

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

UNIDAD IZTAPALAPA

DIVISIÓN: CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

ESPECIALIZACIÓN EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA



**Casa abierta al tiempo**

**EFFECTO DE LA ACUPUNTURA EN EL PUNTO IG4 EN  
LA ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA DEL  
MÚSCULO ESTERNOCLEIDOMASTOIDEO:  
ESTIMULACIÓN IPSILATERAL *VERSUS*  
CONTRALATERAL**

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA

PRESENTA:

**MED. CIR. GRISELDA MONTES DE OCA JERÓNIMO**

DIRECTOR

DR. JOSÉ FEDERICO RIVAS VILCHIS

ASESOR

DR. J. ENRIQUE CANCHOLA MARTÍNEZ

MÉXICO, D.F.

2009

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

**MED. CIR. GRISELDA MONTES DE OCA JERÓNIMO**

El día 5 de agosto del año 2009

**Sinodales:**

PRESIDENTE:

Dr. Rubén Román Ramos

---

SECRETARIO:

Dr. J. Enrique Canchola Martínez

---

VOCAL:

Dr. José Federico Rivas Vilchis

---

## **COMITÉ TUTORIAL**

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

**DR. JOSÉ FEDERICO RIVAS VILCHIS**

Profesor Titular C, Departamento de Ciencias de la Salud,  
División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad  
Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa

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

**DR. J. ENRIQUE CANCHOLA MARTÍNEZ**

Profesor Titular C, Departamento de Biología de la  
Reproducción, División de Ciencias Biológicas y de la Salud,  
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa

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

Laboratorio de Farmacología del Área de Investigación Médica del Departamento de Ciencias de la Salud y la Clínica de Acupuntura de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no sería posible sin la invaluable colaboración del Dr. José Federico Rivas Vilchis, así como del Dr. J. Enrique Canchola Martínez quienes brindaron su tiempo y conocimientos.

Agradezco a todos los profesores que compartieron sus conocimientos en la especialización, en especial al Dr. Jianhua Xu Gao por su constancia e interés.

Dedico este trabajo a mi familia por su comprensión y apoyo a lo largo de mi vida, no sólo durante mi carrera profesional.

## RESUMEN

**Introducción.** El punto de acupuntura IG4 se emplea de manera tradicional en el tratamiento de los trastornos de los músculos de la cara y porción lateral del cuello. Una característica importante del tratamiento es la aplicación ipsilateral o contralateral de los puntos de acupuntura. La electromiografía (EMG) es una prueba médica que permite el estudio del sistema nervioso periférico y muscular y tiene utilidad clínica y experimental.

**Objetivo.** El propósito de este estudio fue comparar el efecto de la acupuntura en IG4 aplicada de manera ipsilateral o contralateral en la actividad del músculo esternocleidomastoideo (mECM) mediante el empleo de electromiografía de superficie.

**Materiales y métodos.** Se realizó una investigación descriptiva de corte transversal con diseño cruzado. La población en estudio estuvo constituida por 8 mujeres (67%) con edad promedio de 33.5 años  $\pm$  4.5 y 4 hombres (33%), con edad promedio de 32.5 años  $\pm$  8.1. Para el registro del electromiograma se colocaron 3 electrodos; 2 en los extremos del mECM derecho a una distancia promedio de 8 cm y el electrodo de tierra fuera del músculo estudiado. La aguja se insertó en el segundo 25 del registro y se retiró al segundo 30. En la primera sesión se estimuló el punto IG4 de la mano derecha (ipsilateral), después de un periodo de lavado de 1 semana se estimuló el punto IG4 del lado izquierdo (contralateral) y se llevó a cabo el mismo procedimiento. El análisis del EMG se llevó a cabo mediante la potencia del espectro de densidad y los mínimos cuadrados (RMS, siglas en inglés). Se examinó el grado de correlación entre la estimulación ipsilateral y contralateral de los cambios en el

EMG. Se aplicó la prueba de *t*-Student para analizar la comparación estadística entre los valores basales y posacupuntura, i) para datos pareados en el caso de la comparación ipsilateral o contralateral y ii) para datos no pareados para la comparación ipsilateral *versus* contralateral.

**Resultados y conclusión.** El análisis de la potencia del espectro de densidad (PSD, siglas en inglés) mostró que la acupuntura ipsilateral produjo modificaciones mayores que la estimulación contralateral en el sEMG, en especial en la frecuencia alta disminuyó los valores en forma casi significativa al comparar el periodo basal *versus* posacupuntura tardío. Con la estimulación contralateral disminuyeron en forma constante, aunque no significativa, las frecuencias media y alta al comparar el mismo periodo. Al comparar la estimulación ipsilateral *versus* contralateral la mayor diferencia se encontró en la frecuencia alta, también en el mismo periodo. El análisis RMS mostró que la actividad sEMG se modificó de manera más amplia con la estimulación ipsilateral, y la mayor diferencia se presentó después de 90 segundos de la aplicación de acupuntura y en el segundo 120 fue casi significativa ( $P=0.09632$ ). El análisis de correlación mostró que las estimulaciones ipsilateral y contralateral ejercieron los efectos más semejantes en las frecuencias baja y media al comparar los periodos de posacupuntura inmediata. Los hallazgos del presente estudio son coherentes con informes clínicos acerca de la eficacia del punto IG4 en la modificación de los trastornos musculares que involucran al mECM (Hans-U, 2005).

## **ABSTRACT**

**Introduction.** The acupoint IG4 is used traditionally in the treatment of muscle disorders of the face and lateral side of the neck. An important issue of the treatment is the application of either the ipsilateral or contralateral acupoints. Electromyography (EMG) is a medical test that allows the study of the peripheral nervous system and muscle, EMG has experimental and clinical usefulness.

**Aim.** To compare the effect of acupuncture in to the acupoint IG4 the ipsilateral versus contralateral in the electromyographic activity of the sternocleidomastoid muscle (ECMm) using surface electromyography.

**Materials and methods.** Is study was descriptive and with cross-over design. The population consisted of 8 (67%) women ( $33.5 \pm 4.5$  years old) and 4 (33%) men ( $32.5 \pm 8.1$  years old). The electromyographic records was carried out with 3 electrodes, 2 electrodes were placed at both ends of ECMm with an average distance of 8 cm, and 1 ground electrode was placed outside the studied muscle. The needle was keep in place from the 25 to 30 second. The right IG4 acupoint was stimulated for the ipsilateral study, after a washout period of 1 week, the left IG4 acupoint was stimulated for the contralateral study, in both cases the same experimental procedure was carried out. The EMG was analysed by power spectral density (PSD) and root mean square (RMS). The correlation between ipsilateral or contralateral stimulation was examined. Averages are presented as mean  $\pm$  SD. The comparison of the data was performed using the *t* Student test for paired data when the values corresponded to ipsilateral or contralateral stimulation, and with independent test for comparison ipsilateral versus contralateral stimulation.

**Results.** The PSD analysis showed that ipsilateral stimulation produced greatest changes in the sEMG than the contralateral stimulation, especially in the high frequency, acupuncture significantly decreased the values when comparing the baseline *versus* posacupuncture values. With the contralateral stimulation the figures for medium and high frequencies clearly declined, although not significantly, comparing the same period. When comparing the ipsilateral versus contralateral stimulation the greatest difference was found in high frequency, also in the same period. The RMS analysis showed that the sEMG activity was modified more extensively with ipsilateral stimulation, and the difference increase at 90 seconds after the application of acupuncture, and in the 120 second was almost significant ( $P = 0.09632$ ). The correlation analysis showed that both ipsilateral and contralateral stimulation effects were quite similar in the low and medium frequencies when comparing the immediate period posacupuncture. The findings of this study are consistent with previous clinical reports regard to improvement of muscle disorders with acupuncture in IG4 (Hans-U, 2005).

## PRINCIPALES ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

EMG	Electromiograma.
IG4	En pinyin <i>Hegu</i> . Cuarto punto de acupuntura del meridiano o canal de Intestino Grueso.
mECM	Músculo esternocleidomastoideo.
PED	Potencia del espectro de densidad, traducción del inglés para <i>power spectral density</i> (PSD).
RMS	Siglas en inglés de <i>root mean square</i> , análisis de la actividad electromiográfica mediante promedios de mínimos cuadrados.
sEMG	Electromiograma de superficie.

## ÍNDICE GENERAL

Resumen	vi
Abstract	viii
Principales abreviaturas y acrónimos	x
1. Introducción	1
2. Materiales y métodos	6
3. Resultados	9
4. Conclusiones y discusión	14
5. Referencias bibliográficas	22
Anexo(s)	25

## **INTRODUCCIÓN**

### **Acupuntura**

La acupuntura es uno de los tratamientos más importantes de la medicina tradicional china, su empleo implica un acúmulo de experiencias durante varias centurias que la han transformado en un sistema teórico complejo basado en puntos de acupuntura. Aún no se conocen con exactitud los mecanismos responsables de la acción terapéutica de la acupuntura, sin embargo ha mostrado buenos resultados terapéuticos (Tian, 2005). La acupuntura constituye el tipo más frecuente de medicina no convencional en los países desarrollados (Eisenberg y Cols., 1993). Sus beneficios han sido informados y discutidos en ensayos controlados (Coan y Cols., 1980).

### **Electromiografía**

La electromiografía (EMG) es una prueba médica que permite el estudio del sistema nervioso periférico y muscular y tiene utilidad clínica y experimental. De esta forma, la EMG contribuye a orientar al médico sobre el diagnóstico y tratamiento a seguir en trastornos neuromusculares (Barea, 2000).

La señal electromiográfica se compone del conjunto de los potenciales de acción de grupos de fibras musculares organizadas en unidades funcionales llamadas *unidades motoras*. Esta señal puede ser detectada con sensores colocados en la superficie de la piel o con sensores alámbricos introducidos en el tejido muscular (De Luca et al, 2006).

**Electromiografía de superficie.** El electromiograma de superficie (sEMG) proporciona información sobre la fisiología y las características morfológicas de la actividad muscular y de sus sistemas neuronales. La sEMG es una fuente de información de fácil aplicación debido a que los electrodos se encuentran en la piel por encima del músculo. Se han desarrollado y aplicado muchos métodos de procesamiento de señales del sEMG para estudiar la fisiología neuromuscular (Karlsson et al., 2008).

Durante la contracción (voluntaria o provocada) se producen los patrones característicos de la conducción nerviosa que pueden ser detectados mediante esta prueba. El origen del impulso nervioso detectado radica en el potencial de membrana de las células musculares, entre el interior y el exterior de dichas células hay una diferencia de potencial de -70 mV (Roca J, 2001). Los valores recogidos en el electromiograma invasivo pueden oscilar entre los 50  $\mu$ V y los 20 o 30 mV, dependiendo del músculo a estudiar, los músculos más grandes desarrollan potenciales eléctricos mayores al coordinarse las fibras musculares entre sí (Roca, 2001).

### **Análisis del sEMG**

**Potencia del espectro de densidad (PED).** Ésta es una forma de procesamiento de la señal del sEMG, que se denomina en inglés *power spectral density* (PSD). El PED se basa en el análisis de Fourier (*fast Fourier transform* o FFT) para funciones periódicas. Con este análisis se obtiene una estimación razonable de la actividad y fuerza del músculo (Basmajian y De Luca 1985; Lawrence y De Luca 1983).

**Curva envolvente.** Después de rectificar la señal, se obtiene el área de la curva envolvente de la señal, a este proceso algunos autores le han llamado la *falsa integración*. En muchos estudios se ha empleado este procedimiento y para aumentar la validez el registro se realiza con frecuencias de muestreo altas (Villarroya AM, 2005).

**Root mean square (RMS).** Con este análisis se mide el poder eléctrico de la señal electromiográfica. En este procedimiento se toma la raíz cuadrada del área entre el cuadrado de la señal y el tiempo calculado para un intervalo dividido entre dicho tiempo; en este análisis no es necesaria la rectificación previa de la señal. También se obtiene en períodos variables según el fenómeno estudiado. Los valores de la RMS contienen una información mayor que la media rectificada o la señal integrada. Los valores se expresan mV o en  $\mu\text{V}$  (Villarroya, 2005).

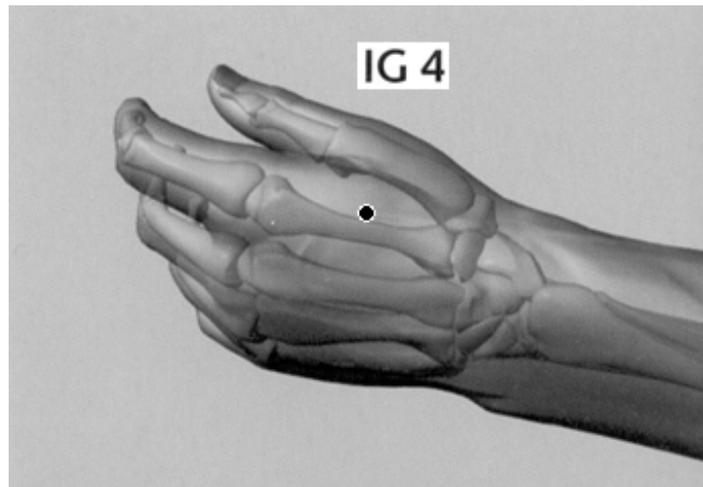
### **Acupuntura y electromiografía**

En un estudio electromiográfico realizado sobre los efectos en la actividad de los músculos temporal y masetero se empleó acupuntura en pacientes con problemas de disfunción temporomandibular, se observó la disminución en la actividad eléctrica muscular y las molestias dentales después de la aplicación del tratamiento, y la relajación en el músculo temporal fue mayor que la del músculo masetero (de Sousa, 2007). Otro estudio electromiográfico en pacientes con bruxismo e hipertonicidad en algunos músculos de la masticación se observó la relajación de los músculos temporal, masetero, digástrico y esternocleidomastoideo después de la aplicación de acupuntura (Romoli, 2003). Otro estudio mostró la reducción de la actividad

electromiográfica del músculo tibial anterior con la estimulación mediante acupuntura del punto B9 y no con el punto E36 (Kao, 2006).

#### **Punto IG4 (Hegu): utilización clínica y aspectos básicos**

El punto IG4 o Hegu de acuerdo a su denominación china en *pinyin*, se localiza a mitad del trayecto de la línea que divide en dos partes el ángulo entre el primero y segundo hueso metacarpiano. Se relaciona con la arteria radial, vena dorsal, nervios radial y cutáneo, el primer músculo interóseo dorsal y el tendón del músculo extensor largo del pulgar (Díaz, 2006). Este punto de acupuntura se emplea de manera tradicional en el tratamiento de los trastornos de los músculos de la cara y porción lateral del cuello (Hans, 2005).



**Figura 1. Punto 4 del meridiano de Intestino Grueso.**

Entre otras indicaciones destacan un efecto analgésico local, afecciones dolorosas en el trayecto lateral del brazo y antebrazo, cara lateral del cuello, cara y dientes. Además, tiene indicaciones en padecimientos viscerales gastrointestinales.

## **Ipsilateralidad y contralateralidad**

Los textos de medicina tradicional china y otros textos modernos mencionan como una característica importante del tratamiento el carácter ipsilateral o contralateral de la aplicación de los puntos de acupuntura (Bossy, 1985). A pesar de lo anterior hasta donde llega nuestro conocimiento no se ha estudiado si la estimulación ipsilateral o contralateral de los puntos de acupuntura modifican de manera diferente la actividad electromiográfica de los músculos relacionados con este punto.

El propósito de este estudio fue comparar el efecto de la acupuntura en IG4 aplicada de manera ipsilateral o contralateral en el músculo esternocleidomastoideo empleando electromiografía de superficie.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

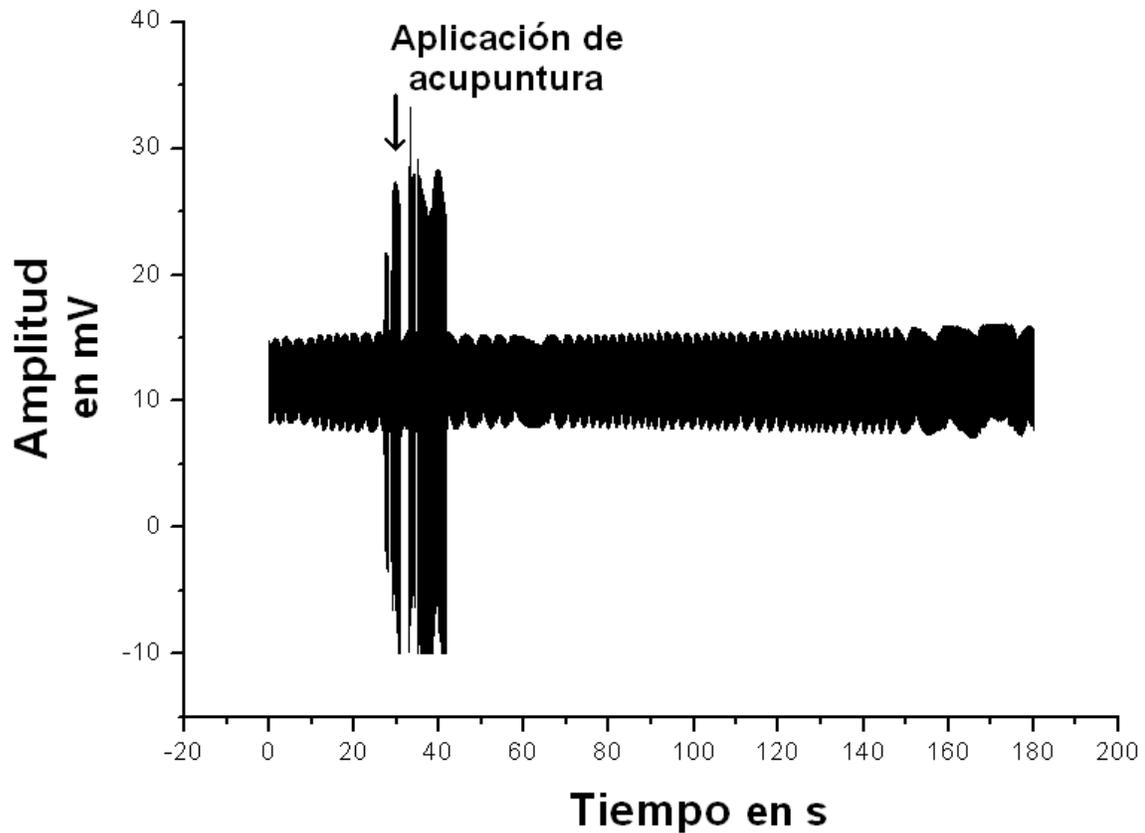
Se realizó una investigación descriptiva de corte transversal y diseño cruzado. La población en estudio estuvo constituida por personas que participaron de manera voluntaria en la investigación y eran miembros de la comunidad de la Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. Se incluyeron personas de cualquier sexo, con edades entre 18 - 40 años, sin obesidad, sin padecimientos neuromusculares y que no recibieron medicamentos o tratamiento con acupuntura en los 7 días anteriores al estudio. La población en estudio estuvo constituida de la siguiente manera: 8 (67%) mujeres ( $33.5 \pm 4.5$  años de edad) y 4 (33%) varones ( $32.5 \text{ años} \pm 8.1$  años de edad).

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 h. Todos los sujetos estuvieron en reposo durante un periodo  $\geq 10$  minutos antes de comenzar los registros. Durante el estudio los sujetos permanecieron en posición de decúbito dorsal.

**Adquisición de la señal del electromiograma de superficie (sEMG).** Se removieron todos los objetos metálicos cercanos al área en estudio, se limpió la piel con alcohol para eliminar la grasa presente, se colocaron 3 electrodos recubiertos (SS2L, Biopac Systems), 2 en los extremos del músculo esternocleidomastoideo (mECM) derecho a una distancia promedio de 8 cm y el electrodo de tierra fuera del

músculo estudiado. El tiempo de registro fue de 3 minutos. En la figura 2 se muestra un registro electromiográfico característico.



**Figura 2. Registro electromiográfico típico del músculo esternocleidomastoideo antes y después de la aplicación de la acupuntura (flecha).**

La aguja se insertó en el segundo 25 del registro y se retiró al segundo 30. En la primera sesión se estimuló el punto IG4 de la mano derecha (ipsilateral), después de un periodo de lavado de 1 semana se estimuló el punto IG4 del lado izquierdo (contralateral) y se llevó a cabo el mismo procedimiento.

**Tratamiento con acupuntura.** Se emplearon agujas desechables de acero inoxidable de 2.5 cm de longitud y 0.22 mm de diámetro (SHARP, República Popular China). A todos los sujetos se les aplicó el mismo procedimiento respecto al registro de la información médica y tratamiento con acupuntura. Se localizó de manera tradicional el punto IG4, se insertó la aguja a una profundidad aproximada de 1.6 cm y estimuló de forma manual durante 5 segundos hasta que se obtuvo la sensación característica de acupuntura o *De Qi* de acuerdo a su denominación china, y entonces se retiró la aguja.

**Análisis del electromiograma.** Se compararon las actividades electromiográficas basales y posacupuntura mediante los valores de potencia en el espectro de densidad (PED) - *power spectral density* (PSD) su denominación en inglés - en tres periodos del registro: basal (1-20 s), posacupuntura inmediata (50-70 s) y posacupuntura tardío (160-180 s). Para este procedimiento se empleó la función *power spectral density* del software Acqknowledge v. 3.91.

Un segundo análisis de la actividad electromiográfica se realizó mediante mínimos cuadrados o *root mean square* (RMS); El RMS se calculó mediante el empleo de la función *integrative* del software Acqknowlege v. 3.91. Además, se analizó el grado de correlación entre la estimulación ipsilateral y contralateral de los valores de mínimos cuadrados en todo el periodo estudiado.

## RESULTADOS

### Actividad electromiográfica y estimulación con acupuntura

**Potencia en el espectro de densidad (PED).** El efecto de la estimulación de IG4 de la mano derecha (ipsilateral) o izquierda (contralateral) en la actividad electromiográfica del mECM derecho evaluada mediante la potencia del espectro de densidad (PED) se muestran en los cuadros 1 y 2.

La estimulación ipsilateral ocasionó un aumento constante de la frecuencia baja en el periodo inmediato posacupuntura y una disminución en la frecuencia alta en el periodo inmediato posacupuntura, en ambos casos no significativas; y una disminución constante, casi significativa, en el periodo final posacupuntura, ver Cuadro 1.

**Cuadro 1. Efecto de la estimulación ipsilateral de IG4 de la mano derecha en la actividad electromiográfica del músculo esternocleidomastoideo derecho.\***

Frecuencia	A Basal 1-20 s	B Posacupuntura inmediata 50-70 s	C Posacupuntura tardía 160-180 s	Valores <i>P</i>	
				A vs B	A vs C
Baja	62.27 ± 19.62	62.65 ± 19.76	62.16 ± 19.58	0.119	0.543
media	15.12 ± 22.78	15.77 ± 24.83	9.99 ± 9.64	0.446	0.303
alta	23.26 ± 25.91	21.34 ± 24.07	15.61 ± 14.52	0.166	0.082

\* Medias ± DE.

La estimulación contralateral ocasionó una disminución constante en la frecuencia media al comparar los periodos basal *versus* posacupuntura tardío; y una disminución constante en la frecuencia alta en el periodo final, en ambos casos no significativa, ver Cuadro 2.

**Cuadro 2. Efecto de la estimulación contralateral de IG4 de la mano izquierda en la actividad electromiográfica del músculo esternocleidomastoideo derecho.**

Frecuencia	A Basal 1-20 s	B Posacupuntura inmediata 50-70 s	C Posacupuntura Tardía 160-180 s	Valores P	
				A vs B	A vs C
Baja	67.56 ± 0.35	67.72 ± 0.80	68.04 ± 1.55	0.396	0.340
Media	16.47 ± 2.06	15.66 ± 38.11	15.15 ± 38.83	0.591	0.197
Alta	12.14 ± 7.18	11.06 ± 23.65	10.65 ± 24.54	0.436	0.113

\* Medias ± DE.

En el Cuadro 3 se muestra la comparación de la estimulación ipsilateral *versus* contralateral de IG4 en la actividad electromiográfica del mECM mediante el análisis PED. En la comparación basal *versus* periodo posacupuntura tardío en la frecuencia elevada se encontró una tendencia clara, pero no estadísticamente no significativa, a un cambio mayor con la estimulación ipsilateral *versus* contralateral, ver Cuadro 3.

**Cuadro 3. Comparación de la estimulación ipsilateral *versus* contralateral de IG4 en la actividad electromiográfica del músculo esternocleidomastoideo mediante el análisis PED.**

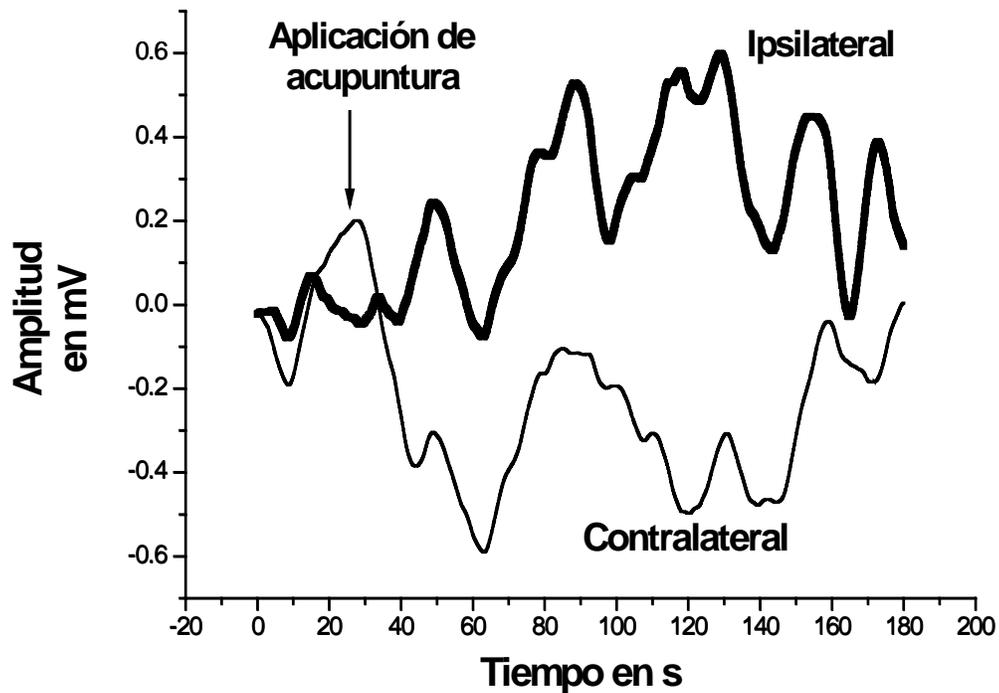
Frecuencia	Periodos	
	Posacupuntura inmediata* Medias de las diferencias (p)	Posacupuntura tardía** Medias de las diferencias (p)
Baja	-0.37 vs -0.16 (0.45)	0.12 vs -0.48 (0.26)
media	-0.65 vs 0.81 (0.39)	5.13 vs 1.32 (0.44)
alta	1.91 vs 1.08 (0.66)	7.64 vs 1.49 (0.15)

\*Comparación de las medias de las diferencias de los valores del periodo basal (1-20 s) *versus* posacupuntura inmediata (50-70 s).

\*\* Comparación de las medias de las diferencias de los valores del periodo basal (1-20 s) *versus* posacupuntura final (160-180 s).

**Análisis integrado o de promedios de mínimos cuadrados**

En la figura 3 se muestra el efecto de la estimulación ipsilateral *versus* contralateral mediante las señales del sEMG de todos los sujetos. Las curvas se suavizaron mediante el procedimiento de promedio de puntos adyacentes (*smoothing adjacent averaging*, mediante el software Origin v. 7.0). La mayor diferencia, casi significativa, se encontró en el segundo 120 (P=0.09632).



**Figura 3. Comparación de la estimulación ipsilateral *versus* contralateral mediante el análisis integrado y con promedio de puntos adyacentes de las señales de los electromiogramas de todos los sujetos.**

**Correlación entre la estimulación ipsilateral y contralateral.** El estudio de la correlación entre la estimulación ipsilateral y contralateral mostró que en la frecuencia baja se presentó una tendencia a una correlación positiva, aunque no significativa, en la comparación basal *versus* posacupuntura inmediata; mientras que en la frecuencia media de la comparación basal *versus* posacupuntura inmediata se presentó una correlación negativa estadísticamente significativa, ver cuadro 4.

**CUADRO 4. Correlaciones de la estimulación ipsilateral *versus* contralateral de IG4 en la actividad electromiográfica del músculo esternocleidomastoideo.**

Frecuencia	Periodos	
	Posacupuntura inmediata*	Posacupuntura final*
	r (P)	r (P)
Baja	0.45489 (0.13732)	-0.22377 (0.48447)
Media	-0.62598 (0.02944)	-0.12157 (0.72179)
Alta	-0.18358 (0.56791)	-0.19749 (0.56051)

## CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

El análisis mediante la potencia del espectro de densidad (PSD, siglas en inglés) mostró que la acupuntura ipsilateral produjo modificaciones mayores que la estimulación contralateral en el sEMG, en especial en la frecuencia alta disminuyó los valores en forma casi significativa al comparar el periodo basal *versus* posacupuntura tardío. Con la estimulación contralateral disminuyeron en forma constante, aunque no significativa, las frecuencias media y alta al comparar el mismo periodo. Al comparar la estimulación ipsilateral *versus* contralateral la mayor diferencia se encontró en la frecuencia alta, también en el mismo periodo.

El análisis RMS mostró que la actividad sEMG se modificó de manera más amplia con la estimulación ipsilateral y la mayor diferencia se presentó después de 90 segundos de la aplicación de acupuntura.

El análisis de correlación mostró que las estimulaciones ipsilateral y contralateral ejercieron los efectos más semejantes en las frecuencias baja y media al comparar los periodos de posacupuntura inmediata.

Las variaciones descritas provocadas por la acupuntura corresponden en el análisis PED del EMG en todas las frecuencias (bajas, medias y elevadas) a cambios en el grado de descarga del músculo, los cambios observados son similares a los que se han demostrado como consecuencia de la aparición de fatiga muscular (Villarroya, 2005).

El análisis mediante mínimos cuadrados o análisis integrativo (RMS) mostró que la estimulación ipsilateral también produce modificaciones electromiográficas mayores que la estimulación contralateral y esta diferencia se acentúa después de

90 segundos, para después desaparecer a los 150 segundos del estímulo con acupuntura.

Los hallazgos del presente estudio coinciden con informes clínicos acerca de la eficacia del punto IG4 en la modificación de los trastornos musculares que involucran al mECM (Hans-U, 2005). Y permiten además sugerir que el tratamiento debe basarse principalmente en el empleo del punto IG4 del mismo lado (ipsilateral) del músculo afectado.

Cuando el músculo se fatiga hay un aumento de los componentes de baja frecuencia y una reducción de los de alta frecuencia; por ello, algunos autores han utilizado la frecuencia media y su mediana para caracterizar la fatiga muscular (Matthijsse et al, 1987). En el músculo fatigado también se han descrito disminuciones de la relación A:B, proporción entre el valor RMS de los componentes de alta (A) y baja (B) frecuencia. Stulen y De Luca (1981) indican que esta relación es más perceptible que los cambios en las frecuencias media y mediana, pero también menos fiable.

La disminución de la frecuencia, encontrada en este trabajo, puede deberse a un descenso en la velocidad de conducción, pero también puede estar implicado un aumento de la sincronización de las unidades motoras. También se describen variaciones en la amplitud de la señal electromiográfica (EMG integrada y RMS) en el músculo fatigado, pero existe una gran controversia respecto a lo que ocurre. En un estudio de Millet et al (2003), el valor RMS durante la contracción máxima isométrica en el vasto lateral disminuyó con la fatiga cerca del 30%. Sin embargo, durante contracciones isotónicas mantenidas se describen incrementos en la amplitud de la señal mediante el análisis RMS. Estos aumentos se han utilizado para argumentar la

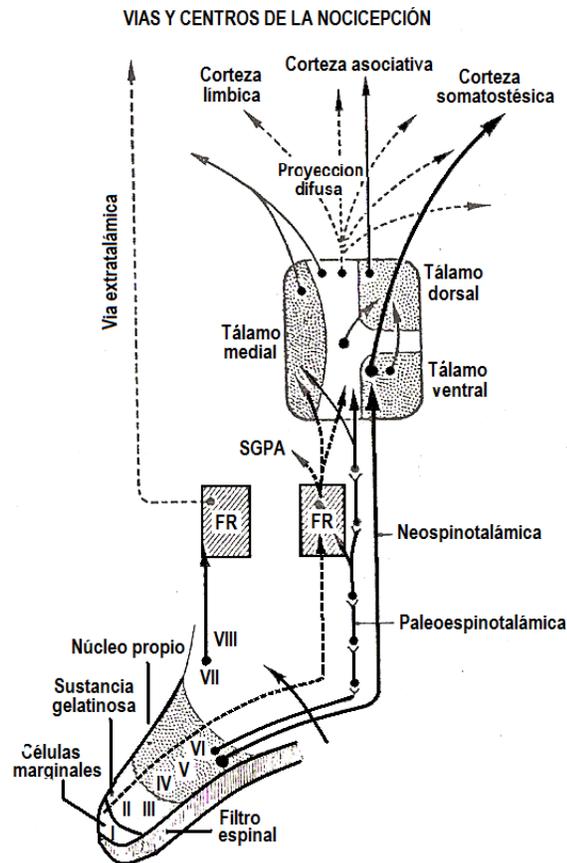
ampliación del reclutamiento de más unidades motoras e incremento de la fatiga, aunque existe poca evidencia directa para mantener esta conclusión. Otro posible mecanismo incluye un aumento de la sincronización de unidades motoras (Villarroya, 2005).

### **Vías aferentes-eferentes de la respuesta del mECM a la estimulación de IG4**

Hasta este momento, de acuerdo a la literatura revisada, las vías aferentes y eferentes del punto IG4 no han sido estudiadas experimentalmente y sólo se han hecho propuestas teóricas con un abordaje reflexológico (Bossy, 1985). Las vías nerviosas relacionadas con la acupuntura se han estudiado principalmente en función de las vías de dolor. Al puncionar el punto IG4 se estimula una rama sensitiva del nervio radial cuyos axones aferentes llegan a la sustancia gris de la médula espinal. Esta se divide en diez capas (láminas de Rexed), de las cuales las seis primeras (I a VI) corresponden al asta posterior, especializada en la recepción de fibras sensoriales de dolor. Las láminas I y V reciben fibras nerviosas A delta, mientras que las tipo C terminan casi exclusivamente en la lámina II.

La aferencia nerviosa cruza posteriormente en dirección oblicua hacia el lado opuesto a través de la vía comisural dentro de los segmentos medulares correspondientes: 5, 6, 7 y 8 nervios cervicales y 1 dorsal (Faig, 2006). En la médula espinal las neuronas de Clase II y Clase III son activadas por estímulos nociceptivos y discriminan las señales en dos vías: el sistema ascendente multisináptico con múltiples colaterales y relevos neuronales que llegan hasta el tronco encefálico y la vía espinotalámica lateral la cual en su trayectoria ascendente puede llegar hasta la neurona de tercer orden. Esta neurona se encuentra en el núcleo

ventroposterolateral, también denominado ventralposterior del tálamo que va a estimular la corteza postrolándica o zona somestésica (Bossy, 1985; Cobos, 2007).



**Figura 4. Vías nociceptivas aferentes.**

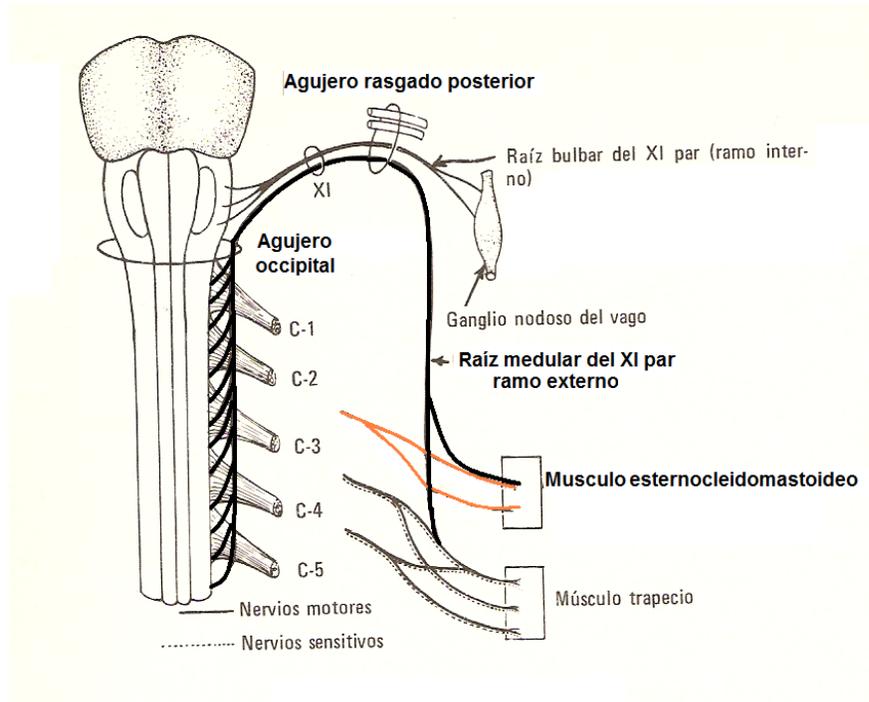
La vía espinotalámica proporciona muchas de sus fibras hacia la formación reticular (vía espinoreticulotalámica), formada por neuronas que se extienden de manera continua a lo largo de la médula espinal, el tronco cerebral y las regiones basales del diencefalo y telencefalo (Bossy, 1985). En el sistema reticular convergen e interactúan impulsos de todas las modalidades sensoriales, así como de las funciones cerebrales y cerebelares (Noback, 1983). El sistema espinotalámico se comunica con la formación reticular mediante fibras originadas de las laminas VII Y

VIII de Rexed, así como, fibras neoespinotalámicas que dan colaterales a la formación reticular pontomielencefálica y la vía paleoespinotalámica. Estos sistemas terminan y envían colaterales a la formación reticular del tronco cerebral, figura 4.

Se propone que en las vías eferentes de la respuesta a la estimulación de IG4 están mediados por las vías descendentes del sistema reticuloespinal correlacionadas con las vías nerviosas que se originan en el sistema pónico, las cuales son especialmente vías activadoras y el sistema bulbar que parte del núcleo gigantocelular que tiene una función inhibitoria. Los impulsos descendentes entonces se dirigen hacia los centros de la médula espinal (Noback, 1983) para inervar zonas específicas del cuerpo. Las influencias eferentes motoras del sistema reticular se manifiestan a través de los tractos reticuloespinales sobre las motoneuronas gamma y alfa de la médula espinal actuando sobre los músculos extensores y modulando su actividad motriz (Bossy, 1985).

También se ha propuesto que eferencias del sistema reticular pueden alcanzar al XI par craneal (espinal o accesorio del vago) que inerva al mECM. Este par craneal se origina de una raíz interna del núcleo ambiguo y una raíz espinal constituida a partir de filetes medulares que se originan de una columna de células de las motoneuronas del asta anterior de la médula espinal cervical que comienza en el primer nervio cervical y termina por abajo entre el V y VI. Su origen aparente es el surco postolivar y sale del cráneo por el agujero rasgado posterior, sus ramas constituyen un tronco único que después se dividen para inervar los músculos trapecio y esternocleidomastoideo (Chusid, 1980). Es importante mencionar también que la vía espinotalámica que conduce la estimulación originada en el punto IG4 tiene sinapsis con los núcleos de los pares craneales V, VII, IX, X y XI los cuales

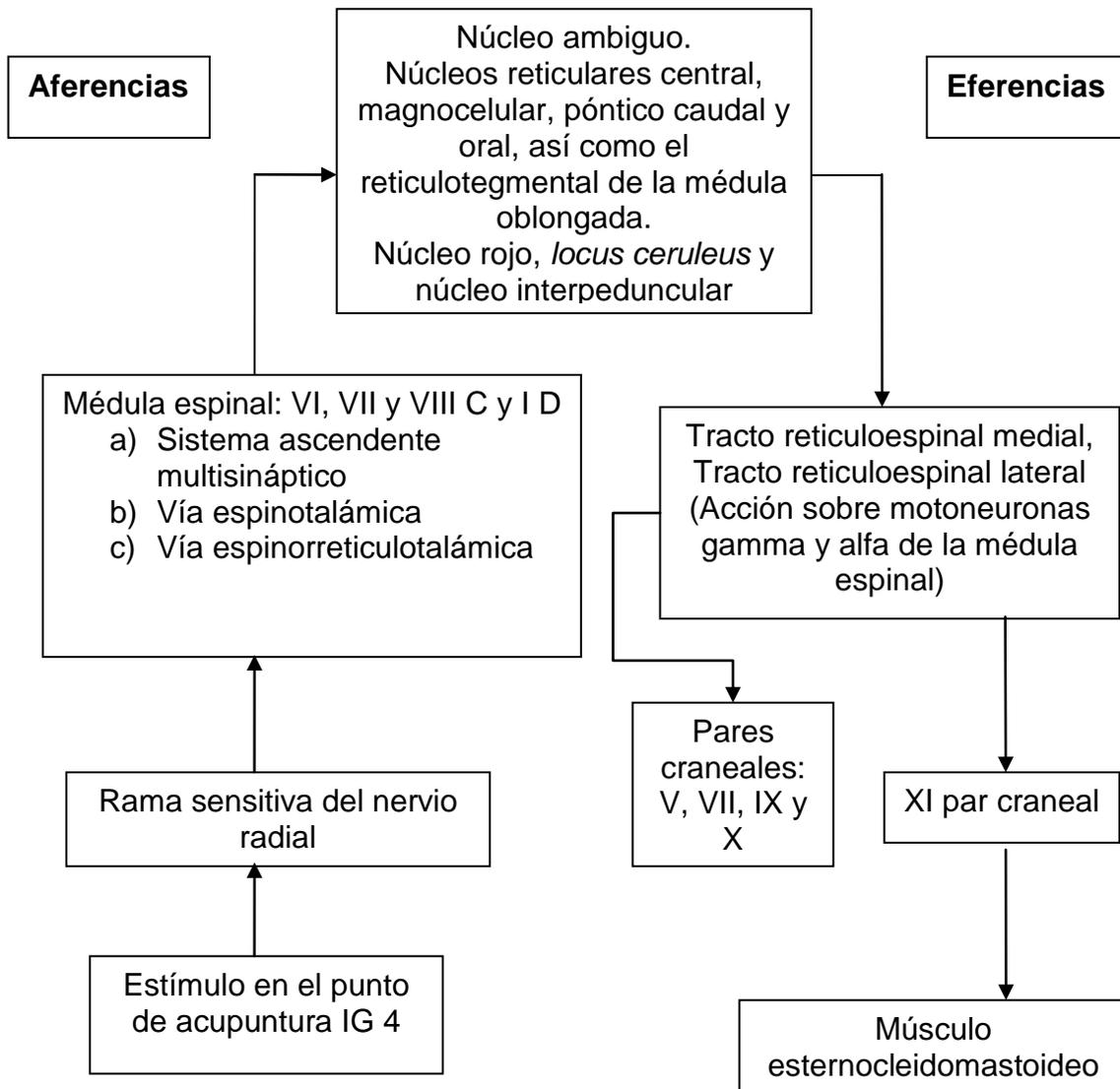
forman parte de la formación reticular del tallo cerebral. Estos circuitos neuronales nos permiten proponer que la estimulación del punto IG4 tiene un efecto terapéutico en afecciones de cara y cuello ya que esta zona es invadida por los pares craneales mencionados.



**Figura 5. Origen del XI par craneal.**

**Contralateralidad.** Las vías y mecanismos nerviosos mediante los cuales puntos de acupuntura ejercen efecto terapéutico en el músculo afectado contralateral no se han estudiado experimentalmente. Se ha propuesto que la organización comisural e intersegmentaria de los centros primarios de la médula espinal y del tronco cerebral incluye interneuronas y células con prolongaciones largas, cada neurona recibe impulsos de 4,000 células nerviosas (convergencia) y a su vez puede tener conexiones sinápticas con más de 25,000 (divergencia) que se cree pueden servir

como base para las reacciones contralaterales y heterosegmentarias y explicar la acción de IG4 izquierdo sobre el mECM derecho (Chusid, 1980). De igual forma las raíces medulares de el XI par craneal (ver figura 5) pueden estar influenciadas por estimulaciones originadas en áreas subyacentes.



**Figura 6: Vías nerviosas por las cuales el punto IG 4 puede ejercer acción sobre el músculo esternocleidomastoideo.**

**Limitaciones y perspectivas.** Este trabajo se llevó a cabo con una muestra reducida de participantes y un seguimiento de corto plazo, pero representa una primera aproximación al estudio de la acción de puntos de acupuntura respecto a su aplicación ipsilateral o contralateral mediante el empleo de EMGs. Se propone que se realicen estudios electromiográficos con un mayor número de participantes, con seguimiento a más largo plazo y con otro tipo de estimulación (eléctrica o láser). También se propone que se realicen estudios con pacientes con trastornos neuromusculares como tortícolis para caracterizar los cambios en la actividad electromiográfica. De igual manera, es importante estudiar si el punto IG4 modifica la actividad EMG de otros músculos inervados por los pares craneales.

En resumen los resultados de este estudio mostraron que la acupuntura en IG4 ipsilateral o contralateral modifica la actividad muscular del mECM; si bien la estimulación ipsilateral mostró mayor eficacia que la contralateral, las diferencias no fueron significativas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ainee C, Luke B, Edward M (2003) Adverse effects of acupuncture. *Can Fam Physician* 49:985-989.
2. Andersson S (1993) The functional background in acupuncture effects. *Scand J Rehabil Med Suppl* 29:31– 60.
3. Barea R (2000) Electromiografía, Instrumentación Biomédica. Departamento Electrónica. Universidad Alcalá. 1-19 pp.
4. Bossy J (1985) Bases neurológicas de las reflexoterapias. Masson, España. 123.
5. Chusid JG (1980) Neuroanatomía correlativa, 5ª edición, El manual moderno, México, 116-117.
6. Coan R, Wang G, Ku S, Chan Y, Wang L, Ozer F, and Coan P (1980) The acupuncture treatment of low back pain; a randomised controlled study. *Am J Clin Med* 8:181-189.
7. De Luca CJ, Adam A, Wotiz R, Gilmore LD, Nawab SH (2006) Decomposition of surface EMG signals. *J Neurophysiol* 96:1646-1657.
8. De Sousa R, Semprini M, Vitti M, Borsatto M, Hallak (2007) Electromyographic evaluation of the masseter and temporal muscles activity in volunteers submitted to acupuncture. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 47:4-5
9. Díaz TL (2006) Bioenergética de la acupuntura y el masaje, E.S.A.M.A.C., México.

10. Eisenberg D, Kessler R, Foster C, Norlock F, Calkins D, and Delbanco T (1993) Unconventional medicine in the United States; Prevalence, costs and patterns of use. *N Engl J Med*, 328:246-252.
11. Faig M (2006) Las heridas de la mano. *MC Medical*, 13 (3): 79-83.
12. Hans-U (2005) Acupuntura, 1ra Ed., Manual Moderno. 67-75 pp.
13. Kao M, Hsieh Y, Kuo F, Hong C (2006) Electrophysiological assessment of acupuncture points, *Am J Phyd Med Rehabil* 85(5):443-448.
14. Ma SX (2004) Neurobiology of Acupuncture: Toward CAM. *Evid Based Complement Alternat Med* 1(1): 41-47
15. Matthijsse PC, Hendrich KM, Rijnsburger WH, Woittiez RD, Huijing PA (1987) Ankle angle effects on endurance time, median frequency and mean power of gastrocnemius EMG power spectrum: a comparison between individual and group analysis. *Ergonomics* 30:1149-1159.
16. Miller GY, Marin V, Maffiuletti NA (2003), Neuromuscular fatigue after a ski skating marathon. *Can J Appl Physiol* 28 (3): 434-45.
17. Mussat M (2000) Energética de los sistemas vivos aplicada a la acupuntura, Escuela Superior de Acupuntura A.C. México, 106 pp.
18. Noback C, Demarest R (1983) Fundamentos de neurobiología, Mc Graw Hill, México. 200-203.
19. Roca J, Jimenez J (2001) Reconocimiento de patrones de actividad en EMG superficial, de uso en ayudas tecnológicas y biofeedback, Sociedad cubana de Bioingeniería, 1-15.

20. Romoli M, Ridi R, Giommi A (2003) Electromyographic changes in bruxism after auricular stimulation. A randomized controlled clinical Trial. *Minerva Med*, 94(4 Suppl 1):9-15.
21. Smith M, Tong H (2005) Manual acupuncture for analgesia during electromyography: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil Sep*;86(9):1741-1744.
22. So R, NG Joseph, NG Gabriel (2007) Effect of transcutaneous electrical acupoint stimulation on fatigue recovery of the quadriceps. *Eur J Appl Physiol* 100(6):693-700.
23. Stulen FB, De Luca CJ (1981) Frequency parameters of the myoelectric signal as measure of muscle conduction velocity. *IEEE Trans Biomed Eng*, 28:515-23.
24. Tian C (2005) 101 Enfermedades tratadas con acupuntura y moxibustión, Berbera Editores, México, 3-6.
25. Tough Liz (2006) Lack of effect of acupuncture on electromyographic activity. *Acupuncture in medicine*, 24(2):55-60.
26. Villarroya AM (2005) Electromiografía cinesiológica, *Rehabilitación*, 39(6):255-264.

## ANEXOS



**Universidad Autónoma Metropolitana**

*Unidad Iztapalapa*

---

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

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

Yo: \_\_\_\_\_,

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

Teléfono: \_\_\_\_\_.

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

Me explicaron los responsables de la investigación la naturaleza y propósito de la investigación: **Efecto de la acupuntura en la actividad electromiográfica de músculo estriado: Comparación de la estimulación ipsolateral versus contralateral.**

Me describieron el procedimiento a realizar y los efectos adversos probables de la aplicación de la acupuntura manual en IG4 e IG-15.

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.

\_\_\_\_\_  
Firma

**TESTIGOS**

<b>Testigo 1</b>	<b>Testigo 2</b>
Nombre:	Nombre:
Domicilio:	Domicilio:
_____	_____
Firma	Firma

MEXICO, D. F., a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2009.

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

**MED. CIR. GRISELDA MONTES DE OCA JERÓNIMO**

El día 5 de agosto del año 2009

**Sinodales:**

PRESIDENTE:

Dr. Rubén Román Ramos



---

SECRETARIO:

Dr. J. Enrique Canchola Martínez



---

VOCAL:

Dr. José Federico Rivas Vilchis



---