
ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación del efecto del esfuerzo mental sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca

Evaluation of the effect of the mental effort regarding the variability of the heart frequency

Marilín Pérez Lazo de la Vega^I, Pedro J. Almirall Hernández^{II}, Aylén Pérez Barreda^{III}

I Psicóloga. Máster en Psicología Clínica. Doctora en Ciencias Psicológicas.

Investigador Agregado. Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas. La Habana, Cuba.

II Psicólogo. Doctor en Ciencias Médicas. Investigador Titular. Instituto Nacional de la Salud de los Trabajadores. La Habana. Cuba.

III Especialista de I Grado en Cardiología, Máster en Urgencias Médicas, Profesora Auxiliar. Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas. La Habana, Cuba.

RESUMEN

Introducción: La necesidad de buscar métodos para la prevención de cardiopatías motiva esta investigación. Evaluar el comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca ante el esfuerzo mental como indicador de riesgo de eventos cardiovasculares en enfermos y en sujetos sanos. **Metodos:** Se realizó un estudio cuasi experimental transversal y analítico de comparación de grupos; 32 cardiópatas y 32 sujetos sanos, en el Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas (2009-2012). Ambos grupos, pareados en cuatro variables; edad, sexo, nivel de escolaridad y percepción de las exigencias laborales; fueron sometidos a la resolución de un protocolo incremental de exigencias mentales y se evaluó de manera continua la variabilidad de la frecuencia cardíaca. El análisis estadístico se realizó mediante un conjunto de estadígrafos contenidos en el

paquete SSPS versión 18, utilizando métodos de la estadística descriptiva y de inferencia. Se emplean técnicas no paramétricas al comprobarse mediante la técnica Kolmogorov Smirnov, que las variables no siguen una distribución normal. **Resultados:** La variabilidad de la frecuencia cardiaca disminuyó ante el esfuerzo mental. Ante mayores exigencias mentales, mayor fue la disminución de la variabilidad de la frecuencia cardiaca sobre todo en el grupo de los cardiópatas. Los valores de la línea base en los cardiópatas también fue menor. Evidentemente los enfermos, independiente del diagnóstico y otras particularidades clínicas, muestran una diferencia desfavorable en comparación con los sanos en el comportamiento de la VFC en la línea base y ante tareas de esfuerzo mental. Los porcentos de disminución de la VFC ante el esfuerzo mental en comparación con los valores de la línea base fue el siguiente: en la tarea 1 (menor grado de esfuerzo mental) la disminución fue hasta de un 31 % en sanos y 46 % en enfermos, en la tarea 2; 38 % en sanos y 54 % en enfermos y en la tarea 3, disminuyó un 46 % para sanos y un 62 % en enfermos. El porcentaje de diferencia de disminución de la VFC entre grupos en la misma tarea estuvo entre un 15 y un 16 % más para los enfermos. **Conclusiones:** La variabilidad de la frecuencia cardiaca disminuye ante el esfuerzo mental con significativa diferencia a favor de los sujetos sin enfermedades cardiovasculares, lo cual permitió proponer indicadores para valorar la respuesta autonómica (VFC) ante el esfuerzo mental en sujetos enfermos y sanos. **Palabras clave:** Esfuerzo mental, variabilidad de la frecuencia cardiaca, enfermedades cardiovasculares, nivel de activación.

SUMMARY

Introduction: The necessity to find methods for the cardiovascular illnesses prevention motivates this investigation. The paper of the factors psycho social risk in the emergence and evolution of the chronic illnesses, the interest for the relationship between the mental effort and the cardiovascular dysfunctions is considered. **Methods:** A traverse and analytic experimental quasi of comparison of groups study was carried

out; 32 sick and 32 healthy persons, in the Surgical Medical Center of Investigations (2009-2012). Both groups, rhyming couplets in four variables; age, sex, school level and perception of the labor demands; they were subjected to the resolution of an incremental protocol of mental demands and it was evaluated in a continuous way the variability of the heart frequency. The statistical analysis was carried out by means of a group of contained statisticians in the SPSS package version 18, using methods of the descriptive statistic and of inference. They are used not parametric technical when being proven by means of the technical Kolmogorov Smirnov that the variables don't follow a normal distribution. **Results:** The variability of the heart frequency diminished in the face of the mental effort. Before more demands mental adult it was the decrease of the variability of the heart frequency mainly in the group of the sick persons. The values of the line base on the sick it was also smaller. Evidently the sick persons, independent of the diagnosis and other clinical particularities, they show an unfavorable difference in comparison with the healthy ones in the behavior of the HRV in the line it bases and before tasks of mental effort. The percents of decrease of the HRV in the face of the mental effort in comparison with the values of the line base and it was the following one: in the task 1 (smaller degree of mental effort) the decrease went until of 31 % in healthy and 46% in sick persons, in the task 2; 38 % in healthy and 54 % in sick persons and in the task 3, it diminished 46% for healthy and 62 % in sick persons. The percent of difference of decrease of the HRV between groups in the same task was between a 15 and 16% more for the sick persons. **Conclusions:** The variability of the heart frequency diminishes in the face of the mental effort with significant difference in favor of the persons without cardiovascular illnesses, which allowed proposing indicators to value the autonomous answer (HVR) in the face of the mental effort in sick and healthy persons. **Key words:** Mental effort, variability of the heart frequency, cardiovascular illnesses, activation level.

INTRODUCCIÓN

Para la Psicología de la salud, constituye una necesidad desarrollar técnicas y procedimientos que precisen el papel que los factores psicológicos tienen en el proceso

salud-enfermedad, y sobre todo, en enfermedades crónicas no transmisibles como las cardiovasculares, problema socio-sanitario de primer orden a nivel mundial, y una de las principales causas de muerte y discapacidad en los países industrializados⁽¹⁾ y en Cuba⁽²⁾.

Resulta frecuente en las consultas de los especialistas, el regreso de pacientes con recaídas o nuevos eventos cardiológicos una vez reincorporados a sus mundos laborales, aptos desde el punto de vista clínico y físico. Determinadas profesiones caracterizadas por altas demandas de esfuerzo mental; es decir, aquellas donde los procesos cognitivos y decisionales ocupan un espacio central, se encuentran relacionadas con el desarrollo de la enfermedad cardiovascular y de la cardiopatía isquémica en particular^(3,4).

Altas demandas neurocognitivas y grandes exigencias mentales se han asociado a alteraciones del ritmo cardiaco. Esto ha servido de motivación para realizar la evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) con el objetivo de diagnosticar el riesgo de eventos cardiovasculares en los trabajadores cardiopatas o sanos, que se encuentran expuestos al esfuerzo mental. La VFC se refiere a las fluctuaciones de los períodos que median entre latidos consecutivos como resultado de la interacción de los mecanismos de regulación cardiovascular.

La VFC es el resultado de las interacciones entre el sistema nervioso autónomo (SNA) y el aparato cardiovascular, por lo que su análisis permite un estudio no invasivo de la actividad del SNA; y de la influencia del mismo sobre el nódulo sinusal. Constituye, además, un indicador psicofisiológico, de alta sensibilidad y especificidad del esfuerzo mental⁽⁵⁻⁹⁾.

La disminución de la VFC se ha relacionado con enfermedades crónicas, tasas de morbilidad, mortalidad y envejecimiento, por lo que constituye un potente indicador de riesgo para la salud fisiológica y psicológica⁽¹⁰⁻¹²⁾. En el caso de los cardiopatas su importancia clínica radica en que la pérdida de complejidad de la señal cardiaca está asociada a un incremento del riesgo de muerte súbita. Una VFC anormal es un

marcador de riesgo general de todos los modelos de muerte cardiaca: arritmias, vascular y hemodinámica.

Lo anterior justifica la importancia de contar con procedimientos e indicadores objetivos, que permitan predecir el riesgo que estas actividades tienen sobre la salud de nuestros trabajadores.

METODOS:

Se realizó un estudio cuasi experimental, transversal y analítico de comparación de grupos. Se formaron dos grupos, uno de 32 enfermos cardiovasculares y otro de 32 sujetos sanos. Por cada enfermo cardiovascular se incluyó un sujeto sano que fue pareado por cuatro variables (edad, sexo, nivel de escolaridad y tipo de exigencias laborales) y diferían en la condición sano-enfermo desde el punto de vista cardiovascular. Los participantes debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión:

Grupo formado por pacientes con ECV:

- 1- Mayores de 20 y hasta 65 años.
- 2- Pacientes con enfermedad cardiovascular diagnosticada y tratada en el hospital CIMEQ. Asintomáticos desde el punto de vista general.
- 3- Evaluados por los cardiólogos del hospital CIMEQ.
- 4- Resultados actualizados del ecocardiograma.
- 5- Sujetos con ritmo sinusal.

Grupos de sujetos sanos cardiológicamente, intencionalmente buscados:

- 1- Mayores de 20 y hasta 65 años.
- 2- Diagnóstico de “sujeto sano desde el punto de vista cardiovascular” realizado por cardiólogos del hospital CIMEQ que incluyeron:
 - Antecedentes patológicos personales de salud. Asintomáticos desde el punto de vista general y sin enfermedad cardiovascular.

- Sin factores mayores de riesgo cardiovascular:
 - Normopesos.
 - Sin hábitos tóxicos (fumar, alcohol).
 - Sin diabetes mellitus.
 - Sin dislipidemias.
 - Sin hipertensión arterial.
 - Ecocardiograma normal.

Criterios de exclusión:

- 1- Negativa a participar en el estudio.
- 2- Mujeres embarazadas.
- 3- Sujetos con entrenamiento deportivo.
- 4- Ingestión de bebidas alcohólicas el día previo a la investigación.

Los grupos fueron sometidos al estudio cuasi experimental que consistió en la resolución de tareas con diferente nivel de esfuerzo mental a la vez que se registraba la VFC. Se realizaron cuatro mediciones, un primer valor que constituyó la línea base del parámetro psicofisiológico y una medición por cada tarea. La línea base se determinó registrando la VFC durante cinco minutos en condiciones basales. Esta evaluación se realizó después de que el sujeto reposara sentado por 10 minutos.

Las tareas se presentaron variando el orden de dificultad con el objetivo de eliminar el efecto de cansancio. Al evaluar el desempeño por niveles de complejidad con cinco minutos de reposo entre cada nivel, se registró la VFC. Cada nivel presentó 50 estímulos (30 frecuentes y 20 infrecuentes).

El programa Split Reaction Time Test (SPLIT) se utilizó como estímulo (esfuerzo mental). Emplea tareas convencionales de tiempo de reacción con gran variedad de demandas de procesamiento cognitivo (memoria, atención, percepción, etc.).

La respuesta cardiaca fue controlada por el Polar No. FT7TM (Polar Electro Oy, Finlandia). Este registrador graba y muestra la frecuencia cardiaca, la frecuencia cardiaca promedio y el valor máximo de la frecuencia cardiaca en el intervalo de tiempo que el sujeto está expuesto a la tarea de esfuerzo mental. Los valores de la VFC se calcularon a partir de las series de tiempo, utilizando las siguientes fórmulas matemáticas.

$$XFC = \frac{\text{cant. de latidos}}{\text{t. de ejecución}}$$

XFC: media de la frecuencia cardiaca: t. de ejecución: tiempo de ejecución cant. de latidos: cantidad de latidos.

$$\text{cant. de latidos} = XFC \times \text{t. de ejecución.}$$

A partir de la cantidad de latidos, se obtuvo la desviación estándar (DS), (Siegel, 1974) y finalmente el coeficiente de variabilidad (CV).

$$DS = 1/2 \sqrt{(\text{Cant. de latidos})}$$

$$CV = \frac{DS}{X \text{ Cant. de latidos}} \times 100$$

Antes del experimento cada participante fue sometido a un examen cardiológico realizado por especialistas del CIMEQ que confirmaba la presencia o no de enfermedad cardiovascular, esencial para la conformación de los grupos. Dentro de las variables cardiológicas evaluadas se encontraron: el diagnóstico cardiológico, el déficit funcional y cinco parámetros del ecocardiograma.

Para la recogida de la información se elaboraron los siguientes criterios de cumplimiento obligatorio:

-Ejecución en el horario de la mañana, después de haber dormido 6 horas o más.

-Evaluado individualmente por el mismo equipo de trabajo, se contó con una PC: P 4, con plataforma Windows XP.

-Condiciones microclimáticas del laboratorio siguientes: temperatura: $27,2 \pm 1,5$ °C, humedad relativa: $58,0 \pm 6$ %, ruido menor de 75 Db (local del Servicio de Psicología y Psiquiatría del hospital CIMEQ).

-Programa de estímulo (descrito anteriormente). Tareas que no demandan esfuerzo respiratorio.

-Registro de la VFC a través de la tecnología explicada, en la misma posición a todos los sujetos (sentado).

Análisis estadístico:

El análisis estadístico se realizó mediante un conjunto de estadígrafos contenidos en el paquete SSPS versión 18, utilizando métodos de la estadística descriptiva y de inferencia. Se confeccionó una base de datos en SPSS sobre una plataforma Windows XP y una PC pentium IV. Los textos se procesaron con Word XP y los gráficos se realizaron con Excel XP. Se realizó el procedimiento para probar la normalidad de los datos según la técnica Kolmogorov Smirnov, comprobándose que no sigue una distribución normal, por lo que se decidió emplear técnicas no paramétricas. Dentro de ellas destacamos: Coeficientes de contingencia, prueba U de Mann Whitney, prueba de Kruskal Wallis y el coeficiente de correlación de Pearson.

RESULTADOS:

En el estudio participaron 64 sujetos, 32 con diagnóstico de ECV y 32 sanos, cuyas edades estuvieron comprendidas entre 20 y 65 años. La media de la edad fue de 48.09 años en ambos grupos. Por cada enfermo se incluyó un sujeto sano, siguiendo como criterio que perteneciera a un individuo del mismo género, con una edad decimal igual o aproximadamente igual (con una diferencia menor o igual que un año), el mismo nivel escolar e igual percepción de las exigencias laborales. Excepto dos sujetos (uno de cada grupo) todos se encontraban vinculados a la actividad laboral.

La edad no mostró relación con la VFC en ninguna de las cuatro evaluaciones realizadas según el coeficiente de correlación de Pearson. Tabla 1. Estos resultados coinciden con otros estudios⁽¹³⁾ y permiten sugerir que la disminución de la VFC es un aparente indicador universal del equilibrio autónomo. Otra investigación realizada en diferentes grupos etarios; jóvenes (20-25 años) y adultos mayores (72-91); donde se expresó el esfuerzo mental a través de tiempos de reacción reveló que la VFC disminuía ante la exigencia cognitiva sin establecer diferencias entre grupos, concluyendo que la modulación del SNA sobre la función cardiaca durante el estrés muestra respuestas fisiológicas similares en jóvenes y adultos mayores⁽¹⁴⁾.

En cuanto al sexo no se encontraron diferencias significativas al comparar las medias de la VFC en sus cuatro evaluaciones, según la prueba U de Mann-Whitney. Tabla 1. Resultados similares han sido encontrados^(15,16).

Tabla 1. Relación no significativa entre la edad y el sexo con el CV de la VFC en la línea base y por tareas.

	Línea Base	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Edad Correlación de Pearson	0,214	-0,28	0,139	-0,19
Sexo U de Mann-Whitney	0,318	0,303	0,436	0,864

El nivel de escolaridad no mostró diferencias significativas entre grupos según el coeficiente de contingencia ($p=0.932$). Menos del 16 % de los sujetos por grupo posee nivel escolar secundario. Más del 84 %, por grupos tiene una escolaridad igual o superior al 12 grado.

La percepción del tipo de exigencias en el trabajo por grupos no mostró diferencias significativas según el coeficiente de contingencia ($p=0.796$), por lo que se consideró su composición homogénea para los fines de la investigación.

La condición enfermo-sano estableció una diferencia importante en el comportamiento de la VFC, aunque de manera independiente algunas variables no muestren una relación directa y significativa.

La distribución del diagnóstico de las ECV, se corresponde con las estadísticas mundiales donde la cardiopatía isquémica es el diagnóstico más frecuente y la primera causa de muerte⁽¹⁷⁾. Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de los enfermos según el diagnóstico cardiológico.

Diagnóstico	Frecuencia	Porcentaje
Cardiopatía isquémica	18	28,1
Enfermedad congénita	4	6,3
Enfermedad valvular	10	15,6
Sano	32	50,0
Total	64	100

No obstante no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes diagnósticos de las enfermedades cardiovasculares y el comportamiento de la VFC según la prueba de Kruskal Wallis. Tabla 3.

La VFC tampoco mostró diferencias entre los grupos de enfermos clasificados por el déficit funcional según la prueba de Kruskal Wallis, ver Tabla 3. Resulta importante destacar que el 90,6% de los enfermos se encuentra entre los grupos clase I y II lo que pudiera estar interfiriendo en esta relación.

Tabla 3. Relación no significativa entre los diagnósticos cardiológicos y el déficit funcional con el CV de la VFC en la línea base y por tareas.

Kruskal Wallis	Línea Base	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Diagnóstico cardiológico	0,223	0,592	0,068	0,014
Déficit funcional	0,018	0,946	0,259	0,014

La distribución de los sujetos según los resultados del ecocardiograma (normal y patológico) se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados del Ecocardiograma para ambos grupos.

Resultados del ecocardiograma	Enfermos	Sanos	Total
Normal	8	32	40
Patológico	24	0	24
Total	32	32	64

El 75% de los enfermos tiene un ecocardiograma patológico. Según la prueba de Kruskal Wallis se demostró que en los pacientes con un ecocardiograma patológico la disminución de la VFC es significativamente mayor ante las tareas dos y tres ($p=0.0001$) es decir, las que demandan mayor esfuerzo mental. Este resultado permite establecer que existe una relación entre la condición enfermedad-salud y la VFC dependiente de la sumatoria de la estructura y función del sistema y no de factores independientes.

Características de la VFC durante la aplicación de protocolos incrementales escalonados de esfuerzo mental.

La Tabla 5. muestra los valores mínimos, máximos y de la media del CV de la VFC en la línea base y en cada tarea, de manera conjunta para los dos grupos. Se observa que la media del CV de la VFC disminuye en la medida que aumenta el esfuerzo mental en comparación con la línea base.

Tabla 5. Valores de la VFC en la línea base y por tareas para ambos grupos.

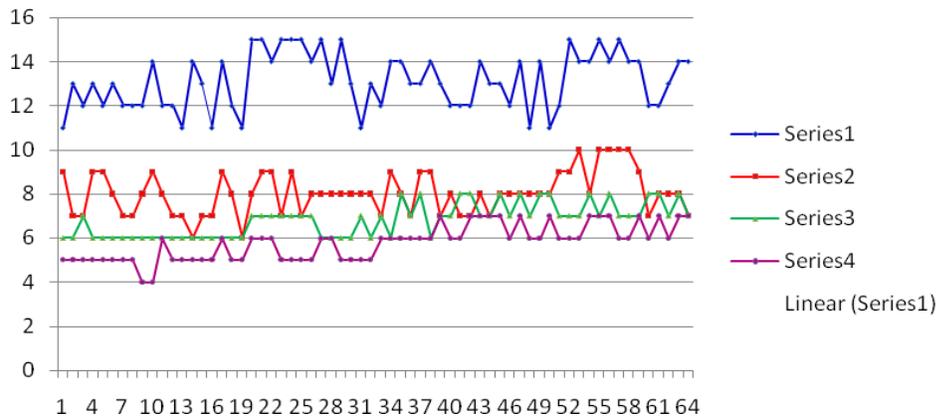
Coefficiente de variabilidad	Mínimo	Máximo	Media
Línea Base	11	15	13,13
Tarea 1	6	10	8,03
Tarea 2	6	8	6,81
Tarea 3	4	7	5,80

El comportamiento de la VFC de manera grupal es el siguiente: la disminución de la VFC se incrementa con la dificultad de la tarea en forma directa y ascendente, es decir

mientras más difícil resulta dar respuesta al paradigma propuesto de tiempo de reacción discriminante menor es la VFC.

Según la prueba U de Mann-Whitney la disminución de la VFC es significativa ante las tareas dos y tres, las de mayor exigencia mental ($p=0.0001$). La VFC se muestra sensible ante el esfuerzo mental. Gráfico 1.

Gráfico 1. Comportamiento de la VFC ante el esfuerzo mental para ambos grupos.



Serie 1: Línea base Serie 2: Tarea 1 Serie 3: Tarea 3 Serie 4: Tarea 4

La comparación del CV de la VFC entre los enfermos y los sanos, presentada en la Tabla 6, que muestra las diferencias entre grupos.

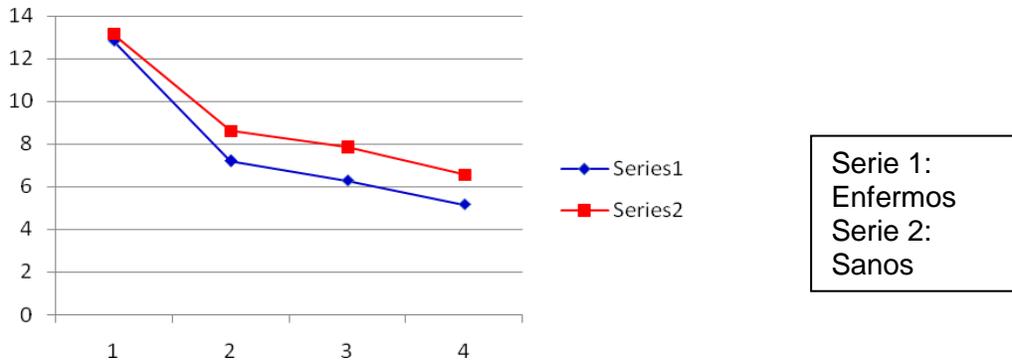
Tabla 6. Media de la VFC en la línea base y por tareas en los dos grupos.

Coefficiente de variabilidad	Enfermos	Sanos
Línea Base	12,84	13,15
Tarea 1	7,21	8,60
Tarea 2	6,28	7,86
Tarea 3	5,16	6,56

La disminución de la VFC ante la dificultad de la tarea es mayor en los enfermos. Los pacientes con ECV tienen un nivel de activación menos adecuado al realizar una tarea que exige atención que los sujetos sanos. Estos resultados coinciden con estudios

internacionales^(18,19) y nacionales^(15,20,21). Los valores del CV de la VFC ante el esfuerzo mental por cada grupo se muestran en el Gráfico 2.

Gráfico 2. CV de la VFC para ambos grupos por tarea.



1:Línea base 2: Tarea1 3:Tarea 2 4:Tarea 3

Determinación de indicadores cuantitativos a partir del comportamiento de la VFC ante el esfuerzo mental.

A partir de los datos cuantitativos se calculó el porcentaje de disminución de la VFC para cada nivel de tarea en comparación con el valor de la línea base por cada grupo y se calculó además, la diferencia de esta disminución. Tabla 7.

Tabla 7. Porcentaje de disminución de la VFC entre grupos experimentales por cada tarea en comparación con la línea base.

Situación experimental	Grupos	Media	Porcentaje de disminución	Porcentaje de diferencia entre grupos
Línea Base	Enfermos	12,84		
	Sanos	13,15		
Tarea 1	Enfermos	7,21	46	15
	Sanos	8,60	31	
Tarea 2	Enfermos	6,28	54	16
	Sanos	7,86	38	
Tarea 3	Enfermos	5,16	62	16
	Sanos	6,56	46	

En los sujetos sanos la disminución de la VFC ante la tarea de máximo esfuerzo mental fue de un 46 %.

Al observar los porcentos de disminución de la VFC en enfermos se puede constatar que disminuyen entre un 15 % y un 16 % más que en los sujetos sanos por cada tarea. Ante la mayor demanda de esfuerzo mental, la disminución fue de un 62 %. Resulta muy llamativo el hecho de que el porcentaje mayor de disminución (46 %) en los sujetos sanos fue el mismo valor de disminución alcanzado por los enfermos ante la tarea de menor complejidad. Otra importante regularidad encontrada fue que la disminución del valor de la VFC para ambos grupos entre cada nivel de complejidad de tarea osciló entre un 7 % y un 8 %.

El análisis de estos datos, más la revisión bibliográfica realizada permitió precisar los siguientes indicadores cuantitativos según los valores de la VFC al realizar tareas que requieren esfuerzo mental:

Sujeto sano: La disminución osciló entre un 31 % y hasta un 46 % de la media de la VFC en comparación con el valor obtenido en la línea base.

Sujetos enfermos: La disminución osciló entre más de un 46 % y un 62 % de media de la VFC en comparación con el valor obtenido en la línea base.

Considerando un **Sujeto en riesgo:** aquel donde la disminución de la media de la VFC oscile entre el 38% y el 45% de la VFC y que aún no haya debutado con ECV.

DISCUSION

La sensibilidad del parámetro fisiológico (VFC) ante esfuerzos cognitivos y emocionales relacionados con el nivel de activación del ser humano ha sido manifiesto desde los estudios iniciales de esta temática²², hasta la actualidad^(9,21-24). Estos últimos estudios especifican que el aumento de las demandas de memoria y de atención en tareas relacionadas con trabajo mental influye en la disminución de la VFC.

Los resultados encontrados demuestran que la condición enfermedad-salud establece una diferencia importante en el comportamiento de la VFC ante el esfuerzo mental, aunque de manera independiente algunas variables evaluadas dentro de la enfermedad

cardiovascular no muestren una relación directa y significativa con la disminución de la VFC.

La VFC disminuye de manera proporcional al aumento de la dificultad de la tarea, siendo aún mayor este comportamiento en los enfermos. Los cardiopatas tienen un nivel de activación menos adecuado al realizar una tarea que exige atención que los sujetos sanos. Estos resultados, coinciden con estudios ya mencionados^(15,18-21).

Una interesante investigación realizada por fisiólogos, encontró que la VFC era menor en 246 enfermos cardiovasculares en comparación con sujetos sanos, en el momento en que solucionaban tareas con demandas de esfuerzo mental; independientemente del tipo de diagnóstico y de la medicación utilizada: betabloqueadores, nitratos o antagonistas del calcio⁽²⁵⁾.

Otro paradigmático estudio publicado en la revista *Circulation* (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996)⁽²⁶⁾ que expone los estándares de la medición, interpretación fisiológica y uso clínico de la VFC; ofrece un resumen de los valores de la VFC obtenido de una selección de estudios de diferentes trastornos cardiovasculares, donde se demuestra que independientemente del diagnóstico cardiovascular la VFC se encuentra disminuida en estos enfermos en comparación con sujetos sanos. Otros estudios han demostrado que la clasificación del déficit funcional en los cardiopatas no ha mostrado relación directa con el comportamiento de la VFC⁽²⁶⁾.

Esto demuestra que la relación de la condición enfermedad-salud con la VFC está en la sumatoria de estructura y función del sistema y no en factores independientes.

En los sujetos sanos la disminución de la VFC ante la tarea de máximo esfuerzo mental fue de un 46%. Investigaciones realizadas en pacientes psiquiátricos han reportado que la VFC se encontraba reducida entre un 40% o 50 % respecto a la población sana considerándolo factible pues estos pacientes se encuentran sometidos permanentemente a presiones mentales internas⁽²⁷⁾. Otros estudios han considerado que una disminución del 10 % de la VFC en comparación con la línea base es lo típico ante actividades que requieren esfuerzo mental en los sujetos sanos⁽²²⁾.

Teniendo en cuenta estos supuestos, los valores resultantes de la VFC y estado de funcionamiento cardiovascular en la investigación resultan sumamente preocupantes. Sería coherente cuestionarse si los sujetos sanos evaluados se encuentran sometidos a muchas exigencias mentales (además de las tareas de esfuerzo mental a las que fueron expuestos durante el experimento) que hace cuatro décadas, momento en que se realizaron las investigaciones de Kalsbeck y Hyndman, mencionadas en el párrafo anterior. Una hipótesis plausible pudiera ser que las demandas que impone el desarrollo científico y tecnológico, así como los estilos de vida que la sociedad moderna atribuye al ser humano, generadores de tensión psicológica y malestar emocional y facilitadores de conductas no saludables como el hábito de fumar, ingerir bebidas alcohólicas, entre otras, pudiera estar relacionado con el aumento de ECV y su prevalencia en los cuadros de morbimortalidad.

Si recordamos que la VFC es el resultado de las interacciones entre el SNA y el aparato cardiovascular y que permite estimar la influencia del primero sobre el nodo sinusal; los resultados de su comportamiento ante el esfuerzo mental desde un punto de vista cuantitativo alertan sobre la importancia que tiene para el mantenimiento de la salud y la calidad de la vida prestarle atención a los factores de riesgo psicosocial en el desarrollo de la ECV.

Todo lo anterior permite afirmar que los enfermos, independientemente del diagnóstico y otras particularidades clínicas, muestran una diferencia desfavorable en comparación con los sanos en el comportamiento de la VFC ante tareas de esfuerzo mental. Estos resultados confirman que la VFC permite una estimación cuantitativa y no invasiva del balance simpático-parasimpático, está asociado a la función ventricular izquierda y por tanto constituye un marcador de valor pronóstico.

CONCLUSIONES

- La evaluación del comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardiaca ante el esfuerzo mental permite su utilización como indicador de riesgo de

eventos cardiovasculares en pacientes con diagnóstico de enfermedad cardiovascular y en sujetos sanos.

- La variabilidad de la frecuencia cardíaca disminuye ante el esfuerzo mental con significativa diferencia a favor de los sujetos sin enfermedades cardiovasculares.
- Se determinaron indicadores para valorar la respuesta autonómica (VFC) ante el esfuerzo mental en sujetos enfermos y sanos.

BIBLIOGRAFIA

1. Smith PJ, Blumenthal JA. Aspectos psiquiátricos y conductuales de la enfermedad cardiovascular: epidemiología, mecanismos y tratamiento. *Rev Esp Cardiol.* 2011;64(10):924-33.
2. Anuario Estadístico de Cuba. MINSAP; 2010.
3. Eller NH, Netterstrom B, Gyntelberg F, Kristensen TS, Nielsen F, Steptoe A, et-al. Work-related psychosocial factors and the development of ischemic heart disease: a systematic review. *Cardiol Rev.* 2009;17:83-97.
4. Hernández SI, Rothenberg SJ, Landsbergis P, Cedillo L, De León G, Collins SM, et al. Job Strain and HRV in Resident Physicians. Within a General Hospital. *Am J Ind Med.* 2009;56:38-48.
5. Almirall P. Efectos negativos del esfuerzo mental. Aspectos teóricos y metodológicos. Un método para su evaluación [tesis]. ISPJAE. La Habana; 1986.
6. Backs RW, Seljos KA. Metabolic and cardiorespiratory measures of mental effort: the effects of level of difficulty in a working memory task. *Int Journal of Psychophysiol.* 1994;16(1):57-68
7. Sakuragi S, Sugiyama Y. Effects of reward and punishment on task performance, mood and autonomic nervous function, and the interaction with personality. *J Physiol Anthropol.* 2009;28(4):181-90.
8. Principios ergonómicos relativos a la carga del trabajo mental. Términos y definiciones generales [tesis]. La Habana, Cuba; 2009.
9. Cowley B, Ravaja N, Heikura T. Cardiovascular physiology predicts learning effects in a serious game activity. *Computers & Education.* 2013;60(1):299-309.

-
10. Capdevila L, Rodas G, Ocaña M, Parrado E, Pintanel M, Valero M. Heart rate variability as a health indicator in sports: validation with a health-related quality of life questionnaire (Short Form-12). *Apunts Medicina de l'Esport*. 2008;43:62-9.
 11. Melillo P, Bracale M, Pecchia L. Nonlinear Heart Rate Variability features for real-life stress detection. Case study: students under stress due to university examination, *Biomedical Engineering Online*. 2011:20-5. Disponible en: URL: <http://www.biomedical-engineering-online.com/content/10/1/96>.
 12. Saus E, Johnsen B, Eid J, Thayer J. Who benefits from simulator training: Personality and HRV in relation to situation awareness during navigation training. *Computers in Human Behavior*. 2012;28(4):1262-8.
 13. Agelink MW, Malessa R, Baumann B, Majewski T, Akila F, Zeit T, et al. Standardized tests of HRV: normal ranges obtained from 309 healthy humans, and effects of age, gender, and heart rate. *Clin Auton Res*. 2001;11(2):65-6.
 14. Wood R, Maraj B, Lee CM, Reyes R. Short term heart rate variability during a cognitive challenge in young and older adults. *Age and Ageing*. 2002;31:131-5.
 15. Almirall Pedro, Santander Jorge, Vergara Adriana. La variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador del nivel de activación ante el esfuerzo mental. *Rev Cubana Hig Epidemiol [revista en la Internet]*. 1995 Jun [citado 2014 Dic 06] ; 33(1): 3-4. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30031995000100002&lng=es.
 16. Gutiérrez O. Variabilidad de la frecuencia cardíaca en individuos sanos costarricenses. *Rev Costarric Cardiol*. 2000;2(1):4.
 17. Serrano Y, Agramonte M, González JC, Miranda T. Relación de la hipertensión arterial en la aparición de la cardiopatía isquémica. *Rev Electr de Port Med*. 2012:31-5.
 18. Jain D. Effects of mental stress on left ventricular and peripheral vascular performance in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31: 1314-22.
 19. Jeria C, Hernández R, Benn C. Alteración de la variabilidad del ritmo cardíaco en pacientes con síndrome coronario agudo sin supradesnivel del segmento ST. Experiencia preliminar. *Rev Chil Cardiol*. 2011;31:104-12.
 20. Almirall P, Pérez M, Alonso R, Castro J. Personalidad y evaluación del estado funcional en cardiopatas y sujetos sanos. Un estudio experimental. *Investig Médicoquir*. 2010;2(1):15.

-
21. Escalona Y. La variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de efecto de las exigencias psíquicas. Estudio de simulación [tesis]. Trabajo para optar por el título de máster en salud de los trabajadores; 2000. p. 24.
 22. Kalsbeek JW. Do you believe in sinus arrhythmia?. *Ergonomics*. 1973;16:99.
 23. Dewey F, Freeman J, Engel G, Oviedo R, Abrol N, Ahmed N, et al. Novel predictor of prognosis from exercise stress testing: heart rate variability response to the exercise treadmill test. *Am Heart J*. 2007;153:281-8.
 24. Hercegy K. Event-related assessment of hypermedia based E learning Materials v with and HRV Based Method that considers Individual. Differences in Users. *Int Journals of Occup Saf and Erg*. 2011;17(2):119-27.
 25. Carpeggiani C, Emdin M, Bonaguidi F, Landi P, Michelassi C, Trivella MG, et al. Personality traits and HRV predict long-term cardiac mortality after myocardial infarction. *Europ H J*. 2005;26(16):1612-7.
 26. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. HRV. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulat*. 1996;93:1043-65.
 27. Hyndman B, Gregory JR. Spectral analysis of sinus arrhythmia during mental loading. *Ergonomics*. 1975;18(3):255.

Recibido. 23 de marzo del 2014

Aceptado 14 de julio del 2014 Dra. C.

Marilín Pérez Lazo de la Vega Centro de Investigaciones Médico Quirúrgicas, 216 y 11 B, Siboney, La Habana, Cuba.

Correo electrónico: mplvega@infomed.sld.cu