

Equipo de psiquiatras [Hospital General de Massachusetts](#),

-Primer estudio que documenta cómo el ejercitar la meditación puede afectar al cerebro.

Conclusiones, publicadas en [Psychiatry Research](#), the January 30 issue of *Psychiatry Research: Neuroimaging*



Contents lists available at ScienceDirect

Psychiatry Research: Neuroimaging

journal homepage: www.elsevier.com/locate/psychresns

Mindfulness practice leads to increases in regional brain gray matter density

Britta K. Hölzel^{a,b,*}, James Carmody^c, Mark Vangel^a, Christina Congleton^a, Sita M. Yerramsetti^a,
Tim Gard^{a,b}, Sara W. Lazar^a^aMassachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA, USA^bBender Institute of Neuroimaging, Justus Liebig Universität Giessen, Germany^cUniversity of Massachusetts Medical School, Worcester, MA, USA

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 March 2010

Received in revised form 9 August 2010

Accepted 11 August 2010

Available online xxxx

Keywords:

Meditation

Mindfulness

Voxel-based morphometry

Gray matter

Magnetic resonance imaging

Hippocampus

Posterior cingulate

ABSTRACT

Therapeutic interventions that incorporate training in mindfulness meditation have become increasingly popular, but to date little is known about neural mechanisms associated with these interventions. Mindfulness-Based Stress Reduction (MBSR), one of the most widely used mindfulness training programs, has been reported to produce positive effects on psychological well-being and to ameliorate symptoms of a number of disorders. Here, we report a controlled longitudinal study to investigate pre–post changes in brain gray matter concentration attributable to participation in an MBSR program. Anatomical magnetic resonance (MR) images from 16 healthy, meditation-naïve participants were obtained before and after they underwent the 8-week program. Changes in gray matter concentration were investigated using voxel-based morphometry, and compared with a waiting list control group of 17 individuals. Analyses in *a priori* regions of interest confirmed increases in gray matter concentration within the left hippocampus. Whole brain analyses identified increases in the posterior cingulate cortex, the temporo-parietal junction, and the cerebellum in the MBSR group compared with the controls. The results suggest that participation in MBSR is associated with changes in gray matter concentration in brain regions involved in learning and memory processes, emotion regulation, self-referential processing, and perspective taking.

© 2010 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

Se investiga si la práctica de la meditación mejora nuestro bienestar y salud.

Encuentra que esta practica, asociada a sensación de tranquilidad y relajación física, también proporciona beneficios cognitivos y psicológicos que persisten durante todo el día

La práctica de un programa de meditación durante ocho semanas puede provocar considerables cambios en las regiones cerebrales relacionadas con la memoria, la autoconciencia, la empatía y el estrés.

- Reuniones semanales, que incluían la práctica de la meditación consciente, que se centra en la **conciencia sin prejuicios de sensaciones y sentimientos**, grabaciones de audio para seguir con sus cavilaciones en casa y 27 minutos cada día practicando.
- El análisis de las imágenes por resonancia magnética encontró un incremento de la densidad de materia gris en el [hipocampo](#), una zona del cerebro importante para **el aprendizaje y la memoria**, y en estructuras asociadas a la **autoconciencia, la compasión y la introspección**. Además, se descubrió una disminución de la materia gris en la [amígdala cerebral](#), un conjunto de núcleos de neuronas localizadas en la profundidad de los lóbulos temporales, lo que está relacionado con **una disminución el estrés**.

- **Sara Lazar:**
- *«La nueva investigación demuestra que detrás de estos beneficios pueden haber cambios en la estructura del cerebro, y que la gente no se siente mejor solo porque se han relajado»*
- **Britta Hölzel:**
- *«Es fascinante ver **la plasticidad del cerebro** y cómo, mediante la práctica de la meditación, podemos jugar un papel activo en el cambio del cerebro y puede aumentar nuestro bienestar y calidad de vida»*,

IDEA:

¿Cómo se comporta la modulación autonómica del ritmo cardiaco en un estado de total inmovilidad física y en ausencia de esfuerzo voluntario?

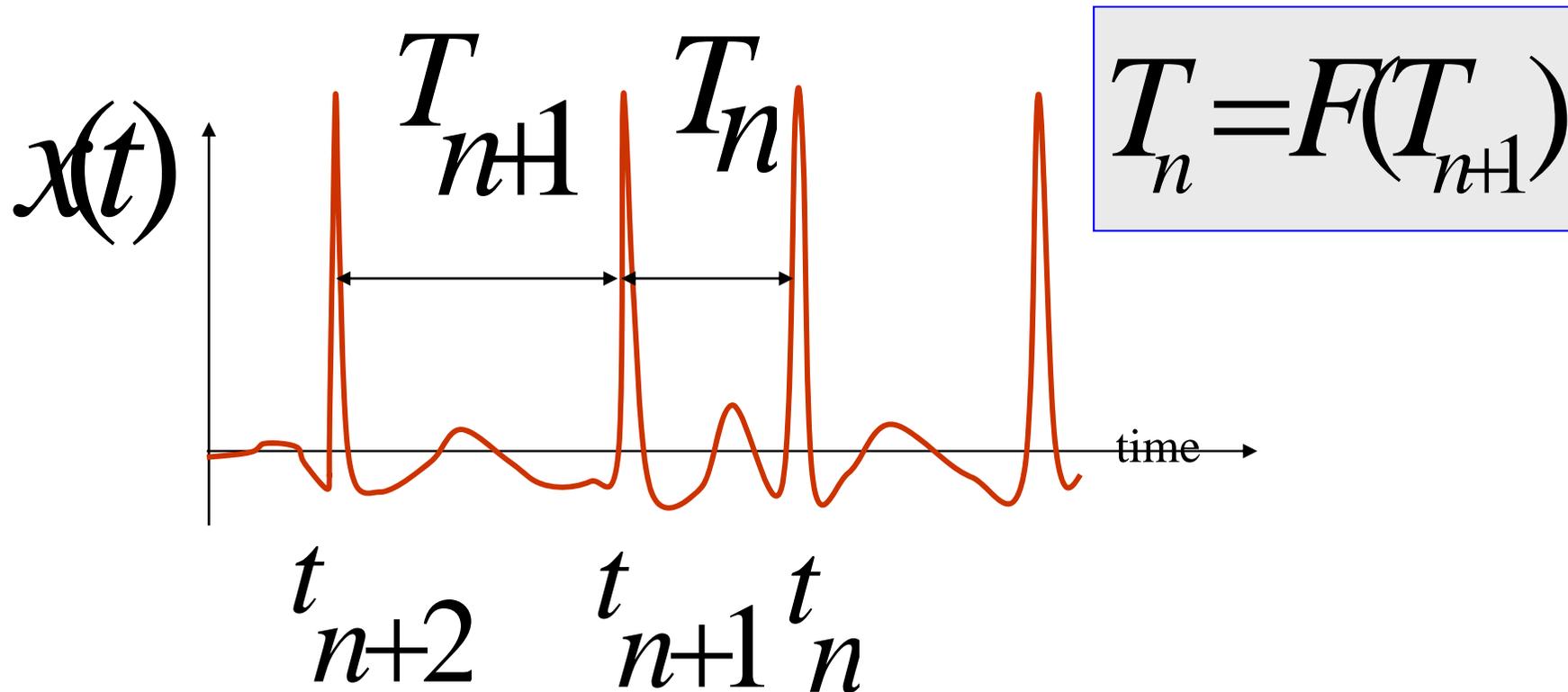
- **Meditación Budista Soto Zen (*Zazen*)**
 - Consiste en sentarse y no hacer nada que parta de un acto voluntario personal. La ausencia de 'intencionalidad' y la inexistencia de cualquier norma que determine cómo debe ser el patrón respiratorio, hace esta 'técnica' especialmente adecuada para investigar las propiedades intrínsecas del SNA.

- El interés científico en la meditación ha crecido significativamente en las últimas décadas. La ciencia debe ser capaz de demostrar objetivamente ***Qué es la meditación***
- **Ademas** nosotros queríamos saber **cuáles son sus efectos sobre la VFC**

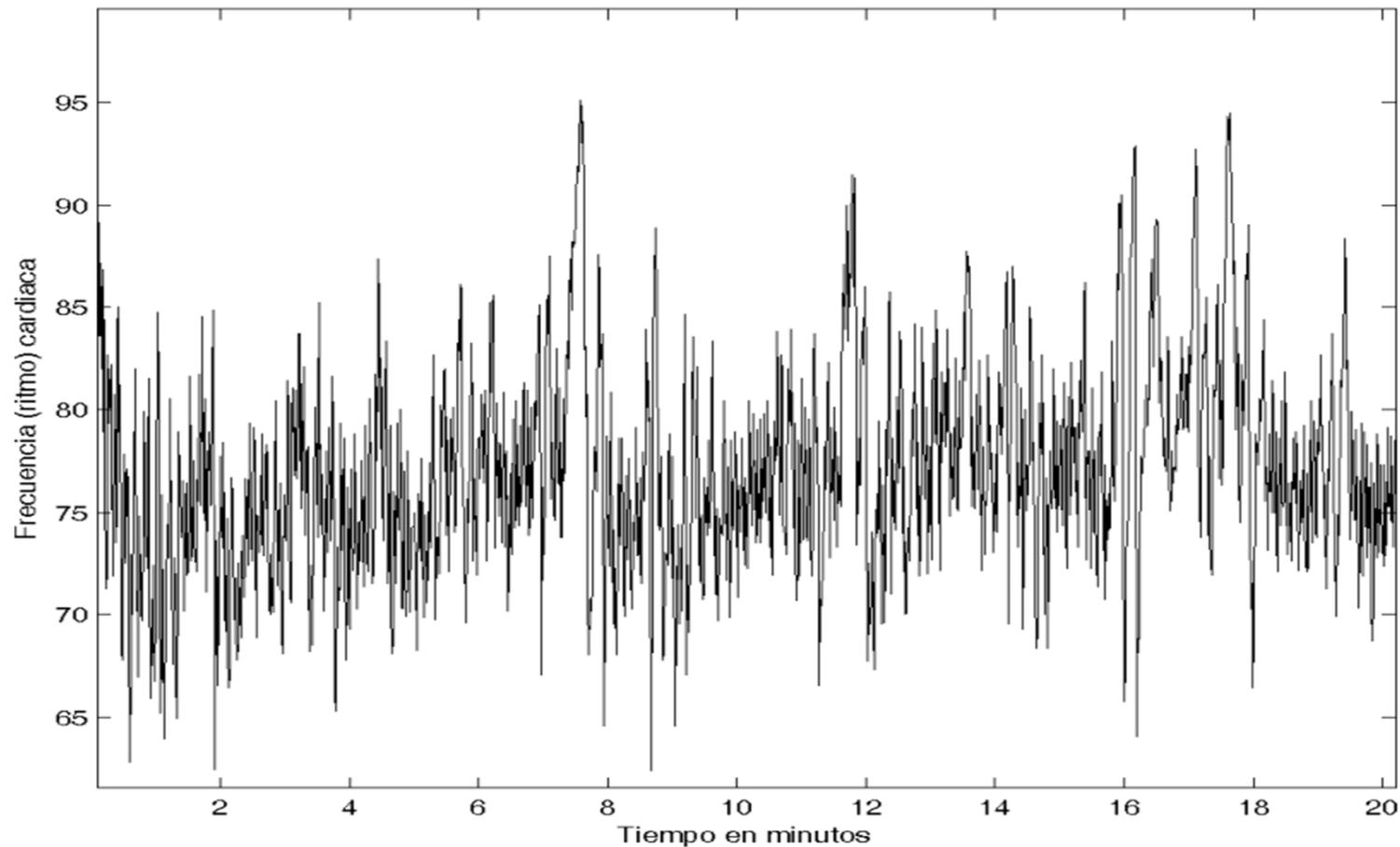
- El **Sistema Nervioso**, junto al endocrino, es el encargado de regir y coordinar prácticamente todas las actividades conscientes e inconscientes del organismo.
- Las interacciones dinámicas entre las **ramas simpática** (aumentando el ritmo y fuerza de contracción) y **parasimpática** (reduce el ritmo y fuerza cardiacos), del **Sistema Nervioso Autónomo (SNA)** son las responsables de las oscilaciones en el ritmo cardiaco conocidas como variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC).
- El corazón puede considerarse como un sistema oscilante (un oscilador no lineal, comportamiento fractal y caótico), cuya frecuencia está modulada por otros sistemas: respiratorio, vasomotor, termorregulador, renal, etc. todos ellos conectado a través del sistema nervioso autónomo

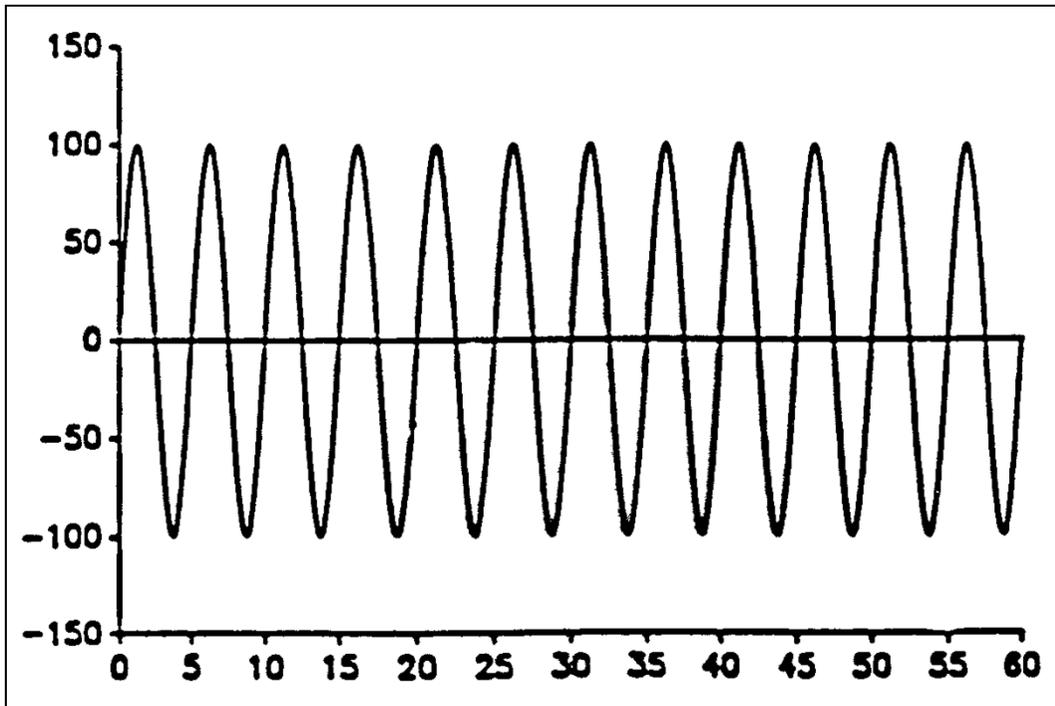
VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA VFC

- Oscilación en el intervalo entre latidos cardiacos (**intervalo RR**)

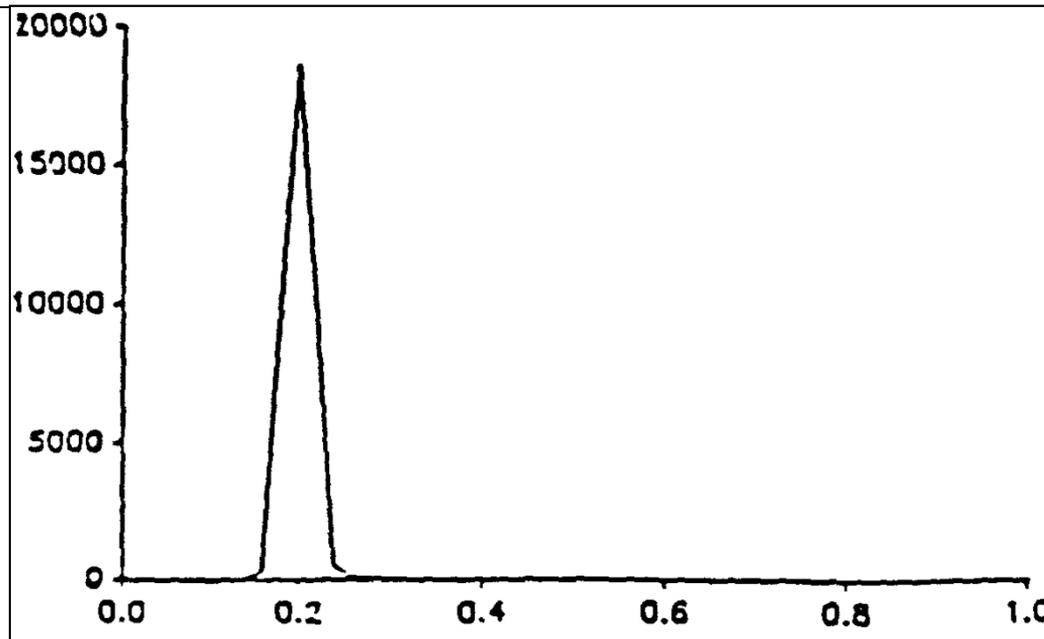


- El **Ritmo Cardíaco**, se está ajustando continuamente para satisfacer nuestras necesidades. El ritmo cardíaco de un corazón sano es muy variable.

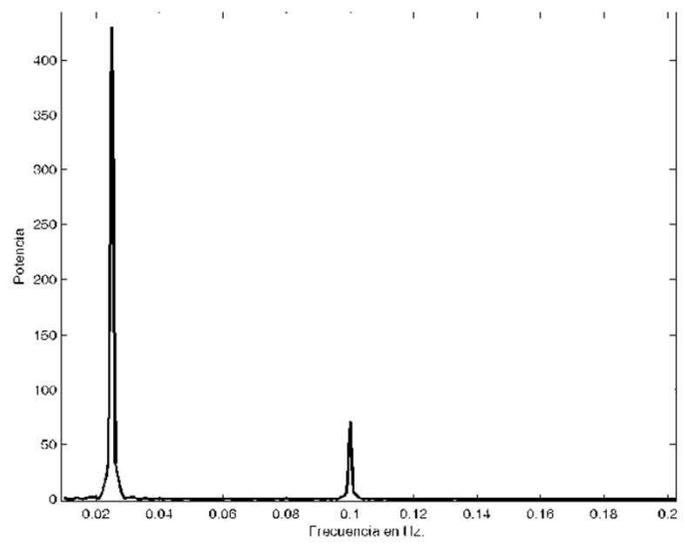
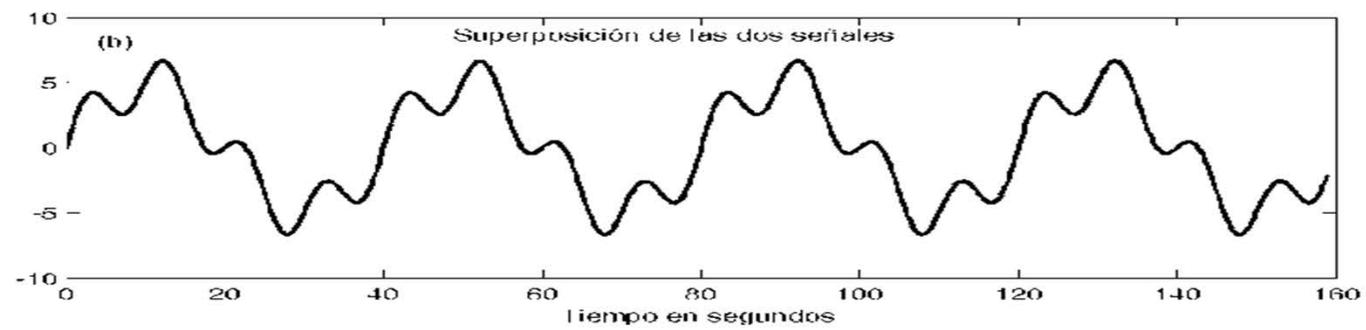
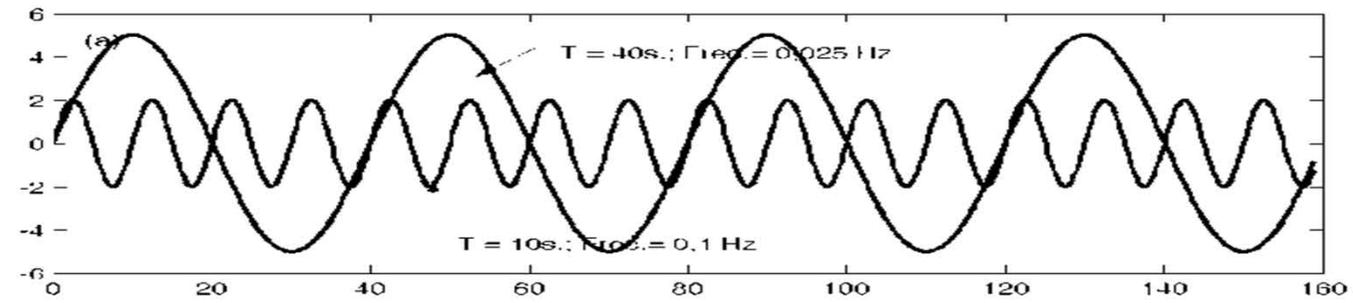


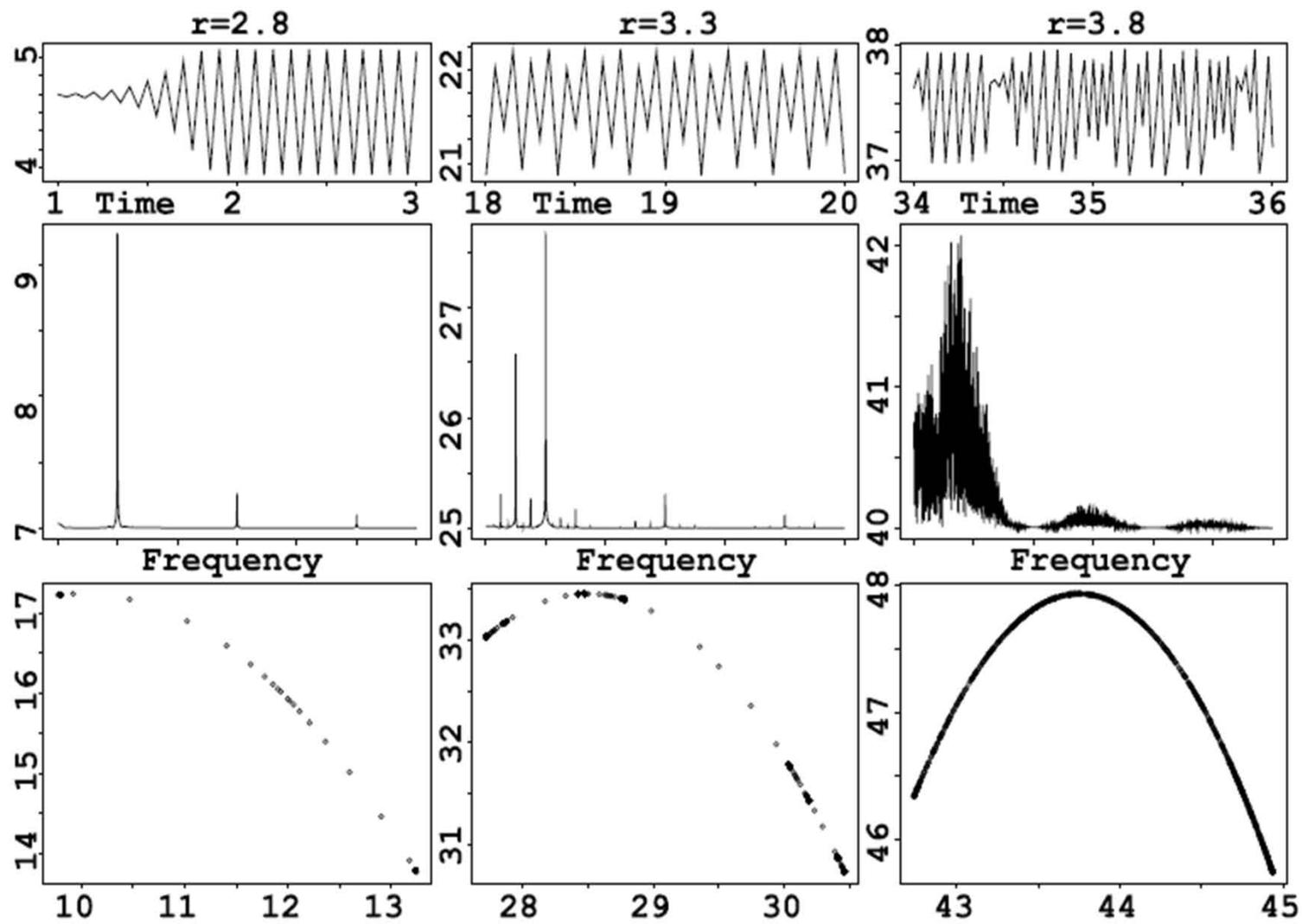


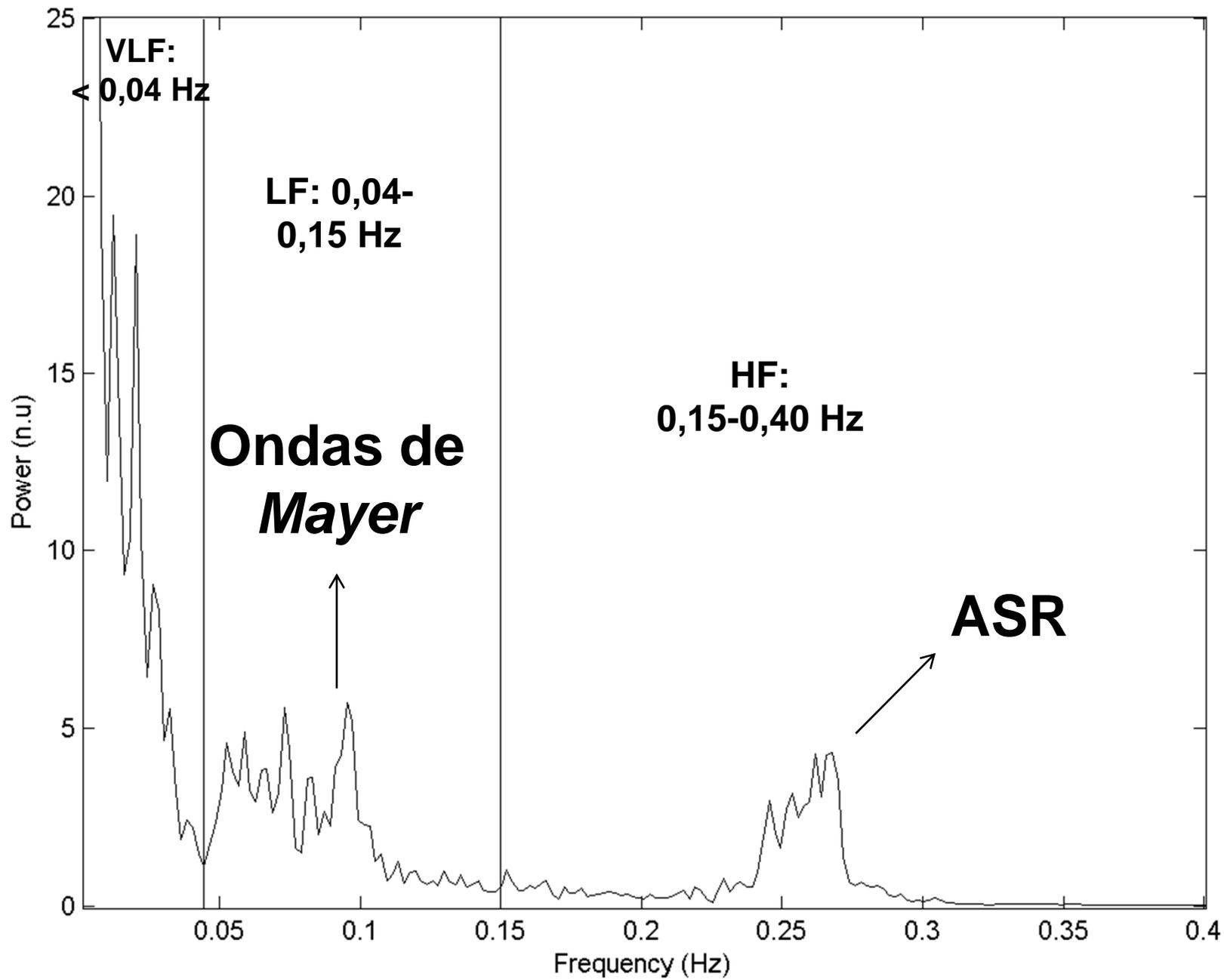
Ciclo de periodo:
5 segundos o
12 veces/min

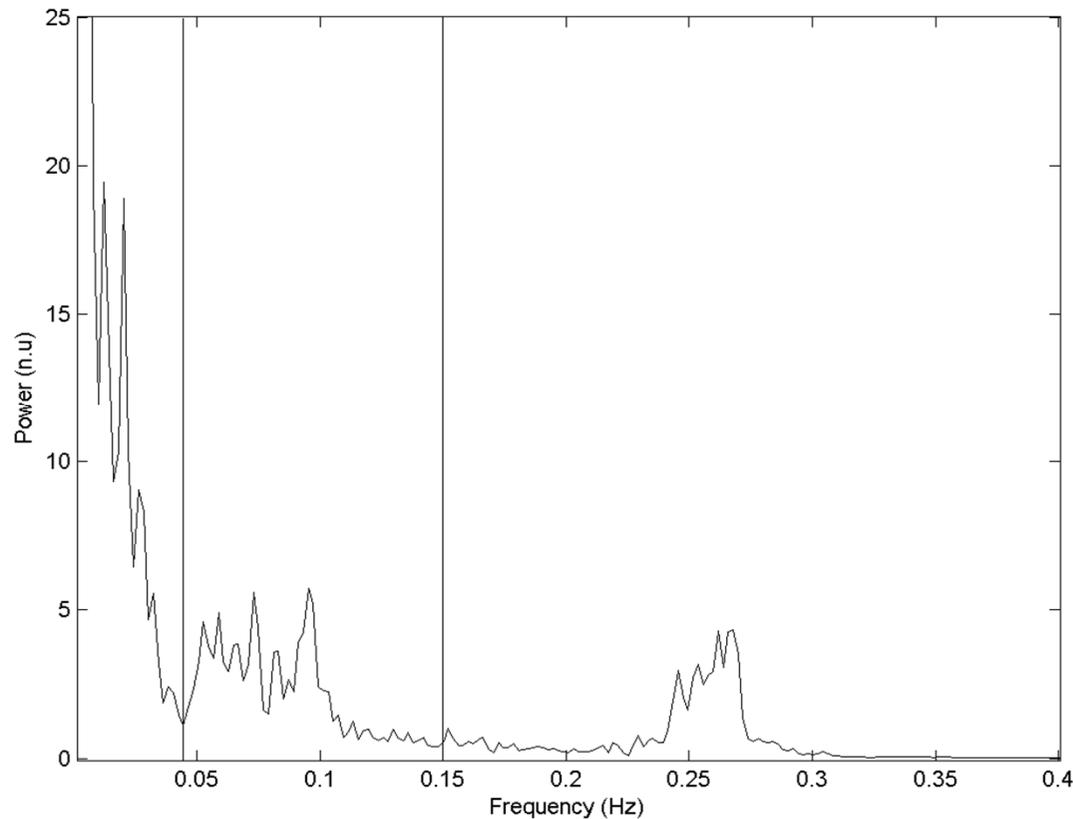


En frecuencia:
 $1/5$ ciclo/segundo
 $= 0.2$ Hz



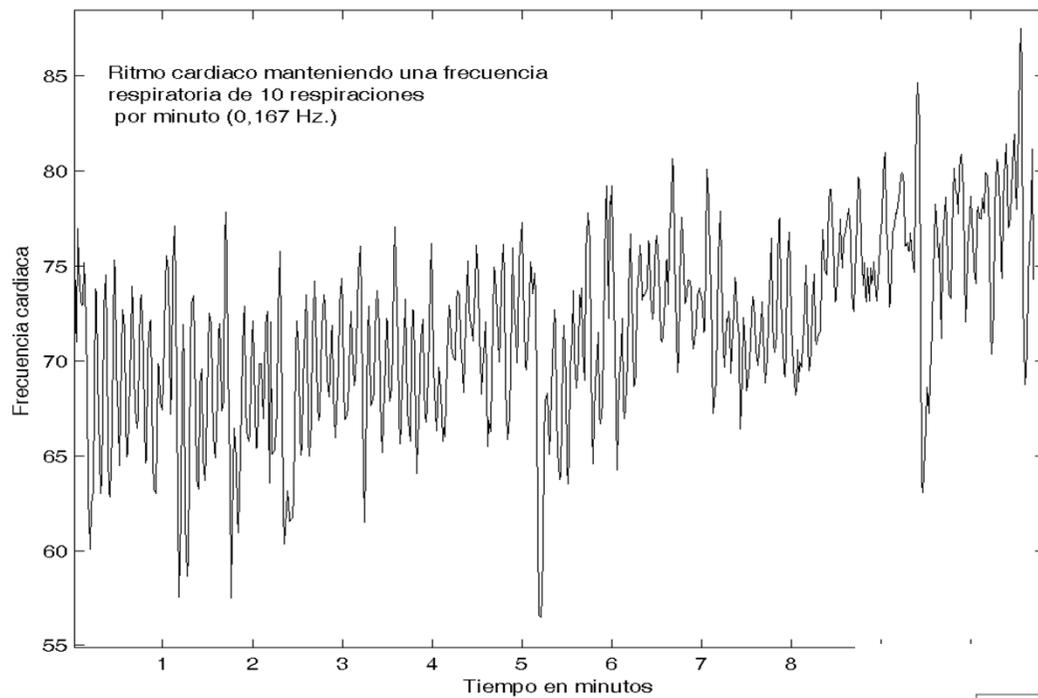






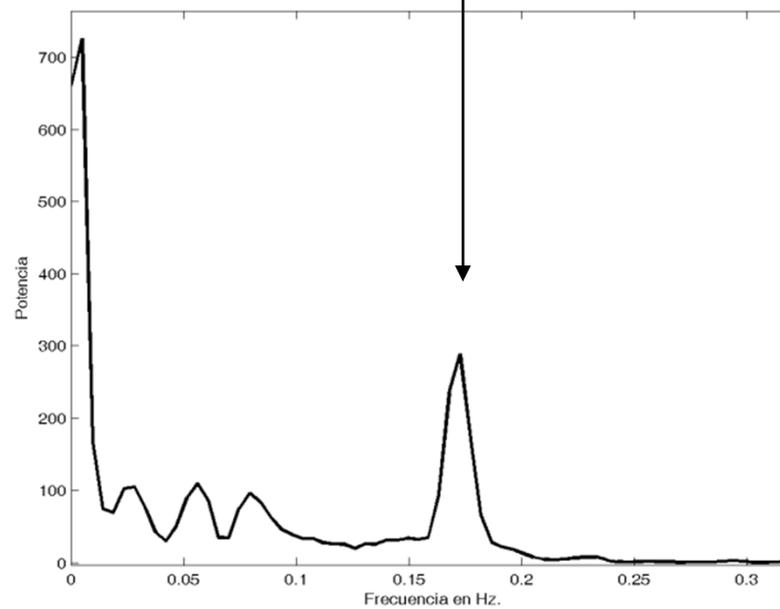
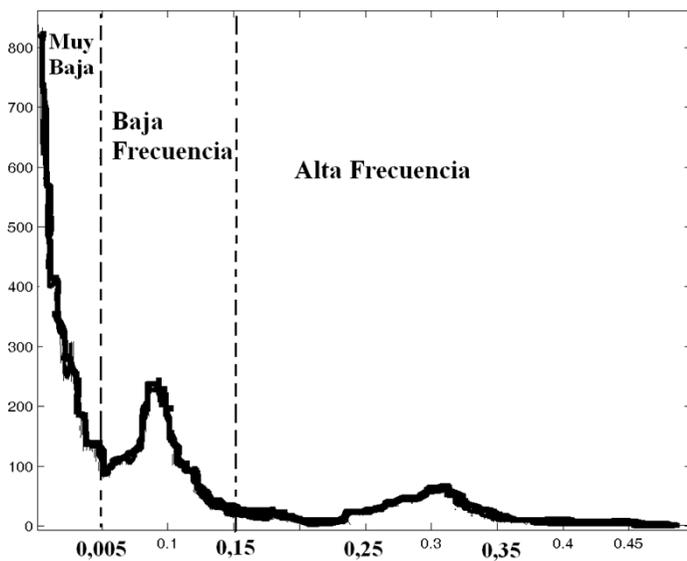
La componente LF es generada por la respuesta de los baroreceptores a una oscilación constante en la PA (Ondas de Mayer) alrededor de 0,1 Hz.

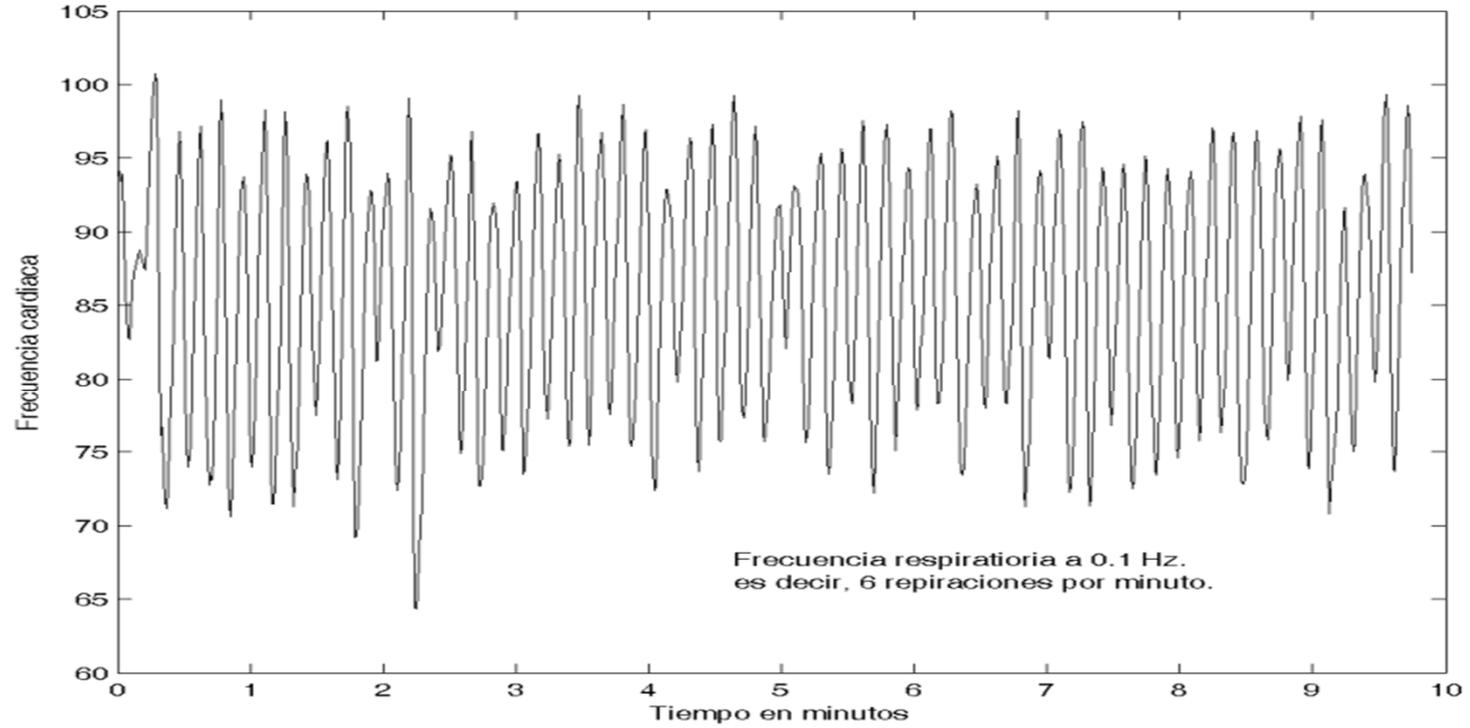
La componente HF está asociada con la modulación que ejerce la respiración sobre el ritmo cardiaco, por la que la FC aumenta durante la inspiración y disminuye durante la espiración; este fenómeno natural es bien conocido como Arritmia sinusal respiratoria (ASR).



**10 respiraciones
por minuto = 1
ciclo cada 6
segundos = $10/60 =$**

0,167 Hz





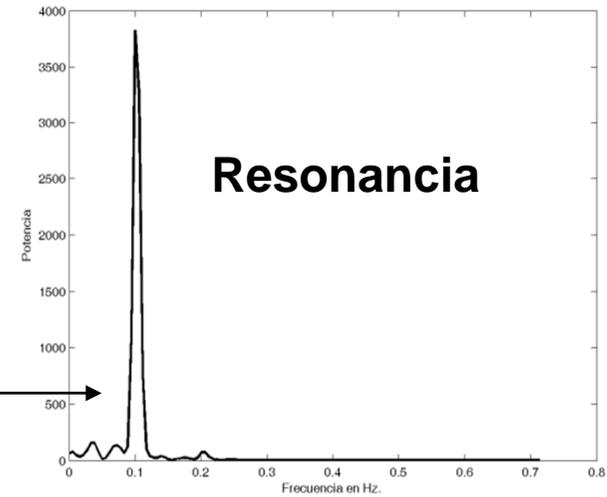
6 resp. por minuto

5 seg. inspirando

5 seg. expirando

= 0,1 Hz

(onda de Mayer)



La meditación es, tal vez, la práctica más adecuada para investigar las propiedades intrínsecas del SNA, dado que conlleva un estado de total inmovilidad física y de cierto aislamiento del exterior (interiorización).

Para estudiar los mecanismos que afectan la VFC cuando el sistema no es afectado por influencias externas decidimos: Observar a los sujetos meditando en su entorno habitual, sin manipular las variables.

En meditación, ya que no hay movimiento físico, el patrón respiratorio es ajustado según el proceso mental.

Budismo Zen. Tradición Soto-Zen: práctica tradicional que no utiliza ningún método externo para alcanzar los estados meditativos. En Zazen la respiración se ajusta de acuerdo a los procesos mentales, no hay movimiento físico.

Budismo Zen. Tradición **Soto-Zen:**
práctica tradicional que no utiliza
ningún método externo para alcanzar
los estados meditativos. En Zazen la
respiración se ajusta de acuerdo a los
procesos mentales, no hay movimiento
físico.



- **Dos procesos en meditación propuestos por varios autores:**

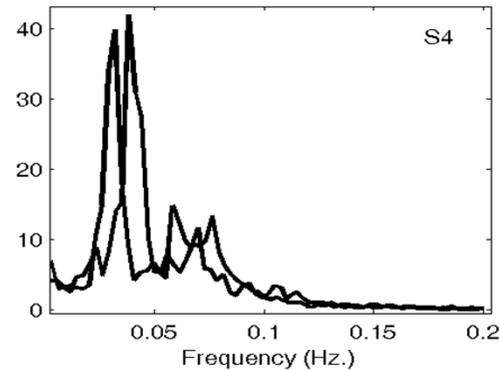
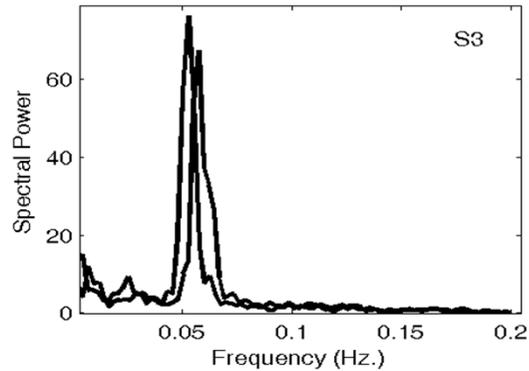
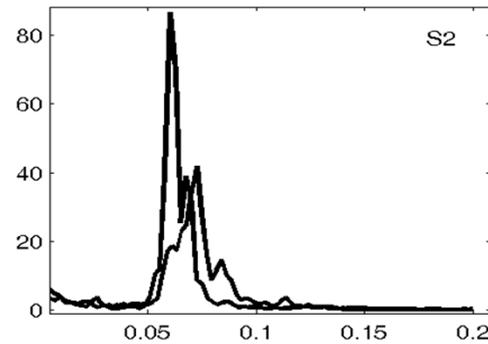
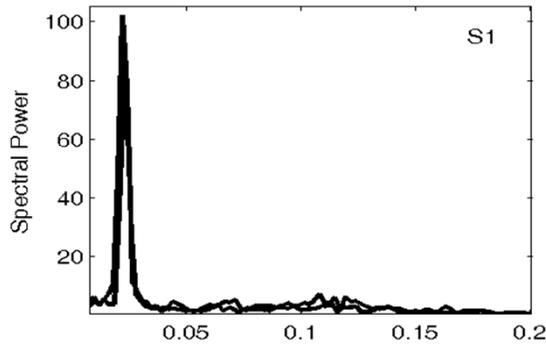
Focused Attention (FA) atención centrada o enfocada. Es un estado voluntario: la mente debe mantener cierta concentración en un punto: la respiración, imágenes, mantras...
Proceso para calmar la mente.

Mindfulness (MM) mente plena

Mindfulness MM la mente observa pasivamente los estados emocionales espontáneos tal como aparecen durante la meditación. Hay conciencia de estos estados, pero no identificación con ellos.

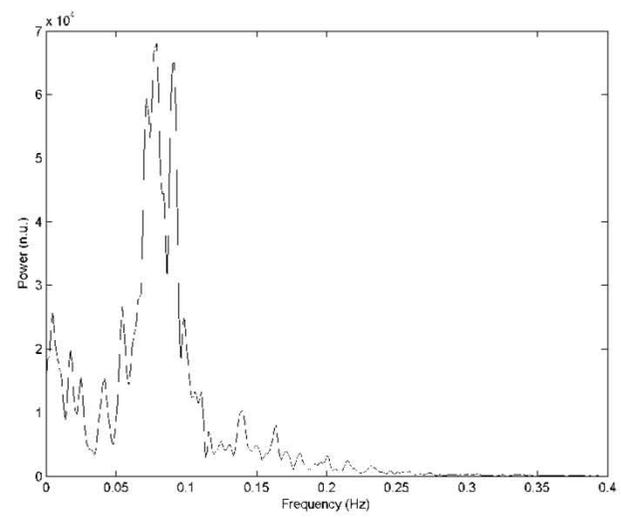
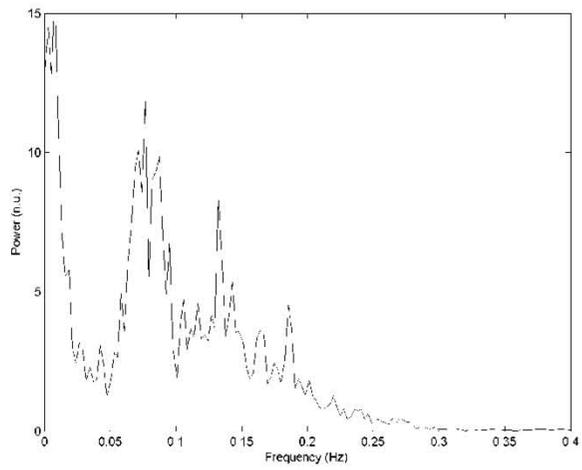
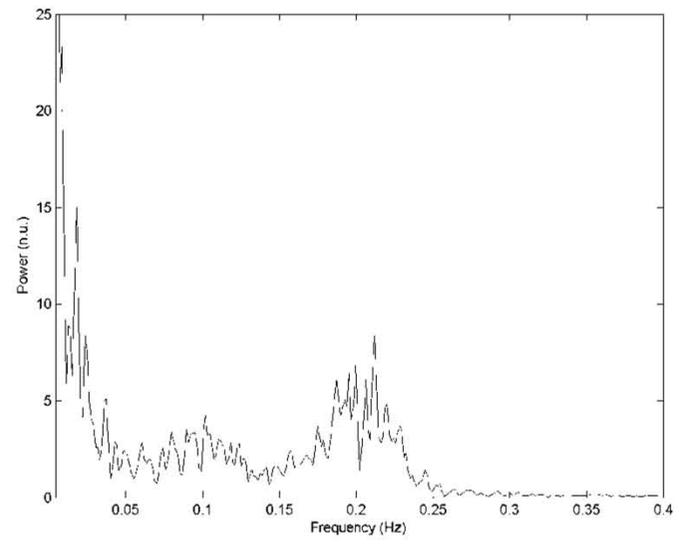
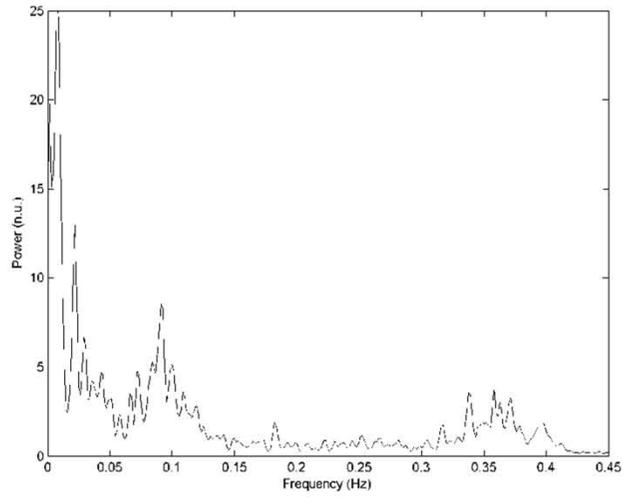
Los contenidos mentales se observan con desapego, creándose un delicado estado de conciencia que implica tanto una atención sostenida como una relajación profunda.

- Hipotesis:
- El tiempo diferente de práctica entre los meditadores define la aparición de patrones específicos de VFC que se corresponderían a etapas determinadas en el proceso hacia estados meditativos más avanzados.
- **A medida que transcurre el tiempo y, por tanto, el meditador va ganando experiencia, este pasa por diferentes etapas. hay patrones específicos de VFC que parecen reflejar estas fases o etapas, fuertemente relacionados a los años de práctica sujetos con una experiencia en meditación similar tienden a mostrar patrones análogos de variabilidad cardiaca**
- **¿Cuáles son los posibles mecanismos subyacentes que operan en cada etapa?**
- ¿La dinámica cardiovascular asociada a la meditación mindfulness es independiente de la tradición seguida por el practicante?
- 1 Maestro de Vipassana
- Modelo **descriptivo** observacional, que permitió observar a los sujetos meditando en su entorno habitual, sin manipular las variables.

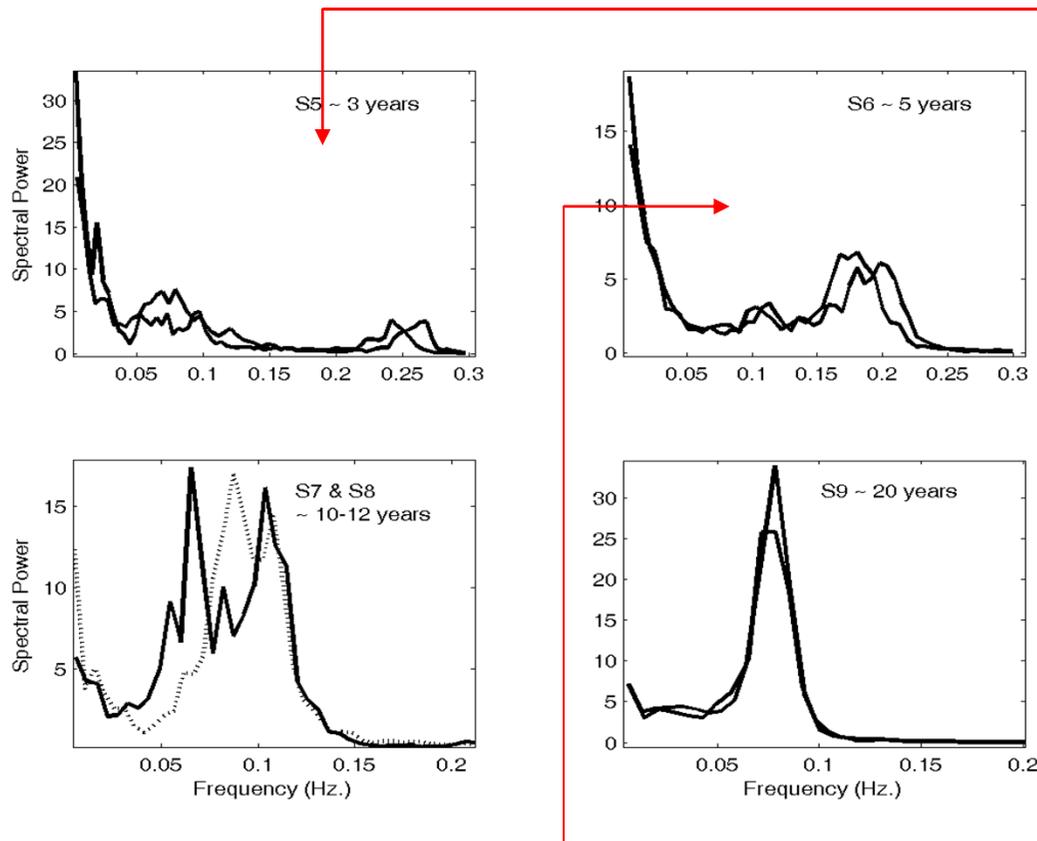


Menos de 8 meses
de práctica.
Estado de **FA**.
Observan y
cuentan en silencio
su respiración,
haciéndola más
lenta y estable.
Acoplamiento
cardio-respiratorio.

La observación y cuena de ciclos respiratorios actúa probablemente como un estimulo rítmico. Las oscilaciones respiratorias se acoplan a los ritmos subyacentes de **Muy Baja** y **Baja Frecuencia**. Esta sincronización da **una sensación de calma y bienestar**, característica de los estados **FA**



- En esta figura hemos destacado 4 muestras correspondientes a meditadores con diferente tiempo de práctica, para analizar con más detalle sus respectivas señales mediante el análisis de Fourier.
- Observando las figuras, parece ser que la ASR tiende a desplazarse gradualmente al rango de LF con el aumento de los años de práctica. En el caso del practicante más veterano, que es un Maestro, las oscilaciones cardiacas se concentran casi exclusivamente en rango LF, reflejando el **efecto de resonancia**. Tal fenómeno se da cuando la ASR se traslada hacia el rango de frecuencias más bajas como resultado de una disminución de la frecuencia respiratoria, y se superpone a las oscilaciones de LF alrededor de 0,1 Hz. Este fenómeno se refleja en el espectro de potencia de la VFC como un pico de gran amplitud en el rango LF y ausencia de otros picos importantes en los rangos de VLF y HF.



Entre 1 y 3 años.

Con la experiencia se reduce la atención focalizada (**F A**) sobre el proceso respiratorio. Pueden concentrar la atención en el proceso respiratorio, pero no alteran los ritmos o procesos naturales. RSA se coloca sobre el rango de **Alta Frecuencia**.

5 años: estado de transición.

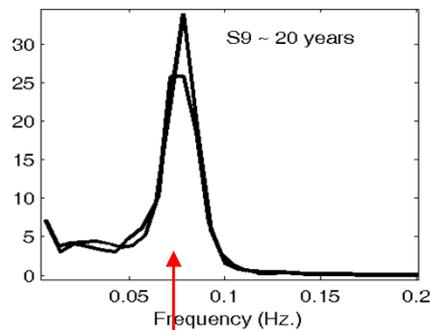
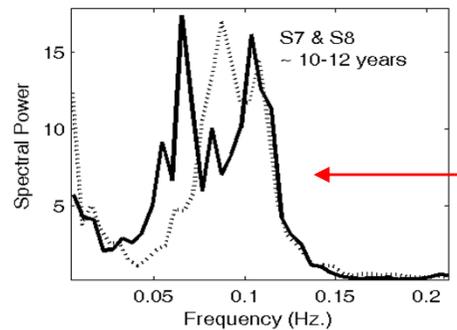
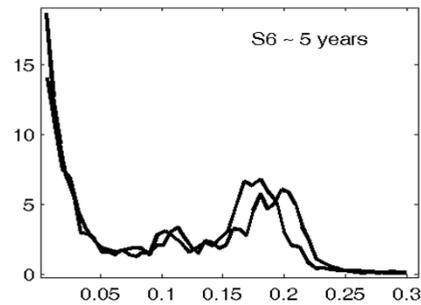
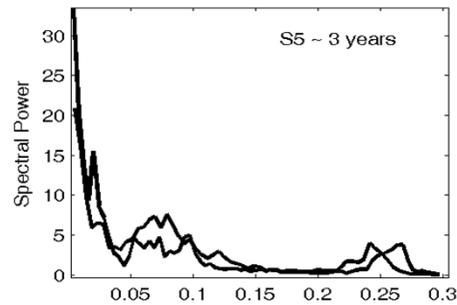
La atención se abre a diversos contenidos de experiencias.

RSA se acopla con oscilaciones de **Baja Frecuencia**, pero no hay resonancia.

La **Alta Frec.** debido probablemente a la aparición de patrones emocionales “automáticos”.

Reciben instrucciones individuales (de su maestro) para resolver estados de bloqueos emocionales que impiden evolución a etapas más avanzadas.

Los sujetos hablan de: apertura, sensación de unidad, totalidad, ...



Avanzados – más de 8 años

La respiración oscila dentro del rango de **Baja Frecuencia**, acoplada con otros ritmos cardiovasculares y con efectos resonantes.

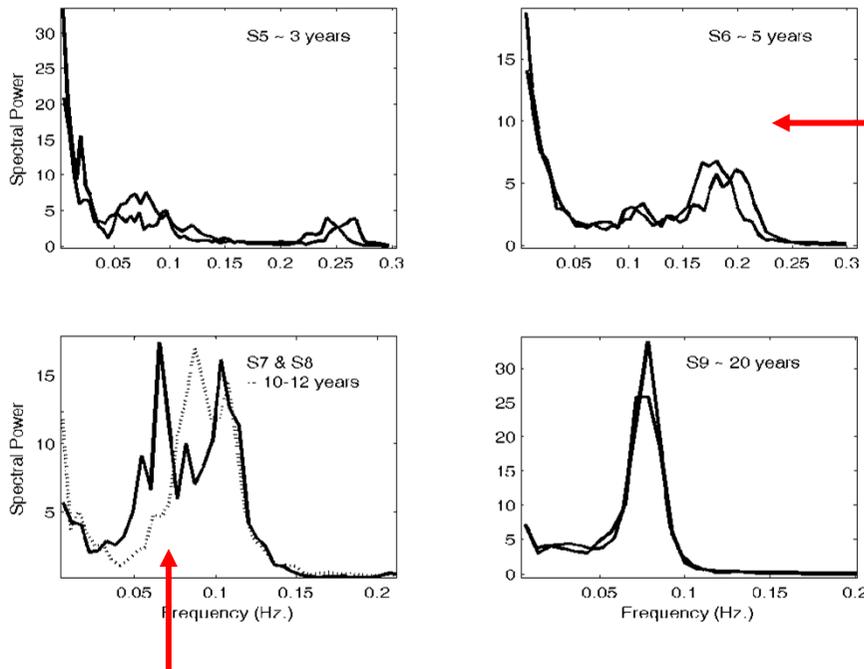
Probablemente el **pico resonante** se da cuando el efecto de las **oscilaciones**

mentales * sobre la

respiración se reduce, lo cual representa una práctica meditadora: “estable, ecuánime, ...”

Maestro Zen -20 años Respiración decrece y sincroniza con los procesos oscilatorios de **Baja Frecuencia**. **Resonancia: Esta respuesta autónoma es probablemente una manifestación fisiológica del estado mental del sujeto.**

*** Respuestas reactivas a estímulos emocionales**

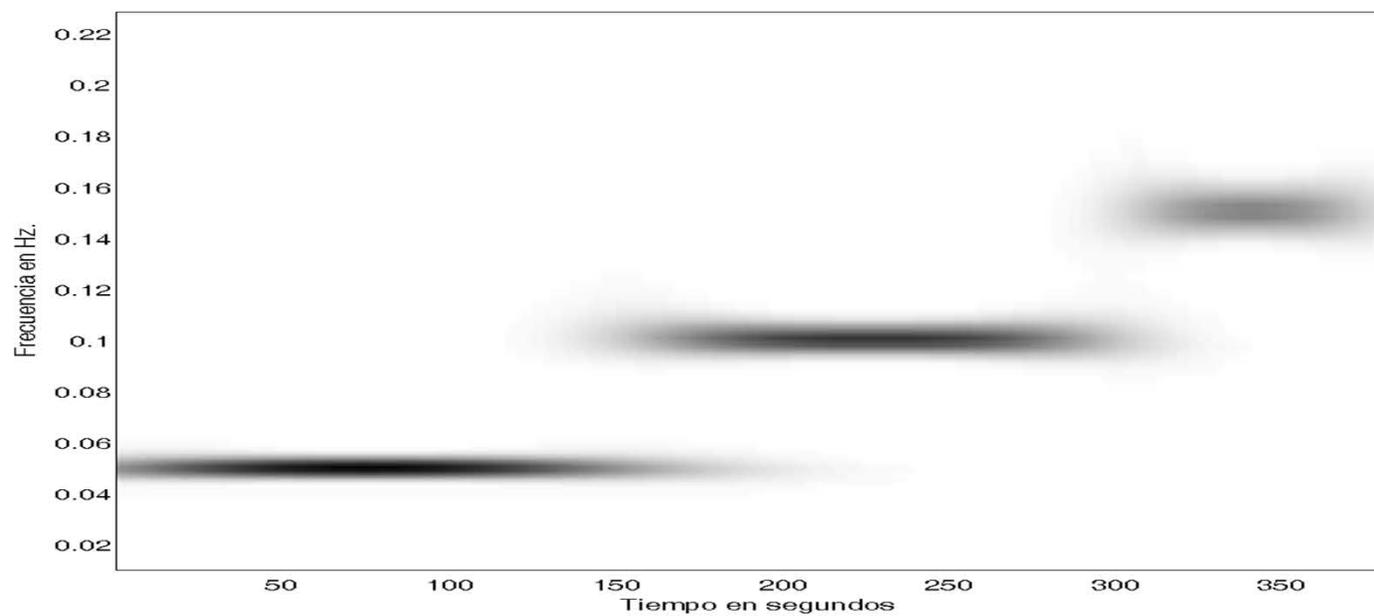
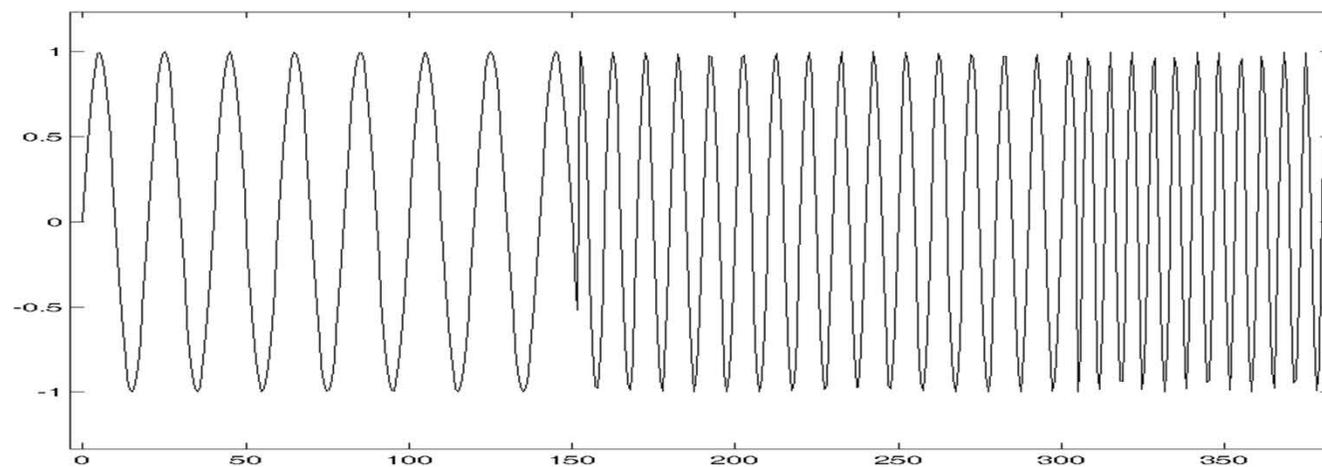


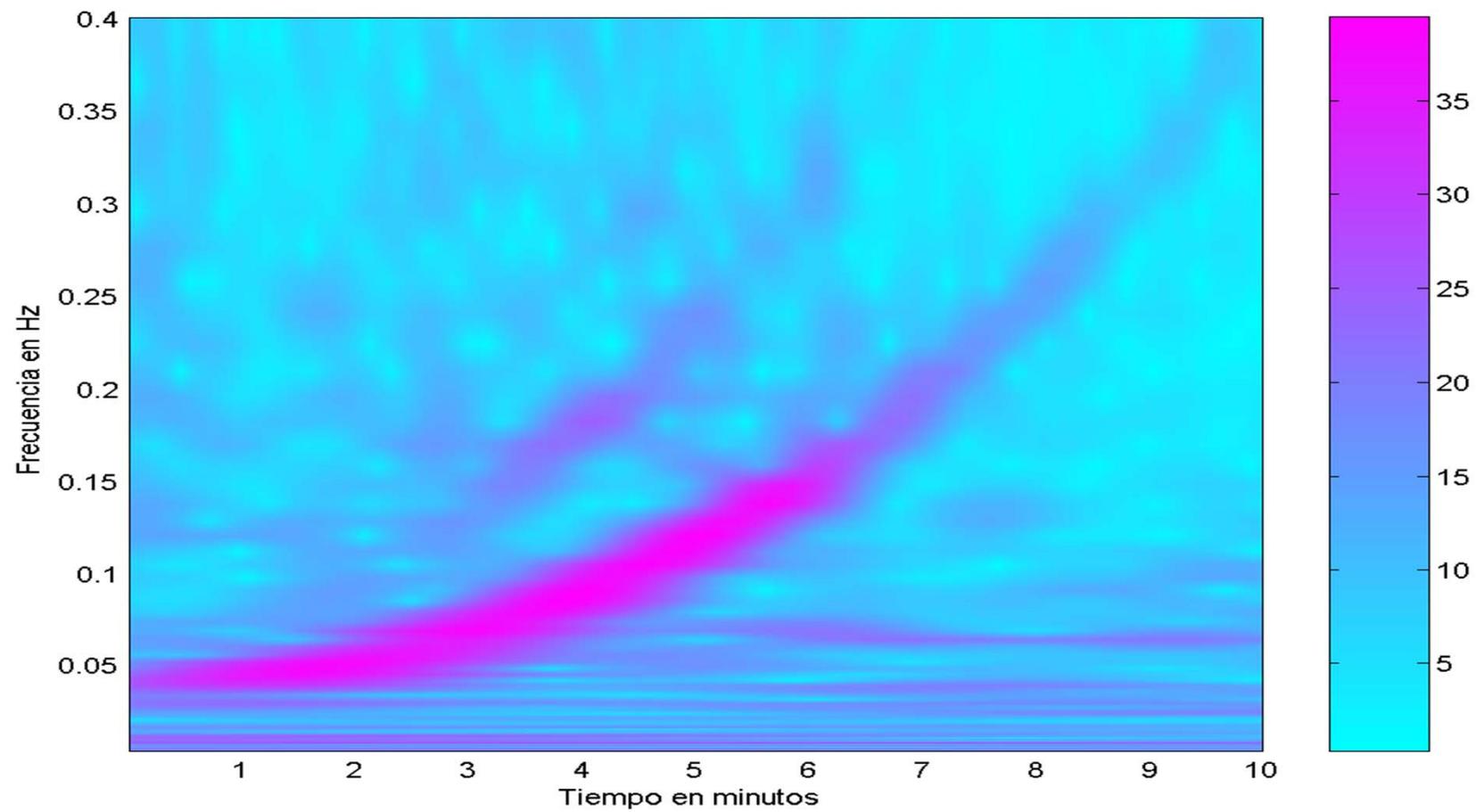
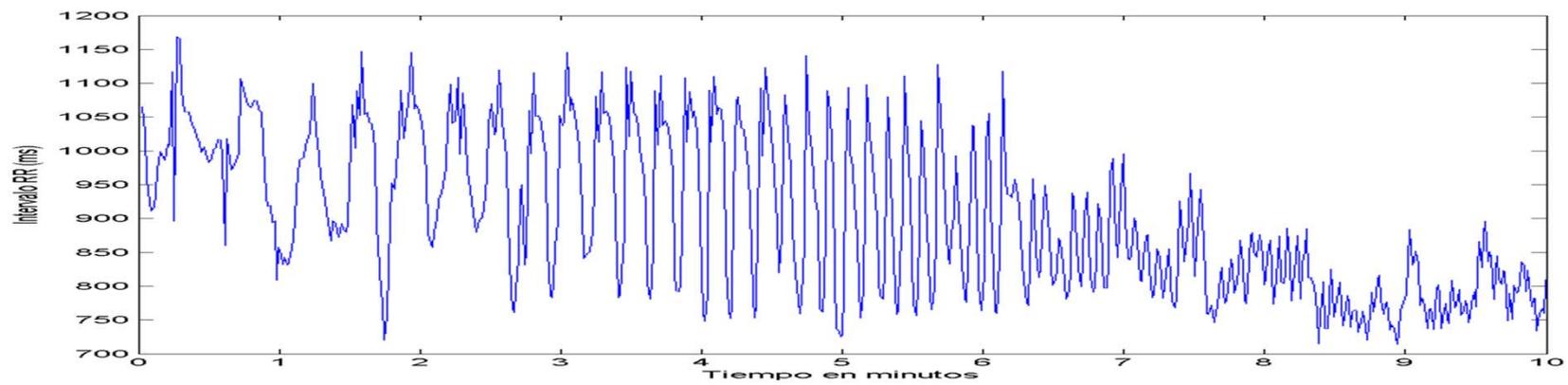
Cuando la frecuencia respiratoria es mayor que 0,15 Hz, la RSA y las oscilaciones de Baja Frec. pueden coincidir, pero no se produce un efecto resonante.

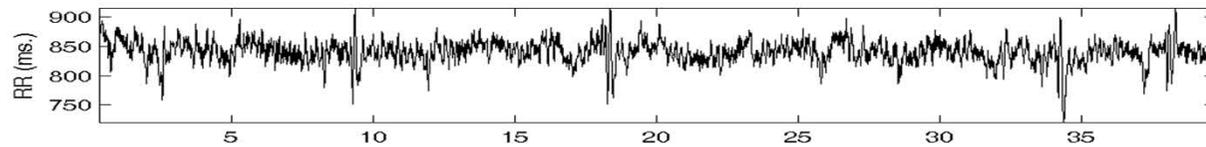
Creemos que su meditación aun no está suficientemente refinada: acoplamiento cardio-respiratorio mas débil, probablemente debido a que las oscilaciones respiratorias están relacionadas a respuestas reactivas a estímulos emocionales.

Respuestas diferentes a estímulos emocionales:

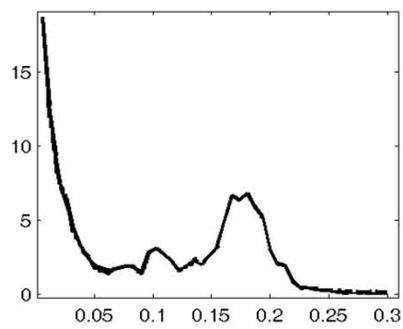
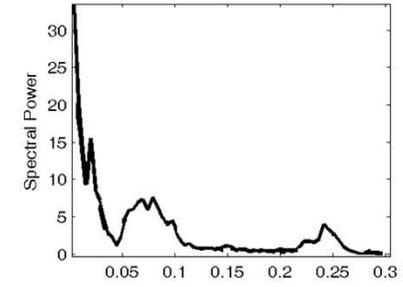
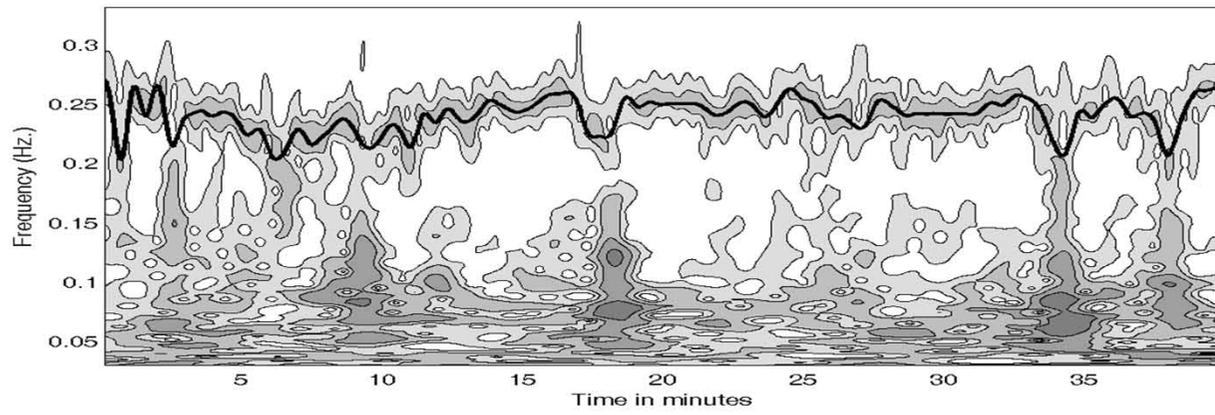
[Los patrones emocionales afectan a la actividad del sistema nervioso autónomo.](#)



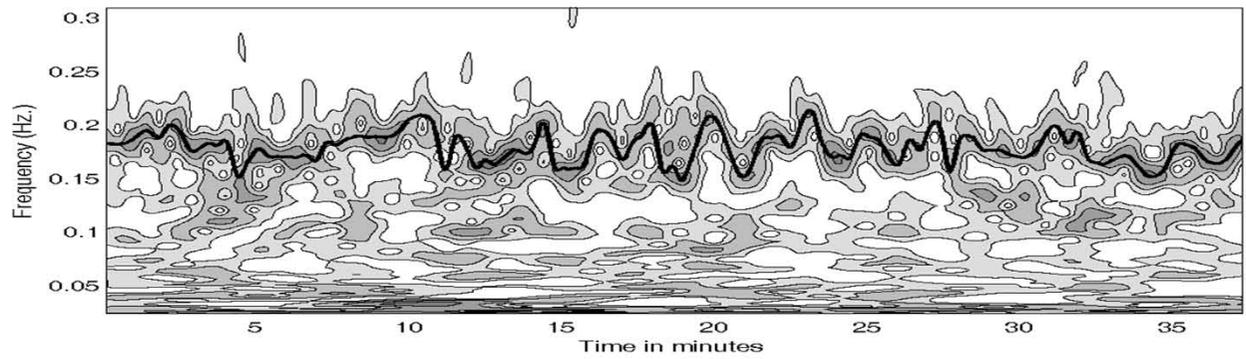
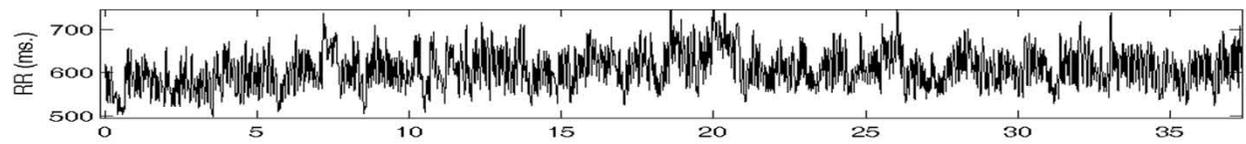




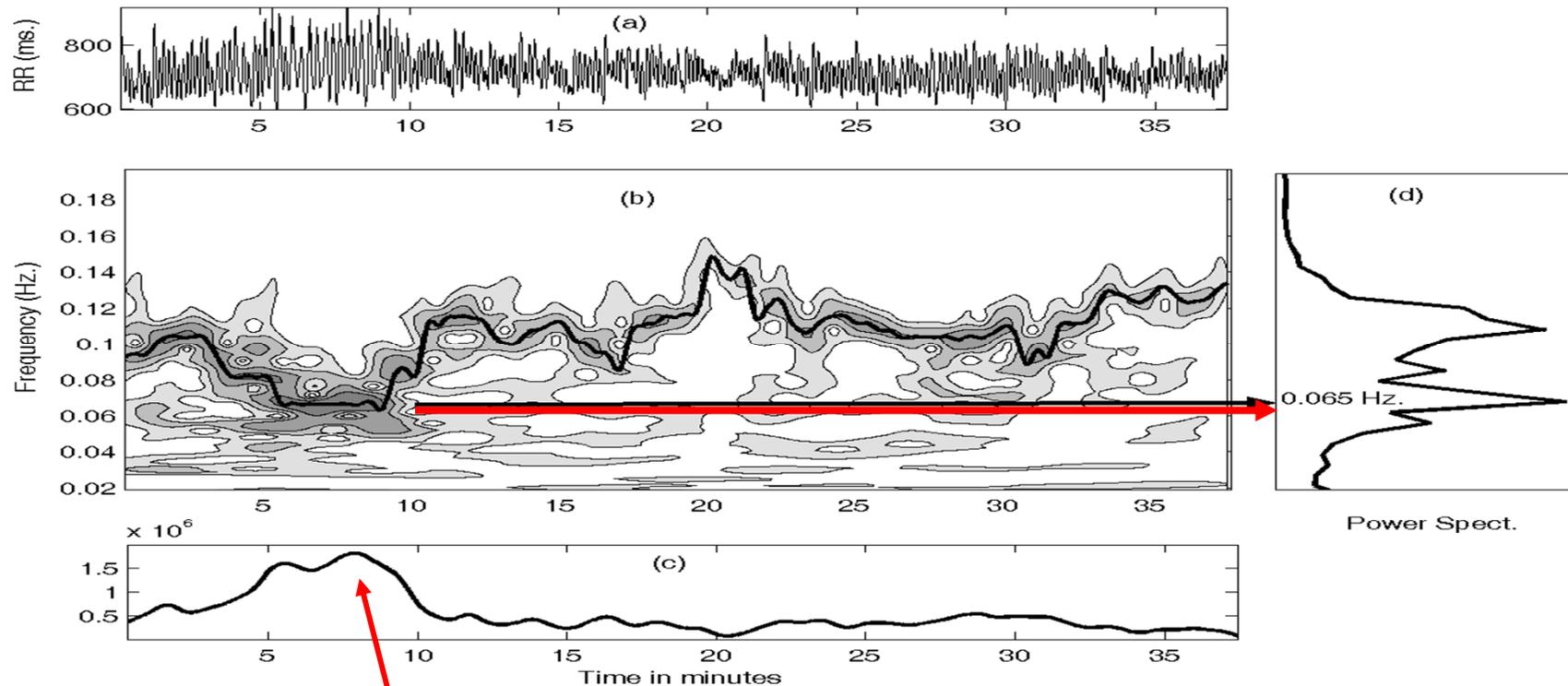
1,5 años



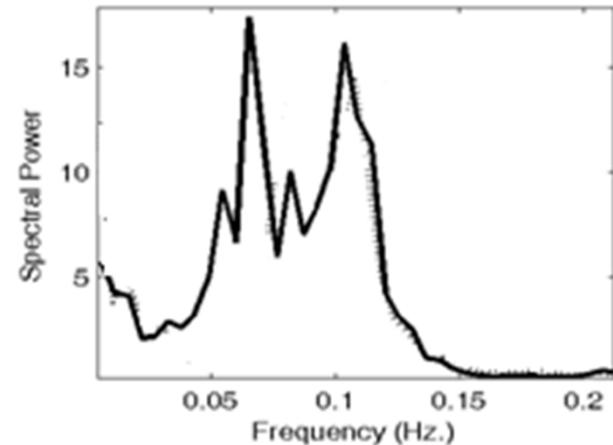
5-6 años



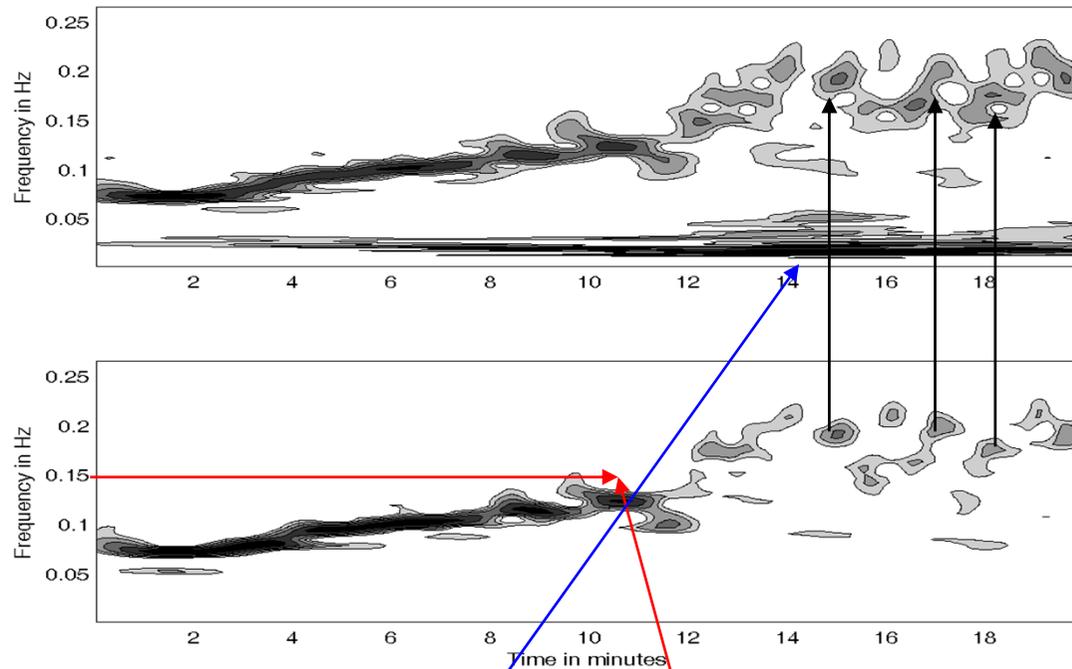
10-11 años



Casi toda la variabilidad en rango de **Baja Frecuencia**.
Evolución en el tiempo: al principio la frecuencia cae y la **Energía** (WAVELET) de la señal aumenta significativamente.



10-11 años



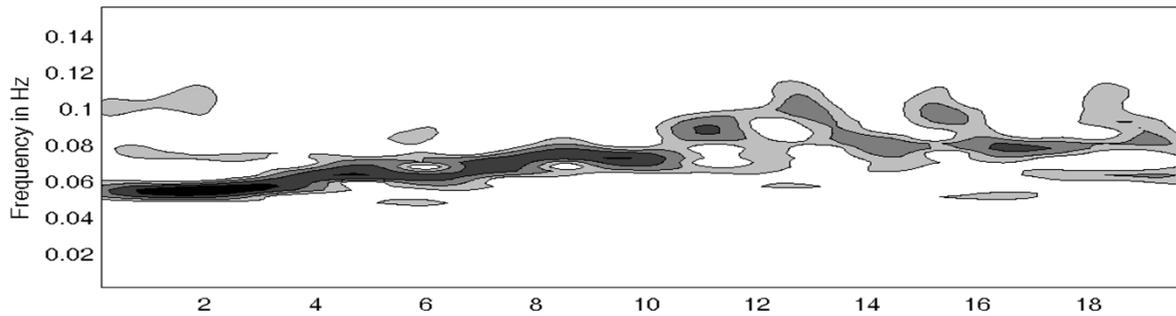
Ritmo Cardíaco

Respiración

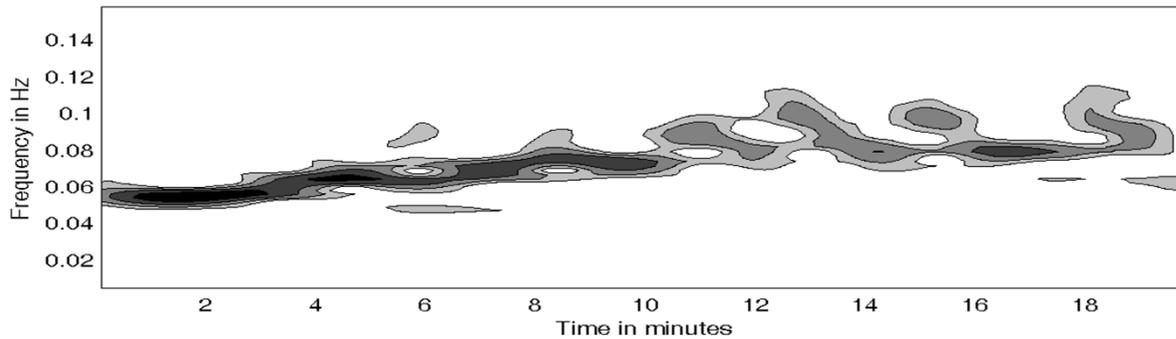
En primera mitad de la meditación hay poca variación en el rango de Baja Frec., pero no así en la segunda debido probablemente a oscilaciones en la frecuencia respiratoria.

Aumenta la **Muy Baja Frecuencia** en la segunda parte. Probablemente al aumentar frecuencia respiratoria por encima de los **0.15 Hz** desaparece la resonancia aunque la RSA coincide con la **Baja Frecuencia**.

Patrones emocionales afectan a la actividad del sistema nervioso autónomo
=> ¿Meditación no totalmente refinada ?

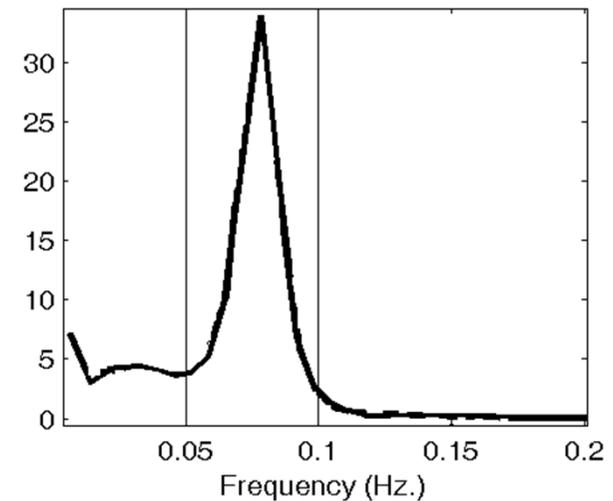


Ritmo Cardíaco

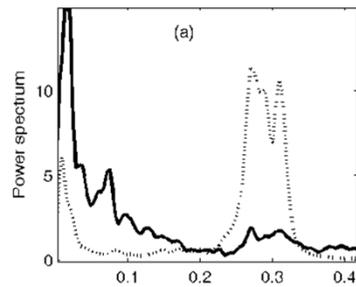


Respiración

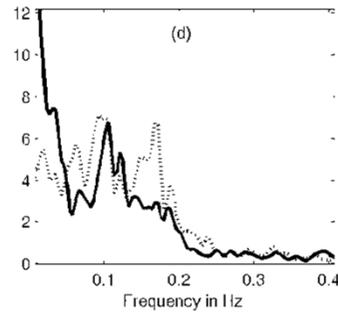
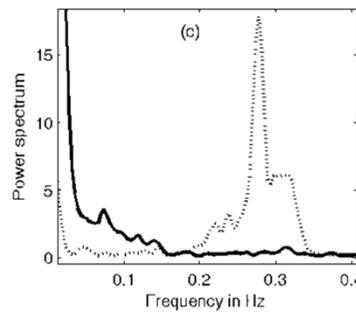
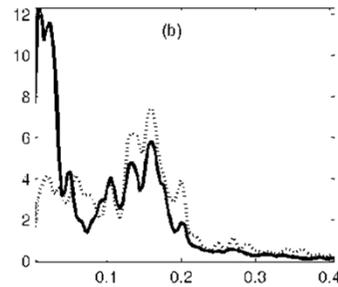
Maestro Zen:
Dos fases en la meditación, pero en la segunda se mantiene exclusivamente en el rango de **Baja Frecuencia, siempre en **Resonancia**.**



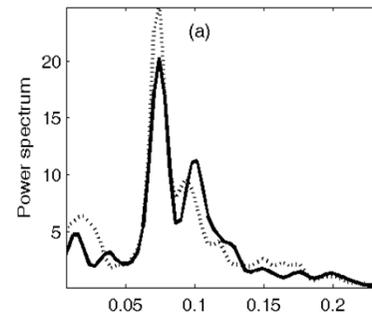
1-3 años



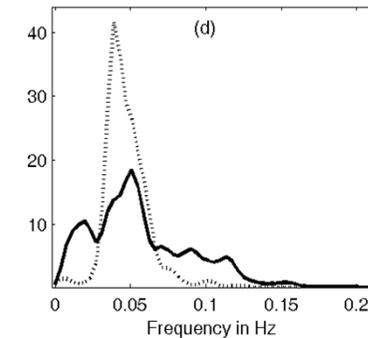
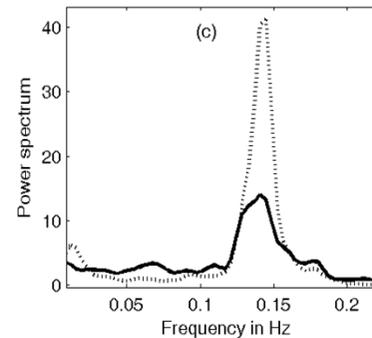
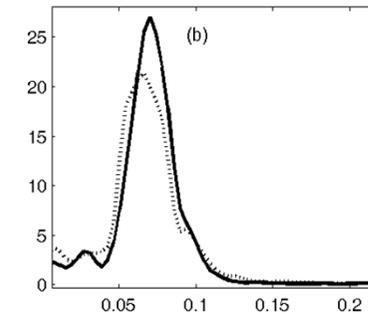
4-8 años



> 10 años



> 20 años



Cambios pueden estar relacionados a un **decrecimiento de la actividad parasimpática asociada a tareas de atención**. También a variaciones respiratorias o a la intensidad de respiración inducidos por influencias voluntarias. (¿estadísticamente significativo?)

En Zazen el ritmo respiratorio sigue a los procesos mentales, ya que no hay movimiento físico. En el estado **FA**, la mente se dirige (se enfoca) hacia la respiración, por lo que se vuelve más lenta, estable y oscila acoplada a los ritmos de **Muy Baja** y de **Baja Frecuencia** subyacentes en el sistema cardio-respiratorio.

En estados intermedios, el foco de atención se extiende a otros contenidos o experiencias internas, pero aún no se puede hablar de **mindfulness (MM)**. Inicialmente, en esta etapa, la respiración no oscila mucho ya que poner atención en la respiración aún suele ser necesario. Sin embargo, a medida que aumenta la práctica, al liberar el foco de atención, la respiración es más oscilante, aunque sin abandonar el rango de **Alta Frecuencia**.

- En estados de **mindfulness (MM)**, la respiración, de forma natural, se ralentiza y oscila dentro del rango de **Baja Frecuencia**, acoplada a otros ritmos cardiovasculares.

- En practicantes muy avanzados, las oscilaciones mentales (emociones, etc.) no afectan demasiado a la respiración; esta se hace muy estable y aparece un claro **Pico de Resonancia**.

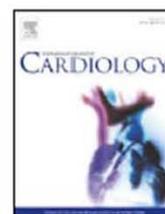
La meditación, independientemente de los años de práctica, tiene efectos inmediatos sobre la salud, ya que promueve la sincronización cardiorrespiratoria. Además, al centrar la atención en el proceso de la respiración, uno se desconecta de la actividad mental y de las reacciones emocionales, lo cual puede aliviar altos niveles de estrés y ansiedad.

A largo plazo, a medida que se avanza en la práctica, el meditador puede observar la actividad mental sin identificación con los efectos emocionales. Este hecho puede tener efectos extraordinarios sobre las pautas de comportamiento; la cognición, o la facultad para procesar información a partir de la percepción; la valoración positiva o negativa de unos aspectos sobre otros; etc., (¿ ecuanimidad ?)

- A medida que se progresa en la práctica meditativa, los diferentes sistemas oscilantes tienden a interaccionar entre ellos, hasta culminar con la aparición de un efecto resonante que establece un *'nuevo orden'* en el sistema.
- Este proceso parece reflejar cambios graduales en la actividad del SNA para alcanzar un “modo de funcionamiento de bajo coste”, donde los diversos mecanismos oscilatorios que intervienen en el control de la circulación sanguínea operan a la misma frecuencia.

- ***Atractor***: Considerando todos los posibles estados en los que un sistema se puede encontrar, un atractor podría entenderse como un determinado subconjunto de estos estados al que el sistema tiende a elegir si se dan determinadas condiciones.
- El fenómeno de resonancia implica un “modo de funcionamiento de bajo coste” que probablemente favorece la práctica de la meditación. Así, este estado de “orden” (aunque no sin variabilidad) podría ser considerado un atractor, al cual el sistema tiende a evolucionar a partir de un nivel avanzado de mindfulness

- Los resultados obtenidos apoyan y complementan otros trabajos anteriores, en los que también se han descrito los cambios de la VFC durante la meditación.
- Además se añade la idea de una adaptación fisiológica gradual a la práctica de la meditación mindfulness, caracterizada por cambios específicos en la regulación autonómica de la VFC en las diferentes etapas de la práctica.



Letter to the Editor

Heart rate dynamics in different levels of Zen meditation

Caroline Peressutti^{a,*}, Juan M. Martín-González^b, Juan M. García-Manso^a, Denkô Mesa^c

^a Departamento de Educación Física, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Canary Islands, Spain

^b Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Edif. Ciencias Básicas, 35017 Canary Islands, Spain

^c Centro de Profesores, Santa Cruz de Tenerife, 38007 Canary Islands, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 22 June 2009

Accepted 26 June 2009

Available online xxx

Keywords:

Heart rate variability

Zen meditation

Respiratory sinus arrhythmia

Low frequency oscillations

Wavelet analysis

ABSTRACT

The dynamic interactions among physiological rhythms imbedded in the heart rate signal can give valuable insights into autonomic modulation in conditions of reduced outward attention. Therefore, in this study we analyzed the heart rate variability (HRV) in different levels of practice in Zen meditation (Zazen). Nineteen subjects with variable experience took part in this study. In four special cases we collected both HRV and respiration data. The time series were analyzed in frequency domain and also using the Continuous Wavelet Transform, which detects changes in the time domain and in the frequency domain simultaneously. The shifts in the respiratory modulation of heart rate, or respiratory sinus arrhythmia (RSA), reflect the different levels of practice among practitioners with variable experience in Zazen; in turn the modulation of the RSA may reflect changes in the breathing pattern as in the parasympathetic outflow related to the quality and focus of attention in each stage.

© 2009 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

In this study we investigate the heart rate variability (HRV) during Zen meditation (Zazen), in order to study the system behavior in the absence of voluntary intention. The terms “focused attention” (FA) and “mindfulness” (MM) used throughout this paper are defined as follows: FA is the attention focused on the natural breathing process and is specially used by novice Zen practitioners. MM defines a no-pointed attention state where the mind passively observes the spontaneous

2.2. Data collection

RR interval data were collected by using Polar S810i (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). The electrocardiogram and respiration signals (strain gauge) were recorded simultaneously using an I-330-C2+ monitor (J&J Engineering, Poulsbo, USA). The subjects adopted a cross-legged position, as they always do in Zazen, during the whole procedure. For the measures using Polar S810i, after a 10 min baseline recording Zazen was performed for 40 min. For the measures using the I-330-C2+, after

- *Quisiéramos expresar nuestra más sincera gratitud y admiración hacia todos los meditadores que de una forma desinteresada, han sido voluntarios para este estudio.*
- Los autores agradecen a los maestros Zen Dokushô Villalba, y Denkô Mesa Sensei, por su orientación y facilitación en este trabajo; también a la comunidad del templo Luz Serena, del Dojo Zanmai San, así como a Alejandro Torrealba (Dharmamitra) y al Centro Milarepa por su sincera y desinteresada colaboración.

- **La ASR tiende a desplazarse hacia el rango de LF con el paso de los años de meditación. Así, sujetos con una experiencia en meditación similar tienden a mostrar patrones análogos de variabilidad cardíaca.**
- **Aparece un fenómeno de resonancia característico en los practicantes más avanzados, incluyendo a los Maestros.**
- **Estos resultados indican a lo largo de los años cambios graduales en la actividad cardiorrespiratoria, reflejando un proceso adaptativo de la regulación neural cardiovascular a este tipo de práctica.**
- **Tanto los Maestros Zen como Vipassana presentan dinámicas cardíacas muy similares en sus meditaciones, lo cual nos proporciona alguna evidencia de adaptación fisiológica parecida independientemente de la tradición.**

- Sin embargo hay ausencia de resonancia en un grupo de practicantes avanzados. Nosotros sugerimos que puede estar relacionada a factores emocionales que se manifiestan desde el hipotálamo, en el sistema límbico, y por intermedio del SNA influyen en la regulación cardiovascular. Una posible inhibición parasimpática podría afectar las características de la ASR y reducir el grado de sincronización con las oscilaciones de LF.
- Hay alguna analogía entre algunos estados meditativos y el sueño REM, durante el cual hay una forma de atención involuntaria al material onírico. Durante el estado REM el área del córtex prefrontal ventromedial, enlazada con el sistema límbico y las emociones, permanece activo, y hay una atenuación del tono vagal.
- En el caso de los sujetos con un gran tiempo de práctica en MM, el ajuste del patrón respiratorio durante la meditación posiblemente está respondiendo a los estados meditativos.
- Pero entonces surge una pregunta: ¿Por qué el sistema se sitúa espontáneamente en estados que reflejan más “orden”? (Aquí me refiero al fenómeno de resonancia)