

Efecto de la edad sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca en individuos sanos

Effect of age on heart rate variability in healthy people

Carlos Manlio Díaz García¹, Frank Coro Antich¹, Allein Plain Reyes; Andrés Machado García¹, Evelyn Rodríguez.

¹ Departamento de Biología Animal y Humana. Facultad de Biología, Universidad de La Habana. Cuba.

RESUMEN

Introducción: La Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) constituye un instrumento de cuantificación de la actividad autónoma ante diferentes situaciones patofisiológicas. **Objetivos:** Caracterizar el efecto de la edad sobre el control autónomo del corazón y dilucidar las posibles bondades de índices poco explotados en este campo. **Métodos:** El estudio se efectuó en una población de sujetos sanos de 17 a 44 años. **Resultados:** Se obtuvo un decremento de la variabilidad en ambos sexos con el avance de la edad, empleando índices derivados del Gráfico de Poincaré. **Conclusiones:** La reducción de la VFC se debe a la degeneración del sistema neurovegetativo y los métodos de análisis empleados resultaron ser menos variables que los utilizados comúnmente por otros autores .

Palabras clave: Regulación autónoma, variabilidad de la frecuencia cardíaca, edad.

SUMMARY

Introduction: the heart rate variability is an instrument of quantification of the autonomous activity before different pathophysiological situations. **Objectives:** To characterize the effect of age on the autonomous control of the heart and elucidate

the possible kindnesses of little exploited indexes in this field. **Methods:** the study was conducted in a population of sound subjects aged 17-44. Results: It was obtained a decrease of variability in both sexes with age, using indexes derived from Poincaré's Graphic. **Conclusions:** The reduction of the heart rate variability is due to the generation of the neurovegetative system and the methods of analysis used proved to be less variable than those commonly used by other authors.

Key words: Autonomous regulation, heart rate variability, age.

INTRODUCCIÓN

La Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) se manifiesta en las fluctuaciones de los períodos que median entre los latidos como resultado de la interacción de los mecanismos de regulación cardiovasculares.¹ Estas variaciones ocurren como consecuencia de la actividad de las ramas simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo (SNA),² fenómeno que refleja la modulación de la función cardíaca, como expresión de los sistemas de control del medio interno del organismo.³ Por estas razones, la VFC se ha empleado como un importante marcador cuantitativo de la actividad autónoma.^{4, 5, 6}

En la literatura se acepta en general que las causas más relevantes que afectan la VFC con orden descendente de influencia son las patologías, el envejecimiento y el género.⁷ La última influencia, quizás por ser la menos evidente, ha producido mayores discrepancias entre los autores, sobre todo con relación a los adultos jóvenes. Para el grupo etario de 18 a 25 años, e incluso hasta 30 años, los estudios realizados son pocos y muy polémicos, limitados la mayoría por el pequeño tamaño muestral.⁸ Otra limitante en la interpretación de la VFC consiste en el elevado número de variables para caracterizar los efectos vagales y el escaso número de estas para los efectos simpáticos. A esto se suma además la incertidumbre sobre el significado fisiológico de los parámetros de la VFC,⁹ la carencia de metodologías estándares en el tratamiento de estos y el desconocimiento de cuáles son los más apropiados para efectuar las comparaciones.

Es por ello que en el presente trabajo nos proponemos como objetivos caracterizar el efecto de la edad sobre la regulación autónoma de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en una población cubana de 17 a 44 años y evaluar las ventajas de los índices secuenciales obtenidos a partir del Gráfico de Poincaré.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sujetos de experimentación

Se estudiaron 265 voluntarios supuestamente sanos para el análisis de los efectos de la edad y el género sobre la VFC ; los cuales afirmaron no padecer enfermedades neurológicas, diabetes o cardiopatías, ni estar bajo tratamiento médico alguno. Esta población se dividió en grupos etarios tal como se muestra en la [tabla 1](#) . Los individuos de 17 a 25 años fueron fundamentalmente estudiantes universitarios de la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana.

Registro del electrocardiograma y obtención de la serie de intervalos entre latidos

A los sujetos de experimentación se les realizó un registro electrocardiográfico durante 10 minutos; tiempo durante el cual permanecieron sentados en un butacón confortable, ubicado en un local cerrado para evitar perturbaciones externas. Se colocaron tres electrodos, uno en cada antebrazo y el otro en la pierna izquierda, los cuales se conectaron a un electrocardiógrafo marca *Nihon Kohden* modelo *Cardiofax*. Se empleó la derivación DI del electrocardiograma, que registra la diferencia de potencial eléctrico entre el electrodo colocado en el antebrazo izquierdo (terminal positiva) y el electrodo de la extremidad superior derecha (terminal negativa). Se dispuso además de una conexión a través de un cable entre la salida del electrocardiógrafo y la entrada de línea a la tarjeta de audio de una computadora personal.

La señal analógica del electrocardiógrafo fue digitalizada empleando el programa VFC32 ejecutado sobre Windows 98 en una PC con un microprocesador Pentium 2 (400 MHz). Para la entrada de la señal analógica se empleó una tarjeta de audio SoundBlaster 128 PCI, la cual puede digitalizar a partir de 4 kHz, que fue la frecuencia de muestreo utilizada. Los intervalos resultantes se aproximaron a los valores enteros correspondientes a una frecuencia de muestreo de 1kHz, de manera que el error de estimación final fue de 1ms.

Análisis de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca

De los índices del análisis no secuencial o de la estadística descriptiva se calcularon el Intervalo Promedio (IntervMedio) y la Desviación Estándar de toda la serie de intervalos entre latidos (SD), este último, indicador de la variabilidad global debida a ambas contribuciones autónomas (simpáticas y vagales).

Se determinaron también, a partir de la Representación de Poincaré, la Dispersión de Puntos Perpendicular a la línea de identidad (SD1), la cual refleja la VFC a corto plazo y resulta un indicador de la actividad vagal, así como la Dispersión a lo Largo de la línea de identidad (SD2), la cual indica el nivel de variabilidad a largo plazo y consecuentemente cuantifica el componente simpático.¹⁰ A partir de estos valores, se determinó la Razón de los Semiejes de la Elipse de Poincaré (SD2/SD1), considerada un indicador del balance simpato-vagal. Se normalizaron los parámetros SD1 y SD2 dividiendo sus valores entre el IntervMedio y multiplicándolos por 100. Los valores normalizados (SD1nu y SD2nu) y la razón de estos, constituyen índices poco empleados hasta el presente.

Procesamiento Estadístico

Las pruebas de comparaciones entre medias se realizó a través del programa GraphPad InStat versión 3.01 (1998). Este paquete estadístico permitió además comprobar el cumplimiento de la normalidad de las variables por una prueba de Kolmogorov-Smirnov, así como el cumplimiento de la premisa de homogeneidad de varianzas mediante una Prueba de Bartlett. En ese sentido, para rectificar alguno de estos incumplimientos se efectuó la transformación logarítmica (log). Para el estudio de la edad se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) Paramétrico, y de ser necesaria, una prueba *post hoc* de Tukey-Kramer a fin de identificar y establecer el grado de significación de las diferencias entre grupos.

RESULTADOS

Los cursos temporales de las mediciones no secuenciales y las variables secuenciales que resumen el comportamiento general de los índices se muestran en las Figuras [1](#) y [2](#).

Los datos obtenidos muestran una tendencia evidente de los índices de la VFC, representativos de ambas ramas del sistema nervioso autónomo, a disminuir con el envejecimiento. Los patrones de decremento y las magnitudes de las mediciones presentan una tendencia a diferir según el género, con mayores contribuciones simpáticas en los hombres y vagales en las féminas. Los índices que informan sobre el compromiso simpático-parasimpático indican una dominancia de la rama simpática que se acentúa con el avance de la edad, y esto, a su vez, más potenciado en los hombres.

DISCUSIÓN

En la literatura se ha descrito la frecuencia cardíaca (inverso de IntervMedio) superior en las mujeres,¹¹ sin embargo, autores que han obtenido resultados parecidos en cuanto al género, discrepan con los resultados de este trabajo con respecto al efecto de la edad, pues plantean que la variable no se afecta con esta.¹² Otros investigadores han encontrado diferencias significativas a causa de los factores edad y género, con resultados similares a los de este estudio, aunque emplearon grupos etarios de diez años, uno de los cuales incluyó a los dos grupos etarios que presentaron diferencias estadísticas en este trabajo.¹³

El logSD1nu presentó poca variabilidad de sus valores tras la transformación logarítmica (entre un 6 y un 15%) mientras que SD2nu no requirió transformación para el cumplimiento de normalidad y su coeficiente de variación no superó el 30% para los grupos de mayor tamaño muestral. Esto contrasta con los índices secuenciales clásicos, los cuales, de manera general, han presentado coeficientes de variación cercanos o superiores al 50% y los del dominio frecuencia han sido mayores que el 100%.^{14, 15}

Los resultados obtenidos con respecto al efecto de la edad coinciden con el criterio de la mayoría de los autores, es decir, que la VFC disminuye como función del envejecimiento a partir de edades superiores a los 30 años.^{16, 17, 18, 19}

En los hombres se aprecia una desproporción en la interacción de ambas ramas del SNA en el circuito regulador del corazón de una forma más evidente que en las mujeres, de manera que con el avance de la edad se incrementa la dominancia simpática. Esto pudiera ser consecuencia de que la inervación simpática del miocardio es mucho más marcada que la parasimpática y que con la degeneración de las fibras autónomas resulta más notable la contribución a la actividad cardíaca de los niveles en sangre de adrenalina, una hormona liberada en la médula adrenal y que mimetiza los efectos de la actividad simpática.

A partir de los resultados se concluye que la degeneración del sistema neurovegetativo se verifica en la disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca antes de los 44 años y que esto induce una desproporción de las contribuciones de ambas ramas autónomas. Metodológicamente, se recomienda el empleo en el análisis de la VFC de los índices obtenidos a partir de la Representación de Poincaré debido a las bondades que presentan sobre la mayoría de los otros utilizados, tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia, los que raramente cumplen la normalidad y generalmente presentan elevados coeficientes de variabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ching ES, Lin DC, Zhang C. Hierarchical structure in healthy and diseased human heart rate variability. *Physical Review E* 2004; 69: 051919(1-4).
2. Després G, Veissier I, Boissy A. Effect of Autonomic Blockers on Heart Rate Variability in Calves: Evaluation of the Sympatho-Vagal Balance. *Physiol Res* 2002; 51: 347-353.
3. Hernández JL, Foyaca H, Hong R, Garcia L, Sautié M, Namugowa V. Towards the estimation of the fractal dimension of heart rate variability data. *Revista Electrónica de Biomedicina* 2004. <<http://biomed.uninet.edu/2004/n1/hcaceres.html>>.
4. 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.
5. Kupper N, Willemsen G, van den Berg M, de Boer D, Posthuma D, Boomsma I, de Geus E. Heritability of Ambulatory Heart Rate Variability. *Circulation* 2004; 110: 2792-2796.
6. Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Swiss Med Wkly* 2004; 134: 514-522.
7. Bigger JT, Fleiss JL, Steinman RC, Rolnitzky LM, Schneider WJ, Stein PK. RR Variability in Healthy, Middle-Aged Persons Compared With Patients With Chronic Coronary Heart Disease or Recent Acute Myocardial Infarction. *Circulation* 1995; 91(7): 1936-1943.
8. Carter JB, Banister EW, Blaber AP. The Effect of Age and Gender on Heart Rate Variability after Endurance Training. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 8: 1333-1340.
9. Platasa MM & Gal V. Reflection of heart rate regulation on linear and nonlinear heart rate variability measures. *Physiol Meas* 2006; 27: 145-154.
10. Brennan M, Palaniswami M, Kamen P. Do existing measures of Poincaré Plots geometry reflect nonlinear features of Heart Rate Variability? *Communications. IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 2001; 48(11): 1342-1347.
11. Gutin B, Howe CA, Johnson MH, Humphries MC, Snieder H, Barbeau P. Heart Rate Variability in Adolescents: Relations to Physical Activity, Fitness, and Adiposity. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 11: 1856-1863.
12. Fagard RH, Pardaens K, Staessen JA. Influence of demographic, anthropometric and lifestyle characteristics on heart and its variability in the population. *Journal of Hypertension* 1999; 17: 1589-1599.
13. Antelmi I, Silva R, Shinzato A, Araujo C, Mansur AJ, Grupi CJ. Influence of age, body mass, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. *Am J Cardiol* 2004; 93: 381-385.

14. Cowan MJ, Pike K, Burr RL. Effects of gender and age on heart rate variability in healthy individuals and in persons after sudden cardiac arrest. *J Electrocard* 1995; 27: 1-9.
15. Pikkujämsä SM, Makikallio TH, Airaksinen KE, Huikuri HV. Determinants and interindividual variation of R-R interval dynamics in healthy middle-aged subjects. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2001; 280(3): H1400-1406.
16. Kuo TB, Lin T, Yang CC, Li CL, Chen CF, Chou P. Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 1999; 277: H2233-H2239.
17. Soejima Kyoko, Akaishi Makoto, Oyamada Kazuhiro, Meguro Tomomi, Mitamura Hideo, Ogawa Satoshi. Influence of age on ambulatory electrocardiogram-derived heart rate variability. *Can J Cardiol* 1999; 15(2): 181-184.
18. Migliaro ER, Contreras P, Bech S, Etxagibel A, Castro M, Ricca R, Vicente K. Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life style in short-term analysis of heart rate variability. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 2001; 34: 493-500.
19. Ribeiro TF, Azevedo GD, Crescêncio JC, Marães VRFS, Papa V, Catai AM, Verzola RMM, Oliveira L, Silva de Sá MF, Gallo L, Silva E. Heart rate variability under resting conditions in postmenopausal and young women. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2001; 34: 871-877.

Recibido: 8 de octubre del 2007.

Aprobado: 25 de octubre del 2007.

Lic. Biología. Carlos Manlio Díaz García, Departamento de Biología Animal y Humana, Facultad de Biología, UH. Calle 25 No. 455 entre J e I Vedado, Plaza, CP 10400 Ciudad de La Habana , Cuba. cmanlio@fbio.uh.cu Tel. 836-5779

Tabla 1. Tamaños muestrales de los grupos etarios desglosados según el género.

Grupos Etarios (años)	Género	
	Femenino	Masculino
17-19	40	22
20-24	37	49
25-29	21	17
30-34	13	12
35-39	12	11
40-44	18	13
Totales	141	124
	265	

Figura 1. Comparaciones de los índices de la VFC entre grupos etarios. Se representan las magnitudes para cada grupo etario y género. Las barras azules corresponden a las féminas y las rojas a los hombres. El número de asteriscos informa sobre el nivel de significación en las comparaciones (uno para $p < 0.05$, dos para $p < 0.01$ y tres para $p < 0.001$). A la derecha se muestra la matriz de comparación de los valores de los índices entre grupos etarios. Por encima de la diagonal se ubican la significación de las comparaciones para el género masculino y en la inferior para el femenino.

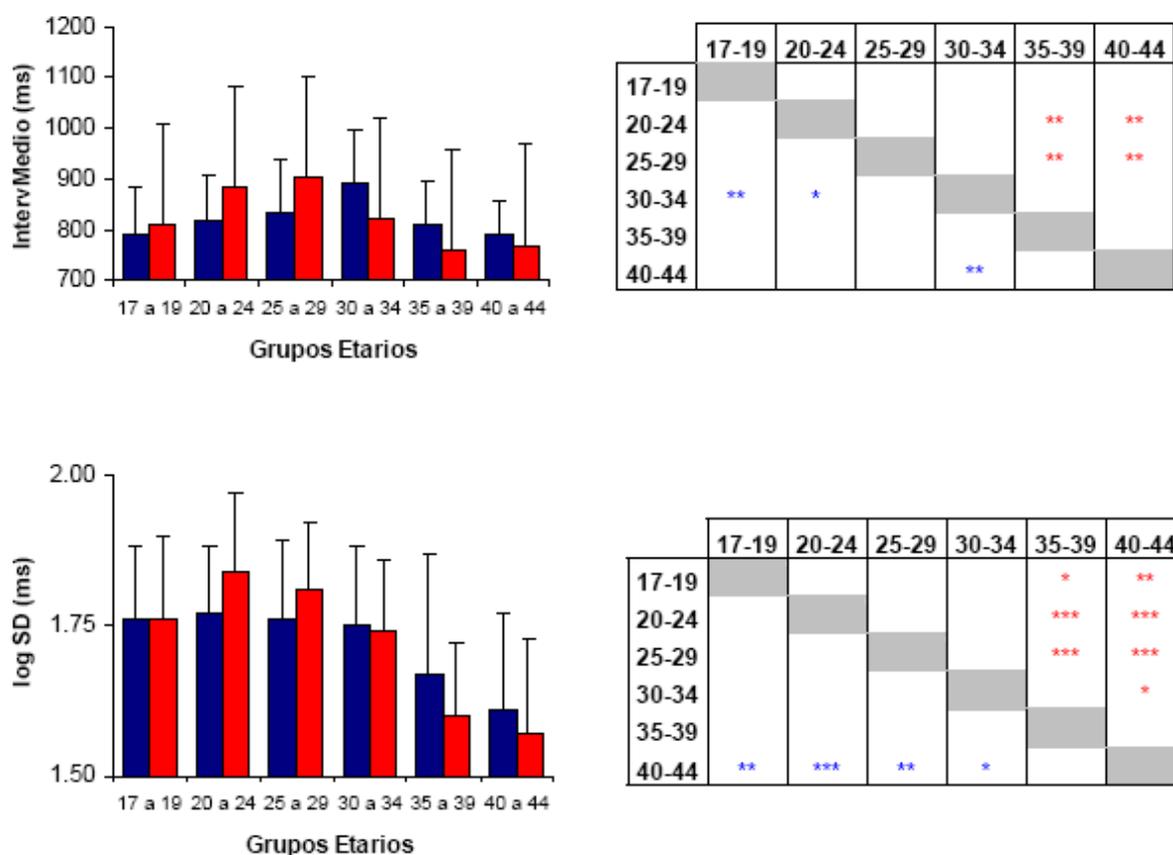


Figura 2. Comparaciones de los índices de la VFC entre grupos etarios. Se representan las magnitudes para cada grupo etario y género. Las barras azules corresponden a las féminas y las rojas a los hombres. El número de asteriscos informa sobre el nivel de significación en las comparaciones (uno para $p < 0.05$, dos para $p < 0.01$ y tres para $p < 0.001$). A la derecha se muestra la matriz de comparación de los valores de los índices entre grupos etarios. Por encima de la diagonal se ubican la significación de las comparaciones para el género masculino y en la inferior para el femenino.

