



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
ESPECIALIZACIÓN EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA

**MODIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD
ELECTROMIOGRÁFICA GÁSTRICA
SECUNDARIA A LA APLICACIÓN DE BAZO 4
EN SUJETOS SANOS**

Idónea Comunicación de Resultados
para Obtener el Diploma de:
ESPECIALISTA EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA

PRESENTA:

MED. CIR. MARGARITA ALTAMIRANO DOMÍNGUEZ

Director

Dr. José Federico Rivas Vilchis

Asesora

Dra. Elizabeth Hernández Pérez

MÉXICO, D. F.

Abril 2016

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:

MARÍA MARGARITA ALTAMIRANO DOMÍNGUEZ

El día 20 de abril de 2016

Sinodales:

PRESIDENTE:

Dr. Rubén Román Ramos



SECRETARIO:

Dra. Elizabeth Hernández Pérez



VOCAL:

Dr. José Federico Rivas Vilchis



COMITÉ TUTORAL
de la
IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

DIRECTOR

DR. JOSÉ FEDERICO RIVAS VILCHIS

Profesor Titular

Departamento de Ciencias de la Salud

División de Ciencias de Biológicas y de la Salud, Unidad

Iztapalapa, Universidad Autónoma Metropolitana

ASESORA

DRA. ELIZABETH HERNÁNDEZ PÉREZ

Profesora Titular

Departamento de Ciencias de la Salud

División de Ciencias de 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 la memoria de mi padre A mi madre

Sr. Guillermo Altamirano Sra. Inés Domínguez

A quienes debo lo que soy

A mis hermanos:

Rosa María, Federico, María Isabel, Luz del Carmen y Guillermina

por su cariño

A la memoria de mi querida hermana María Esther

gracias por el cariño y amor que nos diste durante tu existencia

A mi esposo José Luis y a mis adorados hijos José Luis y Luzelena

Razón de mi vida

Al Dr. José Federico Rivas Vilchis; por sus enseñanzas y su dedicación y cariño a todos nosotros sus alumnos.

A la Dra. Elizabeth Hernández Pérez por su amistad y su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Federico Rivas Vilchis; por sus enseñanzas y orientación en la realización de la presente investigación, también gracias por sus sugerencias para mejorar el trabajo escrito.

A la Dra. Elizabeth Hernández Pérez gracias; por la asesoría de la presente investigación.

Agradezco a la Dra. Tania Rosario Banderas Dorantes; su apoyo técnico en la obtención de las señales electrograstrográficas, su asesoría en el análisis de la señal mediante la densidad del espectro de frecuencia y picos de frecuencia mediante método de Fourier, así como el diseño de gráficas.

Agradezco a la Dr. Jorge Alberto Cervantes Reyes; su apoyo técnico en la obtención de las señales electrograstrográficas, su asesoría en el análisis de la señal mediante la densidad del espectro de frecuencia y picos de frecuencia mediante método de Fourier, así como el diseño de gráficas.

RESUMEN

Introducción

La electrogastrografía cutánea (EGGc) permite examinar la actividad mioeléctrica gástrica. La acupuntura se emplea en el tratamiento de diversas alteraciones gastrointestinales. El punto Bazo 4 (B-4, *Gongsun* por su denominación en chino) se utiliza en trastornos de la motilidad gastrointestinal y el vaciamiento gástrico. Sin embargo, la acción del punto B-4 sobre la actividad mioeléctrica gástrica no se ha estudiado. El propósito de este estudio fue analizar los cambios en la actividad mioeléctrica gástrica producidos por la estimulación con acupuntura manual en B-4.

Participantes y método

Se realizó un estudio experimental, comparativo y de corte transversal. Participaron 30 voluntarios sanos miembros de la comunidad estudiantil de la Universidad Autónoma Metropolitana. Se realizó a cada uno de ellos el registro de la actividad mioeléctrica gástrica de la siguiente manera: el electrodo positivo se colocó entre el apéndice xifoides y la cicatriz umbilical, el electrodo negativo se colocó a 5 cm de distancia del electrodo positivo hacia arriba y lateral a la izquierda en un ángulo de 45° y el electrodo tierra se colocó en el margen costal izquierdo horizontal al electrodo positivo. Se utilizó el amplificador para electrogastrografía del equipo MP150 (*BIOPAC Systems, Santa Bárbara, California, EUA*). Se realizó un registro continuo de 15 minutos de la siguiente manera: basal de 5 min, con acupuntura en B-4 durante 5 min y posacupuntura 5 min.

Intervención con acupuntura. Se utilizaron agujas filiformes de acero inoxidable de 40 X 0.30 mm, marca *AcuBest* (*Beijing*, República Popular China), se localizó el punto B-4 de manera tradicional y se insertó la aguja a una profundidad de 1.5 cm y permaneció *in situ* durante 5 minutos.

Resultados

El análisis del electrogastrograma basal mediante la densidad en el espectro de frecuencias mostró tres tipos de frecuencia principales: baja, media y alta. La acupuntura en B-4 derecho produjo una reducción constante, pero no significativa ($P < 0.0715$), de la frecuencia media y un aumento no significativo ($P = 0.5950$) de la frecuencia alta; mientras que la acupuntura en B-4 izquierdo produjo una reducción significativa ($P < 0.0093$) de la FM y un aumento no significativo ($P = 0.7751$) de la frecuencia alta. La comparación de los efectos de B-4 derecho *versus* B-4 izquierdo en la baja o alta frecuencia no mostraron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico.

Conclusión

La acupuntura en B-4 en el miembro inferior izquierdo disminuye de manera significativa la frecuencia media de la actividad mioeléctrica gástrica. Los puntos B-4 izquierdo *versus* B-4 derecho producen efectos diferenciados sobre la actividad electromiográfica gástrica.

Palabras clave: electrogastrograma, actividad mioeléctrica gástrica, acupuntura, punto Bazo 4.

ABSTRACT

Introduction

Gastric myoelectric activity can be evaluated through cutaneous electrogastrography (EGGc). Acupuncture is used in the treatment of various gastrointestinal disorders. Spleen point 4 (Gongsun, by Chinese name) is related to changes in gastrointestinal motility and gastric emptying disorders. However, the action point Sp-4 on gastric myoelectric activity has not been studied. The aim of this study was to analyze changes in the gastric myoelectric activity produced by manual acupuncture stimulation in Sp-4.

Participants and method

An experimental, comparative and cross-sectional study was conducted in 30 healthy volunteers, all of them, members of the student community of the Universidad Autónoma Metropolitana, It was performed on each recording gastric mioelectrical activity as follows: the positive electrode was placed between the xiphoid appendage and the umbilicus scar, in turn, the negative electrode was placed 5 cm away from the positive electrode upwards at an angle of 45° to the left side of the subject and ground electrode was placed on the left costal margin to the positive electrode. An amplifier for electrogastrogram for MP150 (Biopac Systems, Santa Barbara, CA, USA). A continuous record of 15 minutes was performed as follows: Basal 5 min, with acupuncture Sp-4 5 min, and posacupunture 5 min.

Acupuncture intervention. Needles stainless steel 40 mm long by 0.30 mm, trademark *AcuBest* (Beijing, Popular Republic of China) were used. Point Sp-4

traditionally located and the needle was inserted to a depth of 1.5 cm and remained *in situ* for 5 minutes.

Results

Electrogastrogram baseline analysis by density in the frequency spectrum showed three main types of frequency: low, medium and high. Acupuncture in B-4 produced a constant reduction but not significant in the mean frequency ($P < 0.0715$) and a nonsignificant increase in high frequency ($P = 0.5950$); while acupuncture left Sp-4 was a significant reduction in FM ($P < 0.0093$) and a nonsignificant increase of the high frequency ($P = 0.7751$), comparing the effects of B-4 *versus* right Sp-4 left in the low or high frequency were not different from the statistical point of view.

Conclusion

Acupuncture in Sp-4 in the left lower limb decreases significantly the mean frequency of gastric myoelectric activity. Points left Sp-4 *versus* right Sp-4 have different effects on gastric electromyographic activity.

Key words: electrogastrogram, gastric myoelectric activity, acupuncture, Spleen 4 acupoint.

PRINCIPALES ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

EGGc	Electrogastrograma cutáneo
Hz	Hertz
B-4	Punto 4 del canal del Bazo
PC-6	Punto 6 del canal de Pericardio
E-36	Punto 36 del canal de Estómago
VC-12	Punto 12 del canal de canal Vaso
	Concepción
FB	Frecuencia baja
FM	Frecuencia media
FA	Frecuencia alta
cpm	Ciclos por minuto

GLOSARIO

BIOPAC	Instrumento empleado para para registrar la actividad mioeléctrica gástrica por medio de electrodos cutáneos colocados sobre la piel abdominal por encima del estómago.
Electrogastrografia	Registro de la actividad mioeléctrica gástrica obtenido por el amplificador para electrogastrografía del BIOPAC.
Ondas lentas gástricas	Ondas de actividad en el electrogastrograma con frecuencia de 2 - 5/min.
Transformación rápida de Fourier	Transformación matemática para cambiar una señal con base en tiempo a otra basada en frecuencias. Se aplica a las señales para obtener de ellas información adicional, a la que se obtiene con las señales puras.

ÍNDICE

Resumen	vii
<i>Abstract</i>	ix
Abreviaturas usadas en el texto	xi
Glosario	xii

Introducción	1
Hipótesis	11
Objetivos	12
Participantes y método	13
Resultados	19
Discusión	25
Conclusiones	30
Limitaciones del estudio	31
Perspectivas	32
Referencias	33
Anexo	38

INTRODUCCIÓN

La fisiología gástrica comprende una compleja y dinámica interacción entre estructuras anatómicas, sus secreciones y el ambiente, por lo cual la motilidad gastrointestinal está dirigida por los sistemas de control químico, neuronales y miogénicos (Rodríguez 2010). Se ha propuesto que la capacidad motora digestiva depende de la estructura muscular que recubre todo el tracto gastrointestinal (Brrett 2007).

Inervación entérica

Se caracteriza por los plexos mientéricos; siendo el plexo submucoso o de *Meissner* que se localiza entre la membrana mucosa y la capa circular muscular y el plexo mientérico o de *Auerbach* que se encuentra entre las capas musculares circular y longitudinal, así el peristaltismo y los movimientos segmentarios requieren de un plexo nervioso.

Las fibras parasimpáticas preganglionares entran en el abdomen en los troncos vagales anterior (izquierdo) y posterior (derecho), estas fibras se distribuyen desde el estómago hasta la flexura esplénica del colon. Las que se dirigen hacia el tracto gastrointestinal terminan sobre neuronas posganglionares en los plexos mientéricos. Las fibras posganglionares inervan el músculo liso y las glándulas.

Las fibras parasimpáticas estimulan el peristaltismo, relajan los esfínteres y estimulan la secreción (Jansson, 1969).

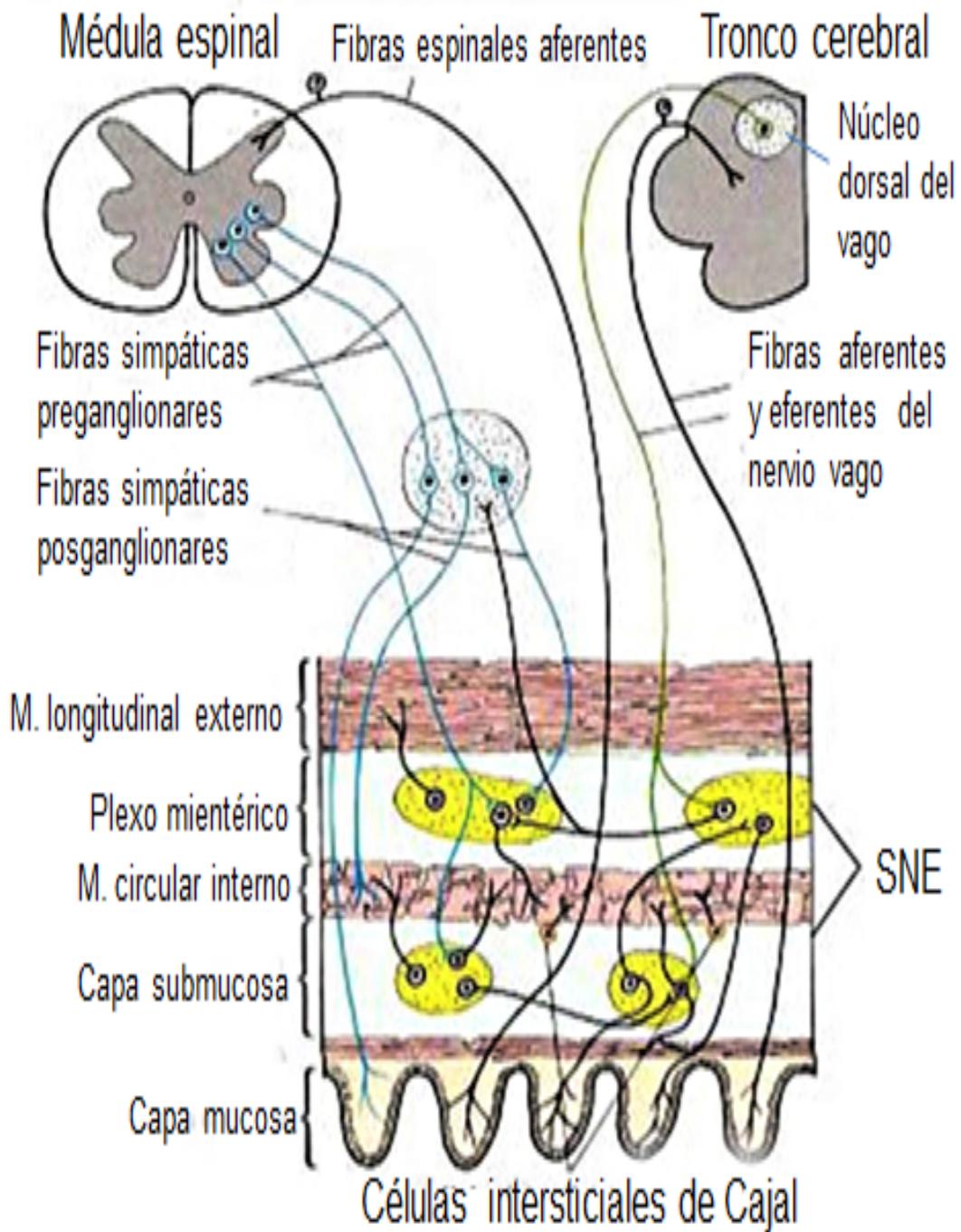
Las fibras nerviosas preganglionares simpáticas atraviesan la porción torácica del tronco simpático y entran en los nervios esplénicos mayor y menor. Estas fibras descienden en el abdomen y establecen sinapsis con neuronas posganglionares en los ganglios celíaco y mesentérico superior (figura 1).

Las fibras nerviosas posganglionares se distribuyen en el estómago como plexos nerviosos alrededor de las ramas de las arterias celíaca y mesentérica superior. Los nervios simpáticos inhiben el peristaltismo, producen contracción de los esfínteres e inhiben la secreción intestinal (Snell, 2007).

Actividad mioeléctrica gástrica

La actividad mioeléctrica del estómago consiste en ondas lentas y potencial de pico. La onda lenta también se denomina potencial de *Pacesetter* o actividad de control eléctrico, mientras que los picos se les llama *potenciales de acción* o de actividad de respuesta eléctrica (Yin y Chen 2013).

La actividad mioeléctrica gástrica inicia desde el tercio proximal y los dos tercios distales del estómago hasta el píloro (Yin y Chen 2010) y se caracteriza por ondas peristálticas, las cuales son contracciones que sirven principalmente para mezclar el bolo alimenticio con las secreciones gástricas, formando al quimo.



Modificado de Venegas ; Medwave 2007

Figura 1. Inervación gástrica

Además la fuerza de estas contracciones colabora en la fragmentación mecánica de los alimentos. Estas ondas contráctiles se originan en el cuerpo donde son débiles, desplazándose hacia el antro donde van aumentando de fuerza. La frecuencia de aparición es de unas 3/minuto y se desplazan a una velocidad de 1-2 cm/s. la generación de estas ondas se debe al complejo motor migratorio. A las 4 o 5 horas después de una comida se producen contracciones cada dos horas que duran unos diez minutos son las denominadas contracciones del hambre (Brrett, 2007).

Electrogastrografía cutánea (EGGc)

Es una técnica de registro de la actividad mioeléctrica gástrica mediante electrodos colocados en la superficie cutánea abdominal (Real, 2003). La EGG fue introducida por primera vez por Álvarez en 1922, redescubierta por Davis *et al* en 1957 y popularizado en 1990 (Yin y Chen, 2013). Es importante mencionar que la EGGC, es la única técnica no invasiva disponible para estudiar la actividad mioeléctrica gástrica (Real, 2001). El consumo de una comida aumenta la señal de la electrogastrografía y se piensa que resulta de un incremento de la contractilidad antral o de la distensión mecánica del estómago. La prueba con el cuantifica la frecuencia y regularidad dominantes de la actividad mioeléctrica gástrica, cuantifica el porcentaje de tiempo en los que existen ritmos de onda lenta anormales durante el ayuno y posprandial y

valora el aumento de la amplitud o potencia después de una comida (Hernández, 2009).

Análisis de Fourier

Fourier en 1807, establece en los trabajos presentados en el Instituto de Francia que: cualquier señal periódica puede ser representada por una serie de sumas trigonométricas en senos y cosenos relacionadas armónicamente. Fourier además obtuvo, una representación para señales no periódicas, no como suma de senoides relacionadas armónicamente, sino como integrales de senoides, las cuales no todas están relacionadas armónicamente. Al igual que las series de Fourier, la integral de Fourier, llamada *Transformada de Fourier*, es una de las herramientas más usadas para el análisis de Sistema Lineal Invariante en el Tiempo (Domínguez, 2015).

Aplicaciones del análisis de Fourier

- Generación de formas de onda de corriente o tensión eléctrica por medio de la superposición de senoides generados por osciladores electrónicos de amplitud variable cuyas frecuencias ya están determinadas.
- Análisis en el comportamiento armónico de una señal.
- Reforzamiento de señales.
- Estudio de la respuesta en el tiempo de una variable circuital eléctrica donde la señal de entrada no es senoidal o cosenoidal, mediante el uso de

transformadas de Laplace y solución en régimen permanente senoidal en el dominio de la frecuencia (Bernal, 1995).

-

Las señales registradas por el EGGc pueden ser analizadas por la transformación rápida de Fourier, que es una técnica matemática para transformar una señal desde la base de tiempo a la base de frecuencia (Domínguez, 2015).

La transformada de Fourier es una herramienta de análisis muy utilizada en el campo científico (acústica, ingeniería biomédica, métodos numéricos, procesamiento de señal, radar, electromagnetismo, comunicaciones, etcétera).

Este procedimiento nos permite descomponer una señal compleja en un conjunto de componentes de frecuencia, útil para señales estacionarias: los componentes de las frecuencia que forman la señal compleja no cambian a lo largo del tiempo (Bernal, 1995).

Acupuntura en el tratamiento de enfermedades gástricas

Desde hace tiempo se ha aceptado que la acupuntura en ciertos puntos del cuerpo, puede tener efectos analgésicos y terapéuticos en el tratamiento de diversas enfermedades (Mayer, 2000). Aunque un gran número de estudios clínicos apoyan la eficacia de la acupuntura para el tratamiento de síntomas gastrointestinales (Gu, 1992; Diehl, 1999; Hussain y Quigley, 2006); poco se sabe sobre el subyacente mecanismo. Se ha demostrado que los nervios somato-sensoriales de la piel y/o músculo están involucrados en el control de diversas funciones autónomas (Jansson 1969; Kehl 1975; Koizumi *et al.*, 1980; Yu-Qing *et al.*, 2006). En ratas anestesiadas, por ejemplo, se ha demostrado que los reflejos cutáneo-gástrico median la inhibición y la estimulación de motilidad gástrica a través del sistema simpático y parasimpático (Yu-Qing *et al.*, 2006). Se demostró que la estimulación inducida por un pellizco en la piel abdominal de ratas inhibe la motilidad gástrica mediante el aumento de la actividad simpático. Por otro lado, la estimulación sensorial por pinzamiento del miembro posterior mejora la motilidad gástrica mediante el aumento de la actividad vagal (Kametani *et al.*, 1979).

Estudios previos sugieren que el efecto de la acupuntura depende del sitio anatómico de la aplicación y existen regiones específicas para la motilidad gástrica (Sato *et al.*, 1975; Sato *et al.*, 1993). El PC-6 en la muñeca y E-36 en las extremidades posteriores, son puntos comunes de acupuntura utilizados para el tratamiento de síntomas gástricos como náuseas y vómitos (Al-Sadi *et*

al., 1993; Tatewaki *et al.*, 2003), lo que sugiere que la acupuntura en estos puntos puede estimular la motilidad gástrica. Por el contrario, la acupuntura en el abdomen se ha utilizado para el tratamiento de dolor abdominal (Yu-Qing *et al.*, 2006), lo que sugiere que la acupuntura en este punto puede inhibir la motilidad gástrica o reducir gastro espasmos. Acupuntura en E-36 y PC-6 demuestran tener un mejoramiento en el complejo motor migratorio gástrico en perros conscientes (Qian *et al.*, 1999) y en ratas anestesiadas. De la misma manera, la acupuntura en el abdomen demuestra inhibir la motilidad gástrica (Yu-Qing *et al.*, 2006). y relajaciones gástricas inducidas a través de la vía somato simpática (Tada *et al.*, 2003) en ratas anestesiadas. La acupuntura en el abdomen se ha usado para el tratamiento de dolor abdominal lo que sugiere que los puntos de acupuntura que se localizan en la región abdominal, puede inhibir la motilidad gástrica y reducir gastroparesias (Yu-Qing, 2006). Investigaciones recientes han demostrado que la acupuntura en E-36, VC-12, PC-6 es eficaz para mejorar la sintomatología en pacientes con reflujo gastroesofágico (Zhang, 2010).

De manera tradicional se recomienda el empleo del punto B-4 en el tratamiento de alteraciones gastrointestinales que pueden ser asociadas a disminución o alteración del vaciamiento gástrico. Sin embargo, hasta el momento no hay reportes acerca del efecto de este punto en la actividad mioeléctrica o vaciamiento gástrico.

Punto de acupuntura B-4

El punto de acupuntura B-4 se localiza; en la depresión del borde anteroinferior de la articulación tarsometatarsiana del primer oratejo, en la unión de la piel roja y la piel blanca (Ordoñez, 2008).

Tomando en cuenta la localización anatómica del punto de acupuntura B-4, presenta terminaciones nerviosas, cuyo trayecto se origina desde el nervio ciático; nervio mixto, que resulta de la unión de las ramas ventrales de los nervios lumbares L4-L5 y de los sacros S1-S3, este nervio discurre en sentido distal por la cara posterior del muslo hasta alcanzar la región poplítea, donde se divide en sus dos ramas terminales: el nervio peroneo común y el nervio tibial.

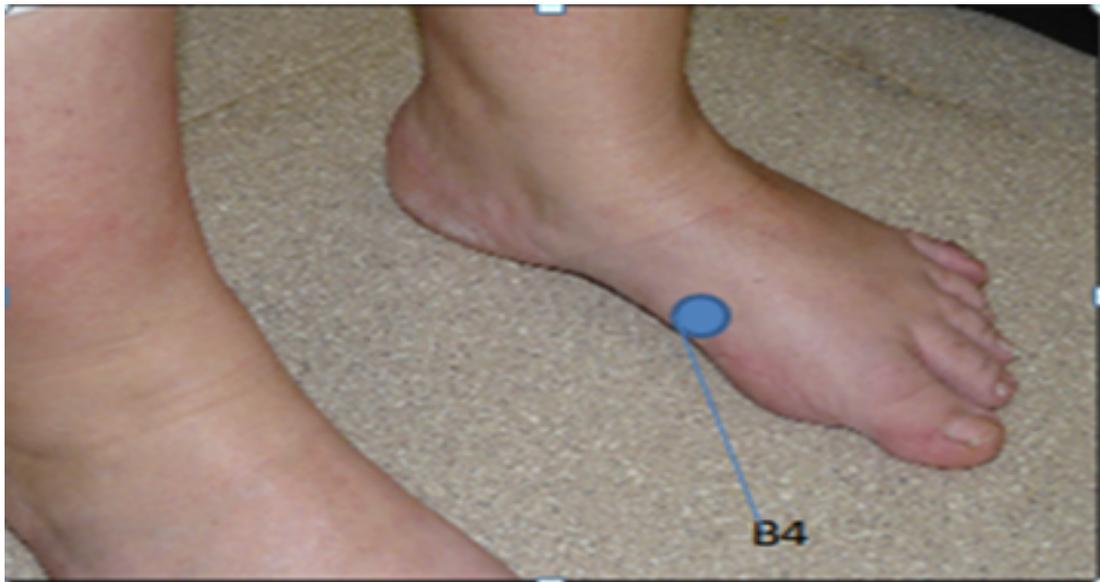


Figura 2. Localización del punto de acupuntura B-4

El peroneo común se divide a continuación en sus dos ramas terminales: nervio peroneo profundo y superficial. Por lo tanto, el punto de acupuntura B4 presenta terminaciones nerviosas de ramos terminales del nervio peroneo superficial (Roviére, 2002).

De acuerdo a la medicina tradicional china las funciones del punto de acupuntura B-4 son :

- Fortalecer el estómago y el bazo
- Ayudar a la digestión
- Calmar el Qi rebelde del estomago
- Detener las hemorragias
- Regular la menstruación

Y las indicaciones terapéuticas del punto de acupuntura B-4, de acuerdo a la medicina tradicional china son las siguientes:

- Trastornos funcionales del sistema gastrointestinal
- Trastornos ginecológicos
- Metatarsalgia (Hecker, 2007)

HIPÓTESIS

La aplicación del punto de acupuntura Bazo 4 (B-4) modifica la actividad mioeléctrica gástrica sujetos sanos en ayuno.

OBJETIVOS

General

- Analizar el efecto del punto de acupuntura B-4 en la actividad mioeléctrica gástrica en sujetos sanos en ayuno.

Específicos

- Analizar el efecto de la acupuntura en B-4 derecha sobre la actividad mioeléctrica gástrica en sujetos sanos en ayuno.
- Analizar el efecto de la acupuntura en B-4 izquierdo sobre la actividad mioeléctrica gástrica en sujetos sanos en ayuno.
- Comparar el efecto de acupuntura en B-4 derecho *versus* izquierdo en la actividad mioeléctrica gástrica en sujetos sanos en ayuno.

PARTICIPANTES Y MÉTODO

Diseño experimental

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

Criterios de inclusión

- Edad de 18 a 35 años, de la comunidad estudiantil de la de la Unidad Iztapalapa de la UAM, de cualquier sexo que acepten participar en el estudio.
- Con un periodo de ayuno de 12 - 14 horas.
- Sin diagnóstico de enfermedades gastrointestinales.
- Sin ingestión de medicamentos que influyan en la motilidad gástrica o la actividad del sistema nervioso autónomo, durante 7 días previos al estudio.
- Sin la aplicación de acupuntura en los 7 días anteriores.

Los treinta participantes fueron asignados de manera aleatoria a cada uno de dos grupos: A. para recibir acupuntura en B-4 izquierdo y B. acupuntura en B-4 derecho.

Procedimiento experimental

Registro del electrogastrograma. El sujeto fue colocado en decúbito dorsal, para posteriormente realizar una asepsia con algodón y alcohol sobre la región

abdominal, donde se colocaron los electrodos para electrogastrograma. El electrodo positivo se colocó en el punto medio, entre la apéndice xifoides y la cicatriz umbilical, a su vez, el electrodo negativo se colocó a 5 cm de distancia del electrodo positivo hacia arriba y afuera y la izquierda del sujeto en un ángulo de 45° y el electrodo tierra se colocó en el margen costal izquierdo horizontal al electrodo positivo (figura 3).

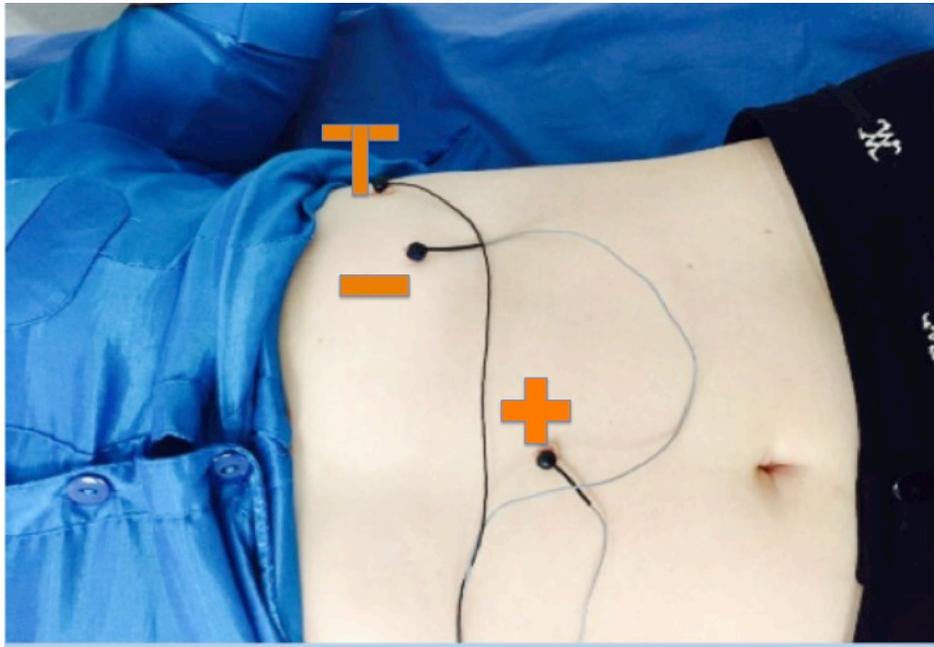


Figura 3. Colocación de electrodos para el registro del electrogastrograma.

Colocados los electrodos se inició el registro basal con una duración de 5 min (figura 4). Para los registros se utilizó un amplificador para electrogastrograma para el MP150 (BIOPAC Systems, Santa Barbara, California. USA).

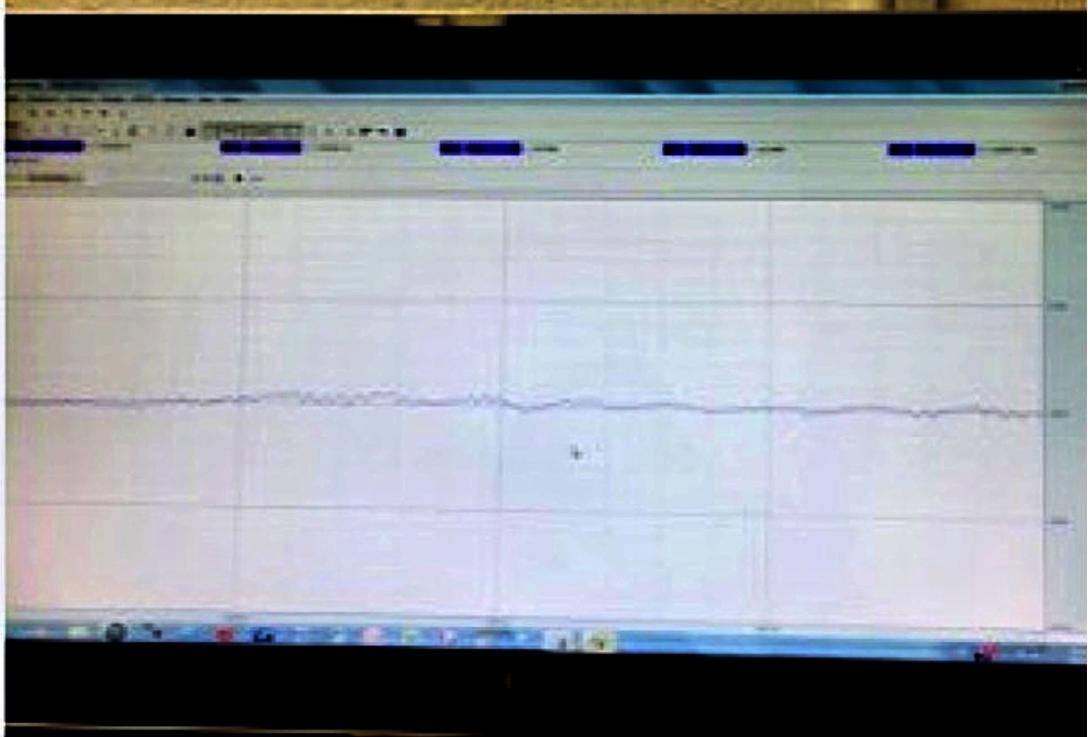


Figura 4. Registro de la señal electrogastrográfica.

Intervención con acupuntura

Se utilizaron agujas filiformes de acero inoxidable de 40 mm de largo por 0.30 mm de diámetro, marca *AcuBEST* (*Beijing*, República Popular China).

Transcurrido 5 min de registro, se introdujo la aguja de acupuntura en forma perpendicular, con una profundidad de 1.5 cm en el punto de acupuntura B-4 localizado en la depresión anteroinferior de la articulación tarsometatarsiana de primer orjejo en la unión de la piel roja y la piel blanca durante 5 min.

A 15 sujetos la aplicación del punto de acupuntura B-4 se realizó en el pie derecho y el resto de sujetos participantes (15) se aplicó el punto B-4 en el pie izquierdo. En ambos grupos el tiempo de registro con acupuntura fue de 5 min.

Secuencia experimental

Posterior al registro con acupuntura se retiró la aguja y se continuó un registro por 5 min siendo este el registro posacupuntura. Obteniéndose un registro continuo de 15 min por cada sujeto participante: registro basal, con acupuntura y posacupuntura (figura 5).

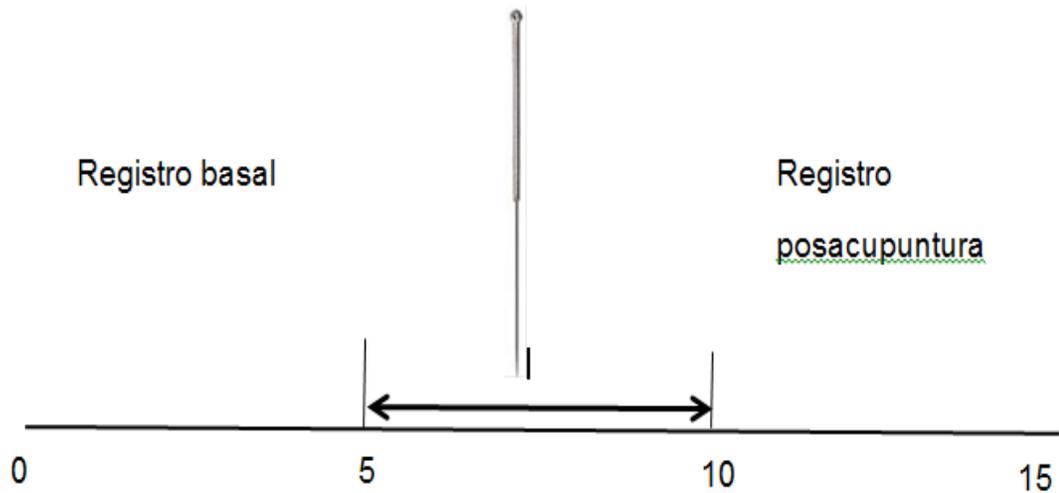


Figura 5. Secuencia experimental

Transformación rápida de Fourier

La *transformación rápida de Fourier* es un algoritmo que produce una descripción de datos en una serie de tiempo con base en los componentes de la frecuencia. Esto está en relación con el espectro de la frecuencia.

La transformación rápida de Fourier muestra la magnitud y la fase de los datos en una serie de tiempo y muestra los componentes de la frecuencia positiva; la transformación rápida de Fourier no muestra los componentes de la frecuencia negativa.

Para reconstruir la señal de los senos y cosenos adicionales, se necesita incluir ambos; los componentes de la frecuencia positiva y los componentes de la frecuencia negativa. Desde que no es posible físicamente generar una señal de

frecuencia negativa, se necesita el doble de amplitud de los componentes de la frecuencia positiva correspondiente (Domínguez, 2015).

Aspectos éticos

El estudio cumplió con lo estipulado en la legislación mexicana y las recomendaciones internacionales aplicables (Declaración of Helsinki, 2013) para la experimentación con humanos. Se obtuvo la autorización de la Comisión de Ética de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Unidad Iztapalapa de la UAM.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se expresaron como las medias \pm desviación estándar. Los resultados se analizaron con la prueba estadística ANOVA de una vía y una posprueba *Tukey-Kramer*.

En todos los casos se consideró como significativa una $p < 0.05$. La estadística descriptiva y la inferencia estadística se realizaron mediante un programa estadístico *Origin* versión 7.

RESULTADOS

Participantes

En el cuadro 1 se muestran las características de la población.

Cuadro 1. Características demográficas de la población estudiada

	Mujeres	Varones
n = 30	18 (60%)	12 (40%)
Edad	24.0 ± 3.8	24.0 ± 3.8

n = 30. Cada valor representa la media ± desviación estándar.

Actividad mioeléctrica gástrica

En la figura 6 se muestra la actividad mioeléctrica correspondiente a la normogastria que se caracteriza por una frecuencia de 2 a 5 ondas por minuto.

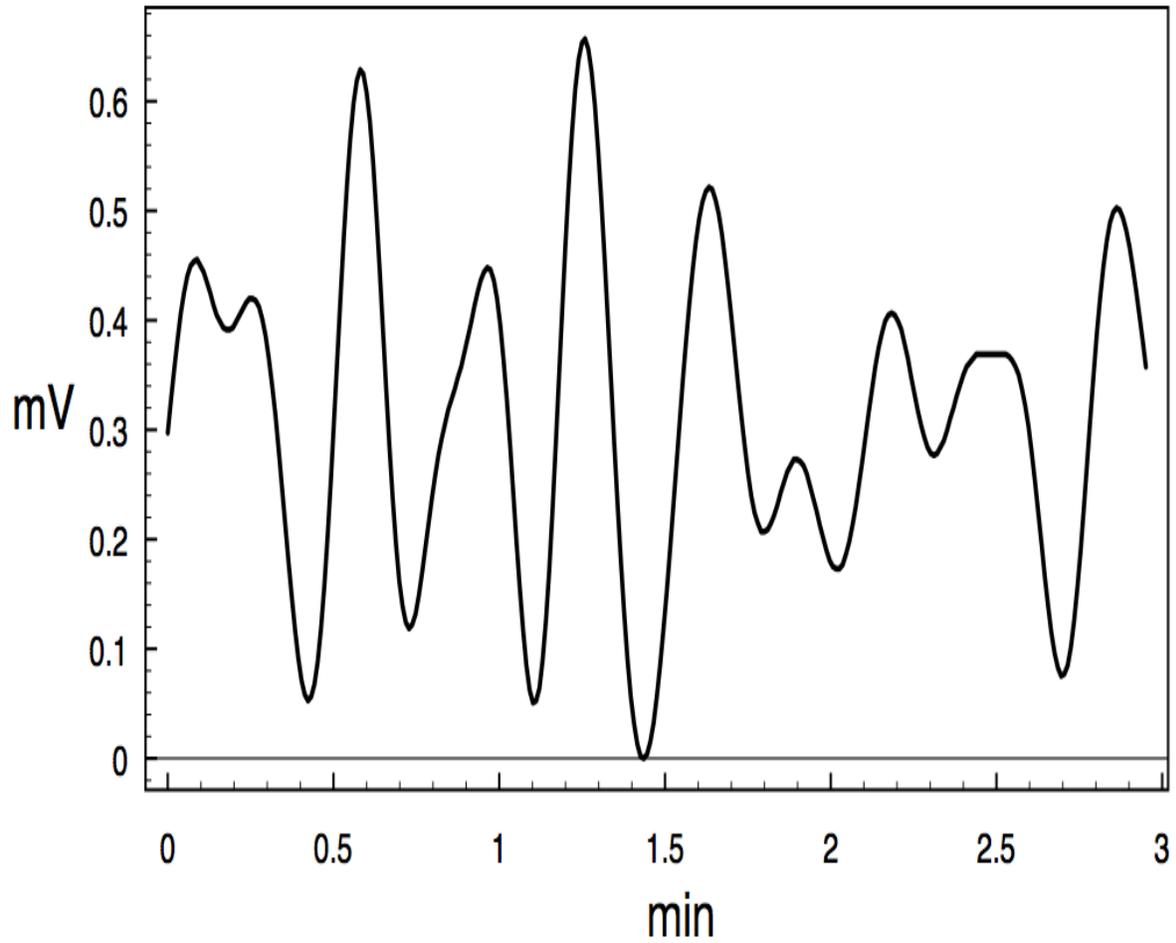


Figura 6. Registro característico de la actividad mioeléctrica gástrica.

Análisis de Fourier

En la Figura 7 se muestra el análisis de frecuencias de la actividad mioeléctrica gástrica mediante el análisis de Fourier de la actividad normogástrica.

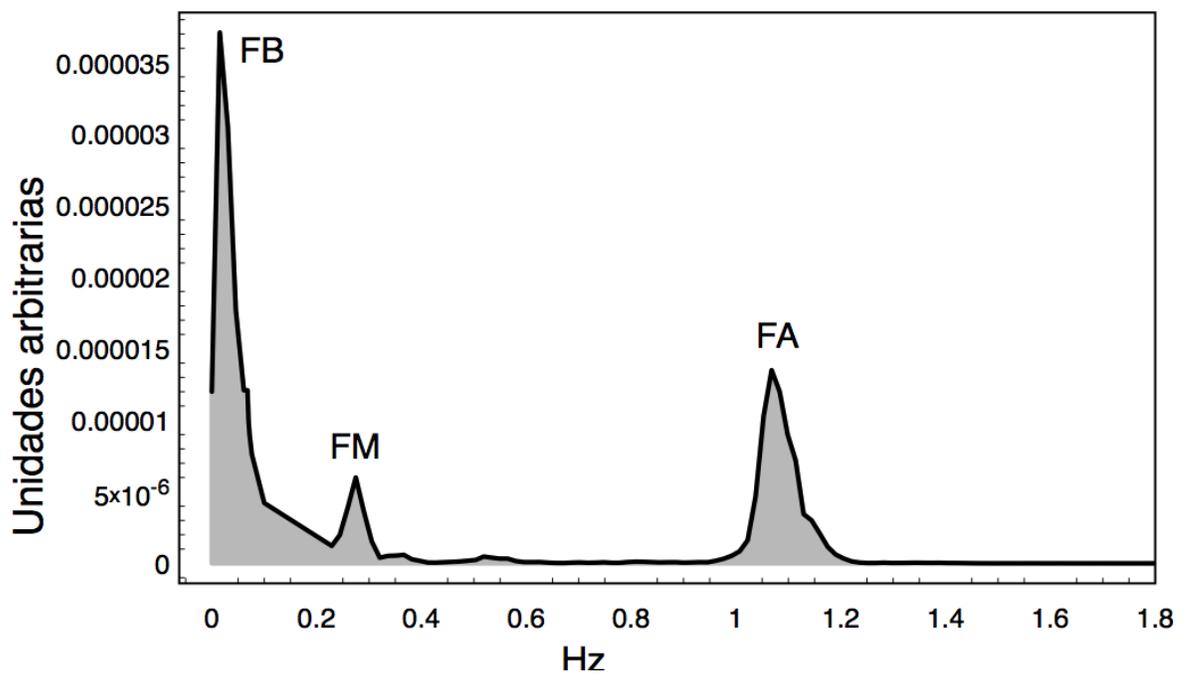


Figura 7. Densidad del espectro de poder que muestra las frecuencias del electrogastrograma, correspondientes a la normogastria. Los valores de frecuencia obtenidos en forma constante fueron tres: baja de 0.01 - 0.014 Hz (FB), media de 0.15 - 0.04 Hz (FM) y alta de 0.9 - 1.5 Hz (FA).

Efecto de la acupuntura en Bazo 4 en las frecuencias de la actividad normogástrica

B-4 izquierdo

Los resultados del análisis de Fourier de la actividad mioeléctrica gástrica modificada por la aplicación de acupuntura en B-4 izquierdo se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Modificaciones en las frecuencias obtenidas mediante el análisis de Fourier de la actividad mioeléctrica gástrica modificada por acupuntura en B-4 izquierdo.

Frecuencias (Hz)	Basal	Posacupuntura	P
Baja (0.01 - 0.14)	$7.2^{-6} \pm 7.6^{-6}$	$5.49^{-6} \pm 8.9^{-6}$	0.2835
Media (0.15 - 0.4)	$3.1^{-2} \pm 3.0^{-2}$	$4.10^{-3} \pm 4.0^{-3}$	0.0093
Alta (0.9 - 1.5)	$5.07^{-5} \pm 5.0^{-3}$	$4.36^{-5} \pm 1.0^{-3}$	0.7751

n = 15. Los datos se expresan como media \pm desviación estándar. Prueba ANOVA.

En el cuadro 2 se observa que la acupuntura en B-4 izquierdo, produjo una disminución significativa ($p = 0.001$) en la frecuencia media.

B- 4 derecho

Los resultados del análisis de Fourier de la actividad mioeléctrica gástrica modificada por la aplicación de acupuntura en B-4 derecho se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Modificaciones en las frecuencias obtenidas mediante el análisis de Fourier de la actividad mioeléctrica gástrica modificada por acupuntura en B-4 derecho.

Frecuencias (Hz)	Basal	Posacupuntura	P
Baja (0.01 - 0.14)	$2.3^{-5} \pm 8.9^{-6}$	$0.7^{-5} \pm 1.3^5$	0.1831
Media (0.15 - 0.4)	$2.7^{-2} \pm 2.0^{-2}$	$9.0^{-3} \pm 1.0^{-2}$	0.0715
Alta (0.9 - 1.5)	$7.1^{-5} \pm 1.0^{-3}$	$9.4^{-6} \pm 2.0^{-3}$	0.5950

n = 15. Los datos se expresan como media \pm desviación estándar. Prueba ANOVA.

En el cuadro 3 se observa que la acupuntura en B-4 derecho produjo una tendencia constante pero no significativa a disminuir la frecuencia media.

No se encontraron diferencias significativas en el efecto de la acupuntura en B-4 derecho *versus* izquierdo.

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de esta investigación fueron los siguientes:

- El análisis de frecuencias mediante la densidad en el espectro de frecuencias (*power spectral density*, por su denominación en inglés) o análisis de Fourier de la actividad normogástrica del electrogastrograma cutáneo mostró la presencia de tres tipos de frecuencia principales: baja, media y alta.
- La acupuntura en B-4 derecho produjo una reducción constante pero no significativa ($P < 0.0715$) de la frecuencia media y un aumento no significativo ($P = 0.5950$) de la frecuencia alta.
- La acupuntura en B-4 izquierdo produjo una reducción significativa ($P < 0.0093$) de la frecuencia media y un aumento no significativo ($P = 0.7751$) de la frecuencia alta.
- Los efectos de B-4 derecho *versus* B-4 izquierdo en la frecuencias estudiadas no fueron diferentes desde el punto de vista estadístico.

La actividad mioeléctrica gástrica, se caracteriza en condiciones normales por ondas lentas (2 - 5 cpm) y esta frecuencia se considera es el principal reguladora de la motilidad gástrica. Las ondas lentas se generan de forma automática y se propagan por células especializadas llamadas *células de Cajal* y a las células musculares lisas. El patrón y tiempo de la propagación de las ondas lentas son componentes fundamentales de la función de vaciamiento

gástrico. Las disritmias de las ondas lentas se relacionan con enfermedades digestivas crónicas como la gastroparesis, dispepsia y enfermedad por reflujo gastroesofágico (Chen *et al.*, 1994). El punto B-4 se recomienda en los textos tradicionales en algunos de estos trastornos.

La acupuntura estimula a las neuronas somatosensoriales las cuales activan varios núcleos en el sistema nervioso central. Esta activación modula el equilibrio entre la actividad simpática y parasimpática. Cada vez más estudios demuestran que los efectos de la acupuntura manual en E-36 y VC-12 en la motilidad gástrica se relacionan con el sistema nervioso autónomo (Qian y Pasricha, 2003).

Se afirma que la estimulación somática mediante puntos de acupuntura modificaciones de la función visceral que incluyen cambios en la regulación sistémica y segmentaria (Imai, 2009). Se ha demostrado que los efectos de E-36 y VC-12 en la motilidad gástrica se relacionan con la actividad con el sistema nervioso autónomo (Minagawa, 2013).

Estudios previos en modelos experimentales en ratas mostraron que la electroacupuntura en E-36 causa relajación gástrica y existe una relación entre la intensidad de la estimulación y los efectos en la motilidad gástrica (Su y Wang, 2013).

También se encontró que la acupuntura manual en E-36 aumenta la motilidad gástrica por cambios en la regulación vagal; mientras que la acupuntura en VC-12 suprime la motilidad gástrica por vía de un reflejo somato simpático segmentario. En estudios donde se analizó de manera simultánea la variabilidad de la frecuencia cardiaca y la motilidad gástrica modificadas por electroacupuntura en E-36 se encontró que los cambios en la fisiología gástrica se relacionaron con la actividad vagal (Yan Zhao-Kun, 2013).

Diversos autores mencionan que la acupuntura en miembros inferiores aumenta la actividad parasimpática (E-36); mientras que la acupuntura en el abdomen (CV-12) aumenta la actividad simpática en biomodelos animales (Sato *et al.*, 1993; Tatewaki *et al.*, 2003; Li et al., 2007).

Estudios previos sugieren que la acupuntura aplicada en las extremidades inferiores en modelos animales estimula la motilidad gástrica por vías colinérgicas vagales; mientras que la acupuntura en el abdomen inhibe la motilidad gástrica al parecer por medio de vías simpáticas (Yin y Chen, 2004).

La acupuntura como estimulación somática induce dos clases de reacción en las alteraciones en la función visceral incluyendo la regulación segmentaria y la sistémica (Kehl,1975). El reflejo segmentario somatosimpático se presenta entre la superficie y los órganos viscerales en el mismo segmento nervioso. A la porción central de la médula espinal se le relaciona con la regulación simpática. (Ouyang y Xing, 2005)

Un estudio previo mostró que la acupuntura manual en PC-6 y con láser aumentan la frecuencia cardiaca por un mecanismo que involucra un reflejo somatosimpático y aumenta la motilidad gástrica por un mecanismo probablemente relacionado con la regulación simpático vagal (Yin y Chen, 2013; Koizumi et al., 2080).

El análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardiaca se emplea para evaluar el equilibrio entre las actividades parasimpática y simpática en humanos y en diversos estudios se han relacionado los cambios en la variabilidad de la frecuencia cardiaca con las modificaciones de la actividad gástrica. De esta manera, se ha encontrado que acupuntura manual o láser en E-36 aumenta la motilidad gástrica probablemente por cambios en la regulación vagal, mientras que ambos tipos de acupuntura en VC-12 suprimen la motilidad gástrica por medio de un reflejo somato simpático a nivel espinal (Chen y Schirmer, 1994).

Se ha reportado que la acupuntura ha sido usada para corregir las disfunciones autónomas en enfermedades gastrointestinales y cardiovasculares, demostrándose por medio de la variabilidad de la frecuencia cardiaca que sus ondas de baja frecuencia (LF, por sus siglas en inglés) representan la actividad simpática, así como las ondas de alta frecuencia (HF, por sus siglas en inglés) representan la actividad parasimpática o vagal y ambas pueden ser un indicador en el equilibrio simpático-vagal experimentando con electroacupuntura y láser en ratas por estimulación P-6, E-36, V-12 y VB- 21 (Zhao-Kun *et al.*, 2013).

Diversos autores mencionan que la acupuntura en miembros inferiores (E36) aumenta la actividad del sistema parasimpático; mientras que la acupuntura en el abdomen (CV12) aumenta el sistema simpático en biomodelos (Sato *et al.*, 1993; Tatewaki *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2007).

Concluimos que las indicaciones de B-4 relacionadas con trastornos gastrointestinales al parecer se relacionan con mejoría del vaciamiento gástrico y regulación de la motilidad intestinal. Los resultados de estudios previos sugieren que los cambios en la motilidad gástrica relacionados con estimulación de puntos de las extremidades inferiores posiblemente sean mediados aferencia a través de vías simpáticas en ratas (Li y Zhu, 2007). De esta manera, se puede sugerir que B-4 inicia su acción mediante una aferencia somática sensorial a través de la interacción del plexo lumbosacro con la cadena simpática también lumbosacra. Y esta puede ser el inicio de una información aferente que alcance el núcleo del tracto solitario. Y de manera consecuente, el núcleo del tracto solitario ejercerá una acción reguladora sobre el núcleo dorsal del vago. Las modificaciones en la actividad del núcleo dorsal del vago determinarán los cambios en la fisiología gástrica, en particular, la actividad mioeléctrica.

CONCLUSIONES

- El análisis de Fourier de la frecuencia de ondas lentas del electrogastrograma (normogastria) mostró la presencia constante de tres frecuencias.
- La acupuntura en B-4 en el miembro inferior izquierdo disminuye la frecuencia media de la actividad mioeléctrica gástrica de manera significativa.
- Los puntos B-4 derecho *versus* B-4 izquierdo producen efectos diferenciados sobre la actividad electromiográfica gástrica.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

- El tiempo de registro no permite conocer la duración del efecto de la acupuntura a mediano plazo.
- El periodo de ayuno tuvo un rango que puede ser demasiado amplio, y es deseable realizar un estudio con periodos variables de ayuno, para conocer la influencia de éste en la actividad mioeléctrica del estómago en relación con la aplicación de acupuntura.

PERSPECTIVAS

Se proponen estudios que analicen:

- Si se presentan modificaciones relacionadas con la edad en la respuesta de la actividad mioeléctrica gástrica consecutiva al tratamiento con acupuntura en B-4.
- Si la acupuntura produce cambios de la actividad electrogastrográfica en pacientes con trastornos como: enfermedad ácido péptica, gastroparesias, dispepsia, reflujo gastroesofágico y otras alteraciones del vaciamiento gástrico, entre otros.
- Si el efecto de la acupuntura en B-4 respecto a la actividad mioeléctrica gástrica es modificado por medicamentos anticolinérgicos.
- Llevar a cabo de manera simultánea registros de la actividad electromiográfica gástrica con la variabilidad de la frecuencia cardiaca.
- Analizar el efecto de la electroacupuntura en la actividad mioeléctrica gástrica.

REFERENCIAS

- Al-Sadi M, Newman B. Acupuncture in the prevention of postoperative nausea and vomiting. *Anaesthesia* 1997;52:658-661.
- Bernal J, Gómez P, Bobadilla J, Una visión práctica del uso de la transformada de Fourier como herramienta para el análisis espectral de la voz *Speech and Audio Processing* 1995; 3: 1995.
- Barrett K. *Fisiología Gastrointestinal* 1° Ed. Editorial Mc.Graw-Hill México, 2007.
- Chen JD, Schirmer BD, McCallum RW. Serosal and cutaneous recordings of gastric myoelectrical activity in patients with gastroparesis. *The American journal of physiology*. 1994; 266(1 Pt) (1):G90–8.
- Diehl D. Acupuncture for gastrointestinal and hepatobiliary disorders. *J Altern Complement Med* 1999;5:27-45.
- Domínguez L. Identificación de señales electromiográficas superficiales para la discriminación de seis movimientos de la mano. Tesis Facultad de Instrumentación electrónica de la Universidad Veracruzana, Junio 2015.
- Gu Y. Treatment of acute abdomen by electro-acupuncture a report of 245 cases. *J Tradit Chin Med* 1992;12:110-113.
- Hecker H, Peuker E, Steveling A, Kastner J, *Acupuntura Editorial Manual Moderno México* 2007.

- Hernández F, Córdova T, et al. Instrumentación y uso de un dispositivo para medir actividad eléctrica de corazón y estómago. *Rev Mex Cardiol* 2009;20:29-34.
- Hussain Z, Quigley E. Systematic review: Complementary and alternative medicine in the irritable bowel syndrome. *Aliment Pharmacol Ther* 2006;23:465-471.
- Imai K, Ariga H, Takahashi T. Electroacupuncture improves imbalance of autonomic function under restraint stress in conscious rats,” *American Journal of Chinese Medicine* 2009; 37: 45–55, 2009.
- Jansson G. Extrinsic nervous control of gastric motility. An experimental study in the cat. *Acta Physiol Scand Suppl* 1969;326:1-42.
- Kametani H, Sato A, Sato Y, Simpson A. Neural mechanisms of reflex facilitation and inhibition of gastric motility to stimulation of various skin areas in rats. *J Physiol* 1979;294:407-418.
- Kehl H. Studies of reflex communications between dermatomes and jejunum. *J Am Osteopath Assoc* 1975;74:667-669.
- Koizumi K, Sato A, Terui N. Role of somatic afferents in autonomic system control of the intestinal motility. *Brain Res* 1980;182:85-97.
- Li Y, Zhu B. et al. Neural mechanism of acupuncture-modulated gastric motility. *World J Gastroenterol* 2007;13:709–716.
- Li Y, Zhu B, Rong P, Ben H, Li H. Neural mechanism of acupuncture-modulated gastric motility, *World J Gastroenterology* 2007;13:709–716.

- Mayer D. Biological mechanisms of acupuncture. *Prog Brain Res* 2000;122:457-477.
- Minagawa, Kurono, T. et al. Site-specific organselective effect of epifascial acupuncture on cardiac and gastric autonomic functions. Stimulation at the PC6 and BL20 affected neither of them *Autonomic Neuroscience*, 2013; 5: 45-58
- Ouyang H, Xing J, Chen J. Tachygastria induced by gastric electrical stimulation is mediated via alpha- and beta-adrenergic pathway and inhibits antral motility in dogs. *Neurogastroenterol Motil* 2005; 17:846-853.
- Qian L, Peters L, Chen J. Effects of electroacupuncture on gastric migrating myoelectrical complex in dogs. *Dig Dis Sci* 1999;44:56-62.
- Qian L, Pasricha P, Chen J. Origin and patterns of spontaneous and drug-induced canine gastric myoelectrical dysrhythmias. *Dig Dis Sci* 2003;48:508-515.
- Real Y. et al. Valores de normalidad de factores antropométricos y demográficos en electrogastrografía ambulatoria en voluntarios sanos. *Rev Esp Enferm Dig* 2001;93:29-33.
- Real Y. Electrografía en sujetos sanos: reproductibilidad de la técnica. Tesis Doctoral. 2003.
- Rodríguez P, Alfaro A. Actualización de la fisiología gástrica. *Med Leg Costa Rica Heredia* 2010;27:2-10.

- Rouvière H. y Delmas A. Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica y funcional Tomo III Miembros. Sistema nervioso central 10ª edición Ed. Masson, México, 2002.
- Sato A, Sato Y, Shimada F, Torigata Y. Changes in gastric motility produced by nociceptive stimulation of the skin in rats. *Brain Res* 1975;87:151-159.
- Sato A, Sato Y, Suzuki A, Uchida S. Neural mechanisms of the reflex inhibition and excitation of gastric motility elicited by acupuncture-like stimulation in anesthetized rats. *Neurosci Res* 1993;18:53-62.
- Snell R. Neuroanatomía Clínica 6º Edición, Editorial Médica Panamericana, México 2007 .
- Su Y, Wang C, Intensity-response effects of electroacupuncture on gastric motility and its underlying peripheral neural mechanism *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2013;8: 21-28.
- Tada H, Fujita M, Harris M, Tatewaki M, Nakagawa K, Yamamura T, Pappas TN, Takahashi T. Neural mechanism of acupuncture-induced gastric relaxations in rats. *Dig Dis Sci* 2003;48:59-68.
- Tatewaki M, Harris M, Uemura K, Ueno T, Hoshino E, Shiotani A, Pappas TN, Takahashi T. Dual effects of acupuncture on gastric motility in conscious rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2003; 285:R862-R872
- Venegas V. Motilidad digestiva ¿qué es normal o anormal?(II) trastornos de la motilidad digestiva. *Medwave* 2007; 3246-58

- Yan Zhao-Kun, et al. Manual Acupuncture and Laser Acupuncture for Autonomic Regulations in Rats: observation on heart rate variability and gastric motility Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2013;ID 276320:7-13
- Yin J, Chen J. Gastrointestinal Motility Disorders and Acupuncture. Auton Neurosci 2010;2:31-37.
- Yin J, Levanon D, Chen JD. Inhibitory effects of stress on postprandial gastric myoelectrical activity and vagal tone in healthy subjects. Neurogastroenterol Motil 2004;16:737-744.
- Yin J, Chen J. Electrogastrography: Methodology, Validation and Applications. J Neurogastroenterol Motil 2013;19:5-17.
- Yu-Qing Li, Bing Zhu, Pei-Jing Rong, Hui Ben, Yan-Hua Effective regularity in modulation on gastric motility induced different acupoint stimulation. J Gastroenterol 2006;12:7642-7648.
- Zhang C, Qin Y, Guo B. Clinical study on the treatment of gastroesophageal reflux by acupuncture. Chin J. Integr Med 2010;6:16298-303.

ANEXO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Con fundamento a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General de Salud,
mi nombre es:

_____,'

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: "MODIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA GÁSTRICA SECUNDARIA A LA APLICACIÓN DE BAZO 4 (GONG SUN) EN SUJETOS SANOS" Me describieron el procedimiento a realizar y los efectos adversos posibles.

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
