaca, sin presentar una causa descompensante. Score: hace referencia al puntaje de congestión. NA: datos perdidos.

que presentaron al alta una $E/e' \geq 14$, que según la evidencia actual se asocia a presiones de enclavamiento y PAI mayores a 15 mmHg, y de mayor importancia todavía a una tasa aumentada de reinternaciones por IC y mortalidad al seguimiento^{3,7-9,18}. A pesar de esto, no logramos observar esa asociación en el presente ensayo, probablemente debido al tamaño de la muestra.

La tasa de reinternaciones observada fue similar a la descrita en la literatura^{1,2,4,5}, no encontrándose como predictores de eventos el cambio en el peso, el puntaje de congestión al momento del alta o el valor de E/e' del ingreso, el alta, o la proporción en su variación. Solamente uno de estos casos presentaba una $E/e' \leq 8$ al alta, y en este, a diferencia del resto de los sujetos que habían presentado eventos, el paciente refería abandono del tratamiento diurético días atrás, situación que podría justificar la reinternación en alguien con presiones de llenado normales al alta.

La principal limitación del estudio fue el tamaño de la muestra, aunque fue suficiente para determinar la falta de correlación entre la pérdida de peso, o la mejoría clínica objetivada por la realización de un

puntaje de congestión con las modificaciones de la relación E/e' al alta; y teniendo en cuenta esto, la elevada proporción de pacientes que son dados de alta clínicamente compensados con estimaciones de las presiones de llenado persistentemente elevadas, con el pobre pronóstico que esto lleva aparejado.

Es necesario continuar con las investigaciones para responder la interrogante de si es necesario lograr un objetivo de E/e' previo al alta, pero está claro que el rol de la ecocardiografía para el tratamiento entallado de la IC descompensada es cada vez mayor.

CONCLUSIÓN

Tras el tratamiento de los pacientes que cursan un cuadro de IC descompensada, acompañando a la mejoría clínica, se puede observar una disminución significativa de los valores de E/e' . Esta disminución no demostró ser predictor de reinternaciones en el seguimiento alejado, si bien dado el tamaño de la muestra podría no jerarquizarse.

BIBLIOGRAFÍA

- Konstam MA, Pang PS, Gheorghide M. Seeking new heights in acute heart failure syndromes: lessons from ASCEND and EVEREST. *Eur Heart J* 2013;34(18):1345-9.
- Gheorghide M, Filippatos G. Reassessing treatment of acute heart failure syndromes: the ADHERE Registry. *Eur Heart J Suppl* (2005) 7 (Supplement B), B13-B19.
- Ho SJ, Feng AN, Lee LN, Chen JW, Lin SJ. Predictive value of predischage spectral tissue doppler echocardiography and n-terminal pro-B-type natriuretic peptide in patients hospitalized with acute heart failure. *Echocardiography* 2011;28(3):303-10.
- Adams KF Jr, Fonarow GC, Emerman CL, LeJemtel TH, Costanzo MR, Abraham WT et al. Characteristics and outcomes of patients hospitalized for heart failure in the United States: rationale, design, and preliminary observations from the first 100,000 cases in the Acute Decompensated Heart Failure National Registry (ADHERE). *Am Heart J* 2005;149(2):209-16.
- McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, Auricchio A, Böhm M, Dickstein K et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur J Heart Fail* 2012;14(8):803-69.
- Logeart D, Thabut G, Jourdain P, Chavelas C, Beyne P, Beauvais F et al. Predischage B-type natriuretic peptide assay for identifying patients at high risk of re-admission after decompensated heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2004;43(4):635-41.
- Hamdan A, Shapira Y, Bengal T, Mansur M, Vaturi M, Sulkes J et al. Tissue Doppler imaging in patients with advanced heart failure: relation to functional class and prognosis. *J Heart Lung Transplant* 2006;25(2):214-8.
- Nunes MP, Colosimo EA, Reis RC, Barbosa MM, da Silva JL, Barbosa F. Different prognostic impact of the tissue Doppler-derived E/e' ratio on mortality in Chagas cardiomyopathy patients with heart failure. *J Heart Lung Transplant* 2012;31(6):634-41.
- Kim MK, Kim B, Lee JY, Kim JS, Han BG, Choi SO, et al. Tissue Doppler-derived E/e' ratio as a parameter for assessing diastolic heart failure and as a predictor of mortality in patients with chronic kidney disease. *Korean J Intern Med* 2013;28(1):35-44.
- Pellicori P, Carubelli V, Zhang J, Castiello T, Sherwi N, Clark AL, et al. IVC diameter in patients with chronic heart failure: relationships and prognostic significance. *JACC Cardiovasc Imaging* 2013;6(1):16-28.

11. Rafique AM, Phan A, Tehrani F, Biner S, Siegel RJ. Transthoracic echocardiographic parameters in the estimation of pulmonary capillary wedge pressure in patients with present or previous heart failure. *Am J Cardiol* 2012;110(5):689-94.
12. Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, Miller FA, Oh JK, Redfield MM, et al. Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressures: A comparative simultaneous Doppler-catheterization study. *Circulation* 2000;102(15):1788-94.
13. Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quiñones MA. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997;30(6):1527-33.
14. Ritzema J, Melton IC, Richards AM, Crozier IG, Frampton C, Doughty RN et al. Direct left atrial pressure monitoring in ambulatory heart failure patients: initial experience with a new permanent implantable device. *Circulation* 2007;116(25):2952-9.
15. Troughton RW, Ritzema J, Eigler NL, Melton IC, Krum H, Adamson PB et al. Direct left atrial pressure monitoring in severe heart failure: long-term sensor performance. *J Cardiovasc Transl Res* 2011;4(1):3-13.
16. Ritzema JL, Richards AM, Crozier IG, Frampton CF, Melton IC, Doughty RN et al. Serial Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the detection of elevated directly measured left atrial pressure in ambulant subjects with chronic heart failure. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2011 Sep;4(9):927-34.
17. Berni A, Cappelli F, Bitossi L, Cecioni I, Cappelli B, Toncelli L et al. Non-invasive tissue Doppler imaging pulmonary capillary wedge pressure measurement improves NT-proBNP prognostic value in heart failure. *Acta Cardiol*. 2009;64(2):213-8.
18. Thavendiranathan P, Yingchoncharoen T, Grant A, Seicean S, Landers SH, Gorodeski EZ, et al. Prediction of 30-day heart failure-specific readmission risk by echocardiographic parameters. *Am J Cardiol* 2014;113(2):335-41.