

# VARIABILIDAD DE FRECUENCIA CARDÍACA

Jairo Alberto Mejía Trujillo \*

**E**l estudio de la variabilidad de frecuencia cardíaca constituye un importante recurso de evaluación cardiovascular. Por medio de ella se realiza una aproximación no invasiva al sistema nervioso autónomo con sus componentes simpático y parasimpático. El interés por la variabilidad cardíaca se ha incrementado en razón a su capacidad de predecir mortalidad en el período post infarto así como en pacientes con diversas patologías de origen cardiovascular. Actualmente se cuenta con métodos fáciles de medición de variabilidad basados en electrocardiografía dinámica o monitoría Holter cardíaca de 24 horas que han desarrollado un creciente interés en áreas como metabolismo, obstetricia, pediatría, medicina deportiva y en estudios de sueño (polisomnografía).

## MEDICIÓN Y ASPECTOS CLÍNICOS DE LA VARIABILIDAD CARDÍACA

La medición de variabilidad más comúnmente usada, se basa en el estudio de electrocardiografía dinámica o monitoría Holter cardíaca. Toma para ello la medición de los intervalos RR de complejos normales a los cuales se aplica medidas estadísticas como promedio, media, porcentaje, etc.

Hasta hace pocos años se consideró que la variabilidad de frecuencia cardíaca era un factor de riesgo para muerte súbita de origen cardiovascular inmodificable. Hoy se conoce por el contrario, que es un parámetro susceptible de mejoría

**Tabla 1. Intervenciones mejoran la  
variabilidad cardíaca.**

INTERVENCIÓN CLÍNICA
1. Uso de betabloqueadores
2. Suspensión de tabaquismo
3. Terapia de sustitución hormonal
4. Control de HTA
5. Control de dislipidemias
6. Ejercicio físico aeróbico
7. Control de diabetes mellitus

\* Médico Internista, profesor asistente, Departamento de Medicina Interna, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca

con diversas intervenciones clínicas aplicables a pacientes individuales y a grupos de población. Tabla No. 1

### ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Desde el punto de vista fisiológico la variabilidad cardíaca está condicionada por varios factores entre los cuales se destaca: el aparato respiratorio, con oscilaciones de frecuencia acopladas al ritmo de ventilación y que se conocen como arritmia fisiológica o arritmia respiratoria; el sistema vasomotor, con información proveniente de barorreceptores que modifican la frecuencia cardíaca y la presión arterial; la temperatura corporal y los estados emocionales intensos que producen igualmente variaciones en la frecuencia cardíaca. Se ha determinado que existe un importante componente genético en el patrón de variabilidad cardíaca, como se demostró en la cohorte de Framingham, con un análisis en 1.153 personas sanas el cual permitió concluir que las características de variabilidad en cada individuo se determinan no sólo por aspectos ambientales sino además por un claro patrón genético.

### DOMINIOS

Se conoce como dominios las diferentes formas de medición de la variabilidad cardíaca. Existen dos dominios o

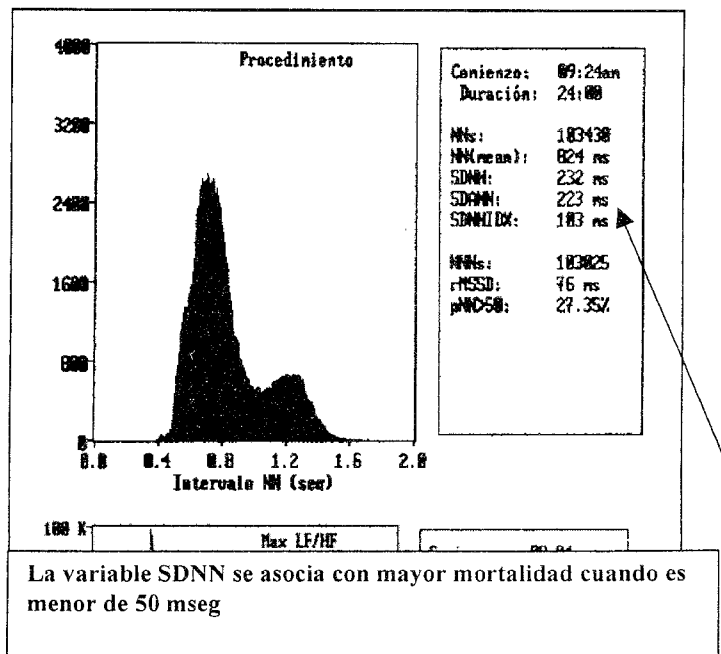
formas básicas de análisis: el dominio tiempo y el dominio frecuencia. Cada uno de ellos emplea sus propias unidades de medida, sin embargo debemos tener muy presente que los dominios son únicamente formas utilizadas para medir el mismo fenómeno fisiológico y sus resultados se complementan en diferentes situaciones clínicas.

### DOMINIO TIEMPO

Fue el primer método empleado para medir variabilidad de frecuencia cardíaca. En este dominio se usa como base el registro de los intervalos RR en milisegundos, a los cuales se aplica diversas unidades de medida. Los parámetros medibles más importantes son la desviación estándar del intervalo NN (SDNN), la desviación estándar de NN agrupados (SDANN), el porcentaje de ciclos mayores de 50 mseg (pNN50) y la raíz cuadrada de la media de la diferencia al cuadrado entre latidos adyacentes (R-MSSD). El dominio tiempo expresa sus mediciones en milisegundos (mseg). Figura 1.

Existe una serie de publicaciones muy importantes empleando la variable SDNN como predictor de mortalidad en insuficiencia cardíaca congestiva. Este método tiene una limitante y son los artefactos, los cuales son fácilmente removidos por los sistemas actuales de interpretación de monitoría Holter.

Figura No. 1 Variabilidad cardíaca en dominio tiempo



## DOMINIO FRECUENCIA

En este dominio se mide los diferentes componentes de la frecuencia cardíaca en Hertzios (ciclos/seg). En forma convencional las frecuencias se agrupan en bandas de acuerdo a la frecuencia y se denominan bandas de poder. El estudio de las bandas nos permite diferenciar su origen. El componente de alto poder (HF), está determinado por la actividad del parasimpático y refleja el tono vagal. La banda de baja frecuencia es modulada a la vez por el simpático y el parasimpático. El componente de muy baja frecuencia se relaciona con los sistemas vasomotor periférico, termorregulador y el sistema renina angiotensina aldosterona (RAA). Tabla No. 2. , Figura 2.

## APLICACIÓN CLÍNICA

Desde el punto de vista clínico, el análisis de variabilidad de frecuencia cardíaca ha demostrado su utilidad en diversas situaciones. Se destaca el poder predictivo de mortalidad en pacientes después de un infarto agudo de miocardio, el diagnóstico de neuropatía diabética y el riesgo de muerte súbita en población general con factores de riesgo cardiovascular entre otros. Tabla No. 3.

Uno de los campos de mayor interés en el estudio de HRV se relaciona con la hiperactividad simpática que se observa en pacientes con hiperinsulinemia. Este predominio de actividad simpática puede ser objetivamente evaluado por la atenuación de las bandas de alto poder (vaginales) en el dominio frecuencia. La estrecha correlación que existe entre los fenómenos de hiperinsulinismo e hiperactividad simpática, ha abierto campos de investigación muy interesantes relaciona-

das con alteraciones metabólicas que pueden ser prematuramente detectadas por el estudio de variabilidad cardíaca. Este hecho seguramente posicionará el análisis de variabilidad cardíaca como un predictor para el desarrollo de hipertensión arterial o diabetes mellitus. Esta forma de estudio representa una excelente alternativa, sencilla y no invasiva de determinar disautonomía en pacientes con síndrome metabólico (síndrome X o síndrome de resistencia insulínica), años antes del establecimiento de los diversos síndromes clínicos como diabetes e hipertensión arterial.

## VARIABILIDAD CARDÍACA Y DIABETES MELLITUS

En pacientes con diabetes mellitus tipo 2, las alteraciones en el patrón de variabilidad cardíaca se relacionan en forma directamente proporcional con el grado de disfunción autonómica. El carácter no invasivo del estudio y su alta precisión, lo definen actualmente como el estándar de oro para el diagnóstico de neuropatía autonómica diabética, superando las antiguas pruebas de evaluación clínica, las cuales además de causar incomodidad al paciente no gozaban de buena reproducibilidad. El análisis del dominio frecuencia de pacientes diabéticos muestra disminución de las bandas de alto y bajo poder con una mayor representación porcentual de frecuencias de bajo poder que traducen una inhibición del tono vagal.

Pero como se mencionó previamente, más importante aún que el estudio en pacientes diabéticos es el estudio de personas con resistencia insulínica por el desbalance autonómico que puede ser objetiva y precozmente detectado en los estudios de variabilidad en dominio frecuencia.

**Tabla No. 2 Bandas de poder en dominio frecuencia.**

BANDA	FRECUENCIA	ORIGEN
Muy baja frecuencia (VLF) (Muy bajo poder)	0.04 Hz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema vasomotor periférico</li> <li>• Sistema termorregulador</li> <li>• Sistema Renina Angiotensina Aldosterona</li> </ul>
Baja frecuencia (LF) (Bajo poder)	0.04-0.15 Hz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simpático</li> <li>• Parasimpático</li> </ul>
Alta frecuencia (HF) (Alto poder)	0.15-0.4 Hz.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parasimpático.</li> </ul>

Figura No. 2 Variabilidad cardíaca en dominio frecuencia

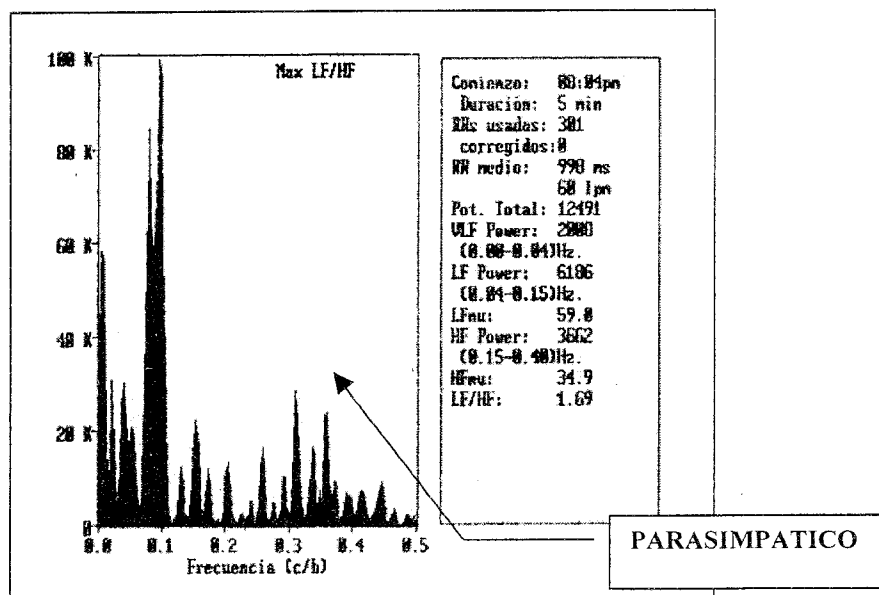


FIGURA 2. Variabilidad en dominio frecuencia. Puede observarse los diferentes componentes en las bandas de poder. El lado derecho del gráfico representa la actividad parasimpática.

Tabla No. 3 Aplicaciones clínicas variabilidad cardíaca.

APLICACIONES CLÍNICAS
1. Pronóstico de muerte súbita en población general con factores de riesgo cardiovascular.
2. Pronóstico de muerte de origen cardiovascular en pacientes post infarto agudo de miocardio
3. Estudios de estrés y medicina deportiva
4. Estratificación de riesgo para HTA esencial.
5. Estudio de neuropatía autonómica diabética
6. Miocardiopatías de diferente origen
7. Pacientes con trasplante cardíaco
8. Síndrome de resistencia insulínica

## VARIABILIDAD CARDÍACA E INSUFICIENCIA CARDÍACA

En 1998 se publicó el estudio UK-Heart (United Kingdom Heart Failure Evaluation and assessment of Risk Trial). Este estudio analizó a 433 pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva, estado funcional I a III de la clasificación de la Asociación del Corazón de Nueva York (NYHA), tomando como punto final la tasa mortalidad anual. El parámetro evaluado fue la desviación estándar del intervalo NN (SDNN). Se encontró que cuando la variable SDNN era menor de 50 mseg, existía un riesgo 5.5 veces mayor de muerte por causa cardiovascular. (mortalidad anual 51.4% contra 5.5% en pacientes con SDNN mayor de 100 mseg). Los resultados de este estudio desencadenaron de forma excepcional una nueva era de estudios de variabilidad cardíaca en diferentes situaciones clínicas, al demostrar de forma objetiva su alto valor predictivo de mortalidad.

## VARIABILIDAD DE CINCO MINUTOS

Un interesante estudio realizado por Sinnreich y colaboradores en Israel, demostró que registros cortos de variabilidad cardíaca durante cinco minutos permanecen estables en el tiempo si no se realiza durante dicho período de tiempo ningún cambio que afecte las mediciones en forma directa. (ver tabla 1). El estudio ratifica la importancia de lograr cambios en la variabilidad cardíaca con base a modificaciones de factores de riesgo cardiovascular.

También se demostraron algunos hechos de importancia epidemiológica:

1. La variabilidad es mayor en mujeres bajo terapia de sustitución hormonal
2. A mayor edad, hay una disminución progresiva de la variabilidad cardíaca.
3. Cuantitativamente, la variabilidad es mayor en hombres que en mujeres pero con un mayor componente simpático.
4. La variabilidad cardíaca se disminuye con el consumo de tabaco

## OTRAS CONDICIONES CLÍNICAS

Esta bien documentado la disminución de variabilidad cardíaca en pacientes con enfermedad coronaria establecida. De las variables estudiadas, es muy relevante la disminu-

ción de: HF, LF, rMSSD y pNN50. En población pediátrica se cuenta con un estudio de 79 niños obesos en los cuales se realizó estudio de variabilidad cardíaca basal y quienes fueron asignados a dos grupos de estudio de forma aleatoria. Uno de los dos grupos fue manipulado con la realización de un programa de deportes aeróbicos, encontrándose en ellos un efecto favorable en la actividad del sistema nervioso autónomo cuando se comparó con el grupo no sometidos a prácticas deportivas. La variabilidad cardíaca se ha visto deteriorada igualmente en pacientes con diagnóstico de fibromialgia primaria.

## VARIABILIDAD CARDÍACA Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

El seguimiento de un grupo de habitantes de la Ciudad de Boston con mediciones semanales de variabilidad cardíaca correlacionado con los niveles de contaminación ambiental, permitió establecer que la presencia de partículas contaminantes en la atmósfera menores de 2.5 micras, guarda una relación directamente proporcional con decremento en la variabilidad cardíaca, llevando a disminución significativa de las bandas de alto poder en dominio frecuencia (disminución del tono vagal).

## CONCLUSIONES

Con la evidencia publicada hasta el momento, podemos obtener las siguientes conclusiones:

1. El estudio de variabilidad cardíaca nos permite evaluar de forma objetiva y no invasiva el sistema nervioso autónomo. Estas mediciones son fáciles, altamente reproducibles y estables en el tiempo.
2. La variabilidad cardíaca se encuentra disminuida en pacientes que por diversas razones tienen atenuado su tono parasimpático tales como: insuficiencia cardíaca, resistencia insulínica, hipertensión arterial, diabetes mellitus, enfermedad coronaria, etc.
3. El análisis de variabilidad de frecuencia cardíaca es un importante predictor de muerte cardíaca y de muerte en post infarto agudo de miocardio
4. La medición de variabilidad de cinco minutos es una herramienta muy promisoría en la evaluación de riesgo cardiovascular por su bajo costo y posibilidades de aplicación en estudios con poblaciones grandes.
5. El estudio de variabilidad cardíaca es actualmente el procedimiento de elección para el diagnóstico de neuropatía diabética autonómica.

6. La variabilidad cardíaca puede ser mejorada en un paciente, manipulando los factores de riesgo modificables o con intervención farmacológica (estrógenos, betabloqueadores, hipolipemiantes).
7. La asociación de hiperinsulinemia con elevada actividad adrenérgica, le da al estudio de variabilidad cardíaca en dominio frecuencia, un promisorio campo de aplicación en el estudio de pacientes con síndrome metabólico pudiendo predecir de manera muy temprana el futuro desarrollo de hipertensión arterial o diabetes mellitus.

### BIBLIOGRAFÍA

1. **Singh P, Larzon M, Donnel C.** Heriability of Heart Rate Variability: The Framingham Heart Study. *Circulation* 1999; (99): 2251-2257
2. **Laitinen T, Vauhkonen I, Niskanen L, et al.** Power spectral analysis of heart rate variability during hiperinsulinemia in nondiabetic offspring of type 2 diabetic patients. *Diabetes* 1999; (48): 1295-1302
3. **Lombardi Frederico.** Chaos theory, heart rate variability, and arrhythmic mortality. *Circulation* 2000; (101): 8-13
4. **Cohen H, Neumann L, Shore M, et al.** Autonomic dysfunction in patients with fibromyalgia: application of power spectral analysis of heart rate variability. *Semin. Arthritis Rheum* 2.000; (4): 217-227
5. **Sayer J, Marchant B, Gelding V, et al.** Autonomic dysfunction is related to impaired pancreatic (beta) cell function in patients with coronary artery disease. *Heart* 2000; (83): 210-218
6. **Rabbia F, Martini G, Sibona M, et al.** Assessment of Heart Rate Variability after calcium antagonist and beta blocker therapy in patients with essential hypertension. *Clinical Drug Investigation*. 1999; (17): 111-118
7. **Nolan J, Phillip D, Andrews R, et al.** Prospective study of heart rate variability and mortality in chronic heart failure: Results fo the United Kingdom Heart Failure Evaluation and assessment of risk trial. (IK-UK-Heart). *Circulation*. 1998; (98): 1510-1520
8. **Wennerblom B, Lurje L, Tygesen H, et al.** Patients with uncomplicated coronary artery disease have reduced heart rate variability mainly affecting vagal tone. *Heart* 2.000; (3): 290-294
9. **Ducher M, Cerutti C, Gustin M, et al.** Noninvasive exploration of cardiac autonomic neuropathy. *Diabetes Care* 1999; (22): 388-394
10. **Sinnreich R, Kark J, Friedlander Y, et al.** Five minutes recordings of Heart rate variability for population studies: Repeatability and age sex characteristics. *Heart*. 1998; (80): 156-162
11. **Gutin B, Barbeau P, Litaker M, et al.** Heart Rate variability in obese children: relations to total body and visceral adiposity, and changes with physical training and detraining. *Obes Res*. 2.000; (1): 12-19
12. **Malik M, Padmanabhan V, Olson W.** Automatic measurement of long term heart rate variability by implanted single chamber devices. *Med Biol. Eng Comput.* 1999; (5): 585-594
13. **Gold D, Lotonjua A, Schwartz J, et al.** Ambient pollution and heart rate variability. *Circulation* 2.000; (11): 1267-1273
14. **Massin M, Derkenne B, Tallsund M, et al.** Cardiac autonomic dysfunction in diabetic children. *Diabetes Care* 1999; (22): 1845-1850