

J. Avendaño Coy<sup>1</sup>  
A. Ferri Morales<sup>1</sup>  
E. Sánchez Sobrados  
A. Ceciaga Ajuria

<sup>1</sup> Profesores de la E. U. de  
Enfermería y Fisioterapia de  
Toledo UCLM.

**Correspondencia:**  
Juan Avendaño Coy  
E. U. Enfermería y Fisioterapia  
Plaza de Santo Domingo el  
Antiguo, s/n  
45002 Toledo  
E-mail: javenda@enf-to.uclm.es

## Efectos de la galvanización sobre el umbral excitomotor. Estudio sobre individuos sanos

### *Galvanization effects on the excitomotor threshold. Study on healthy subjects*

#### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar las modificaciones del umbral excitomotor del vasto interno producidas tras la aplicación de galvanización longitudinal ascendente y descendente tanto a nivel medular como periférico.

**Material y métodos:** El estudio se realizó sobre 30 sujetos sanos con edades comprendidas entre 18 y 28 años que fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos: grupo A (n = 11): al que se aplicó galvanización ascendente cinco sesiones a nivel medular y cinco a nivel periférico; grupo B (n = 10): al que se aplicó galvanización descendente cinco sesiones a nivel medular y cinco a nivel periférico, y por último el grupo C (n = 9): control.

Para cuantificar las modificaciones del umbral se realizó una valoración del umbral antes de cada tratamiento y otra después.

**Resultados:** Se observaron descensos significativos del umbral excitomotor (UE) tanto en los grupos experimentales como en el control. Al comparar el descenso producido en el grupo experimental con

#### ABSTRACT

**Objective:** To determine the changes of the excitomotor threshold of the internal vast, produced after the application of upward and downward longitudinal galvanization as much medular as peripheral level.

**Material and methods:** The study was applied over 30 healthy subjects with ages between 18 and 28 years, that were distributed randomly in three groups: group A (n = 11): to which it was applied five sessions of upward galvanization to medular level and another five sessions to peripheral one; group B (n = 10): to which it was applied five sessions of downward galvanization to medular level and another five sessions to peripheral one, and finally group C (n = 9): controlled.

In order to quantify the changes of the excitomotor threshold, it was made a threshold valuation before each process and another one after it.

**Results:** Significant reductions of the excitomotor threshold were observed not only in the experimental groups but in the control one. When comparing the reduction produced in the experimental group as regard

respecto al control sólo se obtuvieron diferencias significativas ( $p = 0,033$ ) cuando se aplicó galvanización ascendente a nivel periférico, mientras que casi alcanzó significación ( $p = 0,069$ ) cuando se aplicó galvanización descendente a nivel periférico.

**Conclusiones:** En nuestro estudio la galvanización a nivel periférico es la única técnica que produce modificaciones del umbral excitomotor, siendo esta modificación un descenso de alrededor de 1 mA para un impulso rectangular de 0,2 milisegundos.

#### PALABRAS CLAVE

Electroterapia; Corriente galvanática; Umbral excitomotor.

*controlled one, significant differences were only obtained ( $p = 0.033$ ) when upward galvanization was applied to peripheral level; whereas it almost reached meaning ( $p = 0.069$ ) when downward galvanization was applied to peripheral level.*

**Conclusions:** *In our study, the galvanization to peripheral level is the only technique that produces changes in the excitomotor threshold, this modification means a decrease of about 1 mA for a rectangular impulse of 0.2 milliseconds.*

#### KEY WORDS

*Electrotherapy; Galvanic current; Excitomotor threshold.*

## INTRODUCCIÓN

La corriente galvánica desde su descubrimiento a finales del siglo XVIII ha tenido múltiples aplicaciones en el campo de la electromedicina en general y de la electroterapia en particular. Una de estas aplicaciones consiste en producir sedación o excitación por medio de aplicaciones longitudinales de corriente galvánica sobre el sistema nervioso.

Las técnicas de galvanización longitudinal, conocidas como *galvanización ascendente* y *descendente*, tienen su origen a principios del siglo XX en los experimentos realizados por S. Leduc sobre peces y que consistían en lo siguiente (1, 2):

Colocó en dos extremos opuestos de una pecera sendos electrodos de un circuito de galvanización. Aplicó la corriente y observó que los peces se manifestaban inquietos y nerviosos hasta que todos quedaban orientados con la cabeza hacia el electrodo positivo (ánodo) y la cola hacia el negativo (cátodo) y en esta posición permanecían como paralizados (Fig. 1). Al invertir la polaridad observaba que los peces volvían a estar inquietos o excitados hasta encontrar la posición en la que la cabeza estaba orientada hacia el ánodo y la cola hacia el cátodo.

A estos efectos les denominó efecto descendente y ascendente de la corriente galvánica, concluyendo que cuando el ánodo (+) se coloca en posición craneal y el cátodo (-) caudal (*galvanización descendente*) se consigue *sedación* o *narcosis*. Pero si se coloca al contrario, es decir, cátodo (-) craneal y ánodo (+) caudal (*galvanización ascendente*) se producirá un efecto *tónico* y de *excitación*.

Esta técnica se ha venido utilizando en fisioterapia desde entonces, realizando galvanización longitudinal

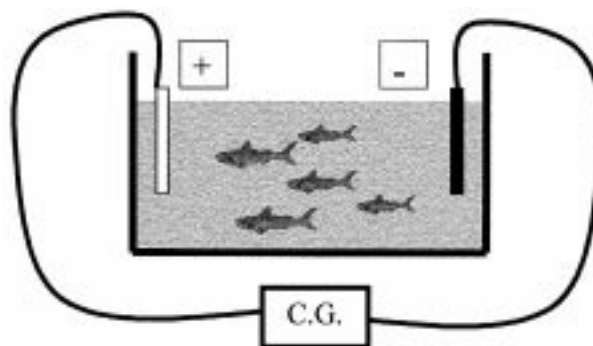


Figura 1. Experimento de Leduc: galvanización sobre peces.

4 a nivel del SNC (médula espinal) o bien a nivel de nervio periférico (1-3) buscando un efecto tónico o excitante o un efecto sedante o analgésico variando la posición de los electrodos.

Sin embargo, la investigación sobre la técnica ha quedado estancada en los trabajos de Leduc, por tanto hemos considerado de interés estudiar alguno de estos efectos sobre humanos para ver si se corresponden con los que Leduc apreciaba en peces. Concretamente nos hemos centrado en los efectos de la galvanización longitudinal sobre el *umbral excitomotor* (UE), ya que una de las indicaciones más comunes de la galvanización es su aplicación previa a la estimulación eléctrica de un músculo (2, 3) y de esta manera aprovechar su efecto tónico o excitante para *disminuir el UE* y obtener respuesta con menos intensidad eléctrica al aplicar la corriente excitomotora.

## OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio es confirmar sobre individuos sanos que:

- La *galvanización descendente* aplicada a nivel medular o a nivel del sistema nervioso periférico *aumenta el UE* debido a su efecto sedante o narcótico.
- La *galvanización ascendente* aplicada a nivel medular o a nivel del sistema nervioso periférico *disminuye el UE* debido a su efecto tónico o estimulante.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Población a estudio

El estudio se realizó sobre un total de 35 alumnos voluntarios de primer curso de Fisioterapia de la EU de Enfermería y Fisioterapia de Toledo, cinco de los cuales fueron desechados por cumplir uno o más de los criterios de exclusión para el estudio.

### Criterios de exclusión

- Estar sometido a cualquier tipo de tratamiento farmacológico o con agentes físicos.
- Padecimiento de cualquier enfermedad en el momento del estudio.
- Padecer un trastorno neuromuscular.

Las edad del grupo estudiado está comprendida entre 18 y 28 años, siendo la media de 19,60 años (DS: 2,39). En cuanto al sexo siete de ellos eran varones y 23 mujeres.

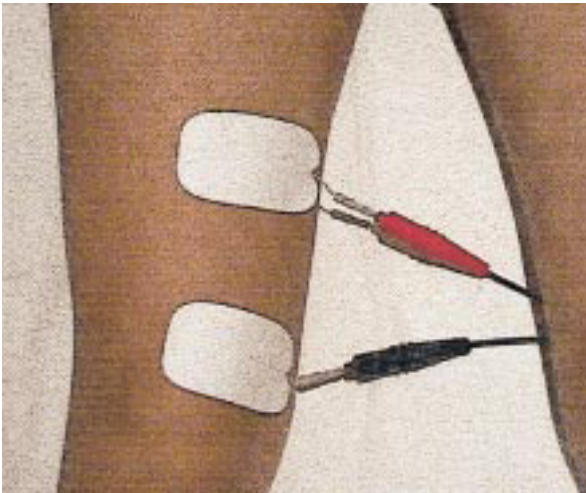
Los 30 individuos se distribuyeron de forma aleatoria en tres grupos (**tabla 1**): *grupo A*: tres varones y ocho mujeres (n = 11); *grupo B*: dos varones y ocho mujeres (n = 10); *grupo C*: dos varones y siete mujeres (n = 9).

### Intervención

En primer lugar se realizaron a todos los individuos cinco *valoraciones basales* del UE del vasto interno de la pierna derecha en días consecutivos. Para ello se

**Tabla 1.** Medida de edad de la población a estudio por grupos

Grupo de tratamiento	N	Edad media	Desviación estándar (DS)	Error estándar	95% intervalo de confianza para la media		Edad mínima	Edad máxima
					Límite inferior	Límite superior		
Grupo A	11	21,36	3,04	0,92	19,32	23,41	18	28
Grupo B	10	18,50	0,97	0,31	17,80	19,20	18	21
Grupo C	9	18,67	1,12	0,37	17,81	19,53	18	21
Total	30	19,60	2,39	0,44	18,71	20,49	18	28



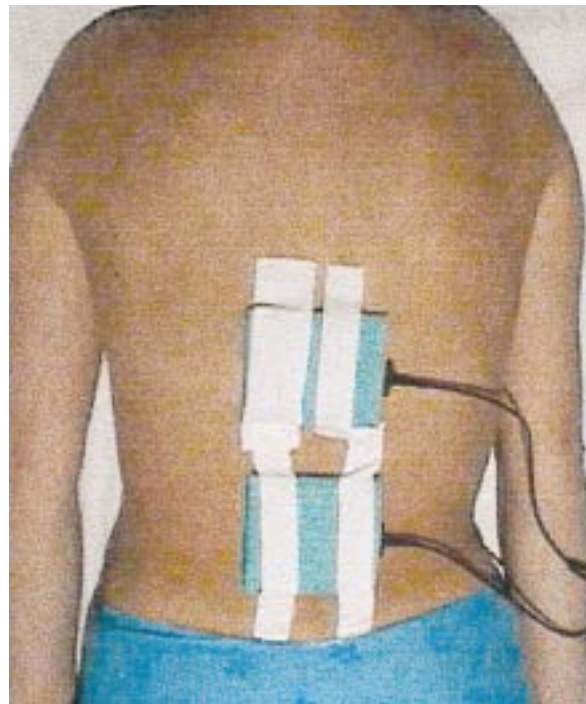
**Figura 2.** Colocación de electrodos para la determinación del umbral excitomotor en el músculo vasto interno.

aplicó un impulso rectangular de 0,2 milisegundos utilizando la técnica bipolar y se registró la intensidad en miliamperios (mA) a la que aparecía la mínima contracción visible (Fig. 2).

Posteriormente cada grupo recibió el siguiente tratamiento:

- Grupo A y B. Cinco sesiones de *galvanización a nivel medular* en días consecutivos con electrodos de  $6 \times 8$  cm y una intensidad de  $0,1 \text{ mA/cm}^2$  durante 20 minutos. El electrodo craneal se colocó a nivel de  $D_9$ - $D_{10}$  vértebra y el caudal en  $L_2$  vértebra, de forma que nos aseguramos que la corriente atravesara las metámeras que inervan el cuádriceps (Fig. 3). Antes (pretratamiento) y después (postratamiento) de cada una de las sesiones hizo una valoración del umbral excitomotor (mA) del vasto interno utilizando los mismos parámetros y colocación de electrodos que se aplicaron para la realización de las valoraciones basales.

Tras dos días de descanso se les volvió a aplicar cinco sesiones de *galvanización a nivel periférico* en días consecutivos con electrodos de  $6 \times 8$  cm



**Figura 3.** Colocación de los electrodos para la galvanización a nivel medular.

y una intensidad de  $0,1 \text{ mA/cm}^2$  durante 20 minutos. El electrodo craneal se colocó a nivel del pliegue inguinal (nervio crural) y el caudal 5 cm por debajo de la rótula (Fig. 4). Antes (pretratamiento) y después (postratamiento) de cada



**Figura 4.** Colocación de los electrodos para la galvanización a nivel periférico.

una de las sesiones se hizo una valoración del UE (mA) del vasto interno utilizando los mismos parámetros y colocación de electrodos que hemos expuesto en las valoraciones anteriores.

El tratamiento en el grupo A y B difería en que al grupo A se le aplicó una *galvanización ascendente* —(-) craneal (+) caudal—, tanto a nivel medular como periférico y al grupo B una *galvanización descendente* —(+/-) craneal (-) caudal— tanto a nivel medular como periférico.

- Grupo C. A los individuos de este grupo se les colocaron los electrodos para la galvanización tanto a nivel medular (cinco sesiones) como a nivel periférico (cinco sesiones) durante 20 minutos al igual que en los grupos A y B, pero no se les aplicó corriente. De la misma forma que a los grupos experimentales también se les realizó una valoración pretratamiento y otra postratamiento en el vasto interno.

### Condiciones experimentales

Todas las valoraciones y tratamientos cumplieron los siguientes requisitos:

- Se realizaron en la misma sala cumpliendo las mismas condiciones de temperatura y luminosidad.
- La hora en la que se llevaron a cabo tanto las determinaciones basales del umbral excitomotor como las dos series de tratamiento fue la misma.
- Las valoraciones y los tratamientos a un mismo individuo los realizó la misma persona. Concretamente fueron dos las personas encargadas de valorar y aplicar el tratamiento, a cada uno de los cuales se les asignó aleatoriamente aproximadamente la mitad de los individuos de cada grupo.
- Los miembros del grupo de estudio no conocían la corriente que se les aplicó ni al grupo al que pertenecían (simple ciego).
- En la fase de recogida de datos los miembros del grupo a estudio no vieron la pantalla del equipo donde aparece la corriente y la intensidad seleccionada.

- Tanto las valoraciones como los tratamientos se realizaron siempre con el mismo equipo de electroterapia (Endomed 982).
- Para las valoraciones se utilizaron electrodos autoadhesivos 5 × 9 cm Enraf-Nonius.
- Para la galvanización se utilizaron electrodos de goma flexible de 6 × 8 cm con esponjas.
- La zona de colocación de los electrodos se rasuró en aquellos individuos que tenían vello.
- Los electrodos se colocaban siempre en el mismo lugar sin que éste variara a lo largo de las sesiones; para ello se marcó la zona con un lápiz dermográfico.
- La recogida de datos se llevó a cabo entre febrero y julio de 2000.

### Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS 8.0.

Para probar si las diferencias obtenidas entre las medias del umbral excitomotor basal-pretratamiento y pretratamiento-postratamiento eran estadísticamente significativas se utilizó el test «t» con datos apareados y el método de análisis de la varianza ANOVA. Para ello previamente se comprobó si existía una distribución normal de las diferencias registradas en el UE por medio de los test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks.

### RESULTADOS

En primer lugar se realizó una comparación entre la media del umbral excitomotor basal y el pretratamiento tanto para el grupo global como por grupos de tratamiento (tabla 2) y no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas determinaciones mediante el test «t» de comparación de medias con datos apareados.

Al comparar la media del UE pretratamiento y postratamiento en los tres grupos, tanto para la aplicación de galvanización central (tabla 3) como periférica (ta-

**Tabla 2.** Comparación del UE medio obtenido en los registros basales y pretratamiento

	N	Media registros basales	DS	Media registros pretratamiento	DS	Diferencia	p
Total	30	18,45	3,73	18,13	3,68	0,32	0,192
Ascendente	11	16,33	3,31	15,79	2,77	0,54	0,159
Descendente	10	20,57	3,86	20,63	3,73	-0,06	0,865
Control	9	18,68	2,84	18,22	2,92	0,46	0,455

bla 4), observamos que la diferencias obtenidas son estadísticamente significativas en todos los casos ( $p < 0,05$ ), tanto globalmente como por grupos, incluso en el grupo control en el que no se había realizado galvanización.

Para intentar precisar si la diferencia registrada en el UE era mayor en alguno de los grupos que en el grupo control se hicieron comparaciones por grupos que no mostraron diferencias estadísticamente significativas en el caso de galvanización central frente al grupo control, pero sí en el caso de galvanización periférica (Fig. 5).

Concretamente en el grupo de galvanización periférica ascendente se observó una disminución significativa del umbral excitomotor medio de  $0,91 \text{ mA}$  con un IC de 95% de  $0,08$  a  $1,73 \text{ mA}$  ( $p = 0,03$ ), mientras que en el grupo de galvanización periférica descendente se observó una reducción del umbral excitomotor medio de  $0,83 \text{ mA}$  (IC de 95% de  $-0,07$  a  $1,73 \text{ mA}$ ) sin alcanzarse en este caso significación estadística  $p = 0,069$ , aunque es posible que en un grupo más amplio se llegara a la misma, ya que está muy próxima a ella (marginalmente significativo).

Por último, para ver si el tratamiento tenía algún efecto acumulativo analizamos lo que ocurría con el transcurso de las sesiones.

En la figura 6 se puede observar que con el paso de las sesiones no se produjo disminución en el UE pretratamiento en el caso de galvanización central ni periférica y en la figura 7 se aprecia que las diferencias en el UE tampoco aumentan con el paso de las sesiones.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos sobre las modificaciones del umbral excitomotor debidos a la *galvanización descendente* no confirman la hipótesis planteada a tenor de los efectos demostrados en animales acuáticos en los que aparecía «sedación y narcosis del sistema nervioso». En nuestro estudio realizado sobre sujetos sanos, no sólo no aumenta el umbral excitomotor, sino que se constata una disminución marginalmente significativa del mismo ( $0,83 \text{ mA}$ ) cuando la galvanización se realiza a nivel periférico, mientras que cuando se realiza a nivel medular también disminuye el umbral excitomotor, pero no tiene significación estadística.

**Tabla 3.** Comparación del UE medio obtenido en los registros pretratamiento y postgalvanización central

	N	Media registros pretratamientos	DS	Media registros posttratamiento	DS	Diferencia	p
Total	30	18,2	3,98	16,91	3,96	1,29	< 0,001
Ascendente	11	15,52	2,81	14,34	2,8	1,18	0,007
Descendente	10	20,7	4,21	19,15	4,34	1,54	< 0,001
Control	9	18,7	3,12	17,6	3,16	1,14	0,002

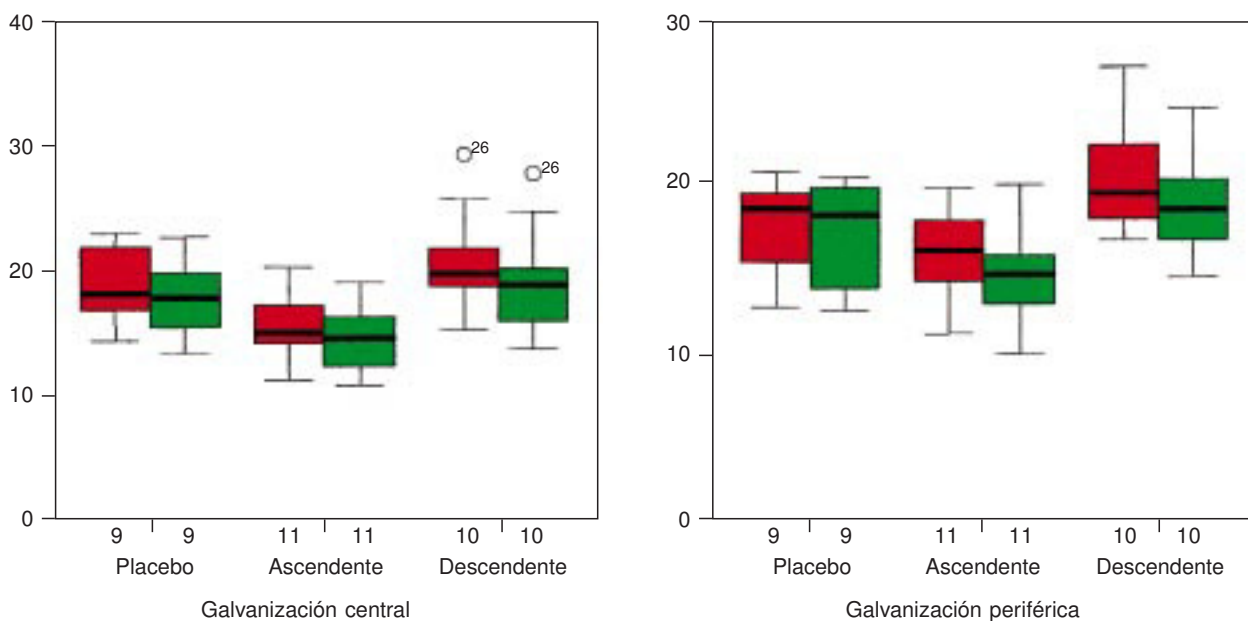
18 **Tabla 4.** Comparación del UE medio obtenido en los registros pretratamiento y postgalvanización periférica

	N	Media registros pretratamiento	DS	Media registros postratamiento	DS	Diferencia	p
Total	30	18,07	3,51	16,92	3,62	1,92	< 0,001
Ascendente	11	16,06	2,88	14,61	2,88	1,45	0,001
Descendente	10	20,56	3,31	19,19	3,42	1,37	0,004
Control	9	17,75	2,9	17,21	3,18	0,54	0,041

Por lo que respecta a las modificaciones del umbral excitomotor debidas a la *galvanización ascendente*, los resultados obtenidos confirman la hipótesis cuando la galvanización se aplica a nivel periférico, ya que se obtiene un descenso del umbral de aproximadamente 1 mA, que alcanza significación estadística, mientras que cuando se aplica a nivel medular no se objetivan diferencias.

En resumen, cabe significar que la única aplicación de galvanización que produce modificaciones significativas del umbral excitomotor (descenso) es *galvanización ascendente aplicada a nivel periférico*.

Tal y como señalábamos en la introducción, una de las indicaciones de la galvanización que aparecen en la literatura consultada es utilizarla como tratamiento previo a la aplicación de corrientes excitomotoras para provocar un descenso en el umbral de excitación y de esta forma precisar menos intensidad para conseguir la misma respuesta muscular. No obstante, tras analizar los resultados del estudio pensamos que el interés clínico de la aplicación de esta técnica antes de iniciar un tratamiento con corrientes excitomotoras es cuando menos discutible, ya que en nuestro caso el UE solamente disminuye 1 mA



**Figura 5.** Comparación entre la media de los umbrales pretratamiento y la media de los registros postratamiento por grupos.

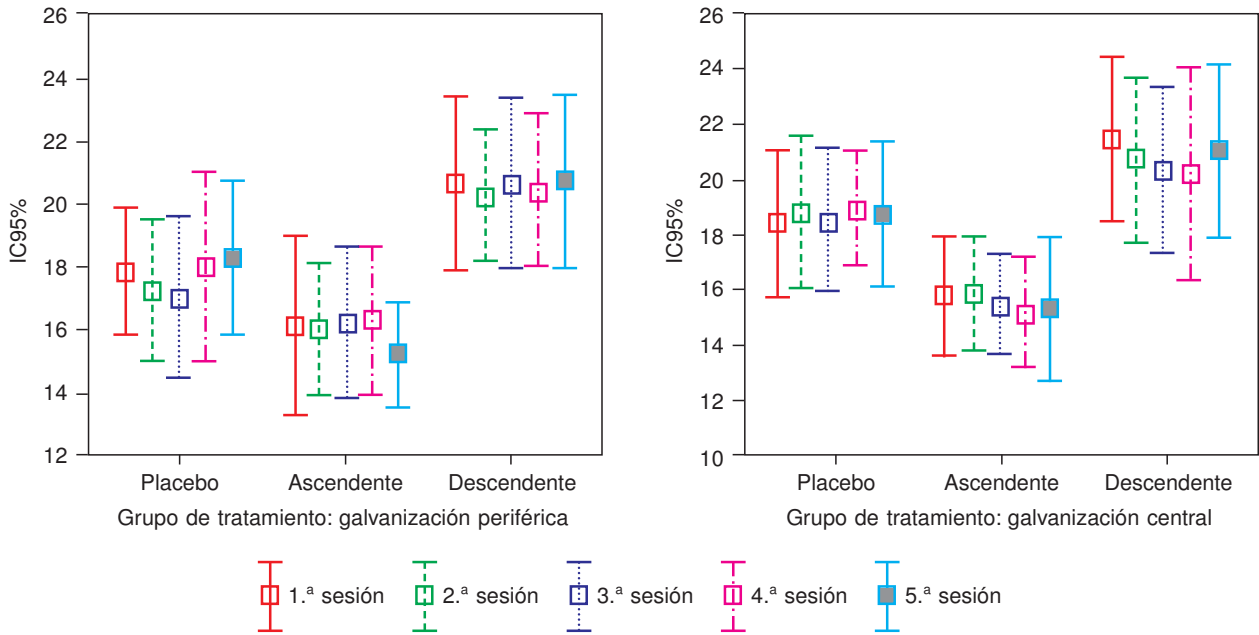


Figura 6. UE pretratamiento medio y su IC95% en las distintas sesiones.

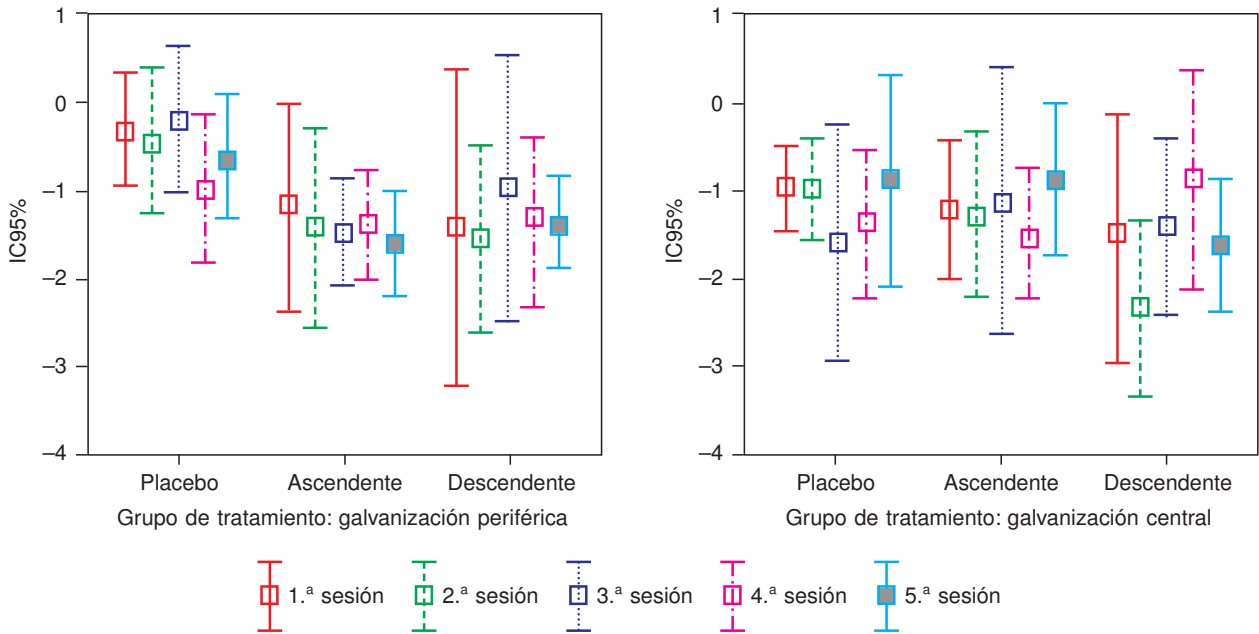


Figura 7. Modificaciones del UE y su IC95% en las distintas sesiones.



de media, no apreciándose que esta disminución del umbral aumente con el paso de las sesiones. Por tanto, consideramos que son necesarios futuros estudios (sobre músculos patológicos, utilizando densidades de corriente más altas en la galvanización o en grupos mayores, etc.) que precisen el interés clínico de esta aplicación.

Para finalizar nos gustaría reseñar que las disminuciones del UE registradas en el grupo control reflejan la existencia de otras variables ajenas a la galvanización que provocan un descenso del umbral excitomotor; posiblemente una de ellas sea la tensión que provoca el miedo y la desconfianza cuando se aplican corrientes, de hecho el descenso del UE es mayor cuando el placebo se aplica a nivel medular (decúbito prono) y el individuo no tiene un control visual de los electrodos ni posibilidad de quitárselos. Tal y como se afirma en la literatura consultada, la activación del sistema inmunológico y el hormonal (4, 5) en las situaciones estre-

santes puede ser responsable de determinados efectos placebo. Otro hecho que corrobora este miedo o desconfianza es que cuatro de los nueve sujetos del grupo control solicitaron al examinador que les bajara la intensidad de la corriente porque no la toleraban. No obstante, consideramos que este hallazgo debe ser objeto de otro estudio que pueda confirmar cuáles son esas otras variables que influyen en el UE.

#### AGRADECIMIENTOS

A la doctora Inés Martínez Galán, profesora titular de la EU de Enfermería y Fisioterapia de Toledo, y a Manuel del Alamo Rodríguez por su colaboración en el análisis estadístico de los datos.

A los alumnos de la EU de Enfermería y Fisioterapia que se ofrecieron voluntarios para el estudio por su participación.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez JM. Electroterapia en Fisioterapia. Madrid: Ed. Panamericana; 2000.
2. Rioja J. Usos terapéuticos de la corriente galvánica. Valladolid: Valladolid; 1995.
3. Schmid F. Aplicación de corrientes estimulantes. Barcelona: Ed. Jims; 1987.
4. Brown WA. The placebo effect. *Sci Am* 1998; p. 68-73.
5. French S. The powerful placebo in physiotherapy: a psychosocial approach. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1997.
6. Licht S. Therapeutic electricity and ultraviolet radiations, 3.<sup>a</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1983.
7. Low J, Reed A. Electrotherapy explained. Principles and practice, 3.<sup>a</sup> ed. Oxford: Butterworth Heinemann; 2000.
8. Polit D, Hungler B. Investigación científica en ciencias de la salud, 4.<sup>a</sup> ed. Interamericana McGraw-Hill; 1994.
9. Wilber MC. Surface direct current bioelectric potentials in the normal and injured human thigh. *Tex Rep Biol Med* 1978;36:197-204.