

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

UNIDAD IZTAPALAPA

DIVISIÓN: CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA SALUD



ESPECIALIZACIÓN EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA

**Acupuntura en el punto auricular Simpático modifica la actividad del sistema nervioso autónomo en la prueba de ortostatismo en sujetos sanos**

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:

**ESPECIALISTA EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA**

PRESENTA:

**Med. Cir. José Pablo Akel**

DIRECTOR

DR. JOSÉ FEDERICO RIVAS VILCHIS

ASESOR

MED. ESP. ACUP. FIT JORGE ALBERTO CERVANTES REYES

MEXICO, D.F.

2015



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Unidad Iztapalapa

Fecha : 26/03/2015

Página : 1/1

CONSTANCIA DE PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO

La Universidad Autónoma Metropolitana extiende la presente CONSTANCIA DE PRESENTACION DE IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS de ESPECIALIZACION EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA del alumno JOSE PABLO AKEL , matrícula 2123800342, quien cumplió con los 125 créditos correspondientes a las unidades de enseñanza aprendizaje del plan de estudio. Con fecha veintiséis de marzo del 2015 presentó la DEFENSA de su IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS cuya denominación es:

ACUPUNTURA EN EL PUNTO AURICULAR SIMPATICO MODIFICA LA ACTIVIDAD DEL SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO EN LA PRUEBA DE ORTOSTATISMO EN SUJETOS SANOS.

Cabe mencionar que la aprobación tiene un valor de 10 créditos y el programa consta de 135 créditos.

El jurado del examen ha tenido a bien otorgarle la calificación de:

Aprobado

JURADO

Presidente

*Roman Ramos*

DR. RUBEN ROMAN RAMOS

Secretario

*Gerardo Blancas Flores*

DR. GERARDO BLANCAS FLORES

Vocal

*Jorge Alberto Cervantes*

MED. ESP. JORGE ALBERTO CERVANTES  
WREYES

**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:**

**José Pablo Akel**

**El día 26 de marzo del año 2015.**

**Sinodales:**

**PRESIDENTE:  
Dr. Rubén Román Ramos**

---

**SECRETARIO:  
Dra. Elizabeth Hernández  
Pérez**

---

**VOCAL:  
Med. Esp. Jorge Alberto  
Cervantes Reyes**

---

## **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**

**MED. ESP. ACUP. FIT. JORGE ALBERTO CERVANTES REYES**

Profesor Asociado

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**

A los Dr. José Federico Rivas Vilchis y Dra Tania Balderas Dorantes, por su gran apoyo, su tiempo y todas sus enseñanzas para la culminación de este trabajo.

A mi familia por apoyarme incondicionalmente en todo momento y darme todo su amor.

A Myriam con todo mi amor por su apoyo y paciencia infinita.

A mis compañeros y profesores gracias por su amistad y conocimientos.

## **RESUMEN**

La auriculoterapia es una modalidad de tratamiento en la cual la superficie externa de la oreja es estimulada con el objeto de aliviar patologías en otras regiones del cuerpo. El punto auricular Simpático se emplea en diversos transtornos y se le atribuyen acciones antiarrítmicas y vasodilatadoras. 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. La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) permiten estudiar el equilibrio simpático/parasimpático sobre la actividad cardíaca. El propósito de este estudio fue analizar si el punto Simpático de la oreja produce modificaciones de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y en la frecuencia cardíaca.

### **Materiales y métodos**

Se estudiaron a 20 voluntarios sanos de la comunidad estudiantil de la Universidad Autónoma Metropolitana con edades entre 18 y 40 años ( $26.5 \pm 5.5$  en mujeres y  $24.5 \pm 6.1$  en varones). Se obtuvo un registro electrocardiográfico mediante el equipo *SphygmoCor modelo CVMS-CPH*, fabricante *AtCor Medical Pty Ltd, Sydney Australia (Guide SphygmoCor, 2008)*, en decúbito dorsal durante 5 minutos, 5 minutos de pie, se aplicó el tratamiento con acupuntura durante 1 minuto con agujas de 0.22 mm de diámetro x 40 mm de longitud (*HBW Supply Inc., San Jacinto Hemet, CA, EUA*). Después de este periodo se tomó otro registro 5 minutos en decúbito dorsal y luego 5 minutos en

posición de pie. El procedimiento se realizó en ambos pabellones con una semana de separación.

## **Resultados**

Respecto a la VFC se encontró que:

1. La prueba de ortostatismo basal produjo: en los parámetros de tiempo una disminución del PNN50 y el RMSSD; y en los parámetros de frecuencia disminución de HF y aumento de LF/HF, en todos los casos significativa.
2. La prueba de ortostatismo posterior a la aplicación de acupuntura en la oreja derecha produjo: en los parámetros de tiempo disminución del PNN50 y el RMSSD; y en los parámetros de frecuencia disminución de HF y aumento de LF/HF, en todos los casos significativa.
3. La prueba de ortostatismo posterior a la aplicación de acupuntura en la oreja izquierda produjo: disminución del PNN50 y el RMSSD en los parámetros de dominio de frecuencia; y en los parámetros de frecuencia disminución de HF y aumento de LF/HF, en todos los casos significativa.
4. La comparación de la prueba de ortostatismo basal *versus* posacupuntura mostró que la acupuntura en la oreja derecha produjo que los cambios en los parámetros de tiempo PNN50 y el RMSSD fueran mayores.
5. La comparación de la prueba de ortostatismo basal *versus* posacupuntura mostró que la acupuntura en la oreja izquierda produjo que los cambios en el parámetro de tiempo el RMSSD fuera mayor.
6. La comparación de los parámetros de la VFC en decúbito en los periodos basal *versus* posacupuntura mostró que los valores de PNN50 y RMSSD fueron



mayores y menor LF/HF en el periodo basal posacupuntura, de manera significativa y en ambas orejas.

Respecto a la frecuencia cardiaca se encontró que:

La acupuntura en oreja derecha respecto a la oreja izquierda provocó un aumento mayor y significativo de la FC en la prueba de ortostatismo. al comparar los cambios basal *versus* posacupuntura.

### **Conclusiones**

El punto Simpático de cualquiera de los dos pabellones auriculares acentuó la respuesta simpática ante el estrés ortostático en personas sanas.

**Palabras clave:** auriculoterapia, punto Simpático, ortostatismo, variabilidad de la frecuencia cardiaca, sistema nervioso autónomo, frecuencia cardiaca

## **ABSTRACT**

Auriculotherapy is based on the stimulation of the outer surface of the ear in order to treat diseases in distal body regions. Sympathetic point is used in several disorders and been attributed to have antiarrhythmic and vasodilator actions. Under normal conditions the human body has nervous and humoral mechanisms to preserve the circulatory homeostasis under conditions of varying posture in the so called orthostatic stress. The heart rate variability (HRV) allow to study the sympathetic/parasympathetic balance on cardiac activity. The purpose of this study was to analyze whether the sympathetic point of the ear produces changes in the heart rate variability and heart rate.

### **Materials and methods**

Twenty healthy volunteers from the student community of the Autonomous Metropolitan University were studied, all were between 18 and 40 years ( $26.5 \pm 5.5$  for woman and  $24.5 \pm 6.1$  for men). Electrocardiographic recording was obtained by means of Sphygmocor computer model CVMS-CPH, manufacturer AtCor Medical Pty Ltd, Sydney Australia (Guide Sphygmocor, 2008), supine for 5 minutes, 5 minutes stand, the treatment was using acupuncture for 1 minute with 0.22 mm diameter x 40 mm length needles (HBW Supply Inc., Hemet San Jacinto, CA, USA). After this period another record of 5 minutes in supine and then five minutes in a standing position were taken. The procedure was performed in each of ear with after a washout period of one week.

### **Results**

Regarding the HRV was found that:

1. In basal conditions, stand manoeuvre elicited PNN50 and RMSSD decrease in time domain parameters; and decrease HF and increase LF / HF in time domain parameters, in all cases significant.
2. Stand manoeuvre after acupuncture in the right ear acupuncture produced: in the time domain parameters decrease of PNN50 and RMSSD; and decreased and increased HF LF / HF in frequency domain parameters, in all cases significant.
3. Stand manoeuvre after acupuncture in the right ear acupuncture produced: decrease in PNN50 and RMSSD in the time domain parameters; decrease and increase HF LF/HF in the frequency domain parameters, in all cases significant.
4. Comparison of basal orthostatic *versus* posacupuncture tests showed that acupuncture in the right ear produced higher changes in the parameters of time PNN50 and RMSSD.
5. Comparison of basal orthostatic test *versus* posacupuncture showed that acupuncture in the left ear produced higher changes in the RMSSD.
6. Comparison of HRV lying parameters basal *versus* acupuncture periods showed that PNN50 and RMSSD were higher and LF/HF lower at baseline posacupuncture, significantly an in either of the two ears.

Regarding heart rate:

The right ear acupuncture in relation to the left ear caused a higher and significant increase in HR in stand manoeuvre comparing basal *versus* posacupuncture changes.

## **Conclusions**

The Sympathetic point increases the sympathetic response to orthostatic stress in healthy people.

**Key words:** auriculotherapy, sympathetic point, stand manoeuvre, heart rate variability, autonomic nervous system, heart rate.

## Principales abreviaturas y acrónimos

---

<b>SNC</b>	Sistema nervioso central
<b>FC</b>	Frecuencia cardiaca
<b>VFC</b>	Variabilidad de la frecuencia cardiaca
<b>RR</b>	Intervalo entre dos ondas R del electrocardiograma
<b>ECG</b>	Electrocardiograma
<b>pNN50 (%)</b>	Es el número de intervalos adyacentes que varían por más de 50 ms expresado en porcentaje
<b>RMSSD (ms)</b>	Es el cuadrado de la raíz media de la unión de los intervalos R-R adyacentes.
<b>HF</b>	Son las frecuencias correspondientes a los ciclos respiratorias de 9 ciclos por minuto.
<b>LF</b>	Son las frecuencias respiratorias bajas inferiores de 8 ciclos por minuto.
<b>LF/HF</b>	Relación LF dividida entre HF.
<b>ms</b>	Milisegundo

---

## Principales abreviaturas y acrónimos (continua)

---

<b>NN</b>	Intervalo NN que es sinónimo del intervalo RR.
<b>VFCt</b>	Variabilidad de la frecuencia cardiaca triangular.
<b>LFn</b>	<i>Low frequency</i> normalizada
<b>HFn</b>	<i>High frequency</i> normalizada
<b>HFmáx</b>	<i>High frequency</i> máxima
<b>LFmáx</b>	<i>Low frequency</i> máxima
<b>Total power</b>	Suma de todas las frecuencias.
<b>HFpower</b>	Frecuencia total de <i>high frequency</i> .
<b>LFpower</b>	Frecuencia total de <i>low frequency</i> .
<b>TINN</b>	Índice triangular de los intervalos NN

---

## Índice

Resumen	vi
Abstract	ix
Abreviaturas usadas en el texto	xii
<hr/>	
Introducción	1
Objetivos	15
Hipótesis	16
Material y métodos	17
Resultados	20
Discusión	38
Conclusiones	41
Limitaciones del estudio	42
Perspectivas	43
Bibliografía	45
Anexo	48

# INTRODUCCIÓN

## Auriculoterapia

La auriculoterapia o auriculomedicina es una modalidad de tratamiento en la cual la superficie externa de la oreja es estimulada con el objeto de aliviar patologías en otras regiones del cuerpo (Oleson, 2003).

Antecedentes históricos. La auriculoterapia se emplea en el tratamiento de enfermedades desde hace centenas de años. El origen de la auriculoterapia es desconocido, muchas culturas como la china, egipcia y persa se atribuyen su desarrollo (Lipszyc, 1989). En el texto clásico de la medicina tradicional china Huang Di Nei Jing, que fue compilado en alrededor del 500 A.C., se describe la correlación entre la aurícula y el cuerpo. En la época de Hipócrates, alrededor del año 450 A.C., los puntos de la superficie posterior de la oreja se utilizaron mediante técnica de sangrado para facilitar la eyaculación, reducir problemas de impotencia y tratar dolor en los miembros inferiores. También se informó de que el pabellón auricular se relaciona con las emociones.

Durante el Renacimiento el comercio esporádico entre China y Europa hizo posible la introducción de agujas, moxa y la cauterización del oído externo o el corte de las venas detrás de las orejas para aliviar las enfermedades en Europa. En 1957, Paul Nogier introdujo el concepto de un mapa feto invertido en el oído externo: propuso el concepto después de visitar a un médico tradicional, que cauterizaba la pequeña zona auricular llamada punto ciático de los pacientes para el tratamiento de la ciática, a su vez ese médico popular aprendió esta

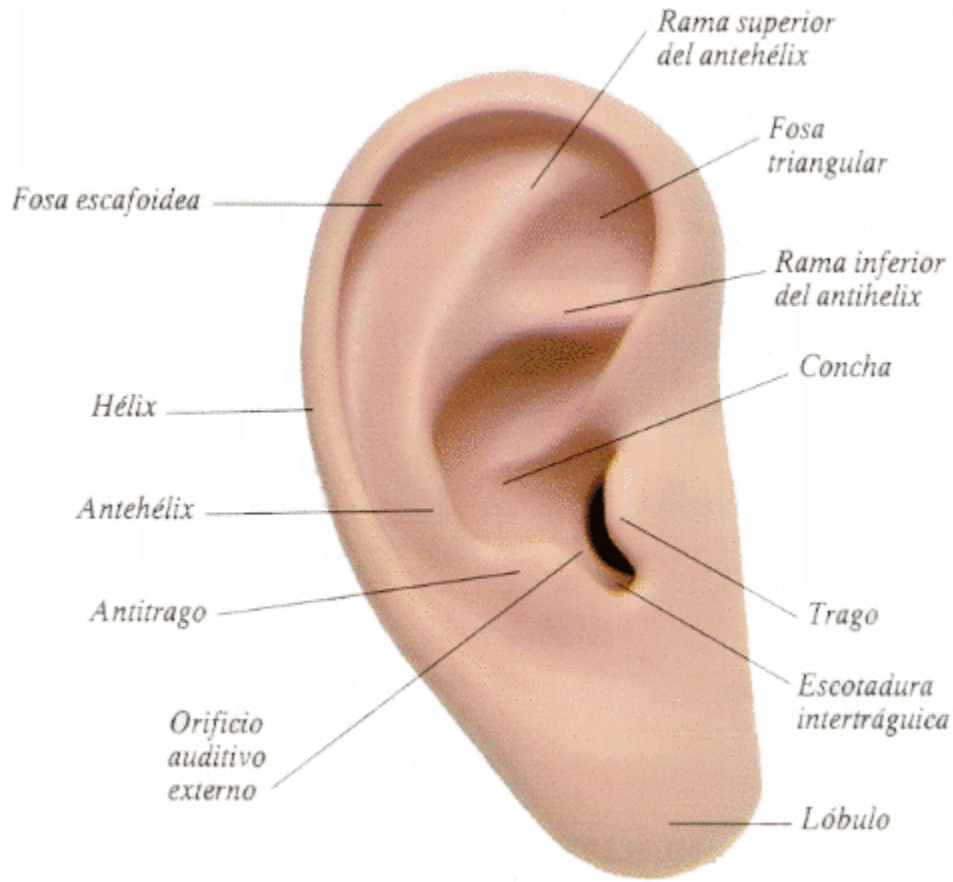


técnica de un chino (Rubio Sáez, 1992). Nogier hizo público sus hallazgos de diversas maneras, lo que finalmente condujo a la aceptación generalizada de su enfoque. Con algunas excepciones, las cartas chinas son muy similares a los originales de Nogier.

Anatomía del pabellón auricular. Se ubica en las zonas laterales de la cabeza, por delante de la apófisis mastoidea y detrás de la articulación temporomandibular. Tiene de 60 a 65 mm de altura y 25 a 35 mm de ancho.

El pabellón auricular tiene una estructura cartilaginosa que le da su forma característica, elevaciones y depresiones, músculos, ligamentos y recubierta por piel. El reborde externo de la oreja se denomina hélix, termina inferiormente en el lóbulo de la oreja, que es la única zona de consistencia carnosa ya que carece de cartílago. El conducto auditivo externo parte de la región más profunda de la depresión central o concha de la oreja.

El trago es una elevación anterior a la abertura del conducto auditivo externo, por delante de la concha. El antitrago es otra elevación que se encuentra por encima del lóbulo de la oreja, enfrente del trago. El antehélix es otro reborde curvo, de menor tamaño, paralelo y anterior al hélix. Se divide en dos ramas superior e inferior delimitando la fosita escafoidea y navicular (Testut y Latarjet, 1975; Gray, 2010).



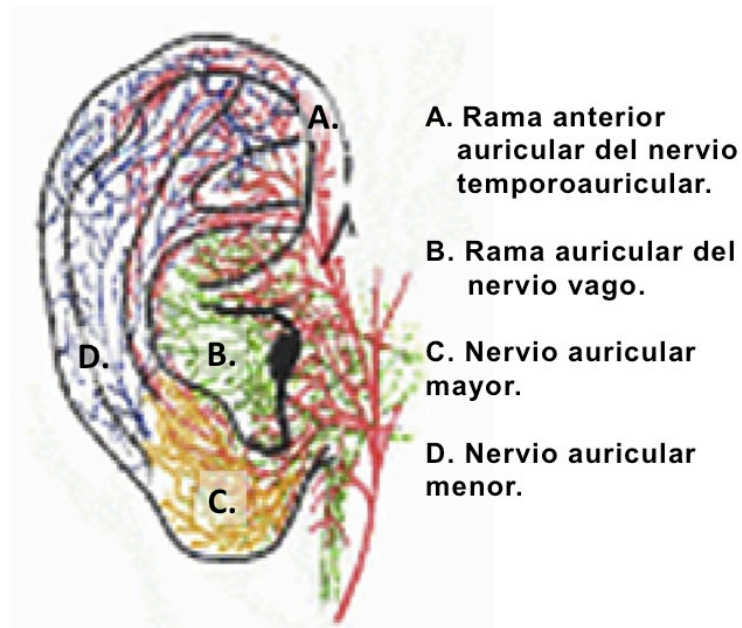
**Figura 1.** Anatomía del pabellón auricular

*Inervación.* La inervación del pabellón auricular es proporcionada de manera principal por cuatro nervios (Figura 2):

a) rama anterior auricular del nervio temporoauricular, rama del nervio trigémino, inerva al hélix, parte anterior de la fosa triangular, raíz inferior del antehélix, parte

antero-superior de la raíz del hélix, parte superior de la concha, trago y lóbulo auricular.

b) Rama auricular del nervio vago: inerva la parte inferior de la concha y el canal del oído externo.



**Figura 2.** Inervación del pabellón auricular.

c) El nervio auricular mayor que es parte del plexo cervical, inerva ambas caras del lóbulo auricular.

d) El nervio auricular menor inerva principalmente la piel de la parte superior y posterior del pabellón auricular (Rubio Sáez 1992).

Por otra parte, la inervación del pabellón auricular se caracteriza por una gran cantidad de solapamientos entre los múltiples nervios (Wang y Cols. 2011; Ueno y Cols. 1993).

### **Auriculoterapia y sistema nervioso neurovegetativo**

En un estudio con voluntarios sanos se estimuló el punto auricular Corazón. Se analizó el efecto agudo sobre la frecuencia cardíaca, variabilidad de la frecuencia cardíaca, velocidad de la onda del pulso e índice de incremento (en inglés *augmentation index*). Los hallazgos fueron una disminución de la frecuencia cardíaca y un incremento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca total. La presión de la onda del pulso disminuyó y el valor del índice de incremento fue mayor (Gao y Cols., 2011).

En estudios con ratas se analizaron los efectos de diferentes formas de estimulación con acupuntura en la frecuencia cardíaca y la variabilidad de la frecuencia cardíaca. En la oreja se estudió el punto Corazón y en acupuntura corporal los puntos PC6, E36 y VC12. Se encontró que el punto Corazón originó un aumento en la VFC, no así en los otros puntos de acupuntura (Gao 2012). En 2015, Huang y Cols. en un estudio exploratorio con personas sanas se examinó el efecto del punto de acupuntura C7 sobre la VFC. Se dividieron en 4 grupos: punto C7 acupuntura verdadera, punto C7 acupuntura placebo (en inglés sham), acupuntura en un punto placebo y no acupuntura. El estudio mostró un

incremento de la VFC con la acupuntura del punto C7 y sin efecto en los puntos placebo.

### **Auriculoterapia y patología cardiovascular**

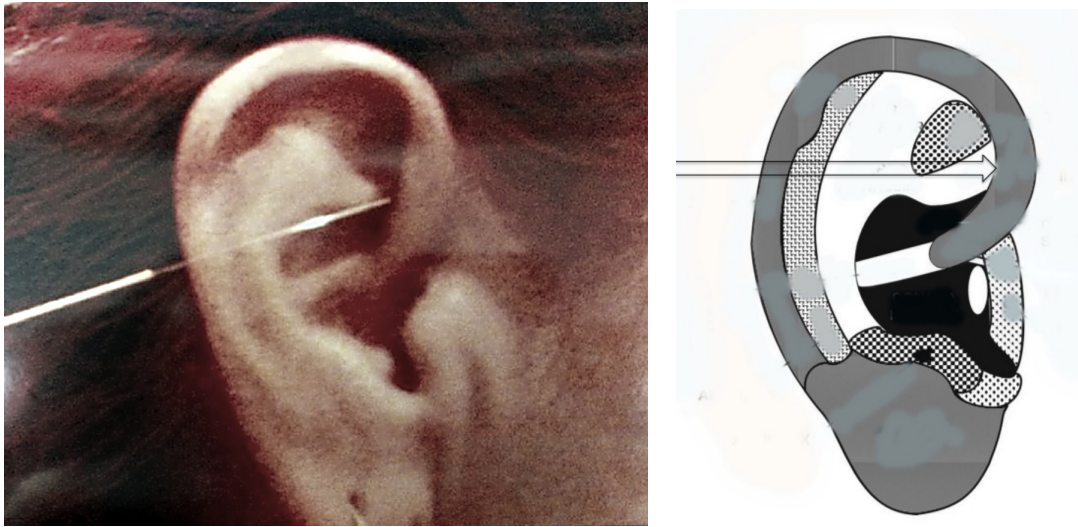
En un estudio con 30 pacientes con hipertensión arterial que recibieron acupuntura auricular en el punto Corazón y punto Estómago se observaron produciendo efectos a corto y largo plazo con disminución de consecutivos a la estimulación en el punto corazón, no así en el punto estómago (Huang y Cols., 1992).

El punto auricular Surco Hipotensor tiene probablemente una acción simpaticolítica directa o produce la liberación de neurotransmisores con acción antiadrenérgica (Bautista-Arias, 2012).

### **Punto auricular simpático**

El punto auricular simpático se localiza en el borde de la línea que va entre el borde de la raíz inferior del antehélix y el borde curvo de la parte anterior del hélix (Rubio Sáez, 1992) (Figura 3).

Se emplea en trastornos gastrointestinales, respiratorios, ginecológicos y de las vías urinarias; como analgésico en las úlceras, litiasis renales y vesiculares. Se le atribuyen acciones antiarrítmica y vasodilatadoras. Regulariza desequilibrios neurovegetativos (Lipszyc 1989).



**Figura 3.** Punto auricular Simpático.

### **Variabilidad de la frecuencia cardiaca**

La frecuencia cardíaca es uno de los parámetros no invasivos más utilizado en el análisis y en la valoración cardiovascular en humanos. 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* (Rodas, 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 parasimpático. 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 parasimpático están finamente sintonizados. La frecuencia cardiaca es modulada por los efectos combinados de los sistemas nerviosos simpático y parasimpático 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, 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). 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 parasimpático). Se ha asociado de manera significativa a una fracción de eyección menor.

*Análisis de espectro de frecuencia de la 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 (Rodas y Cols., 2008):

- HF son las frecuencias correspondientes a los ciclos respiratorios de 9 ciclos por minuto de manera aproximada; desde el punto de vista clínica 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.
- LF/HF es el cociente de LF entre HF.

### **Ortostatismo**

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 estas 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: a) la inicial durante los primeros 30 segundos, b) estabilización temprana del estado inicial de cambio con duración de 1 a 2 minutos y c) 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 de la sangre a la vasculatura del abdomen inferior y extremidades mediado por la gravedad de 300 a 800 ml, de manera aproximada (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 (Mohrman, D. y cols, 2006).

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 carótida 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 núcleo del tracto solitario. 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 vágales 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 cardiovaginales del núcleo ambiguo y núcleo dorsal vago mientras que inhiben las neuronas simpatoexcitatorias de la médula ventrolateral rostral (Bennarroch, 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 (Bennarroch, 1997).

**Prueba de ortostatismo.** 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.

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 bipedestación, 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.

### **Regulación de la frecuencia cardiaca**

El nodo seno auricular 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 cardiaca en reposo. De esta manera, en condiciones de reposo el tono parasimpático reduce la frecuencia cardiaca de manera aproximada a 60-70 latidos/min. El incremento de la frecuencia cardiaca se debe a una disminución del tono parasimpático 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  $Ca^{++}$  vía la proteína G. De esta manera, el marcapaso alcanza más rápido su umbral y la frecuencia cardiaca aumenta (Mohrman y Cols., 2006).

El propósito de este estudio fue analizar si el punto Simpático del pabellón auricular produce modificaciones de la variabilidad de la frecuencia cardiaca y la frecuencia cardiaca.

## OBJETIVOS

### General

Evaluar el efecto del punto auricular simpático en la respuesta cardiaca al estrés ortostático en sujetos normales por medio de la variabilidad de la frecuencia cardiaca y la frecuencia cardiaca.

### Específicos

- 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 auricular del punto simpático.
- Examinar los cambios en la frecuencia cardiaca durante el estrés ortostático provocado por la *stand manoeuvre* en sujetos sanos.
- Examinar los cambios en la frecuencia cardiaca durante el estrés ortostático provocado por la *stand manoeuvre* en sujetos tratados previamente con acupuntura auricular del punto simpático.

## **HIPÓTESIS**

- El punto auricular simpático produce cambios en la variabilidad de la frecuencia cardíaca.
- El punto auricular simpático produce cambios en la frecuencia cardíaca.

## **MÉTODOS**

### **Población**

Los sujetos fueron reclutados en la comunidad estudiantil de la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana y se evaluó si se encontraban sanos desde el punto de vista clínico. Participaron en el estudio 20 voluntarios con edades entre 18 y 40 años ( $26.5 \pm 5.5$  en mujeres y  $24.5 \pm 6.1$  en varones). Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes. El estudio presente cumple con los requisitos internacionales y nacionales de la investigación biomédica en humanos; el protocolo fue sometido al Comité de Ética de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana.

### **Procedimiento**

Se obtuvo un registro en decúbito dorsal durante 5 minutos, luego 5 minutos en posición de pie, a continuación, se aplicó el tratamiento con acupuntura durante 1 minuto. Después de este periodo se tomó otro registro 5 minutos en decúbito dorsal y luego 5 minutos en posición de pie. El procedimiento se realizó en el pabellón auricular derecho y posteriormente en el izquierdo, con una semana de separación. Se registró la actividad electrocardiográfica mediante el equipo SphygmoCor modelo CVMS-CPH, fabricante AtCor Medical Pty Ltd, Sydney Australia (Guide SphygmoCor, 2008).



Las muestras electrocardiográficas se ajustaron a unidades de tiempo de 1 ms y las muestras de RR se tomaron a una frecuencia de 1000 Hz. Se removieron por medio de métodos de filtración los latidos ectópicos prematuras y los artefactos que interfieren con el análisis de la VFC.

Para el análisis de la VFC se obtuvieron índices por métodos lineales, tiempo y frecuencia. Los métodos lineales se dividen en dos tipos: análisis de tiempo de dominio y análisis de frecuencia de dominio. Para los análisis del tiempo de dominio de la VFC, que son llamados así por expresar sus resultados en unidades de tiempo (milisegundos) para cada intervalo RR normal (latidos sinusales); la VFC se mide durante un tiempo determinado de tiempo, en nuestro estudio 5 minutos.

El índice triangular tomando como base un histograma de densidad de los intervalos RR normales, que muestra en el eje horizontal (eje de las x), la longitud de los intervalos RR y en el eje vertical (eje y), la frecuencia en la cuales se presenta cada intervalo. La unión de los puntos de las columnas del histograma forma una figura triangular. La base del triángulo expresa la variabilidad de los intervalos RR. El índice triangular se calcula dividiendo a) el área que corresponde con el número total de intervalos RR empleados para construir la figura; entre b) la altura que corresponde al número de intervalos RR con la frecuencia modal, del triángulo (Rajendra y Cols, 2006; Gamelin y Cols., 2008; Thayer y Cols.)

El otro método lineal es la frecuencia de dominio, para este análisis se empleó la densidad de potencia del espectro que se emplea para individuos en reposo

(Tonhajzerova y Cols., 2008).

*Tratamiento con acupuntura.* Se emplearon agujas de acupuntura (HBW Supply Inc., San Jacinto Hemet, CA, EUA) de 0.22 mm de diámetro x 40 mm de longitud. Se localizó el punto de manera convencional y se introdujo la aguja de manera perpendicular a una profundidad aproximada de 0.2 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 empleó la prueba *t-student* para la comparación de datos pareados en el caso de los valores correspondientes al mismo sujeto, y para datos no pareados o independientes para la comparación entre ambas orejas. Se consideró como significativa una  $p < 0.05$ , para todas las pruebas se consideraron dos colas. Para el análisis estadístico se empleó el software NCSS v. 1, 2007, East Marysville, Utah, EUA.

## RESULTADOS

La edad promedio de la población en estudio fue  $25.6 \pm 5.7$  (media  $\pm$  DE) años (60% mujeres), ver Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características sociodemográficas de la población.

Variables	Mujeres	Varones
Participantes	12 (60%)	8 (40%)
Edad	$26.5 \pm 5.5$	$24.5 \pm 6.1$
IMC	$23.8 \pm 3.06$	$23.5 \pm 4.5$

La edad promedio de la población en estudio fue  $25.6 \pm 5.7$  (media  $\pm$  DE) años (60% mujeres), ver Cuadro 1.

**Cuadro 2.** Cambios en la prueba de ortostatismo por la aplicación de acupuntura en el punto Simpático del pabellón auricular izquierdo en los parámetros de tiempo de la VFC.

**A. Ortostatismo basal**

Parámetros	Ortostatismo basal		<i>P</i>
	Decúbito	De pie	
PNN50 (%)	34.3 ± 19.7	17.9 ± 19.7	<0.001
RMSSD (ms)	63.2 ± 31.7	43.6 ± 28.1	<0.001

**B. Ortostatismo posacupuntura**

PNN50 (%)	38.4 ± 18.2	17.1 ± 19.0	< 0.001
RMSSD (ms)	70.3 ± 37.1	41.7 ± 25.4	<0.001

En el Cuadro 2 se observa que la acupuntura en el punto Simpático del pabellón auricular izquierdo provocó disminuciones significativas en los índices de tiempo del PNN50 y RMSSD en la etapa basal y de la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante el ortostatismo en la prueba basal (Cuadro 2.A) y en la posacupuntura (Cuadro 2.B).

**Cuadro 3.** Cambios en la prueba de ortostatismo por la aplicación de acupuntura en el punto Simpático del pabellón auricular izquierdo en los parámetros de frecuencia de la VFC.

**A. Ortostatismo basal**

Parámetros	Decúbito	De pie	<i>P</i>
VFC t	12 ± 3.1	12.8 ± 4.1	0.092
LF power (ciclos/m)	1043.9 ± 814.8	1474.7 ± 1656.1	0.2307
LF n	48.6 ± 17.5	69.9 ± 12.9	<0.001
HF power (ciclos/m)	1027.6 ± 631.9	619.1 ± 695.7	0.0020
HF n	51.4 ± 17.5	30.1 ± 12.9	<0.001
LH/HF	1.2 ± 1	3.2 ± 2.6	0.003

**B. Ortostatismo posacupuntura**

Parámetro	Decúbito	De pie	<i>P</i>
VFC t	12.9 ± 2.8	12.8 ± 3.4	0.8153
LF power (ciclos/m)	1102.4 ± 857.8	1363.3 ± 773.4	0.2231
LF n	43.6 ± 11.8	70.8 ± 16.2	<0.001
HF power (ciclos/m)	1454 ± 12482	751.9 ± 858	<0.001
HF n	56.4 ± 11.2	29.2 ± 16.3	<0.001
LH/HF	0.8 ± 0.4	3.8 ± 3.4	0.00090

Se observa que el ortostatismo basal provocó aumento de LF y LH/HF y disminución de HF (Cuadro 3.A). En el ortostatismo posacupuntura el tratamiento

en el punto Simpático del pabellón auricular derecho originó aumento de LF y LH/HF y disminución de HF (C 3.B).

**Cuadro 4.** Cambios en los parámetros de tiempo de la VFC con y sin la aplicación de acupuntura en el punto Simpático del pabellón auricular derecho en la prueba de ortostatismo.

**A. Ortostatismo basal**

Parámetros	Decúbito	De pie	<i>P</i>
PNN50 (%)	28.7 ± 20.12	16.5 ± 16.1	<0.001
RMSSD (ms)	55.5 ± 32.3	40.7 ± 22.5	0.026

**B. Ortostatismo posacupuntura**

Parámetros	Decúbito	De pie	<i>P</i>
PNN50 (%)	35.7 ± 20.6	13.7 ± 14.9	<0.001
RMSSD (ms)	61.7 ± 31.5	37.2 ± 19.8	<0.001

En el Cuadro 4 se observa que la acupuntura en el punto Simpático del pabellón auricular derecho provocó disminuciones significativas en los índices PNN50 y RMSSD de la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante el ortostatismo en la prueba basal y en la posacupuntura.

**Cuadro 5.** Cambios en la prueba de ortostatismo por la aplicación de acupuntura en el punto auricular Simpático derecho en los parámetros de frecuencia de la VFC.

**A. Ortostatismo basal**

Parámetros	Decúbito	De pie	<i>P</i>
VFC t	11.3 ± 2.8	12.9 ± 3.7	0.0227
LF power (ciclos/m)	966.9 ± 754.7	1562.8 ± 1583.6	0.043
LF n	53.3 ± 15.2	67.4 ± 18.4	0.005
HF power (ciclos/m)	887.4 ± 843.91	663.9 ± 605.2	0.2674
HF n	46.7 ± 15.2	32.6 ± 18.4	0.005
LH/HF	1.4 ± 1	3.4 ± 2.97	0.0033
LF max	0.08 ± 0.02	0.08 ± 0.03	0.8198
HF max	0.3 ± 0.07	0.2 ± 0.06	0.008

**B. Ortostatismo posacupuntura**

Parámetros	Decúbito	De pie	<i>P</i>
VFC t	12.1 ± 4.2	12.3 ± 3.6	0.864
LF power (ciclos/m)	970.9 ± 1363.6	1302.6 ± 1160.6	0.235
LF n	47.5 ± 13	72.5 ± 14.6	<0.001
HF power (ciclos/m)	1117.6 ± 1241.8	511.3 ± 573.1	0.050
HF n	52.5 ± 13	27.5 ± 14.6	<0.001
LH/HF	1.03 ± 0.5	3.7 ± 2.5	<0.001
LF max	0.07 ± 0.02	0.07 ± 0.02	1
HF max	0.3 ± 0.05	0.2 ± 0.07	0.055

Se observa que el ortostatismo basal provocó aumento de la VFC triangular, LF y la LF/HF (Cuadro 5. A). En el ortostatismo posacupuntura el tratamiento en el punto Simpático del pabellón auricular derecho originó aumento LH/HF; y disminución de HF (Cuadro 5.B).

**Cuadro 6.** Cambios producidos por la aplicación del punto simpático del pabellón auricular derecho en los parámetros de tiempo de la VFC durante el ortostatismo basal *versus* posacupuntura.

Parámetros	Delta		P
	Basal	Posacupuntura	
PNN50 (%)	-12.2 ± 13.7	-22.04 ± 17.8	0.055
RMSSD (ms)	-14.8 ± 27.5	-24.5 ± 29.1	0.0263

El Cuadro 6 muestra que la acupuntura en el punto Simpático originó disminuciones mayores de manera significativa de los parámetros de tiempo PNN50 y RMSSD en la prueba de ortostatismo, respecto al ortostatismo basal.



**Cuadro 7.** Cambios producidos por la aplicación del punto simpático del pabellón auricular derecho en los parámetros de frecuencia de la VFC durante la prueba de ortostatismo basal *versus* posacupuntura.

Parámetros	Deltas		P
	Basal	Posacupuntura	
VFC t (m)	-1.6 ± 2.9	-0.2 ± 4.8	0.2382
LF power (ciclos/m)	-596 ± 1233.7	-331.8 ± 1211.9	0.4986
LF n	14.1 ± 20.2	25 ± 14.8	0.0419
HF power (ciclos/m)	223.5 ± 874.6	606.3 ± 1299.7	0.2813
HF n	-14.10 ± 20.2	-25 ± 14.8	0.0587
LH/HF	-2 ± 2.6	-2.6 ± 2.1	0.3787
LF max	-0.002 ± 0.03	-1.4 E-18 ± 0.3	0.8575
HF max	0.05 ± 0.09	0.04 ± 0.09	0.5314

El Cuadro 7 muestra que la acupuntura originó aumento mayor de LF y disminución mayor de HF de manera significativa al comparar los cambios en los los parámetros de frecuencia de los periodos basal o preacupuntura y posacupuntura.

**Cuadro 8.** Cambios producidos por la aplicación del punto simpático izquierdo en los parámetros de tiempo de la VFC durante el ortostatismo basal *versus* posacupuntura.

Parámetros	Deltas		P
	Basal	Posacupuntura	
PNN50 (%)	16.3 ± 13.5	21.3 ± 13.6	0.2475
RMSSD (ms)	-19.6 ± 13.4	-28.7 ± 23.4	0.027

El Cuadro 8 muestra que la acupuntura originó una disminución mayor en el parámetro de tiempo RMSSD al comparar las pruebas de ortostatismo basal *versus* posacupuntura.

**Cuadro 9.** Cambios producidos por la aplicación del punto simpático izquierdo en los parámetros de frecuencia de la VFC durante el ortostatismo basal *versus* posacupuntura.

Parámetros	DELTAS		P
	Basal	Posacupuntura	
VFC t	-0.8 ± 2.1	0.2 ± 3.3	0.2285
LF power (ciclos/m)	-430.8 ± 1555.9	-261 ± 926.4	0.6772
LF n	-21.3 ± 19.01	-27.1 ± 17.3	0.2201
HF power (ciclos/m)	408.6 ± 512.2	701.1 ± 778.22	0.1684
HF n	21.3 ± 19.01	27.1 ± 17.3	0.3147
LH/HF	-1.9 ± 2.2	-2.9 ± 3.3	0.2809
LF max	0.01 ± 0.03	0.002 ± 0.03	0.5153
HF max	0.05 ± 0.1	0.04 ± 0.07	0.7076
Total power	-929.1 ± 3149.7	-571 ± 6353.6	0.8224

No se observaron diferencias significativas en los parámetros de frecuencia al comparar las pruebas de ortostatismo basal *versus* acupuntura.

**Comparaciones entre el punto Simpático de la oreja derecha *versus* izquierda.**

**Cuadro 10.** Comparación de los parámetros de tiempo del VFC en posición de decúbito basal y decúbito posacupuntura: A. oreja derecha y B. oreja izquierda.

**A. Oreja derecha**

Parámetros	Basal	Posacupuntura	<i>P</i>
PNN50 (%)	28.7 ± 20.1	35.7 ± 20.6	0.0045
RMSSD (ms)	55.6 ± 32.3	61.7 ± 31.5	0.0335

**B. Oreja izquierda**

Parámetros	Basal	Posacupuntura	<i>P</i>
PNN50 (%)	34.3 ± 19.7	38.4 ± 18.2	0.0168
RMSSD (ms)	63.2 ± 31.7	70.3 ± 37.1	0.0088

La comparación en los períodos de decúbito basal y posacupuntura muestra diferencias significativas en los parámetros de tiempo de la VFC en ambas orejas.

**Cuadro 11.** Comparación entre los parámetros de frecuencia de la VFC en posición de decúbito basal y decúbito posacupuntura en: A. en la oreja derecha y B. oreja izquierda.

**A. Oreja derecha**

Parámetros	Decúbito basal	Decúbito posacupuntura	<i>P</i>
VFC t	11.3 ± 2.8	12.1 ± 4.2	0.2416
LF power (ciclos/m)	966.9 ± 754.7	970.85 ± 1363.6	0.9850
LF n	53.3 ± 15.18	47.5 ± 13	0.1103
HF power (ciclos/m)	887.4 ± 844	1117.6 ± 1241.8	0.1498
HF n	46.7 ± 15.18	52.5 ± 13	0.1103
LH/HF	1.4 ± 1	1.03 ± 0.6	0.0389
LF max	0.1 ± 0.2	0.1 ± 0.02	0.2635
HF max	0.3 ± 0.08	0.3 ± 0.06	0.8447

Continúa Cuadro 11.

### B. Oreja izquierda

Parámetros	Decúbito	Decúbito	<i>P</i>
	basal	posacupuntura	
VFC t	12 ± 3.1	13 ± 2.8	0.0582
LF power (ciclos/m)	1043.9 ± 814.8	1102.35 ± 857.8	0.7446
LF n	48.6 ± 17.5	43.6 ± 11.2	0.1842
HF power (ciclos/m)	1027.6 ± 631.9	1452.95 ± 1248.2	0.0241
HF n	51.4 ± 17.5	56.4 ± 11.2	0.1842
LH/HF	1.2 ± 1	0.8 ± 0.4	0.0878
LF max	0.1 ± 0.02	0.09 ± 0.03	0.5832
HF max	0.3 ± 0.3	0.2 ± 0.07	0.2026

Se encontró una disminución significativa en LF/HF en la oreja derecha al comparar los cambios en los períodos de decúbito basal *versus* posacupuntura (Cuadro 11.A). En la oreja izquierda, la VFCt aumentó con tendencia significativa ( $p=0.0582$ ); el HF *power* aumentó y LH/HF disminuyó de manera significativa, al comparar las diferencias entre los períodos basal y posacupuntura.

**Cuadro 12.** Cambios los parámetros de tiempo de la VFC durante la prueba de ortostatismo producidos en el periodo posacupuntura en la oreja derecha (OD) *versus* izquierda (OI).

Parámetros	OD (Deltas)	OI (Deltas)	P
SDNN (ms)	1.4 ± 31.3	5.4 ± 29	0.6800
NN50 (%)	63.5 ± 56.5	58.2 ± 49.1	0.7533
PNN50 (%)	22.04 ± 17.8	21.3 ± 13.6	0.8901
RMSSD (ms)	24.5 ± 29.1	28.7 ± 23.4	0.6176
TINN	-51.3 ± 143.8	-20.1 ± 201.2	0.5764

No se observan diferencias significativas al comparar los efectos del punto Simpático de los pabellones auricular derecho *versus* izquierdo en los parámetros de tiempo en el período posacupuntura.

**Cuadro 13.** Cambios los parámetros de frecuencia de la VFC durante la prueba de ortostatismo producidos en el periodo posacupuntura en la oreja derecha (OD) *versus* izquierda (OI).

Parámetros	OD (Deltas)	OI (Deltas)	<i>P</i>
VFC t	-0.2 ± 4.8	0.2 ± 3.3	0.7830
LF power (ciclos/m)	-331 ± 1221	-260.9 ± 926.4	0.8365
LF n	-25 ± 14.8	-27.1 ± 17.3	0.6793
HF power (ciclos/m)	606.3 ± 1299.7	701.1 ± 778	0.7812
HF n	25 ± 14.8	27.1 ± 17.3	0.6793
LH/HF	-2.7 ± 2.1	-2.9 ± 3.3	0.7534
LF max	-1.4 E-18 ± 0.03	0.003 ± 0.03	0.8092
HF max	0.04 ± 0.08	0.04 ± 0.07	0.9850
Total power	160.9 ± 4174.6	-570.9 ± 6353.6	0.6693

No se observan diferencias significativas al comparar los efectos del punto Simpático de los pabellones auricular derecho *versus* izquierdo en los parámetros de frecuencia en el período posacupuntura.



**Cuadro 14.** Diferencia entre los valores de los parámetros de tiempo de la VFC en decúbito basal y decúbito posacupuntura de la oreja derecha *versus* izquierda.

Parámetros	OD	OI	<i>P</i>
	Basal <i>versus</i> acupuntura (delta)	Basal <i>versus</i> acupuntura (delta)	
PNN50 (%)	-7.04 ± 9.8	51 ± 7.1	0.3488
RMSSD(ms)	-6.165 ± 12	-7.15 ± 11	0.7881

No se encontraron diferencias significativas en los parámetros de tiempo del VFC en los períodos basal y posacupuntura, al comparar los valores de oreja izquierda y derecha.

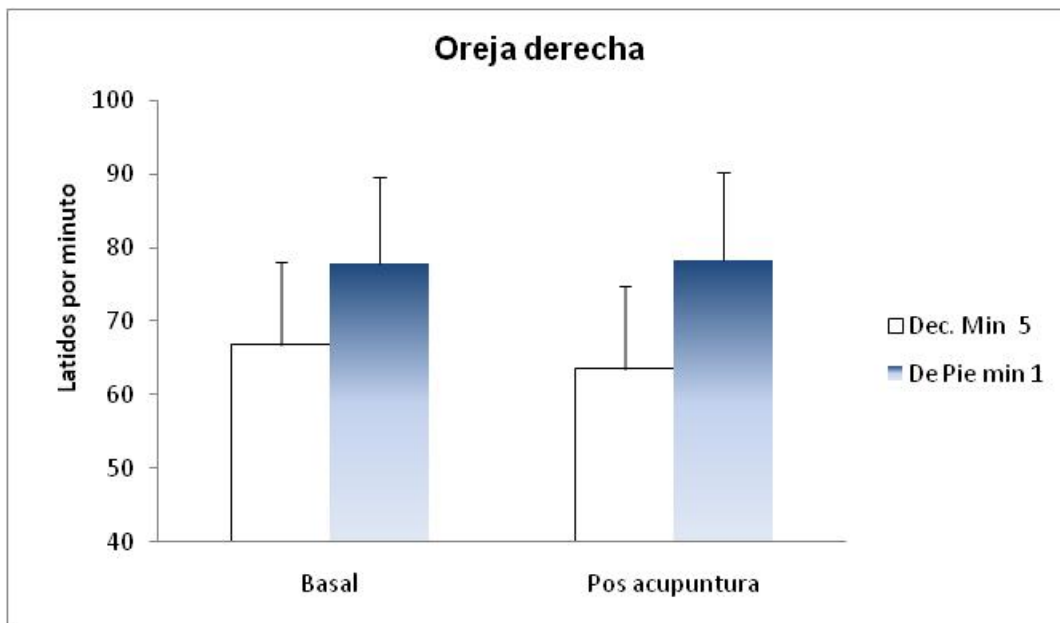
**Cuadro 15.** Diferencia entre los valores de los parámetros de frecuencia de la VFC en decúbito basal y decúbito posacupuntura de la oreja derecha *versus* izquierda.

Parámetros	OD	OI	<i>P</i>
	Basal <i>versus</i> acupuntura (delta)	Basal <i>versus</i> acupuntura (delta)	
VFC t	-0.8 ± 3.	-0.9 ± 2.1	0.8855
LF <i>power</i> (ciclos/m)	-4 ± 944.7	-58.5 ± 790.8	0.8443
LF n	5.8 ± 15.4	5 ± 16.2	0.8768
HF <i>power</i> (ciclos/m)	-230.3 ± 686.1	-425.4 ± 776.3	0.4049
HF n	-5.8 ± 15.4	-5 ± 16.2	0.8768
LH/HF	0.386 ± 0.8	0.3945 ± 1	0.9759
LF max	0.008 ± 0.03	-0.005 ± 0.04	0.2473

No se encontraron diferencias significativas en los parámetros de frecuencia de la VFC en los períodos basal y posacupuntura, al comparar los valores de oreja izquierda y derecha.

## Frecuencia cardiaca

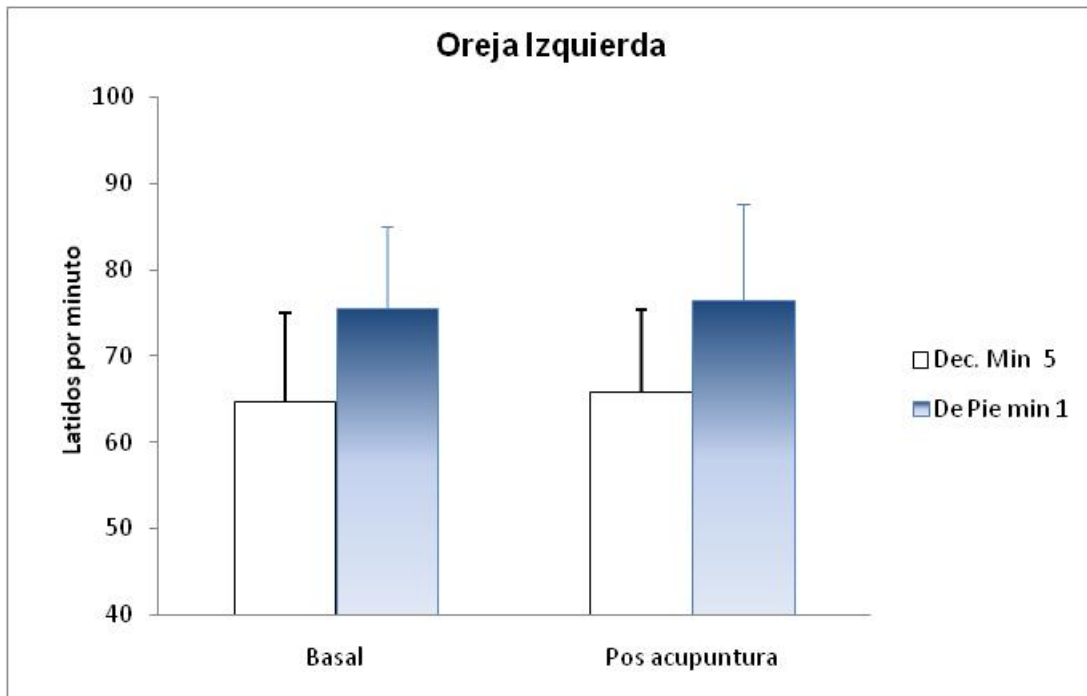
Los cambios de frecuencia cardiaca producidos por la prueba de ortostatismo en condiciones basal y posacupuntura se muestran para la oreja derecha en la Figura 4 y para la izquierda en la Figura 5.



**Figura 4.** Cambios en la frecuencia cardiaca (basal) y después del tratamiento con el punto Simpático del pabellón auricular derecho (posacupuntura).

Para la oreja derecha (Figura 4), en condiciones basales se presentó en el ortostatismo basal un incremento en la frecuencia cardiaca significativo ( $p < 0.001$ ); y en el ortostatismo posacupuntura ( $< 0.001$ ).

Para la oreja izquierda (Figura 5), en condiciones basales se presentó en el ortostatismo basal un incremento en la frecuencia cardiaca significativo ( $p < 0.001$ ); y en el ortostatismo posacupuntura ( $p < 0.001$ ).



**Figura 5.** Cambios en la frecuencia cardiaca (basal) y después del tratamiento con el punto Simpático del pabellón auricular izquierdo (posacupuntura).

En la comparación de los deltas de la prueba de ortostatismo basal *versus* posacupuntura, se encontró que en la oreja derecha se presentó diferencia significativa ( $p=0.002$ ); mientras que en la izquierda la diferencia no fue significativa ( $p=0.89$ )

## DISCUSIÓN

Los hallazgos principales del estudio fueron los siguientes:

### *Respecto a la VFC*

- La prueba de ortostatismo basal o previa a la aplicación de la acupuntura produjo: una disminución del PNN50 y el RMSSD en los parámetros de tiempo; y en los parámetros de frecuencia disminución de HF y aumento de LF y de LF/HF, en todos los casos significativa.
- La prueba de ortostatismo consecutiva a la aplicación de acupuntura en la oreja derecha produjo: en los parámetros de tiempo disminución del PNN50 y el RMSSD; y en los parámetros de frecuencia disminución de HF y aumento de LF y LF/HF, en todos los casos significativa.
- La prueba de ortostatismo posterior a la aplicación de acupuntura en la oreja izquierda produjo: disminución del PNN50 y el RMSSD; y en los parámetros de frecuencia disminución de HF y aumento de LF/HF, en todos los casos significativa.
- La comparación de la prueba de ortostatismo basal *versus* posacupuntura mostró que la acupuntura en la oreja derecha produjo que los cambios en los parámetros de tiempo PNN50 y el RMSSD fueran mayores; y en LF un aumento y HF disminución en cuanto a los parámetros de frecuencia.

- La comparación de la prueba de ortostatismo basal *versus* posacupuntura mostró que la acupuntura en la oreja izquierda produjo que los cambios en el parámetro de tiempo RMSSD fuera mayor.
- La comparación cambios ortostáticos producidos por acupuntura en la oreja derecha *versus* izquierda no mostró diferencias significativas entre ambas orejas.
- La comparación de los parámetros de la VFC en decúbito en los periodos basal *versus* posacupuntura mostró que los valores de PNN50 y RMSSD fueron mayores y menores en la relación LF/HF en el periodo basal posacupuntura, de manera significativa y en ambas orejas.

*Respecto a la frecuencia cardíaca*

- Al comparar los cambios en el periodo basal de las frecuencias cardíacas del minuto cinco del periodo de decúbito *versus* minuto uno del periodo de pie en la prueba de ortostatismo basal se observaron aumentos significativos de la FC en la oreja derecha ( $p < 0.001$ ) y en la izquierda ( $p < 0.001$ ).
- Al comparar los cambios en el periodo posacupuntura de las frecuencias cardíacas del minuto cinco del periodo de decúbito *versus* minuto uno del periodo de pie en la prueba de ortostatismo basal se observaron aumentos significativos de la FC en la oreja derecha ( $p < 0.001$ ) y en la izquierda ( $p < 0.001$ ).

- Al comparar la magnitud de los cambios de frecuencias cardiacas del minuto cinco del periodo basal de decúbito *versus* minuto uno del periodo de pie de los periodos basal *versus* posacupuntura en la prueba de ortostatismo basal se encontró un aumento significativo en la oreja derecha ( $p = 0.002$ ) y en la oreja izquierda no significativo ( $p = 0.89$ )

En un estudio previo de este mismo Laboratorio (Fuentes-Méndez 2014) se demostró que la acupuntura en PC6 modifica la respuesta adaptativa del organismo ante el estrés ortostático, acentuando y haciendo que aparezca mayor la respuesta simpática; y de igual manera, con la respuesta parasimpática consecutiva a la respuesta simpática.

No se encontró en las fuentes bibliográficas consultadas antecedentes acerca de la demostración experimental de efectos relacionados con el sistema nervioso vegetativo del denominado punto Simpático.

## CONCLUSIONES

- Las variaciones de los parámetros de dominio de tiempo como el descenso del PNN50 y el RMSSD; y el aumento del LF, disminución de HF y aumento de LF/HF en el dominio de frecuencia indican que en la prueba de ortostatismo basal y posacupuntura se presentó en ambos casos un desplazamiento del equilibrio de las actividades simpática - parasimpática hacia un aumento de la actividad simpática.
- Además, la intervención con acupuntura en el punto auricular Simpático acentuó esa respuesta adaptativa simpática.
- La comparación del efecto de la acupuntura en oreja derecha *versus* izquierda en la prueba de ortostatismo respecto a la VFC no mostró diferencias significativas.
- Respecto a la FC, la acupuntura en el punto Simpático en la oreja derecha respecto a la izquierda provocó un aumento mayor y significativo de la FC en la prueba de ortostatismo al comparar los cambios basal *versus* posacupuntura.



## **LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Una limitación del estudio es que no se pudo realizar el estudio del cociente 30:15 debido a que no se realizó un registro continuo durante el periodo de experimentación.

Otra limitación es el tiempo corto de registro que no permite saber cual es la duración de los cambios en la frecuencia cardiaca.

## PERSPECTIVAS

La metodología empleada en este estudio puede aplicarse para el análisis del efecto de la acupuntura en la variabilidad de la frecuencia cardiaca y los cambios en la frecuencia cardiaca. Se considera importante iniciar estudios para caracterizar de manera experimental el efecto del punto *Simpático* del pabellón auricular en pacientes con trastornos neurovegetativos, en especial, con distonía neurovegetativa. De igual manera, se puede analizar el efecto de este punto en personas con condiciones que se sabe afectan el tono de grandes vasos arteriales como el tabaquismo y tratamientos farmacológicos; además de la hipertensión arterial.

Por otra parte, debido a que el mecanismo probable del punto auricular *Simpático* es regular el tono simpático, se puede proponer un estudio donde se esclarezca de que modo se produce esta variación del equilibrio simpático/parasimpático, analizando si se produce un bloqueo del sistema nervioso parasimpático, un aumento del sistema nervioso simpático o ambos.

Se puede proponer otros estudios donde se examine el efecto del punto auricular *Simpático* sobre otras variables cardiovasculares, el sistema digestivo y el sistema respiratorio.

Permanece como una tarea importante aclarar el mecanismo mediante el cual el punto *Simpático* del pabellón auricular acentúa la respuesta simpática al estrés

ortostático. A este respecto se puede proponer un estudio en que se empleen bloqueadores adrenérgicos y la eventual supresión del punto Simpático.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bautista-Arias E (2012). Efecto del punto auricular surco hipotensor en el tiempo de tránsito de pulso en sujetos sanos. Idónea comunicación. Especialización en Acupuntura y Fitoterapia. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana.
2. Bennaroch E (1997) The Central Autonomic Network: Functional Organization and Clinical Correlations. Armonk, NY: Futura Press.
3. 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.
4. Drake, RL, Vogl, AW, Mitchell, AWM (2010). *Gray Anatomía para estudiantes*. 2ª ed Elsevier España. Barcelona, España.
5. Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Bosquet L (2008) Validity of the polar S810 to measure R-R intervals in children. *Int. J Sports Med*. 29: 134-8.
6. Gao XY, Zhang SP, Zhu B, HQ Zhang HQ (2008). Investigation of specificity of auricular acupuncture points in regulation of autonomic function in anesthetized rats. *Autonomic Neuroscience*. 138 (1-2): 50-6.
7. Gao XY, Liu K, Zhu B, Litscher G (2012) Sino-European Transcontinental Basic and Clinical High-Tech Acupuncture Studies—Part 1: Auricular acupuncture increases heart rate variability in anesthetized rats. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2012: 817378.
8. Hisu CC, Weng CS, Sun MF, Shyu LY, Hu WC, Chang YH (2007). Evaluation of scalp and auricular acupuncture on EEG, HRV, and PRV. *Am J Chin Med*. 35 (2):219–230.
9. Hacker E, Egekvist H, Bjerring P. (2007) Effect of sensory stimulation (acupuncture) on sympathetic and parasympathetic activities in healthy subjects. *J Autonom Nerv Syst*. 79(1):52–59.

10. Huang H, Liang S. (1992). Acupuncture at otoacupoint heart for treatment of vascular hypertension. *J Tradit Chin Med.* 12(2):133-6.
11. Huang H, Zhong Z, Chen J, Huang Y, Luo J, Wu J, Liao H, Zhen E, Lin R, Fasmer OB, Wik G (2015). Effect of acupuncture at HT7 on heart rate variability: an exploratory study. *Acupuncture Med.* 33(1):30-5.
12. Kim JH, Jung HJ, Kim TH, Lee S, Kim JE, Kang KW, Jung SY, Kim AR, Park HJ, Shin MS, Shin KM, Jung HJ, Lee SD, Hong KE, Choi SM (2013) Auricular acupuncture for prehypertension and stage 1 hypertension: study protocol for a pilot multicentre randomised controlled trial. *Trials.* 14:303.
13. Kleiger R, Stein P, Thomas Bigger Jr J. (2005) Heart rate variability: Measurement and clinical utility. *A. N. E.* 10(1):88–101.
14. Lipszyc M (1989) *Manual de Auriculoterapia.* 1ª ed. Editorial Kier. Buenos Aires, Argentina.
15. Fuentes-Méndez M (2014). Efecto del punto de acupuntura PC6 en la respuesta cardíaca al estrés ortostático en sujetos normales. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana.
16. Morhrman D, Heller LJ (2006) *Fisiología cardiovascular.* 6ª ed. Mac Graw Hill.
17. Oleson T (2005). *Auriculoterapia. Sistema chino y occidental de acupuntura auricular.* 3ª ed. Panamericana. Distrito Federal.
18. Rajendra Acharya U, Paul Joseph K, Kannathal N, Lim CM, Suri JS (2006) Heart rate Variability: a review. *Med Biol Eng Comput.* 44 (12):1031-51.
19. Rodas G, Carballido P, Capdevilla L (2008) Heart Rate Variability: definition, measurement and clinical relation aspects. *Archivos medicina del deporte: VXXV (123):* 41-47.
20. Rubio-Sáez, C (Comp) (1992) *Auriculoterapia Práctica.* 4ª ed. Miraguano ediciones. Madrid, España.
21. Testut L, Latarjet A (1975) *Compendio de Anatomía Descriptiva.* 22ª ed. Salvat editores. España.

22. Thayer JF, Lane RD, (2007) The role of vagal function in the risk for cardiovascular disease and mortality. *Biol Psychol.* 74:224-42.
23. Thompson WO, Thompson PK, Dailey ME (1998). The effect of upright posture on the composition and volume of the blood in man. *J Clin Invest.* 5:573– 609.
24. Tonhajzerova I, Javorka M, Trunkvalterova Z, Chroma O, Javorkova J, Lazarova Z, et al (2008). Cardio-respiratory interaction and autonomic dysfunction in obesity. *J Physiol Pharmac.* 59 (Suppl 6): 709-18.
25. Sudo H, Hattori Y, Yuge K, Miyaki T, Ito H (1993) Innervation of the external ear in humans and the musk shrew. *Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho.* 96 (2): 212-8.
26. He W, Wang X, Shi H, Shang H, Li L, Jing X, Zhu B (2012) Auricular acupuncture and vagal regulation. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2012:786839.
27. 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**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Con fundamento a lo dispuesto en el reglamento respectivo de la Ley General de Salud:

Yo:

---

Domicilio:

---

Teléfono:

---

Manifiesto que estoy en plena capacidad jurídica y uso de mis facultades y que no padezco enfermedades cardiovasculares hasta donde llega mi conocimiento. Me explicaron los responsables de la investigación la naturaleza y propósito de la investigación:

#### **Acupuntura en el punto auricular Simpático modifica la actividad del sistema nervioso autónomo en la prueba de ortostatismo en sujetos sanos**

Me describieron el procedimiento a realizar y los efectos adversos probables de la aplicación manual de la acupuntura en el punto de la oreja Simpático.

Declaro ciertos, todos los datos relativos a mi historia clínica, no habiendo omitido aspecto alguno de interés, quedando bajo mi responsabilidad, el no haber informado en el momento y en el tiempo oportuno al médico tratante acerca de algún(os) padecimiento(s), patologías, tratamientos terapéuticos, suministro de medicamentos u otras enfermedades en mi haber, que pudieran oponerse al tratamiento indicado por el personal médico de esta institución; por esto, libero de toda responsabilidad al personal y la institución. He sido informado(a) de que mis datos proporcionados para la realización de la historia

clínica serán protegidos y confidenciales, sólo para estricto uso de la investigación mencionada.

Otorgo mi consentimiento y acepto de manera voluntaria se me incluya en el protocolo ya mencionado. Para los efectos y alcance legal a que haya lugar, firmo el presente CONSENTIMIENTO INFORMADO al margen y al calce.

MEXICO, D. F., a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2014.

\_\_\_\_\_

Firma

### Testigos

Nombre	_____	Nombre	_____
Firma	_____	Firma	_____
Domicilio	_____	Domicilio	_____