



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

# ACTA DE IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

No. 00039

Matrícula: 2133801217

VARIACIONES AGUDAS DE LOS  
ÍNDICES DE RIGIDEZ ARTERIAL  
Y VARIABLES DE LA PRESIÓN  
ARTERIAL MEDIA POR LA  
APLICACIÓN DEL PUNTO DE  
ACUPUNTURA ESTÓMAGO 36 EN  
SUJETOS SANOS

En la Ciudad de México, se presentaron a las 10:00 horas del día 14 del mes de diciembre del año 2016 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. RUBEN ROMAN RAMOS  
DR. JOSE FEDERICO RIVAS VILCHIS  
DR. JULIO CESAR ALMANZA PEREZ

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretario el último, se reunieron a la presentación de la Idónea Comunicación de Resultados cuya denominación aparece al margen, para la obtención del diploma de:

ESPECIALIZACION EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA

DE: RAUL RAMIREZ MERCADO

y de acuerdo con el artículo 79 fracción II del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

*Aprobar*

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.



*Raul Ramirez Mercado*

RAUL RAMIREZ MERCADO  
ALUMNO

REVISÓ

LIC. JULIO CESAR DE LARA ISASSI  
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTORA DE LA DIVISIÓN DE CBS

DRA. EDITH PONCE ALQUICIRA

PRESIDENTE

*Rubén Roman Ramos*

DR. RUBEN ROMAN RAMOS

VOCAL

*Jose Federico Rivas Vilchis*

DR. JOSE FEDERICO RIVAS VILCHIS

SECRETARIO

*Julio Cesar Almanza Perez*

DR. JULIO CESAR ALMANZA PEREZ



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
Unidad Iztapalapa

Fecha : 12/12/2016  
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 RAUL RAMIREZ MERCADO, matrícula 2133801217, quien cumplió con los 125 créditos correspondientes a las unidades de enseñanza aprendizaje del plan de estudio. Con fecha catorce de diciembre del 2016 presentó la DEFENSA de su IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS cuya denominación es:

VARIACIONES AGUDAS DE LOS ÍNDICES DE RIGIDEZ ARTERIAL Y VARIABLES DE LA PRESIÓN ARTERIAL MEDIA POR LA APLICACIÓN DEL PUNTO DE ACUPUNTURA ESTÓMAGO 36 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**

DR. RUBEN ROMAN RAMOS

**Secretario**

DR. JULIO CESAR ALMANZA PEREZ

**Vocal**

DR. JOSE FEDERICO RIVAS VILCHIS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
UNIDAD IZTAPALAPA  
CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
ESPECIALIZACIÓN EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA



**VARIACIONES AGUDAS DE LOS ÍNDICES DE  
RIGIDEZ ARTERIAL Y LAS VARIABLES DE LA  
PRESIÓN ARTERIAL MEDIA POR LA  
APLICACIÓN DEL PUNTO DE ACUPUNTURA  
ESTÓMAGO 36 EN SUJETOS SANOS**

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS  
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
ESPECIALISTA EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA

PRESENTA

**Med. Cir. Raúl Ramírez Mercado**

DIRECTOR

**Dr. José Federico Rivas Vilchis**

ASESOR

**Dr. Rubén Román Ramos**

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:

**Med. Cir. Raúl Ramírez Mercado**

14 de diciembre del 2016

**Sinodales:**

PRESIDENTE:

Dr. Rubén Román Ramos

---

SECRETARIO:

Dr. Julio César Almanza Pérez

---

VOCAL:

Dr. José Federico Rivas Vilchis

---

## **COMITÉ TUTORIAL**

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

**Dr. José Federico Rivas Vilchis**

Profesor Titular de Tiempo Completo

Departamento de Ciencias de la Salud

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana

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

**Dr. Rubén Román Ramos**

Profesor Titular de Tiempo Completo

Departamento de Ciencias de la Salud

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana

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

Laboratorio de Acupuntura y Enfermedades Crónico Degenerativas del Área de Investigación Médica de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Unidad Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana.

## **Dedicatoria**

A mis padres

A mi hija

A mi compañera

Por su amor, apoyo e inspiración.

## **Agradecimiento**

Por su apoyo técnico y personal a la Dra. Tania Rosario Balderas Dorantes

## **RESUMEN**

### **Introducción**

La rigidez arterial y las respuestas homeostáticas que mantienen el equilibrio de la presión arterial media son determinantes en la predisposición a las enfermedades cardiovasculares. El punto Estómago 36 (E36) tiene efectos que modifican la actividad del sistema nervioso autónomo e influye de manera importante en variables cardiovasculares. Índices obtenidos a partir del examen de la onda de pulso radial y el análisis de las variables de la presión arterial media permiten obtener información relevante acerca de la rigidez arterial y las variaciones de la presión arterial.

### **Objetivo**

El objetivo de este estudio fue analizar si el punto de acupuntura E36 modifica los parámetros de rigidez arterial derivados del análisis de la onda de pulso y la presión arterial media y sus variables en sujetos sanos.

### **Participantes y métodos**

Participaron en el estudio setenta y tres voluntarios de la comunidad universitaria de la Institución. Se calcularon los índices de rigidez arterial mediante el análisis del pulso en la arteria radial mediante el equipo Sphygmocor (Australia). También se calcularon la presión arterial media, gasto cardíaco, frecuencia cardíaca, resistencia periférica total y volumen latido mediante el equipo finómetro (Finapress Systems, Holanda). El punto E36 derecho o izquierdo se estimularon de manera manual. Los resultados se reportaron como medias  $\pm$  desviación estándar, y realizaron correlaciones de



*Pearson* entre las variables de la rigidez arterial y la edad. Se compararon las diferencias entre los valores de las condiciones basales y posacupuntura mediante *t student* para datos pareados y variante de 2 colas con el *software Origin v7*. Se consideró significativa una  $P < 0.05$ .

## **Resultados**

Respecto a los índices de rigidez arterial se encontró lo siguiente: i) el índice AmpPPR/AmpPPC tuvo una correlación negativa con la edad, y la acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación; ii) el índice de aumento de la presión aórtica (delta P) tuvo una correlación positiva con la edad; y la acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación; iii) el índice de aumento de la presión aórtica ajustado (delta P 75) tuvo una correlación positiva con la edad; y la acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación; iv) el índice de Buckberg mostró una correlación negativa con la edad; y la acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación; v) el índice iA presentó una correlación positiva con la edad; y la acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación; vi) el índice iA75 mantuvo una correlación positiva con la edad; y la acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación y vii) el índice Tr mostró una correlación negativa con la edad; y la acupuntura en E36 derecho no modificó de manera significativa esta correlación; mientras que E36 izquierdo originó un incremento de la pendiente negativa de esta

correlación.

Respecto a la comparación de los valores de los índices de rigidez arterial basales *versus* posacupuntura se observó lo siguiente: E36 derecho disminuyó de manera notable, pero no significativa el índice AmpPPR/AmpPPC; de manera discreta y no significativa el Tr. Por otra parte, incrementó los índices aumento de presión no ajustado y el ajustado, índice de Buckberg y los índices de incremento no ajustado y ajustado. Mientras que, E36 izquierdo no modificó el índice AmpPPR/AmpPPC; elevó los valores de los índices aumento de presión no ajustado y ajustado, y los de de incremento no ajustado y ajustado y disminuyó los valores de los índices de Buckberg y Tr.

La comparación de los valores de significación estadística del examen de las correlaciones entre los índices de rigidez arterial - edad basales *versus* los posteriores a la aplicación de E36 derecho o E36 izquierdo mostró que la estimulación del punto E36 derecho, pero no el izquierdo, suprimió el carácter significativo de todas las correlaciones de las variables estudiadas con la edad.

## **Conclusión**

La acupuntura en E36 derecho modificó en forma aguda algunos de los índices de rigidez arterial. El análisis cinético de los efectos de E36 derecho mostró que este punto modificó las variables de la presión arterial media; en especial originó una disminución del gasto cardiaco y la frecuencia cardiaca y un aumento secundario de la resistencia periférica total.

**Palabras clave:** rigidez arterial, presión arterial media, tonometría por aplanamiento, punto de acupuntura Estómago 36.

## **ABSTRACT**

### **Introduction**

The arterial stiffness and the homeostatic responses that maintain the mean arterial pressure are determinant in the predisposition to the cardiovascular diseases. Stomach 36 (St36) has effects that modify the activity of the autonomic nervous system and influences significantly in cardiovascular variables. Indexes obtained from the examination of the radial pulse wave and the analysis of the variables of the mean arterial pressure allow to obtain relevant information about the arterial stiffness and the variations of the arterial pressure.

### **Objective**

The aim of this study was to analyze whether the St36 acupuncture point modifies the arterial stiffness parameters derived from the analysis of pulse wave and mean arterial pressure and its variables in healthy subjects.

### **Participants and methods**

Seventy-three volunteers from the university's community were included in the study. Arterial stiffness indexes were calculated by radial artery pulse analysis using the Sphygmocor (Australia) equipment. Mean arterial pressure, cardiac output, heart rate, total peripheral resistance, and stroke volume were calculated using the finometer equipment (Finapres Systems, The Netherlands). The right or left point St36 were manually stimulated. The results were reported as means  $\pm$  standard deviation, *Pearson* correlations between the variables of arterial stiffness and age were done. The differences between

the baseline and post-acupuncture values were compared by t student for paired data and 2-tailed variant with the Origin v7 software. A  $P < 0.05$  was considered as significant.

## **Results**

Regarding the indices of arterial stiffness, we found the following: i) AmpPPR/AmpPPC index had a negative correlation with age, and acupuncture in right or left St36 did not significantly modify this correlation; ii) the rate of increase in aortic pressure ( $\Delta P$ ) had a positive correlation with age, and acupuncture in right or left St36 did not significantly modify this correlation; lii) the adjusted aortic pressure increase index ( $\Delta P_{75}$ ) had a positive correlation with age, and acupuncture in right or left St36 did not significantly modify this correlation; iv) Buckberg's index showed a negative correlation with age, and acupuncture in right or left St36 did not significantly modify this correlation; v) the iA index had a positive correlation with age, and acupuncture in right or left St36 did not significantly modify this correlation; vi) the iA75 index also had a positive correlation with age, and acupuncture in right or left St36 did not significantly modify this correlation, and vii) the Tr index showed a negative correlation with age, and acupuncture in right St36 did not significantly modify this correlation, otherwise left St36 caused an increase in the negative slope of this correlation.

Regarding the comparison of basal arterial stiffness versus postcupuncture indices values, the following results were observed: St36 right decreased but not significantly the AmpPPR/AmpPPC and Tr. On the other hand, increased

rates of unadjusted pressure increase and adjusted, Buckberg index and unadjusted and adjusted augmentation indexes. While, left St36 did not modify the AmpPPR/AmpPPC index, raised the values of the unadjusted and adjusted pressure increase indexes, and those of unadjusted and adjusted augmentation and decreased values of the Buckberg and Tr indexes.

Comparison of statistical significance values from examination of correlations between baseline-arterial-stiffness indexes versus those following the right St36 application or left St36 showed that the stimulation of right, but not right, point St36 suppressed Significant correlation of the variables studied with age.

### **Conclusion**

Acupuncture in right St36 acutely modified some of the arterial stiffness indexes. The kinetic analysis of the effects of right St36 showed that this point modified the variables of mean arterial pressure; in particular elicited a decrease in cardiac output and heart rate and a secondary increase in total peripheral resistance.

**Key words:** arterial stiffness, mean arterial pressure, applanation tonometry, St36 acupoint.

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

---

<b>RA</b>	Rigidez arterial
<b>PA</b>	Presión arterial
<b>TA</b>	Tonometría por aplanamiento
<b>RCV</b>	Riesgo cardiovascular
<b>ECV</b>	Enfermedad cardiovascular
<b>ACV</b>	Accidente cardiovascular
<b>AmpPPR/AmpPPC</b>	Cociente de las amplificaciones de la presión de pulso radial entre la presión de pulso central
<b>iA</b>	Índice de aumento
<b>iA<sub>75</sub></b>	Índice de aumento ajustada a 75
<b>PP</b>	Presión de pulso
<b>AP</b>	Aumento de presión aórtica
<b>Tr</b>	Tiempo de reflexión
<b>iB</b>	Índice Buckberg
<b>E36</b>	Punto de acupuntura Estómago 36

---

---

## Índice

---

Resumen	v
Abstract	ix
Abreviaturas y acrónimos	xii
<hr/>	
Introducción	1
Hipótesis	17
Objetivo	18
Participantes y métodos	19
Resultados	24
Discusión	41
Conclusiones	47
Perspectivas	48
Referencias	49
Anexo	54

---



## **INTRODUCCIÓN**

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son las principales causas de muerte en todo el mundo. Se calcula que en 2012 murieron 175 millones de personas por EVC, lo cual representa un 31% de todas las muertes registradas en ese periodo. En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) reporta a las ECV como la causa de muerte más importante en nuestro país. La mayoría de las ECV pueden prevenirse actuando sobre factores de riesgo relacionadas con el estilo de vida, como el consumo de tabaco, las dietas inadecuadas y la obesidad, la inactividad física o el consumo nocivo de alcohol, utilizando estrategias que abarquen a toda la población.

En las personas con ECV o con alto riesgo cardiovascular debido a la presencia de uno o más factores de riesgo, como la hipertensión arterial, la diabetes, la hiperlipidemia o alguna ECV ya confirmada, son fundamentales la detección precoz y el tratamiento temprano, por medio de servicios de orientación o la administración de fármacos, según corresponda (OMS, 2016)

La rigidez arterial es un importante factor determinante del riesgo cardiovascular (Blacher 1999) y puede valorarse por diversos métodos, incluidas la medida de la velocidad de las ondas de pulso aórtica y la distensibilidad arterial local. La presión de pulso periférica también es una medida secundaria de la rigidez arterial y es un factor predictivo independiente de la mortalidad cardiovascular en normotensos (Benetos y Cols., 1997) e hipertensos (Benetos y Cols., 1998). Sin embargo, la presión de pulso varía a

lo largo del árbol arterial (Kroeker y Wood, 1955), en parte debido a diferencias en la distensibilidad de los vasos y al fenómeno de reflexión de la onda de pulso y su medición (Nichols 1998). Debemos destacar que el grado de amplificación de la presión de pulso, desde la aorta a la arteria braquial, no es fijo y varía con la postura (Kroeker y Wood, 1955), el ejercicio (Rowell y Cols., 1968) y la edad.

De hecho, la forma de la onda de presión central se correlaciona con el grado de hipertrofia de ventrículo izquierdo, un importante factor predictivo independiente de mortalidad en normotensos (Saba y Cols., 1993) e hipertensos (Lakatta y Cols., 1991). Además, la presión de pulso central, pero no la periférica, se asocia con el grosor de la capa íntima-media de la carótida (Boutouyrie y Cols.,1999), que en sí es un importante factor predictivo del riesgo cardiovascular.

La forma de la onda de presión arterial central contiene información importante sobre la rigidez arterial local y sistémica y puede evaluarse actualmente usando la técnica del análisis de la onda de pulso central (AOP) (O'Rourke y Gallagher, 1996). Se registran las formas de onda de la arteria radial de alta fidelidad, no invasivamente, usando el principio de tonometría por aplanamiento; a partir de éstas, se derivan las formas de las ondas centrales correspondientes, usando una función de transferencia matemática validada (Segers y Cols., 2001). El análisis posterior de la forma de la onda central permite que se valore la rigidez arterial sistémica calculando el índice de aumento (iA) y que se estime la

rigidez aórtica a partir del período de retorno de la onda de presión reflejada a la aorta ascendente (O'Rourke y Gallagher 1996).

Cuando se realizó la encuesta Nacional de Salud en el año 2000 en México más de 15.2 millones de personas presentaban hipertensión arterial sistémica. Uno de cada 2 mexicanos después de los 50 años tenía HTAS; y el 61% de las personas con hipertensión arterial sistémica lo ignoraban. Del 49% de personas con diagnóstico previo de HTAS < 50% estaban bajo tratamiento médico farmacológico. El 14.6% de la población con hipertensión arterial se encontraba en control (<140/90 mmHg). La mayor prevalencia de hipertensión arterial en México ocurría en los estados del norte (>30%). La diabetes tipo 2, la obesidad, la proteinuria y el tabaquismo incrementan la prevalencia de hipertensión arterial. Los resultados de ENSA 2000 alertaron sobre la necesidad de intensificar las estrategias de detección, control, tratamiento y prevención de la hipertensión arterial en México.

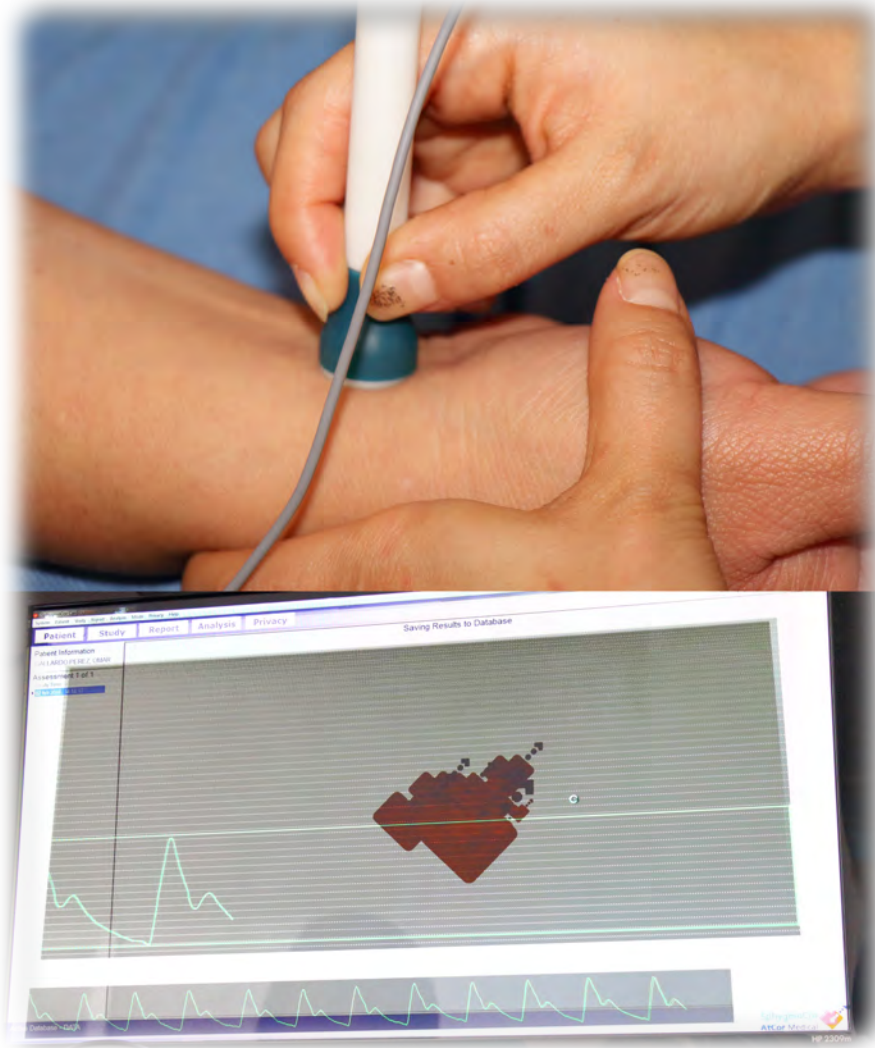
### **Tonometría por aplanamiento**

La tonometría por aplanamiento (TA) es un método sencillo, validado y no invasivo para el análisis de la onda de pulso y la estimación de la PA central. Aplicando un sensor de presión de manera perpendicular sobre la pared arterial podemos conocer las variaciones de presión en cada fase del pulso. Por la anatomía de los vasos sanguíneos, con un corte transversal circunferencial, necesitamos “aplanar” ligeramente la pared vascular para

asegurarnos un íntimo contacto entre el sensor de presión (tonómetro) y la pared arterial.

Los registros obtenidos de la tonometría aplicada a arteria carótida o a la arteria subclavia, presenta limitaciones relacionadas con las características del paciente y de las arterias (ej. sujetos obesos, ausencia de un plano óseo subyacente). La arteria radial con una base sólida subyacente (apófisis estiloides del radio), permite obtener un registro fidedigno de la onda de pulso arterial. La señal obtenida debe tener una forma de onda reproducible y estable, los equipos más utilizados (p.ej. SphygmoCor®) requieren un registro de al menos 10 segundos y poseen sistemas de control de calidad del registro, en base a la homogeneidad de las ondas obtenidas (altura media y máxima de las ondas, pendiente de ascenso y valor basal o “presión diastólica”). El cálculo/estimación de los índices de presión central a partir de la PA periférica se realiza a través de un algoritmo matemático o *función de transferencia* validada y aprobada por la *American Food and Drug Administration* (FDA) para la estimación fidedigna de la PA central. Se realiza con amplificación periférica, por el cual las presiones arteriales diastólicas y medias en el ser humano apenas varían desde la raíz aórtica hasta la arterial radial (no existe resistencia significativa en las grandes arterias de conducción) mientras que las presiones arteriales sistólicas y de pulso sí adquieren mayor valor en arterias periféricas que son más estrechas y más próximas a los puntos de bifurcación, donde la corriente sanguínea choca con la pared arterial y se genera la *onda de reflexión*. La onda de pulso obtenida en arteria radial mediante TA, asume la

igualdad de la PA diastólica y media a nivel central y utiliza estos valores para estimar la PA sistólica y de pulso centrales. (Hermida A y cols, 2012)



**Figura 1.** Tonometría por aplanamiento y registro de la onda de pulso radial.

### **Onda de pulso y su medición**

La velocidad de onda de pulso es un fenómeno fisiológico, observable y medible en el sistema arterial en la circulación sanguínea. Durante la sístole cardíaca un cierto volumen de sangre es expulsado. Este se propaga a través

de las arterias debido a la transformación recíproca entre la energía cinética de un segmento del volumen de sangre expulsado y la energía potencial de un segmento de la lámina de la pared vascular elástica. Podemos observar los cambios en la presión, el flujo de sangre, la velocidad y el perfil a lo largo de toda la onda del pulso.

El análisis de la onda de pulso es un índice clásico de la rigidez aórtica y es un predictor de la mortalidad cardiovascular en los casos de hipertensión. Desde que la velocidad de onda del pulso aórtico es influida de manera predominante por la edad, este hallazgo puede ser de gran importancia para la evaluación del riesgo cardiovascular en el anciano (Yenes y Zárate, 2008).

La velocidad de onda de pulso (VOP) aórtica hoy en día, en combinación con la frecuencia cardíaca, se considera como un marcador de riesgo cardiovascular independientemente del nivel de presión arterial. Desde que se sabe que la VOP se incrementa especialmente en personas mayores, este análisis puede ser considerado como importante para la población geriátrica (Doyle y Cols., 2008).

Estudios recientes han sugerido que la presión arterial central y PP son superiores a la presión arterial braquial en la evaluación del riesgo de eventos cardiovasculares futuros. En un metaanálisis el valor predictivo de iA central sobre los eventos cardiovasculares y la mortalidad sugirió incluso que es independiente del nivel de la presión arterial y la frecuencia cardíaca. La VOP se produce predominantemente en el origen de las terminaciones de las arterias de resistencia bajas en las arteriolas de alta resistencia, y el

endurecimiento de las arterias grandes es sabido que da a cambio anterior de la onda reflejada y más alto el iA. Cuando se endurecen las grandes arterias provoca un retorno temprano de las ondas reflejadas de la periferia al corazón, este proceso aumenta la PAS aórtica pero reduce la PAD aórtica. Es importante destacar que el nivel de iA no sólo depende de la rigidez arterial, sino también por la resistencia vascular sistémica y de otros factores como el sexo, la altura y la frecuencia cardíaca. Parece posible que el aumento de volumen extracelular también puede tener una influencia sobre la magnitud de iA. Por último, hay que señalar que la rigidez arterial depende en gran medida de la presión sanguínea imperante (Leskinen y Cols., 2014).

Velocidad de onda del pulso aórtico (PWV, por sus siglas en inglés) es un marcador de riesgo cardiovascular, independiente de factores como edad, presión arterial y masa cardíaca, la PWV, es un predictor de ECV y de mortalidad en las poblaciones de sujetos hipertensos, con o sin enfermedad renal terminal. Siendo la PWV predominantemente influida por edad, este hallazgo puede ser de gran importancia para la evaluación de riesgo CV en la población geriátrica y en sujetos asintomáticos (Yenes y Hernán, 2008).

### **Variables de la onda de pulso**

Las derivaciones de la forma de la OP arterial, estudian la poscarga ventricular, la reflexión de la onda y el funcionamiento del sistema arterial, que determinan:

- Riesgo cardiovascular.
- Enfermedad coronaria.

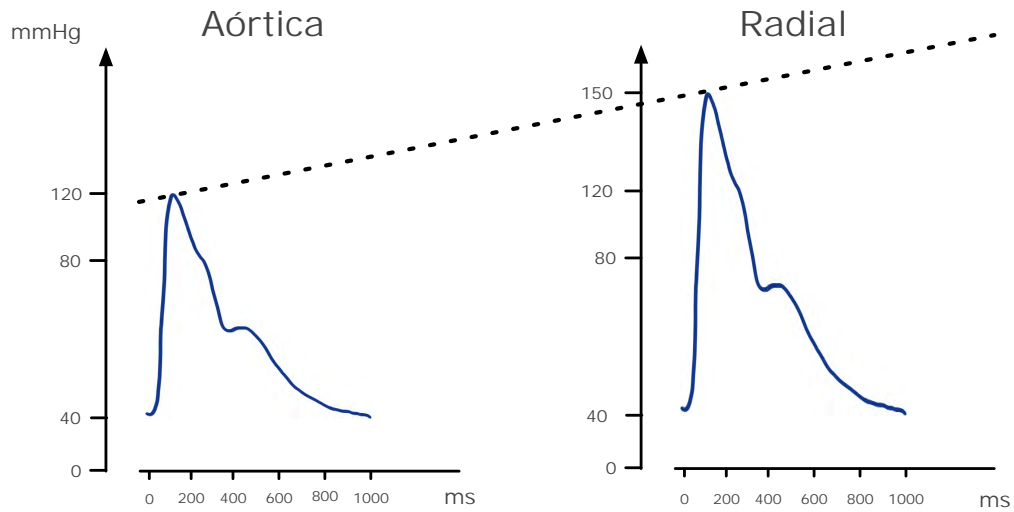
- Eventos cardiovasculares.
- Mortalidad cardiovascular.
- Seguimiento de tratamiento farmacológico.
- Tolerancia al ejercicio.

Es el registro simultáneo de onda de pulso y flujo sanguíneo en un segmento arterial. Describe el estado funcional del sistema arterial y caracteriza los componentes de la poscarga ventricular.

### **AmpPPR/AmpPPC**

La amplificación del cociente PP radial/central (AmpPPR/AmpPPC) es el resultado de la diferencia entre la presión arterial periférica y la presión aórtica central, producida por el incremento hacia la periferia de la presión sistólica. Este aumento fisiológico de la presión de pulso (PP) es determinado por cambios en los niveles de rigidez e impedancia entre arterias centrales y periféricas y por la existencia de reflexiones de onda que contribuyen a formar la onda de presión de diferente manera en arterias centrales y periféricas y la reflexión de la OP. Los valores disminuyen si aumenta la rigidez arterial.

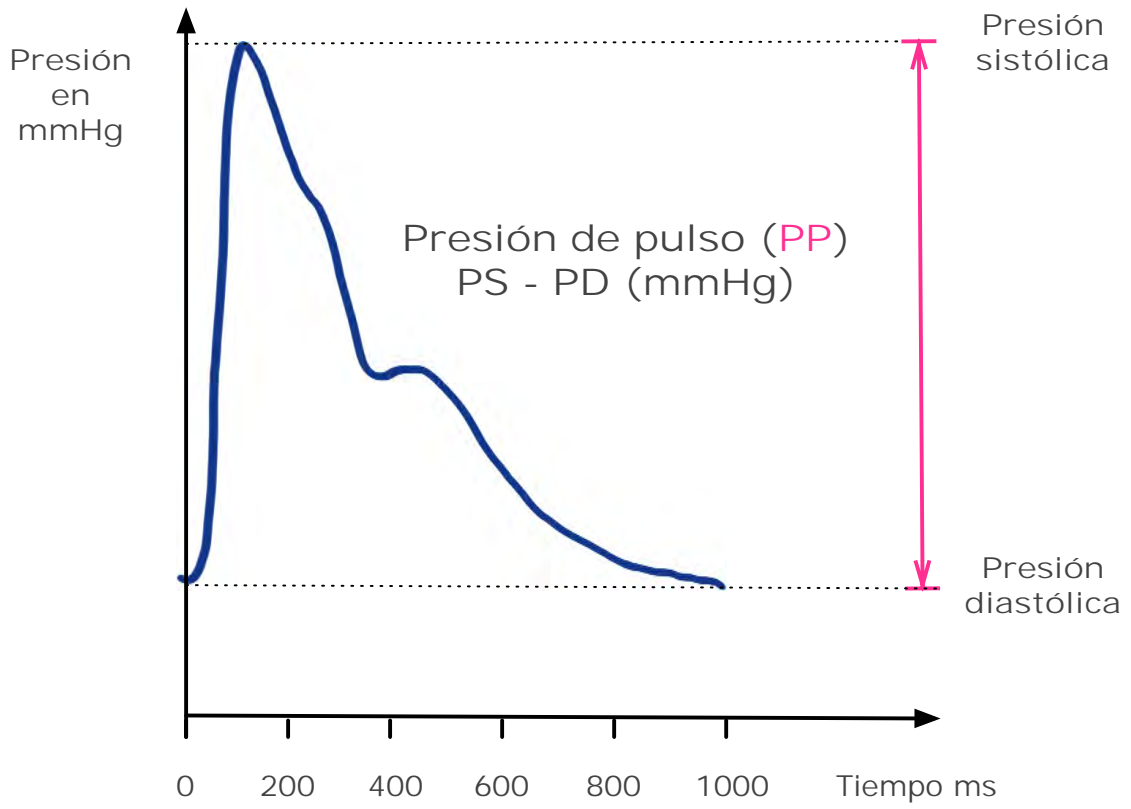




**Figura 2.** La amplificación del cociente PP radial/central ( $\text{AmpPPR}/\text{AmpPPC}$ )

### **Delta P**

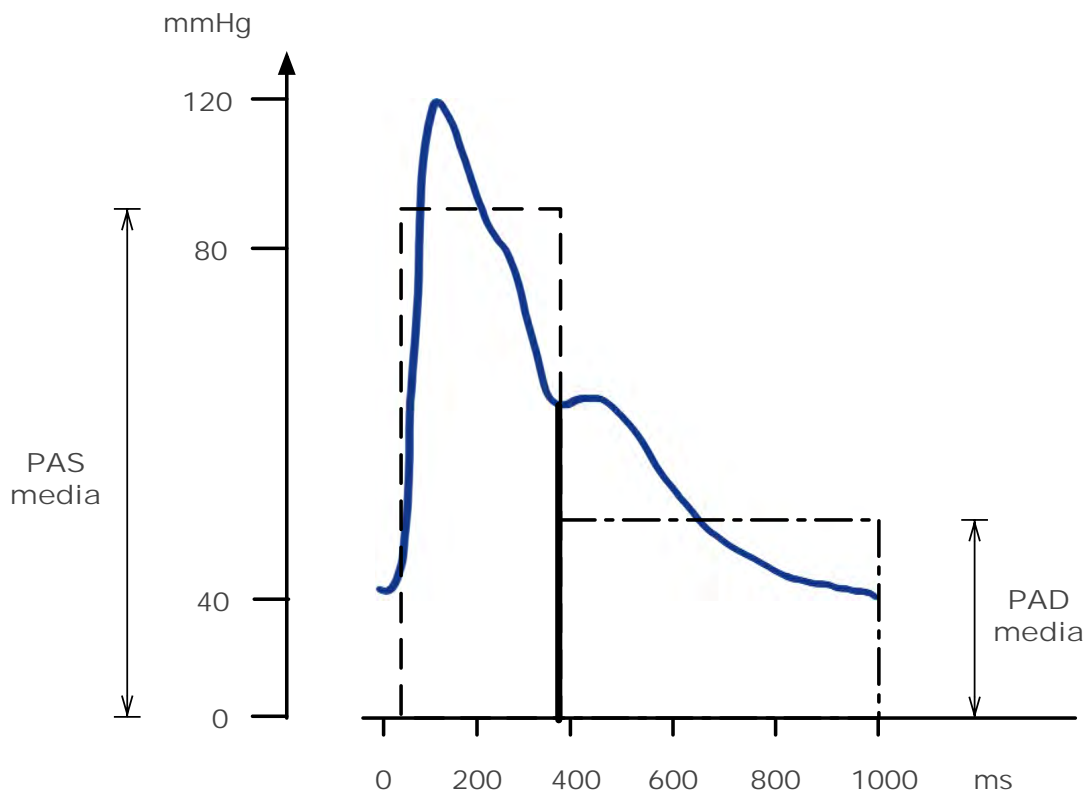
La presión de pulso (PP), resultado de la diferencia entre la presión sistólica respecto de la diastólica. Aumenta con la edad y también con los acontecimientos cardiovasculares. Elemento independiente de riesgo cardiovascular, es de 65 mmHg o superior. Se incrementa con la edad y el aumento de la RA. Es útil en el seguimiento de tratamientos antihipertensivos y enfermedades asociadas (Bonet, 2007).



**Figura 3. Delta P ( $\Delta P$ )**

## Índice de *Buckberg*

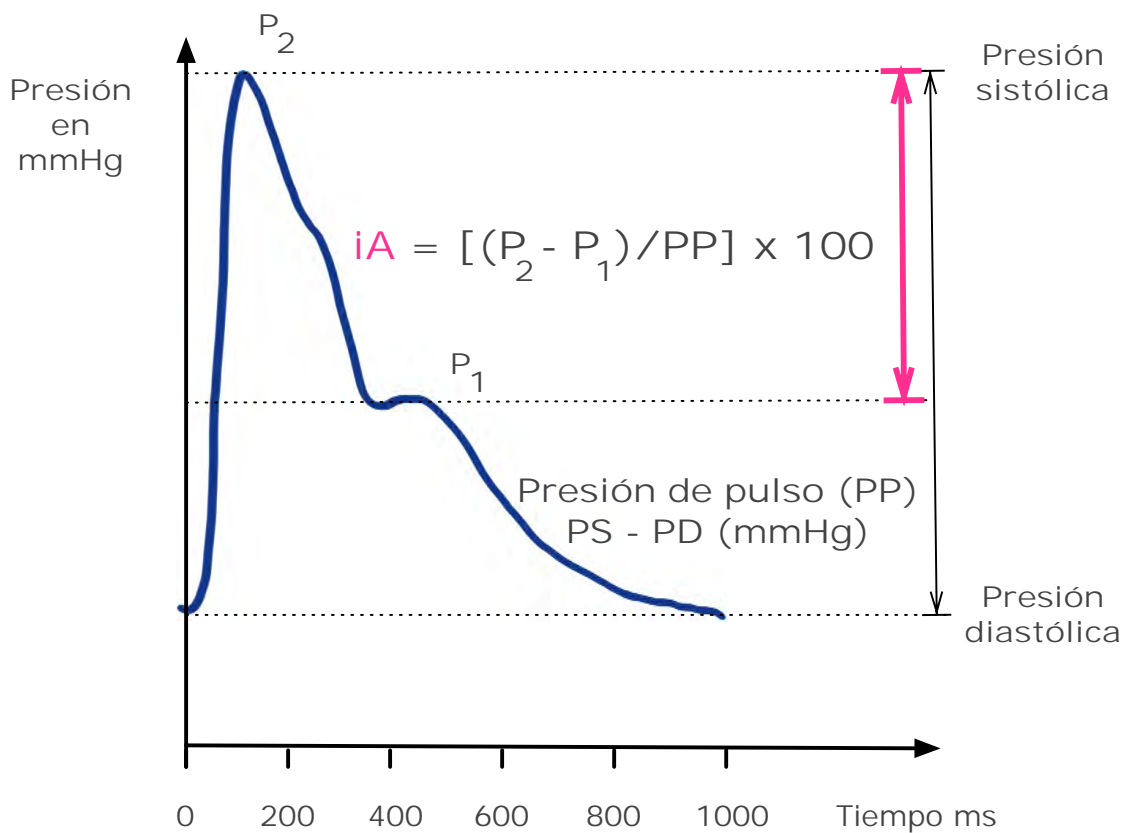
Es el índice de variabilidad subendocárdica o de *Buckberg*. Basado en el sincronismo existente entre las ondas de PA aórtica y de la presión ventricular izquierda. El cociente entre el área de la fase diastólica y sistólica de la onda de PAC. Describe la relación entre la oferta (PAD cabeza de perfusión coronaria) y demanda (PAS, poscarga ventricular) de aportes nutricios/respiratorios del músculo cardiaco. Si llega antes la onda reflejada o está incrementada la rigidez arterial se elevan las áreas sistólicas y reducen las diastólicas reduciendo el SEVR. Este índice disminuye con la edad, PAD o aumento de la PAS y RA; en atletas permite evaluar la tolerancia al ejercicio (Zócalo y Bia, 2014).



**Figura 4.** Es el Índice de variabilidad subendocárdica o de “Buckberg”.

## iA

El índice de aumento (iA) es una variable compuesta por la fuerza de eyección del ventrículo, la reflexión de la onda periférica y el tiempo del ciclo cardíaco. El aumento de presión central resultante se cuantifica calculando el iA o índice de aumento iA, que es el porcentaje de la presión periférica central (PPC) que puede atribuirse a la onda de reflexión  $iA = P/PPC$ . Su unidad es porcentual (%) negativa si la transición entre la onda de avance y la de reflexión cae por debajo del pico de presión, aumenta con la edad, siendo siempre positiva a partir de los 40 años, y se relaciona con riesgo de ECV.



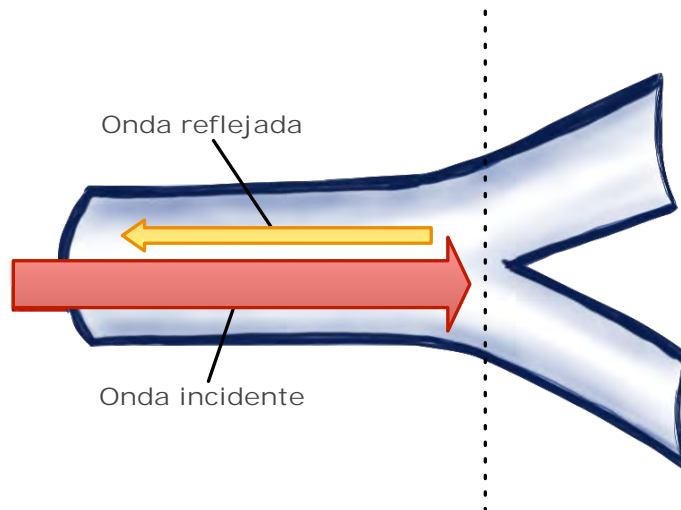
**Figura 5.** El índice de aumento (iA).

## iA<sub>75</sub>

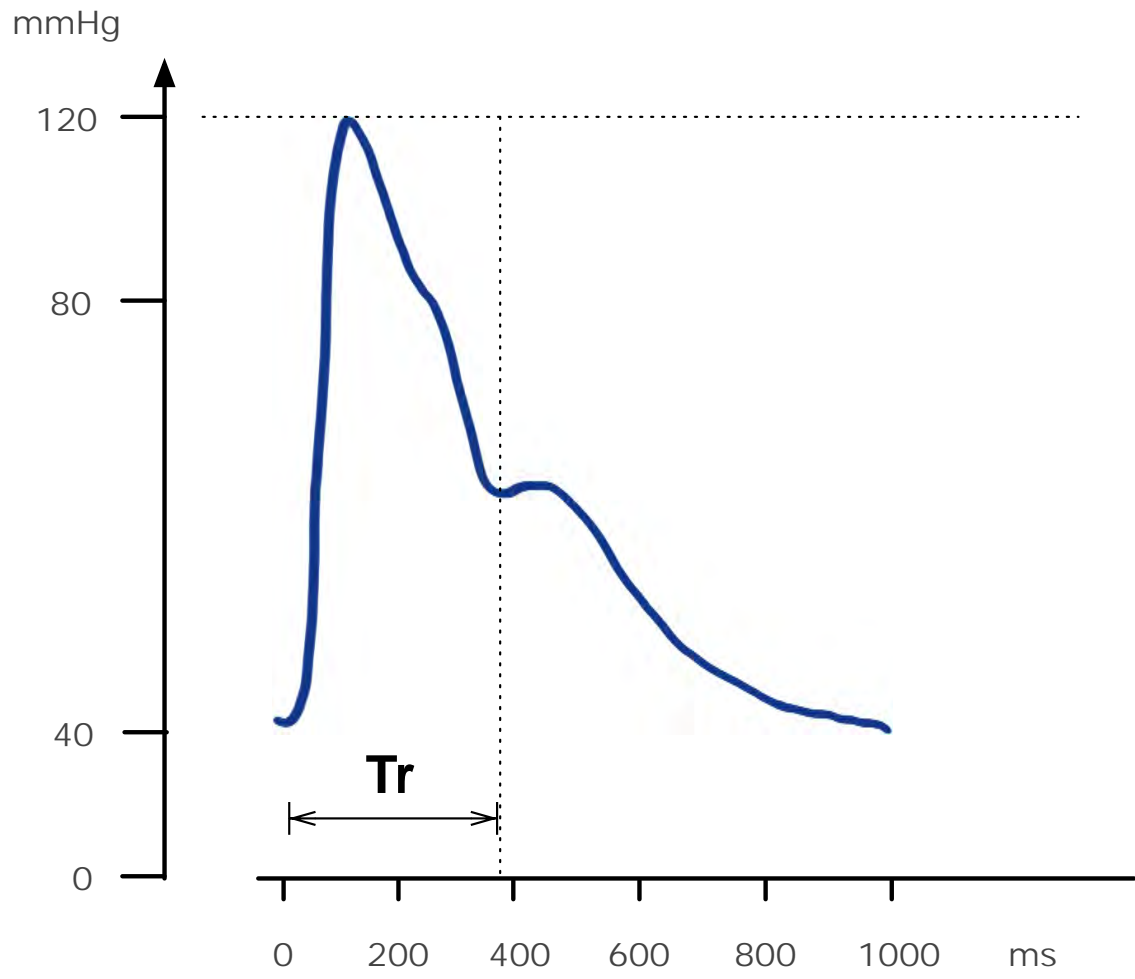
Es importante tener en cuenta que el índice de incremento puede aumentar con frecuencias cardíacas elevadas, y entonces debe ajustarse su valor a una frecuencia de 75 latidos por minuto. La cifra considerada como parámetro de RA manifiesta es de iA igual o superior a 35%. Permite eliminar errores con frecuencias cardíacas elevadas. Aumenta con la edad y con la RA (predictor).

## Tr

Es el arribo de una onda refleja a la aorta ascendente antes o después de que se alcance el máximo pico sistólico y determina al arribar una inflexión (onda adicional) en la onda de PA aórtica. Disminuye con modificaciones de la PA, indica el grado de rigidez en la arteria aorta.



**Figura 6.** Tiempo de reflexión (Tr), ondas incidente y reflejada.



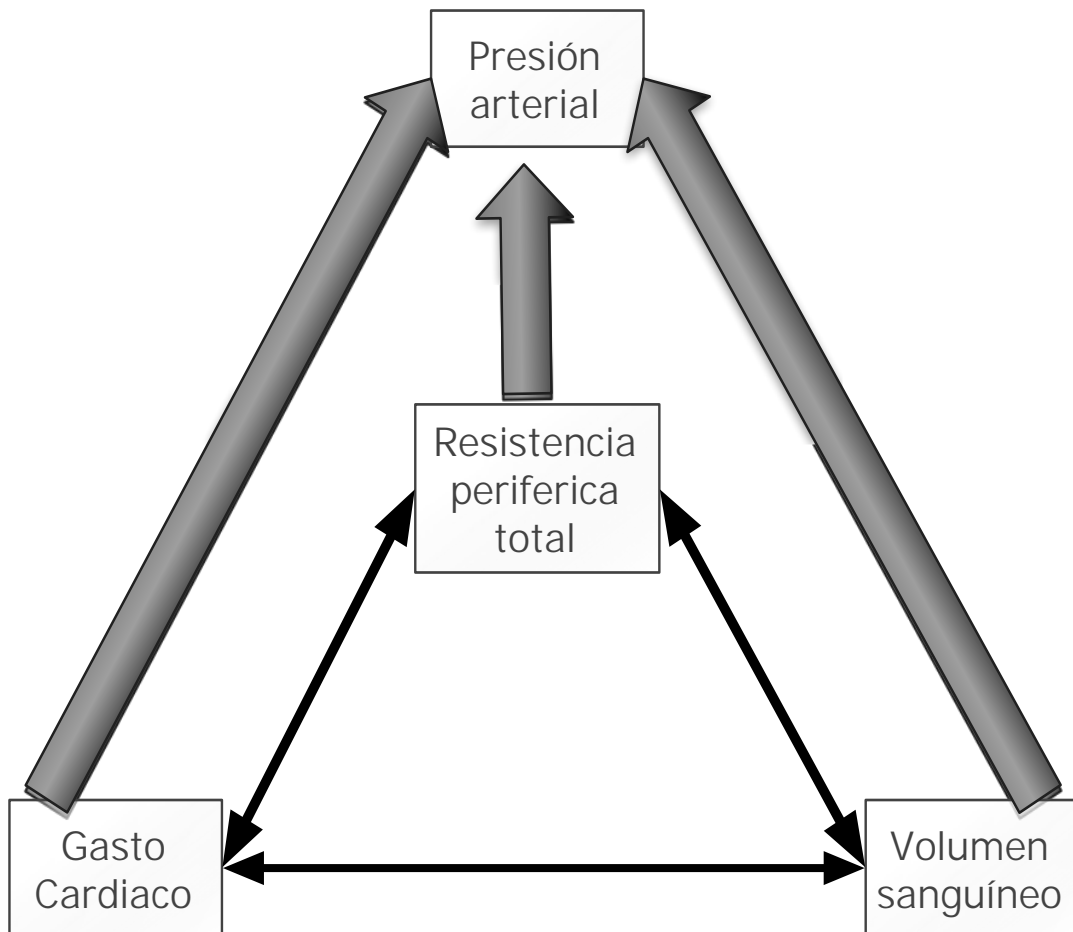
**Figura 7 .** Tiempo de reflexión (Tr).

## Presión arterial (PA)

La presión arterial es la fuerza que ejerce la sangre contra cualquier área de la pared vascular arterial y se relaciona con tres factores: el gasto cardíaco, el volumen sanguíneo, las resistencias vasculares o la resistencia periférica total.

$$PAM = (GC) (RPT)$$

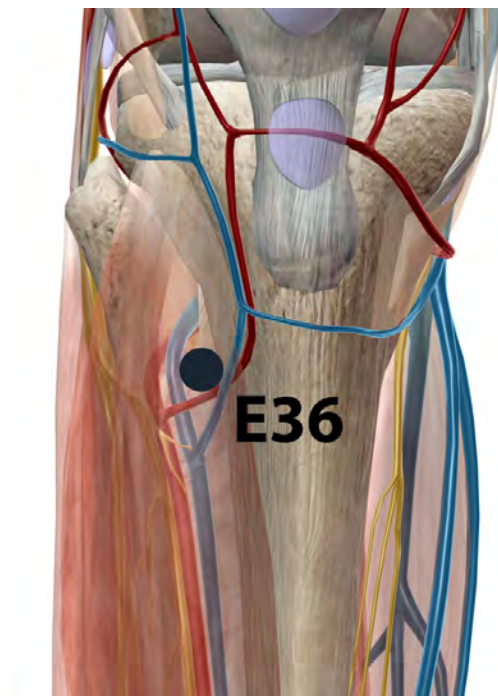
$$GC = (VOL MIN) (FC)$$



**Figura 8.** La presión arterial y sus componentes.

## Acupuntura

Es una terapéutica en la que se estimulan físicamente puntos específicos de la superficie corporal modificando las funciones orgánicas. Algunos se emplean en el tratamiento de alteraciones de la función cardiovascular como la hipertensión, angina de pecho, entre otros.



**Figura 9.** Localización del punto E36.

### Estómago 36

Punto de acupuntura localizado a 1.5 cm por debajo y lateral externo a la cresta anterior de la tibia, en el músculo tibial anterior.



## **HIPÓTESIS**

- La estimulación con acupuntura manual del punto Estómago 36 produce cambios agudos en las índices de la rigidez arterial.
- La estimulación con acupuntura manual del punto Estómago 36 produce cambios agudos en la presión arterial media y sus variables.

## **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar el efecto del punto E36 en i) los índices de rigidez arterial derivados del análisis de la onda de pulso radial y ii) en la presión arterial media y sus variables.

## **PARTICIPANTES Y MÉTODOS**

Se realizó un estudio experimental, de corte transversal, comparativo y abierto.

### **Población estudiada**

Los 73 participantes en este estudio se reclutaron entre la comunidad universitaria de la Unidad Iztapalapa. Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- edad entre 20 y 50 años
- de cualquier sexo
- sanos desde el punto de vista clínico
- no fumadores
- sin antecedentes o la presencia de alteraciones cardiovasculares
- sin obesidad (índice de masa corporal < 30)
- sin tratamiento con medicamentos o acupuntura en los 10 días previos al estudio

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes y cada uno de ellos firmó una carta aceptando participar en el estudio. La presente investigación cumplió con los requisitos nacionales e internacionales de la investigación biomédica en humanos y fue aprobado por el Comité de Ética de la Institución y estuvo apegado a la Declaración de Helsinki respectiva a la investigación biomédica en humanos.

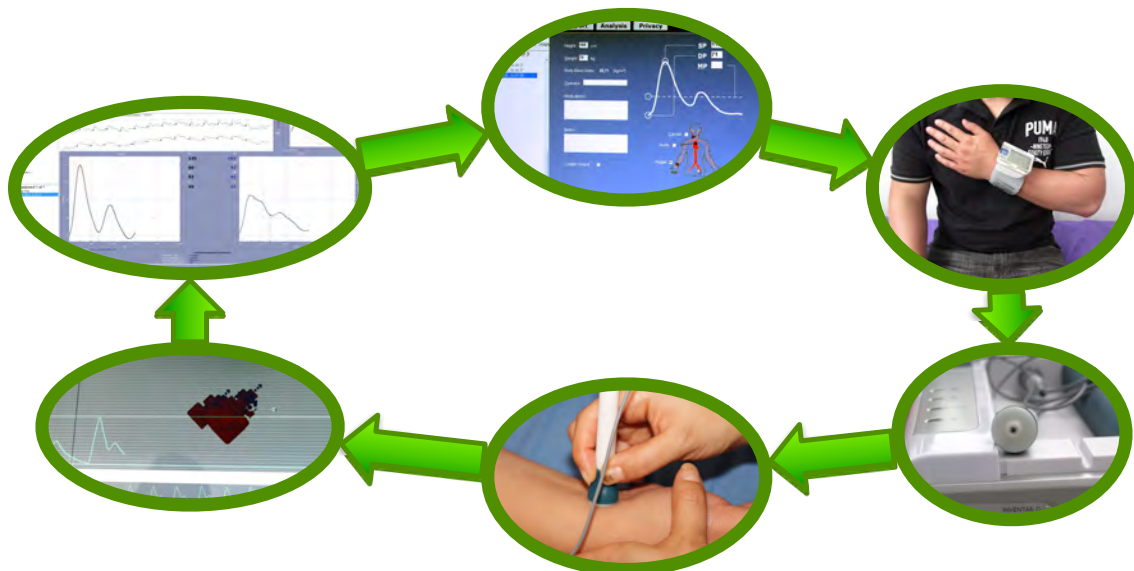
## Procedimiento experimental

### Obtención de las variables de rigidez arterial

Los sujetos permanecieron en reposo durante 5 minutos y se realizó la toma de presión arterial para calibración del *software* del equipo mediante un baumanómetro de pulsera *OMRON Hem 6052* (*Omron Health Care, Kyoto, Japón*); que se colocó en la muñeca izquierda manteniendo el brazo en posición diagonal sobre el pecho hacia el hombro derecho.

A continuación se colocó a los voluntarios en decúbito supino y permanecieron en reposo durante 10 minutos para estabilizar el pulso.

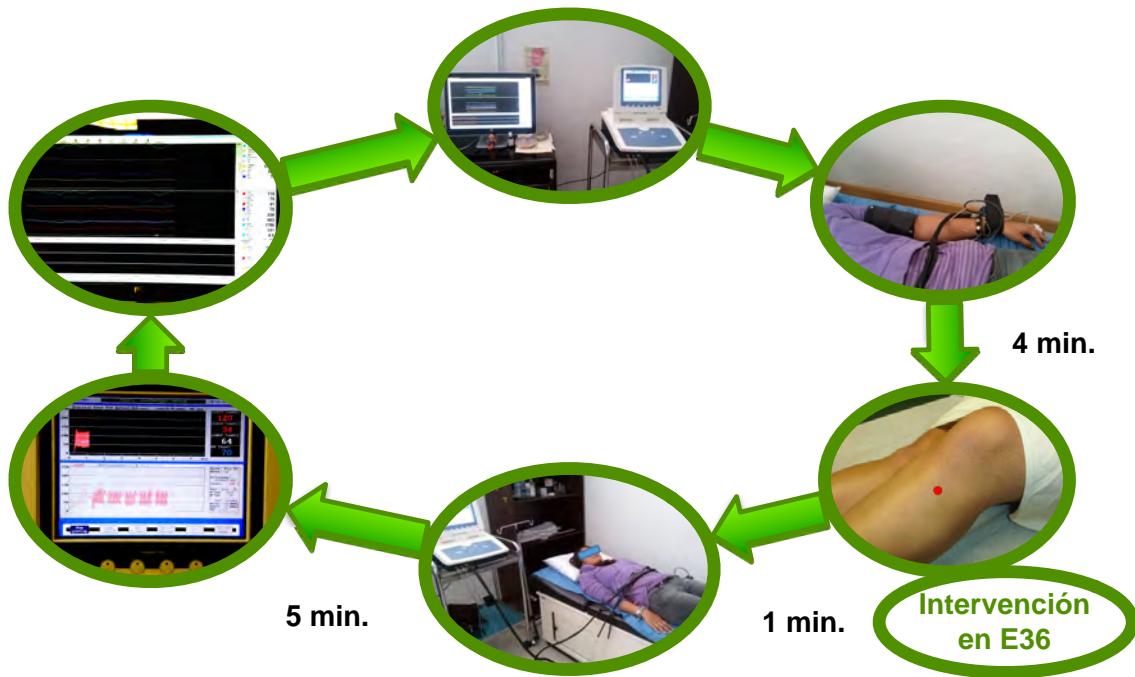
Posteriormente, se localizó el pulso y se colocó el tonómetro sobre la arteria radial con el *equipo SphygmoCor modelo SCOR-Px* (*AtCor Medical Pty Ltd, Australia*). Una vez que la onda de pulso cumplió con los estándares de calidad de los parámetros de la onda se realizó la medición y el registro.



**Figura 10.** Técnica del registro de la presión de pulso mediante tonometría.



36 derecho y 4) el registro posacupuntura con duración de 5 min. Se obtuvieron los registros de las siguientes variables cardiovasculares: presión arterial media, gasto cardíaco, frecuencia cardiaca, resistencia periférica total y volumen minuto.



**Figura 12.** Registro de las variables de la PAM.

### **Análisis estadístico**

Los resultados se reportaron como medias  $\pm$  desviación estándar. Se realizaron correlaciones de *Pearson* entre las variables de la rigidez arterial y la edad. Se hizo análisis inferencial mediante la prueba *t student* de las diferencias entre los valores basales y posacupuntura para datos pareados y variante de 2 colas con el *software Origin v7*. Se consideró como significativa una  $P < 0.05$ .

## RESULTADOS

### Características de la población

En el estudio se tuvieron tres poblaciones como se muestra en el Cuadro 1. La población de referencia permitió conocer las correlaciones de *Pearson* entre los índices de rigidez arterial y la edad; para después ver la probable modificación de estas correlaciones con la aplicación de E36 derecho o izquierdo.

**Cuadro 1.** Características demográficas de las poblaciones estudiadas.

#### Población de referencia (n = 49)

	Presión sistólica	Presión diastólica	Edad	Altura	Peso	IMC
<b>Mujeres (n = 27)</b>	108.2 ± 10.3	68.7 ± 11.0	30.4 ± 12.2	160.1 ± 7.5	64.3 ± 11.5	25.0 ± 3.6
<b>Hombres (n = 21)</b>	111.8 ± 11.7	66.5 ± 16.3	26.3 ± 7.4	172.2 ± 8.7	74.5 ± 16.0	25.0 ± 3.6

#### Estudio rigidez arterial

<b>Mujeres (n = 10)</b>	111.0 ± 10.9	69.3 ± 11.7	32.2 ± 14.6	162.1 ± 7.7	68.4 ± 12.4	25.9 ± 3.5
<b>Hombres (n = 4)</b>	112.5 ± 15.0	69.0 ± 11.0	34.7 ± 10.5	170.5 ± 10.5	80.3 ± 16.5	27.5 ± 4.01



## Estudio de variables de presión arterial media

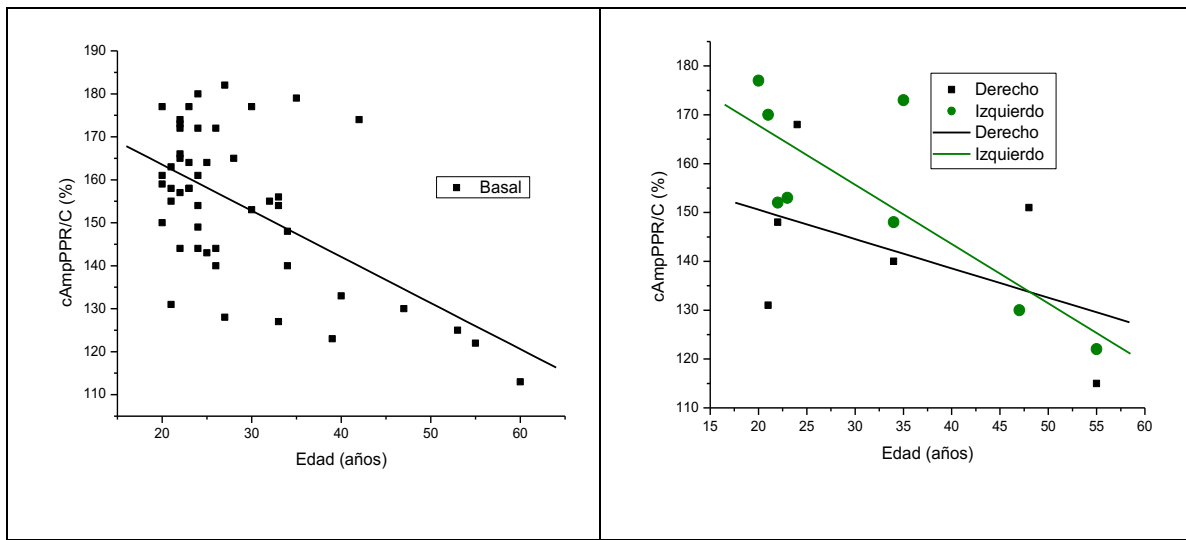
<b>Mujeres</b> <b>(n = 6)</b>	100.0 ± 9.7	53.2 ± 6.2	22.2 ± 2.5	159.0 ± 5.8	58.9 ± 7.1	23.1 ± 1.6
<b>Hombres</b> <b>(n = 5)</b>	111.0 ± 15.2	61.6 ± 2.4	24.5 ± 2.4	174.0 ±6.7	73.8 ± 7.0	24.3 ± 0.9

## Correlaciones de los indicadores de la rigidez arterial con la edad basales y posacupuntura

Las correlaciones de *Pearson* entre los índices de rigidez arterial y la edad antes y después de la aplicación de acupuntura se muestran en las Figuras 13 a 19.

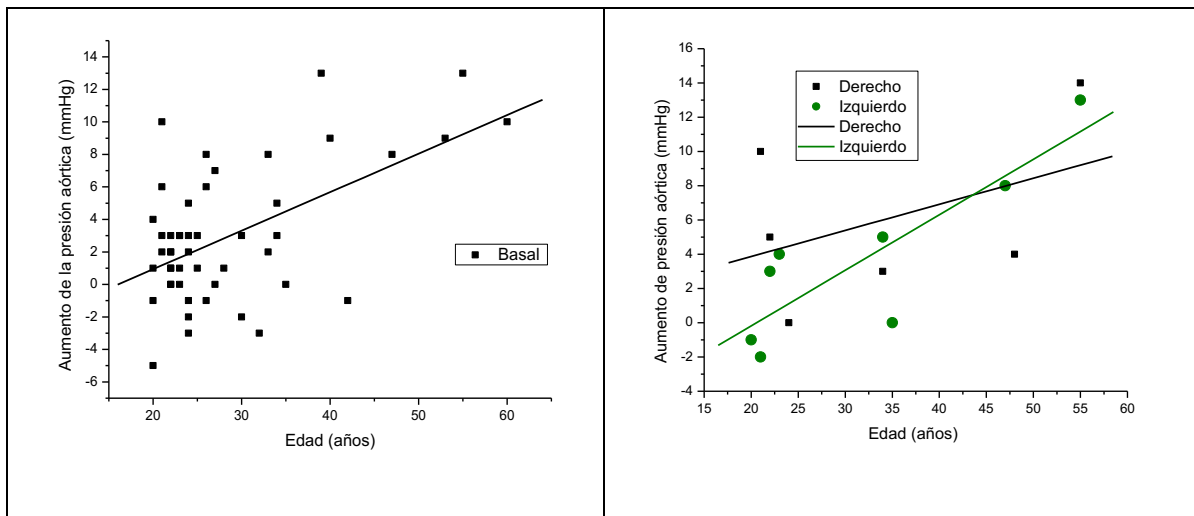
### Cociente de la amplificación de la PP radial / PP central (AmpPPR/PPC).

La correlación basal del AmpPPR/AmpPPC con respecto a la edad fue negativa y significativa ( $\rho = -0.5777$ ,  $P < 0.0001$ ). La estimulación del punto E36 derecho no produjo cambios significativos ( $\rho = -0.4791$ ,  $P = 0.3363$ ) en esta correlación; mientras que, con la aplicación del punto E36 izquierdo se mantuvo negativa y significativa ( $\rho = -0.8021$ ,  $P = 0.0166$ ), ver figura 13.



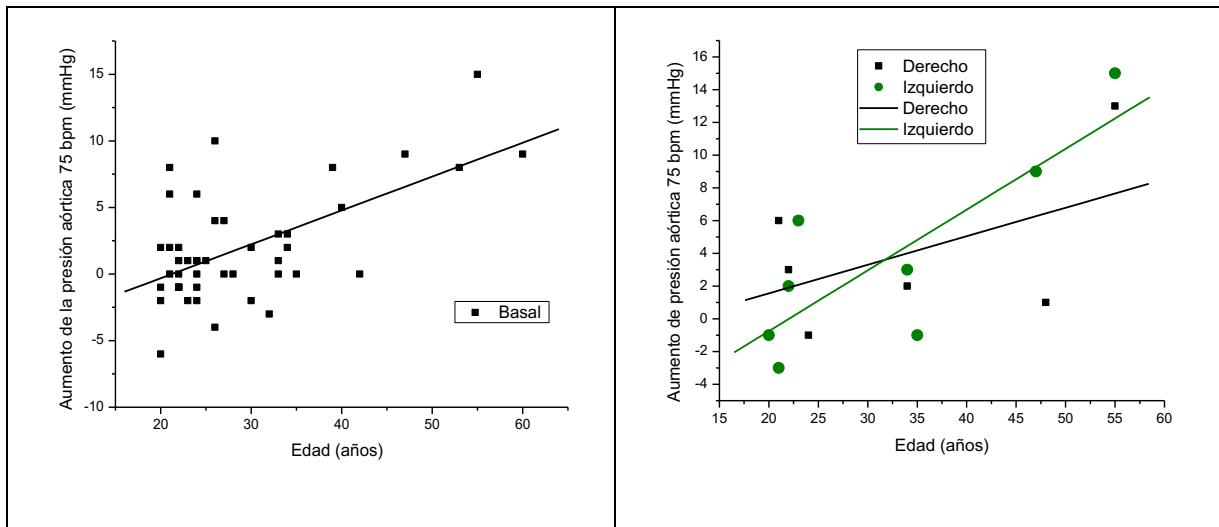
**Figura 13.** Correlación entre el cociente de la amplificación de la PP radial/PP central y la edad en condiciones basales ( $\rho = -0.5777$ ,  $P < 0.0001$ ,  $n = 49$ ), izquierda; y después de la aplicación de acupuntura en Estómago 36 derecho ( $\rho = -0.4791$ ,  $P = 0.3363$ ) o izquierdo ( $\rho = -0.8021$ ,  $P = 0.0166$ ).

**Presión aórtica.** La correlación basal entre el aumento de la presión aórtica y la edad fue positiva y significativa ( $\rho = 0.5479$ ,  $P < 0.0001$ ); después de la estimulación en el punto Estómago 36 derecho se mantuvo sin cambios significativos ( $\rho = 0.4331$ ,  $P = 0.3910$ ); y se mantuvo positiva y significativa con la estimulación de Estómago 36 izquierdo ( $\rho = 0.8524$ ,  $P = 0.0072$ ), ver figura 14.



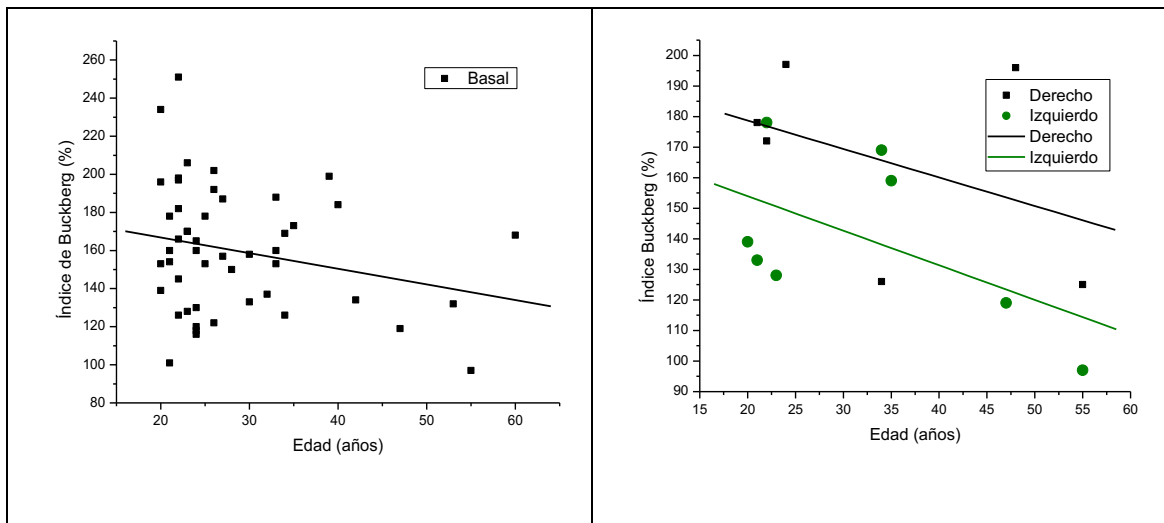
**Figura 14.** Correlación entre el aumento de la presión aórtica y la edad en condiciones basales ( $\rho = 0.5479$ ,  $P < 0.0001$ ,  $n=49$ ) y después de la aplicación de acupuntura en Estómago 36 derecho ( $\rho = 0.4331$ ,  $P = 0.3910$ ) o izquierdo ( $\rho = 0.8524$ ,  $P = 0.0072$ ).

**Presión aórtica ajustada a 75 latidos/min.** La correlación basal de la presión aórtica ajustada a 75 latidos por minuto y la edad fue positiva y significativa ( $\rho = 0.6030$ ,  $P < 0.0001$ ). La estimulación en el punto E36 derecho mantuvo la correlación positiva de manera no significativa ( $\rho = 0.5072$ ,  $P = 0.3045$ ); y la del punto E36 izquierdo fue también positiva pero significativa ( $\rho = 0.8120$ ,  $P = 0.0144$ ), ver figura 15.



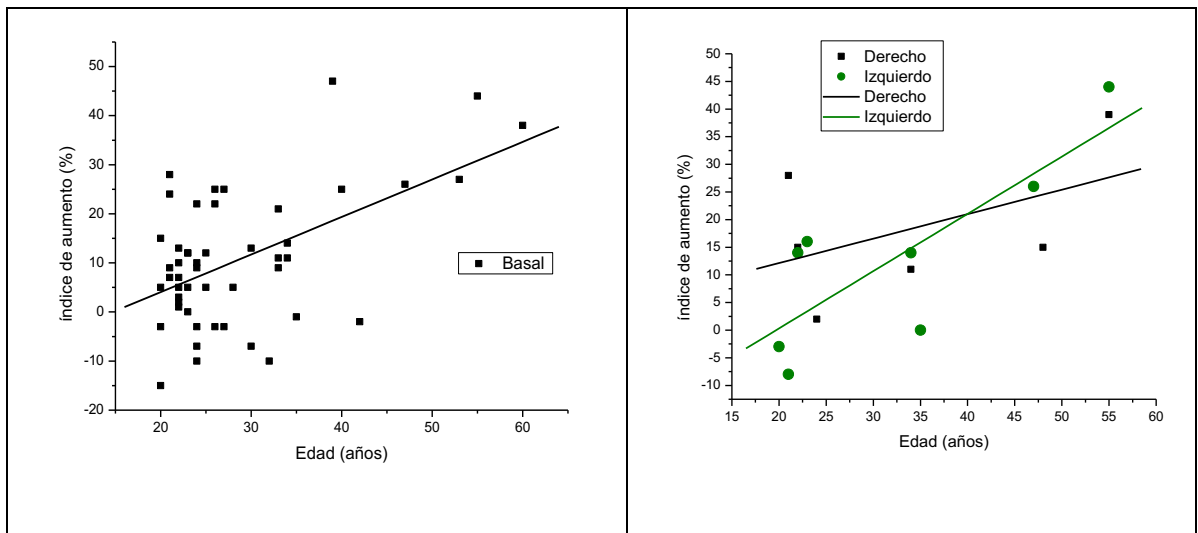
**Figura 15.** Correlación entre el aumento de la presión aórtica ajustada a 75 latidos por minuto y la edad en condiciones basales (A) ( $\rho = 0.6030$ ,  $P < 0.0001$ ,  $n = 49$ ) y después de la aplicación de acupuntura en Estómago 36 derecho ( $\rho = 0.5072$ ,  $P = 0.3045$ ) o izquierdo ( $\rho = 0.8120$ ,  $P = 0.0144$ ).

**Índice de Buckberg.** La correlación basal entre el índice de Buckberg y la edad fue negativa y no significativa ( $\rho = -0.2375, P = 0.1004$ ). Después de la estimulación del punto E36 derecho se mantuvo la correlación negativa también de manera no significativa ( $\rho = -0.4142, P = 0.4143$ ), al igual que con Estómago 36 izquierdo que también fue negativa y no significativa ( $\rho = -0.5502, P = 0.1577$ ), ver figura 16.



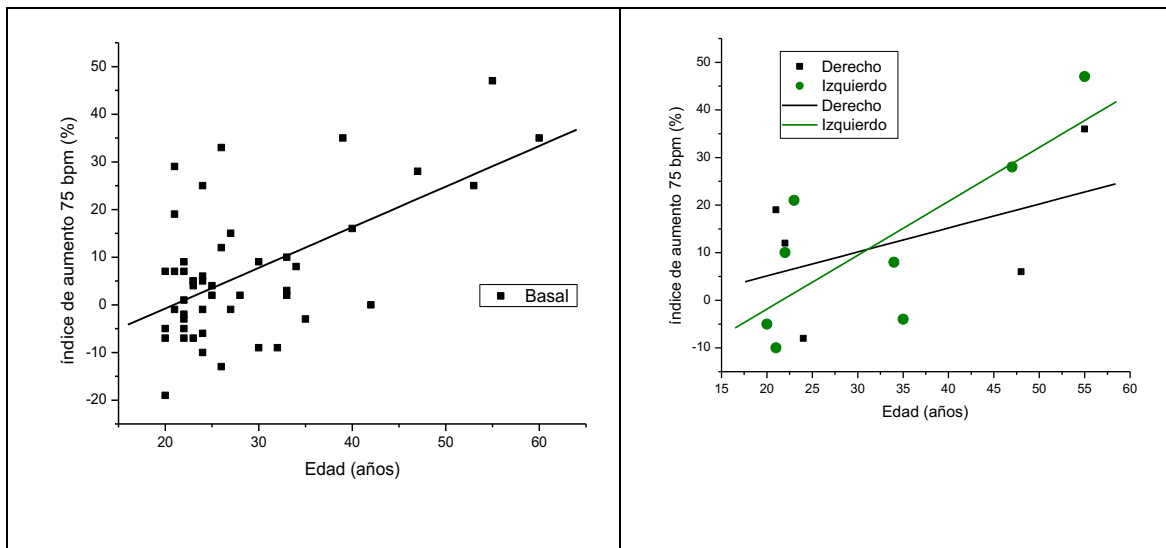
**Figura 16.** Correlación entre el índice Buckberg y la edad en condiciones basales ( $\rho = -0.2375, P = 0.1004$ ) y después de la aplicación de acupuntura en Estómago 36 derecho ( $\rho = -0.4142, P = 0.4143$ ) o izquierdo ( $\rho = -0.5502, P = 0.1577$ ).

**Índice de aumento.** En la correlación basal entre el índice de aumento y la edad fue positiva y significativa ( $\rho = 0.5344$ ,  $P < 0.0001$ ). Después de la estimulación en el punto E36 derecho se mantuvo la correlación positiva de manera no significativa ( $\rho = 0.4884$ ,  $P = 0.3257$ ); y con Estómago 36 izquierdo fue positiva y significativa ( $\rho = 0.8058$ ,  $P = 0.0158$ ), ver figura 17.



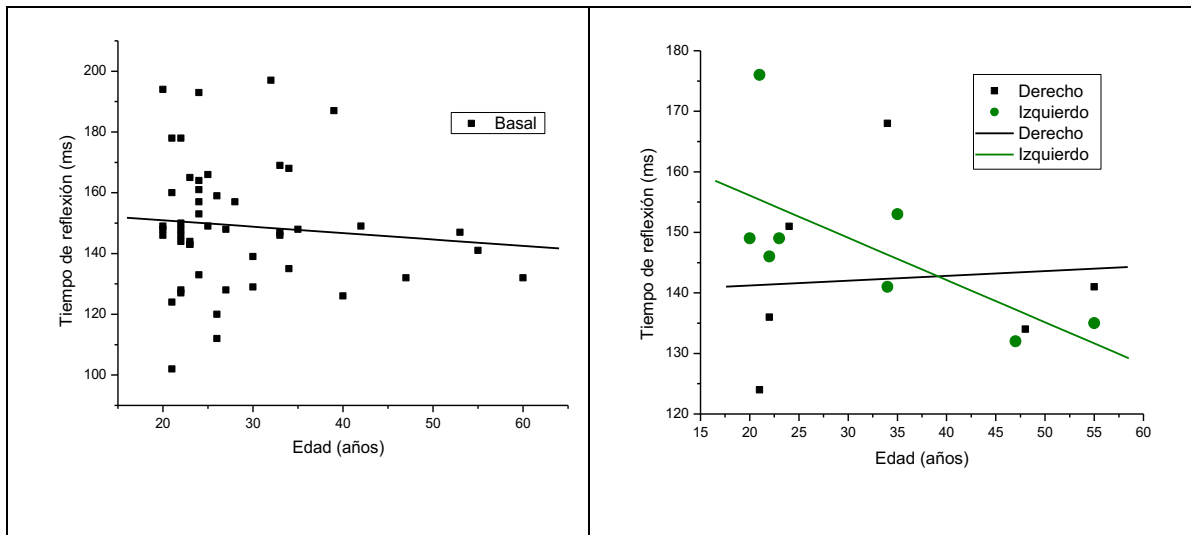
**Figura 17.** Correlación entre el índice de aumento y la edad en condiciones basales ( $\rho = 0.5344$ ,  $P < 0.0001$ ) y después de la aplicación de acupuntura en Estómago 36 derecho ( $\rho = 0.4884$ ,  $P = 0.3257$ ) o izquierdo ( $\rho = 0.8058$ ,  $P = 0.0158$ ).

**Índice de aumento ajustado a 75 latidos/min.** En la correlación basal entre el índice de aumento ajustado a 75 latidos por minuto y la edad fue positiva y significativa ( $\rho = 0.5815$ ,  $P < 0.0001$ ). Con la estimulación del punto Estómago 36 derecho la correlación se mantuvo positiva, de manera no significativa ( $\rho = 0.4975$ ,  $P = 0.3153$ ); con Estómago 36 izquierdo la correlación también fue positiva y significativa ( $\rho = 0.7829$ ,  $P = 0.0216$ ), ver la figura 18.



**Figura 18.** Correlación entre el índice de aumento ajustado a 75 latidos por minuto y la edad en condiciones basales ( $\rho = 0.5815$ ,  $P < 0.0001$ ) y después de la aplicación de acupuntura en Estómago 36 derecho ( $\rho = 0.4975$ ,  $P = 0.3153$ ) o izquierdo ( $\rho = 0.7829$ ,  $P = 0.0216$ ).

**Tiempo de reflexión.** La correlación basal entre el tiempo de reflexión y la edad fue negativa y no significativa ( $\rho = -0.1223$ ,  $P = 0.4130$ ). La estimulación en el punto Estómago 36 derecho cambio a positiva, sin embargo no fue significativa ( $\rho = 0.3146$ ,  $P = 0.5436$ ), con la de Estómago 36 izquierdo la correlación se mantuvo negativa de manera no significativa ( $\rho = -0.6774$ ,  $P = 0.0649$ ), ver figura 19.



**Figura 19.** Correlación entre el tiempo de reflexión y la edad en condiciones basales ( $\rho = -0.1223$ ,  $P = 0.4130$ ) y después de la aplicación de acupuntura en Estómago 36 derecho ( $\rho = 0.3146$ ,  $P = 0.5436$ ) o izquierdo ( $\rho = -0.6774$ ,  $P = 0.0649$ ).



**Efecto de la aplicación del punto Estómago 36 derecho e izquierdo de sujetos sanos en indicadores de la rigidez arterial**

La aplicación de Estómago 36 derecho o izquierdo no produjo cambios de manera significativa sobre los indicadores de rigidez arterial estudiados, ver cuadro 2. De la misma manera no se encontraron cambios significativos en las diferencias entre los valores basales de los parámetros de la rigidez arterial y los obtenidos después de la aplicación del punto Estómago 36 derecho o izquierdo, ver cuadro 2.

**Cuadro 2.** Efecto de la aplicación del punto Estómago 36 derecho o izquierdo en indicadores de la rigidez arterial.

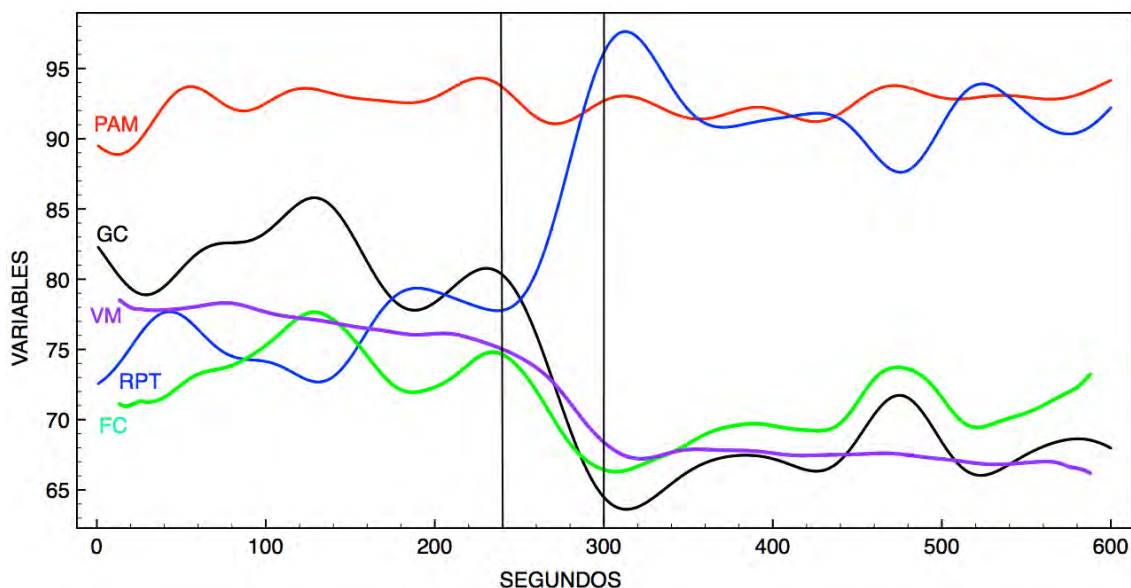
	Basal n= 49	E36 der n= 6	<i>P</i>	E36 izq n=8	<i>P</i>
AmpPPR/AmpPPC (%)	154.5 ± 17.7	142.2 ± 18.1	0.1144	153.1 ± 19.9	0.8452
Aumento de presión aórtica (mmHg)	2.9 ± 4.1	6.0 ± 5.1	0.0992	3.7 ± 5.0	0.6177
Aumento de presión aórtica 75 bpm (mmHg)	1.8 ± 4.0	4.0 ± 5.0	0.2294	3.7 ± 6.0	0.2504
Índice Buckberg	159.9 ±	165.7 ±	0.6853	140.2 ±	0.1156

(%)	32.9	32.6		27.1	
Índice de aumento	10.5 ±13.6	18.3 ± 13.1	0.1884	12.9 ± 16.9	0.6614
(%)					
Índice de aumento	6.4 ± 13.9	12.2 ±14.7	0.3482	11.9 ± 19.3	0.3367
75bpm (%)					

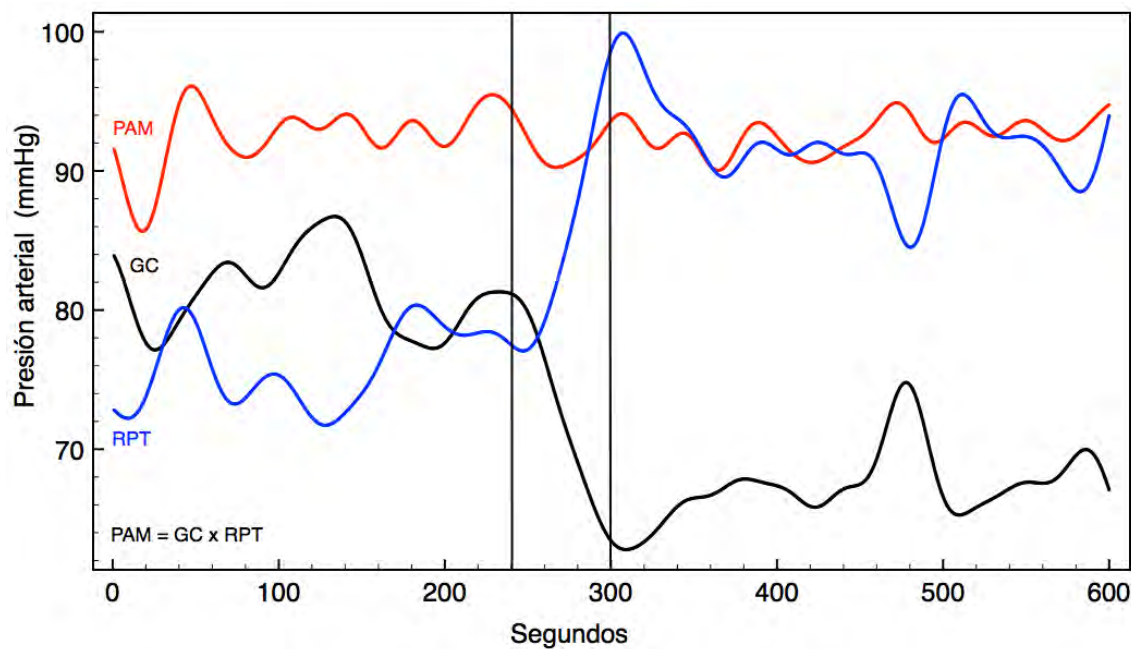
**Cuadro 3.** Comparación de los valores de significación de las correlaciones de *Pearson* entre los valores de los índices de rigidez arterial y la edad, antes y después de la aplicación de acupuntura.

	Basal	E36 der	E36 izq
AmpPPR / AmpPPC (%)	0.0001	0.3363	0.0166
Aumento de presión aórtica (mmHg)	0.0001	0.3910	0.0072
Aumento de presión aórtica 75 lpm (mmHg)	0.0001	0.3045	0.0144
Índice Buckberg (%)	0.1004	0.4143	0.1577
Índice de aumento (%)	0.0001	0.3257	0.0158
Índice de aumento 75 lpm (%)	0.0001	0.3153	0.0216
Tr	0.4130	0.5436	0.0649

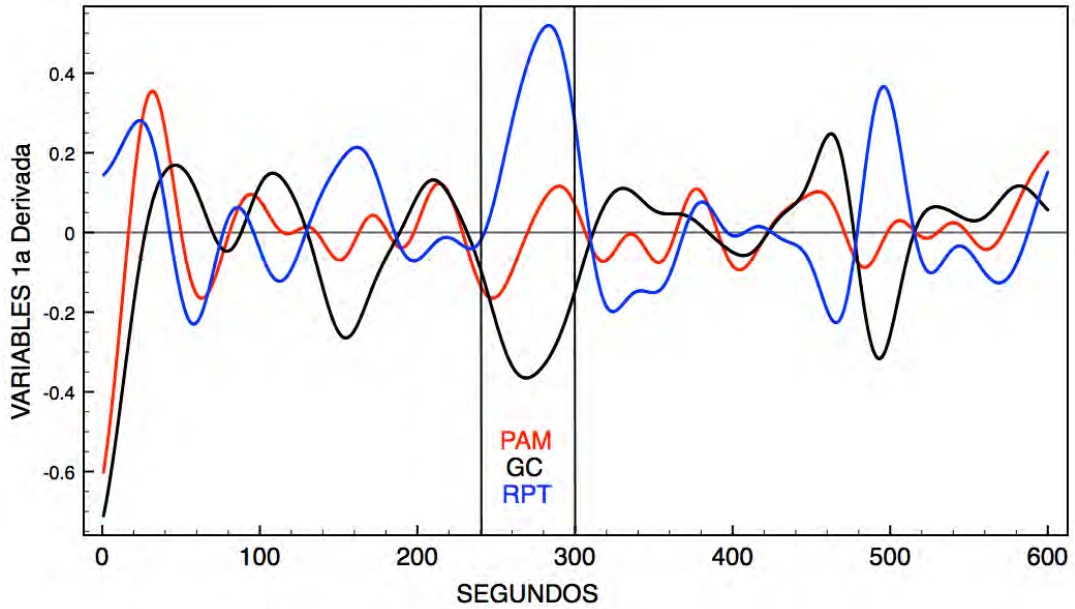
## Presión arterial media y sus variables



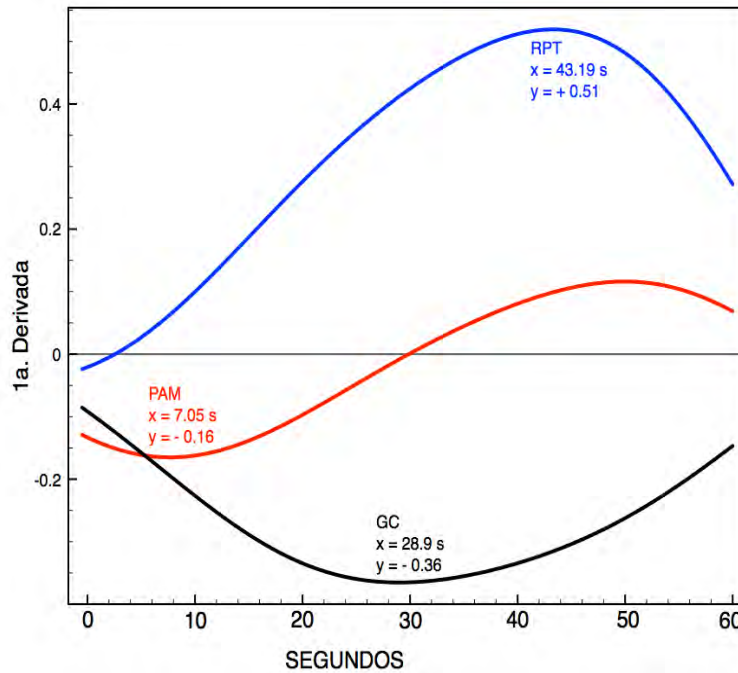
**Figura 20.** Registro de la presión arterial media y sus variables durante los 10 minutos de estudio.



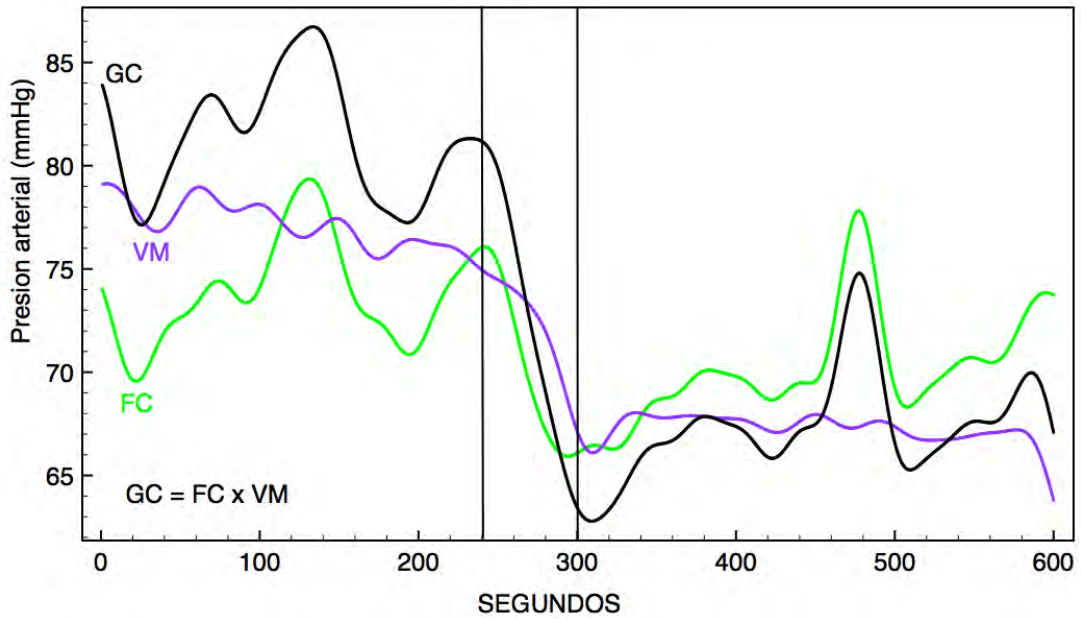
**Figura 21.** Registro de la presión arterial media, sus variables GC y RPT durante los 10 minutos de estudio.



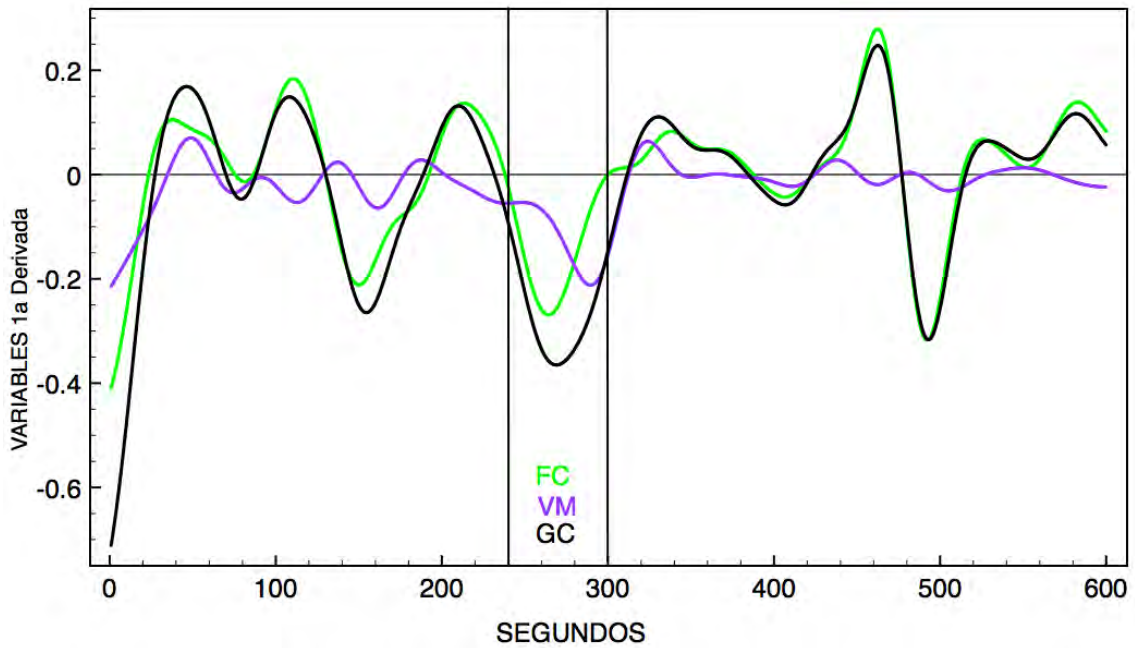
**Figura 22.** Primera derivada de las variables PAM, GC y RPT durante los 10 minutos de estudio.



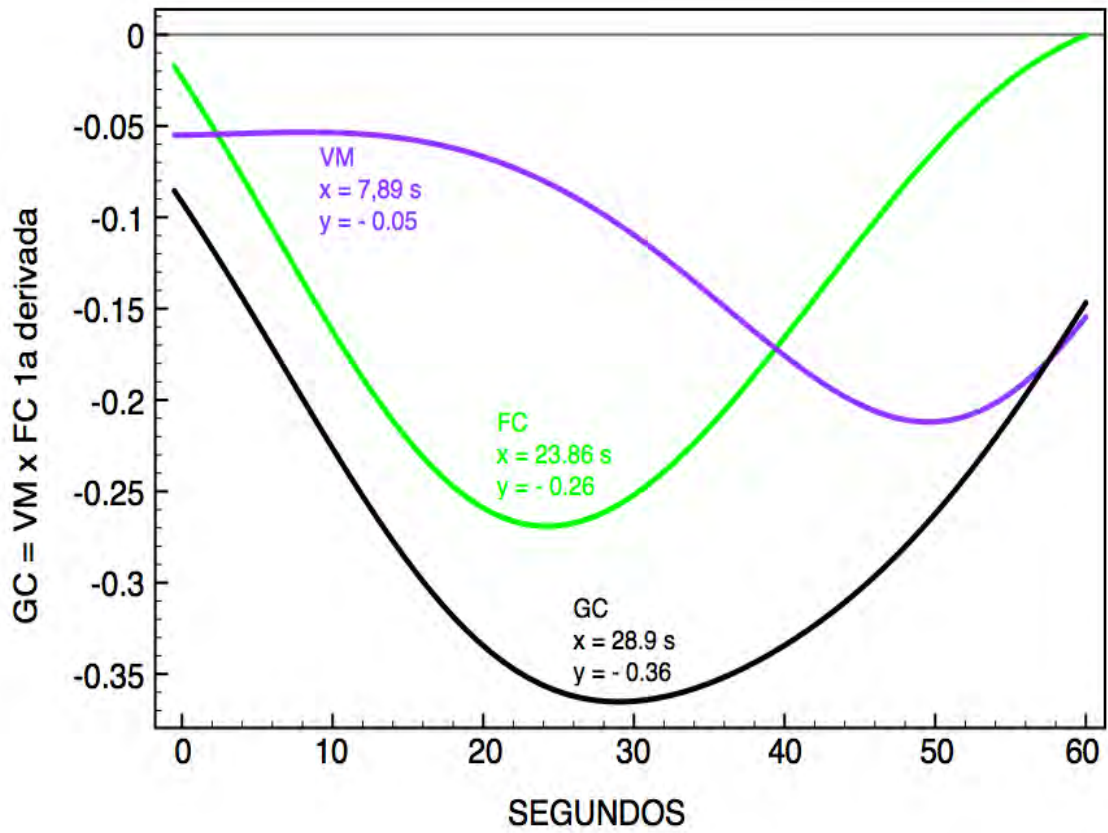
**Figura 23.** Registro de las:  $dPAM/dt$ ;  $dGC/dt$ ;  $dRPT/dt$  durante el minuto transacupuntura.



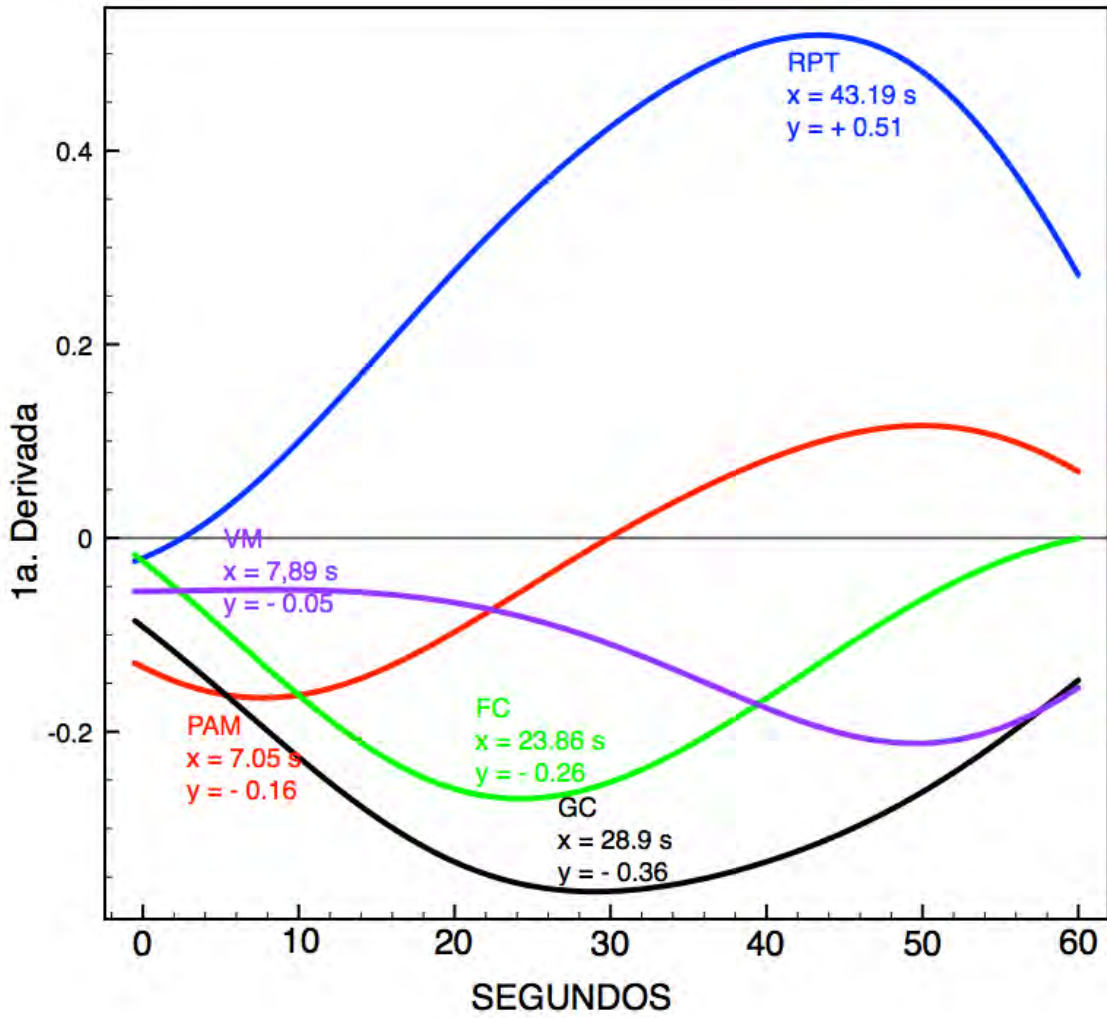
**Figura 24.** Comportamiento de las variables del gasto cardiaco durante los 10 minutos de estudio.



**Figura 25.** Primera derivada de las variables FC, VM y GC durante los 10 minutos de estudio.



**Figura 26.** Registro de las:  $dVM/dt$ ;  $dFC/dt$ ;  $dGC/dt$  durante el minuto transacupuntura.



**Figura 27.** Registro de las:  $dRPT/dt$ ,  $dPAM/dt$ ;  $dVM/dt$ ;  $dFC/dt$ ;  $dGC/dt$  durante el minuto transacupuntura.

**Cuadro 4.** Valores y tiempos de las pendientes máximas originadas por el efecto de la acupuntura en E36 derecho.

<b>Variable</b>	<b>1ª Derivada</b>	<b>Tiempo de aparición</b>
PAM	-0.16	7.05
VM	-0.05	7.9
FC	-0.27	23.86
GC	-0.36	28.90
RPT	+0.52	43.19



## DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de esta investigación fueron los siguientes:

- El índice AmpPPR/AmpPPC tuvo una correlación negativa con la edad. La acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación.
- El índice de aumento de la presión aórtica (delta P) tuvo una correlación positiva con la edad. La acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación.
- El índice de aumento de la presión aórtica ajustado (delta P 75) tuvo una correlación positiva con la edad. La acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación.
- El índice de Buckberg mostró una correlación negativa con la edad. La acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación.
- El índice iA presentó una correlación positiva con la edad. La acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación.
- El índice iA75 mantuvo una correlación positiva con la edad. La acupuntura en E36 derecho o izquierdo no modificaron de manera significativa esta correlación.
- El índice Tr mostró una correlación negativa con la edad. La acupuntura en E36 derecho no modificó de manera significativa esta correlación;

mientras que E36 izquierdo hizo incremento la pendiente negativa de esta correlación.

Respecto a la comparación de los índices de rigidez arterial estudiados en las poblaciones: basal (n=48) y las poblaciones tratadas E36 derecho (n=6) y E36 izquierdo (n=8) se observó lo siguiente:

- El índice AmpPPR/AmpPPC: E36 derecho lo disminuyó de manera notable, pero no significativa; y E36 izquierdo no lo modificó de manera notable.
- Aumento de presión: E36 derecho lo incrementó de manera notable, pero no significativa; y E36 izquierdo también lo incrementó de manera discreta.
- Aumento de presión ajustado 75: E36 derecho o izquierdo lo incrementaron de manera discreta y no significativa.
- Índice de Buckberg: E36 derecho lo incrementó de manera discreta; y E36 izquierdo lo disminuye de manera notable, aunque no significativa.
- Índice de incremento: E36 derecho lo incrementó de manera notable, pero no de manera significativa; y E36 izquierdo lo incrementa de manera discreta y no significativa.
- Índice de incremento ajustado a 75: E36 derecho lo incrementó de manera notable, pero no de manera significativa; y E36 izquierdo lo incrementó de manera notable, pero no de manera significativa.

- Tiempo de reflexión (Tr): E36 derecho lo disminuyó de manera discreta y no significativa; y E36 izquierdo lo disminuyó de manera discreta, pero no de manera significativa.

Respecto a los cambios en la presión arterial media y sus variables relacionadas con la estimulación con E36 derecho:

- La presión arterial media se mantuvo sin cambios notables, el gasto cardiaco disminuyó durante los primeros 30 s y la resistencia vascular total aumentó en forma secundaria al gasto cardiaco.

Respecto al gasto cardiaco y sus variables:

- El gasto cardiaco como mencionamos disminuyó, a expensas de disminuciones de la frecuencia cardiaca y el volumen latido.

La acupuntura manual en Estómago 36 modificó de forma aguda algunas de las variables del análisis de la onda de pulso, relacionadas con la rigidez arterial. El índice de Buckberg tuvo cambios relacionados con una disminución de la rigidez arterial correspondiente a cada uno de los participantes al comparar los valores basales con los posteriores a la aplicación del tratamiento en E36 derecho; los índices aumento de presión aórtica con E36 derecho, AmpPPR/AmpPPC (relación de la amplificación de la presión del pulso radial/central) con E36 derecho y el índice de incremento con E36 derecho presentaron cambios compatibles con aumento de la rigidez arterial también con respecto a la edad de los participantes.

De esta manera podemos concluir que el punto con mayor efecto sobre la actividad vascular es Estómago 36.

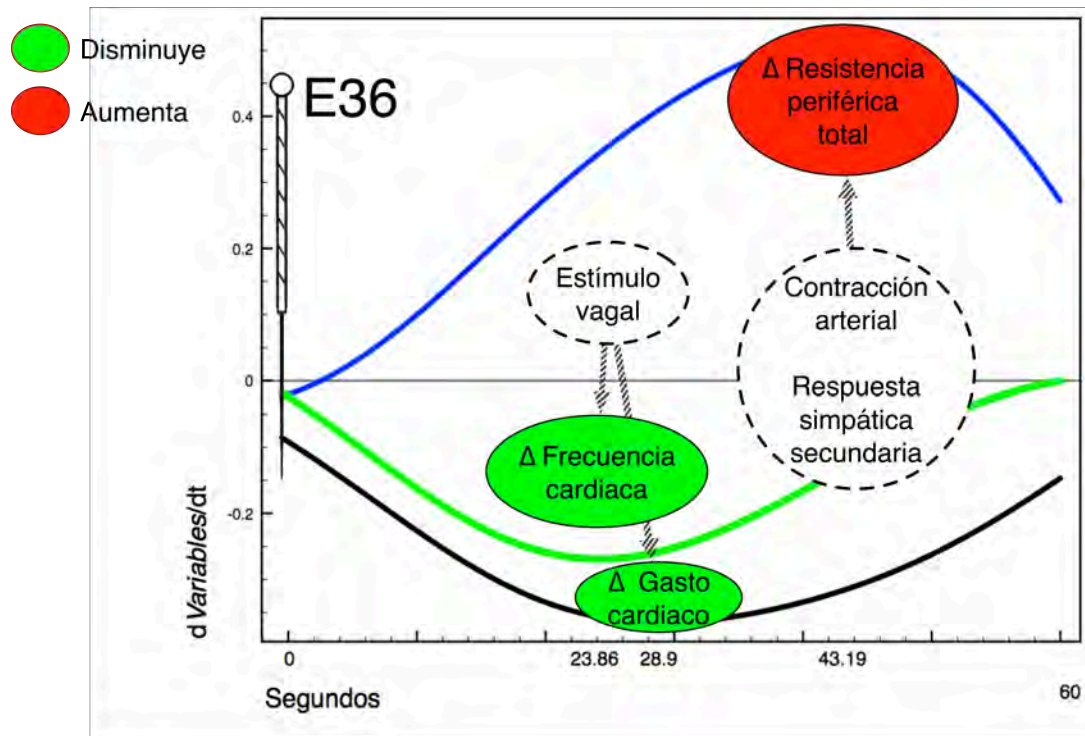
El análisis cinético de la intervención con acupuntura mostró que el punto Estómago 36 derecho modificó las variables de la presión arterial media; en especial disminución del gasto cardíaco, la frecuencia cardíaca y un aumento de la resistencia periférica total.

Se ha observado que el efecto de E36 en la PA en animales de experimentación varía de acuerdo al grado de estimulación. Se observó que la estimulación fuerte produjo un aumento de la PA en ratas (Yang y Cols., 2008).

Se ha propuesto que el efecto de E36 en los cambios en la fluidez sanguínea pueden ser inhibidos por bloqueadores beta adrenérgicos en ratas Wistar (Ishikaga y Cols., 2012).

Chang y Cols. (Chang y Cols., 2010) informaron que la electroacupuntura no modificó la actividad cardiovagal evaluada por medio de mediciones de la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

La estimulación de E36 de lado izquierdo modifica la actividad de la corteza motora secundaria, el sistema límbico (girus cingulado, cingulado posterior), la corteza visual primaria, el puente y regiones medulares (Cho y Cols., 2010)



**Figura 28.** Secuencia de los cambios en la velocidad de los cambios en las variables de la presión arterial que se modificaron por la aplicación de acupuntura en E36 derecho.

Los datos obtenidos permiten suponer que el punto E36 derecho produce una desviación del equilibrio simpático/parasimpático en dirección a un predominio de la actividad de éste último; con disminución de la frecuencia cardíaca y el gasto cardíaco. Y respecto al aumento en la resistencia periférica total proponemos que se trata de un cambio secundario a la disminución del gasto cardíaco y que es mediado por un impulso simpático.

*Limitaciones del estudio.* Las limitaciones principales de este estudio fue el periodo limitado de seguimiento y que la estimulación del punto fue moderada.

## **CONCLUSIÓN**

La acupuntura manual en Estómago 36 modificó de forma aguda algunas de las variables del análisis de la onda de pulso, relacionadas con la rigidez arterial. El índice de Buckberg tuvo cambios relacionados con una disminución de la rigidez arterial correspondiente a cada uno de los participantes al comparar los valores basales con los posteriores a la aplicación del tratamiento en E36 derecho; con E36 izquierdo los índices aumento de presión aórtica, AmpPPR/AmpPPC (relación de la amplificación de la presión del pulso radial/central) y el índice de incremento presentaron cambios compatibles con aumento de la rigidez arterial también con respecto a la edad de los participantes.

De esta manera podemos concluir que el punto con mayor efecto sobre la actividad vascular es Estómago 36 derecho versus izquierdo.

El análisis cinético de la intervención con acupuntura mostró que el punto Estómago 36 derecho modificó las variables de la presión arterial media; en especial disminución del gasto cardiaco y la frecuencia cardiaca y un aumento de la resistencia periférica total.

## **PERSPECTIVAS**

Se propone la realización de investigaciones adicionales para evaluar los efectos específicos del punto Estómago 36 sobre las divisiones simpática y parasimpática del sistema nervioso autónomo y su probable modificación mediante fármacos agonistas y antagonistas de estos sistemas.

También es necesaria una evaluación del efecto a mediano y largo plazo de tratamientos con acupuntura en E36 en las variables relacionadas con la rigidez arterial.



## REFERENCIAS

Benetos A, Rudnichi A, Safar M, Guize L: Pulse pressure and cardiovascular mortality in normotensive and hypertensive subjects. *Hypertension* 1998;32:560-564.

Benetos A, Safar M, Rudnichi A, Smulyan H, Richard J-L, Ducimetiere P, Guize L: Pulse pressure: a predictor of longterm cardiovascular mortality in a French male population. *Hypertension* 1997;30:1410-15.

Blacher J, Asmar R, Djane S, London GM, Safar ME: Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. *Hypertension* 1999;33:1111-17.

Bonet J: Aplicación práctica de la medida de la onda de pulso en el estudio de la rigidez arterial. *Hipertensión* 2007;24: 30-34.

Boutouyrie P, Bussy C, Lacolley P, Girerd X, Laloux B, Laurent S: Association between local pulse pressure, mean blood pressure, and large-artery remodeling. *Circulation* 1999;100:1387-1393.

Chang CS, Ko CW, Lien HC, Chou MC: Effect of Electroacupuncture on St. 36 (Zusanli) and LI. 10 (Shousanli) Acupuncture Points on Heart Rate Variability. *The Am J Chin Med* 2010;38: 231–239.

Cho SY, Jahng GH, Park SU, Jung WS, Moon SK, Park JM: fMRI Study of Effect on Brain Activity According to Stimulation Method at LI11, ST36: Painful Pressure and Acupuncture Stimulation of Same Acupoints. *J Alternative and Complementary Med* 2010;16: 489–495.

Doyle A, Mark PB, Johnston N, Foster J, Connell JM, Dargie H, Jardine A, Padmanabhan N: Aortic Stiffness and Diastolic Flow Abnormalities in End-Stage Renal Disease Assessed by Magnetic Resonance Imaging. *Nephron Clin Pract* 2008;109:c1–c8.

Hermida A, López J, Calov C: Medida no invasiva de la presión arterial central mediante tonometría por aplanamiento. Análisis de la onda de pulso. *Galicia Clin* 2012;73:161-168.

Ishikawa S, Suga H, Fukushima M, Yoshida A, Yoshida Y, Sunagawa M, Hisamitsu T: Blood fluidity enhancement by electrical acupuncture stimulation is related to an adrenergic mechanism. *J Acupunct Meridian Stud.* 2012;5:21-8.

Kroeker EJ, Wood EH: Comparison of simultaneously recorded central and peripheral arterial pressure pulses during rest, exercise and tilted position in man. *Circ Res* 1955;3:623-632.

Lakatta EG: Similar myocardial effects of aging and hypertension. *Eur Heart J* 1991;11:29-38.

Leskinen M, Hautaniemi E, Tohuaninen A, Koskela J, Päällysaho M, Tikkakoski A, Kähönen M, Kööbi I, Niemela O, Mustone J, Pörsti I: Daily liquorice consumption for two weeks increases augmentation index and central systolic and diastolic blood pressure. *PLoS One* 2014;9:1-10.

Nichols WW, O'Rourke MF: *McDonald's Blood Flow in Arteries Theoretical, Experimental and Clinical Principles*, 4th ed. London: Edward Arnold, 1998.

OMS, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/> Consultado diciembre 2016.

O'Rourke MF, Gallagher DE: Pulse wave analysis. *J Hypertens* 1996;14:147-157.

Rosas M: La hipertensión arterial en México y su relación con otros factores de riesgo. *Archivos de cardiología de México* 2003;S137-S140.

Rowell LB, Brengelmann GL, Blackmon JR, Bruce RA, Murray JA: Disparities between aortic and peripheral pulse pressures induced by upright exercise and vasomotor changes in man. *Circulation* 1968;37:954-964.

Saba PS, Roman MJ, Pini R, Spitzer M, Ganau A, Devereux RB: Relation of arterial pressure waveform to left ventricular and carotid anatomy in normotensive subjects. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:1873-1880.

Segers P, Qasem A, DeBacker T, Carlier S, Verdonck P, Avolio A: Peripheral "oscillatory" compliance is associated with aortic augmentation index. *Hypertension* 2001;37:1434-1439.

Wilkinson I, Mohammad N, Tyrrell S, Hall I, Webb D, Paul V, Levy T, Cockcroft J: Dependencia de la frecuencia cardíaca de la amplificación de la presión de pulso y la rigidez arterial. *Am J Hypertens* 2002;15:24-30.

Yang HY, Zhong XH, Liu TY, Kuai L, Gao M: Impact of different emulated acupuncture-needle manipulations on blood pressure and myocardial angiotensin II content in spontaneous hypertension rats. *Zhen Ci Yan Jiu*. 2008;33:186-90.

Yenes A, Hernán L. Rigidez arterial y riesgo cardiovascular. Sociedad Chilena de obesidad. <http://www.sochob.cl/web1/rigidez-arterial-y-riesgo-cardiovascular/> consultado diciembre 2016.

Zócalo Y, Bia D, Farro I, Torrado J, Farro F, Armentano RL, Lluberas R: Presión aórtica central y parámetros clínicos derivados de la onda de pulso: evaluación no invasiva en la práctica clínica. Rev Urug Cardiol 2012; 27: 418-430.

## ANEXO

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

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

1. Por medio de la presente acepto participar en el protocolo de investigación titulado:

**Variaciones agudas de los índices de rigidez arterial por la aplicación de E36 en sujetos sanos.**

Se me ha explicado que mi participación consistirá en: Tomar la tensión arterial y permanecer acostado durante 5 minutos luego se procederá a la toma de pulso radial derecho con un tonómetro a través de un sensor, después se aplicará del punto de acupuntura Corazón lado izquierdo o derecho, el cual se localiza en la parte central de la concha de la oreja, se aplicará con una profundidad de 0.1-0.3mm durante un minuto. Se repetirá la toma de presión arterial y la toma de pulso radial derecho.

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 punción o de calambre ligera.
- Enrojecimiento o inflamación de la piel en el punto de acupuntura.
- Dolor en la región puncionada.

- Sensación de mareo al cambio de posición de bipedestación.
- 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.

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 la Clínica de Acupuntura de esta institución educativa.

El investigador responsable me ha dado seguridad 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 hacerme 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: \_\_\_\_\_