

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

UNIDAD IZTAPALAPA

DIVISIÓN: CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA



**EFFECTO DEL PUNTO DE ACUPUNTURA PC6 EN LA  
RESPUESTA CARDÍACA AL ESTRÉS ORTOSTÁTICO  
EN SUJETOS NORMALES**

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:

**ESPECIALISTA EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA**

PRESENTA:

**MED. CIR. MAYRA FUENTES MÉNDEZ**

DIRECTOR

DR. JOSÉ FEDERICO RIVAS VILCHIS

ASESORA

DRA. TANIA ROSARIO BANDERAS DORANTES

MEXICO, D.F.

2014

EL JURADO DESIGNADO POR LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD DE LA UNIDAD IZTAPALAPA APROBÓ LA IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS QUE PRESENTÓ:

**MAYRA FUENTES MÉNDEZ**

El día 23 de julio del año 2014

**Jurado:**

Presidente:

Dra. Elizabeth Hernández Pérez



---

Secretario:

Dr. Rubén Román Ramos

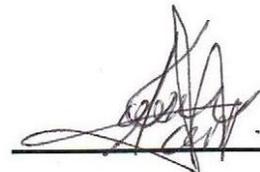


---

Vocal:

Dra. Tania Rosario Banderas

Dorantes



---

## **COMITÉ TUTORAL**

### **DIRECTOR DE LA IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS**

**DR. JOSÉ FEDERICO RIVAS VILCHIS**

Profesor Titular

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Unidad Iztapalapa

Universidad Autónoma Metropolitana

### **ASESOR DE LA IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS**

**DRA. TANIA ROSARIO BANDERAS DORANTES**

Profesora Asociada

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Unidad Iztapalapa

Universidad Autónoma Metropolitana

**La presente investigación se realizó en el:**

Laboratorio de Enfermedades Crónico Degenerativas de la  
División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Unidad  
Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana.

## **Dedicatoria y agradecimientos**

Todos son sumamente valiosos y el orden al mencionarlos no representa más que la fecha en la que los conocí:

María De Lourdes Méndez Torres, Amando Fuentes Hernández, gracias por su amor, por dar lo mejor de ustedes. Gracias por apoyarme en mi formación.

Alfonso Martínez Narciso, gracias por ser mi gran compañero, por impulsarme a no desistir cuando las cosas no iban muy bien. Gracias por la comprensión, por la paciencia, por ese “no te preocupes eso es fácil” cuando de ordenar datos se trataba. Gracias.

Dr. José Federico Rivas Vilchis, gracias por su gran disposición para enseñar, por su compromiso como director de tesis, por compartir sus conocimientos, tiempo y experiencia. Gracias por haberme guiado en este camino de la investigación.

Dra. Tania Rosario Banderas Dorantes, gracias por haber sido pilar de la parte experimental, por tu gran disposición e interés. Gracias por hacer de esas reuniones momentos agradables.

Dra. Jessica Julieta Ruiz Bernaldez, gracias por la empatía, por permitir hacer acuerdos y con ello darme la oportunidad de continuar con la actividad académica sin tener que abandonar la laboral.

Gracias a todas aquellas personas que participaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo.

## Resumen

*Antecedentes.* Se emplean pruebas de la función del sistema nervioso autónomo y de la variabilidad de la frecuencia cardíaca para evaluar la función autonómica cardíaca y establecer un pronóstico a largo plazo, principalmente en pacientes diabéticos con disfunciones autonómicas. Este estudio se realizó para determinar si la acupuntura en PC6 puede cambiar la respuesta cardíaca consecutiva al estrés ortostático en sujetos normales.

*Métodos.* Veintidós sujetos normales (edad  $21.55 \pm 5.2$ , promedio  $\pm$  DE) tratados con acupuntura en PC6 y 34 controles (edad  $21.65 \pm 3.8$ , media  $\pm$  DE años), fueron sometidos a la prueba de *stand manoeuvre*, para evaluar su respuesta cardíaca. Se efectuaron registros del ECG durante 15 minutos después de que se alcanzó la bipedestación para valorar los cambios en los intervalos R-R, la relación 30:15 y el análisis de la VFC.

*Resultados.* Los sujetos tratados con acupuntura presentaron en forma más temprana la velocidad máxima de la respuesta de disminución del intervalo R-R y con una magnitud menor ( $s\ 2$ ,  $y = -0.96$ ) con relación a los controles ( $s\ 5$ ,  $y = -1.5$ ); de igual manera, el inicio de la respuesta de incremento del intervalo R-R se presentó más rápido en los sujetos tratados ( $s\ 6.6$ ) en relación a los controles ( $s\ 12.3$ ). De manera semejante, la velocidad máxima de la respuesta de disminución del intervalo R-R también se presentó de manera más temprana y con magnitud mayor en los sujetos tratados ( $s\ 15.5$ ,  $y = 2.1$ ) *versus*

los sujetos del grupo control ( $s = 18$ ,  $y = 1.89$ ). Respecto a la relación 30:15 se observó que la acupuntura elevó de manera significativa esta relación ( $p = 0.03606$ ). Respecto a la variabilidad de la frecuencia cardíaca no se encontraron diferencias entre los grupos.

*Conclusión.* Los hallazgos presentes muestran que la acupuntura en PC6 puede provocar cambios en la función cardíaca vagal y barorrefleja integrada en sujetos normales que son sometidos a estrés ortostático.

## Abstract

*Background.* Autonomic nervous tests and heart rate variability (HRV) have been used to assess cardiac autonomic function and to evaluate long-term prognosis mainly in diabetic patients with an autonomic disorder. This study was undertaken to determine whether the acupuncture in PC6 could change cardiac response to orthostatic stress in normal subjects.

*Methods.* Twenty two normal subjects ( $21.55 \pm 5.2$ , mean  $\pm$  SD years), treated with acupuncture in PC6 and 34 control subjects ( $21.65 \pm 3.8$  mean  $\pm$  SD years), underwent to the *stand manoeuvre* test to assess cardiac response. ECG recordings were taken for 15 min after standing to assess changes in RR interval length, the 30:15 ratio, and for HRV analysis.

*Results.* Subjects treated with acupuncture showed a highest speed in the appearance of R-R interval decrease and with a smaller magnitude ( $s\ 2$ ,  $y = -0.96$ ) relative to controls ( $s\ 5$ ,  $y = -1.5$ ); similarly, the onset of R-R interval increase response appeared faster in the treated subjects (6.6 s) compared to controls (12.3 s). Similarly, the maximum speed of the response of R-R interval increase also presented earlier and with greater magnitude in treated subjects (15.5 s,  $y = 2.1$ ) versus control subjects (18 s,  $y = 1.89$ ). Acupuncture significantly increased the ratio 30:15 ( $p \leq 0.03606$ ) in the treated group compared with controls. Regarding the heart rate variability between groups no differences were found.

*Conclusion.* These findings show that acupuncture in PC6 could elicit changes in the cardiac vagal and integrated baroreflex function in normal subjects underwent to orthostatic stress.

## Principales abreviaturas y sinónimos

<b>ECG</b>	Electrocardiograma
<b>FC</b>	Frecuencia cardiaca
<b>HRV</b>	<i>Heart rate variability</i>
<b>LBNP</b>	Lower body negative pressure
<b>Ms</b>	Milisegundos
<b>NTS</b>	Núcleo del tracto solitario
<b>Ortostatismo activo</b>	Prueba cardiovagal de frecuencia cardiaca, <i>stand up, standing</i>
<b>PC6</b>	Punto de acupuntura número 6 del canal de pericardio
<b>PSP</b>	Parasimpático
<b>RR</b>	Intervalo entre dos ondas R del electrocardiograma
<b>SNA</b>	Sistema nervioso autónomo
<b>VFC</b>	Variabilidad de la frecuencia cardiaca
<b>MVLR</b>	Médula ventrolateral rostral

# ÍNDICE

Resumen, vi

Abstract, viii

Principales abreviaturas y acrónimos, x

Introducción	1
Objetivos	9
Métodos	10
Resultados	12
Discusión	19
Conclusión	23
Limitaciones del estudio	24
Perspectivas	25
Bibliografía	26
Anexo	30

## Introducción

En condiciones normales el cuerpo humano tiene mecanismos nerviosos y humorales para conservar la homeostasis circulatoria en condiciones variables de postura que pueden originar el denominado estrés ortostático. En algunos estados patológicos estos mecanismos pueden ser inoperantes para conservar un volumen circulante eficaz y se presentan trastornos como la disautonomía circulatoria.

El estrés ortostático se origina al pasar de una posición supina o sedente a bipedestación debido a la redistribución de los volúmenes sanguíneos corporales.

Se han desarrollado pruebas experimentales y clínicas para evaluar la respuesta cardiovascular de los individuos ante el estrés ortostático. Éste se estudia de manera experimental mediante el cambio pasivo o activo de posición supina a bipedestación, el cambio de posición en cuclillas a posición erguida o la aplicación de una presión atmosférica negativa en la porción inferior del cuerpo en inglés *lower body negative pressure* (siglas en inglés LBNP), entre otras. Una de éstas es la prueba cardiovagal de frecuencia cardiaca también denominada ortostatismo activo (en inglés *stand manoeuvre* o *standing*).

El mantenimiento exitoso de la postura erguida con la perfusión cerebral suficiente requiere de la interacción de varios sistemas de regulación cardiovascular. La estabilización ortostática en condiciones normales ocurre dentro de un periodo de un minuto y se describen 3 fases de la respuesta

circulatoria ortostática: (1) la inicial durante los primeros 30 segundos, (2) estabilización temprana del estado inicial de cambio con duración de 1 a 2 minutos y (3) período ortostático prolongado con duración de al menos 5 minutos después de haberse alcanzado la bipedestación (Wieling, 1997).

En una persona normal y en posición supina, 25% a 30% aproximadamente del volumen de sangre se encuentra en el tórax. Al incorporarse, hay un desplazamiento mediado por la gravedad de aproximadamente 300 a 800 ml de la sangre a la vasculatura del abdomen inferior y extremidades (Thompson, 1988). Esta redistribución sanguínea repentina resulta en una disminución en el retorno venoso, con caída en el volumen sistólico de alrededor de 40% y una disminución secundaria de la presión arterial.

El descenso de la presión arterial activa a dos grupos diferentes de receptores: de alta presión presentes en el seno carotídeo y arco aórtico y de baja presión o mecanorreceptores situados en el corazón y los pulmones (Joyner, 1997). Los primeros llamados también barorreceptores se encuentran en la arteria carótica interna distal a la bifurcación de la arteria carótida común. Las fibras nerviosas de estos barorreceptores se unen al nervio glossofaríngeo que hace aferencia con el NTS. Las fibras nerviosas de los barorreceptores del cayado aórtico viajan a través del nervio vago hacia el núcleo del tracto solitario. Los mecanorreceptores presentes en las 4 cámaras cardíacas se relacionan con vías aferentes vagales amielínicas. Estos mecanorreceptores producen un

efecto inhibitorio tónico sobre los centros de control cardiovascular en el núcleo del tracto solitario. Las neuronas barorreceptoras del núcleo del tracto solitario activan de forma directa a las neuronas cardiovagales del núcleo ambiguo y núcleo dorsal vago mientras que inhiben las neuronas simpatoexcitatorias de la médula ventrolateral rostral (MVLR). (Bennaroch, 1997).

Los primeros ajustes después de alcanzarse la bipedestación consisten en aumento de la frecuencia cardíaca (o disminución del intervalo R-R) de 10 a 15 latidos/min aproximadamente; poco o ningún cambio en la presión arterial sistólica, como un aumento cercano a 10 mm Hg (Wieling, 1997). En este punto, en comparación con la postura en decúbito supino, el volumen de sangre del tórax se reduce en 30%, la eyección cardíaca aumenta en 30% y la frecuencia cardíaca incrementa 10 a 15 latidos/min de manera aproximada (Bennaroch, 1997).

*Regulación de la frecuencia cardíaca.* El nodo sinoauricular en una persona joven sin influencia parasimpática o simpática descarga con una frecuencia de 100 latidos/min, que es una frecuencia mayor de manera sustancial que la frecuencia cardíaca en reposo. De esta manera, en condiciones de reposo el tono PSP mantiene la frecuencia cardíaca en alrededor de 60-70 latidos/min. El incremento de la frecuencia cardíaca se debe a una disminución del tono PSP y al aumento del tono simpático con una liberación de norepinefrina en las terminaciones de los nervios simpáticos. Esto incrementa la curva del potencial

del marcapaso mediante, por ejemplo, apertura de los canales de  $\text{Ca}^{++}$  vía la proteína G. De esta manera, el marcapaso alcanza más rápido su umbral y la frecuencia cardiaca aumenta.

Desde el punto de vista clínico el ortostatismo activo es una prueba de función autonómica que evalúa los cambios en la duración de los intervalos R-R o de la frecuencia cardiaca (FC) producidos por el cambio de posición supina a bipedestación. Uno de los parámetros usados con mayor frecuencia para evaluar la respuesta cardiovascular consecutivos a la bipedestación es la relación 30:15 (intervalo R-R del latido 30/intervalo R-R del latido 15), y de esta manera esta relación se utiliza como un parámetro de la función cardiovagal. El valor normal del índice 30:15 es  $\geq 1.1$  (Idiáquez, 2005); otros autores refieren que debe ser  $\geq 1.04$ . Se ha reportado que el valor de esta relación disminuye con la edad (Taylor y Marcus, 1998).

Mediante el *SphygmoCor* modelo CVMS-CPH, fabricante *AtCor Medical Pty Ltd, Sydney Australia* se ha desarrollado una prueba estandarizada para evaluar la respuesta cardiaca consecutiva a la bipestación, a esta prueba se le denomina *stand manoeuvre* (*Guide SphygmoCor*, 2008). Los registros de la actividad electrocardiográfica  $\geq 5$  min permiten estudiar los cambios latido a latido de la duración del intervalo R-R y el *hardware* del aparato arroja el cálculo de los parámetros de la variabilidad de la frecuencia cardiaca.

## **Variabilidad de la frecuencia cardiaca**

En una persona sana, en reposo, los latidos se van produciendo con una frecuencia variable, es decir, el tiempo (en milisegundos) entre dos latidos cambia de latido a latido. Este aspecto representa el concepto de variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), o HRV por sus siglas en inglés *Heart Rate Variability* (Roadas, 2008). La evaluación de la VFC es un medio para examinar la integridad del sistema nervioso autónomo (SNA), su equilibrio simpático vagal y el sistema cardiovascular (Kleiger, 2005; McCraty, 2006). En condiciones de reposo, el corazón sano es dominado por el sistema nervioso PSP. El predominio vagal se observa durante la mayor parte del ciclo del sueño, la digestión; y los periodos de atención tranquila, centrada, como la meditación o la oración (Buchner y Cols., 2009).

En personas sanas, el tono simpático y el tono PSP están finamente sintonizados. La frecuencia cardiaca es modulada por los efectos combinados de los sistemas nerviosos simpático y PSP y se puede evaluar mediante de los cambios en VFC; ésta se utiliza para identificar a las personas con alto riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, conocer los componentes autónomos de distintos trastornos sistémicos y evaluar el efecto de diferentes intervenciones terapéuticas; así como para entender el efecto de trastornos respiratorios del sueño, insomnio y movimientos periódicos de las extremidades (Hisu y Cols., 2007).

La VFC es un predictor independiente para eventos futuros en las enfermedades cardiovasculares, y la mortalidad relacionada con diversos

factores de riesgo, incluyendo muerte súbita de origen cardiaco por infarto de miocardio o arritmias (Hacker y Cols., 2007).

El estudio de la VFC se puede realizar mediante diferentes métodos. Los más comunes son medidas estáticas (parámetros de tiempo) y análisis espectral (espectro de frecuencia).

**Análisis de tiempo de la VFC.** Se basa en diferentes variables que pueden ser obtenidas en dos formas diferentes, esto es desde las medidas de los intervalos R-R o la diferencia entre dichos intervalos; cada intervalo es una medida de las variaciones en milisegundos entre latido y latido registrado mediante electrocardiograma (ECG) o de la presión arterial. Las variables derivadas de la diferencia de los intervalos R-R son:

- NN50 (%): es el número de intervalos adyacentes que varían por más de 50 ms.
- pNN50 (%): es el número de intervalos adyacentes que varían por más de 50 ms expresado en porcentaje. Marcador de riesgo trombolítico y representa la influencia parasimpática sobre la frecuencia cardiaca. Es referida como variación de la frecuencia cardiaca a corto plazo.
- RMSSD (ms): es el cuadrado de la raíz media de la unión de los intervalos R-R adyacentes y es indicador del control cardiaco vagal (tono PSP). Se ha asociado de manera significativa a una fracción de eyección menor.
- SDNN (ms): Desviación estándar de todos los NN intervalos y representa la VFC total.

**Análisis de espectro de frecuencia de VFC.** Está basada en técnicas autorregresivas, es decir, en particiones de la variación total de la frecuencia cardiaca en ritmos subyacentes que se dan a diferentes frecuencias, las cuales pueden ser asociadas a diferentes ritmos periódicos modulados en forma automática (Roadas y Cols., 2008):

- HF son las frecuencias respiratorias de 9 ciclos por minuto, clínicamente representa la intervención del sistema nervioso parasimpático en el ritmo cardiaco, es decir, disminución de la frecuencia cardiaca.
- LF son las frecuencias respiratorias bajas inferiores de 8 ciclos por minuto. Se considera una zona representativa de la actividad de barorreceptores, por lo cual se relaciona de manera más precisa con el sistema simpático.

### **Punto de acupuntura pericardio 6 (PC6) y función cardiovascular**

Estudios experimentales en animales y estudios clínicos en humanos han mostrado que la acupuntura puede ejercer efectos importantes sobre el sistema cardiovascular y proporcionar un tratamiento eficaz para una variedad de trastornos cardiovasculares. Además, la acupuntura y la electroacupuntura de PC6 se utilizan para tratar una amplia gama de enfermedades como la angina de pecho, infarto de miocardio, hipertensión e hipotensión (Syuu y Cols., 2001); así como dolor precordial, palpitaciones, opresión torácica, náuseas, vómitos, hipo, trastornos mentales, epilepsia, dolor de codo y dolor de brazo (Maoliang, 1993).

En estudios experimentales en modelos con animales se ha informado que la acupuntura en PC6 causa inhibición de la excitación simpática del reflejo cardiovascular (Li, 2010).

En un estudio realizado en perros a los cuales se les ligó la arteria coronaria, la punción del punto PC6 disminuyó la elevación del segmento ST, redujo la resistencia coronaria y mejoró el aporte de oxígeno al corazón isquémico (Zhaoliang, 1987). Lianbi (1983) informó que la presión de oxígeno del miocardio se incrementa con la aplicación de electroacupuntura en PC6 en perros con isquemia cardiaca inducida.

*Anatomía y PC6.* Se localiza en la cara anterior del antebrazo aproximadamente a dos traveses de dedo proximal al pliegue ventral de la muñeca, o 4 cm de manera aproximada; se relaciona desde el punto de vista anatómico con el nervio cutáneo palmar (rama del nervio mediano) y el dermatoma correspondiente a dicho punto es C7 (Azmani, 2008).

## Objetivos

### General

Evaluar el efecto del punto de acupuntura PC6 en la respuesta cardiaca al estrés ortostático en sujetos normales.

### Específicos

- Examinar los cambios en los intervalos R-R durante el estrés ortostático provocado por la *stand manoeuvre* en sujetos sanos.
- Examinar los cambios en los intervalos R-R durante el estrés ortostático provocado por la *stand manoeuvre* en sujetos tratados previamente con acupuntura en PC6.
- Determinar la relación 30:15 durante el estrés ortostático provocado por la *stand manoeuvre* en sujetos sanos.
- Determinar la relación 30:15 durante el estrés ortostático provocado por la *stand manoeuvre* en sujetos tratados previamente con acupuntura en PC6.
- Determinar la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante el estrés ortostático provocado por la *stand manoeuvre* en sujetos sanos.
- Determinar la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante el estrés ortostático provocado por la *stand manoeuvre* en sujetos tratados previamente con acupuntura en PC6.

## **Métodos**

### **Sujetos**

Los sujetos fueron reclutados en la comunidad estudiantil de la Universidad Autónoma Metropolitana y se evaluó si se encontraban sanos desde el punto de vista clínico. Treinta y cuatro sujetos con edades entre 18 y 35 años ( $21.7 \pm 3.8$ ; media  $\pm$  DE) constituyeron el grupo control y 22 sujetos con edades 18 y 35 años ( $21.6 \pm 5.2$ ; media  $\pm$  DE) el grupo experimental al cual se le aplicó acupuntura. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes.

### **Procedimiento**

Los sujetos del grupo control permanecieron en reposo en decúbito dorsal durante 5 minutos. Después de este periodo se realizó la maniobra de *stand manoeuvre*, momento en que inició el registro de la actividad electrocardiográfica mediante el equipo *SphygmoCor* modelo CVMS-CPH, fabricante *AtCor Medical Pty Ltd, Sydney Australia* (*Guide SphygmoCor*, 2008). El periodo de registro fue de 15 minutos.

Con los sujetos del grupo tratado con acupuntura se llevó a cabo un procedimiento similar. Después del periodo de reposo, se hizo el tratamiento con acupuntura como se describe a continuación. Se dejaron pasar cinco minutos después del tratamiento y se inició la maniobra de *stand manoeuvre*.

*Tratamiento con acupuntura.* Se emplearon agujas de acupuntura *HBW Supply Inc., San Jacinto Hemet, CA, EUA* de 0.30 x 40 mm. Se localizó el punto de manera tradicional y se introdujo la aguja de manera perpendicular a una profundidad aproximada de 2.5 cm; no se realizó estimulación adicional, y la aguja permaneció insertada durante un minuto.

### **Análisis estadístico**

Los resultados se reportaron como medias  $\pm$  desviación estándar. Se compararon los valores basales y posacupuntura mediante la prueba *t-Student*, en todos los casos se empleó la fórmula para datos no pareados y la variante de 2 colas. Se consideró como significativa una  $p < 0.05$ . Se empleó el *software NCSS v. 1, 2007, East Kaysville, Utah, EUA*.

## Resultados

### Características demográficas de la población

Las características demográficas de los sujetos en estudio se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características demográficas de los grupos estudiados.

Variable	Controles	Tratados
<b>n</b>	34	22
<b>Varones</b>	4 (11.8 %)	8 (36.6 %)
<b>Mujeres</b>	30 (88.3%)	14 (63.7%)
<b>Edad</b>	21.7 ± 3.8	21.6 ± 5.2
<b>IMC</b>	22.6 ± 2.5	23.13 ± 2.6

### Registro de los intervalos RR

Los cambios típicos en los intervalos R-R debidos al estrés ortostático evaluado mediante la prueba de *stand up* en un sujeto del grupo control y un sujeto del grupo tratado se muestran en las figuras 1 y 2, de manera respectiva.

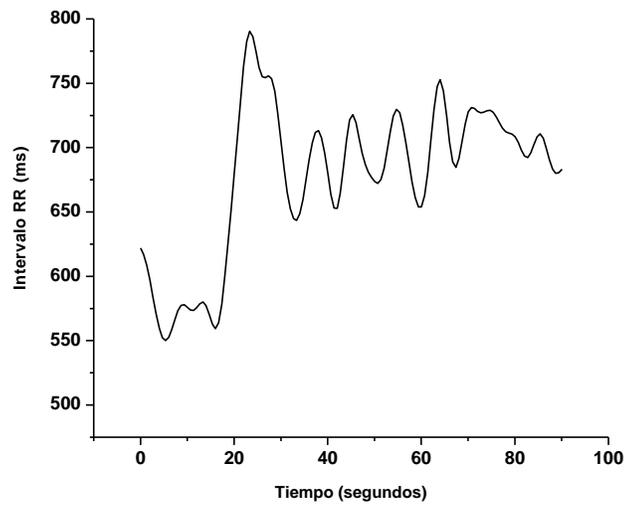


Figura 1. Cambios de los intervalos R-R de un sujeto del grupo control relacionados con el estrés ortostático al adoptar la bipedestación (tiempo 0) en la prueba de *stand manoeuvre*.

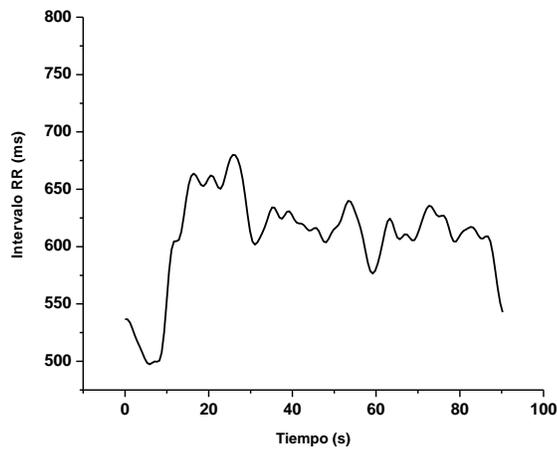


Figura 2. Cambios de los intervalos R-R de un sujeto del grupo tratado relacionados con el estrés ortostático al adoptar la bipedestación (tiempo 0) en la prueba de *stand up*.

Los valores promedio de los registros de los sujetos del grupo control y tratado se muestran en la figura 3. El tratamiento con acupuntura modificó los valores mínimo y máximo del intervalo R-R en el grupo tratado (Min. = 618.4 ms; Max. = 752.2 ms) con respecto al grupo control (Min. = 641.4 ms; Max. = 767.2 ms).

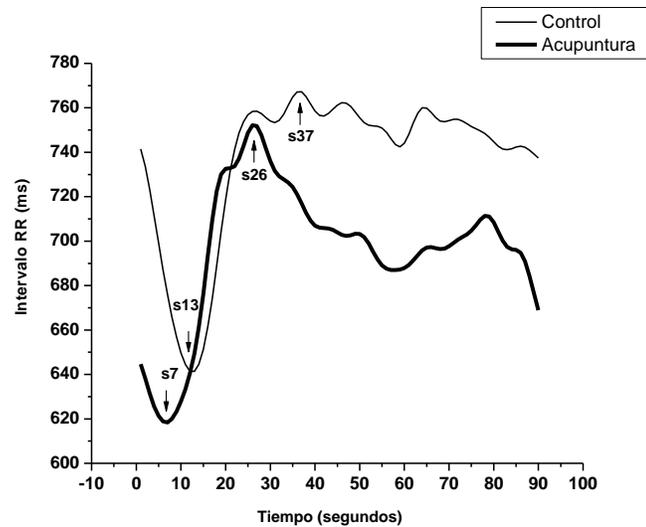


Figura 3. Promedios de los valores del intervalo R-R de los sujetos del grupo control (línea delgada) y del grupo tratado (línea gruesa) durante la prueba de ortostatismo activo de los segundos 1 al 90. Las flechas indican los valores mínimo y máximo de los intervalos R-R en cada uno de los grupos.

El intervalos R-R promedio de los grupos control y tratado de los segundos 90 a 900 se muestra en la figura 4 de manera respectiva; en la mayor parte de este periodo se mantuvieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

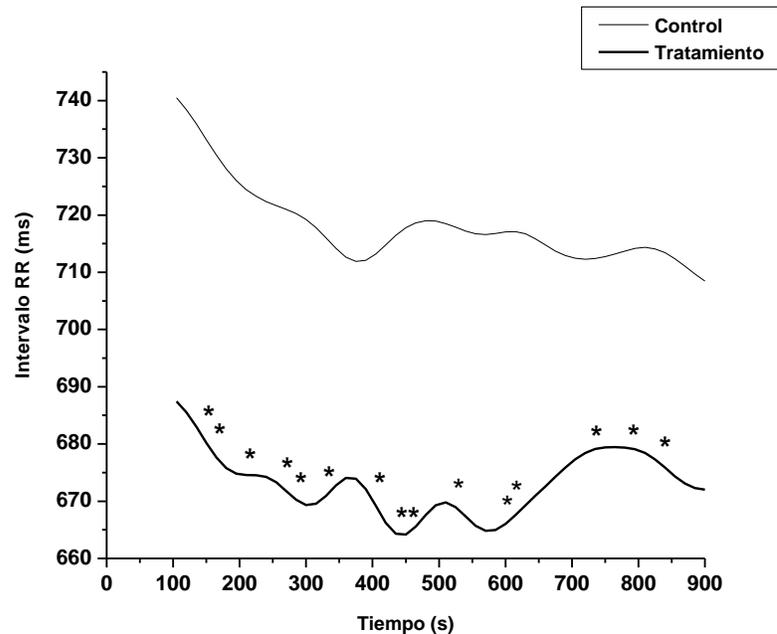
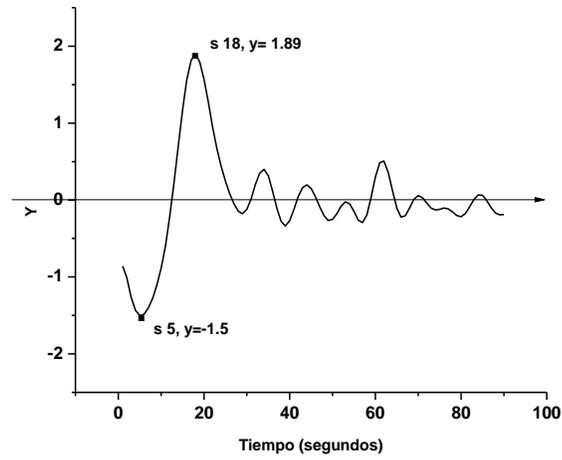


Figura 4. Cambios en los valores del intervalo R-R en los grupos control *versus* tratado durante el periodo de 90 a 900 segundos posterior al ortostatismo activo. \*  $p < 0.05$ .

### **Velocidades máximas y tiempo de aparición de las respuestas de taquicardia y bradicardia en la prueba de estrés ortostático**

En la figura 5 se observa que los sujetos tratados con acupuntura presentaron la velocidad máxima de la respuesta de taquicardia en forma más temprana y con una magnitud menor (s 2,  $y = -0.96$ ) con relación a los controles (s 5,  $y = -1.5$ ). De igual manera, el inicio de la respuesta bradicárdica se presentó más rápido en los sujetos tratados (s 6.6) en relación a los controles (s 12.3).

**A**



**B**

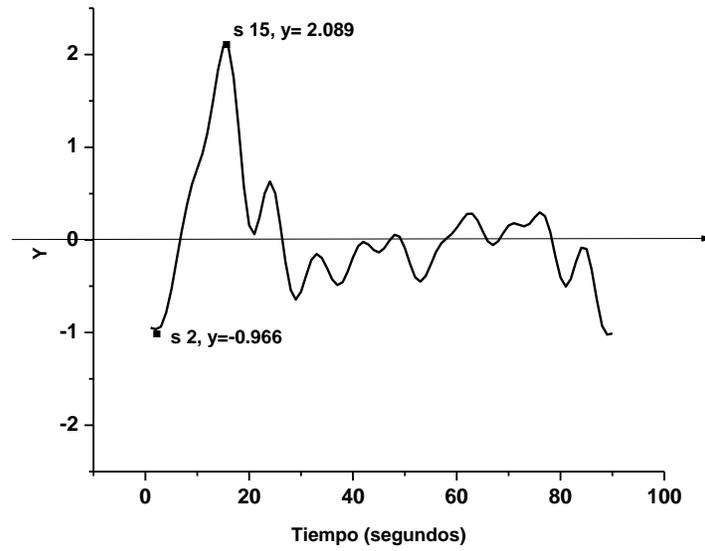


Figura 5. Primera derivada de los intervalos R-R de los promedios del grupo control (A) y grupo tratado con acupuntura (B).

De manera semejante, la velocidad máxima de la respuesta de bradicardia también se presentó más tempranamente y con magnitud mayor en los sujetos tratados (s 15.5, y = 2.1) *versus* los sujetos del grupo control (s 18, y = 1.89) en los cuales la respuesta fue más tardía y de menor valor.

### Relación 30:15

El grupo tratado con acupuntura mostró una elevación significativa de la relación 30:15 respecto al grupo control  $p < 0.03606$ .

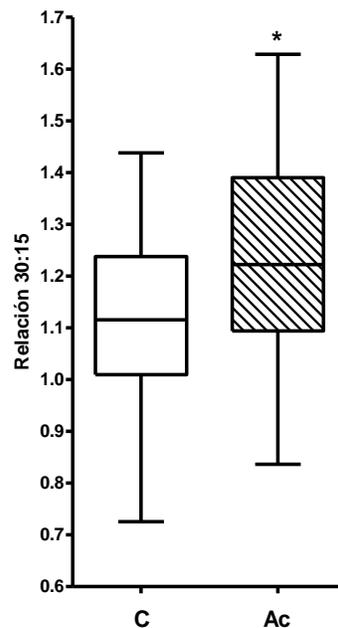


Figura 6. Relación 30:15 en los dos grupos bajo estudiados: control (C) y tratado con acupuntura (Ac). Los rectángulos representan las densidades mayores de sujetos en cada uno de los dos grupos y las barras verticales representan la desviación estándar. \*  $p = 0.03606$ .

### Variabilidad de la frecuencia cardiaca

La comparación de los valores de la variabilidad de la frecuencia cardiaca de la población control *versus* la población tratada con acupuntura no mostró diferencias significativas, ver Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Variabilidad de la frecuencia cardiaca durante el registro en la prueba de ortostatismo activo en los grupos control y tratado con acupuntura.

	<b>Controles</b>	<b>Tratados</b>	<b>p</b>
<b>HRV</b>	11.2 ± 3.1	10.9 ± 3.1	0.72
<b>LF</b>	69.5 ± 11.3	70.81 ± 11.2	0.66
<b>HF</b>	101.4 ± 19.1	102.8 ± 12.5	0.77
<b>LF/HF</b>	1.5 ± 0.3	1.5 ± 0.20	0.95
<b>NN50</b>	146.7 ± 167.8	99 ± 86.6	0.22
<b>pNN50</b>	12.8 ± 14.5	8.2 ± 7.8	0.17
<b>RMSSD</b>	33.3 ± 16.1	28.1 ± 10.2	0.19
<b>SDNN</b>	55.5 ± 16.2	57.7 ± 23	0.67

## Discusión

Los cambios en los intervalos R-R en la prueba stand *manoeuvre* en los sujetos control después asumir la bipedestación fueron los siguientes: disminución del intervalo R-R que alcanza un mínimo en el segundo 13, seguido de un aumento en este intervalo con un máximo en el segundo 37. Por otra parte, en el grupo tratado con acupuntura se observó que la disminución máxima del intervalo R-R se presentó de manera más temprana en el segundo 7; de igual manera el aumento máximo de esta variable también se presentó de forma más temprana en el segundo 26.

El análisis comparativo de la primera derivada de los promedios de cada grupo mostró que en la respuesta inmediata a la bipedestación (primeros 90 segundos) el tratamiento con acupuntura originó los siguientes cambios respecto al grupo control: i) la velocidad máxima de la respuesta del acortamiento del intervalo R-R o taquicardia se alcanzó de manera más rápida y tuvo una magnitud menor, ii) el inicio de la prolongación del periodo intervalo R-R o de disminución de la FC se presentó también más rápidamente en los sujetos tratados y iii) la velocidad máxima de prolongación del intervalo R-R o bradicardia se alcanzó más rápidamente y su intensidad fue mayor.

Después del periodo de los cambios agudos (segundos 1 a 90), el grupo tratado presentó un intervalo R-R menor durante el resto del periodo estudiado (segundos 91 a 900 o 1.5 a 15 minutos) respecto al grupo control; y esta

diferencia fue significativa desde el punto de vista estadístico durante casi todo este periodo.

El grupo tratado con acupuntura mostró una elevación significativa de la relación 30:15 respecto al grupo control. Por último, la acupuntura en las condiciones aplicadas no modificó la variabilidad de la frecuencia cardiaca.

Al asumirse la bipedestación los ajustes tempranos son una disminución del intervalo R-R correspondiente a un aumento de la frecuencia cardiaca de  $\approx 10$  a  $15$  lat/min y un aumento de  $\approx 10$  mm Hg de la presión sistólica que puede o no presentarse. Se presenta también en el organismo en comparación con la posición supina una disminución del volumen sanguíneo en el tórax de aproximadamente 30%, y un aumento del gasto del gasto cardiaco de aproximadamente 30% (Joyner, Shepard, 1997). Se piensa que esta disminución inicial del intervalo R-R es modulada por una disminución de presión en la arteria carótida.

Además, dentro del corazón existen mecanorreceptores en las cuatro cavidades cardiacas vinculados con aferencias vagales no mielinizadas. Estos mecanorreceptores producen un efecto tónico inhibitorio sobre los centros de control vascular de la médula, en particular el núcleo del tracto solitario (NTS). Las neuronas barorreceptoras del NTS activan de manera directa las neuronas

cardiovasculares en el núcleo ambiguo y el núcleo vagal dorsal e inhiben al mismo tiempo las neuronas simpáticas excitatorias de la MVLR (Bennarroch, 1997).

No obstante que estudios preliminares han mostrado que la acupuntura en PC6 es capaz de modificar la variabilidad de la frecuencia cardíaca, en este estudio en el periodo estudiado no se presentaron modificaciones probablemente debido a que la VFC representa el promedio de los 15 minutos de registro de los intervalos RR.

**Mecanismos probables de PC6.** La comparación de la curva de los valores promedio de los intervalos R-R de los grupos control *versus* tratado mostró que en este último la aplicación de PC6 originó los siguientes cambios: la velocidad máxima de la disminución del intervalo R-R se presentó más tempranamente y tuvo una magnitud menor, y la respuesta bradicárdica se inició de manera más temprana y la velocidad del aumento del intervalo R-R se presentó más tempranamente y tuvo un valor mayor.

Se seleccionó el punto PC6 debido a que es uno de los puntos de acupuntura que se emplean con mayor frecuencia para tratar trastornos cardiovasculares (Tam y Yiu, 1975; Bao y *Col.*, 1981; Chen, 1994). Y también se ha empleado en modelos experimentales en animales (Huang y *Col.*, 1991). La estimulación del nervio mediano produce un efecto simpático inhibitorio que involucra el núcleo arcuato del hipotálamo, el área gris periacueductal ventral y el núcleo obscuro del rafe con una proyección a la médula ventrolateral rostral (Li, 1991).

Los impulsos aferentes relacionados con la acupuntura pueden activar el sistema inhibitorio simpático en el cerebro, dando por resultado la liberación de opioides endógenos, ácido  $\gamma$ -amino-*n*-butírico y serotonina (Li, 1991). Estos mediadores pueden inhibir las neuronas simpáticas de los núcleos paragigantocelular lateral y la médula ventrolateral rostral, los cuales son centros importantes, en coordinación con otros para mantener la presión arterial sanguínea y la integridad de los reflejos cardiovasculares (Bauer *et al.*, 1989; Stornetta y *Cols.*, 1989). Se encontró que la acupuntura manual en PC6 provocó cambios en índices calculados a partir de la segunda derivada que pueden relacionarse con un efecto simpático inhibitorio (Rivas y *Cols.*, 2007).

Los resultados del presente estudio muestran que PC6 modifica las respuestas integradas relacionadas con la variación de la duración del intervalo R-R y que su acción probablemente sea mediada a nivel central y no modificando la respuestas efectoras de las porciones simpática y parasimpática del sistema nervioso autonómico.

## **Conclusión**

En conclusión en el estudio presente se encontró que en sujetos sanos las respuestas cardiacas durante el estrés ortostático provocado por el cambio a bipedestación a partir de la posición supina fueron modificadas en forma significativa por la acupuntura manual en PC6. Lo anterior nos indica que la acupuntura en PC6 es una herramienta terapéutica potencial en los trastornos relacionados con una respuesta cardiocirculatoria inapropiada a la bipedestación.

## **Limitaciones del estudio**

Respecto a la variabilidad de la frecuencia cardiaca una limitación del estudio es que esta fue calculada con un periodo de intervalos R-R que incluyeron los cambios agudos que se presentan durante el primer minuto que se promediaron con los valores del intervalo R-R en el periodo de estabilización.

Una limitación potencial de este estudio fue que se realizó una estimulación moderada de PC6 con la cual, sin embargo, se lograron cambios significativos en las variables estudiadas excepto la VFC.

## **Perspectivas**

Debido a que uno de los mecanismos probables de PC6 pueden ser mediados por estimulación vagal, se puede proponer un estudio donde se aplique o no antagonistas colinérgicos como la atropina en un modelo experimental en animales, para clarificar si el efecto de PC6 es mediado o no por estimulación vagal.

Se puede proponer otro estudio donde se examine el efecto de PC6 en otros modelos de estrés ortostático como ortostatismo pasivo, o presión negativa en la porción inferior del cuerpo. También se puede estudiar el efecto de PC6 con otros niveles de estimulación manual o electroacupuntura; así como la duración del periodo de inserción de la aguja.

Es deseable proponer un estudio de intervención terapéutica con acupuntura en PC6 en pacientes con disfunción cardiovagal como disautonomía ortostática, síncope de origen cardiogénico que se pueden presentar en pacientes con o sin diabetes mellitus.

## **Bibliografía**

- Azmani M (2008) Medicina energética. Acupuntura II. Circuitos energéticos principales. Sevilla, España. Editorial Paidotrobo.
- Bao YX, Lu HH, Yu GR, Zheng DS, Cheng BH, Pan CC (1981) The immediate effect on acute myocardial infarction treated by puncturing Neiguan. *Chin Acupunct Moxib* 1: 2–5
- Bauer RM, Iwamoto GA, Waldrop TG (1989) Ventrolateral medullary neurons modulate pressor reflex to muscular contraction. *Am J Physiol* 257 (5 Pt 2): R1154–R1161.
- Bennarroch E (1997) The Central Autonomic Network: Functional Organization and Clinical Correlations. Armonk, NY. Futura Press.
- Buchner T, Petelczyc M, Zebrowski JJ (2009) On the nature of heart rate variability in a breathing normal subject: a stochastic process analysis. *Chaos*. 19: 028504.
- Lianbi C (1983) The effects of electrical acupuncture of PC6 on the PO<sub>2</sub> of the border zone between ischemic and non-ischemic myocardium in dogs. *Journal of Traditional Chinese Medicine* 3(2): 83–88.
- ATCOR. Guide SphygmoCor, 2008. Consultado: 8 de noviembre de 2013. URL: <http://www.atcormedical.com>
- Haker E, Egekvist H, Bjerring P (2007) Effect of sensory stimulation (acupuncture) on sympathetic and parasympathetic activities in healthy subjects. *Journal of the Autonomic Nervous System*. 79(1):52–59.

- Hisu CC, Weng CS, Sun MF, Shyu LY, Hu WC, Chang YH (2007) Evaluation of scalp and auricular acupuncture on EEG, HRV, and PRV. *American Journal of Chinese Medicine*. 35 (2):219–230.
- Huang EM, Feng QZ, Hu P (1991) Role of ventrolateral medullary area in the effect of electrical needling “Neiguan” point on improving acute myocardial ischemia in rabbits. *Acupunct. Res*. 16: 108–111.
- Idiáquez J, Kaufmann H, Soza M, Necochea K (2005) Falla autonómica pura. Síndrome de Bradbury Eggleston. *Revista Médica de Chile*. 133:215-218.
- Joyner M, Sheppard T (1997) Autonomic regulation of the circulation. In: Low P, ed. *Clinical Autonomic Disorders*. 2nd ed. Philadelphia, Pa: Lippincott-Raven; 61–71.
- Kleiger R, Stein P, Bigger T (2005) Heart rate variability: Measurement and clinical utility. *A. N. E.*; 10(1): 88–101.
- Li P (1991) Modulatory effect of somatic inputs on the medullary cardiovascular neuronal function. *News Physiol. Sci*. 6: 69–72.
- Li P, Longhurst JC (2010) Neural mechanism of electroacupuncture's hypotensive effects. *Autonomic neuroscience: Basic and Clinical-Journal-Elsevier*.
- Maoliang Q (1993). *Chinese Acupuncture and Moxibustion*. Churchill Livingstone, London.
- . (2007) Assessment of the vascular effects of PC6 (neiguan)

- using the second derivative of the finger photoplethysmogram in healthy and hypertensive subjects. *Am J Chinese Med*, 35 (3), 427–436.
- Roadas G, Carballido P, Capdevilla L (2008) Heart Rate Variability: definition, measurement and clinical relation aspects. *Archivos medicina del deporte: V XXV (123): 41-47*.
- Smith FW (1992) *Acupuncture for cardiovascular disorders. Problems in veterinary medicine*. Floral Park, NY.
- Stornetta RL, Morrison SF, Ruggiero DA, Reis DJ (1989) Neurons of rostral ventrolateral medulla mediate somatic pressor reflex. *Am. J. Physiol.* 256(2 Pt 2): R448–R462.
- Syuu Y, Matsubara H, Kiyooka T, Hosogi S, Mohri S, Araki J, Ohe T, Suga H (2001) Cardiovascular beneficial effects of electroacupuncture at PC6 (PC-6) acupoint in anesthetized open-chest dog. *Japanese Journal of physiology*.
- Tam KC, Yiu HH (1975) The effect of acupuncture on essential hypertension. *Am. J. Chin. Med.* 3: 369–375.
- Zhaoliang T (1987) Assessment of acupuncture in the prevention of sudden death from coronary heart disease. *Journal of Traditional Chinese Medicine*; 7(2):143-146.
- Taylor AA, Marcus B (1998) Interaction of the nervous system and the heart. In: *The science and practice of pediatric cardiology*. Garson A, Bricker JT Jr, Fisher DJ, Neish SR. Williams and Wilkins; 415-42.

Thompson WO, Thompson PK, Dailey ME. (1988) The effect of upright posture on the composition and volume of the blood in man. *J Clin Invest*; 5:573–609

Wieling W, VanLieshout JJ (1997) Maintenance of postural normotension in humans. In: Low P, ed. *Clinical Auton Disord*. Philadelphia, Pa: Lippincott-Raven; 73– 82.

## Anexo

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO. 1

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

1. Por medio de la presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado: **EFFECTO DEL PUNTO DE ACUPUNTURA PC6 EN LA RESPUESTA CARDIACA AL ESTRÉS ORTOSTATICO EN SUJETOS NORMALES**

Se me ha explicado que mi participación consistirá en: *Permanecer acostado durante 5 minutos al término de los cuales se deberá cambiar a posición de pie, y permanecer así durante 15 minutos para el registro de variables.*

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio, que son los siguientes.

- *Sensación de calambre o descarga en el punto de acupuntura.*
- *Enrojecimiento y inflamación de la piel en el punto de acupuntura.*
- *Dolor en la región puncionada*
- *Náusea, vértigo, palpitaciones*
- *Rara vez infección en la piel*

El investigador responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto.

El investigador responsable me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

---

Nombre y firma del paciente

Testigo 1 \_\_\_\_\_

Testigo 2 \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Dom: \_\_\_\_\_

Dom: \_\_\_\_\_

Números telefónicos a los cuales puede comunicarse en caso de emergencia, dudas o preguntas relacionadas con el estudio: \_\_\_\_\_

## CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO. 2

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

1. Por medio de la presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado: **EFFECTO DEL PUNTO DE ACUPUNTURA PC6 EN LA RESPUESTA CARDIACA AL ESTRÉS ORTOSTATICO EN SUJETOS NORMALES**

Se me ha explicado que mi participación consistirá en: *Permanecer acostado durante 5 minutos antes y 5 minutos después de la aplicación de la aguja en el punto de acupuntura pericardio 6 lado izquierdo, el cual se localiza en la cara anterior del antebrazo aproximadamente 4 cm por encima del pliegue transversal de la muñeca; la aguja permanecerá insertada durante un minuto. Al transcurrir los 5 minutos posteriores a la aplicación de acupuntura cambiar a la posición de pie y permanecer así durante 15 minutos para el registro de variables.*

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio, que son los siguientes.

- *Sensación de calambre o descarga en el punto de acupuntura.*
- *Enrojecimiento y inflamación de la piel en el punto de acupuntura.*
- *Dolor en la región puncionada.*
- *Náusea, vértigo, palpitaciones,*
- *Rara vez infección en la piel.*

El investigador responsable se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar

cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo en el Instituto.

El investigador responsable me ha dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente

Testigo 1 \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_  
Dom: \_\_\_\_\_

Testigo 2 \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_  
Dom: \_\_\_\_\_

Números telefónicos a los cuales puede comunicarse en caso de emergencia, dudas o preguntas relacionadas con el estudio: \_\_\_\_\_