

# Correlación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y el nivel de actividad física en hombres jóvenes saludables

*Correlation between heart rate variability and physical activity level in young healthy men*

William Fernando Benavides Pinzón<sup>1</sup>  
Johan Enrique Ortiz Guzmán<sup>2</sup>  
Jaime Sneyder Barón Cuervo<sup>3</sup>  
Adriana Hernández Mantilla<sup>4</sup>

## Resumen

Este estudio describe el comportamiento de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) en los dominios de tiempo y frecuencia con relación al nivel de Actividad Física, medido mediante el Cuestionario Mundial para Actividad Física (GPAQ). Se estudiaron 20 aprendices de género masculino, con promedios de edad 21,47  $\pm$  3,36 años y peso 61,09  $\pm$  7,30 Kg, categorizados en nivel de actividad física alto y moderado, según criterios de la Organización Mundial de la Salud, en un rango de peso normal, Índice de Masa Corporal de 21,18  $\pm$  1,99 Kg/m<sup>2</sup>, no fumadores, a quienes se les realizó una historia clínica que descartó enfermedad aparente al examen clínico y se les midió la VFC en reposo. Se utilizaron Cardiófrecuenciómetros marca POLAR®. A través de la t-student y pruebas de

correlación se realizó el tratamiento estadístico de los datos. Los resultados evidencian una correlación significativa entre la VFC y el grupo de Actividad Física ALTA. La correlación más alta se encontró en el dominio de frecuencia, entre el logaritmo de Baja Frecuencia y el grupo de Actividad Física ALTA ( $r=0,747$ ). Las variables en dominio tiempo mostraron correlaciones moderadas (R-Ri  $r=0,57$ , rMSSD  $r=0,665$ ), así como en el análisis no-lineal, la SD1 en la gráfica de Poincaré ( $r=0,665$ ). Se concluye que la VFC es un instrumento útil, de bajo costo, no invasivo, de fácil aplicación y que tiene una significativa correlación con el nivel de actividad física en adultos jóvenes sanos. Son necesarios otros estudios para dilucidar los multivariados factores que inciden en la VFC.

**Palabras clave:** variabilidad de la frecuencia cardíaca, actividad física, GPAQ,

Recepción: 01-05-2013 / Modificación: 20-08-2013 / Aceptación: 10-10-2013

- 1 Médico Cirujano. Profesor Universidad de Cundinamarca, Investigador del Grupo Técnico de Innovación del Centro de Formación en Actividad Física y Cultura del SENA (Colombia), wfbp13@hotmail.com
- 2 Magister en Fisiología. Investigador del Grupo Técnico de Innovación del Centro de Formación en Actividad Física y Cultura del SENA (Colombia), jeortiz088@misena.edu.co
- 3 Especialista en Nutrición Aplicada al Deporte. Investigador del Grupo Técnico de Innovación del Centro de Formación en Actividad Física y Cultura del SENA (Colombia), jsbaron86@misena.edu.co
- 4 Especialista en Medicina del Deporte. Médica deportóloga del Instituto Distrital de Recreación y Deportes IDR, Bogotá (Colombia), ahernandezm@misena.edu.co

Cómo citar este artículo: Benavides P. William F., Johan E. Ortiz G., Barón C. Jaime S. & Hernández M. Adriana. Correlación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y el nivel de actividad física en hombres jóvenes saludables. En: Revista Educación física y deporte. Vol. 32-2 p.1493-1502

## Abstract

This study describes the Heart Rate Variability (VFC) behavioral in time and frequency domains related with the Physical Activity level, measured by means of the Global Physical Activity Questioner (GPAQ). Twenty male non smokers students were studied, with an average age of  $21,47 \pm 3,36$ , an average weight of  $61,09 \pm 7,30$  Kg, with a Body Mass Rate of  $21,18 \pm 1,99$  Kg/m<sup>2</sup>, categorized in high, medium or low Physical Activity Level according to the GPAQ questioner. Evident illnesses were dismissed by a clinical exam and the HRV was measured. The equipments used were hearth rate monitors scale trademark POLAR. Parametric criteria were used for the data analysis, the t-student and correlation tests were applied. The results show a significant correlation between the (VFC) and the High Physical Activity group; the highest correlation was found in the frequency domain between the logarithm of the Low Frequency (LnBF by its initials in Spanish) and the group High Physical Activity group (A.F.ALTA, by its initials in Spanish,  $r= 0,747$ ). The variables in the domain showed moderated correlations (R-Ri  $r= 0,57$ , rMSSD  $r= 0,665$ ), the same as the non-linear analysis, the SD1 in the Poincaré table ( $r=0,665$ ). In conclusion, the Heart Rate Variability (VFC) is anuseful and cheap tool, non invasive and the easy application, which has a significant correlation with the level of physical activity in young healthy and non obese adults. More studies are necessary in order to elucidate diverse factors that incide on the Heart Rate Variability.

**Keywords:** Heart Rate Variability, Physical Activity, GPAQ.

## Aporte principal

Dentro de las aplicaciones prácticas podemos citar el uso de la medición de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca como una herramienta útil, de bajo costo, de fácil implementación, no invasiva, que se puede correlacionar de una manera objetiva con el nivel de actividad física de las personas. La correlación Nivel de Actividad Física-Cambios en la Variabilidad de

la Frecuencia Cardíaca, se puede utilizar como instrumento de medición, seguimiento y control de resultados de un programa instaurado para estimular la práctica de Actividad Física en la población general. De otro lado, permite inferir el riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles, principalmente cardiovasculares, y combatir factores de riesgo inherentes como el sedentarismo.

## Objetivos

Determinar la correlación de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca en sujetos clínicamente sanos, con el Nivel de Actividad Física medida mediante el cuestionario validado GPAQ.

Establecer la utilidad de la determinación de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca como una medición objetiva del Nivel de Actividad Física en sujetos clínicamente sanos.

## Introducción

Valorar el nivel de actividad física de una manera objetiva, permite cuantificar el esfuerzo, el grado de adherencia a planes y programas que buscan la mejora funcional, en algunos casos encaminados a obtener un mayor rendimiento, pero todos, en últimas, a optimizar las condiciones de salud de los individuos.

La evidencia ha demostrado que la actividad física mejora las condiciones de vida de las personas (OPS, 2013). El ejercicio físico en sujetos adultos tiene un efecto benéfico sobre el control autónomico del corazón, con disminución de la frecuencia cardíaca en reposo e incremento de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) (Hottenrott&col., 2006; Tuomainen& col., 2005). En adultos jóvenes se ha documentado que, previo a la manifestación de enfermedad cardiovascular, existen factores de riesgo que se pueden manifestar en la adolescencia, como la disminución de la VFC (Michels& col., 2013). Niveles elevados de glucosa sanguínea y aumento del índice de masa corporal (IMC) en adolescentes se asocian con disminución de la VFC (Rabbia& col., 2003; Singh& col., 2000). El mantenimiento de adecuados niveles de actividad física en los

jóvenes permite la adopción de hábitos de vida saludable, con mejor control de enfermedades cardiovasculares, enfermedades mentales y osteoporosis (Nemoto & col., 2007). La evidencia indica que mantener niveles de actividad física en los adultos jóvenes, mejora el Consumo de Oxígeno (VO<sub>2</sub>max), fortalece los músculos, controla durante más tiempo la presión arterial y mantiene en mejores condiciones el tejido óseo en la edad adulta (Nemoto & col., 2007). En las dos últimas décadas ha crecido la prevalencia de la inactividad física y ha cobrado especial importancia su relación con los factores de riesgo cardiovascular. En Colombia, la actividad física disminuyó del 22,7% al 19,9% en la población adulta entre 2005-2010 (Gomez & col., 2005).

En la actualidad se cuenta con diferentes herramientas que permiten valorar los niveles de actividad física de las personas. Es así que, por ejemplo, el desarrollo del Cuestionario Global de Actividad Física (Global Physical Activity Questionnaire - GPAQ) ha sido utilizado en diferentes países para cuantificar el nivel de actividad física que realiza la población y así estratificarla según diferentes indicadores propuestos por la Organización Mundial de la Salud. Este cuestionario fue validado en 9 países (Armstrong & Bull, 2006); posteriormente, esta validación fue presentada en la Reunión de Expertos sobre Vigilancia Mundial de Actividad Física, de donde se definió la versión 2 del GPAQ, que sería utilizada en más de 50 países, con el fin de recolectar datos de actividad física de la población (Armstrong & Bull, 2006). En Colombia, diferentes estudios han recurrido al uso del GPAQ para realizar mediciones de actividad física (Avella, 2009; Mantilla, 2006).

Desde los estudios adelantados por Rosenbluth & Simeone (1934), se ha encontrado una importante relación entre las fluctuaciones de la Frecuencia Cardíaca (FC) durante la actividad física y la modulación del Sistema Nervioso Autónomo (SNA), lo cual han atribuido diferentes investigadores principalmente a una actividad predominante del tono vagal, marcado por la actividad del Sistema Nervioso Parasimpático (SNP) (Robinson & col., 1966; Maciel & col., 1986). Por lo tanto, resulta coherente pensar que, a través del estudio en grabaciones cortas (3 a 5 minutos) y/o largas (24 horas) de las variables

de la VFC, podría inferirse el nivel de actividad física de la persona. Sin embargo, esta relación no está del todo clara, ya que no se encuentra abundante literatura científica que se haya enfocado en el estudio de estas asociaciones.

El equipo de trabajo de Hautala (Hautala & col., 2010) estudió las correlaciones entre las variables de VFC con los diferentes niveles de actividad física obtenidos a través de los datos proporcionados por un acelerómetro. Estos investigadores reportan asociaciones significativas entre algunas variables de VFC, tanto en su análisis lineal y no-lineal, con el nivel de actividad física alcanzado. No obstante, estas asociaciones se presentaron principalmente en aquellas personas que alcanzaron un nivel de actividad física vigorosa.

Por ello resulta evidente la necesidad de estudiar más a fondo las correlaciones entre un indicador tan útil como la VFC con relación al nivel de actividad física. En consecuencia, este estudio está enfocado en determinar las correlaciones entre las variables lineales y no-lineales de la VFC analizadas a partir de grabaciones cortas, con el nivel de actividad física de la persona valorado a través de la cuantificación del consumo de MET/min/sem, analizada mediante la aplicación del GPAQ, versión 2, en los dominios de actividad física en el trabajo, desplazamientos y tiempo libre.

## **Materiales y método**

Este trabajo de investigación plantea un diseño observacional analítico, de corte transversal, en el cual se estudia la VFC, tanto en sus variables lineales (análisis espectral y dominio de tiempo) y no-lineales (entropía de la muestra, fluctuaciones sin tendencia, gráfica de Poincaré), así como el nivel de actividad física medido a través del GPAQ, en estudiantes de género masculino del Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA, del Centro de Formación en Actividad Física y Cultura en la ciudad de Bogotá.

Por tratarse de un estudio descriptivo, exploratorio, de intervención, el tamaño de la muestra se fijó a conveniencia en 20 sujetos. Se seleccionó a los participantes mediante convocatoria general

en cada ambiente de aprendizaje. Se tuvo en cuenta como variables y criterios de inclusión: hombres, entre 18 y 30 años, con Índice de Masa Corporal (IMC) entre 19 y 25, no fumadores.

Una vez firmado el consentimiento post-información, se les practicó examen médico (historia clínica, anamnesis, revisión por sistemas físicos, examen médico); valoración de la composición corporal total mediante Bioimpedanciometría en báscula Tanita TB 300 A®; medición de la talla con antropómetro de referencia Harpenden®; aplicación de cuestionario GPAQ2 y medición de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) mediante cardiofrecuenciómetros de marca Polar®. Todas las valoraciones de VFC se realizaron en horas de la mañana, bajo las siguientes condiciones: Temperatura 17,5 a 18,6°C, Humedad Relativa 65%, Presión Barométrica 566 mmHg a una altitud de 2600 msnm.

En lo referente a la determinación de la composición corporal se realizó utilizando el protocolo propuesto por Alver-Cruz & col. (2011), en las siguientes condiciones: Los sujetos debían estar adecuadamente hidratados, no realizar ejercicio intenso previo 24 horas de las mediciones, micción previa a la toma de BIA, no llevar consigo objetos metálicos durante la toma de datos y no haber ingerido alimento 4 horas antes. La fiabilidad de este método radica en la atención de las condiciones que pueden interferir en la toma de datos así mismo de las ecuaciones utilizadas, según las características de la población estudiada. El modo que se utilizó para el cálculo de composición corporal fue usuario estándar en la interface de la Báscula.

Para la monitorización cardíaca, se ubicó la banda transmisora, permitiendo un adecuado contacto de los electrodos sensores con la piel del tórax, a altura del 6° espacio intercostal o inmediatamente por debajo de la línea mamaria. Los sensores se humedecieron con gel de conductancia, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes. A cada persona se le tomó registro durante quince minutos. Para permitir una correcta estabilización de la señal, se descartaron los primeros 5 minutos de grabación, según las recomendaciones de la Task Force of the European Society of Cardiology & North

American Society of Pacing and Electrophysiology (TFESC & NASPE, 1996). El análisis estadístico se realizó bajo los datos obtenidos de un trazado de 3 minutos correspondientes al segmento central de la grabación. El sujeto recibió previamente instrucciones para evitar hablar y realizar cualquier movimiento durante todo el periodo de grabación. Una vez terminado el registro, se digitalizaron los datos mediante comunicación por infrarrojo entre el equipo receptor de la señal y un PC convencional. Los registros de Historia clínica, composición corporal y cuestionario GPAQ se realizaron manual y digitalmente.

El tratamiento estadístico se realizó por medio del programa SPSS versión 18, asumiendo un nivel de significación estadística de  $p < 0,05$  para todas las pruebas.

## **Resultados**

Las características de la muestra se describen en la tabla 1. En total, se examinaron 20 hombres, con edades entre los 18 y los 30 años. Aunque se tenían 23 registros, se excluyeron 3 debido a alteraciones por cirugía cardíaca previa, hipertensión arterial borderline y bradicardia sinusal en reposo.

Para el estudio del Global Physical Activity Questionary (GPAQ) y el análisis de la cantidad de MET/min/sem, se siguieron las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud indicadas en el manual STEPS, parte 6, sección 3D (OMS, s.f.). De esta manera se conformaron dos grupos, según el indicador de categorías propuesto por la OMS, esto a través del cálculo de la cantidad de MET/min/sem obtenida para cada persona en la calificación del GPAQ. El primer grupo (AFALTA), integrado por siete personas, correspondió a los sujetos que fueron agrupados dentro del indicador de nivel de actividad física alta, porque realizaban alguna actividad de intensidad vigorosa, al menos 3 días a la semana, alcanzando un mínimo de 1500 MET/min/sem o una combinación de cualquier actividad de intensidad moderada o vigorosa, alcanzando un mínimo de 3000 MET/min/sem. El segundo grupo (AF MOD), conformado por 10 personas

y catalogado según el indicador de actividad física moderada, correspondió a aquellos que no alcanzaron los criterios descritos pero que realizaban al menos 20 minutos de actividad física vigorosa mínimo 3 veces por semana o realizaban 30 minutos de caminata moderada al menos 5 veces por semana o una combinación entre actividad física vigorosa y moderada, alcanzando un mínimo de 600 MET/min/sem. Tres sujetos no alcanzaron los criterios descritos, tanto para actividad física intensa como para moderada, lo cual los cataloga dentro del indicador de actividad física baja; sin embargo, este grupo

final no se tuvo en cuenta para ningún análisis estadístico. Las características de estos grupos se muestran en la tabla 1.

Ninguno de los participantes presentó IMC fuera de parámetros normales, como tampoco resultados de % Graso muy bajos que denotaran algún grado de desnutrición. Solo se registran dos personas con un % Graso por debajo de 11, pero es importante aclarar que estos dos sujetos mostraron los valores más altos en el resultado del GPAQ, debido a que practican con constancia la Capoeira.

**Tabla 1:** Caracterización de la población.

	<b>A.F. ALTA.</b>	<b>A.F. MOD.</b>
	<b>Promedio ±D.E.</b>	<b>Promedio ±D.E.</b>
Edad (años)	21,17 ±3,03	21,66 ±3,67
Talla (m)	1,68 ± 0,7	1,71 ±0,46
Peso (Kg)	62,86 ± 6,3	60,95 ±6,42
(Kg/m <sup>2</sup> )	22,31 ±1,31	20,71 ±1,46
% Graso	13,83 ±3,46	10,73 ±2,84

D.E.: Desviación estándar; A.F.: Actividad Física; Ln: Logaritmo natural; IMC: Índice de Masa Corporal; % Graso: Porcentaje de masa grasa.

El análisis de las variables de Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) comenzó con la inspección de la normalidad de los datos de cada una de las variables estudiadas (tanto las del análisis lineal como no-lineal), para lo cual se utilizó el test de Shapiro-Wilk, aceptando un nivel de significación estadística de  $p < 0,05$ . Este test mostró que, para el estudio de las variables lineales de la VFC, medida a través del dominio en el tiempo, se puede aceptar la distribución normal de los datos, con un  $p = 0,89$ ; 0,3 y 0,73 para R-Ri, SDNN y rMSSD, respectivamente. Sin embargo, no fue posible asumir la distribución normal para los datos en el dominio de la frecuencia de la VFC, ya que se obtuvieron valores  $p < 0,001$  para la AF y la BF, con lo cual se recurrió a una transformación logarítmica de estos datos, para poder aplicar estadística paramétrica en el análisis estadístico.

Finalmente, las variables del análisis no-lineal arrojaron una  $p = 0,74$ ; 0,45 y 0,17 para la SD1, SampEn y  $\alpha 1$ , respectivamente, lo cual permite asumir la distribución normal de todos los datos y la aplicación de estadística paramétrica.

La variable de GPAQ arrojó un valor  $p < 0,01$  para el test de normalidad, por lo cual también se estudió a través de su Logaritmo Natural.

El análisis estadístico de todas las variables de VFC y del cálculo de la cantidad de MET/min/sem, se encuentran registradas en la tabla 2. La prueba t-student para determinar las diferencias entre las variables estudiadas mostró que, a excepción del LnGPAQ ( $p = 0,011$ ), ninguna variable de VFC mostró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo catalogado en A.F.ALTA vs. A.F.MOD. ( $p > 0,2$  para todas las comparaciones).

**Tabla 2:** Estadística descriptiva de la Variables de VFC y GPAQ

		ACTIVIDAD FÍSICA ALTA	ACTIVIDAD FÍSICA MODERADA
		Promedio $\pm$ D.E.	Promedio $\pm$ D.E.
<b>Dominio en el tiempo</b>	R-Ri	1019,96 $\pm$ 105,9	1092,75 $\pm$ 120,03
	SDNN	64,71 $\pm$ 28,09	59,39 $\pm$ 29,74
	rMSSD	62,63 $\pm$ 36,54	57,11 $\pm$ 20,06
<b>Dominio en la frecuencia</b>	LnAF	6,87 $\pm$ 1,52	6,77 $\pm$ 0,87
	LnBF	7,01 $\pm$ 1,03	6,89 $\pm$ 1,17
	LnBF/LnAF	1,04 $\pm$ 0,15	1,01 $\pm$ 0,11
<b>Análisis no-lineal</b>	SampEntr	1,66 $\pm$ 0,31	1,59 $\pm$ 0,34
	SD1	44,48 $\pm$ 26,01	40,60 $\pm$ 14,21
	$\alpha$ 1	1,04 $\pm$ 0,16	0,98 $\pm$ 0,16
<b>LnGPAQ</b>	MET/min/sem	8,77 $\pm$ 0,69	7,8 $\pm$ 0,67 *

D.E.: Desviación Estándar; Ln: Logaritmo natural; \* Diferencia significativa entre grupos ( $p = 0,011$ ). Las demás abreviaturas están definidas en el texto.

En cuanto al estudio de las correlaciones entre las variables de estudio de la VFC en todos sus métodos de análisis (lineal y no-lineal) y el cálculo del GPAQ, se utilizó la prueba de correlación de Pearson, para la cual se asumió que un  $r < 3$  habla de una asociación nula,  $r > 3$  y  $< 7$  corresponde a una asociación moderada y un  $r > 7$  muestra una asociación fuerte (Martínez & col., 2006). En este estudio, los resultados de los coeficientes de correlación muestran mayores asociaciones entre variables de VFC y el GPAQ en el grupo de AFALTA que entre estas mismas variables en el grupo de AFMOD. Es así que todas las variables analizadas en el dominio del tiempo mostraron asociaciones con relación al GPAQ, siendo dos de ellas asociaciones moderadas (R-Ri y rMSSD), arrojando un  $r = 0,57$  y  $0,665$ , respectivamente. Por su parte, la SDNN

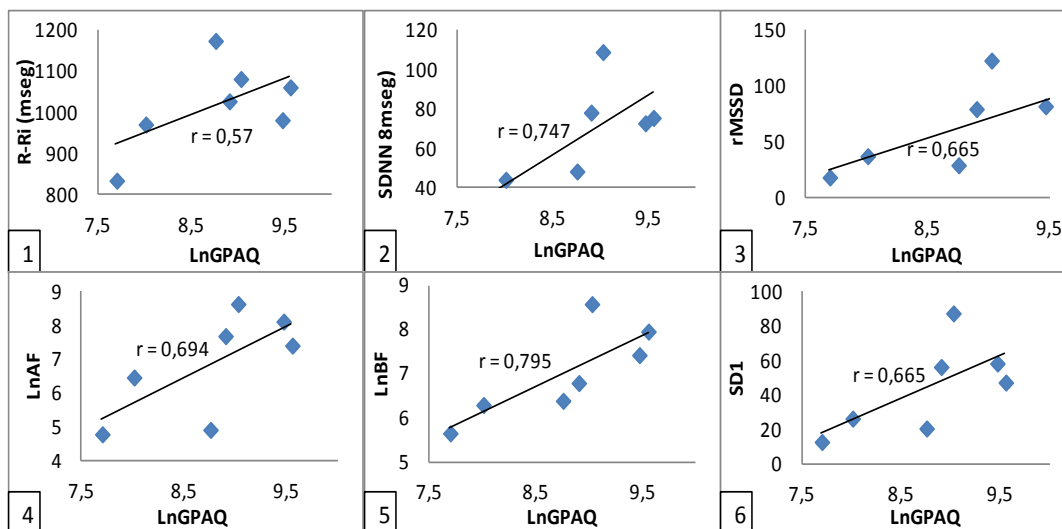
mostró una asociación fuerte con el cálculo del GPAQ ( $r = 0,747$ ). Las variables en el dominio de la frecuencia también mostraron asociaciones, arrojando un valor  $r = 0,694$  para LnAF y  $r = 0,795$  para LnBF; para LnBF/LnAF, el valor  $r$  fue de  $-0,313$ . En las variables de análisis no-lineal solo se obtuvo una asociación fuerte entre el SD1 de la gráfica de Poincaré y el GPAQ ( $r = 0,665$ ) (gráfica 1) y para la SamEnt y el  $\alpha$ 1 se obtuvo un  $r = -0,143$  y  $0,462$ , respectivamente.

Del lado del grupo de AFMOD no se encontraron tantas asociaciones como en el grupo de AFALTO, puesto que solo el R-Ri del dominio en el tiempo y la SampEnt mostraron asociaciones moderadas con el cálculo del GPAQ, arrojando un valor  $r = 0,366$  y  $0,497$ , respectivamente (tabla 4).

**TABLA 3.** Correlaciones entre el GPAQ (MET/min/sem) y VFC para A.F.MOD.

	R-Ri (seg)	SDNN	rMSSD	LnAF	LnBF	LnBF/LnAF	SD1	$\alpha$ 1	SampEn
<b>GPAQ (MET/min/sem)</b>	0,366	-0,201	-0,057	-0,262	-0,219	-0,005	-0,060	-0,228	0,497

GRÁFICA 1. Correlaciones entre el GPAQ y VFC en el grupo AF ALTA



### Discusión

La Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) detectada durante actividades ambulatorias puede estar afectada por diferencias individuales en la práctica de actividad física diaria; sin embargo, no se conoce la diferencia del comportamiento de la VFC entre los distintos niveles de actividad física realizada. En este trabajo se estudió la asociación de la cuantificación de la actividad física, determinada por el consumo de MET/min/sem obtenida a través del cuestionario GPAQ y la VFC en reposo en sus variables de análisis lineal y no-lineal.

Teniendo en cuenta que los resultados obtenidos para todas las variables de estudio de VFC se encuentran dentro de valores promedio para adultos jóvenes saludables (Nunan&col., 2010), el principal hallazgo de este estudio fue la determinación de correlaciones estadísticamente significativas entre el resultado del nivel de actividad física de las personas con algunas variables de VFC, tanto en su análisis lineal como no-lineal. Sin embargo, es importante aclarar que estas asociaciones solo se muestran cuando se analiza el grupo catalogado como aquellos que tienen un nivel de actividad física alto, esto según los indicadores de agrupación propuestos por la OMS.

A pesar de que poco se han estudiado agrupaciones en estas variables, los resultados obtenidos en este trabajo son parcialmente similares a los reportados por Hautala & col.(2010), puesto que este grupo de trabajo reporta asociaciones significativas entre parámetros de actividad física, cuantificada a través de acelerómetros y variables de VFC. No obstante, estas agrupaciones también se encuentran solo en el grupo de trabajo que reportó una actividad física vigorosa, lo cual también fue reportado en el presente trabajo. Es así que, en cuanto al análisis lineal de la VFC, las variables del dominio en el tiempo mostraron una asociación moderada para R-Ri y rMSSD y fuerte para SDNN. Por su parte, Hautala & col. (2010) reportan una asociación mínima y con SDNN únicamente y para el análisis de la frecuencia dominante, los resultados reportados muestran asociaciones alta con la AF y moderada, pero inversa con la BF.

Ya que la literatura es rica en afirmar que la medición de la VFC es un importante indicador para el estudio del estado de la modulación autonómica a nivel cardiovascular, puesto que ofrece una “ventana abierta” para observar el comportamiento del Sistema Nervioso Autónomo (SNA), tanto en sus ramas simpática y parasimpática (Nunan& col., 2010), resulta importante discutir acerca de las correlaciones

existentes entre la cuantificación de la actividad física a través de metodologías ampliamente validadas en diferentes países (Armstrong & Bull, 2006) y la VFC.

Podría resultar claro el hecho de afirmar que a mayor nivel de actividad física, mayor prevalencia del tono parasimpático medido a través de la AF (TFESC & NASPE, 1996; Jouanin & col., 2004), lo cual también puede ser afirmado en este estudio, pero el foco de discusión podría centrarse en los resultados obtenidos para la BF del análisis espectral de la VFC, ya que se obtuvo una asociación fuerte entre la actividad física alta y la BF.

Debido a que muchos trabajos muestran que la BF está mediada principalmente por la acción del tono simpático (Achten & Jeukendrup, 2003; Tulppo & col., 2003; Makikallio & col., 2001), los resultados de este trabajo, más lo reportado por el grupo de trabajo de Hautala & col. (2010) podrían plantear una discusión en cuanto a que la variable de BF podría estar influenciada por algún mecanismo que aún resulta desconocido, principalmente en personas que poseen un régimen de actividad física alta. keyword<<keyword>Multivariate Analysis</keyword><keyword>Prognosis</keyword><keyword>Proportional Hazards Models</keyword><keyword>Survival Analysis</keyword><keyword>Ventricular Dysfunction, Left/mortality/physiopathology</keyword></keywords><dates><year>2001</year><pub-dates><date>Jan 15</date></pub-dates></dates><isbn>0002-9149 (Print, los resultados de este trabajo, más lo reportado por el grupo de trabajo de Hautala & col. (2010) podrían plantear una discusión en cuanto a que la variable de BF podría estar influenciada por algún mecanismo que aún resulta desconocido, principalmente en personas que poseen un régimen de actividad física alta.

Como es bien sabido, el comportamiento de la VFC obedece a un control multifactorial, mediado por factores humorales, emocionales, nutricionales, nivel de actividad física, entre muchos otros (Acharya & col., 2006), lo cual hace complejo su estudio. Sin embargo, los resultados

muestran que, en personas con un régimen de actividad física alta, sin llegar a ser personas entrenadas, podría evidenciarse un mecanismo de control que está afectando de alguna manera el comportamiento de la VFC medido desde la BF y esto es planteado en base a que los resultados muestran que, mientras mayor es la cantidad del consumo de MET/min/sem, mayores valores de BF serán observados, lo cual también está indicado por los resultados de Hautala & col., (2010), quienes observaron que en aquellas actividades de intensidad vigorosa se encontraba una asociación moderada con los valores de BF.

Por lo anterior, se plantea como hipótesis que en personas con un régimen de actividad física alta, podría existir un mecanismo regulador de la VFC que interactúa principalmente con la BF en el dominio del espectro. Sin embargo, es importante aclarar que estas asociaciones están presentes en grupos de personas físicamente activas, lo cual no significa que sean personas sometidas a un régimen de entrenamiento específico, ya que se quiere hacer claridad en el hecho de que en otros trabajos realizados por este mismo grupo de investigación, pero estudiando a deportistas de rendimiento, se ha observado que el comportamiento de la VFC en ellos sí muestra unos índices de BF disminuidos en reposo, ello comparado con personas sedentarias (Ortiz & col., 2011; García & col., 2011).

Por parte del grupo de actividad física moderada, los datos muestran que, a excepción de la SampEnt, no hay asociaciones significativas entre las variables de VFC y el resultado del GPAQ. Esto podría estar indicado debido a que los estímulos impuestos sobre el sistema cardiovascular no alcanzan a ser lo suficientemente fuertes para provocar algún tipo de adaptaciones crónicas. No obstante, haber encontrado una correlación moderada entre la cantidad de MET/min/sem y la complejidad de la señal del SNA como mecanismo de control de la actividad cardiovascular, denota que la actividad física moderada, si bien no alcanza a ser suficiente para provocar adaptaciones tan significativas como la actividad física vigorosa, sí influye de alguna manera sobre parámetros de complejidad de la señal cardíaca.



Sin embargo, los resultados de este trabajo muestran que la VFC sí podría ser utilizada como una herramienta que permita inferir los niveles de actividad física desarrollados por las personas, ya que, al encontrar asociaciones fuertes entre las variables de VFC y el nivel de actividad física, se está planteando como una opción útil para controlar y/o medir el nivel de actividad física alcanzado por la persona.

Como recomendación para futuras estudios, es importante aumentar el tamaño de la muestra a estudiar, lo cual disminuye el riesgo de encontrar asociaciones debidas al azar y así lograr mayor claridad acerca de las correlaciones entre la VFC y los parámetros de actividad física medidos a través de instrumentos validados ampliamente para tal fin, como el Cuestionario Global de Actividad Física.

### Conclusiones

- Las variables de VFC muestran mayor asociación con el nivel de actividad física medida a través del cálculo de MET/min/sem obtenido del GPAQ, pero solo en aquellos sujetos que alcanzan un nivel de actividad física alto.
- La BF del análisis en el dominio de la frecuencia de la VFC podría estar influenciada por algún mecanismo que la lleva a tener una fuerte asociación positiva con el nivel de actividad física alto medido a través del GPAQ,
- La VFC resulta ser una herramienta útil, de fácil acceso y no invasiva que podría servir como parámetro de control en el cálculo de los niveles de actividad física.

### Agradecimientos

El grupo de trabajo quiere expresar sus agradecimientos al Centro de Formación en Actividad Física –SENA, regional Distrito Capital, por todo el apoyo logístico y económico que ha permitido llevar a cabo este trabajo. Así mismo, a los instructores José Luis Topa y Leonardo Rodríguez y a su grupo de trabajo, Nhora Coronado y Susana García, por su colaboración en el proceso de toma de datos a lo largo de todo el proyecto.

### Referencias

- Acharya U, Joseph K, Kannathal N, Lim CM, Suri JS (2006). Heart rate variability: a review. *Med Biol Eng Comput*, 44(12): 1031-51.
- Achten J, Jeukendrup AE (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Med*, 33(7): 517-38.
- Armstrong T, Bull F (2006). Development of the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *J Public Health*, 14(2): 66-70.
- Avella R (2009). Medición de la actividad física en el tiempo libre de los habitantes de la Localidad de Usaquén, 2008. *Hacia Promoc Salud*, 14(1): 13-22.
- García M, Valencia M, Berrío A, Rivera M, Ortiz J, Mendoza D, Urbina A (2011). Análisis de los componentes espectrales de la variabilidad cardíaca en hombres jóvenes: efecto del sobrepeso y la inactividad física. En: VH Arboleda, EF Arango, FA Patiño (Eds.), *Algunas consideraciones en personas con sobrepeso y obesidad* (pp.26-38). Medellín, Colombia: Funámbulos Editores.
- Gomez LF, Duperly J, Lucumi DI, Gamez R, Venegas AS (2005). Physical activity levels in adults living in Bogotá (Colombia): prevalence and associated factors. *Gac Sanit*, 19(3): 206-213.
- Hautala AJ, Karjalainen J, Kiviniemi AM, Kinnunen H, Makikallio TH, Huikuri HV & others (2010). Physical activity and heart rate variability measured simultaneously during waking hours. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 298(3): 874-80.
- Hottenrott K, Hoos O, Esperer HD (2006). Heart rate variability and physical exercise. *Current status. Herz*, 31(6): 544-52.
- Jouanin JC, Dussault C, Peres M, Satabin P, Pierard C, Guezennec CY (2004). Analysis of heart rate variability after a ranger training course. *Mil Med*, 169(8): 583-87.
- Maciel BC, Gallo L, Marin JA, Lima EC, Martins LE (1986). Autonomic nervous control of the heart rate during dynamic exercise in normal man. *Clin Sci* 71(4): 457-60.
- Makikallio TH, Huikuri HV, Hintze U, Videbaek J, Mitrani RD, Castellanos A& others (2001). Fractal analysis and time- and frequency-domain measures of heart rate variability as predictors of mortality in patients with heart failure. *Am J Cardiol*, 87(2): 178-82.

- Mantilla S (2006). Actividad física en habitantes de 15 a 49 años de una localidad de Bogotá. *Rev Salud Pública*, 8:15-49.
- Martínez M, SánchezA, Faulín J (2006). *Bio-estadística amigable*, 2ª ed. España: Díaz de Santos.
- Michels N, Clays E, De Buyzere M, Huybrechts I, Marild S, Vanaelst B& others (2013). Determinants and reference values of short-term heart rate variability in children. *Eur J Appl Physiol*, 113(6): 1477-88.
- Nemoto K, Gen-no H, Masuki S, Okazaki K, Nose H (2007). Effects of high-intensity interval walking training on physical fitness and blood pressure in middle-aged and older people. *Mayo Clin Proc*, 82(7): 803-11.
- Nunan D, Sandercock GR, Brodie DA (2010). A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults. *Pacing Clin Electrophysiol*, 33(11): 1407-17.
- OMS Organización Mundial de la Salud (s.f.). *Manual STEPS. La Organización*. [Documento en línea]
- OPS Organización Panamericana de la Salud (2013). *Situación de Salud en las Américas. Indicadores básicos 2013*. La Organización.
- Ortiz J, Mendoza D, Calderón C, Urbina A (2011). Análisis de los componentes espectrales de la variabilidad cardíaca en hombres jóvenes entrenados: comparación del entrenamiento aeróbico y anaeróbico. *Apunts Med Esport*, 47(174): 41-7.
- Rabbia F, Silke B, Conterno A, Grosso T, De Vito B, Rabbone I& others (2003). Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. *Obes Res*, 11(4): 541-8.
- Robinson BF, Epstein SE, Beiser GD, Braunwald E (1966). Control of heart rate by the autonomic nervous system. Studies in man on the interrelation between baroreceptor mechanisms and exercise. *Circ Res*, 19(2): 400-11.
- Rosenblueth A, Simeone F (1934). Interactions of vagal and accelerator effect on cardiac rate. *Am J Physiol*, 110: 42-54.
- Singh JP, Larson MG, O'Donnell CJ, WilsonPF, Tsuji H, Lloyd-Jones DM & others (2000). Association of hyperglycemia with reduced heart rate variability (The Framingham Heart Study). *Am J Cardiol*, 86(3): 309-12.
- TFESC Task Force of the European Society of Cardiology & NASPE North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J*, 17(3): 354-81.
- Tulppo MP, Hautala AJ, Makikallio TH, Laukkanen RT, Nissila S, Hughson RL& others (2003). Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. *J Appl Physiol*, 95(1): 364-72.
- Tuomainen P, Peuhkurinen K, Kettunen R, Rauramaa R (2005). Regular physical exercise, heart rate variability and turbulence in a 6-year randomized controlled trial in middle-aged men: the DNASCO study. *Life Sci*, 77(21): 2723-34.