

# Determinación del valor normal del índice de Tei del ventrículo izquierdo en caninos sanos

LIGHTOWLER, C.; BARRIOS, J.; CASALONGA, O.;  
DITOLLO, B.; BARTOLOMEO, M.; ROTONDARO, M.

## RESUMEN

Estudios recientes han demostrado que en la mayoría de los pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva coexisten tanto alteración de la función sistólica como disfunción de la diastólica y, en muchos casos, la función sistólica se encuentra normal y la insuficiencia cardiaca esta sustentada solamente por la disfunción diastólica, hecho que tiene implicancias diagnósticas, terapéuticas y pronósticas. Recientemente, Tei y colaboradores propusieron un nuevo índice Doppler que permite el estudio combinado de algunos de los intervalos sistólicos y diastólicos. En base a estos antecedentes los autores determinaron el valor normal del índice de Tei para el ventrículo izquierdo en caninos sanos con el objeto de utilizar dicho valor como índice de la función sistodiastólica. Se obtuvo un valor medio de 0,372 con un desvío estándar de 0,04. Asimismo pudo verificarse que no existe correlación con la frecuencia cardiaca ( $P > 0,0975$ ) ni con la tensión arterial sistólica ( $P > 0,0895$ ) pero si con el acortamiento fraccional del ventrículo izquierdo ( $P < 0,05$ ).

*Palabras clave:* (Índice de Tei), (insuficiencia cardiaca congestiva), (disfunción sistodiastólica)

El presente estudio forma parte del proyecto de investigación VE-027 aprobado y financiado por la Secretaria de Ciencia y Técnica de la UBA, programación científica 2004-2007.

Unidad De Cardiología. Hospital Escuela De Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires. Chorroarín 280 (1427) Ciudad autónoma de Buenos Aires. olmo@fvet.uba.ar

Recibido: marzo 2006 - Aceptado: julio 2006 - Versión on line: julio 2006

InVet. 2006, 8(1): 41-49  
ISSN(papel): 1514-6634  
ISSN (on line) 1668-3498

41

## Determination of the normal value of the left ventricular Tei index in healthy dogs

### SUMMARY

Recent studies have showed that in the majority of the patients with congestive cardiac failure coexist alteration of systolic and diastolic function and in many cases the systolic function is normal and the cardiac failure this supported only by the diastolic dysfunction. This fact has therapeutic, diagnostic and prognostic implications. Recently, Tei and co-workers proposed a new Doppler index that permits the combined evaluation of some of the systolic and diastolic intervals. Supported by these antecedents the authors determined the normal value of the left ventricular Tei index in healthy dogs in order to evaluate the systodiastolic function. A mean value of 0,372 with a standard deviation of 0,04 was obtained. Likewise the authors could verified that not correlation exists with cardiac rate ( $P > 0,0975$ ) neither with the systolic arterial pressure ( $P > 0,0895$ ) but a significant correlation exists with the left ventricular fractional shortening ( $P < 0,05$ ).

*Key words:* (Tei index), (congestive heart failure) , (systolic and diastolic dysfunction)

### INTRODUCCIÓN

La insuficiencia cardíaca congestiva es una de las enfermedades más comunes en caninos mayores de 10 años de edad y constituye la vía final común de la mayoría de las enfermedades que afectan tanto al endocardio valvular como al miocardio.

Históricamente, la investigación clínica cardiológica se ha focalizado en el estudio de las alteraciones de la función sistólica como base para explicar el desarrollo de los signos clínicos de la falla cardíaca congestiva<sup>21</sup>. Como consecuencia de dichos estudios se establecieron estrategias terapéuticas tales como la reducción de la pre y poscarga y el uso de distintos tipos de diuréticos para ser aplicados en los pacientes con signos de reducción de la función sistólica ventricular izquierda.

Recientemente se ha demostrado que en la mayoría de los pacientes con insuficiencia

cardíaca congestiva coexisten tanto alteración de la función sistólica como disfunción de la diastólica y, en muchos casos, la función sistólica se encuentra normal y la insuficiencia cardíaca esta sustentada solamente por la disfunción diastólica<sup>4</sup>, hecho que tiene implicancias diagnósticas, terapéuticas y pronósticas<sup>8, 14, 19</sup>.

El interés clínico del papel que desempeña la función diastólica en la fisiopatología de la insuficiencia cardíaca congestiva es relativamente reciente<sup>11,14,20</sup>. Actualmente la ecocardiografía se ha convertido en el método no invasivo estándar para la evaluación tanto de la función sistólica como diastólica del ventrículo izquierdo<sup>7,9,13</sup>. Dentro de las evaluaciones más frecuentes para determinar la función sistólica se incluyen los índices de la fase de eyección, evaluados a través de la ecocardiografía bidimensional, los cuales han sido establecidos como importantes parámetros pronósticos<sup>13</sup>. Por otro lado, la

evaluación de la función diastólica asienta en la tecnología Doppler, a través de la determinación de las características del llenado ventricular transmitral<sup>9,10</sup>.

La detección en forma no invasiva de la disfunción ventricular sistólica mediante diversas técnicas es relativamente exacta; sin embargo la capacidad para documentar la disfunción diastólica mediante técnicas no invasivas con el mismo grado de exactitud, continúa en desarrollo<sup>4,5,15</sup>. Hasta hace poco tiempo atrás no se disponía de un método no invasivo confiable para la evaluación de la disfunción ventricular sistólica y diastólica combinadas, salvo técnicas más invasivas como la ventriculografía isotópica que tiene baja especificidad pues está influenciada por la frecuencia cardíaca y también, aunque en un menor grado, por la presión arterial; esta no es una técnica utilizada en la medicina veterinaria. Recientemente, Tei y colaboradores propusieron un nuevo índice Doppler que permite el estudio combinado de algunos de los intervalos sistólicos y diastólicos<sup>16,17</sup>. Dicho índice, conocido también como índice de performance ventricular, se define como la suma de la contracción y relajación isovolumétrica, dividida por el tiempo de eyección ventricular. Existen varios informes que indican que el mencionado índice es de simple evaluación, reproducible e independiente de la frecuencia cardíaca y de la presión sanguínea arterial<sup>16</sup>.

Diversos estudios hacen referencia respecto de la utilidad del índice de Tei para estratificar la severidad clínica de la insuficiencia cardíaca congestiva en pacientes que padecen cardiomiopatía dilatada, amiloidosis cardíaca y tras el padecimiento de un infarto agudo de miocardio<sup>1,2,3,18</sup>. Trabajos más recientes han utilizado el índice de Tei en la evaluación de la función sistodiastólica del ventrículo izquierdo en pacientes con

hipertensión arterial esencial<sup>6</sup>. A la fecha sólo existen referencias del uso del índice de performance miocárdica ventricular en caninos aplicado a la exploración de la función del ventrículo derecho<sup>12</sup>.

El objetivo de nuestro estudio fue medir el índice de Tei en caninos sanos con el objeto de establecer su valor medio normal con el objeto de poder emplear dicho índice como herramienta diagnóstica para categorizar el grado de insuficiencia cardíaca de los pacientes caninos cardiopatas y verificar la existencia o no de correlación entre el parámetro estudiado, la frecuencia cardíaca, el porcentaje de acortamiento fraccional y la tensión arterial sistólica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se incluyeron en el presente estudio 58 caninos cardiológicamente sanos, 26 hembras y 32 machos, de edades variables entre 1 y 9 años (media  $6,8 \pm 2$  años) y pesos comprendidos entre 7 y 25 Kg (media:  $16,32 \pm 5,22$ ).

Previo a su inclusión los animales fueron sometidos a una evaluación clínica, a un electrocardiograma de seis derivaciones, a un estudio ecocardiográfico bidimensional y a un estudio Doppler de las cuatro válvulas cardíacas. Sólo se incluyeron animales libres de soplos cardíacos y arritmias. No se incluyó ningún animal que excediera los valores ecocardiográficos considerados normales para el peso, en los siguientes parámetros: diámetros ventriculares, relación aorto-atrial y punto E de separación septal. Asimismo se rechazaron todos los animales que presentaran un acortamiento fraccional menor a 26%.

Todos los estudios fueron realizados con los animales en estación y sin ninguna forma de sujeción química.

Previo a la iniciación de cada examen ecocardiográfico los animales fueron pesados y se determinó la frecuencia cardíaca, la cual volvió a medirse al finalizar el estudio.

La tensión arterial sistólica se midió colocando el manguito (Surgi-cuf. Ethox Corp. 251 Seneca Street. Búfalo NY14204) en la mitad del antebrazo para comprimir la arteria mediana y el transductor Doppler en la cara posterior de los metacarpianos con el objeto de detectar el flujo en el arco palmar digital superficial.

Se realizaron en cada paciente tres determinaciones separadas cada una de ellas por un intervalo de diez minutos y el valor utilizado para los cálculos de correlación fue el promedio de las mismas.

Para la medición de la tensión arterial se empleó un equipo Ultrasonic Doppler Flow detector, modelo 81-BL (Parks medical Electronic, Aloha, Oregon, USA.). Se empleó un ecocardiógrafo Kontron, modelo Iris 440 (Kontron Medical- Zone d'Activités des Gâtines- 52 rue Pierre Curie- Plaisir- France) configurado para esta oportunidad con transductores sectoriales mecánicos de 3,5 y 5 mHz.

Con el objeto de obtener estudios comparables, previo a cada ecocardiografía, el procesamiento de la imagen fue estandarizado de la siguiente manera: en todos los casos se utilizó el software incluido en el ecógrafo correspondiente al programa Cardio general; TGC (Compensación tiempo-ganancia): de menor a mayor de proximal a distal; Ganancia general: 40% para modo-B y 60% para modo-M; Nivel de rechazo: 30%; Realce: 0; Enfoque del transductor: variable según frecuencia; Profundidad de exploración: dependiente del tamaño del paciente; filtro smooth: desactivado. En ningún caso se empleó filtro de movimiento ni segunda armónica.

Para los estudios Doppler la configuración básica fue la siguiente: Ganancia general 50%; Filtro de pared: 400 Hz.; Velocidad de barrido (scroll): 25 mm/seg. No se empleó corrector de ángulo. En todos los casos se utilizó control electrocardiográfico simultáneo.

Todas las determinaciones Doppler se realizaron desde la ventana paraesternal izquierda, en la imagen apical de cuatro o cinco cámaras. Para la evaluación del influjo ventricular izquierdo (flujo transmitral) el muestreador de volumen se colocó a nivel de las puntas de las valvas mitrales en el punto de máxima apertura (Figura 1). Para la evaluación de la onda de flujo transaórtico, el analizador de volumen se colocó en el centro de la aorta a nivel de la punta de las valvas aórticas en el momento de su máxima apertura (Figura 2).

La medición del porcentaje de acortamiento fraccional se realizó desde la ventana paraesternal derecha, en modo-M en un plano derivado de la imagen en eje corto a nivel de las cuerdas tendinosas.

El índice de Tei se determinó siguiendo los lineamientos establecidos por Tei, C y col.<sup>17</sup>. Se midió el intervalo de tiempo entre el cese del llenado ventricular izquierdo (final de la onda A) y el comienzo de dicho llenado (comienzo de la onda E), denominando esta distancia como **a** y el tiempo de eyección ventricular izquierdo (TEVI), utilizando en ambos casos Doppler pulsado (Figura 2).

El índice de Tei se calculó con la siguiente fórmula: **a- TEVI ÷ TEVI**, (TEVI: tiempo de eyección ventricular izquierda)(Figura 3). Para la determinación del porcentaje de acortamiento fraccional se midieron los diámetros sistólico y diastólico del ventrículo izquierdo. El cálculo se obtuvo con la fórmula: **DDVI-DSVI ÷ DDVI** (DDVI: diámetro diastólico del ventrículo izquierdo; DSVI: diámetro sistólico del ventrículo izquierdo).

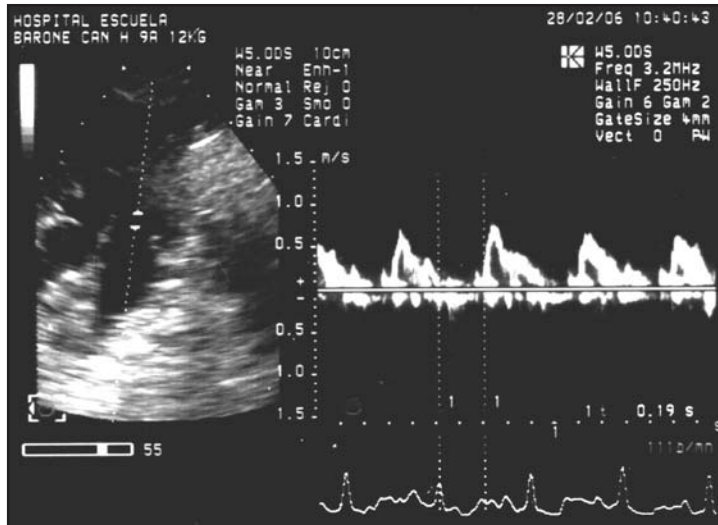


Figura 1: imagen apical de cinco cámaras captada desde la ventana paraesternal izquierda. En la izquierda, sobre la representación bidimensional se observa que el muestreador de volumen (las dos rayas horizontales sobre el cursor de corte) se encuentra ubicado en el punto medio del extremo de las valvas mitrales en el punto de máxima apertura. A la derecha se observan las ondas de influjo ventricular (flujo transmitral). La medición entre las líneas indicadas con 1, corresponde a la medida **a** para la determinación del índice de Tei

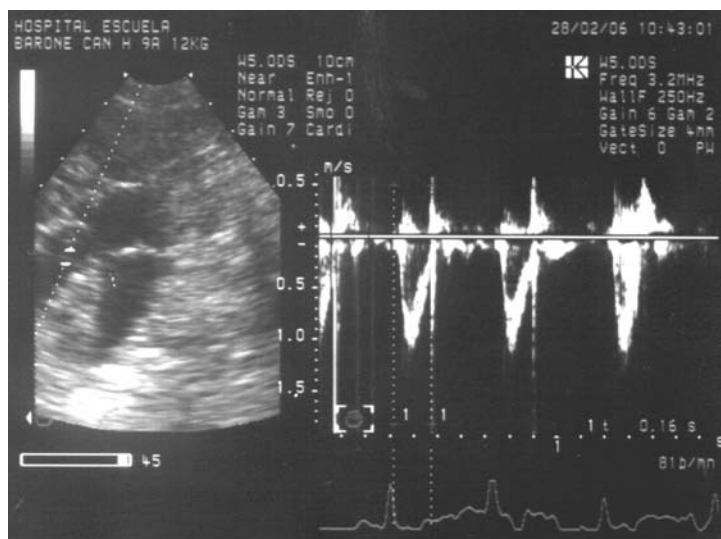


Figura 2: A la izquierda, imagen apical de cinco cámaras con el analizador de volumen colocado en el punto medio de la aorta a la altura de la punta de las valvas en su máxima apertura. A la izquierda se observa la onda de flujo transaórtico sobre la cual se mide el tiempo de eyección del ventrículo izquierdo

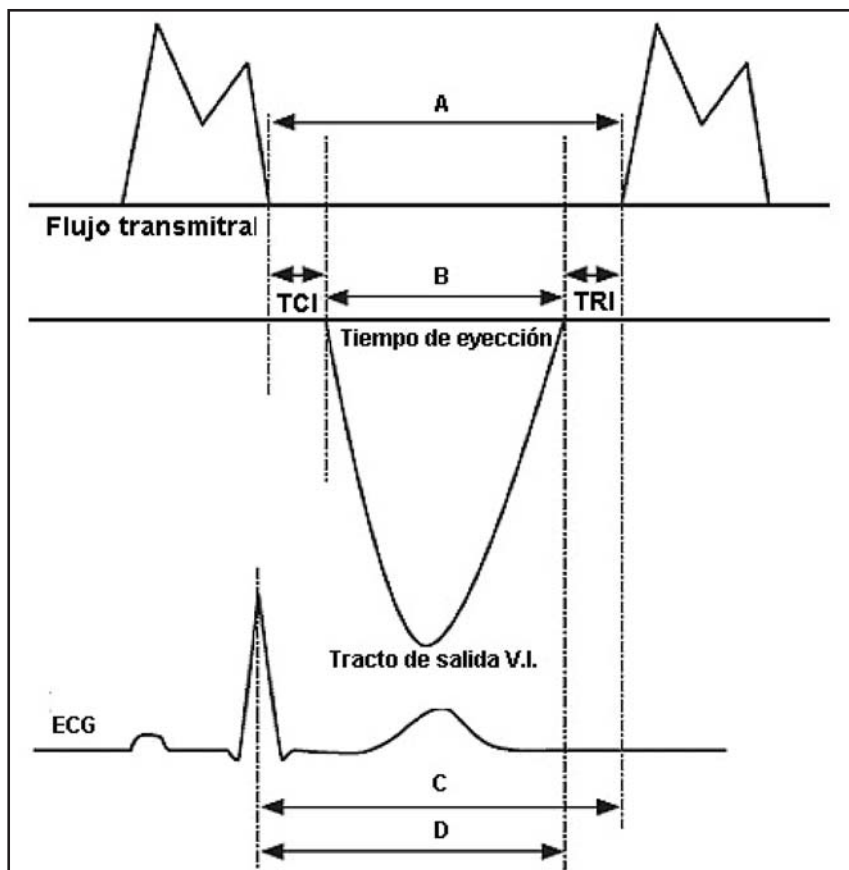


Figura 3: Esquema que muestra la forma de realizar las mediciones de los intervalos Doppler para la obtención del índice de Tei. La forma para calcularlo es:  $TCI + TRI \div TE$ , que en la práctica se calcula midiendo el tiempo **A** al cual se le resta el tiempo **B** y se divide por el tiempo **B**. La letra **A** mide el intervalo de tiempo entre el cese y el comienzo del influjo mitral; **B** corresponde al tiempo de eyección del ventrículo izquierdo, medido a nivel del tracto de salida. El tiempo de relajación isovolumétrica (TRI) se mide sustrayendo el intervalo **C** (comprendido entre la onda R y el comienzo del influjo mitral) del intervalo **D** (desde la onda R del electrocardiograma y el final de la eyección ventricular). El tiempo de contracción isovolumétrica (TCI) se obtiene sustrayendo el TRI de la suma de **A** + **B**.

En todos los casos, el valor final computado para cada caso fue el promedio de cinco mediciones obtenidas de flujos o ecotomogramas diferentes y corregidas por la variación intra e interobservador.

La variabilidad intraobservador fue determinada en 10 pacientes repitiendo las

mediciones en dos ocasiones diferentes (separadas entre 1 y 12 días) realizadas en condiciones basales semejantes. Para verificar la variabilidad interobservador, las mediciones obtenidas por uno de ellos fueron controladas en videograbaciones por un segundo observador que desconocía las mediciones del primero. La

variabilidad fue calculada como porcentaje medio de error obtenido como la diferencia entre las dos series de mediciones divididas por la media de las observaciones.

El procesamiento estadístico consistió en el cálculo de las medidas descriptivas (media, desvió estándar, coeficiente de variación, mediana, cuartiles y valores máximo y mínimo). Se realizó además un estudio de correlación lineal (Pearson) entre el valor del índice de Tei y la frecuencia cardíaca (FC), el índice de Tei y el %AF y dicho índice y la presión arterial sistólica.

## RESULTADOS

Los valores obtenidos para el índice de Tei en el presente estudio fueron los siguientes: Media: 0,372; Desviación estándar: 0,04; Coeficiente de variación: 12%; Valor mínimo: 0,26; Primer cuartil: 0,32; valor máximo: 0,401; Tercer cuartil: 0,397; Mediana: 0,371.

Resultado de la correlación lineal: índice de Tei - Frecuencia cardíaca: 0,2814 ( $p > 0,0975$ ); correlación lineal índice de Tei - % Acortamiento fraccional:  $r: 0,79412$  ( $p < 0,01$ ) y correlación lineal con tensión arterial sistólica: 0,3257 ( $p > 0,0897$ )

La variabilidad intra e interobservador para la medición de los parámetros Doppler (Ondas E y A de llenado ventricular izquierdo y tiempo de eyección ventricular izquierdo) varió entre 1,23% y 4,2%.

## DISCUSIÓN

La insuficiencia cardíaca congestiva constituye el punto final de los procesos cardiovasculares caninos. Si bien se han desarrollado diversas estrategias para el tratamiento de la insuficiencia cardíaca congestiva, a la fecha no existe una prueba

sencilla, reproducible y no invasiva para su correcto diagnóstico.

En caninos, la insuficiencia cardíaca presenta múltiples etiologías, las que básicamente asientan en el miocardio y el endocardio valvular, aunque el defecto a nivel miocárdico puede deberse al desarrollo aislado de disfunción sistólica o diastólica o al padecimiento simultáneo de falla sistólica y diastólica.

El reconocimiento precoz de la falla cardíaca es esencial porque el tratamiento temprano con inhibidores de la enzima convertidora, bloqueadores de los receptores de la angiotensina II y beta-adrenérgicos no sólo alivia los signos clínicos sino que incrementa la sobrevida de los pacientes.

Históricamente, el diagnóstico clínico de insuficiencia cardíaca se ha basado en la presencia de tos y desarrollo de disnea de esfuerzo. En la actualidad la signología clínica se ve auxiliada por la investigación ecocardiográfica de la función sistólica ventricular izquierda.

Sin embargo, muchos pacientes con función sistólica ventricular izquierda normal presentan signos de insuficiencia cardíaca, debida fundamentalmente a trastornos en la capacidad del ventrículo para llenarse, es decir, por disfunción diastólica, sea por retardo de la relajación ventricular o alteración de la misma.

Sobre la base de este concepto establecido en la última década, se considera, en la actualidad, que un 30% de pacientes humanos con insuficiencia cardíaca congestiva sintomática tienen como causa la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo<sup>1, 3</sup>.

La evaluación de la función sistólica está focalizada en el estudio del diámetro sistólico del ventrículo izquierdo, el porcentaje de acortamiento fraccional y la fracción de eyección, mediciones que, por lo menos en el



hombre, tienen buena correlación con la sobrevida de los enfermos pero no con la gravedad de los signos clínicos o la capacidad de ejercicio<sup>3, 9, 20</sup>.

Más conflictiva se torna la evaluación de la función diastólica del ventrículo izquierdo, la cual, por problemas de técnica puede arrojar valores anormales aún en pacientes cardiológicamente sanos y viceversa. Por lo mencionado es que se considera que una prueba ideal para evaluar la insuficiencia cardiaca en forma no invasiva sería aquella que permitiera integrar en forma simultánea y no aislada la evaluación de las funciones sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo y que no fuera influenciada por las condiciones de carga ni por la frecuencia cardíaca.

De acuerdo a los estudios publicados por varios autores para humanos y los resultados por nosotros obtenidos para el perro, el índice de Tei parece cumplir con los mencionados principios<sup>1, 3, 9, 14, 17, 18</sup>.

Cabe aclarar que los valores obtenidos en el presente estudio para los caninos normales son semejantes a los obtenidos en humanos sanos, así como también las correlaciones con la frecuencia cardiaca, tensión arterial sistólica y acortamiento fraccional.

## CONCLUSIONES

El índice de Tei o índice de performance miocárdica es un parámetro fácil de medir, confiable y reproducible y presenta, en el perro normal, un valor promedio de  $0,372 \pm 0,04$ . Dicho índice correlaciona positivamente con el porcentaje de acortamiento fraccional, pero no lo hace con la frecuencia cardíaca ni con la tensión arterial sistólica lo que indica su independencia de dichos parámetros.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BRUCH, C; SCHMERMUND, A.; MARIN, D.; KATZ, M.; BARTEL, T.; SCHAAR, J.; ERBEL, R. 2000. Tei-index in patients with mild to moderate congestive heart failure. *Eur Heart J.* 21:1888-1895
2. BURGESS, M.I.; RAY, S.G. 1998. Use of a Doppler-derived index combining systolic and diastolic function in patients after myocardial infarction. *Rev. Echocardiography.* 15: 12-18
3. DUJARDIN, K.S.; TEI, C. 1998. Prognostic value of a Doppler index combining systolic and diastolic performance in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 82:1071-1076.
4. GROSSMANN, W.; 1991. Diastolic dysfunction in congestive heart failure. *Semi Med Beth Israel Hosp* 325:1557-64.
5. HAERTEL, J.C. 1995. Evaluation of systolic and diastolic left ventricular function by echocardiography. *Arq Bras Cardiol.* 64:391-40.
6. KANG, S.M.; HA, J.W.; RIM, S.L.; CHUNG, N. 1998. Index of myocardial performance using Doppler parameters in the evaluation of left ventricular function in patients with essential hypertension. *Yonsei Med J.* 39(5):446-52.
7. KITABAKE, A.; INOUE, M.; ASA, M. 1982. Transmitral blood flow reflecting diastolic behavior of the left ventricle in health and disease: a study by pulsed Doppler technique. *Jpn J Circ* 46: 92-102.
8. KITZMAN, D.W.; HIGGINHOTHAM, M.B.; COBB, F.R. 1991. Exercise intolerance in patients with heart failure and preserved left ventricular systolic function. Failure of the Frank-Starling Mechanism. *JACC* 17: 1065-1072.
9. NISHIMURA, R.A.; ABEL, M.D.; HATLE, L.K.; TAJIK, A.J. 1989. Assessment of diastolic function of the heart: background and current applications of Doppler echocardiography. Part II. Clinical studies. *Mayo Clin Proc* 64: 181-204.
10. OH, J.K.; APPLETON, C.P.; HATLE, L.K.; NISHIMURA, R.A.; SEWARD, J.B.; TAJIK, J.A. 1997. The non-invasive assessment of left ventricular



- diastolic function with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 10: 246–70.
- 11- PEAPSON, A.C.; LABOVITZ, A.J.; MROSEK, D. 1987. Assessment of diastolic function in normal and hypertrophied hearts: comparison of Doppler and M-mode echocardiography. *Am Heart J.* 113:1417-1425.
- 12- BAUMWART, R.D.; MEURS, K.M.; BONAGURA, J.D. 2005. Tei Index of Myocardial Performance Applied to the Right Ventricle in Normal Dogs *J Vet Intern Med* 19:828–832
- 13- SCHILLER, N.B.; SHAH, P.M.; CRAWFORD, M. 1989. Recommendations for quantification of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echo* 2: 358–67.
- 14- SHAD, P.M.; PRI, R.G. 1992. Diastolic heart failure. *Current problems in Cardiology* 17(12):783-845.
- 15- SIONIS, A.; BOSCH, X. 1998. Biochemical detection of systolic dysfunction. *Lancet.* 351: 1063 - 106.
- 16- TEI, C.; LING, L.H.; HODGE, D.O. 1995. 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* 26:357–66.
- 17- TEI, C. 1995. New non-invasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol* 26: 396–404.
- 18- TEI, C.; DUJARDIN, K.S.; HODGE, D.O. 1996. Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in cardiac amyloidosis. *JACC* 28(3): 658-663.
- 19- VASAN, R.S.; BENJAMIN, E.J.; LEVY, D. 1996. Congestive heart failure with normal left ventricular systolic function. *Arch Intern Med.* 156(2):146 - 57.
- 20- VASAN, R.S.; BENJAMIN, E.J.; LEVY, D. 1995. Prevalence, clinical features and prognosis of diastolic heart failure: an epidemiologic perspective. *J Am Coll Cardiol.* 26(7):1565 - 74.
- 21- WILSON, J.R.; FERRARO, N. 1983. Exercise intolerance in patients with chronic left heart failure: relation to oxygen transport and ventilatory abnormalities. *Am J Cardiol* 51:1358–63.