

Conferencia:

**“Fatiga cardíaca.
¿Qué aportan las nuevas técnicas
de eco-doppler?”**

Ponente:

Dra. Araceli Boraita Pérez

Curriculum Vitae



DRA. ARACELI BORAITA

- Especialista en Cardiología y en Medicina de la Educación Física y el Deporte.
- Fundadora del Grupo de Trabajo de Cardiología del Deporte y de la Actividad Física de la Sociedad Española de Cardiología.
- Presidenta actual del mismo reelegida en las elecciones a la Junta Directiva que tuvieron lugar en Barcelona en octubre de 2005, durante el Congreso Nacional de la Enfermedades Cardiovasculares. .
- Vocal de la Junta directiva de la Sociedad Castellana de Cardiología.
- Editora Asociada de la revista Monocardio.
- Profesora de la asignatura de Cardiología del Deporte en la Especialidad de Medicina del Deporte, Universidad Complutense de Madrid.
- Colaboradora en el Proyecto Iniciativa Europea contra las enfermedades cardiovasculares para la elaboración del documento europeo Young People and Physical Activity for the European Heart Health Initiative.
- Coordinadora de las “Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología sobre pruebas de esfuerzo”.
- Coordinadora de las “Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología sobre la actividad física en el cardiópata”.
- Miembro permanente del Registro Nacional de Muerte Accidental y Súbita en el Deporte. Sociedad Española de Medicina del Deporte y Sociedad Española de Cardiología.
- Investigadora del Proyecto “Estudio de la muerte súbita en el deportista” concedido por la Fundación Mapfre en el 2005.

ACTIVIDAD PROFESIONAL ACTUAL.

Jefe de Servicio de Cardiología del Centro de Medicina Deportiva. Consejo Superior de Deportes de Madrid, desde 1988 hasta la actualidad.

ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Más de 70 comunicaciones a congresos Nacionales e Internacionales y más de 120 conferencias, ponencias y mesas redondas. Más de 40 cursos de formación impartidos.

Más de 40 artículos publicados en revistas científicas.

Más de 15 capítulos de libros.

Autora de los libros:

Habilidades en Cardiología para Médicos Generales.

Muevete corazón.

Cardiología del Deporte.

FATIGA CARDIACA.

¿QUÉ APORTAN LAS NUEVAS TÉCNICAS DE ECO-DOPPLER?

INTRODUCCION

El gran desarrollo experimentado por los medios diagnósticos ecocardiográficos en el estudio del corazón del deportista ha permitido descubrir y mejorar nuestro entendimiento sobre algunas de las adaptaciones morfológicas y funcionales experimentadas por el corazón entrenado.

Recientemente se han introducido nuevas técnicas en el estudio ecocardiográfico, como son el doppler tisular pulsado y color, que permite detectar las velocidades de desplazamiento de las paredes miocárdicas en relación con el tiempo y utiliza los mismos principios físicos que se usan para analizar el flujo sanguíneo. Esta técnica ayuda a completar el estudio de la función diastólica del ventrículo izquierdo con la ventaja que está menos afectada por los cambios de volumen circulante, frecuencia cardíaca, etc.

FUNCION VENTRICULAR SISTOLICA

La ecocardiografía-doppler ha permitido estudiar de manera incruenta la función sistólica y la función diastólica cardíaca. Los parámetros que habitualmente definen en la cardiología clínica la contractilidad ventricular izquierda son la fracción de eyección (FEVI), el acortamiento fraccional (AF) y la velocidad de acortamiento circunferencial ventricular izquierda (mVAC). Estos índices representan el porcentaje de reducción del volumen de llenado ventricular izquierdo (VTDVI) en cada latido y por tanto, están en función de las dimensión diastólica (DdVI) y sistólica (DsVI) del ventrículo izquierdo.

En corazones sanos, sin cardiopatía orgánica, diferentes factores influyen en la capacidad de llenado ventricular izquierdo, como el retorno venoso, el tiempo de llenado diastólico, la capacidad de relajación y de distensibilidad de la fibra miocárdica. Teniendo en cuenta estos factores se deduce que estos índices están en relación directa con la precarga, la frecuencia cardíaca y la presión de llenado ventricular izquierda. Por tanto, es fácil comprender que cambios en la precarga y/o en la frecuencia cardíaca, así como en la presión telediastólica ventricular izquierda de múltiple etiología producirán modificaciones en los mismos.

En relación con el volumen ventricular al final de la sístole también son múltiples los factores que lo pueden modificar, pero fundamentalmente está en función del inotropismo miocárdico dependiente del nivel de las catecolaminas circulantes y de la resistencia que ofrece el sistema arterial a la eyección ventricular (post-carga). Estados catabólicos, hiperdinámicos, la hipertensión arterial, y la disminución brusca del volumen plasmático circulante entre otras situaciones, conllevan modificaciones en el VTS y en consecuencia alteran estos índices de contractilidad ventricular.

Estas consideraciones dan una idea de la variabilidad de los parámetros de función sistólica ventricular, incluso en corazones anatómica y funcionalmente normales, en dependencia de situaciones metabólicas diferentes.

El corazón es probablemente el órgano que soporta una mayor sobrecarga durante la práctica de ejercicio físico, sufriendo notables modificaciones tanto morfológicas como funcionales, que clásicamente se denomina como síndrome de corazón del deportista.

El ejercicio aumenta las necesidades metabólicas que deben ser satisfechas especialmente a través del aumento del gasto cardíaco alcanzando en sujetos entrenados valores de 35-40 l/m durante un máximo esfuerzo¹. Durante una sesión de ejercicio se produce como respuesta en el aparato cardiovascular un aumento del gasto cardíaco y del consumo de O₂ miocárdico, un incremento del retorno venoso, un aumento de la contractilidad del miocardio y una disminución de las resistencias periféricas. El incremento del gasto cardíaco durante el ejercicio es siempre superior a la disminución de las resistencias periféricas, por lo que se produce un aumento de la tensión arterial¹⁻³.

Los efectos del entrenamiento, es decir las adaptaciones crónicas que se producen con repetidas sesiones de ejercicio, son difíciles de definir con claridad pero en general se aceptan como tal la bradicardia en reposo, la menor frecuencia cardíaca para un esfuerzo submáximo, menor tensión arterial sistólica y diastólica y el aumento del tamaño de las cavidades cardíacas¹.

En consecuencia, en deportistas altamente entrenados los índices de función sistólica convencionales pueden estar alterados presentando valores fuera de la normalidad. En estos casos es necesario determinar otros índices de función ventricular como velocidad media de acortamiento circunferencial corregida para la FC y estrés sistólico parietal (σ_m)⁴.

Además, la relación entre el σ_m y la mVACc es un índice sensible del inotropismo del ventrículo izquierdo independiente de las condiciones de carga. De acuerdo con Colan y col.⁵ esta relación es un indicador del estado del inotropismo miocárdico que tiene en cuenta la postcarga y la FC, y que dentro del rango fisiológico es independiente de la precarga. Por tanto, en aquellos deportistas con FE, FA y mVAC disminuidos la mVACc, como índice de la contractilidad del ventrículo izquierdo independiente de las condiciones de carga, no debe estar alterada si el inotropismo cardíaco no se encuentra significativamente alterado.

FUNCION VENTRICULAR DIASTOLICA

Para el estudio de la función diastólica del ventrículo izquierdo se analiza el patrón de llenado ventricular mediante eco-Doppler pulsado del flujo a nivel del anillo mitral en proyección 4 cámaras apical. Se mide la velocidad pico de la onda E (llenado precoz del VI), la velocidad pico de la onda A (llenado tardío por contracción auricular), los tiempos de desaceleración de las ondas E y A, relación E/A y el tiempo de relajación isovolumétrica (tiempo desde el final del flujo aórtico y el inicio de la onda E) mediante doppler continuo.

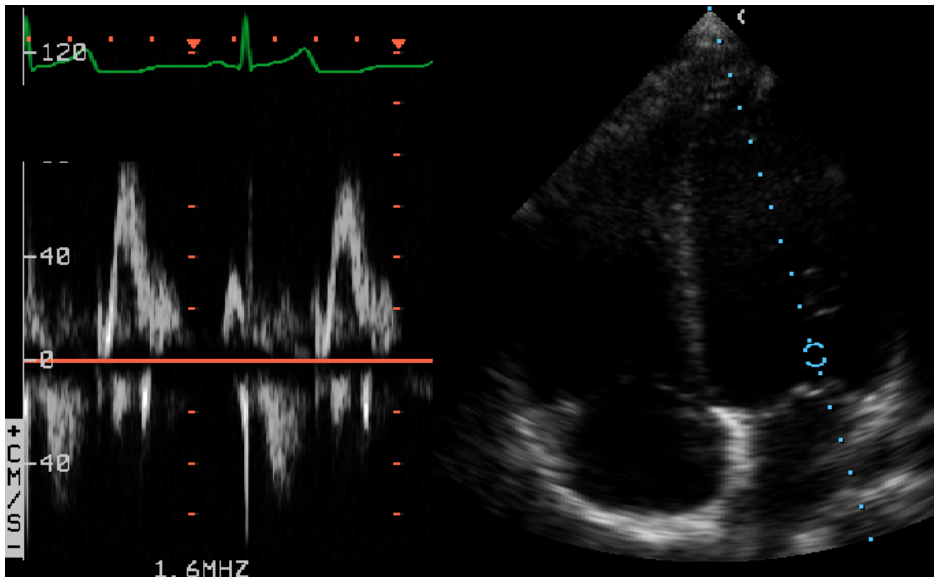


Figura 1. Patrón de llenado VI por doppler pulsado.

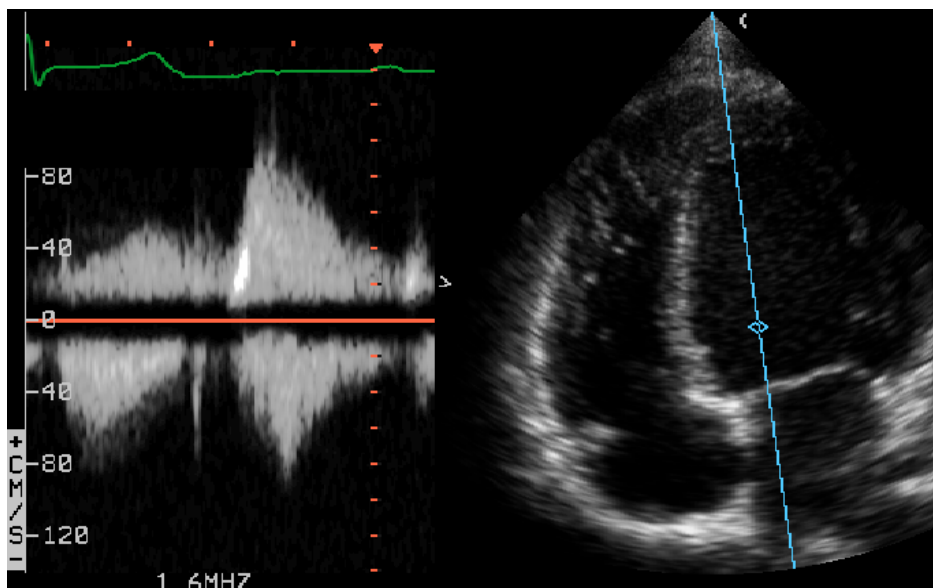


Figura 2. Tiempo de relajación isovolumétrica (TRI) por doppler continuo.

El doppler tisular permite detectar las velocidades de desplazamiento de las paredes miocárdicas en relación con el tiempo y utiliza los mismos principios físicos que se usan para analizar el flujo sanguíneo. Esta técnica ayuda a completar el estudio de la función diastólica del ventrículo izquierdo con la ventaja que está menos afectada por los cambios de volumen circulante, frecuencia cardíaca, etc.

En la proyección apical de 4 cámaras se coloca el volumen muestra en el anillo mitral septal y lateral, de tal forma que se registren las velocidades de desplazamiento longitudinal del anillo mitral. Se obtiene tres ondas, una positiva o velocidad sistólica y dos negativas, una onda de llenado temprano del ventrículo izquierdo o velocidad diastólica precoz, y la onda de velocidad de la contracción auricular.

En la cardiología clínica esta técnica se usa para completar el análisis de la disfunción diastólica y estudiar la sincronía de los diferentes segmentos del ventrículo izquierdo.

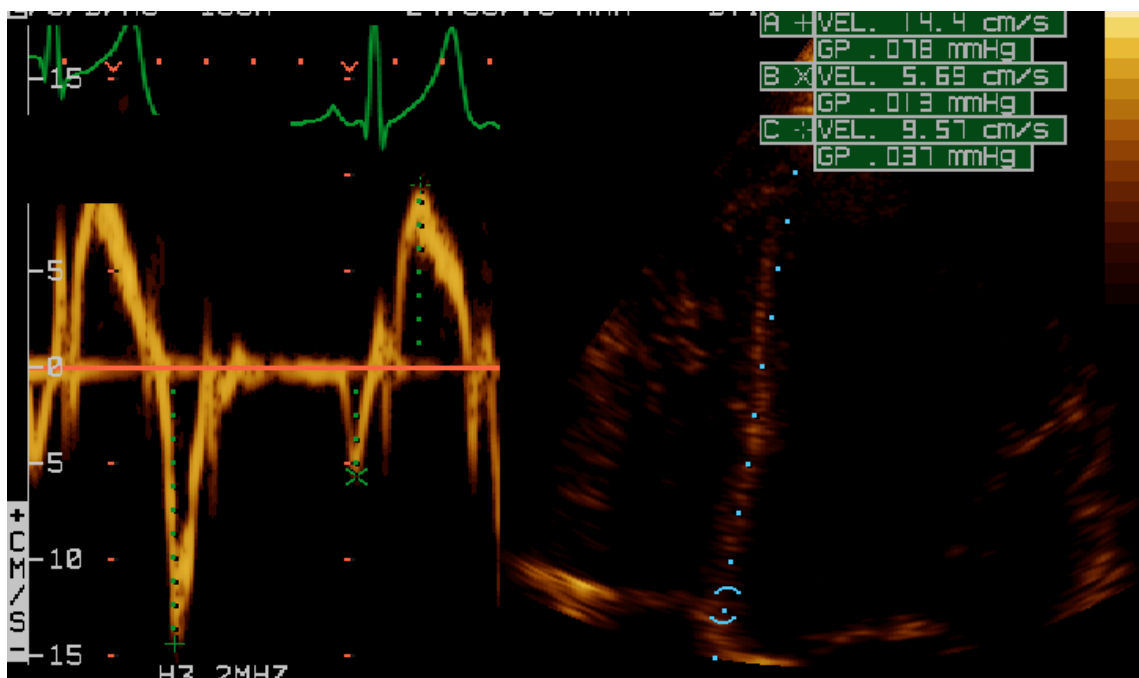


Figura 3. Doppler tisular pulsado del anillo mitral septal.

CRITERIOS DE FATIGA CARDIACA

El aumento de la FE y de la FA observado en algunos deportistas en los que se sospecha fatiga o sobreentrenamiento podría en parte estar atribuido al aumento de la FC. Aunque el mecanismo exacto permanece sin aclarar, se sabe que el aumento de la FC mejora el rendimiento global del ventrículo izquierdo posiblemente a través de un aumento frecuencia-dependiente de la disponibilidad de calcio^{6,7}. Además la mejora del rendimiento sistólico es mediado por un aumento de la actividad simpático-adrenal.

Por otro lado, la exposición prolongada a las catecolaminas durante el ejercicio puede conducir a una disregulación de los beta-receptores que serán responsable de un descenso agudo en la contractilidad ventricular tras ejercicios intensos.

Con respecto a la función diastólica y de acuerdo con los estudios de Pamela Douglas ^{8,9} el análisis del patrón de llenado ventricular en deportistas con fatiga puede mostrar un descenso en la relación entre las velocidades de llenado precoz y tardío, independiente del aumento en la FC inducida por el ejercicio.

Gracias al desarrollo de nuevas técnicas como el Doppler Pulsado Tisular (PTD) se ha podido avanzar en el entendimiento de las adaptaciones fisiológicas de los deportistas ¹⁰. El PTD mide la velocidad de movimiento del miocardio y se ve menos afectado por las variaciones del volumen y de la carga ^{11,12} por lo que resulta de gran utilidad para analizar en profundidad la función diastólica ayudando en el diagnóstico diferencial entre adaptación fisiológica y fatiga.

Por último, el índice de Performance miocárdico (Índice TEI) es la combinación de la función sistólica y diastólica, es decir, la suma del tiempo de preyección y el tiempo de relajación isovolumétrica (TRI) dividido por la tiempo de eyección del ventrículo izquierdo (TE), es decir $(TPE+TRI/ET)$ ¹³. Este índice estará alterado en los deportistas con fatiga como consecuencia de la alteración de la función diastólica, sistólica o de ambas.

CONCLUSIONES

En los deportistas con sospecha clínica de fatiga el estudio en profundidad de los parámetros de función sistólica y diastólica ayudan a establecer el diagnóstico.

La utilización del DTI ayuda a ratificar su diagnóstico suponiendo un avance en la valoración de los deportistas de elite y un apoyo a la corriente que existe hoy en día en el diagnóstico precoz de fatiga cardiaca.

BIBLIOGRAFIA

1. Mitchell JH, Raven PB. Cardiovascular adaptation to physical activity. En Bouchard C, Shepard R, Stephens T, editores. *Physical Activity, Fitness and Health: International Proceeding sand Consensus Statement*. hampaing(IL): Human Kinetics, 1994:286-98.
2. Hutson TP, Puffer JC, MacMillan W. The athlete heart syndrome. *N Eng J Med* 1985; 313:24-32.
3. Blomqvist CG, Saltin B. Cardiovascular adaptations to physical training. *Annu Rev Physiol* 1983;45:169-89.
4. Grossman WD, Jones D, McLaurin MP. Wall stress and pattern of hypertrophy in the human left ventricle. *J Clin Invest* 54: 56-64, 1975.
5. Colan S, Borow K, Neumann A. The left ventricular end-systolic wall stress-velocity of fiber shortening relation: a load independent index of myocardial contractility. *J Am Coll Cardiol* 4: 715-724, 1984.
6. Vanoverschelde JLJ, Younis LT, Melin JA, Vanbutsele R, Leclercq B, Robert AR, Cosyns JR, Detry JMR. Prolonged exercise induces left ventricular dysfunction in healthy subjects. *J Appl Physiol* 70: 1356-1363, 1991.
7. Maughan LK, Sunagawa D, Surkhoff D, Graves W, Hunter W, Sagawa K. Effect of heart rate on the canine end-systolic pressure-volume relationship. *Circulation* 72: 454-459, 1985.
8. Douglas PS, O'Toole ML, Hiller DB, Hackney K, Reichel N. Cardiac fatigue after prolonged exercise. *Circulation* 76: 1206-1213, 1987.
9. Douglas PS, O'Toole ML, Woolard. Regional wall motion abnormalities after prolonged exercise in the normal left ventricle. *Circulation* 82: 2108-2114, 1990.
10. Pela G, Bruscha G, Montagna L, Manara M, and Manca C. Left and Right Ventricular Adaptation Assessed By Doppler Tissue Echocardiography in Athletes. *J Am Soc Echocardiogr* 2004;17:205-11.
11. guez SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quinones MA. Doppler tissue imaging: a non-invasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1527-33.
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 :1788-94. 35.
13. Tei C. New non-invasive index for combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol* 1995;26:135-6.