

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

UNIDAD IZTAPALAPA

DIVISIÓN: CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA



**Efecto de la acupuntura en el punto VB34 en la actividad  
electromiográfica del músculo erector de la columna.**

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**ESPECIALISTA EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA**

PRESENTA:

**Med. Cir. Martín Josué Ramos Alvarado**

**DIRECTOR**

Med. Esp. Jorge Alberto Cervantes Reyes

**ASESOR**

Dr. José Federico Rivas Vilchis

MÉXICO, D.F.

2013

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:

**MARTÍN JOSUÉ RAMOS ALVARADO**

El día 22 de febrero del año 2013

**Sinodales:**

PRESIDENTE:

Dr. Rubén Román Ramos



---

SECRETARIO:

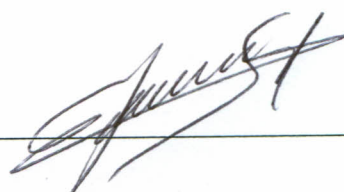
Dr. José Federico Rivas Vilchis



---

VOCAL:

Dr. Fermín Aguirre García



---

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:

**MARTÍN JOSUÉ RAMOS ALVARADO**

El día 22 de febrero del año 2013

**Sinodales:**

PRESIDENTE:

Dr. Rubén Román Ramos

---

SECRETARIO:

Dr. José Federico Rivas Vilchis

---

VOCAL:

Dr. Fermín Aguirre García

---

## **COMITÉ TUTORIAL**

### **Director de la idónea comunicación de resultados**

Med. Esp. Jorge Alberto Cervantes Reyes

Profesor Asociado

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Unidad Iztapalapa

Universidad Autónoma Metropolitana

### **Asesor de la Idónea Comunicación de Resultados**

Dr. José Federico Rivas Vilchis

Profesor Titular

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Unidad Iztapalapa

Universidad Autónoma Metropolitana

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

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

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

### ALGDGADU

Dedico este trabajo a mis padres Miriam Janeth Alvarado Camargo y Martín Ramos Cortés por su invaluable guía y ejemplo moral que me ha llevado a buscar el sendero de la virtud. A mi hermana Miriam Hananel, para que te sirva de aliciente en tu camino y realización como el gran ser humano que eres.

A Dulce Citlaly López Orozco quien no me ha dejado sólo, llevándome día a día por la ruta en donde están escritos los secretos del arte más sagrado para el hombre. . . Gracias por acompañarme en grandes e importantes etapas de mi evolución.

Por el apoyo en la elaboración de este proyecto, su atinada y profesional dirección y asesoría; gracias al Dr. José Federico Rivas Vilchis y al Dr. Jorge Alberto Cervantes Reyes.

Gracias al Dr. Miguel Jesús Reyes Campos por mostrarme que la maestría en un arte trasciende títulos o grados académicos; he podido aprender a su lado, que el conocimiento de la acupuntura es tan profundo como lo es el universo mismo.

A mi Querido Hermano y profesor Dr. José Luis Eduardo Flores Sáenz por compartirme el impulso y la inteligencia en la adquisición de nuevos conocimientos médicos y su fraternidad intachable.

A todos mis Queridos Hermanos quienes han sido influencia y ejemplo para convertirme en hombre. Gracias además por su valiosa amistad a Francisco Merchant Pérez, Jesús Eduardo Villanueva Jiménez, Jorge Joaquín González Bezares, Erick Fabián Vargas Gasca y Miguel Ángel Vargas Suárez.

## RESUMEN

**Introducción.** La electromiografía de superficie (EMGs), permite el registro de la actividad generada por el músculo estriado y proporciona información acerca del estado normal o patológico del sistema nervioso periférico, de la placa motriz y del músculo esquelético. La acupuntura es una terapéutica médica que trata de la inserción y la manipulación de agujas en puntos corporales específicos. Sin embargo, los estudios de los cambios electromiográficos relacionados con la aplicación de la acupuntura son escasos. El punto VB 34 es empleado sólo o en combinación con otros puntos de acupuntura en el tratamiento de padecimientos neuromusculares, en especial la lumbalgia. Un músculo afectado de manera común en las lumbalgias es el músculo erector de la columna. El objetivo de este trabajo es examinar el efecto del punto VB 34 en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna.

**Materiales y métodos.** Se realizó un estudio de corte transversal y experimental en sujetos voluntarios sanos. Se compararon las actividades electromiográficas en tres periodos de registro: basal (0 – 60 s), trans (60 – 120 s) y pos acupuntura (120 – 300 s) mediante el análisis de la señal electromiográfica densidad del espectro de potencia con el *software Acknowledge* v. 4.0. Los datos se expresaron como media  $\pm$  DE y se aplicó la prueba estadística *T student* con análisis pareado para comparar los valores basales *versus* los trans y pos acupuntura; y análisis no pareado para comparar los cambios electromiográficos resultado de la estimulación de VB 34 derecho *versus* VB 34 izquierdo.



**Resultados.** Se estudiaron 15 sujetos: 6 (40%) mujeres ( $33.16 \pm 9$  años de edad) y 9 (60%) varones ( $37.8 \pm 8$  años de edad). Los hallazgos más notables de este estudio se describen a continuación. La estimulación con acupuntura de VB 34 produjo un aumento en la amplitud de la señal correspondiente a la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna. La estimulación ipsilateral derecha o izquierda produjo aumentos significativos respecto a las cifras basales de actividad electromiográfica del músculo estudiado en las frecuencias media y alta del DEP. La comparación de las variaciones de la actividad electromiográfica en los músculos estudiados ipsilaterales producidas por la estimulación del punto VB 34 derecho *versus* izquierdo y evaluadas mediante el análisis de la DEP no mostró diferencias significativas en el efecto de estos puntos. La estimulación de VB 34 derecho produjo aumentos constantes, pero no significativos, respecto a las cifras basales de actividad electromiográfica del músculo estudiado contralateral en las frecuencias baja y media del DEP. La estimulación de VB 34 izquierdo produjo aumentos constantes, respecto a las cifras basales de actividad electromiográfica del músculo contralateral estudiado en las tres frecuencias del DEP; pero sólo significativas, en las frecuencias baja, de manera muy notable, y alta. La comparación de las variaciones de la actividad electromiográfica producidas por la estimulación del punto VB 34 derecho *versus* izquierdo en los músculos estudiados contralaterales no mostró diferencias significativas en el efecto de estos puntos. Este estudio mostró que la estimulación de VB 34 produce modificaciones de la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna, de manera ipsilateral y contralateral.

## **Abstract**

**Introduction.** The surface electromyography (sEMG) allows registration of the activity generated by skeletal muscle and provides information about normal or pathological state of the peripheral nervous system, motor plate and skeletal muscle. Acupuncture is a medical therapy based on the insertion and manipulation of needles into specific body points. However, studies relating sEMG changes with acupuncture application are limited. The point GB 34 is used alone or in combination with other acupuncture points in the treatment of neuromuscular disorders, especially low back pain. In lower back pain erector spinal muscle is commonly involved. The aim of this paper is to examine the effect of point GB 34 in the sEMG activity of the erector spinal muscle.

**Materials and methods.** We performed a cross-sectional study and experimental in healthy volunteers. Electromyographic activities were compared in three registration periods: Baseline (0 - 60 s), trans (60 - 120 s) and post acupuncture (120 - 300 s); these activities were analyzed by means of the power spectral density of the electromyographic signal with the software Acknowledge v. 4.0. Data are expressed as mean  $\pm$  SD and statistical test was performed with the T student; paired analysis to compare baseline and post-trans versus acupuncture and unpaired analysis to compare sEMG changes result from stimulation of right *versus* left GB 34.

**Results.** We studied 15 subjects: 6 (40%) women ( $33.16 \pm 9$  years old, mean  $\pm$ SD) and 9 (60%) males ( $37.8 \pm 8$  years old, mean  $\pm$ SD). The most remarkable findings of this study are described below. Stimulation of acupuncture VB 34 produced an increase in the amplitude of the signal corresponding to the muscle electromyographic activity erector spinal.

The right or left ipsilateral stimulation produced significant increases over baseline levels of studied muscle electromyographic activity in medium and high frequencies of PSD. The comparison of changes in electromyographic activity in ipsilateral muscles tested produced by stimulation of VB 34 point right *versus* left and evaluated by analyzing the PSD showed no significant difference in the effect of these points. Stimulation of GB 34 produced consistent increases right, but not significant, compared to baseline levels of EMG activity contralateral muscle studied in low and medium frequencies the PSD. Stimulation of GB 34 was left steady increases, compared to baseline values of contralateral muscle electromyographic activity in the three frequencies studied the PSD, but significant only at low frequencies, very remarkable, and high. Comparing the variations in the EMG activity produced by stimulation right *versus* left of point GB 34 in the contralateral muscles studied showed no significant difference in the effect of these points. This study showed that stimulation of VB 34 produces changes in electromyographic activity of the erector spinal muscle, so ipsilateral and contralateral.

## PRINCIPALES ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

---

<b>DEP</b>	Densidad del espectro de potencia
<b>EMG</b>	Electromiografía
<b>EMGs</b>	Electromiografía de superficie
<b>EMT</b>	Estimulación magnética transcraneal
<b>FFT</b>	<i>Fast fourier transform</i>
<b>PAUM</b>	Potencial de acción de unidades motoras
<b>SNA</b>	Sistema nervioso autónomo
<b>SNP</b>	Sistema nervioso periférico
<b>UM</b>	Unidad motora
<b>RMS</b>	<i>Root mean square</i>
<b>VB</b>	Vesícula biliar

## ÍNDICE GENERAL

Introducción	1
Objetivos	12
Materiales y métodos	13
Resultados	18
Discusión y conclusiones	27
Referencias	32
Anexo	35

## INTRODUCCIÓN

### ***Electromiografía***

La electromiografía (EMG) es el registro de la actividad eléctrica generada por el músculo estriado (Buchthal, 1957). Sin embargo, en la práctica este término designa las diferentes técnicas utilizadas en el estudio funcional del sistema nervioso periférico (SNP), de la placa motriz y del músculo esquelético, en condiciones normales o patológicas (Dorfman L, 1989, Cavalcanti 2011).

En la actualidad, la EMG propiamente dicha y los estudios de conducción nerviosa se combinan en una consulta neurofisiológica con la estimulación magnética transcraneal (EMT), los potenciales evocados somestésicos, el *termotest* cuantitativo y varias técnicas de estudio del sistema nervioso autónomo (SNA) (Cocero, 1971, Cavalcanti 2011).

La EMG se ocupa de la evaluación clínica y neurofisiológica de la patología neuromuscular y de ciertos aspectos de la patología del SNC. La EMG es una extensión y profundización del diagnóstico clínico neurológico y utiliza los mismos principios de localización topográfica. Como es más sensible, permite descubrir alteraciones sub clínicas o insospechadas; al ser cuantitativa permite determinar el tipo y grado de lesión neurológica (Stashut, 1989).

Durante sus inicios, la EMG se realizaba sólo con la inserción de agujas en las fibras o husos musculares, lo que ocasionaba muchas molestias para el paciente y requería de mayor inversión de tiempo y dinero por parte de las instituciones y los profesionales de la salud.

Actualmente se emplea la EMG de superficie (EMGs), que es también utilizada para la detección y análisis de las señales biológicas que provienen de los músculos, mediante la colocación de electrodos en la superficie de la piel; este método es mejor aceptado y utilizado para pruebas funcionales en la práctica clínica.

### ***Fisiología muscular y electromiografía de superficie***

Las unidades motoras (UM) son las entidades funcionales del sistema neuromuscular (Guyton 2005). Cada UM comprende una motoneurona simple y múltiples fibras musculares inervadas por sus axones; una vez que la motoneurona descarga el potencial de acción generado en las uniones neuromusculares, se propaga a lo largo de las fibras musculares hasta llegar a las regiones tendinosas. La suma de estos potenciales es denominado *potencial de acción de unidades motoras* (PAUM) y es el responsable fisiológico de la contracción muscular (Cavalcanti, 2011).

La señal de EMGs representa la suma del PAUM individuales, que se generan por las descargas continuas e irregulares de las unidades motoras activas en el músculo.

La extensión de cada PAUM es observable mediante la EMGs dependiendo de cuantas UM existan en el músculo o cuántas de ellas estén activas; por ejemplo, una contracción isométrica de flexión plantar, elevada al 40 % más de la contracción voluntaria.

La fuerza del tobillo se incrementa (figura 1) y la amplitud de los picos de EMG y EMGs aumentan también, con algunos milisegundos de retraso; sin embargo, se observa que los picos de la EMG son más finos y muestran la actividad individual de cada PAUM y los de la EMGs son menos evidentes. Los electrodos de superficie son menos selectivos que los electrodos intramusculares (Merletti R, 2009). En suma, la EMGs muestra datos globales y casi nulos de actividad individual de UM.

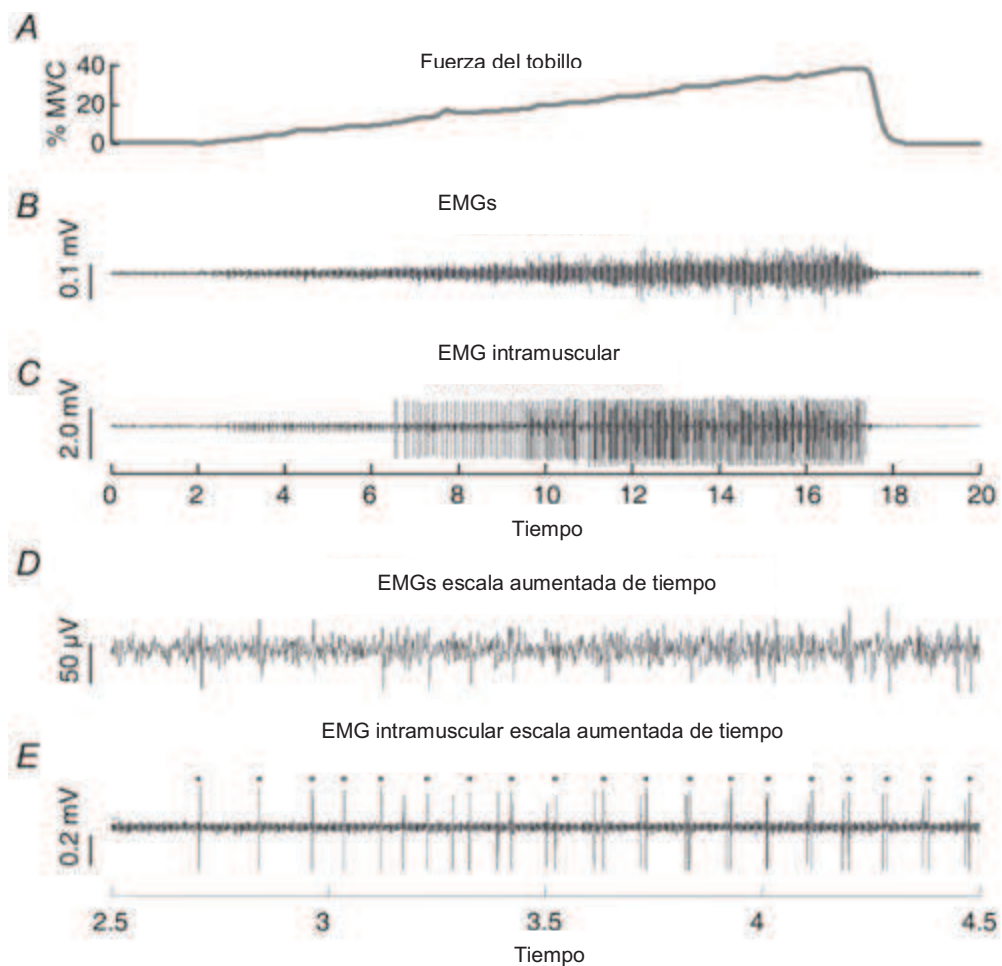


Figura 1. Electromiograma intramuscular y de superficie. **A** Fuerza de flexión plantar durante una contracción isométrica. **B, C** EMG y EMGS de gastrocnemios. **D** y **E** señales con tiempo ampliado (Tomada de M.A Cavalcanti y T.M. M. Vieira, 2011)



Como se mencionó, la EMGs es más adecuada para estudios en donde se pretende observar el comportamiento muscular global, los patrones de actividad temporal y la fatiga de un músculo o de un grupo muscular, el trazo irregular de la EMGs es evidente por el conjunto de PAUM en acción durante el muestreo.

Las propiedades del tejido que separa las fuentes generadoras de señal de los electrodos (piel, tejido celular subcutáneo y fascia) determinan las características de la señal registrada, en términos de contenido de frecuencias y de la distancia a la cual la señal ya no puede detectarse (Fernández, 2007).

La amplitud de la señal de EMGs puede variar de 0 a 10 mV (figura 2), dependiendo del músculo registrado y de las condiciones del registro. La zona útil de la señal, es decir, aquella cuya energía está por encima del nivel del ruido eléctrico con límites entre 0 y 500 Hz con una región de energía dominante en el rango de 10 a 150 Hz (Stashut, 2002).

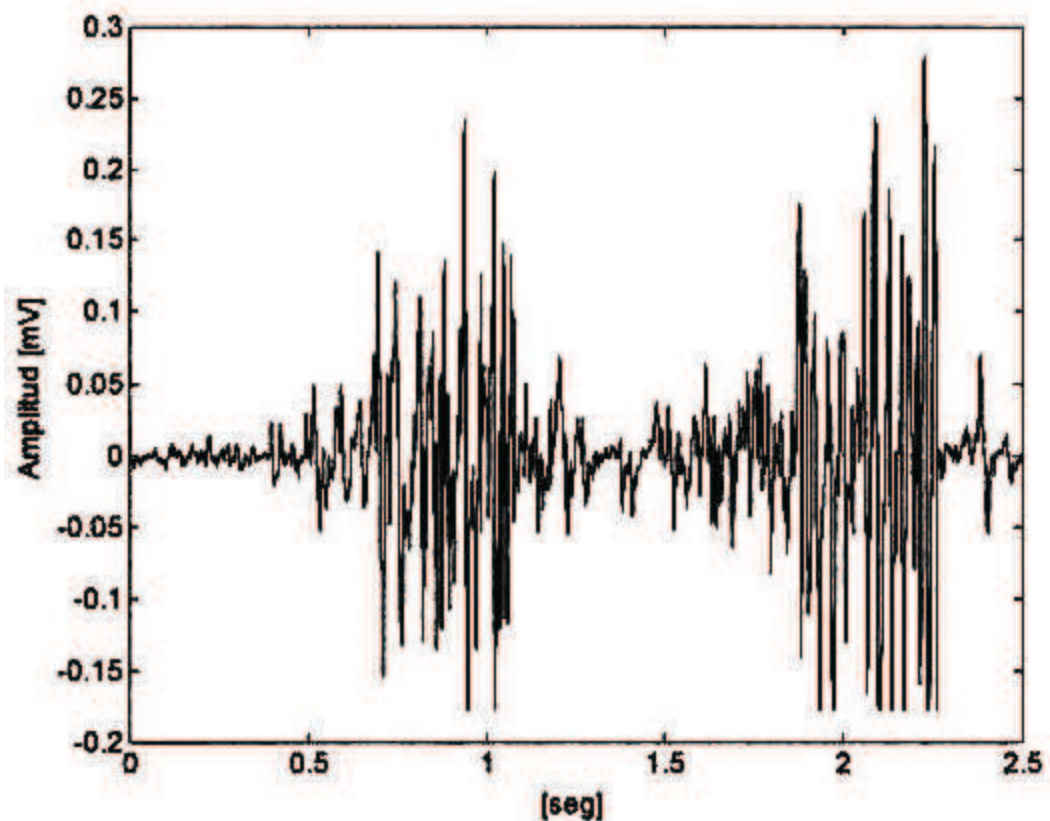


Figura 2. EMGs durante contracciones intermitentes del músculo extensor de la muñeca.  
(Tomado de Fernández 2009)

Los electrodos utilizados regularmente son fabricados de plata/plata, plata, clorhidrato de plata u oro y plata/clorhidrato de plata; el utilizado con más frecuencia es este último, ya que disminuye el ruido en la señal detectada y hace que la impedancia de este instrumento se relacione con la resistencia y no con la capacitancia.

Las ondas mostradas en el gráfico de una EMGs indican la frecuencia en Hz durante un periodo de tiempo, cabe destacar que las ondas M han sido detectadas tras una estimulación de 25 s, la cual se modifica paulatinamente debido a la fatiga muscular.

El montaje de los electrodos es otra situación en la que se debe mantener mucha atención para un músculo pequeño se utilizarán electrodos acordes a su tamaño y de igual forma si es grande; sin embargo, cuando se tiene un sólo modelo de electrodos, habrá que echar mano de algunos métodos distintos para obtener una muestra correcta. La ubicación adecuada es en la línea media del vientre muscular, entre la unión miotendinosa y el punto motor (Piitulainen, 2009).

### **Análisis de amplitudes y frecuencias**

Mediante este análisis se convierte una señal bioeléctrica en un gráfico que se aproxime a los niveles de activación muscular, para tales efectos se lleva a cabo el siguiente proceso:

- Filtrado de señal, eliminando “ruido” que interfiera en el adecuado análisis de la misma.
- Aplicación de un algoritmo que permita obtener una imagen más próxima a la activación muscular; *root mean square*, la cual es una fórmula que se relaciona con la potencia de la señal.
- Aplicación de *fast fourier transform (FFT)* o sistema de descomposición de la señal en las diferentes frecuencias que la componen, con el objetivo de determinar el espectro de frecuencias de la señal electromiográfica.

La FFT es un procesado ideal para las acciones estáticas, pues supone que el espectro de las frecuencias no varía en el tiempo (Núria Massó, 2010).

La *densidad del espectro de potencia* (DEP) describe la distribución de la energía de la señal a través de todas las frecuencias que componen una señal inmóvil; por lo tanto, cualquier variación en la forma de UM, debido a los cambios en su velocidad de la conducción (Cavalcanti, 2006).

En fase aguda se debe indicar reposo, antiinflamatorios, analgésicos y relajantes musculares y dependiendo la causa se tomarán diferentes medidas. Otras alternativas de tratamiento son el ultrasonido, estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS), mesoterapia y acupuntura.

### **Acupuntura**

La acupuntura se comenzó a utilizar hace más de 2500 años y sus principios teóricos tradicionales ya se encontraban bien establecidos desde tiempos muy remotos, como puede comprobarse en muchas obras clásicas chinas.

En el siglo VI se introdujo en los países vecinos, donde se aceptó con facilidad, y a comienzos del siglo XVI ya había llegado a Europa. Durante los dos últimos decenios, la acupuntura se ha difundido en todo el mundo, lo cual ha estimulado el perfeccionamiento de esta terapia, en particular mediante estudios realizados a partir de perspectivas médicas y metodologías de investigación modernas (Urlich, 2007).

La medicina occidental y oriental tradicional son los únicos sistemas de medicina que se han compartido terapéuticos y se volvieron globales en el siglo XX, además de establecerse en áreas geográficas distantes a su origen.

Esto ha generado tensión en occidente, urgiendo al gremio científico a intentar una solución para unificar firmemente ambas vertientes (Urlich, 2007).

La acupuntura (del lat. *acus*: aguja, y *pungere*: punción) es una técnica médica que trata de la inserción y la manipulación de agujas en el cuerpo con el objetivo de restaurar la salud y el bienestar en el paciente (OMS, 1996)

### **Punto de acupuntura VB34**

El punto VB 34 se localiza en la depresión antero inferior de la cabeza del peroné; cuando la rodilla está flexionada, la cabeza del peroné se localiza en la intersección de la línea horizontal formada por la mitad lateral del muslo y el tendón del bíceps crural. Su proyección anatómica está localizada sobre el músculo extensor común de los dedos del pie y el músculo peroneo lateral largo, nervio peroneo, ramas y afluentes de arteria y vena peronea, de manera respectiva (Urlich, 2007).

Las indicaciones de acupuntura en este punto son: alteraciones dolorosas en piernas, dolor lumbar, pelvis y cefalea; desde un punto de vista tradicional (Urlich, 2007). Actualmente y con el fin de evidenciar la efectividad del punto en lumbalgia principalmente se han realizado estudios aleatorizados como el de Peng y colaboradores (2008), quienes analizaron a 150 pacientes diagnosticados con lumbalgia por hernia discal que fueron tratados, entre otros con el punto VB 34. En una revisión de Molsberger y colaboradores (2008), se analizaron tratamientos de lumbalgia con acupuntura en 10 países de la unión europea y Asia, en donde se utilizó el punto VB 34 con buenos resultados (Molsberger, 2008).

Desafortunadamente, los tratamientos se fundamentan en ensayos clínicos no controlados y experiencias clínicas; además, en la mayoría de estudios y meta análisis sólo se comparan la eficacia en el dolor agudo, crónico y acupuntura *versus* tratamiento convencional (Lin, 2012).

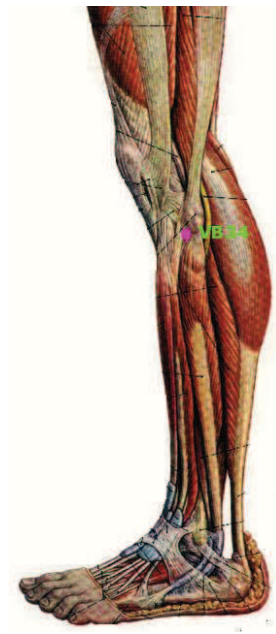


Figura 3. Punto Vesicula Biliar 34 (VB 34)

La lumbalgia es uno de los síndromes dolorosos que afectan con mayor frecuencia a los trabajadores, además de ser uno de los padecimientos más frecuentes que el médico familiar y el especialista debe enfrentar en su consulta diaria. En nuestro País se considera que las afecciones del aparato músculoesquelético ocupan el tercero o cuarto lugar como causa de consulta institucional y las lumbalgias ocupan el primer lugar dentro de ellas (Martínez, 1997).

Los principales factores de riesgo para la lumbalgia son: aptitud física insuficiente, hábito tabáquico, poco desarrollo de la musculatura dorsal, levantamiento de objetos pesados, espondiloartrosis, escoliosis, híper elasticidad articular, debilidad muscular abdominal, estatura y sobrepeso.

La lumbalgia ha sido clasificada en diferentes categorías (Saldivar, 2003). El cuadro clínico de aparición aguda puede irradiar a una o ambas piernas, en general no más allá de la rodilla; regularmente es desencadenada por un movimiento de flexo extensión o torsión del tronco y con mayor incidencia en el músculo dorsal ancho (Saldivar, 2003).

### **Músculo erector de la columna**

Este músculo, se encuentra paralelo a las apófisis transversas de las vértebras, su función principal es el sostén y equilibrio de las mismas; de manera secundaria auxilian en la erección y flexión de la columna; se divide en tres, a saber: iliocostal, longísimo y espinoso (Moore, 2005).

Se origina sobre los relieves óseos próximos a la región lumbosacra y se une al ligamento sacro ilíaco por la fascia toracolumbar; la masa muscular se dirige verticalmente para dividirse a la altura de T 12 y L1 en donde se reconoce la división de el iliocostal, longísimo y transverso en un plano profundo. La tracción de la fascia puede provocar tensiones ligamentarias sacroilíacas o sacrociáticas que pueden ocasionar dolor lumbar irradiado a piernas (Latarjet, 1989; Fransoo, 2003).

Debido a la inervación de los músculos y la relación de trayectos nerviosos adyacentes al punto de acupuntura VB34, pareciera no haber relación alguna; sin embargo, hasta donde llega nuestro conocimiento, no se han realizado estudios sobre el efecto de este punto en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna. Por consecuencia, tampoco se conoce si la aplicación unilateral derecha o izquierda del punto VB 34 modifica la actividad de este músculo de manera ipsilateral o contralateral.



## OBJETIVOS

### General

Examinar el efecto de acupuntura en el punto VB 34 en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna.

### Específicos

- Examinar el efecto de la acupuntura en VB 34 derecho en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna ipsilateral.
- Examinar el efecto de la acupuntura en VB 34 izquierdo en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna ipsilateral.
- Examinar el efecto de la acupuntura en VB 34 derecho en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna contralateral.
- Examinar el efecto de la acupuntura en VB 34 izquierdo en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna contralateral.
- Comparar los efectos de los puntos VB 34 derecho *versus* izquierdo en las modificaciones ipsilateral y controlateral en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental de corte transversal. La población en estudio estuvo constituida por miembros de la comunidad universitaria de la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana que participaron de manera voluntaria en la investigación. Se incluyeron personas con las siguientes características: mujeres y varones, edad entre 20 y 30 años, sin obesidad, sin padecimientos neuromusculares, sin tratamiento médico o con acupuntura en los 7 días anteriores al estudio. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa y se obtuvo el consentimiento informado y por escrito de los participantes.

Se pidió a los participantes no realizar ejercicio muscular extenuante durante un periodo previo de 72 horas. Todos los sujetos estuvieron en reposo durante un periodo  $\geq$  10 minutos antes de comenzar los registros. Durante el estudio los sujetos permanecieron en decúbito ventral.

**Cuadro 1.** Secuencia experimental.

<b>Primera sesión</b>		<b>Segunda sesión</b>
Estimulación de VB 34 en pierna derecha	Periodo de lavado de una semana	Estimulación de VB 34 en pierna izquierda

### Adquisición de la señal del electromiograma de superficie (EMGs)

Se removieron todos los objetos metálicos cercanos al área en estudio, se limpió la piel con alcohol para remover la grasa superficial, se colocaron 3 electrodos para registro derecho y 3 para registro izquierdo (SS2L, *Biopac Systems*, Massachusetts, EUA), 4 de ellos a cada lado de la apófisis espinosa de T12 y L1, situados transversalmente a 3 cm de las mismas y 2 electrodos de tierra sobre la apófisis espinosa de T4 y T5, de manera respectiva.

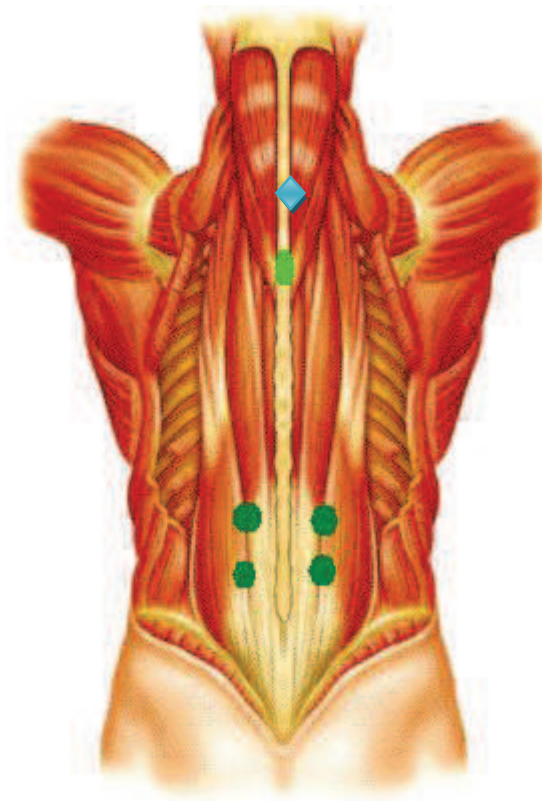


Figura 4. Colocación de electrodos

El tiempo de registro fue de 5 minutos. La aguja se insertó en el segundo 60 y se retiró en el segundo 120. En la primera sesión se estimuló el punto VB 34 derecho; después de un periodo de lavado de 1 semana se estimuló el punto VB 34 izquierdo.

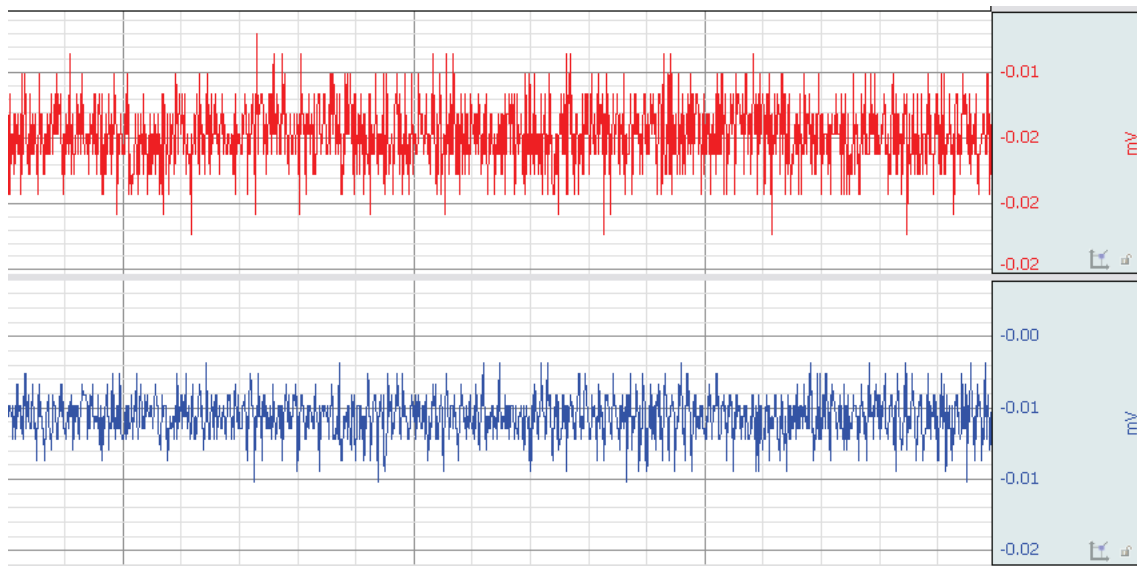


Figura 5. Trazo electromiográfico característico en reposo.

### **Tratamiento con acupuntura**

Se emplearon agujas desechables de acero inoxidable de 4.5 cm. de longitud y 0.5 mm de diámetro (Marca *Hwato*, República Popular China). A todos los sujetos se les aplicó el mismo procedimiento respecto al registro de la información clínica y tratamiento con acupuntura. Se localizó de manera tradicional y por referencias anatómicas el punto VB34, se insertó la aguja a una profundidad de 5 mm, sin estimulación manual durante 60 segundos y entonces se retiró la aguja.

## Análisis del electromiograma

Se compararon las actividades electromiográficas en tres periodos de registro: basal (0 – 60 s), trans (60 – 120 s) y pos acupuntura (120 – 300 s) mediante los análisis DEP (PSD, por sus siglas en inglés correspondientes a *power spectral density*), empleando la función respectiva del *software Acknowledge v. 4.0*, Massachusetts, EUA.

**Cuadro 2.** Cronograma experimental

Duración en minutos		Cronograma (s)
Reposo inicial		-900 al -240
Colocación de electrodos		-293 al 0
Registro electromiográfico	Basal	1 al 60
	Trans acupuntura	61 al 120
	Pos acupuntura	121 al 300

### **Análisis estadístico**

Los datos se expresaron como media  $\pm$  DE y se compararon con la prueba

*T student:*

- Se empleó análisis pareado para comparar los valores basales con los trans acupuntura y el pos acupuntura.
- Se empleó análisis no pareado para comparar los cambios electromiográficos resultado de la estimulación de V B 34 derecho *versus* V B 34 izquierdo.

El análisis estadístico se realizó mediante el *software Microsoft Excel 2010*.

## RESULTADOS

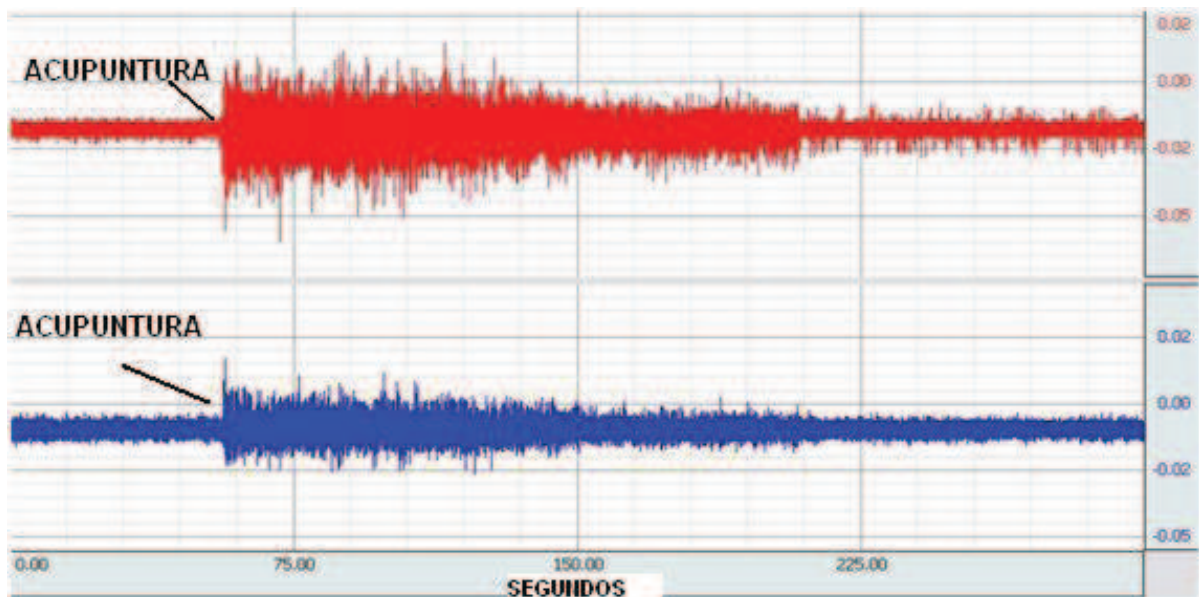
### Descripción de la población

Se estudiaron 15 sujetos. Seis (40%) mujeres, de  $33.16 \pm 9$  (media  $\pm$  DE) años de edad; y 9 (60%) varones de  $37.8 \pm 8$  años de edad (media  $\pm$  DE).

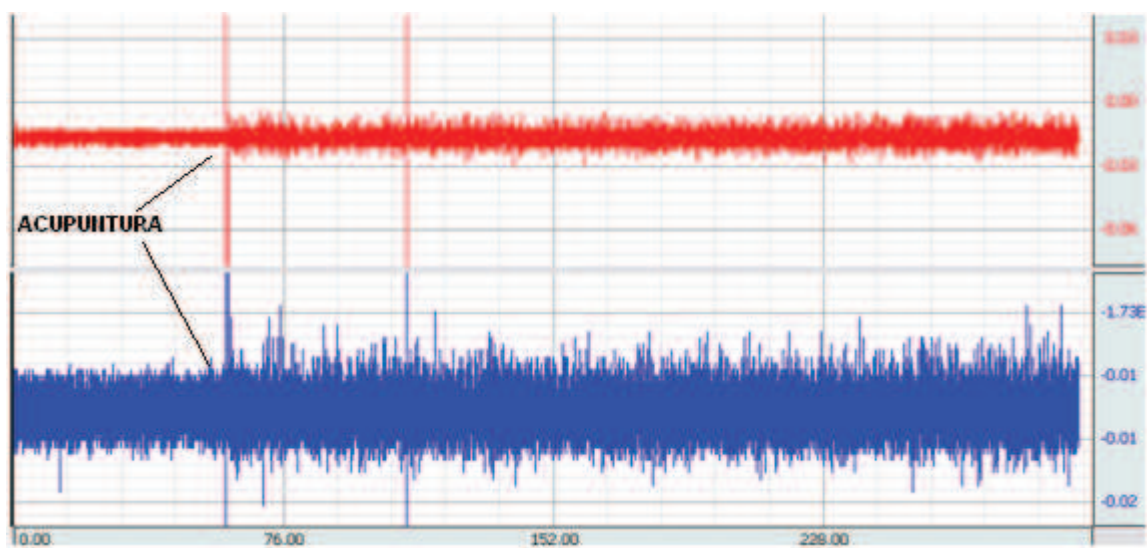
### Amplitud de la actividad electromiográfica y estimulación con acupuntura

Los registros experimentales mostraron que la estimulación con acupuntura de VB 34 produjo un aumento en la amplitud de la señal electromiográfica respecto a sus valores basales. Este cambio agudo disminuyó casi a los valores iniciales después de transcurridos aproximadamente 2 min, ver figuras 6 y 7.

**Figura 6.** Trazo ilustrativo de los cambios en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna por la estimulación del punto de acupuntura VB 34 derecho en el músculo ipsilateral (rojo) y contralateral (azul).



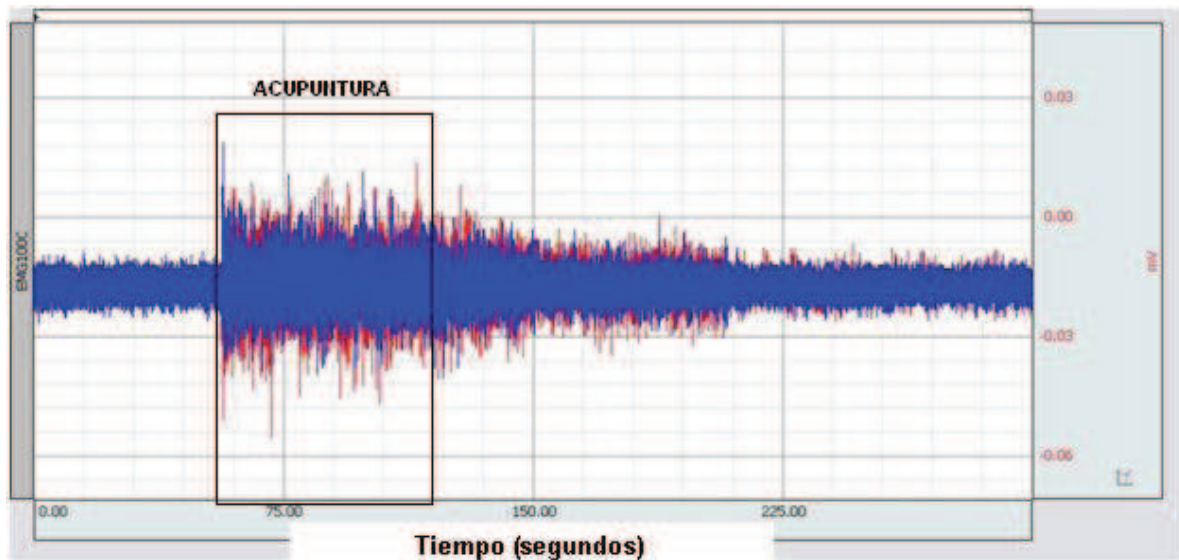
**Figura 7.** Trazo ilustrativo del cambio en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna, contralateral (rojo) e ipsilateral (azul), por la estimulación del punto de acupuntura VB 34 izquierdo.



La estimulación ipsilateral del punto VB 34 de la pierna derecha o izquierda produjo modificaciones más amplias de la amplitud del registro electromiográfico que la contralateral, se discute a continuación si estas diferencias son o no significativas.



**Figura 8.** Promedio de las señales electromiográficas obtenidas en todos los sujetos estudiados y relacionadas con la respuesta del músculo erector de la columna ipsilateral derecha (rojo) e izquierda (azul) del punto VB 34.



### **Análisis de la densidad del espectro de potencia (DEP)**

#### **Efecto de la estimulación ipsilateral derecha o izquierda del punto VB 34 en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna**

La estimulación de VB 34 en pierna derecha o izquierda produjo cambios en la actividad electromiográfica de los músculos erectores de la columna ipsilaterales respectivos evaluada mediante la DEP, ver cuadros 3 y 4.

**Cuadro 3.** Efecto de la estimulación del punto VB 34 de la pierna derecha en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna ipsilateral analizado mediante la DEP.

Frecuencia	Basal media ± DE	Trans media ± DE	Pos media ± DE	Basal vs Trans (p)	Basal vs Pos (p)	Trans vs Pos (p)
<b>Baja</b>	11.50 ± 4.82	13.83 ± 23	11.69 ± 3.73	0.0807	0.2428	0.0704
<b>Media</b>	28.57 ± 4.66	30.20 ± 17.34	29.07 ± 7.8	0.07106	0.0851	0.0463
<b>Alta</b>	9.24 ± 0.80	10.78 ± 8.45	9.13 ± 2.02	0.0279	0.4034	0.0949

La estimulación del punto VB 34 en la pierna derecha aumentó de manera constante la magnitud de las tres frecuencias analizadas con la DEP, del músculo erector de la columna ipsilateral, en especial en el periodo de estimulación de acupuntura (trans). Sin embargo, este incremento sólo es significativo al comparar los periodos trans *versus* pos acupuntura en la frecuencia media, y basal *versus* trans en la frecuencia alta.

**Cuadro 4.** Efecto de la estimulación del punto VB 34 de la pierna izquierda en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna ipsilateral analizado mediante la densidad del espectro de potencia.

Frecuencia	Basal media $\pm$ DE	Trans media $\pm$ DE	Pos media $\pm$ DE	Basal vs Trans	Basal vs Pos	Trans vs Pos
<b>Baja</b>	10.79 $\pm$ 11.08	12.83 $\pm$ 29.36	12.28 $\pm$ 23.23	0.0804	0.1732	0.0612
<b>Media</b>	32.12 $\pm$ 73.68	34.83 $\pm$ 19.87	34.18 $\pm$ 20.77	0.1163	0.1473	0.0354
<b>Alta</b>	7.87 $\pm$ 1.67	9.20 $\pm$ 13.46	8.86 $\pm$ 16.77	0.0904	0.2008	0.2035

La estimulación ipsilateral de VB 34 en la pierna izquierda aumentó de manera constante la magnitud de las tres frecuencias analizadas con la DEP, en especial en el periodo de estimulación de acupuntura (trans). Sin embargo, este incremento sólo fue significativo al comparar los periodos trans *versus* pos acupuntura en la frecuencia media.

**Cuadro 5.** Comparación del efecto de la estimulación de VB 34 derecho o izquierdo con acupuntura en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna ipsilateral evaluada mediante la DEP.

Frecuencias DEP	Δ basal – trans			Δ basal - pos			Δ trans - pos		
	media ± DE			media ± DE			media ± DE		
	Izq	Der	p	Izq	Der	p	Izq	Der	p
<b>Baja</b>	2.0 ±	2.33 ±	0.8923	1.5 ±	0.19 ±	0.4086	0.5 ±	2.14 ±	0.2691
	5.3	6.0		5.9	1.2		1.3	5.3	
<b>Media</b>	2.72 ±	1.64 ±	0.6579	2.06 ±	0.50 ±	0.4245	0.66 ±	1.13 ±	0.5951
	8.6	1.07		7.6	1.34		1.6	3.19	
<b>Alta</b>	1.32 ±	1.54 ±	0.8542	0.99 ±	0.11 ±	0.3778	0.33 ±	1.65 ±	0.1956
	3.6	2.86		4.4	1.7		1.51	3.5	

Las estimulaciones con acupuntura de VB 34 derecho o izquierdo produjeron efectos similares en la actividad electromiográfica de los músculos erectores de la columna ipsilaterales correspondientes evaluada mediante la DEP, ver cuadro 5.

**Efecto de la estimulación derecha o izquierda contralaterales del punto VB 34 en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna**

**Cuadro 6.** Efecto de la estimulación del punto VB 34 de la pierna derecha en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna contralateral analizado mediante la DEP.

Frecuencia	Basal media $\pm$ DE	Trans media $\pm$ DE	Pos media $\pm$ DE	Basal vs Trans	Basal vs Pos	Trans vs Pos
<b>Baja</b>	10.22 $\pm$ 0.3	12.69 $\pm$ 7.1	10.59 $\pm$ 1.1	0.0978	0.1100	0.0963
<b>Media</b>	26.38 $\pm$ 0.5	28.27 $\pm$ 5.5	26.9 $\pm$ 2.2	0.0962	0.1408	0.0839
<b>Alta</b>	7.95 $\pm$ 0.8	8.86 $\pm$ 3.6	7.82 $\pm$ 0.2	0.1700	0.2393	0.1436

La estimulación de VB 34 en la pierna derecha aumentó de manera constante la magnitud de las tres frecuencias analizadas con la DEP, en especial en el periodo de estimulación de acupuntura (trans) en el músculo erector de la columna contralateral. Estos cambios fueron más notables en las comparaciones basales *versus* trans y trans *versus* pos en las frecuencias baja y medio, pero sin llegar a ser significativos desde el punto de vista estadístico.

**Cuadro 7.** Efecto de la estimulación del punto VB 34 de la pierna izquierda en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna contralateral analizado mediante la DEP.

Frecuencia	Basal media $\pm$ DE	Trans media $\pm$ DE	Pos media $\pm$ DE	Basal vs Trans	Basal vs Pos	Trans vs Pos
<b>Baja</b>	13.34 $\pm$ 9.3	14.32 $\pm$ 9.2	13.19 $\pm$ 9.3	0.0722	0.3706	0.0058
<b>Media</b>	36.57 $\pm$ 28.7	38.06 $\pm$ 32.6	37.63 $\pm$ 33.5	0.0853	0.1829	0.10685
<b>Alta</b>	13.49 $\pm$ 15.4	12.79 $\pm$ 11.3	10.56 $\pm$ 8.7	0.3558	0.1665	0.0400

La estimulación de VB 34 en la pierna izquierda aumentó de manera constante la amplitud de las tres frecuencias analizadas con la DEP, en especial en el periodo de estimulación de acupuntura (trans) en el músculo erector de la columna contralateral. Se observaron cambios significativos notables en las comparaciones trans *versus* pos en la frecuencia baja y la frecuencia alta.

**Cuadro 8.** Comparación del efecto de la estimulación derecha o izquierda con acupuntura de VB34 en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna contralateral evaluada mediante la DEP.

Frecuencias DEP	Δ basal - trans ± DE			Δ basal - pos ± DE			Δ trans - pos ± DE		
	lzq	Der	p	lzq	Der	p	lzq	Der	p
<b>Baja</b>	1.0 ±	2.47 ±	0.4426	0.1 ±1.7	0.37 ±	0.3332	1.1 ±	2.10 ±	0.5405
	2.4	7.0			1.1		1.5	5.9	
<b>Media</b>	1.48 ±	1.89 ±	0.8165	1.16 ±	0.59 ±	0.6782	0.33 ±	1.29 ±	0.3038
	3.9	5.3		4.8	2.0		0.9	3.4	
<b>Alta</b>	0.69 ±	0.92 ±	0.4401	2.93	0.13 ±	0.3466	2.24 ±	1.04 ±	0.4967
	7.1	3.5		±11.3	0.6		4.5	3.6	

Las estimulaciones con acupuntura de VB 34 derecho o izquierdo produjeron efectos similares en la actividad electromiográfica de los músculos erectores de la columna contralaterales correspondientes, cuadro 8.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los hallazgos más notables de este estudio se describen a continuación. La estimulación con acupuntura de VB 34 produjo un aumento en la amplitud de la señal correspondiente a la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna.

La estimulación ipsilateral derecha o izquierda produjo aumentos significativos respecto a las cifras basales de actividad electromiográfica del músculo estudiado en las frecuencias media y alta del DEP.

La comparación de las variaciones de la actividad electromiográfica en los músculos estudiados ipsilaterales producidas por la estimulación del punto VB 34 derecho *versus* izquierdo y evaluadas mediante el análisis de la DEP no mostró diferencias significativas en el efecto de estos puntos.

La estimulación de VB 34 derecho produjo aumentos constantes, pero no significativos, respecto a las cifras basales de actividad electromiográfica del músculo estudiado contralateral en las frecuencias baja y media del DEP.

La estimulación de VB 34 izquierdo produjo aumentos constantes, respecto a las cifras basales de actividad electromiográfica del músculo contralateral estudiado en las tres frecuencias del DEP; pero sólo significativas, en las frecuencias baja, de manera muy notable, y alta.



La comparación de las variaciones de la actividad electromiográfica producidas por la estimulación del punto VB 34 derecho *versus* izquierdo en los músculos estudiados contralaterales no mostró diferencias significativas en el efecto de estos puntos.

La acupuntura se ha utilizado durante centurias para el tratamiento de padecimientos musculares. En especial el punto VB 34 se emplea en el tratamiento de lumbalgias. Es conocido que uno de los músculos afectados de manera común en los cuadros de lumbalgia es el erector de la columna.

Los resultados de estudio mostraron que la estimulación del punto VB 34 de la pierna derecha e izquierda modifica la actividad del músculo estudiado de manera ipsilateral y contralateral. Y esto es congruente con el empleo terapéutico y esquemas empíricos empleados en la empleo del punto VB 34 en el tratamiento de la lumbalgia, solo o en combinación con otros puntos.

En un estudio experimental previo Román-Acevedo (2009) propone que la organización comisural intersegmentaria de los centros primarios de la médula espinal sirven como base para las reacciones contralaterales y heterosegmentarias del punto de acupuntura Intestino Grueso 15.

La inervación sensitiva y motora de la zona en la que se encuentra el punto VB 34 está dada por el nervio fibular o peroneo, el cual es una rama del nervio ciático; este se dirige hacia el asta posterior de la médula espinal, específicamente en las zonas o láminas I, III y V, posteriormente hace sinapsis con células del sistema antero lateral y espinorreticulares.

Una vez realizada la integración por la formación reticular y núcleos basales, estas fibras se dirigen a las áreas somestésicas primarias 3,1 y 2 y a la circunvolución pre central (Latarjet, 1989).

Renkawitz y colaboradores (2006), encontraron que pacientes con diagnóstico de lumbalgia muestran aumento de las frecuencias y el voltaje del músculo erector de la columna, contrario a lo que se observa en casos de fatiga muscular; estos pacientes sometidos a programas de rehabilitación presentaron disminución de las frecuencias bioeléctricas y disminución de los síntomas.

La relación entre el estímulo con acupuntura y la respuesta electromiográfica de éste se evaluó por Tough (2006) al comparar efecto de fisioterapia *versus* efecto del estímulo de dos puntos de acupuntura en voluntarios sanos sin resultados significativos; sin embargo, abre la posibilidad al diseño de nuevos métodos de estudio de la acupuntura.

Estudios experimentales confirman que la DEP es un método que permite evaluar la suma de actividad eléctrica de las UM en un grupo muscular (Politti, 2010); las frecuencias medias de éste análisis son el medio principal para evaluar el efecto de fatiga muscular. Politti y colaboradores (2010) afirman que tras evaluar y comparar los cambios electromiográficos en las frecuencias medias del DEP producidos por el estímulo con acupuntura en el pabellón auricular, en el músculo trapecio, se desencadenan mecanismos moduladores que promueven la relajación muscular.

El fenómeno de relajación muscular se relaciona con un aumento de la velocidad de la conducción, así como aumento del flujo sanguíneo local, contrarrestando el proceso de fatiga que puede estar relacionado en procesos patológicos como la lumbalgia (Guyton, 2001; Renkawitz, 2006).

Este circuito aferente – eferente, mediado localmente por electrólitos y neurotransmisores (Ca<sup>+</sup>, acetilcolina) es irrumpido por el estímulo de acupuntura y tiene efecto en tres niveles: local, local ampliado y distal o central (Politti, 2010).

### **Limitaciones del estudio**

Las principales limitaciones de este estudio fueron el número limitado de sujetos de la muestra, la duración corta del periodo de registro y no haber estudiado de manera dinámica la actividad muscular. Esta última limitación se destaca, ya que la mayor parte de estudios electromiográficos de la musculatura del tronco se realizan en condiciones dinámicas como se menciona en la revisión de Garcés y colaboradores (2001).

## **Perspectivas**

El presente estudio confirma resultados previos que muestran que los puntos de acupuntura pueden tener efectos sobre grupos musculares ipsilaterales de manera exclusiva o ipsilaterales más contralaterales. Si el efecto contralateral involucra estructuras superiores del tronco cerebral o sólo relaciones segmentarias a nivel medular permanece como un hecho sin aclarar. Proponemos que se realicen estudios con la metodología empleada en el estudio de pacientes con trastornos neuromusculares, dolorosos o no dolorosos, para examinar si existen cambios electromiográficos como resultado de la acupuntura en estos pacientes. Hacer un seguimiento por periodos más prolongados para estudiar la duración del efecto de la acupuntura.

## REFERENCIAS

1. Buchthal F. 1957. An Introduction to Electromyography. Scandinavian University Books. Glydendal.
2. Cavalcanti M., Vieira T. 2011. Surface electromyography: Why, when and how to use it. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 4 (1). 17 – 28.
3. Cocero E., Recuero E. 1971. Introducción a la Electromiografía y a la Conducción Eléctrica del Nervio Periférico. Madrid. Medicina 1971
4. Cormack DH., 2003. Histología de Ham, 9ª edición. México, Oxford University Press.
5. Dorfman L., Howard J. 1989. Clinical studies using automatic decomposition electromyography (ADEMG) in needle and surface EMG. Amsterdam. Elsevier.
6. Fernández J., Acevedo R., Tabering C. 2007. Influencia de la fatiga muscular en la señal electromiográfica de músculos estimulados eléctricamente. *Rev Escuela de Ing de Antioquia*. 7 (2). 111 – 119.
7. Fransoo, P. (2003). Examen clínico del paciente con lumbalgia: compendio práctico de reeducación. Barcelona: Editorial Paidotribo.
8. Garcés G., et al. 2001. Uso de la isoestación B-200 ® y electromiografía de superficie en la valoración del dolor lumbar. *MAPFRE Medicina*. 12 (4). 241-249.
9. Guyton A., Hall J. 2001. Tratado de Fisiología Médica 10ª Edición. México. Mc Graw-Hill Interamericana editores.

10. Latarjet M, Ruiz A. 1989. Anatomía Humana 2ª Edición. Panamericana. México.
11. Lin KJ, Li R. 2012. Comparison and thinking on literatures of low back pain treated with acupuncture-moxibustion published in foreign SCI journals and domestic core journals. *Zhongguo Zhen Jiu*. 32 (7). 644 – 648.
12. Martínez P., 1997. Introducción a la reumatología 2ª Edición. México: Méndez Editores.
13. Merletti R., Farra D. 2009. Analysis of intramuscular electromyogram signals. *Philos Transact A Math Phys*. 367 (1). 357 – 368.
14. Molsberger AF, et al. 2008. Chinese acupuncture for chronic low back pain: an international expert survey. *J Altern Complement Med*. 14 (9). 1089 – 1095.
15. Moore K., Dalley A. 2005. Anatomía con orientación clínica cuarta edición. México: Editorial Médica Panamericana.
16. Núria Massó, et al. 2010. Aplicaciones de la electromiografía de superficie en el deporte. *Apunts Med Esport*. 43 (165). 127 – 136
17. Peng KZ, et al. 2008. Observation of therapeutic effect of intradermal needle combined with Tuina on lumbar disc herniation. *Zhongguo Zhen Jiu*. 28 (12). 894 – 896.
18. Piitulainen H., et al. 2009. Inervation zone shift at different levels of isometric contraction in the biceps gracil muscle. *J Electromyogr Kinesiol*. 19 (1). 667-675.
19. Politti F., et al. 2010. Correspondence of the auricular acupoint with the upper trapezius muscle: a electromyographic study. *Complement Ther Clin Pract*. 16 (1). 26 – 30.

20. Renkawitz T., et al. 2006. The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *Spine Journal*. 6 (1) 673 – 683.
21. Roman C., 2009. Efecto de la acupuntura en el punto IG 15 en la actividad electromiográfica del músculo flexor superficial de los dedos: estimulación ipsilateral versus contralateral. UAM Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud. México, Distrito Federal.
22. Saldivar H., Cruz D., Serviere L., Vázquez F., Coffre V. 2003. Lumbalgia en trabajadores. *Revista Médica del IMSS*. 41 (3), 203 -209.
23. Stålberg E., Nandedkar S., Sanders D., Falk B. 1996. Quantitative Motor Unit Potential Analysis. *Journal Clinical Neurophysiology*. 13 (1) 401-426.
24. Stashut D., De Luca C. 1989. Update on the decomposition electromyography: an analysis of the EMG signals. Amsterdam. Elsevier.
25. Tough L. 2006. Lack of effect of acupuncture on electromyographic (EMG) activity a randomised controlled trial in healthy volunteers. *Acupunct Med*. 24 (2) 55 – 60.
26. Ulrich H., Stevelig A., Peuker E., Kastner J. 2007. Acupuntura. México: Editorial Manual Moderno.

**ANEXO**



**Universidad Autónoma Metropolitana  
Iztapalapa**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Con fundamento a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General de Salud, mi nombres: \_\_\_\_\_,

Domicilio: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Manifiesto que estoy en plena capacidad jurídica y uso de mis facultades y que no padezco enfermedades cardiovasculares ni músculo esqueléticas hasta donde llega mi conocimiento.

Me explicaron los responsables de la investigación la naturaleza y propósito de la investigación:

**Efecto de la acupuntura en el punto VB34 en la actividad electromiográfica del músculo erector de la columna.**

Me describieron el procedimiento a realizar y los efectos adversos probables de la aplicación de la acupuntura manual en Vesícula Biliar 34 (VB 34).

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.

MÉXICO, D. F., a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2012.

\_\_\_\_\_  
Firma

**Testigos**

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