

Relación entre el incremento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la regulación del comportamiento alimentario en niños con obesidad. Revisión teórica

MÓNICA SERRANO TREJO, GERARDO LEIJA-ALVA, VÍCTOR RICARDO AGUILERA SOSA,
Y JUAN DANIEL RODRÍGUEZ-CHOREÑO

*Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud - Unidad Santo Tomás.
Instituto Politécnico Nacional. México*

Resumen

El incremento de la obesidad infantil en todo el mundo ha provocado que los investigadores comiencen a preocuparse por dicha alteración en la modulación autonómica cardíaca que se presenta como consecuencia de este padecimiento. Las alteraciones autonómicas cardíacas, asociadas a la acumulación de grasa en la región abdominal, se relacionan con la ocurrencia futura de disturbios funcionales y metabólicos importantes, como hipertensión arterial sistémica, diabetes, accidente cerebrovascular e infarto agudo de miocárdio. La variabilidad de la frecuencia cardíaca puede ser un indicador de estas alteraciones; el entrenamiento para detectar su elevación puede ayudar a regular no solo la actividad cardíaca, sino también la emocional, que se relaciona con la ingesta excesiva de alimentos. En este trabajo se presentan las bases teóricas para llevar a cabo un tratamiento con niños con obesidad, con el objetivo de regular la función autonómica y prevenir problemas coronarios y emocionales.

Palabras clave: *obesidad infantil, variabilidad de la frecuencia cardíaca, regulación emocional, comportamiento alimentario.*

Relationship between the increase in heart rate variability and the regulation of eating behavior in obese children. Theoretical review

Abstract

The increase of childhood obesity around the world has provoked that investigators become worried about that specific abnormality that occurs in the autonomous cardiac modulation as a result of that condition. The abnormalities autonomous cardiac, related to fat accumulation in the abdominal area, are related to the occurrence of other conditions such as systemic arterial hypertension, diabetes, cerebrovascular events, and myocardial infarction. The variation of the cardiac frequency could be an indicator of these alterations, and training to detect the elevation of the frequency could help to regulate the cardiac and emotional activity which is related to overeating. This document presents the theoretical bases to begin a treatment with obese children aimed to regulate the autonomous function and to prevent coronary and emotional condition.

Keywords: *Childhood obesity, heart rate variability, emotional regulation, feeding behavior.*

INTRODUCCIÓN

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), en 2010, alrededor de 40 millones de niños menores de cinco años presentaban sobrepeso. El problema principal del sobrepeso y la obesidad no es solo el gran número de personas que lo padecen, sino que se

Dirigir toda correspondencia sobre este artículo a: .Mónica Serrano Trejo. Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud, Unidad Santo Tomás, Instituto Politécnico Nacional. México D. F. Av. de los maestros y calzada de los gallos s/n col. Casco de Santo Tomás.
Correo electrónico: mserranot@ipn.mx
RMIP 2012, número monográfico, vol. 4. pp. 34-44.
ISSN-impresión: 2007-0926
www.revistamexicanadeinvestigacionenpsicologia.com
Derechos reservados ©RMIP

ubican en el quinto lugar entre los principales factores de riesgo de defunción en el mundo. Cada año mueren en el mundo 2,8 millones de personas adultas como consecuencia del sobrepeso o de la obesidad. Además, el 44% de diabetes, el 23% de cardiopatías isquémicas y entre el 7% y el 41% de algunos cánceres son debido al sobrepeso y a la obesidad (OMS, 2011).

Esto quiere decir que los niños que actualmente tienen sobrepeso y obesidad tal vez lo mantengan, lo cual conlleva a que las consecuencias o comorbilidades aparezcan a una corta edad, de manera que la esperanza y la calidad de vida se vean disminuidas de forma drástica.

Un grupo de investigadores que estudia la obesidad infantil ha manifestado que su preocupación por la alteración en la modulación autonómica cardiaca que se presenta como consecuencia de este padecimiento ha incrementado (Nagai & Moritani, 2004). Hay estudios que sugieren que en niños y adolescentes con obesidad se presenta una reducción de la acción protectora del sistema nervioso parasimpático cardiaco, asociada a la ampliación de la acción del tono simpático, el cual es potencial causa de arritmias cardiacas (Brunetto, Roseguini, Silva, Hirai, & Guedes, 2005; Martini et al., 2001; Riva et al., 2001).

Las alteraciones autonómicas cardiacas, asociadas a la acumulación de grasa en la región abdominal, están relacionadas a consecuentes disturbios funcionales y metabólicos importantes, como hipertensión arterial sistémica, diabetes, accidente cerebrovascular, infarto agudo de miocardio, entre otros (Faulkner, Hathaway, & Tolley, 2003; Martini et al., 2001). Estas investigaciones tienen como base el empleo de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), una herramienta de análisis que sirve como estrategia de medición fisiológica no invasiva y precisa, utilizada en la evaluación cardiovascular de adultos y niños obesos (Montano, 2002; Zahorska, Kuagowska, Kucio, & Klin, 1993).

VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA

La frecuencia cardiaca (FC) es uno de los parámetros no-invasivos más utilizados en el análisis y en la valoración de la actividad cardiaca. Los latidos se producen con una frecuencia variable, es decir, el tiempo --medido en milisegundos-- entre dos latidos varía de latido a latido.

Una VFC elevada es un indicador de disfunción ventricular o de manejo inadecuado de los betabloqueantes. En un seguimiento de ocho años, una VFC mayor a 90 ciclos por minuto se asoció a un aumento de la mortalidad por muerte súbita cinco veces mayor que cuando se comparó con pacientes con VFC menor a 60 por minuto (Shaper, Wannamethee, Macfarlane, & Walker, 1993).

«El ritmo cardiaco está determinado por la actividad de despolarización del marcapasos cardiaco que se encuentra en el nodo sinoauricular. La interacción latido a latido de este balance contribuye a las fluctuaciones de los intervalos R-R, también conocidas como variabilidad del ritmo cardiaco» (Cardinali, 1991, p. 42).

La VFC se define como la variación de la frecuencia del latido cardiaco durante un intervalo de tiempo definido con anterioridad --nunca superior a 24 horas-- en un análisis de períodos circadianos consecutivos. La VFC muestra las oscilaciones en los espacios temporales entre cada latido.

En todo momento, los latidos cardiacos y la tensión arterial varían, entre otras causas, por efecto de la respiración (arritmia sinusal respiratoria) y como respuesta a factores de carácter físico, medioambientales y/o emocionales (Accurso, Shamsuzzaman, & Somers, 2001; Freeman, 2006). Las fluctuaciones de la VFC son comúnmente valoradas por las mediciones del intervalo R-R, tal como se muestran en la Figura 1.

La variación de tiempo de este intervalo es comúnmente llamada VFC.

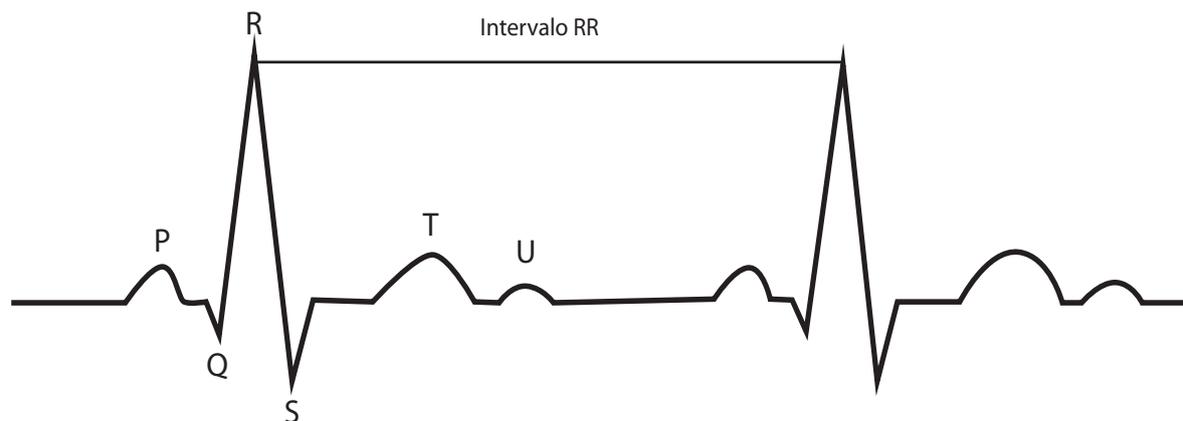


Figura 1. Representación esquemática de un intervalo R-R

Estas fluctuaciones dan información relativa acerca de la forma como el organismo influye sobre la respuesta cardiaca a través de los centros cerebrales (comando central), las áreas de control en el cerebro y el sistema nervioso vegetativo (De Vito, Galloway, Nimmo, Maas, & McMurray 2002; Winsley, 2002). La VFC es el resultado de las interacciones entre el sistema nervioso autónomo (SNA), con su equilibrio simpático-vagal, y el sistema cardiovascular. La actividad del SNA se basa en un equilibrio entre el sistema nervioso simpático (SNS) y el sistema nervioso parasimpático (SNP). La estimulación vagal (SNP) predomina en un estado de reposo, mientras que la estimulación del SNS predomina en estados de ansiedad, estrés y ejercicio físico.

El SNP se encarga de realizar una rápida disminución de la FC por impulsos eléctricos vagales de alta frecuencia, este proceso viene dado por la liberación de acetilcolina por parte del nervio vago. Básicamente, el SNP gestiona los cambios reflejos de la FC debidos a señales procedentes de los barorreceptores arteriales y del sistema respiratorio.

El SNS aumenta la FC mediante impulsos lentos de baja frecuencia. La respuesta es más lenta que la del SNP (necesita 20-30 latidos

para producirse); dicho proceso se basa en la liberación de adrenalina y de noradrenalina. El SNS es el responsable de los cambios en la FC debidos a estrés físico y mental (Widdicombe, Lu-Yuan, 2001, Zaza, & Lombarda, 2001).

La alta actividad simpática es un predictor potente de baja supervivencia, mientras que el alto tono vagal (activación del sistema parasimpático) proporciona cardioprotección (De Vito et al., 2002). En el nacimiento, cuando es más intensa, y en la proximidad de la muerte, cuando es más baja, el ser humano pierde alrededor del 3% de variabilidad al año. Esta es una señal de que la fisiología humana va perdiendo su flexibilidad de manera progresiva, y que cada vez le resulta más difícil adaptarse a las variaciones del entorno físico y emocional, siendo ésta un indicio de envejecimiento.

La FC, la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la sensibilidad barorrepleja son marcadores del balance simpático-vagal, es decir, son los marcadores que indican cómo el sistema simpático y el parasimpático están trabajando de forma conjunta para ayudar al organismo a responder y adaptarse a las situaciones que se le van presentando. Un aumento de la actividad simpática o una disminución de la parasimpática se asocian a un incremento del riesgo

de eventos adversos posinfarto de miocardio (Priori, Aliot, Blomstrom-Lundqvist, Bossaert, Breithardt, & Brugada, 2002). Estos diversos componentes espectrales se correlacionan con los diferentes componentes del SNA. De acuerdo con lo anterior, se han propuesto diversos métodos de estudio de la función autonómica cardiovascular. Freeman (2006) destaca los siguientes métodos: la microneurografía simpática, la cual permite a) la medición directa de la función simpática, b) los análisis de los niveles de las catecolaminas, a través del estudio de los niveles de norepinefrina y epinefrina y c) los metabolitos derivados de estos (3,4 - dihidroxifenilglicol y el ácido 3,4 dihidroxifenilacético); técnicas de imágenes autonómicas cardiovasculares, las cuales consisten en imágenes de la inervación simpática noradrenérgica postganglionar cardíaca; y el estudio de los intervalos RR del registro electrocardiográfico, conocido como la variabilidad del ritmo cardíaco. En relación con este último, se deriva una serie de técnicas de cálculo de la función autonómica cardiovascular, encontrando el análisis de la potencia espectral, el dominio temporal, el espectro-temporal y los métodos no lineales, los cuales se basan en el estudio de las fluctuaciones del ritmo cardíaco, que a su vez refleja la modulación de la actividad del nódulo sinusal dado por los mecanismos autonómicos y otros homeostáticos (Aubert, Sep, & Becker, 2003; Freeman, 2006). La medida del espectro de frecuencias de la VFC se obtiene a partir de una transformación matemática, habitualmente se utiliza la Transformada de Fourier.

El análisis en el dominio de las frecuencias o análisis espectral permite descomponer las variaciones de la frecuencia cardíaca en componentes oscilatorios y definir la amplitud y la frecuencia de estos componentes. Con el registro electrocardiográfico se puede analizar el tiempo entre los intervalos RR y construir un tacograma de la frecuencia cardíaca. A partir del tacograma y mediante algoritmos ma-

temáticos se pueden determinar el número de frecuencias y la amplitud de los componentes oscilatorios. Esta es usada para discriminar y cuantificar la actividad simpática y parasimpática y la actividad total del sistema nervioso autónomo. El análisis del poder espectral reduce la señal de la VFC en sus constituyentes de frecuencia y cuantifica el poder relativo de estos componentes. El poder del espectro es dividido en tres principales rangos de frecuencia:

Parámetros del dominio frecuencial (espectro de frecuencias) VLF (variabilidad de muy baja frecuencia). En este rango de frecuencias (0,003 a 0,04 Hz) muy bajas, se muestran las influencias hormonales, vasomotoras y termorreguladoras, así como también la influencia del sistema renina-angiotensina aldosterona. Este representa cambios muy lentos en la frecuencia cardíaca y un indicador de la actividad simpática.

Parámetros del dominio frecuencial (espectro de frecuencias) LF (baja frecuencia). Situada entre 0,04 y 0,15 Hz, es la zona más controvertida en su interpretación, ya que puede atribuirse a influencias del SNS y/o a las del SNP. Este dato proporciona información sobre la actividad del SNS. También se considera una zona representativa de la actividad baroreceptora (el circuito baroreceptor tiene una frecuencia aproximada de 0,1 Hz) porque es el reflejo de las señales de retroalimentación de la presión arterial enviadas del corazón hacia el cerebro, la cual también afecta la forma de las ondas de la VFC.

Se cree que la LF es un indicador solo de la modulación simpática, aunque investigaciones recientes plantean que hace referencia tanto a la actividad simpática como a la parasimpática (Pichote, Roche, & Gaspoz, 2000).

Parámetros del dominio frecuencial (espectro de frecuencias) HF (alta frecuencia). Se encuentra situada entre 0,15 y 0,4 Hz. La HF está claramente relacionada con la actividad del SNP y tiene un efecto relacionado con la

relajación sobre la FC (Jugo, Medina, Rojas, Nuñez, Arellano, & Borrego, 2007). Así mismo, la frecuencia respiratoria también juega un papel importante en la influencia sobre este espectro de frecuencia, como se expondrá posteriormente, la frecuencia respiratoria afecta de manera significativa las medidas de la VFC. Cuando cambia la frecuencia respiratoria de manera destacable también cambia el pico de HF, esto demuestra hasta qué punto es importante la influencia de la frecuencia respiratoria (Gall, Parkhouse, & Goodman, 2004; Kleiger, Stein, Thomas, & Bigger, 2005).

Proporción LF/HF. De esta proporción, entre las bajas y altas frecuencias del resultado del análisis espectral de la VFC, se puede estimar la influencia vagal, relacionada con la relajación y las HF, y la simpática, relacionada con el estrés y las LF. Así es posible estimar el equilibrio simpático-vagal (análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (Gallo, Fariariz, & Álvarez, 1999).

Cuando se encuentran valores altos en indicadores como la frecuencia cardíaca, la LF y la relación entre HF y LF (HF/LF), se puede interpretar que el SNS está realizando una alta actividad en ese momento. Anteriormente se planteó que la edad era uno de los principales determinantes de la HRV y que a medida que la edad aumentaba, ocurría lo mismo con la actividad simpática, aparentemente por una disminución drástica de la actividad del SNP (Maud & Foster, 2006).

Según los resultados publicados por algunos estudios, la predominancia de la influencia de SNS de manera permanente puede ser causa de trastornos de salud o depresiones, y puede perjudicar en general el equilibrio biofísico de la persona. En este caso, se encontraría que la VFC está disminuida; una VFC alta parece ser un indicador de buena salud, de menor morbilidad, si se habla de un estado postenfermedad. Un estado de estrés agudo provoca una clara disminución de la modulación del SNP

y un aumento claro de la actividad del SNS, aspectos que se relacionarían con un descanso nocturno inadecuado y, por lo tanto, con una recuperación del estrés insuficiente (Alcaraz & Guzmán 2002; Carney, Blumenthal, Freedland, Stein, Howells, Berkman, Watkins, Czajkowski, Hayano, Domitrovich, & Jaffe, 2005; Cuestas, Rizzottia, & Agüeroa, 2011).

VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA Y OBESIDAD INFANTIL

Paschoal, Pires y Fernandes (2006), realizaron un estudio cuyo objetivo fue analizar la interferencia de la obesidad sobre la VFC, los lípidos de la sangre y la capacidad física de niños obesos. La muestra estudiada estuvo conformada por 30 sujetos con edades entre 9 y 11 años, divididos en dos grupos: 15 niños obesos y 15 niños no obesos. Todos fueron sometidos a evaluación antropométrica y clínica, análisis de la VFC en reposo y a un protocolo de esfuerzo.

Los investigadores encontraron que la obesidad infantil provocó modificaciones en el control autonómico cardíaco en la posición bípeda y reducción de la capacidad física. Además, la razón de baja/alta frecuencia fue de 3,8 para niños con obesidad y de 1,7 para niños sin obesidad. Estos resultados ponen al primer grupo de niños en un riesgo muy elevado de padecer una enfermedad cardiovascular a temprana edad.

En otro estudio se evaluó el SNA mediante la medición de la VFC en 32 niños con obesidad, comparándolo con un grupo control con 30 niños sanos. Se realizaron veinticuatro horas de grabaciones electrocardiográfico-ambulatorias y se obtuvo tanto el dominio del tiempo y como el dominio de la VFC. En el grupo de estudio también se calcularon los valores de la resistencia a la insulina con base en el modelo homeostático de evaluación de la resistencia en insulina (HOMA-IR).

Los resultados que se obtuvieron fueron una disminución significativa en las variables de VFC en niños con obesidad, en comparación con los

controles. Estos resultados indican que la VFC se encontró disminuida en los niños obesos, lo que implica una menor activación del SNP y un predominio SNS. Además, esta disminución se observó más marcada en niños con resistencia a la insulina y obesidad frente a los niños con obesidad pero sin resistencia a la insulina. A partir de estos resultados los autores proponen que el desequilibrio autonómico está especialmente relacionado con la resistencia a la insulina y que esta está involucrada en la patogénesis de la obesidad en pacientes pediátricos (Taşçılar, Yokuşoğlu, Boyraz, Baysan, Koz, & Dundaroz, 2011).

En otro estudio con niñas con obesidad, en el cual, a partir de la información sobre la acumulación de grasa en la parte superior del cuerpo, y en comparación con bajos niveles de grasa corporal en esta zona, se observó mayor asociación con anomalías cardiovasculares. Los investigadores se enfocaron en analizar la relación entre la grasa central (GC) y la función autonómica cardíaca en niñas obesas y con sobrepeso. Las niñas fueron clasificadas en dos grupos basados en GC: los de arriba del percentil 50 y aquellas por debajo del percentil 50. Este estudio incluyó a 16 niñas que fueron diagnosticadas como obesas o con sobrepeso. La función autonómica cardíaca fue evaluada a través de la variabilidad del ritmo cardíaco y los parámetros de GC por energía dual absorciometría de rayos X.

Los resultados obtenidos demuestran que las niñas con mayor GC presentaron significativamente mayor actividad simpática y una modulación menor del parasimpático que aquellas con menor cantidad de GC, independientemente de la grasa corporal total. Los datos de este estudio indican que la GC se asocia con índices menos favorables de la VFC. Además, los resultados sugieren que la GC puede ser una medida importante para evaluar el efecto de la obesidad sobre la función autonómica cardíaca en las niñas (Soares et al, 2011).

Otros estudios han encontrado una alteración

en la función autonómica, medida con la VFC, asociada a un aumento de la leptina, a la resistencia a la insulina, al estrés oxidativo y a la inflamación (PCR) en niños con sobrepeso y obesidad (Kaufman, Kaiser, Steinberger, Kelly, & Dengel, 2007).

VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA Y SU RELACIÓN CON LA CONDUCTA ALIMENTARIA

Si se tiene en cuenta que el organismo trabaja como un todo y que cualquier alteración en algún órgano o sistema generará una consecuencia en alguna otra parte del cuerpo, entonces la obesidad se considera como una síndrome que va a alterar no solamente el peso corporal, sino todo el funcionamiento fisiológico y psicosocial del organismo, de tal manera que con su surgimiento aparecerán alteraciones que lleven a desarrollar otras patologías que complicarán el control de la enfermedad. Sin embargo, el trabajo que el sujeto realice a partir del manejo de las cogniciones, las emociones y su medio ambiente podría evitar que esta enfermedad genere las consecuencias que son las responsables de la morbi-mortalidad, lo cual afecta a miles de niños en el mundo.

Específicamente, el apetito excesivo que lleva al sujeto a ingerir grandes cantidades de alimentos y que puede ser dado por una incapacidad en el control cognitivo y emocional, es un ejemplo de cómo esta conducta, está regulada en el sistema nervioso central, específicamente en el hipotálamo, puede llevar a la alteración en otros sistemas que a largo plazo pueden provocar alteraciones en el SNA, y en las que la variabilidad de la frecuencia cardíaca es un buen indicador.

En relación con el ansia por comer, algunos autores identifican que el fallo en el control inhibitorio entre sistemas corticales y subcorticales es el responsable de la pobre regulación cognitiva y emocional que recibe apoyo gracias a un índice autonómico como es la VFC (Thayer & Lane, 2000). Thayer y Siegel (2002) han pro-

puesto un modelo de integración neurovisceral en el que toda una red de estructuras centrales, implicadas en la regulación autonómica y emocional, se relacionan con la variabilidad de la tasa cardiaca mediante las conexiones que desde el córtex prefrontal van a la amígdala y de la amígdala a las neuronas simpáticas y parasimpáticas que inervan el corazón a través del ganglio estrellado y el nervio vago.

Se ha encontrado una variabilidad cardiaca reducida en muchos de los trastornos asociados con un fallo del control inhibitorio del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HPA), una parte esencial del sistema endocrino que controla las reacciones al estrés y regula varios procesos del organismo como la digestión, el sistema inmune, las emociones, la conducta sexual y el metabolismo energético como la depresión, los trastornos de ansiedad, la esquizofrenia y el estrés crónico (Thayer, 2006), incluidas las condiciones caracterizadas por una falta de control de impulsos, como las adicciones y el ansia por la comida (Allen, Matthews, & Kenyon, 2000; Ingjaldsson, Laberg, & Thayer, 2003; Thayer, 2006; Vaschillo et al., 2005). La relación entre cortisol y variabilidad cardiaca sugiere que la apropiada regulación del eje HPA depende en parte del SNA, en particular de su rama parasimpática, la cual puede ser activada voluntariamente por el sujeto, siempre y cuando este tenga el aprendizaje de cómo regular sus pensamientos y emociones.

Algunos autores han encontrado que el cortisol y la variabilidad cardiaca están asociadas a la actividad de la amígdala y del córtex prefrontal. La demostrada relación inversa entre el cortisol y la variabilidad cardiaca podría reflejar la influencia del córtex prefrontal sobre la amígdala (Brosschot, Pieper, & Thayer, 2005), es decir, la acción de controlar de forma voluntaria los pensamientos y emociones puede ayudar a regular las reacciones emocionales de tal forma que no alteren al organismo a tal grado que se produzcan daños graves en el sujeto.

Brosschot, Verkuil y Thayer (2007) encontraron una relación entre la regulación afectiva y la VFC, la cual explican de esta manera: *«la corteza prefrontal inhibe tónicamente la información que ingresa de la amígdala. De tal forma que en sujetos con mayor VFC muestran efectos diferenciados de la activación y modulación emocional (...) los individuos que presentan baja VFC reaccionan a estímulos neutrales o inocuos como si fueran aversivos o amenazantes y también tienen una tendencia similar a reaccionar a estímulos positivos. Los individuos con alta VFC tienen mejor apareamiento de sus respuestas a las demandas y responden de manera más apropiada a los requerimientos energéticos de cada situación, personas con baja FC muestran evidencia de hipervigilancia y activación del sistema de defensa»*. Otro aspecto que describen estos autores es la regulación atencional y la función ejecutiva, la cual explican de este modo: la regulación atencional y la habilidad de inhibir respuestas preponderantes pero inapropiadas es también importante para la salud en un ambiente complejo. Es probable también que la desregulación autonómica contribuya en la declinación atencional y el desempeño cognitivo (Brosschot et al., 2007). *«Sujetos con baja VFC rindieron pobremente en tareas asociadas con funcionamiento ejecutivo y actividad prefrontal en términos de velocidad y aciertos mostrando también respuestas de cortisol más importantes en tareas cognitivas en el periodo de recuperación luego de la tarea»* (Verkuil et al., 2007).

Aplicando estos datos a situaciones cotidianas como la alimentación, en 2007 Rodríguez, Mata y Moreno, realizaron un estudio con mujeres con ansia hacia la comida y encontró que el déficit en la regulación emocional, fisiológica y conductual se vio reflejado en la baja variabilidad y en el ansia por la comida, por lo que este autor concluye que esta puede aumentar la vulnerabilidad a padecer bulimia nerviosa.

El déficit de control de impulsos relacionado con la ingesta de comida y la percepción de falta de control sobre otros sucesos en sus vidas defi-

nen no solo los trastornos del comportamiento alimentario (Dalglish et al, 2001, p. 31), sino también otros trastornos, como la vigorexia y la ortorexia (Zamora, Bonaecha, Sánchez, & Rial, 2005; p.453).

De este modo, la VFC es consecuencia del exceso de grasa corporal, que puede llevar a problemas cardiacos, pero también es indicador de un mal funcionamiento regulatorio de la función autonómica. Las respuestas adaptativas de un sujeto ante situaciones que requieren una respuesta inmediata que implique un nuevo reto requieren de la inhibición psicofisiológica y cognitiva (un freno vagal en pleno funcionamiento de toda actividad en curso emocional, cognitiva, conductual, etc.) (Porges, 2006). Esta pausa es un requisito para permitir la transición de un estado emocional y la aparición de otro distinto (Domínguez, Hernández, Olvera, & Cruz, 2010). El tono vagal se hipotetiza como un correlato autonómico de la expresión emocional, de la reacción y de la autorregulación emotiva (Fulbright, Troche, Skudlarski, Gore, & Wexler, 2001).

Aquellos individuos con tono vagal alto o alta arritmia sinusal respiratoria (ASR) la cual proporciona información sobre la capacidad de adaptación de nuestro SNV, por lo tanto, de nuestro cuerpo, a las diversas presiones, presentan un mayor control vagal del corazón. Esta diferencia individual, hipotéticamente, permite mayor habilidad para responder al entorno y una mayor modulación fisiológica posterior al estrés (Porges, 2006). En el caso de los niños con problemas de sobrepeso y obesidad, el tratamiento no solamente tendrá que encaminarse a modificar los hábitos relacionados con la alimentación y el ejercicio, sino que deberá proponer un entrenamiento para aumentar la variabilidad de la frecuencia cardiaca mediante técnicas de *biofeedback*, ya que esta se ha visto como una herramienta preventiva y de tratamiento para ayudar a las personas a aprender y desarrollar habilidades de autorregulación y

control que mejoren su salud física y emocional (McCraty, 2002). Varios clínicos han encontrado que el uso de las técnicas de *biofeedback* para mejorar la variabilidad cardiaca son un buen complemento de los programas de tratamiento de trastornos somáticos asociados al estrés, la ansiedad y la depresión, como la fibromialgia, la fatiga crónica, la hipertensión, el asma, la sensibilidad medioambiental, los trastornos del sueño, la diabetes o las arritmias cardiacas (McCraty & Tomasino, 2004). Recientemente Nolan (2005) ha demostrado que la terapia cognitivo-conductual acompañada del entrenamiento en variabilidad cardiaca mediante técnicas de *biofeedback* puede aumentar la recuperación vagal tras un episodio de estrés agudo en pacientes con trastornos cardiovasculares. Algunas estrategias que han sido útiles para este fin son las siguientes:

Respiración diafragmática. Basada en la inspiración de aire por la nariz y exhalación por la boca, se asocia con la activación parasimpática, en la que se induce al paciente el aprendizaje de la relajación del músculo del diafragma y la contracción de los pulmones para regular de manera voluntaria la inspiración y expiración de aire (Domínguez & Vázquez, 2000).

Técnica de imaginación. Técnica psicológica basada en la utilización del pensamiento por medio de imágenes para inducir estados de relajación. De acuerdo con Zautra, Mary, & Smith, 2004, esta técnica se asocia a la disminución de activación simpática al inducirse al paciente, mediante instrucciones guiadas, a que imagine lugares, objetos y sensaciones positivas que favorezcan estados de relajación y sensación de alivio y bienestar.

Entrenamiento autógeno. Técnica psicológica por medio de la cual se entrena al paciente para inducir su mente y su cuerpo hacia estados de relajación (Domínguez & Vázquez, 2000; p.179).

Escritura emocional autorreflexiva. Técnica psicológica de escritura o expresión de emo-

ciones negativas reprimidas, que favorece una reestructuración de los significados negativos (Pennebaker, 1997); propicia la expresión de emociones negativas reprimidas para distanciarse de ellas y reestructurar así una nueva forma de percibir las.

CONCLUSIONES

Cada vez es más importante el desarrollo del trabajo multi e interdisciplinario para la atención de problemas que implican no solamente al organismo, sino todo su entorno, los aprendizajes y las formas de enfrentarlo. También es importante la identificación de estrategias de evaluación y tratamiento multidisciplinario, ante problemas tan complejos como la obesidad infantil.

El análisis presentado en este trabajo muestra que la VFC puede ser un indicador psicofisiológico que ayudaría a identificar la existencia de un problema en el sistema de regulación autonómica, y que se relaciona con la capacidad cognitiva y de regulación emocional que tiene el sujeto; así mismo, puede usarse como parámetro para identificar si un tratamiento está teniendo resultados o no.

El problema de la obesidad avanza cada vez más, por ello se requieren estrategias que de inicio detengan dicha situación y también su desarrollo. El entrenamiento en la elevación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en niños con obesidad puede ser una estrategia de mucha utilidad y de bajo costo que podría ser aplicada a miles de niños y que los ayudaría no solamente a enfrentar el problema de la obesidad, sino también todas aquellas situaciones en las que se vean amenazados por agresiones del entorno.

REFERENCIAS

- Accurso, V., Shamsuzzaman, A., & Somers, V.K. (2001). Rhythms, rhymes, and reasonsspectral oscillations in neural cardiovascular control. *Autonomic Neuroscience*, 90(1-2), 41-6.
- Alcaraz, V. & Guzmán, E. (2002). *Texto de neurociencias cognitivas*. México, D.F.: Manual Moderno.
- Allen, M. T., Matthews, K. A., & Kenyon, K. L. (2000). The relationships of resting baroreflex sensitivity, heart rate variability and measures of impulse Control in children and adolescents. *International Journal of Psychophysiology*, 37, 185-194.
- Aubert, E., Sep, B., & Becker, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 33, 889-919.
- Brosschot, J., Pieper, S., & Thayer, J. F. (2005). Expanding stress theory: Prolonged activation and perseverative cognition. *Psychoneuroendocrinology*, 30, 1043-1049.
- Brosschot, J. F., Verkuil, B., & Thayer, J. F. (2007). Conscious and unconscious perseverative cognition: Is a large part of prolonged physiological activity due to unconscious stress? *Journal of Psychosomatic Research*, 69(4), 407-416.
- Brunetto, A., Roseguini, B., Silva, B., Hirai, D., & Guedes, D. (2005). Respostas autonómicas cardíacas à manobra de tilt em adolescentes obesos. *Review Association Medical Brasil*, 51(5), 256-60.
- Cardinali, D. (1991). *Manual de neurofisiología*. Madrid, España: Plaza Edición.
- Carney, R., Blumenthal, J., Freedland, J., Stein, P., Howells, W., Berkman, L., Watkins, L., Czajkowski, S., Hayano, J., Domitrovich, P., & Jaffe, A. (2005). Low Heart Rate Variability and the Effect of Depression on Post-Myocardial Infarction Mortality. *Archives Internal Medicine*, 165, 1486-1491.
- Cuestasa, E., Rizzottia, A., & Agüeroa, G. (2011). Análisis sobre la variabilidad de la frecuencia cardíaca: un nuevo enfoque en la metodología de la investigación clínica de la sepsis neonatal. *Archives Argentina Pediatrics*, 109(4), 333-338.
- Dalgleish, T., Tchanturia, K., Serpell, L., Hems, S., Silva, P., & Treasure, J. (2001). Perceived control over events in the world in patients with eating disorders: A preliminary study. *Personality and Individual Differences*, 31, 453-360.
- De Vito, G., Galloway, S., Nimmo, M., Maas, P., & McMurray, J. (2002). Effects of central sympathetic inhibition on heart rate variability during steady-state exercise in healthy humans. *Clinical Physiology Function Imaging*, 22(1), 32-38.
- Domínguez, B., Hernández, R., Olvera, & Cruz, A. (2010). La investigación traslacional en psicología del dolor. *Revista de Dolor. Foro Nacional de Investigación y Clínica Médica*, 7(2), 57-63.
- Domínguez, B., & Vázquez, R. E. (2000). Autorregulación del dolor crónico. En L. Oblitas y C. Becoña (Comps.), *Psicología de la salud* (pp. 179-197). México, D.F.: Plaza y Valdés.
- Faulkner, M. S., Hathaway, D., & Tolley, B. (2003). Cardiovascular autonomic function in healthy adolescents. *Heart Lung*, 32(1), 10-22.
- Freeman, R. (2006). Assessment of cardiovascular autonomic function. *Clinical Neurophysiology*, 117(4), 716-30.
- Fulbright, K., Troche, J., Skudlarski, P., Gore, C., & Wexler, E. (2001). Functional MR imaging of regional brain activation associated with the affective experience of pain. *American Journal of Roentgenology*, 177, 1205-1210.
- Gall, B., Parkhouse, W., & Goodman, D. (2004). Heart rate

- variability of recently concussed athletes at rest and exercise. *Medicine & science in sports & exercise*, 36(8), 1269-74.
- Gallo, J., Farbiarz, J., & Álvarez D. (1999). Análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. *IATRELA*, 12(2), 61-71.
- Ingjaldsson, J. T., Laberg, J. C., & Thayer J. F. (2003). Reduced heart rate variability in chronic alcohol abuse: Relationship with negative mood, chronic thought suppression, and compulsive drinking. *Biological Psychiatry*, 54, 1427-1436.
- Jugo D., Medina R., Rojas, R., Nuñez, T., Arellano, A., & Borrego, A. (2007). Nuevos métodos de análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. *CLAIB, IFMBE Proceedings*, 18, 1182-1185.
- Kaufman, Ch., Kaiser, D., Steinberger, J., Kelly, A., & Dengel, D. (2007). Relationships of Cardiac Autonomic Function With Metabolic Abnormalities in Childhood Obesity. *Obesity*, 15, 1164-1171.
- Kleiger, R., Stein, P., Thomas, & Bigger, J. (2005). Heart rate variability: Measurement and clinical utility. *Annual Noninvasive Electrocardiology*, 10(1), 88-101.
- Martini, G., Riva, P., Rabbia, F., Molini, V., Ferrero, G. B., & Cerutti, F. (2001). Heart rate variability in childhood obesity. *Clinical Autonomic Response*, 11(2), 87-91.
- Maud, P.J. & Foster, C. (2006). Fitness assessment defined. *Physiological assessment of human fitness*. EUA: Human Kinetics.
- McCraty, R. (2002). Heart rhythm coherence: An emerging area of biofeedback. *Biofeedback* 30(1), 17-19.
- McCraty, R. & Tomasino, D. (2004, noviembre). *Heart Rhythm Coherence Feedback: A New Tool for Stress Reduction, Rehabilitation, and Performance Enhancement*. Proceedings of the First Baltic Forum on Neuronal Regulation and Biofeedback. Riga, Latvia.
- Montano, N. (2002). Heart rate variability as a clinical tool. *Italian Heart Journal*, 3, 439-45.
- Nagai, N. & Moritani, T. (2004). Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 28(1), 27-33.
- Nolan, R., Kamath, M. V., Floras, J. S., Stanley, J., Pang, C., Picton, P., et al. (2005). Heart rate variability of biofeedback as a behavioural neurocardiac intervention to enhance vagal heart rate control. *American Heart Journal*, 6(149), 1137-1143.
- Organización Mundial de la Salud (2011). *Estadísticas Sanitarias Mundiales*. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza: Ediciones de la OMS.
- Paschoal, M., Pires, V. M., & Fernandes, C. S. (2006). Variabilidade da frequência cardíaca em diferentes faixas etárias. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 10 (Octubre-Diciembre). Consultada el 4 de septiembre de 2011 en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=235016473009>
- Pennebaker, J. W. (1997). Escribiendo sobre experiencias emocionales como proceso terapéutico. *Psychological Science*, 8(3), 162-266.
- Pichote, V., Roche, F., & Gaspoz, J. M. (2000). Relation between heart rate variability and training load in middle distance runners. *Medicine Science Sport Exercise*, 32(10), 1729-1736.
- Porges, S. W. (2006). Asserting the role of biobehavioral sciences in translational research: the behavioural neurobiology revolution. *Developmental Psychopathology*, 18, 923-933.
- Priori, S.G., Aliot, E., Blomstrom-Lundqvist, C., Bossaert, L., Breithardt, G., & Brugada, P. (2002). Task force on sudden cardiac death. *Europace* 4(1), 3-18.
- Riva, P., Martini, G., Rabbia, F., Milan, A., Paglieri, C., & Chiandussi, L. (2001). Obesity and autonomic function in adolescence. *Clinical Experimental Hypertension*, 23(1-2), 57-67.
- Rodríguez, S., Mata, J., & Moreno, S. (2007). Psicofisiología del ansia por la comida y la bulimia nerviosa. *Clínica y Salud*, 18(1), 99-118.
- Shaper, A., Wannamethee, G., Macfarlane, P., & Walker, M. (1993). Heart rate, ischaemic heart disease, and sudden cardiac death in middle-aged British men. *British Heart Journal*, 70, 49-55.
- Soares, L., Alves, A., Vale, S., Aires, L., Santos, R., Oliveira, J., et al. (2011). Central fat influences cardiac autonomic function in obese and overweight girls. *Pediatric Cardiology*, 32(7), 924-928.
- Taşçılar, M., Yokuşoğlu, M., Boyraz, M., Baysan, O., Koz, C., & Dundaroz, R. (2011). Cardiac Autonomic Functions in Obese Children. *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, 3(2), 60-64.
- Thayer, J. F. (2006). On the importance of inhibition: Central and peripheral manifestation of nonlinear inhibitory processes in neural systems. *Dose Response*, 4(1), 2-21.
- Thayer, J. F. & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61, 201-216.
- Thayer, J. F. & Siegle, G. J. (2002). Neurovisceral integration in cardiac and emotional regulation. *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, 21(4), 24-29.
- Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lehrer, P., Bates, M. E., Ray, S., Udo, T., & Pandina, R. (2005). Using Heart Rate Variability to evaluate response to drug-related stimuli: A new approach. *Psychophysiology*, 42(1), 129-142
- Verkuil, B., Brosschot, J. F., & Thayer, J. F. (2007). A sensitive body or a sensitive mind? Associations among somatic sensitization, cognitive sensitization, health worry, and subjective health complaints. *Journal of Psychosomatic Research*, 63, 673-681.
- Widdicombe, J. & Lu-Yuan, L. (2001). Autonomic function and cardiovascular responses. *Environment Health Perspective*, 109(4), 579-584.
- Winsley, R. (2002). Acute and chronic effects of exercise on heart rate variability in adults and children. *Pediatrics Exercise Science*, 14(4), 10-15.
- Zahorska-Markiewicz B, Kuagowska E, Kucio C, Klin M. (1993) Heart rate variability in obesity. *International Journal of Obesity and Related Metabolism Disorders*. 17, 21-23.
- Zamora, L. C., Bonaecha, B., Sánchez, F., & Rial, B. (2005).

Orthorexia nervosa. A new eating behaviour disorder? *Actas Españolas de Psiquiatría*, 33(1), 66-68.

Zaza, A. & Lombarda, F. (2001). Autonomic indexes based on the analysis of heart rate variability: a view from the sinus node. *Cardiovascular Research*, 50, 434-442.

Zautra, Z., Mary, D. M., & Smith, B. (2004). Emotions, health, and personality. *Journal of Personality*, 72(6), 1133-1161.

Recibido el 6 de septiembre de 2011

Revisión final 27 de septiembre de 2011

Aceptado el 10 de octubre de 2011