

# Efecto del ejercicio en la variabilidad de la frecuencia cardíaca

## Effect of exercise training on heart rate variability

Mónica Rincón Roncancio<sup>1</sup>

### Resumen

La disfunción autonómica juega un papel primordial en la fisiopatología de la enfermedad isquémica coronaria, y el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca es un método no invasivo y reproducible para realizar una evaluación cuantitativa de la regulación autonómica cardíaca. El ejercicio regular logra mejorar la actividad vagal tanto en sujetos sanos como en pacientes con infarto agudo del miocardio y en diferentes estadios de la insuficiencia cardíaca congestiva. El papel esencial del entrenamiento físico no solo está en un mejor balance autonómico sino también en el gasto cardíaco durante la realización de la actividad física así como en la disminución de la mortalidad y la presencia de muerte súbita.

**Palabras clave:** variabilidad de la frecuencia cardíaca, ejercicio, rehabilitación, enfermedad cardiovascular, insuficiencia cardíaca congestiva.

### Abstract

Autonomic dysfunction plays a major role in the pathophysiology of ischemic heart disease. Analysis of beat-to-beat heart rate variability provides a simple, reproducible, and noninvasive method for quantitatively assessing cardiac autonomic regulation. Exercise training has been shown to improve vagal control of the heart in healthy subjects, as well as in patients suffering from both myocardial infarction and different stages of heart failure. The essential role of exercise is not only improving the autonomic balance but also cardiac output during exercise as well as in reducing cardiac mortality and sudden death.

**Key words:** heart rate variability, exercise, rehabilitation, cardiovascular disease, heart failure.

### Introducción

La disfunción autonómica juega un papel primordial en la fisiopatología de la enfermedad isquémica coronaria, y el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es un método no invasivo, reproducible que permite realizar una evaluación cuantitativa de la regulación autonómica cardíaca (1,2). La presencia de una alta variabilidad en la frecuencia cardíaca (FC), es signo de buena adaptabilidad e implica que el individuo tiene mecanismos de control autonómico que funcionan adecuadamente; a diferencia de aquellos individuos cuya VFC es baja (25), quienes a menudo demuestran una adaptabilidad insuficiente y anormal del sistema nervioso autónomo (SNA), que evidencia un mal funcionamiento fisiológico, es decir, la actividad de este sistema juega un papel sustancial en las adaptaciones fisiológicas de la circulación a los cambios de la actividad del ser humano. Se ha postulado que un incremento en el sistema parasimpático es benéfico a la función cardio-

<sup>1</sup> Médica Especialista en Medicina Física y Rehabilitación, Magíster en Bioética, Jefe del Servicio de Rehabilitación de La Fundación Cardio Infantil Instituto de Cardiología, Docente de la Universidad Militar Nueva Granada, El Bosque, del Rosario. Bogotá Colombia. E mail: mrinron@hotmail.com

Fecha de recepción: Mayo 17 de 2010

Fecha de aceptación: Junio 30 de 2010

vascular, ya que permite que el trabajo cardíaco sea más económico por reducción en la FC y la contractilidad, lo cual lleva a una disminución en la demanda de oxígeno miocárdico (17).

La VFC es una función de la acción sinérgica entre dos ramas del SNA, las cuales actúan en forma balanceada mediante mecanismos neurales, humorales y fisiológicos, con el fin de mantener las funciones cardiovasculares en forma óptima. Ésta es usualmente analizada en los dominios de frecuencia y tiempo (42); con relación al de tiempo se tienen métodos que utilizan técnicas matemáticas para medir la cantidad de la variabilidad en un electrocardiograma continuo en un período de tiempo especificado (3). Los índices del dominio de tiempo más utilizados son la desviación estándar de los intervalos entre pulsaciones normales (SDNN), la desviación estándar de la media de la duración de los intervalos R-R en ciclos de cinco minutos (SDANN), la raíz cuadrada de la media de la diferencia al cuadrado entre latidos sucesivos (RMSSD) y el porcentaje de intervalos que difieren por más de 50 milisegundos del intervalo precedente (pNN50); todas estas medidas permiten estimar una alta variabilidad cardíaca (31). Un SDNN menor de 50 milisegundos y un pNN50 menor del 3% identifican a los pacientes con una disminución marcada de la VFC y un mayor riesgo de muerte súbita (29). En contraste el método de dominio de la frecuencia, que abarca el análisis espectral de poder de la VFC, puede parcialmente separar los efectos parasimpáticos de los simpáticos (1). En términos generales se acepta que la VFC está mediada principalmente por la actividad vagal y que las oscilaciones de la FC a frecuencias altas (FA) son equivalentes con la arritmia sinusal respiratoria y se consideran un marcador de la actividad parasimpática; mientras que las oscilaciones de la FC en frecuencias bajas (FB) son marcadores de la actividad tanto parasimpática como simpática. Sin embargo, la FB en unidades normalizadas es relativa al poder total, por lo que para algunos investigadores la consideran que refleja una modulación simpática. La relación FB/FA indica un balance simpático-vagal. La transformación de Fourier es el modelo matemático que se usa más comúnmente para obtener los índices de la VFC en el dominio de frecuencia; las regiones de FA se encuentran en el espectro de poder

entre 0,15 a 0,40 Hz y reflejan la modulación vagal, en tanto que el poder en FB se encuentra entre 0,04 a 0,15 Hz, y el de muy baja frecuencia menor a 0,04 Hz (16,31).

La morbi-mortalidad producida por la enfermedad cardiovascular se incrementa progresivamente a medida que se envejece y al parecer el mecanismo potencial que explica esto incluye el aumento en la presión arterial y la alteración en el control autonómico de la circulación que se presenta con la edad (11,13). Existen suficientes datos que evidencian que la elevación en la presión arterial y la alteración en la función autonómica cardíaca, la cual se manifiesta por el decremento de la VFC y la sensibilidad barorrefleja arterial, se asocian con este incremento de riesgo cardiovascular y son predictores independientes de los eventos cardíacos y de la mortalidad global en individuos libres de enfermedad clínica (12).

Las alteraciones que se presentan en la VFC se relacionan consistentemente con pacientes que han sufrido infarto agudo del miocardio (IAM) e insuficiencia cardíaca congestiva (ICC). Una VFC baja está asociada con un incremento en el riesgo de mortalidad cardiovascular y eventos cardíacos, este riesgo aumentado puede ser el resultado de una inestabilidad eléctrica en la FC debido a un dominio en el ambiente autonómico, por las influencias del sistema nervioso simpático (4,26), de esta manera se ha propuesto que la VFC se pueda utilizar como un factor pronóstico para la estratificación del riesgo y las intervenciones terapéuticas para pacientes con enfermedad cardíaca.

### **El sistema baro-reflejo (SBR)**

Desde el punto de vista de la ingeniería el SBR se comporta como un sistema de dos asas cerradas, esto quiere decir que son dos vías separadas mediante las cuales el SBR modula la presión arterial (PA). Lo correspondiente al asa de la frecuencia cardíaca, se refiere a que cada vez que la PA se incrementa el SBR (el cual se activa por los receptores sensibles al estiramiento en la aorta y en el seno carotideo) produce disminución de la frecuencia cardíaca

y lo opuesto también sucede. La segunda asa se refiere al tono vascular del SBR. Aunque el cambio de la FC es inmediato, ocurre dentro de una fracción de segundo luego de que la PA ha empezado a modificarse, el cambio en ésta sucede varios segundos después de la modificación de la FC, debido a la inercia del recorrido de la sangre en el sistema vascular.

Bajo condiciones de incremento de la PA, las paredes arteriales se distienden, lo cual resulta en un incremento de la actividad aferente de los barorreceptores, este efecto lo que produce finalmente es una reducción en la ejecución cardíaca por el incremento parasimpático y disminución de la actividad simpática al corazón, con bradicardia y vasodilatación con el fin de retornar la PA a sus niveles normales (14). La VFC se relaciona íntimamente con el SBR, ya que ésta da una descripción cualitativa y cuantitativa de las variaciones inmediatas de la FC que son el principal resultado de las fluctuaciones espontáneas de la presión arterial mediadas por el SBR. La disminución de la VFC en pacientes con ICC se le atribuye a la reducción en el componente vagal del control cardiovascular, ésta VFC reducida tiene un alto valor pronóstico y se relaciona con una mayor mortalidad en estos pacientes (15).

### Ejercicio y variabilidad cardíaca

El ejercicio regular logra mejorar la actividad vagal tanto en sujetos sanos como en pacientes con IAM y en diferentes estadios de la ICC. El papel esencial del entrenamiento físico no solo está en un mejor balance autonómico, sino también en el gasto cardíaco durante la realización de la actividad física así como en la disminución de la mortalidad y la presencia de muerte súbita (45). De igual manera se reconoce que cambios rápidos en el control simpático-vagal ocurren durante la realización y recuperación del ejercicio (46,47). Diversos estudios demuestran que el ejercicio aeróbico causa una mejoría significativa en la VFC que a su vez se acompaña de la reducción en la FC tanto en el reposo como durante el ejercicio submáximo; lo cual refleja un aumento en la actividad eferente autonómica y una variación a favor del incremento en la modulación vagal sobre el ritmo cardíaco (48,49,50,51).

Un estudio experimental, diseñado para

evaluar los efectos del entrenamiento físico en los marcadores de la actividad vagal, mostró a su vez información sobre los cambios en la estabilidad eléctrica, el estudio se practicó en perros con un alto riesgo de fibrilación ventricular durante la isquemia miocárdica aguda, los cuales se asignaron aleatoriamente a un grupo de ejercicio diario durante 6 semanas o a otro que permaneció en reposo luego del entrenamiento físico. Posterior a realizar el ejercicio la VFC aumentó en un 74% y todos los animales sobrevivieron a una nueva prueba de isquemia (31).

Otros estudios en animales han establecido que el riesgo de fibrilación ventricular o muerte súbita después del IAM se reduce marcadamente por intervenciones que incrementen la actividad vagal. Estos estudios sugieren que la mejoría en la estabilidad eléctrica cardíaca y las adaptaciones en las vías neurales centrales y periféricas pueden contribuir al efecto del entrenamiento en la actividad vagal (9). Incluso algunos autores relacionan la disminución de ciertos parámetros de la VFC con la evaluación del umbral anaeróbico en diferentes prácticas deportivas y se estableció en ciertos grupos poblacionales, que el decremento de la VFC durante el ejercicio con incremento en su intensidad puede permitir una estimación más precisa de la FC máxima (35,36). Se ha demostrado que la actividad física regular, previene e incluso mejora las anomalías relacionadas con la edad de la presión arterial y la función autonómica cardíaca, por lo tanto puede aminorar el incremento del riesgo de la enfermedad cardiovascular con el envejecimiento (10).

Varios estudios han concluido que periodos de 10 minutos de ejercicio vigoroso son los más efectivos en mejorar la modulación vagal (27, 39). El estudio realizado por Okazaki y colaboradores (10) en adultos mayores sedentarios sanos quienes fueron entrenados por 12 meses mostró que la modulación autonómica cardíaca mejora con el incremento de la intensidad del ejercicio luego de un año de entrenamiento, y que los índices de la VFC afectados por el envejecimiento, se restablecen con ejercicio de alta intensidad, incluso a niveles iguales a los de personas mucho más jóvenes. Al considerar todos los datos de este

estudio, los autores concluyen que los índices de la VFC en sujetos adultos mayores sanos son modulados en forma benéfica solo cuando el entrenamiento se realiza en forma vigorosa con una prescripción de ejercicio al 75% de su FC máxima, por 200 minutos a la semana y al menos entre 6 a 12 meses. En contraste con la plasticidad prominente de la VFC, la sensibilidad del sistema baro-reflejo de los adultos mayores sanos después del entrenamiento se mantuvo considerablemente baja aún en los picos de máxima respuesta del ejercicio.

El entrenamiento con ejercicio de resistencia fue introducido en los programas de Rehabilitación Cardíaca para mejorar la eficiencia del entrenamiento tradicional que se había implementado en los años 80s, y son numerosos los estudios en diferentes poblaciones como pacientes cardíacos, geriátricos, con enfermedad vascular periférica, pulmonar, y con trasplantes de órganos, que han mostrado como al combinar este tipo de ejercicio con el entrenamiento aeróbico se desarrolla un mejor fortalecimiento pero a la vez se obtiene un enorme beneficio cardiovascular (54,55,56).

El ejercicio de resistencia ha mostrado una mejoría significativa en la fuerza muscular, flexibilidad y el equilibrio, entre otros, que lleva a un mayor desempeño en las actividades de la vida diaria, en especial todos estos beneficios se han demostrado en los adultos mayores quienes típicamente presentan sarcopenia y debilidad generalizada, lo cual ha permitido incrementar su uso en los programas de rehabilitación cardíaca (17,19,20).

Diversos estudios (16,18,30) concluyen que la contracción muscular isométrica resulta en un retiro de la actividad vagal así como con un alto influjo simpático, lo cual fue demostrado por Lee y colaboradores, quienes llevaron a cabo un estudio en 17 sujetos sanos, con ejercicio consistente en contracciones musculares isométricas al 70 y 85% de su contracción máxima voluntaria, a la vez que se registraban los parámetros de la modulación autonómica cada 2,5 minutos luego de la actividad; estos investigadores encontraron una reducción del pNN50 y de la FA y FB con respecto al reposo en el minuto 7,5 y décimo luego de la contracción, y concluyeron que el periodo pos-ejercicio después de una serie de

contracciones musculares isométricas de alta carga está marcado por alteraciones en los índices del control autonómico. Lo cual lleva a insistir en la importancia de la prescripción del ejercicio por personal idóneo que considere los efectos del entrenamiento planeado.

### VFC y pacientes con IAM

Diversos meta-análisis demostraron que dentro de los 2 años posteriores a la recuperación del IAM, los pacientes con VFC disminuida presentan 6,3 veces mas probabilidad de un evento arrítmico mayor como la muerte súbita, fibrilación ventricular o taquicardia ventricular en comparación con los que tienen una alta VFC (52,53). Estudios de pacientes con IAM concluyen que el entrenamiento físico realizado entre 8 semanas y tres meses, modificó la VFC hacia un incremento persistente en la función cardíaca modulada parasimpáticamente, aún en aquellos que fueron sometidos a revascularización miocárdica (5).

Algunos reportes muestran como en los pacientes que han sido sometidos a Angioplastia (ACTP) se observa una VFC baja con mayor alteración de los índices modulados parasimpáticamente. Para algunos autores esto es transitorio, en tanto que para otros es permanente, incluso hasta 6 meses después del procedimiento y en especial para aquellos con lesiones multivasos o comorbilidades asociadas, de igual manera esta condición se asocia con un gran riesgo de reestenosis (6,7).

El estudio de Tsai y colaboradores (1) demostró como existe un incremento significativo en la modulación parasimpática de los índices de la VFC, en aquellos pacientes a quienes se les practicó ACTP y realizaron actividad física por 8 semanas, con un aumento del 10% en la FA después del ejercicio, lo cual es bajo con respecto a otros estudios que demostraron incremento entre el 7 y el 27% (8); de igual manera se concluyó que los sujetos con IAM mostraron un mayor incremento en la respuesta modulada por el parasimpático luego del ejercicio que los individuos que no presentaron IAM. Los hallazgos sugieren que la presencia del infarto podría influenciar el efecto del ejercicio en el balance autonómico en pacientes luego de ACTP (1).

## VFC e Insuficiencia Cardíaca Congestiva

Las alteraciones autonómicas en los pacientes con ICC incluyen: aumento en la actividad simpática, disminución en el control parasimpático, reducción en la VFC y pobre tolerancia a la actividad física. La actividad simpática permanente y la VFC deprimida, así como la pérdida de la masa muscular esquelética que llevan a un estado caquético, son factores independientes que se correlacionan con la morbi-mortalidad en estos pacientes y por lo tanto requieren una intervención temprana (15,41).

La ICC está marcada por una reducción en el dominio de frecuencia específicamente en el de FA, con incremento en el de FB que indica una pérdida del control del tono vagal y una predominancia del simpático respectivamente. El estudio de Maaiké y colaboradores demostró como el entrenamiento físico regular aumenta la sensibilidad barorrefleja y la VFC, reduce el influjo simpático, los niveles plasmáticos de catecolaminas, la angiotensina II, la vasopresina, y el péptido natriurético cerebral en reposo (15). De otro lado no se debe olvidar en los programas de rehabilitación cardíaca para este tipo de pacientes, la importancia del entrenamiento respiratorio, pues la arritmia sinusal respiratoria es dependiente de las fluctuaciones en la excitabilidad vagal inducidas por dos mecanismos: uno es la oscilación de la descarga del SBR debido a la variación dada en el volumen sistólico y la presión arterial y el otro es la magnitud de la influencia inhibitoria inspiratoria central dependiente de CO<sub>2</sub> en la respuesta vagal; se ha podido demostrar con varios estudios como el entrenamiento respiratorio aumenta la respuesta parasimpática en los individuos (34).

## VFC y pacientes con cardio-desfibrilador implantable

Muchos resultados demuestran que los pacientes con riesgo de paro cardíaco exhiben una reducción en la actividad del sistema parasimpático; y la protección para evitar una muerte súbita se puede alcanzar mediante mecanismos que aumenten el tono vagal. Es por esto que se ha establecido que el ejercicio es una forma de tratamiento que permite el beneficio potencial de la estabilización de la función autonómica y protege de futuras

arritmias a los pacientes cardiopatas. El estudio de Dougherty y colaboradores (28), con 10 pacientes sobrevivientes de muerte súbita y portadores de cardio-desfibriladores, quienes fueron sometidos a un programa de rehabilitación cardíaca consistente en actividad física aeróbica por una hora, tres veces por semana y una hora de caminata en sus hogares durante 8 semanas a una intensidad entre el 60 a 80% de su frecuencia máxima y con seguimiento a seis meses, demostró mejoría en la VFC tanto en su dominio de tiempo como de frecuencia con incremento significativo en el pNN50, y FA manteniéndose los cambios incluso a los 6 meses. El estudio concluye que los pacientes sobrevivientes de muerte súbita y portadores de cardiodesfibriladores se pueden beneficiar de la actividad física regular por la estabilización de la función autonómica y la reducción en la incidencia de arritmias.

## VFC y Ectasia de las Arterias Coronarias

La ectasia de las arterias coronarias se caracteriza por una dilatación anormal, la cual es una variante de la enfermedad coronaria (22,23) y se considera que ésta es una forma diferente de remodelación vascular como respuesta a la arterioesclerosis; sin embargo, los mecanismos subyacentes responsables de la formación ectásica no son claros. Algunos autores plantean que se puede presentar un IAM en estos pacientes, el cual sería causado por una diseminación repetida de microémbolos a los segmentos distales a la ectasia o por una oclusión trombótica del vaso dilatado.

Luego de evaluar reportes de caso y pequeñas series, algunos investigadores postularon que la ectasia de las arterias coronarias puede inducir la isquemia miocárdica sin una estenosis significativa de estas u otros defectos cardíacos (24). Turker y colaboradores llevaron a cabo un estudio (21) con 50 pacientes con ectasia y 35 individuos sanos asintomáticos que se constituyeron en el grupo control, a todos los individuos reclutados se les practicó una evaluación de la VFC en los parámetros de dominio de tiempo y se les calculó el SDNN, SDANN, rMSSD y el pNN50. En este estudio se demostró que la VFC fue significativamente más baja en los pacientes con ectasia al compararla con los controles, con una reducción en todos los parámetros del dominio de tiempo

excepto rMSSD, lo cual estaría en relación a un incremento en las arritmias en este tipo de pacientes.

### VFC e Índice de Masa Corporal

Muchos estudios han demostrado una asociación entre un estilo de vida sedentaria, un alto índice de masa corporal y el riesgo de enfermedad cardiovascular (37,38,39), de igual manera se ha planteado la relación entre un índice de masa corporal incrementado con una reducción de la VFC, lo cual se atribuye a una disminución de la respuesta adreno-receptor, supresión del tono parasimpático o incremento de la actividad simpática (33,40,43). El estudio SAPALDIA llevado a cabo en Suiza con 1.712 individuos demostró como el SDNN se incrementó en un 19% en los sujetos de peso normal que se ejercitaron mas de 2 horas por semana, incluso también hubo el mismo aumento en aquellos obesos que realizaron la misma frecuencia de ejercicio con respecto a los sujetos obesos sedentarios. Concluye el grupo que la actividad física regular tiene un efecto benéfico en la función autonómica y por ende reduce el efecto negativo de la obesidad en la VFC (32).

### Conclusiones

Los estudios de las últimas décadas han demostrado la relación significativa que existe entre el sistema nervioso autonómico y la mortalidad cardiovascular que incluye la muerte súbita. La evidencia científica apoya la probabilidad alta de desarrollar una arritmia letal en presencia del incremento simpático o de la reducción de la actividad parasimpática, lo cual hace necesario tener mediciones de la actividad autonómica en los pacientes con enfermedad cardiovascular y la VFC es uno de los más importantes marcadores de este sistema. El ejercicio logra mejorar la modulación de la liberación de catecolaminas, con un incremento en la actividad parasimpática y de la sensibilidad del sistema baro-reflejo, lo cual ejerce un efecto protector ante la posibilidad de generación de arritmias, de tal manera que se tenga un efecto positivo en la variabilidad de la frecuencia cardiaca, se reduzca la mortalidad y mejore la calidad de vida de los pacientes.

### Bibliografía

1. Mei-Wun Tsai, Wei-Chu Chie, Terry BJ Kuo, Ming-Fong Chen, Jen-Pei Liu, Tony Hsiu-Hsi Chen, Ying-Tai Wu. Exercise training, Heart rate variability, Percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Phys Ther.* 2006;86:626–635.
2. Huikuri HV, Makikallio TH. Heart rate variability in ischemic heart disease. *Auton Neurosci.* 2001;90:95–101.
3. Quintana M, Storck N, Lindblad LE, et al. Heart rate variability as a means of assessing prognosis after acute myocardial infarction: a 3-year follow-up study. *Eur Heart J.* 1997;18:789–797.
4. Forslund L, Bjo"rkander I, Ericson M, et al. Prognostic implications of autonomic function assessed by analyses of catecholamines and heart rate variability in stable angina pectoris. *Heart.* 2002;87:415–422.
5. Iellamo F, Legramante JM, Massaro M, et al. Effects of a residential exercise training on baroreflex sensitivity and heart rate variability in patients with coronary artery disease: a randomized, controlled study. *Circulation* 2000;102:2588–2592.
6. Kanadasi M, Kudaiberdieva G, Birand A. Effect of the final coronary arterial diameter after coronary angioplasty on heart rate variability responses. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2002;7:106–113.
7. Wennerblom B, Lurje L, Solem J, et al. Reduced heart rate variability in ischemic heart disease is only partially caused by ischemia: an HRV study before and after PTCA. *Cardiology* 2000;94:146–151.
8. Tygesen H, Wettervik C, Wennerblom B. Intensive home-based exercise training in cardiac rehabilitation increases exercise capacity and heart rate variability. *Int J Cardiol.* 2001;79:175–182.
9. Hull SS Jr, Vanoli E, Adamson PB, et al. Exercise training confers anticipatory

- protection from sudden death during acute myocardial ischemia. *Circulation*. 1994;89:548–552.
10. Okazaki K, Iwasaki K, Prasad A, Palmer MD, Martini ER, Fu Q, Arbab-Zadeh A, Zhang R, Levine BD. Dose-response relationship of endurance training for autonomic circulatory control in healthy seniors. *J Appl Physiol* 2005; 99: 1041–1049.
  11. Lakatta EG, Levy D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises. I. Aging arteries: a “set up” for vascular disease. *Circulation*, 2003; 107: 139–146.
  12. Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, and Ray CA. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 533–553.
  13. Monahan KD, Tanaka H, Dinunno FA, and Seals DR. Central arterial compliance is associated with age- and habitual exercise-related differences in cardiovascular baroreflex sensitivity. *Circulation* 2001; 104: 1627–1632.
  14. Lehrer P, Vaschillo E. The future of Heart Rate Variability Biofeedback. *Biofeedback*. 2008;36: 11-17.
  15. Gademan MG, Swence CA, Verwey HF, van der Laarse A, Mann AC, van de Vooren H, van Pelt J, van Exel HJ, Lucas CM, Cleuren GV, Somer S, Schaliij MJ, van der Wall EE. Effect of exercise training on automatic derangement and Neurohumoral activation in chronic heart failure. *J Card Fail*. 2007;13(4):294-303.
  16. Lee CM, Ellis D, Daprile DM. Cardiac autonomic modulation following high-intensity static muscle contractions. *Am J Med Sci*. 2006;332(1):6-12.
  17. Ebben WP, Leigh DH. The effects of resistance training on cardiovascular patients. *Strength Cond J* 2006; 28: 54–58.
  18. Simos R, Mendes R, Castello V, Machado H, Almeida L, Baldissera V, Catai A, Arena R, Borghi-Silva A. Heart-rate variability and blood-lactate threshold interaction during progressive resistance exercise in healthy older men. *Strength Cond J* 2010 ; 24 (5): 1313-1320
  19. Ehlke, K and Greenwood, M. Resistance exercise for postmyocardial infarction patients: current guidelines and future considerations. *Strength Cond J* 2007;28: 56–62.
  20. Jeremy, L and Spencer, MS. Resistance training in outpatient cardiac rehabilitation. *Strength Cond J* 2007; 29: 18–23.
  21. Turker Y, Ozaydin M, Yucel H. Heart rate variability and heart rate recovery in patients with coronary artery ectasia. *Coron Artery Dis* 2010;21: 8-12.
  22. Pahlavan PS, Niroomand F. Coronary artery aneurysm: a review. *Clin Cardiol* 2006; 29:439–443.
  23. Manginas A, Cokkinos DV. Coronary artery ectasias: imaging, functional assessment and clinical implications. *Eur Heart J* 2006;27:1026–1031.
  24. Kahraman H, Ozaydin M, Varol E, Aslan SM, Dogan A, Altinbas A, et al. The diameters of the aorta and its major branches in patients with isolated coronary artery ectasia. *Tex Heart Inst J* 2006; 33:463–468.
  25. Soares-Miranda L, Sandercock G, Valente H, Vale S, Santos R, Mota J. Vigorous physical activity and vagal modulation in young adults. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2009;16:705-711.
  26. Saffitz JE. Sympathetic neural activity and the pathogenesis of sudden cardiac death. *Heart Rhythm* 2008; 5:140–141.
  27. Carter JB, Banister EW, Blaber AP. The effect of age and gender on heart rate variability after endurance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1333–1340.
  28. Dougherty CM, Glennly R, Kudenchuk PJ. Aerobic Exercise Improves Fitness and Heart Rate Variability After an Implantable Cardioverter Defibrillator. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2008;28 (5): 307-311.

29. Analysis of heart rate variability at rest and during aerobic exercise: a study in healthy people and cardiac patients. B de la Cruz Torres, C López López, J Naranjo Orellana. *Br J Sports Med* 2008 42: 715-720.
30. Hedelin R, Winklund U, Bjerle P, et al. Cardiac autonomic imbalance in an over-trained athlete. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1531-3.
31. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*. 1996;93:1043-1065.
32. Dietrich D, Ackermann-Liebrich U, Schindler C, Barthélémy JC, Brandli O, Gold D, Knopfli B, Probst-Hensch N, Roche F, Tschopp JM, von Eckardstein A, Gaspoz JM, Sapaldia team. Effect of physical activity on heart rate variability in normal weight, overweight and obese subjects: results from the SAPALDIA study. *Eur J Appl Physiol* 2008; 104:557-565.
33. Fraley MA, Bircham JA, Senkottaiyan N, Alpert MA. Obesity and the electrocardiogram. *Obes Rev* 2005; 6(4):275-281.
34. Hepburn H, Fletcher J, Rosengarten Th, Coote JH. Cardiac vagal tone, exercise performance and the effect of respiratory training. *Eur J Appl Physiol* 2005; 94: 681-689.
35. Karavirta L, Tulppo MK, Nyman K, Laaksonen DE, Pullinen T, Laukkanen RT, Kinnunen H, Hakkinen A, Hakkinen K. Estimation of maximal heart rate using the relationship between heart rate variability and exercise intensity in 40-67 years old men. *Eur J Appl Physiol* 2008; 103:25-32.
36. Cottin F, Lepretre PM, Lopes P, Papelier Y, Medigue C, Billat V. Assessment of ventilatory thresholds from heart rate variability in well-trained subjects during cycling. *Int J Sports Med* 2006; 27:959-967.
37. Tacoy G, Acikgoz K, Kocaman SA, Ozdemir M, Cengel A. Is there a relationship between obesity, heart rate variability and inflammatory parameters in heart failure? *J Cardiovasc Med* 2010; 11:118-124.
38. Kenchaiah S, Pocock SJ, Wang D, Finn PV, Zornoff LA, Skali H, et al., CHARM Investigators. Body mass index and prognosis in patients with chronic heart failure: insights from the Candesartan in heart failure: assessment of reduction in mortality and morbidity (CHARM) program. *Circulation* 2007; 116:627-636.
39. Grassi G, Seravalle G, Quarti-Trevano F, Scopelliti F, Dell'Oro R, Bolla G, Mancina G. Excessive sympathetic activation in heart failure with obesity and metabolic syndrome: characteristics and mechanisms. *Hypertension* 2007; 49:535-541.
40. Stein PK, Barzilay JI, Chaves PH, Traber J, Domitrovich PP, Heckbert SR, Gottdiener JS. Higher levels of inflammation factors and greater insulin resistance are independently associated with higher heart rate and lower heart rate variability in normoglycemic older individuals: the Cardiovascular Health Study. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56:315-321.
41. Selig SE, Carey MF, Menzies DG, Patterson J, Geerling RH, Williams AD, Bamroongsuk V, Toia D, Krum H, Hare DL. Moderate-intensity resistance exercise training in patients with chronic heart failure improves strength, endurance, heart rate variability, and forearm blood flow. *J Card Fail*. 2004;10(1):21-30.
42. Sadock Benjamin J., Sadock Virginia A., Ruiz Pedro. Kaplan & Sadock's Comprehensive Textbook of Psychiatry (9th Edition). Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
43. Sui X, LaMonte MJ, Laditka JN, Hardin JW, Chase N, Hooker SP et al. Cardiorespiratory fitness and adiposity as mortality predictors in older adults. *JAMA* 2007;298(21):2507-2516.
44. Cottin F, Medigue C, Lopes P, Lepretre PM, Heubert R, Billat V. Ventilatory thresholds assessment from heart rate variability during an incremental exhaustive running test. *Int J Sports Med* 2007; 28:287-294.
45. Raczak G, Pinna GD, La Rovere MT, Maestri R, Danilowicz-Szymanowicz L, Ratkowski W, Figura-Chmielewska M, Szwoch M,

- Ambroch-Dorniak K. Cardiovagal response to acute mild exercise in young healthy subjects. *Circ J*. 2005;69(8):976-80.
46. Ng J, Sundaram S, Kadish AH, Goldberger JJ. Autonomic effects on the spectral analysis of heart rate variability after exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2009;297: H1421–H1428.
47. Goldberger JJ, Le FK, Lahiri M, Kannankeril PJ, Ng J, Kadish AH. Assessment of parasympathetic reactivation after exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2006;290: H2446–H2452.
48. Hu M, Finni T, Zoul L, Perhonen M, Sedliak M, Alen M, Cheng S. Effects of Strength Training on Work Capacity and Parasympathetic Heart Rate Modulation during Exercise in Physically Inactive Men. *Int J Sports Med* 2009;30:719–724.
49. Martinmaki K , Hakkinen K , Mikkola J , Rusko H. Effect of low-dose endurance training on heart rate variability at rest and during an incremental maximal exercise test . *Eur J Appl Physiol* 2008;104:541–548.
50. Mourot L, Bouhaddi M, Perrey S, Rouillon JD, Regnard J. Quantitative Poincare plot analysis of heart rate variability: effect of endurance training. *Eur J Appl Physiol* 2004;91:79–87.
51. Madden KM, Levy WC, Stratton JK. Exercise training and heart rate variability in older adult female subjects. *Clin Invest Med* 2006 ;29:20–28.
52. Nolan RP, Jong RP, Barry-Bianchi SM, Tanaka TM, Floras JS. Effects of drug, biobehavioral and exercise therapies on heart rate variability in coronary artery disease: a systematic review. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2008; 15:386–396.
53. Bailey JJ, Berson AS, Handelsman H, Hodges M. Utility of current risk stratification tests for predicting major arrhythmic events after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:1902–1911.
54. Lamotte M, Fleury F, Pirard M, Jamon A, van de Borne P. Acute cardiovascular response to resistance training during cardiac rehabilitation: effect of repetition speed and rest periods. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2010.
55. De Vos NJ, Singh NA, Ross DA, Stavrinou TM, Orr R, Fiatarone MA. Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. *J Gerontol* 2005;60A:638–645.
56. Braith RW, Beck DT. Resistance exercise: training adaptations and developing a safe exercise prescription. *Heart Fail Rev* 2008; 13:69–79.



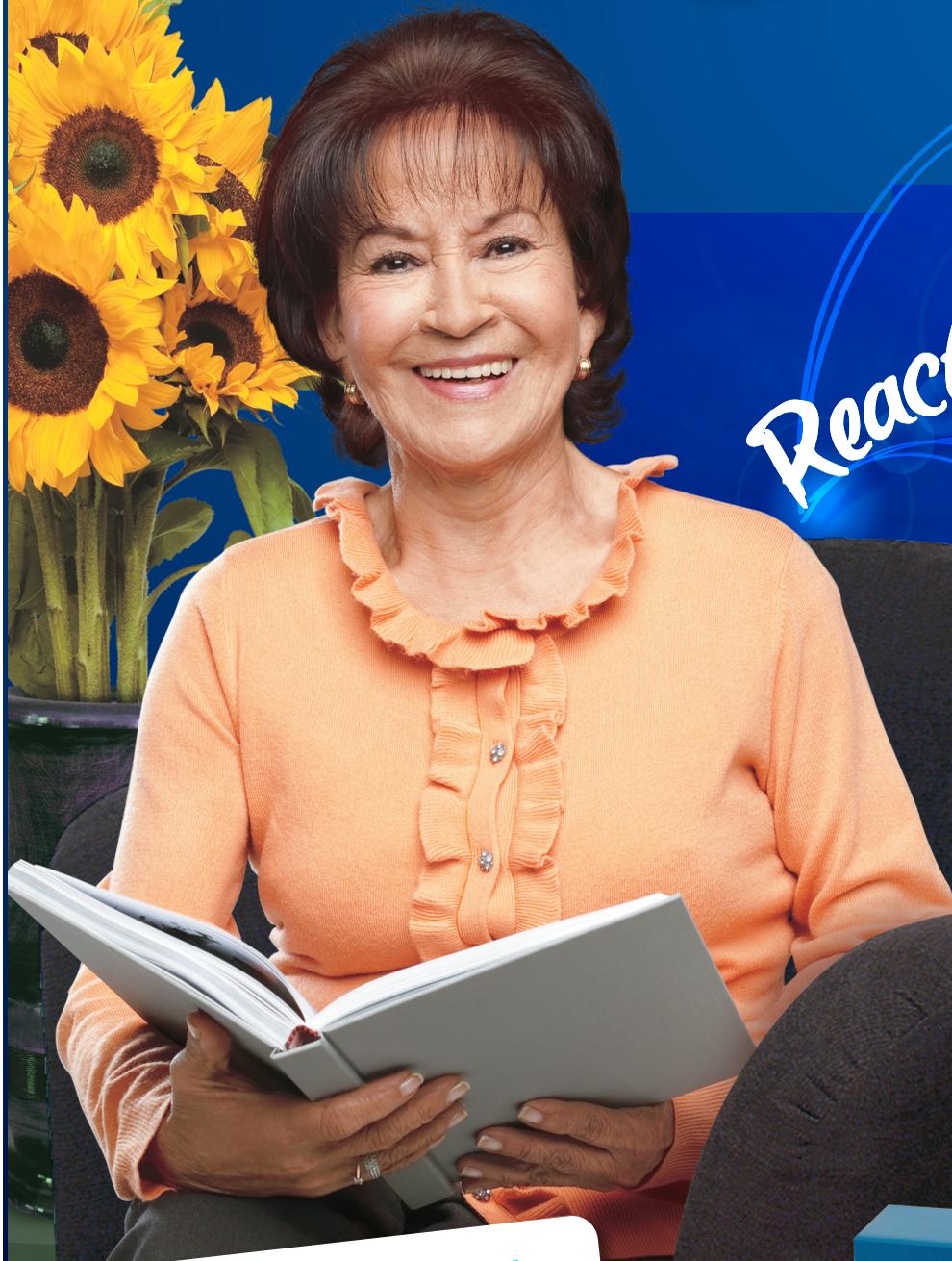
REVISTA COLOMBIANA DE MEDICINA  
FÍSICA Y REHABILITACIÓN

# alond<sup>®</sup>

Pregabalina

COAL007 10011

Reactiva la vida



Manejo efectivo del dolor neuropático<sup>1,2,3</sup>



1  
cada  
12  
horas

**INFORMACIÓN BÁSICA PARA PRESCRIBIR:**

Alond<sup>®</sup> (pregabalina) INDICACIONES: tratamiento de dolor neuropático en adultos, terapia coadyuvante en adultos o niños mayores de 12 años, con convulsiones parciales, con o sin generalización secundaria, fibromialgia y tratamiento del trastorno de ansiedad generalizada en adultos. POSOLOGÍA: uso oral, la dosis de ALOND<sup>®</sup> recomendada es de 75 mg BID, 150 mg BID, o 300 mg BID. La dosis máxima en fibromialgia recomendada es 450 mg/día. CONTRAINDICACIONES: hipersensibilidad a la sustancia activa o a cualquiera de los excipientes. ADVERTENCIAS Y PRECAUCIONES ESPECIALES PARA SU USO: no existe información adecuada sobre el uso de ALOND<sup>®</sup> en mujeres embarazadas o durante la lactancia. Precaución: no se ha establecido aún la seguridad y eficacia de ALOND<sup>®</sup> (pregabalina) en pacientes menores de 12 años de edad. ALOND<sup>®</sup> (pregabalina) puede causar mareo y somnolencia. PRESENTACIONES: ALOND<sup>®</sup> 75 mg Caja x 30 cápsulas. (Registro Sanitario INVIMA: 2009M-0010268).

**REFERENCIAS:**

1. Siddall P J D et al. Pregabalin in central neuropathic pain associated with spinal cord injury: a placebo - controlled trial. Neurology 2006;67 (10):1792-800. 2. Van Seventer R D et al. Efficacy and tolerability of twice-daily pregabalin for treating pain and related sleep interference in postherpetic neuralgia: A 13-week, randomized trial. Curr Med Res Opin 2006; 22 (2):375-384. 3. Freeman R D et al. Efficacy, safety, and tolerability of pregabalin treatment for painful diabetic peripheral neuropathy. Diabetes care 2008; 31 (7):1448-1454.

Con la calidad





ASOCIACIÓN COLOMBIANA  
DE MEDICINA FÍSICA  
Y REHABILITACIÓN



Congreso Regional y Andino  
de Rehabilitación

# Rehabilitación e Integración hacia una plena participación

## XXIV

Congreso de la Asociación  
Médica Latinoamericana de  
Rehabilitación AMLAR 2010

XXV Congreso Nacional de  
Medicina Física y Rehabilitación

XII Encuentro de la Sociedad  
Latinoamericana de Paraplejía

IV Congreso Regional Andino  
de Medicina Física y Rehabilitación

### SLAP

Sociedad Latinoamericana  
de Paraplejía

### SAMRR

Sociedad Andina de  
Medicina Física y Rehabilitación

25, 26, 27 y 28  
de Agosto de 2010

Hotel Hilton  
Cartagena de Indias  
Colombia



### AVALES ACADÉMICOS:

- Asociación Latinoamericana de Medicina Física y Rehabilitación –AMLAR
- Sociedad Internacional de Medicina Física y Rehabilitación- ISPRM