

Comparación del valor del índice de Tei calculado por doppler transvalvular de flujo y por ecocardiografía bidimensional en modo –M

Comparison of the tei index value calculated by transvalvular flow doppler and bidimensional ecocardiography in M-mode

LIGHTOWLER, C.¹; BUZZANO, O.¹; BARRIOS, J.¹; ALMAGRO, M.¹; GRAZIANO, A.¹; PIDAL, G.¹.

¹-Unidad de Cardiología. Hospital Escuela de Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires.
El presente estudio forma parte del proyecto de investigación N° 20720130100002BA que fue aprobado y subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires. Programación científica 2014-2017. El presente estudio ha sido aprobado y autorizado con el número 2651 por Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de Experimentación.

RESUMEN

Los autores estudiaron el índice de Tei calculado por medio de ecocardiografía bidimensional en modo-M guiado y determinaron el valor normal para el perro. Asimismo compararon los resultados obtenidos por ésta técnica con el valor normal del índice de Tei medido por Doppler pulsado de flujo. A tal efecto se utilizaron 47 perros cardiológicamente sanos y el valor obtenido para la técnica en modo-M fue de $0,4710 \pm 0,1778$ mientras que para la técnica por Doppler de flujo fue de $0,4327 \pm 0,1842$. El procesamiento estadístico a través de la técnica t de Student demostró que las diferencias encontradas carecen de significación estadística.

Palabras clave: (Índice de Tei); (Caninos); (Modo-M); (Valores normales).

SUMMARY

The authors studied the Tei index calculated thorough the two-dimensional M-mode guided echocardiography and determined the normal value for the dog. They also compared the results obtained by this technique with normal Tei index value measured by flow wave Doppler technique. For this purpose 47 cardiologically healthy dogs were used and the obtained value for the M-mode technique was $0,4710 \pm 0,178$ while for the flow wave Doppler technique was $0,4327 \pm 0,1842$. The statistical processing through Student t technique demonstrated that the differences do not have statistical significance.

Key words: (Tei index); (Dogs); M-Mode; (Normal Values)

INTRODUCCIÓN

El abordaje clásico de los estudios ecocardiográficos consiste en la exploración de las funciones sistólica y diastólica, principalmente del ventrículo izquierdo, procedimientos que, realizados independientemente implican una serie de determinaciones que no solamente se tornan tediosas sino que consumen un tiempo considerable, con la consiguiente intranquilidad de los pacientes examinados (caninos o felinos) y la consecuencia obligada, dificultad para realizar adecuadamente las determinaciones necesarias.

Un estudio ecocardiográfico de rutina implica la realización de las mediciones básicas como los diámetros ventriculares, relación atrioaórtica y algunos índices como el porcentaje de acortamiento fraccional y la fracción de eyección.

Sin embargo, en los casos en los cuales es necesario conocer el estado de las funciones ventriculares, tanto diastólica como sistólica, implica la realización de una serie de determinaciones que prolongan el estudio, haciéndolo más dificultoso.

En 1982, Marconi y col¹ publicaron el denominado “Índice isovolúmico” el cual estaba destinado a medir, en forma simultánea, tanto la función diastólica como la sistólica del ventrículo izquierdo. Para ello, dichos autores utilizaban el cálculo del período pre-eyectivo, la eyección ventricular y la sístole electromecánica total.

Más adelante, en 1995, Tei y colaboradores² desarrollaron el denominado “Índice de performance miocárdica”, destinado también a comprobar el estado sistodiastólico de los ventrículos (derecho o izquierdo), pero en este caso utilizando la técnica Doppler espectral, analizando las características del flujo transmitral y trasaórtico.

En la actualidad, la técnica es más conocida con el nombre de “Índice de Tei”, el cual es definido como la suma de la contracción y relajación isovolúmica dividida por el tiempo de eyección ventricular.

En el año 2006, Lightowler y col.³ determinaron el valor normal del índice de performance miocárdica para el ventrículo izquierdo en perros normales, valor que, posteriormente, recibió el aporte de otros investigadores^{4,5,6}.

Como se mencionó previamente los estudios de Marconi y col. se basaron en mediciones de la ecocardiografía bidimensional, auxiliadas por el control electrocardiográfico simultáneo, mientras que Tei y col. utilizaron como técnica de exploración el Doppler cardíaco y más específicamente el Doppler pulsado.

Debido a que el modo-M es la modalidad ecocardiográfica más antigua, simple y más extendida se pensó que ésta podía ser una técnica alternativa frente a los procedimientos más sofisticadas utilizadas hasta la fecha.

Este formato, que tiene la posibilidad de ofrecer más de 1000 imágenes por segundo,

cuenta con una alta definición temporal, presenta deflexiones nítidas y ofrece una muy adecuada forma de visualizar la movilidad valvular, tanto mitral como aórtica, cuya apertura y cierre permite determinar los parámetros necesarios para calcular el índice de performance miocárdico.

Fueron Misumi y col.⁷ quienes utilizaron este formato por primera vez para el cálculo del índice de performance miocárdico en humanos, tanto en pacientes sanos como con cardiomiopatía dilatada. Posteriormente Tham y col.⁸ efectuaron un estudio comparativo entre los resultados obtenidos para el índice de Tei utilizando la técnica tradicional (flujo transvalvular empleando Doppler pulsado) y la ecocardiografía bidimensional, pero en este caso, a diferencia de lo realizado por Marconi y col.¹ realizando el cálculo del índice directamente sobre el formato bidimensional, en modo-M guiado.

Si bien en la actualidad, tanto la ecografía general como la ecocardiografía han tenido un auge importante en la medicina veterinaria, la mayoría de los equipos en uso no cuentan con tecnología Doppler y por lo tanto se encuentran imposibilitados para obtener el mencionado índice pues, hasta la fecha, se requería contar con Doppler espectral para poder medir el flujo sanguíneo transmitral y transaórtico y, a partir de este dato, calcular el índice en cuestión.

La investigación bibliográfica realizada previa a la iniciación del presente estudio no permitió encontrar antecedentes del uso de ecocardiografía bidimensional en modo-M para la determinación del índice de Tei en animales, ni más específicamente en el perro.

Por lo mencionado, el objetivo del presente estudio fue poner a punto la técnica de la determinación del índice de Tei por ecocardiografía bidimensional en modo-M guiado y establecer el valor normal del mismo en perros a partir de la mencionada técnica y efectuar la comparación de dicho valor con el obtenido por la técnica convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se utilizaron 47 (cuarenta y siete) caninos de ambos sexos, razas, edades diversas y pesos entre 3 y 30 kg.

Los estudios ecocardiográficos se realizaron con un equipo marca Sonoscape, modelo S8, configurado con dos transductores phased-array, modelos 2P y 5P, los cuales fueron empleados según el tamaño de los pacientes.

Todos los animales incluidos en el estudio fueron sometidos a una evaluación cardiológica previa. Fueron descartados todos aquellos que presentaran cualquier evidencia de padecimiento cardíaco.

Todos los pacientes fueron sometidos a una evaluación Doppler pulsado para el cálculo del índice de Tei por la técnica tradicional y a un ecocardiograma bidimensional para el cálculo del mencionado índice en modo-M guiado.

Todos los estudios ecocardiográficos se realizaron con los animales en estación, sin ninguna forma de sujeción química. Para la evaluación bidimensional los pacientes fueron abordados desde la ventana paraesternal derecha, transectando el corazón en eje corto, a nivel de la válvula mitral para obtener el trazado del ecograma mitral (**Figura 1**) y, seguidamente a nivel de la base cardíaca para lograr la inscripción del ecograma aórtico (**Figura 2**).

Para el Doppler de flujo (transmitral y trasaórtico) se utilizó la ventana paraesternal izquierda, en la imagen apical de cuatro o cinco cámaras, colocando, para el caso de la medición del flujo transmitral (**Figura 3**), el volumen de muestra en el punto medio entre ambas valvas mitrales a la altura de su máxima apertura y para la medición del flujo trasaórtico (**Figura 4**) también en el medio de las valvas aórticas y en el punto de máxima apertura.

La fórmula utilizada para la obtención del índice de Tei fue: $ITe_i = a - b / b$, donde **a** es la distancia que media entre el final de la onda A del ecograma mitral (o del flujo transmitral) y el principio de la próxima onda E de dicho ecograma (segmento CD)

(o la correspondiente al flujo transmitral), que comprende el período eyectivo más los dos períodos isovolúnicos (de contracción y relajación) y **b**, que corresponde a la distancia entre la apertura y cierre de la válvula aórtica,

medida entre el inicio y final del cajón aórtico (o entre el principio y final de la onda de flujo tras-aórtico cuando se explora con Doppler pulsado), período que marca la duración de la eyección ventricular (**Figuras 1, 2, 3 y 4**).

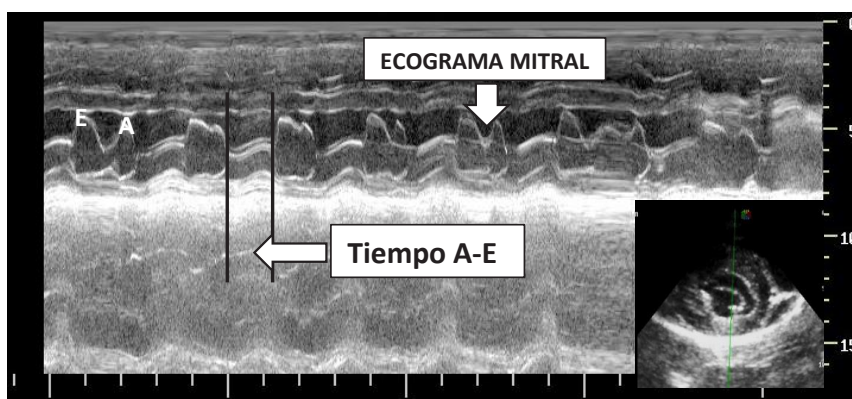


Figura 1- Imagen captada desde la ventana paraesternal derecha, en eje corto, a la altura de la válvula mitral (mostrada en el inserto) y guiado el corte a modo-M para obtener el registro del ecograma mitral. El espacio que media entre ambas líneas negras marca el espacio durante el cual la válvula mitral se encuentra cerrada, conformando el intervalo **a** necesario para calcular el índice de Tei.

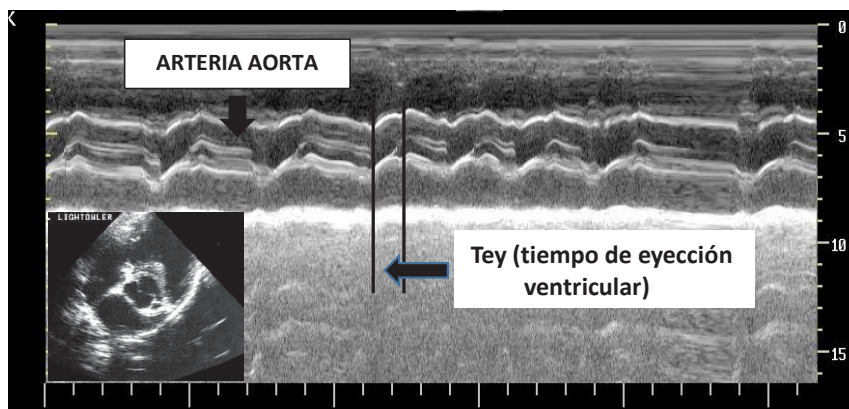


Figura 2- Imagen captada desde la ventana paraesternal derecha, en eje corto, a la altura de la base cardíaca (ver inserto) donde puede observarse en el corte en modo-M guiado la imagen de la arteria aorta y en su interior el ecograma aórtico. El espacio que media entre las dos líneas negras corresponde al período de eyección ventricular, conformando el intervalo **b** necesario para la medición del índice de Tei.

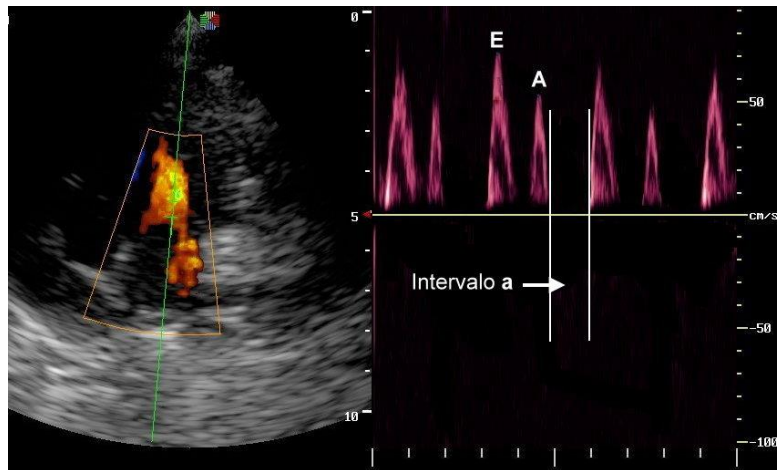


Figura 3- Doppler de flujo transmitral, registrado desde la ventana paraesternal derecha en la imagen apical de cinco cámaras. El espacio comprendido entre las dos líneas blancas corresponde al intervalo **a**.

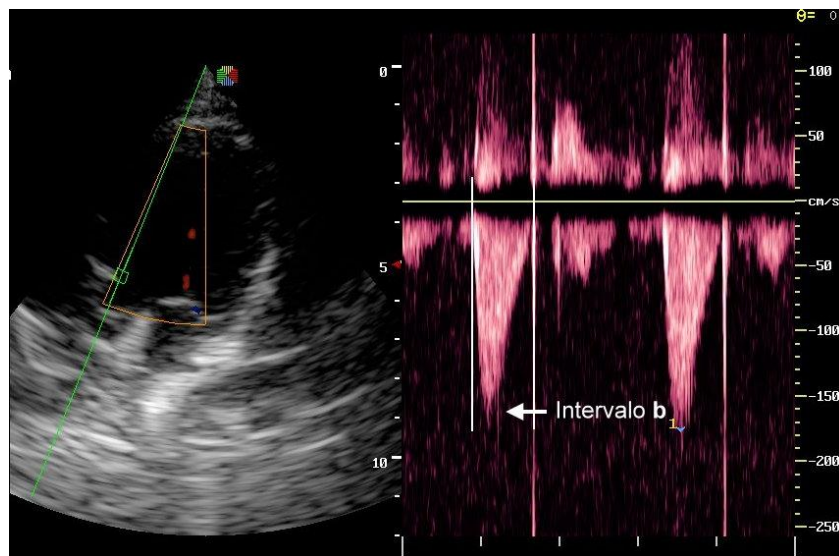


Figura 4- Doppler de flujo transaórtico, registrado desde la ventana paraesternal izquierda en la imagen apical de cinco cámaras. El espacio entre las líneas blancas corresponde a la eyección ventricular izquierda, que representa al intervalo **b** para el cálculo del índice de Tei.

Los valores finales de cada variable fueron el promedio de tres determinaciones obtenidas de distintos ecotomogramas. Los intervalos **a** y **b** fueron medidos en milisegundos, tanto en el modo-M como en el Doppler de flujo.

Los resultados fueron procesados estadísticamente utilizando el software GraphPad Prism para Windows, obteniéndose los valores de la estadística descriptiva, expresados como media y desviación estándar. Asimismo, se realizó una prueba de t de Student para

comprobar si existían diferencias significativas entre los intervalos a, b y el índice de Tei. Además se realizó un análisis de Bland-Altman para comprobar si existía concordancia entre las dos técnicas, para lo cual se empleó el software MedCalc 15.8 para Windows.

RESULTADOS

Los valores de la estadística descriptiva de las mediciones realizadas para ambas técnicas estudiadas figuran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la estadística descriptiva de las dos técnicas estudiadas					
	Técnica bidimensional		Técnica Doppler de flujo		
Parámetro	Media	D. estándar	Media	D. estándar	Diferencia
Intervalo a	246,2mseg	32,5mseg	244,8mseg	33,9mseg	1,4mseg
Intervalo b	168,4mseg	20,8mseg	172,0mseg	20,0mseg	3,6mseg
Índice de Tei	0,4710	0,1778	0,4327	0,1840	0,038

Intervalo a: cuando se compararon los valores obtenidos para este intervalo por la técnica de ecocardiografía bidimensional en modo-M (246,2 mseg $\pm$ 32,5 mseg) y de Doppler transvalvular (244,8 mseg $\pm$ 33,9 mseg) se observó una diferencia de 1,4 mseg. Realizado el estudio de t de Student se verificó que las diferencias encontradas a favor de la técnica en modo-M no son estadísticamente significativas (P valor= 0,3) (**Gráfico 1**).

Intervalo b: la comparación de los valores de este intervalo obtenidos por ecocardiografía bidimensional en modo-M (168,4 mseg $\pm$ 20,8 mseg) y por Doppler transmitral (172,0 mseg $\pm$ 20,0 mseg) mostró una diferencia de 3,6 mseg a favor de la medición obtenida por la metodología tradicional. Sin embargo, la técnica de la t de Student indicó que dicha diferencia no fue estadísticamente significativa (**Gráfico 1**).

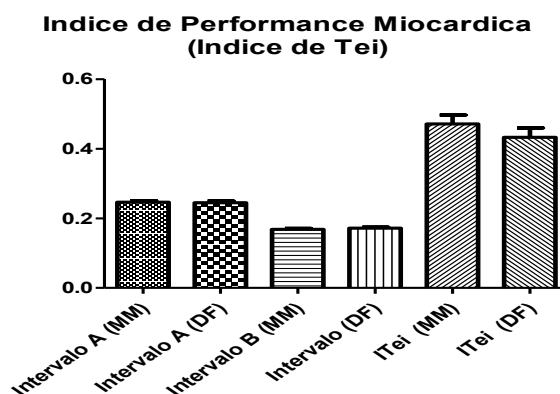


Gráfico 1- Esquema de barra y bigote donde se muestran las diferencias entre los intervalos a, b, y valor del índice de Tei obtenidos con las dos técnicas empleadas. MM: ecocardiografía bidimensional en modo-M guiado; DF: Doppler pulsado de flujo

Índice de **Tei**: el valor obtenido por la técnica bidimensional ($0,4710 \text{ mseg} \pm 0,1778 \text{ mseg}$) supera al obtenido por la técnica clásica ($0,4327 \text{ mseg} \pm 0,1842 \text{ mseg}$). La diferencia ($0,038 \text{ mseg}$) tampoco fue significativa estadísticamente (**Gráfico 1**). El análisis de la concordancia entre los dos

métodos de obtención del índice de Tei analizados en el presente estudios, analizado por medio de la prueba de Bland-Altman indicó la existencia de concordancia de ambas técnicas distribuyéndose todos los puntos dentro de los dos desvíos estándar de la media (**Gráfico 2**)

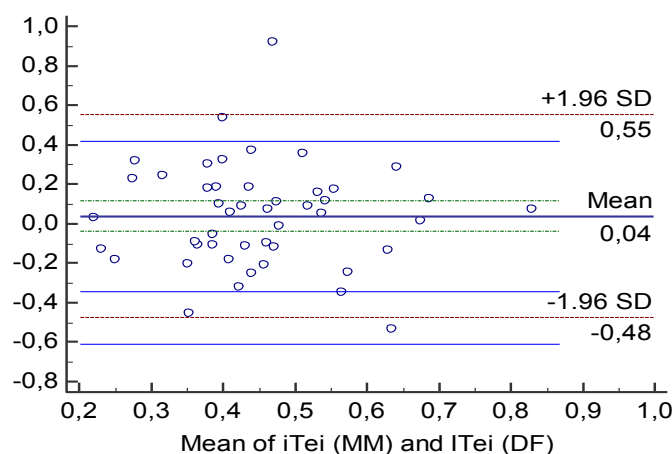


Gráfico 2 – Esquema de Bland-Altman donde se observa que de acuerdo a la distribución de los puntos alrededor del 0 ambas técnicas presentan concordancia y se encuentran dentro de dos desvíos estándar de la media.

DISCUSIÓN

El uso clínico y el tiempo han probado que el índice de Tei es una herramienta idónea y confiable para el diagnóstico de la función sistodiastólica de ambos ventrículos. Sin embargo, la necesidad de contar con la aplicación Doppler para su determinación lo ha tornado poco aplicable en medicina veterinaria para su utilización en terreno, donde la mayoría de los equipos de ultrasonido utilizados carecen de este formato.

Varios son los autores que han presentado valores del índice de Tei en perros normales determinados por Doppler pulsado^{3, 6, 7, 8, 9}. Sin embargo no se han publicado referencias respecto a la determinación del índice de Tei por medio de la ecocardiografía bidimensional en modo-M para esta especie.

Desde que no existen antecedentes del uso de la técnica bidimensional en caninos, tampoco se han encontrado estudios de comparaciones

con la técnica tradicional, existiendo solo antecedentes para la medicina humana.

Dos estudios empleados en humanos^{8, 9} encontraron una diferencia significativa de los valores del índice de Tei medido por ecocardiografía bidimensional en modo-M y por Doppler de flujo transmitral y transaórtico, siendo significativamente mayor el valor obtenido por la técnica tradicional.

Asimismo, encontraron diferencias significativas en el valor del intervalo **a**, medido por ambas técnicas pero no para el intervalo **b**. Uno de los mencionados autores⁸ atribuyó estas diferencias a las dificultades para identificar correctamente los límites de las ondas en la técnica original por Doppler de flujo.

El presente estudio arroja resultados opuestos a lo mencionado precedentemente. El intervalo **a**, medido por ambas técnicas mostro una diferencia de 1,4 mseg a favor de la técnica

bidimensional pero que no resulto significativa. Lo mismo ocurrió para el intervalo **b**, con una diferencia de 3,6 mseg, pero en este caso a favor de la técnica Doppler; tampoco se encontraron diferencia estadísticamente significativa.

En relación al Índice de Tei, en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas entre ambas técnicas de registro. A diferencia de los descripto para humanos ^{8, 9} donde el valor del índice de Tei obtenido por ecocardiografía bidimensional en modo-M fue significativamente menor que el obtenido por la técnica tradicional, en nuestro caso ocurrió lo inverso, es decir, el valor del índice de Tei fue mayor para el modo-M respecto del obtenido por Doppler de flujo, aunque dicha diferencia, como se mencionó previamente, carece de significación estadística.

La técnica de ecocardiografía bidimensional en modo-M guiado, además de ser una herramienta fácil de utilizar permite obtener mediciones más exactas para determinar el índice de Tei que la ecocardiografía Doppler de flujo dado que permite definir con más claridad el principio y final tanto de las ondas como los espacios entre las ondas.

Además, la nueva técnica propuesta pone al alcance de la mayoría de los ecografistas la posibilidad de uso de la técnica, no solo porque no se requiere contar con tecnología Doppler, sino porque que además, se destaca la facilidad y rapidez de ejecución.

CONCLUSIONES

El índice de performance miocárdica puede ser medido fácil y rápidamente por ecocardiografía bidimensional en modo-M guiado, constituyéndose en una técnica alternativa para la obtención del presente índice

Su valor normal para el perro por esta técnica es de $0,4710 \text{ mseg} \pm 0,1778 \text{ mseg}$.

Las diferencias con el valor del índice del Tei obtenido a través de la técnica Doppler de flujo no fueron estadísticamente significativas.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Mancini, J.; Costello, D.; Bhargava, V.; Lew, W. et al – The isovolumic index: a new noninvasive approach to the assessment of left ventricular function in man. *Am J Cardiol* 1982, (50):1401-1408
- 2- Tei, C.; Ling, L.; Hodge, D., et al – New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function-a study in normal and dilated cardiomyopathy. *J. Cardiol*, 1995; (26):357-366
- 3- Lightowler, C.; Barrios, J.; Casalonga, O.; DiTollo, B.; Bartolomeo, M.; Rotondaro, M. - Determinación del valor normal del índice de Tei del ventrículo izquierdo en caninos sanos. *In Vet.* 2006, 8(1):41-49
- 4- Thesima, K. et al – Evaluation of left ventricular Tei index (Index of Myocardial Performance) in Healthy Dogs and Dogs with Mitral Regurgitation. *J. Vet. Med. Sci.*; 2007 69(2):117-123
- 5- Camacho, A. et al – Effects of isoflurane on Tei-index of myocardial performance in healthy dogs. *Can Vet J*; 2007 (48):277-282
- 6- Alvarez, I.; Ortiz, C.; Cruz, L. –Determinación de los valores normales del índice de Tei (índice de performance miocárdica) y otros parámetros ecocardiográficos Doppler de la función ventricular izquierda en caninos sanos. *Revista de Medicina Veterinaria*. Colombia 2010; (19):61-72
- 7- Misumi, I.; Harade, E.; Doi, H.; Hayasaki, T.; Kajihara, E.; Motoshima, R. et al – Tei index evaluated by M-mode echocardiography in patients with dilated cardiomyopathy. *J Cardiol* 2002; (39):85-90
- 8- Tham, E.; Silverman, N. - Measurement of the Tei index: a comparison of M-Mode and Pulse Doppler methods. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17:1259-65
- 9- Cui, W.; Roberson, D. – Left ventricular Tei Index in Childrens: comparison of tissue Doppler imaging, Pulsed wave Doppler and M-Mode echocardiography normal value. *J Am Soc Echoc.*, 2006 19(12):1438-1445