



Investigaciones Andina

ISSN: 0124-8146

investigaciones@funandi.edu.co

Fundación Universitaria del Área Andina
Colombia

Villa, Ricardo A.; Franco, Camilo; Morón-Duarte, Lina S.
Concordancia de presión sistólica pulmonar estimada por ultrasonografía y cateterismo
cardíaco derecho en pacientes candidatos a trasplante cardíaco
Investigaciones Andina, vol. 17, núm. 30, abril-septiembre, 2015, pp. 1180-1190
Fundación Universitaria del Área Andina
Pereira, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=239035878004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Concordancia de presión sistólica pulmonar estimada por ultrasonografía y cateterismo cardíaco derecho en pacientes candidatos a trasplante cardíaco

Ricardo A. Villa*, Camilo Franco**, Lina S. Morón-Duarte***

Resumen

Introducción: a los pacientes con Insuficiencia Cardíaca estadio D, candidatos a trasplante cardíaco, se les realiza la determinación de las presiones de la arteria pulmonar por CCD, considerada como Prueba de Oro, Sin embargo, existen métodos no invasivos como la ECO TT.

Métodos: estudio retrospectivo. Se recolectó información sobre pacientes que fueron receptores de un trasplante cardíaco en la FCI-IC para el periodo 2005-2013, y se determinó la concordancia entre la presión sistólica pulmonar evaluado por ECO TT y CCD.

Resultados: se incluyeron 46 pacientes. La PSAP estimada por CCD fue $48,3 \pm 13,1$ mmHg Vs $45,1 \pm 12,1$ mmHg por ECO TT. La concordancia de la PSAP determinada por ambos métodos fue 0,475 (I,C: 0.256 - 0.694), el coeficiente de correlación intraclase fue de 0,090, indicando baja concordancia.

Conclusión: la determinación de las presiones pulmonares determinada por ECO TT tiene mala concordancia con las obtenidas por CCD.

Palabras clave

Trasplante Cardíaco; Insuficiencia Cardíaca; Ecocardiografía; Hipertensión Arterial Pulmonar; Presión Sistólica Pulmonar; Concordancia.

* Especialista en Medicina Interna, Cardiólogo. Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad del Rosario. Fundación Cardioinfantil, Bogotá, Colombia.

** Especialista en Cardiología. Fundación Cardioinfantil, Bogotá, Colombia.

*** Epidemióloga, Profesora, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud. Centro de Investigaciones Ciencias de la Salud (CICS). Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia.

Concordance of pulmonary systolic pressure estimated by ultrasonography and right heart catheterization in patients candidates for heart transplantation.

Abstract

Introduction: patients with heart failure Stage D, candidates for heart transplantation were performed to determine the pressure in the pulmonary artery by CCD, considered the gold standard test. However, there are noninvasive methods such as the ECO TT.

Methods: retrospective study. The information about patients who were receiving a heart transplant in the FCI-IC between 2005-2013, and the correlation between systolic pulmonary evaluated by ECO TT and CCD was determined.

Results: 46 patients were included. The estimated PSAP CCD was 48.3 ± 13.1 mmHg vs. 45.1 ± 12.1 mmHg ECO TT. The concordance of the PSAP determined by both methods was 0.475 (I, C: 0256-0694), the intraclass correlation coefficient was 0.090, indicating low concordance.

Conclusion: the determination of pulmonary pressures determined by ECO TT has poor agreement with those obtained by CCD.

Key words

Heart Transplantation; Heart Failure; Echocardiography; Pulmonary Arterial Hypertension; Pulmonary systolic pressure; Concordance.

Concordância de pressão sistólica pulmonar estimada por ultrassonografia e cateterismo cardíaco direito em pacientes candidatos a transplante cardíaco

Resumo

Introdução: aos pacientes com Insuficiência Cardíaca estágio D, candidatos a transplante cardíaco, se lhes realiza a determinação das pressões da artéria pulmonar por CCD, considerada como Prova de Ouro. Mas, existem métodos não invasivos como a ECO TT.

Métodos: estudo retrospectivo. Recolheu-se informação sobre pacientes que foram receptores de um transplante cardíaco na FCI-IC para o período 2005-2013, e se determinou a concordância entre a pressão sistólica pulmonar avaliada por ECO TT e CCD.

Resultados: incluíram-se 46 pacientes. A PSAP estimada por CCD foi $48,3 \pm 13,1$ mmHg Vs $45,1 \pm 12,1$ mmHg por ECO TT. A concordância da PSAP determinada por ambos métodos foi 0,475 (I,C: 0.256 - 0.694), o coeficiente de correlação extra-classe foi de 0,090, indicando baixa concordância.

Conclusão: a determinação das pressões pulmonares determinada por ECO TT tem má concordância com as obtidas por CCD.

Palavras Chave

Transplante Cardíaco; Insuficiência Cardíaca; Ecocardiografia; Hipertensão Arterial Pulmonar; Pressão Sistólica Pulmonar; Concordância.

Fecha de recibo: Diciembre/2013

Fecha aprobación: Julio/2014

Introducción

El trasplante cardiaco es un tratamiento aceptado para los pacientes con insuficiencia cardíaca (IC) estadio D. Las guías de insuficiencia cardiaca de 2012 expresan que el trasplante cardiaco mejora la supervivencia, capacidad de ejercicio, calidad de vida y la reincorporación laboral, cuando se compara con el tratamiento convencional (1,2).

La evaluación de los candidatos a trasplante cardiaco requiere de un proceso complejo que incluye la realización de laboratorios, Ecocardiograma Transtorácico (ECO TT) y Cateterismo Cardiaco Derecho (CCD), entre otros.

Los pacientes con IC desarrollan hipertensión pulmonar (HTP) por factores donde se incluyen la disfunción del ventrículo izquierdo, insuficiencia mitral y la función y remodelado de la aurícula izquierda. La vasoconstricción pulmonar debido a circulación de catecolaminas y la hipoxia crónica son otros factores que contribuyen a mantener elevada la presión de la arteria pulmonar (3,4).

La HTP y la resistencia vascular pulmonar (RVP) elevada, sobre todo la irreversible, son factores desencadenantes de disfunción ventricular derecha, lo cual es el principal causante de aumento en la morbimortalidad en el post-operatorio temprano del trasplante cardiaco y hace parte de una de las 4 causas de mortalidad del primer mes del post-quirúrgico. Según la guía de práctica clínica de la ISHLT (International Society for Heart & Lung Transplantation), se debe considerar una contraindicación relativa para trasplante

cardiaco la situación de los pacientes que tienen una RVP > 5 UW, Gradiente de Presión Transpulmonar (GPT) > 16-20 mmHg, sobre todo si alguna de las dos determinaciones coexiste con una PASP > 60 mmHg(5). La HTP presente en los pacientes con IC se determina mediante la realización de un estudio hemodinámico en el que se encuentre la presencia de una presión media de la arteria pulmonar (PAPm) \geq 25 mmHg en reposo y una presión en cuña pulmonar (PCP) > 15 mmHg¹. El grado de severidad de la HTP se estima por el valor de la presión sistólica en leve entre 35 – 40 mmHg, moderada entre 40 – 60 mmHg y severa > 60 mmHg (5).

La determinación precisa de la presión de la arteria pulmonar se realiza mediante la cateterización cardíaca invasiva y se ha convertido en una importante variable en la toma de decisiones médicas y en la evaluación de intervenciones terapéuticas (2).

Aunque el CCD es la Prueba de Oro para determinar la presión de la arteria pulmonar, el ultrasonido ha demostrado ser una herramienta útil para determinar las mismas variables de una forma no invasiva con menos riesgo y puede realizarse a la cabecera del paciente. Dentro de los estudios realizados hasta el momento, se ha tratado de establecer la correlación entre CCD y ECO TT en la evaluación de las presiones pulmonares.

Entre los estudios de correlación tenemos el de Masuyama, quien concluye que el gradiente de presión determinado por Doppler a fin de diástole, evidenció buena relación con la determinada por cateterismo cardiaco derecho al final de la diástole ($r=0,94$ $p< 0,01$), y con

la presión diastólica final de la arteria pulmonar ($r=0,92$ $p<0,01$) (6).

Por su parte Chan et al (7), concluyó que tanto la velocidad de regurgitación tricúspidea como el tiempo de aceleración del flujo pulmonar, parecen ser predictores confiables de presión de la arteria pulmonar, siendo el primero más útil y práctico en la determinación de la presiones de la arteria pulmonar. Ambos métodos son complementarios y deben ser utilizados en el mismo paciente, a fin de aumentar la precisión en la predicción de la presión sistólica de la arteria pulmonar.

Mogollón et al encontró un índice de correlación de Pearson entre la presión sistólica de arteria pulmonar (determinada por ecocardiografía) y presión media de arteria pulmonar (determinada por método invasivo) de 0,69 ($p<0,001$). La ecocardiografía demostró una sensibilidad del 89% para el diagnóstico de hipertensión pulmonar significativa y 46% de especificidad, con valores predictivos positivos y negativos del 70% y 76% respectivamente (8).

Kuppahally et al, concluye que la estimación ecocardiográfica de la hemodinámica cardiopulmonar es confiable en pacientes con miocardiopatía en fase terminal y puede disminuir el número de cateterismos cardíacos derecho en ciertos pacientes seleccionados que esperan una trasplante cardíaco (9).

Por otro lado algunos estudios indican que la correlación entre cateterismo cardíaco derecho y ecocardiografía transtorácico es pobre e inexacta. Attaran et al, concluye que entre los pacientes remitidos para evaluación pre-trasplante,

hay poca concordancia y correlación de la presión sistólica pulmonar medida por ecocardiografía transtorácico y la medida por cateterismo cardíaco derecho. Además en estos valores de presión sistólica pulmonar obtenidos mediante ecocardiografía transtorácica, no se pueden confiar exclusivamente para excluir a los candidatos a trasplante cardíaco (10).

En cuanto a los estudios de concordancia encontramos el realizado por Stein, quien halló que las determinaciones por Ecocardiografía Doppler de las variables hemodinámicas en pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada son exactos y reproducibles, y establece que la ECO TT puede ayudar al seguimiento y la optimización del tratamiento médico en pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada y evitar la necesidad rutinaria de realizar un cateterismo cardíaco derecho de potenciales candidatos a trasplante cardíaco, ya que la correlación de todos los valores de las variables hemodinámicas determinados por métodos invasivos y no invasivos en alta ($p<0,001$), con un mínimo sesgo y un intervalo de confianza del 95%(11). Por otro lado Fisher et al concluyó que la Ecocardiografía Doppler puede ser inexacta en la estimación de la presión de la arteria pulmonar y el gasto cardíaco, en pacientes que están siendo evaluados por hipertensión pulmonar (12).

Se ha planteado el interrogante, sí las mediciones de las presiones de la arteria pulmonar obtenidas por ECO TT tienen concordancia con las mediciones obtenidas por el CCD. Entre los primeros estudios destaca el que se realizó para la evaluación no invasiva de la presión pulmonar por la técnica Doppler pulsado,

examinando el patrón de la velocidad de flujo en el tracto de salida del ventrículo derecho en 33 adultos, encontrando una muy alta correlación con las mediciones realizadas por el cateterismo derecho $r = 0,90$ (13).

Al día de hoy, diez estudios reportan correlación entre la presión sistólica de la arteria pulmonar estimada a partir del jet de insuficiencia tricúspidea. Estos estudios admiten que se observó un jet de regurgitación tricúspidea analizable por ECO TT en un 39 a 86% de los pacientes. Uno de los estudios encontró una $r = 0,31$ el resto encontró valores de r por arriba de 0,50(14). La velocidad pico de la insuficiencia tricúspidea posee una correlación lineal positiva con respecto a la presión sistólica de la arteria pulmonar cuantificada por CCD (0,57 a 0,93) (1). Es de anotar que los estudios muestran divergencias en cuanto a los resultados cuando se evalúa la presión de la arteria pulmonar (ECO TT con respecto al CCD); es por esto que se hace necesario realizar un estudio que intente aclarar el conocimiento sobre este tema.

El objetivo de este estudio es determinar la concordancia de la presión sistólica en la arteria pulmonar, obtenidas a través de la Ecocardiografía Transtorácica y Cateterismo Cardíaco Derecho, en paciente enfermos de IC estadio D, que fueron sometidos a trasplante cardíaco.

Metodo. Diseño del estudio. Se realizó una recolección retrospectiva de los datos consignados en las historias clínicas de todos los pacientes que fueron evaluados para ser receptores de un trasplante cardíaco en la FCI-IC desde Junio del 2005 hasta mayo del 2013. Esta medición busca determinar la concordancia entre

las presiones pulmonares medidas por ECO TT y CCD.

Nuestro trabajo es un estudio de concordancia entre métodos. Este tipo de estudio mide la capacidad de dos procedimientos diferentes que evalúan la misma variable con resultados similares, cuando se aplican a un mismo sujeto.

Población y muestra. La población de referencia estuvo conformada por los pacientes con diagnóstico de insuficiencia cardíaca estadio D, que fueron evaluados para ser receptores de un trasplante cardíaco y en la evaluación pre-trasplante se les realizó determinación de la presión arterial pulmonar por Ecocardiograma Transtorácico y Cateterismo Cardíaco Derecho en la FCI-IC. La muestra estuvo conformada por los registros de los pacientes que fueron receptores de un trasplante cardíaco en la fundación Cardio-infantil – Instituto de Cardiología – desde Junio del 2005 hasta mayo del 2013.

Criterios de selección

Criterios de Inclusión

- Todos los pacientes entre 16 y 65 años de edad, sin diferencia de sexo, con diagnóstico de IC fase terminal, que han sido receptores de un trasplante cardíaco en la fundación Cardio-infantil – Instituto de Cardiología – desde Junio del 2005 hasta mayo de 2013, y en quienes se determinaron las presiones en la arteria pulmonar.

Criterios de Exclusión

- * Imposibilidad para la obtención de los datos.
- * Realización de los estudios en fase

de descompensación aguda de la enfermedad.

- * Paciente con tratamiento específico de hipertensión pulmonar.

Análisis de los datos

Una vez recolectada la información, se elaboró una base de datos en EXCEL. mac 2011. Se realizó un análisis descriptivo de las variables demográficas de los pacientes incluidos en el estudio como edad, sexo, peso, antecedentes patológicos y tipo de cardiopatía. Se realizó el índice de correlación intraclase utilizando el método de Bland y Altman, para evaluar la concordancia entre los reportes de los valores de presión arterial pulmonar obtenidos por los dos métodos (CCD y ECO TT). Se considerara una diferencia entre los métodos de 10 mmHg como clínicamente relevante.

Las variables cualitativas se expresaran en frecuencia y porcentajes, mientras que las variables cuantitativas se expresaran en media \pm desviación estándar (DE). Para los test estadísticos se consideró significativo un valor de $p \leq 0,05$.

Consideraciones éticas. El estudio no conllevó riesgos para seres humanos de acuerdo con lo establecido en la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, artículo 11, literal correspondiente. Se solicitó autorización a la Institución para la revisión de las historias clínicas con fines exclusivamente académicos. No se tuvieron en cuenta datos personales como documento de identificación, nombre, apellidos y dirección de residencia, lo cual permitió preservar la intimidad y dignidad de los sujetos de la investigación.

Resultados

El total de pacientes trasplantados en el periodo de junio de 2005 a mayo de 2013 en la FCI-IC fue de 52 pacientes, de los cuales se excluyeron cuatro pacientes por no tener reportes de las presiones pulmonares determinadas por ECO TT, y dos pacientes por no tener los reportes de las presiones pulmonares determinadas por CCD.

Se incluyeron para el análisis cuarenta y seis pacientes que tenían información sobre ECO TT y CCD. El 76,1% pertenecían al sexo masculino y la edad promedio fue de $46,4 \pm 13,1$ (Tabla 1). La falla cardíaca de tipo no isquémico se presentó en $n=37$ (67,4%) de los pacientes. Las comorbilidades encontradas en el grupo de estudio fueron: hipotiroidismo en $n=15$ (32,6%), infarto del miocardio $n=13$ (28,3%), diabetes mellitus $n=10$ (21,7%), CABG previo $n=5$ (10,9%), fibrilación auricular (10,9%), enfermedad de chagas $n=4$ (8,7%) y enfermedad pulmonar obstructiva crónica $n=2$ (4,3%). El promedio de la presión sistólica de la arteria pulmonar estimada por CCD fue de $48,3 \pm 13,1$ mmHg frente a $45,1 \pm 12,1$ mmHg por ECO TT ($p=0,0796$). El promedio de la fracción de eyección fue de $15,1 \pm 4,06\%$ (IC: 13,95-16,36), con fracción de eyección mínima de 10% y un máximo de 26%. (Tabla 1)

El grado de severidad de la HTP según la presión sistólica en los pacientes estudiados: 19,6% se clasificó como leve, 58,7% moderado y el 17,2% como severo; en un 6,5% de los pacientes la presión sistólica pulmonar fue menor a 35mmHg (Tabla 2).

Tabla 1. Características generales de los pacientes estudiados, comorbilidades.

Característica	
Número de pacientes estudiados	46
Masculinos (%)	76,1
Promedio de Edad	46,4 (rango,19-68)
Promedio Peso kg	65,3(rango,48-100)
Promedio Talla Cm	1,67(rango,1,44-180)
Tipo de cardiopatía	
•	Isquémica, n (%)
•	No isquémica n (%)
15 (32,6)	
31(67,4)	
Hipotiroidismo n (%)	15 (32,6)
Infarto del Miocardio n (%)	13(28,3)
Diabetes Mellitus n (%)	10 (21,7)
Fibrilación Auricular n (%)	5 (10,9)
Antecedente CABG n (%)	5 (10,9)
Chagas n (%)	4 (8,7)
EPOC n (%)	2(4,3)
Fracción de Eyección	15.1% (rango: 10–26%)

La concordancia entre la presión sistólica determinada por cateterismo cardiaco derecho y la presión sistólica por Ecocardiografía Transtorácica fue del 0,475 (I,C: 0.256 - 0.694), y el coeficiente

de correlación intraclase fue de 0,090, indicando una baja concordancia entre los dos métodos, y una diferencia de medias de las presiones sistólicas de 3,717mmHg (Tabla 3 y Figura 1)

Tabla 2. Clasificación de la severidad de la HTP según el sexo

Sexo	Sin HTP ≤34 mmHg	Leve 35–40 mmHg	Moderado 40 –60 mmHg	Severo ≥ 60 mmHg	Total
Femenino n (%)	0	3 (6,5)	8(14,4)	0	11
Masculino n (%)	3 (6,5)	6(13)	19(41,3)	7(15,2)	35
Total	3	9	27	7	46

Tabla 3. Diferencias de medias entre presión sistólica determinada por cateterismo cardiaco derecho y la presión sistólica por Ecocardiografía Transtorácica

	Valor	IC 95% (Bland & Altman, 1986)		Correlación entre las diferencias de media
Media de las diferencias	3,7174	-0,0580	7,4928	0.090
DE* de las diferencias	12,7134			
Media-2DE*	-21.7093	-28,2485	-15,1701	
Media+2DE*	20,1441	22,6049	35,6833	

*DE: desviación estándar

Discusión

En este estudio, se analizaron los resultados de presión sistólica pulmonar determinadas por ECO TT y CCD, evidenciándose una mala concordancia entre ambos métodos. La concordancia mide el acuerdo que hay en los métodos para determinar la presión sistólica pulmonar. La tabla de Bland-Altman muestra algunos puntos (salvo en ciertas excepciones) que las diferencias de

medidas de presión sistólica pulmonar evaluadas por ECO TT y CCD están dentro del margen de 2 desviación estándar, de las diferencias de medidas entre las 2 modalidades. Esto podría hacer pensar que los valores de presión sistólica pulmonar medida por ECO TT y CCD podrían ser intercambiables, pero clínicamente con una magnitud de diferencia dramática de 20 mmHg. Existen algunos valores muy por encima de 2 desviaciones estándar que son

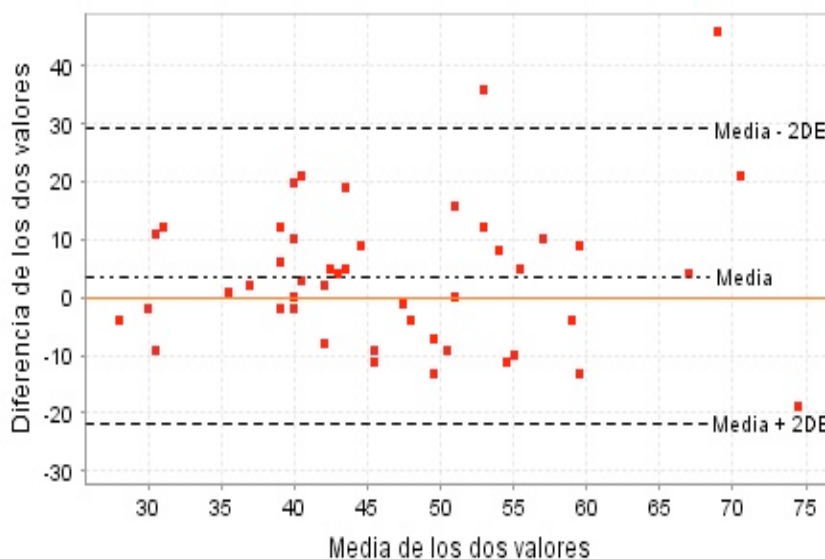


Figura 1. Bland-Altman, para diferencias de medias entre cateterismo cardiaco derecho y la presión sistólica por Ecocardiografía Transtorácica

secundarios a valores de presión sistólica pulmonar muy altos.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Fisher(12) en su estudio prospectivo, donde encontró una inexactitud de la ECO TT en el 48% de los casos, para determinar estos parámetros, subestimándola con mayor frecuencia que sobrestimándola., conduciendo así a errores en la clasificación de la gravedad de la hipertensión pulmonar.

Nuestro resultado contrasta con los obtenidos por Stein (11), quien encontró que la correlación de los resultados de las presiones pulmonares por ambos métodos (ECO TT y CCD) en estos pacientes, son exactas y reproducibles. Sin embargo cabe aclarar que estas técnicas dependen de la meticulosa adquisición e interpretación de las imágenes ecocardiográficas y señal Doppler espectral en dos dimensiones en los pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada. Al ser estudios prospectivos y saber los lectores de Ecocardiografía que estaban siendo evaluados en su estimación de presión sistólica pulmonar, podría resultar en una mejor evaluación del flujo de regurgitación tricúspidea y, por ende, en la determinación de las presiones pulmonares. En nuestra vida diaria, las determinaciones de las presiones por los 2 métodos se hacen en diferentes días, por lo cual el estado hemodinámico del paciente puede variar y esta ser la causa de las variaciones en la concordancia entre los métodos estudiados, sin embargo creemos que no sea la única razón. Los errores técnicos en la medición de las presiones pulmonares por CCD que no se realice al final de la espiración, sería también una causa importante en

los resultados obtenidos en nuestro estudio. No se realizó la concordancia entre la presión arterial media de la pulmonar entre los dos métodos, debido a que no se encontraban reportados en los estudios ecocardiográficos. Es también importante aclarar que estos estudios son de correlación y no de concordancia, y los análisis estadísticos tienen implicaciones diferentes.

Limitaciones del estudio

- No se realizó la concordancia de la presión arterial media de la pulmonar entre los dos métodos, debido a que no se encontraban reportados en los estudios ecocardiográficos.
- Una importante limitación de este estudio es su diseño retrospectivo, obteniendo los reportes de las historias clínicas, lo cual no garantiza que la técnica utilizada en cada uno de los ECO TT en la determinación de las presiones pulmonares fueron basadas en las recomendaciones establecidas en las guías de práctica clínica diseñadas para este fin. La medición de la presión sistólica pulmonar exige una buena determinación del jet de regurgitación de la tricúspide y una alineación no mayor de 20° entre este y el Doppler continuo, ya que alineaciones mayores de este ángulo, subestiman el calculo de la misma y esto pudo tener impacto en la baja concordancia encontrada.
- Otra limitación es la marcada diferencia de tiempo entre la realización de ambos métodos, el cual en nuestro estudio fue del 12,06 días. Durante este periodo pudieron

ocurrir cambios importantes en el estado hemodinámico de los sujetos estudiados y puede impactar en la baja concordancia ente los métodos.

Conflicto de intereses

Ninguno

Referencias

1. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD, Auricchio A, Böhm M, Dickstein K, Falk V, Filippatos G, Fonseca C, Gomez-Sanchez MA, 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 Aug; 14(8):803-69.
2. Gary S. Francis, Barry H. Greenberg, Daphne T. Hsu, Brian E. Jaski, Mariell Jessup, Martin M. LeWinter, Francis D. Pagani, Ileana L. Piña, Marc J. Semigran, Mary Norine Walsh, David H. Wiener and Clyde W. Yancy, Jr. ACCF/AHA/ACP/HFSA/ISHLT 2010 Clinical Competence Statement on Management of Patients With Advanced Heart Failure and Cardiac Transplant: A Report of the ACCF/AHA/ACP Task Force on Clinical Competence and Training. *Circulation.* 2010; 122:644-672.
3. Galie N, Hoepfer MM, Humbert M, Torbicki A, Vachiery JL, Barberá JA, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J.* 2009; 30:2493-537.
4. Enríquez-Sarano M, Rossi A, Seward JB, Bailey KR, Tajik AJ. Determinants of pulmonary hypertension in left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 1997; 29:153-9.
5. Lawrence G, Wyman W, Jonathan A. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2010; 23:685-713.
6. Masuyama T, Kodama K, Kitabatake A, et al. Continuous-wave Doppler echocardiographic detection of pulmonary regurgitation and its application to noninvasive estimation of pulmonary artery pressure. *Circulation.* 1986. 74:484-492.
7. Chan KL, Currie PJ, Seward JB, et al. Comparison of three Doppler ultrasound methods in the prediction of pulmonary artery pressure. *J Am Coll Cardiol.* 1987; 9:549-554.
8. Mogollón M, Escoresca A, Cabeza M, et al. Correlation of Echocardiographic and Hemodynamic Parameters in Pulmonary Hypertension Assessment Prior to Heart Transplantation Proc. 2008. 40: 3023-3024.
9. Kuppahally S, Michaels A, Tandar A. Et al. Can Echocardiographic Evaluation of Cardiopulmonary Hemodynamics Decrease Right Heart Catheterizations in End-Stage Heart Failure Patients Awaiting Transplantation? *Am J Cardiol* 2010; 106:1657-1662.
10. Attaran R, Ramaraj R, Sorrell VL, et al. Poor correlation of pulmonary systolic pressure using echocardiography versus right heart catheterization. *Am J Cardiol.* 2009. 23:243-245.
11. Stein J, Neumann A, Preston L. Et al. Echocardiography for Hemodynamic Assessment of Patients With Advanced Heart Failure and Potential Heart Transplant Recipients. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30:1765-1772.
12. Fisher MR, Forfia PR, Chamera E, Houston-Harris T, Champion HC, Girgis RE, et al. Accuracy of Doppler echocardiography in the hemodynamic assessment of pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009; 179:615-621.
13. Kitabatake A, Inoue M, Asao M, et al. Noninvasive evaluation of pulmonary hypertension by a pulsed Doppler technique. *Circulation.* 1983; 68:302-309.
14. McGoon M., Gutterman D, Steen V, et al. Screening, early detection, and diagnosis of pulmonary arterial hypertension. ACCP. Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *CHEST.* 2004; 126:14S-34S.