

## Impacto de la corriente rectangular bifásica asimétrica continua y pulsátil en el dolor del esguince agudo de tobillo

### *Effectiveness of the asymmetric biphasic rectangular current continuous and burst in the pain of the acute ankle sprain*

**J. J. Jiménez-Rejano.** Fisioterapeuta. Doctor por la Universidad de Sevilla. Profesor Asociado. Departamento de Fisioterapia. Universidad de Sevilla. Sevilla. España

**J. Rebollo-Roldán.** Fisioterapeuta. Doctor en Pedagogía. Catedrático de Escuela Universitaria. Departamento de Fisioterapia. Universidad de Sevilla. Sevilla. España

**R. García-Pérez.** Pedagogo. Doctor en Pedagogía. Profesor Titular del Departamento de Métodos de Investigación en Pedagogía. Facultad de Pedagogía. Universidad de Sevilla. Sevilla. España

#### Correspondencia:

José Jesús Jiménez Rejano  
[jjjimenez@us.es](mailto:jjjimenez@us.es)

Recibido: 20 diciembre 2008

Aceptado: 14 enero de 2009

#### RESUMEN

**Introducción:** la corriente rectangular bifásica asimétrica (CRBA) constituye un método muy extendido de tratamiento del dolor en el esguince de tobillo. **Objetivo:** determinar si la CRBA es eficaz en la reducción del dolor en la fase aguda de esta lesión, y si existe una diferencia significativa en la analgesia inducida por estas corrientes según su aplicación en modo continuo/pulsátil. **Material y método:** estudio analítico, experimental, prospectivo, longitudinal, ensayo clínico controlado y aleatorizado (azar sistemático) con dos grupos en paralelo. Muestra: 901 sesiones realizadas en 96 casos de esguince sufridos por individuos pertenecientes a las categorías inferiores del Club Baloncesto Sevilla (edad media 15,58 años DT 2,13). Criterios de inclusión: estar diagnosticado de esguince de tobillo grado I o II, que se encuentre en fase aguda y tener una edad entre 11-21 años. Criterios de exclusión: haber sido atendido anteriormente en otros centros de Fisioterapia, presentar otra patología traumática asociada, haber tenido inmovilización, presentar enfermedad ósea degenerativa y/o padecer afectación neurológica que comprometa la integridad del sistema nervioso en el tobillo. Administramos idéntico tratamiento en ambos grupos salvo la corriente (pulsátil en un grupo y continua en otro). Valoramos el dolor mediante la escala EVA antes y después de aplicar la corriente en cada sesión hasta alcanzar un nivel de dolor 0 en el pretest. **Resultados:** media de dolor pretest (sin considerar el modo de corriente) 2,99 (DT 1,515), posttest 1,45 (DT 1,422), existiendo una diferencia significativa entre ambas medias empleando la prueba de la t de Student y la de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ). Media de disminución del dolor al emplear la corriente en modo continuo 1,17 (DT 0,37) y con la pulsátil 1,99 (DT 0,60), existiendo una diferencia significativa entre ambas medias en la prueba de la t de Student y en la de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ). **Conclusiones:** Ambas modalidades producen una buena analgesia existiendo una diferencia significativa a favor de la pulsátil.

**Palabras clave:** TENS, dolor, eficacia, esguince, tobillo, agudo.

### ABSTRACT

**Introduction:** *the asymmetric byphase rectangular current (ABRC) constitutes a very extended method of treatment of the pain in the ankle sprain. Objective: we think about to determine if the ABRC is effective in the reduction of the pain in the acute phase of the mentioned lesion, and if exists a statistically significant difference in the analgesia induced by these currents in function of its application in continuous way or burst. Material and method: study analytic, experimental, prospective, longitudinal, randomized (systematic chance) controlled clinical essay with two groups in parallel. Sample: 901 sessions carried out in 96 cases of sprain suffering by individuals belonging to the inferior categories of the Club Basketball Seville (mean 15,58 year-old age SD 2,13). Inclusion approaches: to be diagnosed of ankle sprain I or II, the lesion is in the acute phase and to have an age understood between the 11-21 years. Exclusion approaches: to have been assisted previously in other Physiotherapy centers, to present another associate traumatic pathology, to have been treated by means of immobilization, to present some type of bony illness of degenerative character and/or to suffer some affectation of neurological character that commits the integrity from the nervous system at the ankle. We administer the same treatment in both groups to exception in the current way (burst in one group and continuous in the other). We value the pain by means of the scale VAS before and after applying the current in each session until reaching a pain level 0 in the pretest. Results: mean of pain in the pretest (without considering the current way) 2,99 (SD 1,515) and in the posttest 1,45 (SD 1,422), existing a statistically significant difference among both so much stockings when using the test t-Student like that of Wilcoxon ( $p < 0,05$ ). Mean of decrease of pain when using the current in continuous way 1,17 (SD 0,37) and when using burst current 1,99 (SD 0,60), existing a statistically significant difference among both so much stockings when using the test t-Student like that of Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ). Conclusions: Both treatment modalities are able to produce good analgesia levels existing a statistically significant difference between them. Burst current is better than continuous.*

**Key words:** TENS, pain, efficacy, acute, ankle, sprain.

### INTRODUCCIÓN

El esguince de tobillo representa un importante problema de salud en la actualidad en los países desarrollados debido a que se produce con gran frecuencia en la población en general (se estima que se presenta un caso de esguince de tobillo por cada 10.000 habitantes cada día<sup>(1)</sup>), tanto en el ámbito laboral como en el deportivo (donde es más frecuente) y en accidentes aleatorios, lo que genera incapacidad durante varios días<sup>(2)</sup>, ocasionando bajas laborales, con elevados costes económicos y productivos para la sociedad. Se ha calculado<sup>(1)</sup> que el coste anual total para la sociedad por el tratamiento de lesiones del tobillo es aproximadamente de 40 millones de euros por cada millón de habitantes. A nivel deportivo se ha determinado que es la lesión que se produce con mayor frecuencia (según algunos autores 25 % del total), especialmente en el baloncesto<sup>(1, 3, 4)</sup>.

De los signos y síntomas que se presentan en el esguince de tobillo nos centramos en el dolor, puesto que

es uno de los que limitan en mayor grado la funcionalidad del sujeto<sup>(5)</sup>, le impide la realización de sus actividades habituales<sup>(4)</sup> con la armonía y precisión adecuadas, le causa sufrimiento y angustia y compromete su calidad de vida, tanto más cuando éste es deportista<sup>(6)</sup>. Por tanto, suprimir el dolor ha de ser uno de los objetivos fundamentales del tratamiento fisioterapéutico<sup>(7)</sup>, por cuanto comprometerá el tratamiento de esta lesión así como del resto de síntomas y signos que la acompañan.

La corriente rectangular bifásica asimétrica (CRBA) se ha convertido en uno de los medios fundamentales en el campo de la Fisioterapia para el tratamiento del dolor debido, en parte, a la amplia divulgación de los aparatos de corrientes TENS (siglas correspondientes a *transcutaneous electrical nerve stimulation*)<sup>(8)</sup>, y su uso a gran escala.

En dos artículos publicados en *Cuestiones de Fisioterapia*<sup>(9, 10)</sup> describimos que existe una gran controversia en cuanto a la eficacia de la CRBA en el tratamiento del dolor, disponiéndose de limitadas evidencias científicas

J. J. Jiménez-Rejano  
 J. Rebollo-Roldán  
 R. García-Pérez

## Impacto de la corriente rectangular bifásica asimétrica continua y pulsátil en el dolor del esguince agudo de tobillo

que la avalen. Por el contrario desde el punto de vista de la experiencia clínica, es uno de los procedimientos analgésicos más utilizados por los fisioterapeutas en todo el mundo.

Tradicionalmente existen dos formas de aplicación de los impulsos que constituyen la corriente rectangular bifásica asimétrica, al considerar el parámetro frecuencia de la corriente, que son: el modo de impulso con frecuencia continua y el modo de impulso con frecuencia pulsátil o ráfagas. Ambas formas son utilizadas indistintamente desde hace tiempo, aunque nunca ha sido aislado su efecto en el tratamiento del esguince de tobillo, pero tampoco existen evidencias de estudios<sup>(2)</sup> en los que el programa de tratamiento no incluya esta modalidad terapéutica. Por ello, el problema que aborda este estudio consiste en valorar la efectividad de la CRBA, tanto en modalidad continua como pulsátil, en el tratamiento del dolor en jugadores de baloncesto jóvenes, diagnosticados de esguince de tobillo agudo. Pretendemos conocer también si existen diferencias en la efectividad entre el modo continuo y el modo a ráfagas o pulsátil.

Para dar respuesta al problema de investigación planteado, hemos realizado un estudio empírico en el cual procedemos a cuantificar la disminución del dolor obtenida en cada una de las sesiones de tratamiento, analizando la eficacia de cada modalidad de CRBA.

### OBJETIVOS

Con el presente estudio pretendemos alcanzar los siguientes objetivos:

1. Conocer la eficacia de las CRBA en el tratamiento del dolor en el esguince agudo de tobillo producido en deportistas jóvenes.
2. Valorar cuál de las dos modalidades de trenes de impulso de las CRBA, continua y pulsátil, es más eficaz en el tratamiento del dolor en el esguince agudo de tobillo producido en jóvenes baloncestistas.

### Hipótesis

1. La aplicación de la CRBA, en cualquiera de sus dos

modalidades, en cada sesión de tratamiento disminuye el dolor (medido en la escala EVA) producido por el esguince de tobillo en fase aguda, en jóvenes jugadores de baloncesto.

2. El modo pulsátil en la aplicación de la CRBA ocasiona, en las sesiones de tratamiento, una mayor reducción del dolor producido por el esguince de tobillo en fase aguda en jóvenes jugadores de baloncesto, que el continuo.

### MATERIAL Y MÉTODO

#### Diseño

Estudio analítico, longitudinal, prospectivo y experimental. Ensayo clínico controlado, aleatorizado, en paralelo con dos grupos formados al azar sistemático.

El diseño experimental elegido es el de dos grupos con dos tratamientos (uno cada grupo), pretest-postest y medidas repetidas en cada sesión de tratamiento con cada paciente. Este planteamiento (aunque no hemos tomado un grupo control placebo) consideramos que facilita el balanceo y el control del experimento, pues un grupo sirve de comparación con el otro. El uso de la aleatorización en la asignación de los sujetos a los grupos garantiza que ambos son equivalentes. Existe cegado de los pacientes.

Se establecen dos grupos de sujetos en función del tipo de tratamiento que reciben:

1. Grupo A, que, además del protocolo de tratamiento, especificado más adelante, recibe CRBA continua.
2. Grupo B, que, además del citado protocolo de tratamiento, recibe tratamiento con CRBA pulsátil.

Empleamos un muestreo al azar sistemático.

#### Centro donde realizamos la investigación

El presente trabajo se llevó a cabo en el Grupo de Investigación CTS-305 Área de Fisioterapia de la Universidad de Sevilla en colaboración con el Club Baloncesto Sevilla Cajasol.

### Criterios de selección

Los individuos estudiados proceden de las categorías inferiores del citado Club en la temporada 2004-2005 (del 1 de septiembre de 2004 al 30 de junio de 2005), que participaron voluntariamente.

*Criterios de inclusión:* estar diagnosticado de esguince de tobillo grado I o II, que la lesión se encuentre en fase aguda y tener una edad comprendida entre los 11 y 21 años.

*Criterios de exclusión:* haber sido atendido con anterioridad en otros centros de Fisioterapia, presentar otra patología traumática asociada (como una fractura), haber sido tratado mediante inmovilización, presentar algún tipo de enfermedad ósea de carácter degenerativo, padecer alguna afectación de carácter neurológico que comprometa la integridad del sistema nervioso en el tobillo, presentar problemas psicológicos como ansiedad, depresión, u otros.

### Aspectos éticos

Antes de su incorporación a nuestro ensayo, todos los participantes, así como sus padres o tutores legales, fueron informados de forma verbal y escrita acerca del procedimiento a realizar y firmaron un documento de consentimiento informado a participar en el estudio. Por otro lado, han dado su consentimiento para el tratamiento informatizado de los datos de ellos obtenidos con fines científicos, conforme a las normas legales (Ley 15/1999 de Protección de datos de Carácter Personal). La participación es anónima. Este estudio ha contado con la aprobación del Comité Ético de la Universidad de Sevilla. Los métodos seguidos han cumplido las normas de la Declaración de Helsinki en su última revisión (2004).

### Muestra

Para el cálculo del tamaño muestral hemos empleado el paquete estadístico Gpower 3.0.10 para Windows de software gratuito (figura 1). Hemos considerado un error  $\alpha$  de 0,05 (nivel de confianza del 95 %), una potencia del estudio del 99,9999 % (error  $\beta$  de 0,000001), un tamaño grande del efecto de Cohen (0,8), una proporción del tamaño de las muestras de los dos grupos

de 0,824 (N2/N1) con hipótesis a una cola. Con estas condiciones el tamaño de muestra estimado es de 260 sesiones (143 del tratamiento A y 117 del B), Sin embargo, finalmente hemos incluido un total de 901 sesiones (494 del tratamiento A y 407 del B) que se realizaron en los 96 casos de esguince de tobillo incluidos en nuestro estudio.

Los sujetos incluidos presentan una edad media de 15,58 años, con una desviación típica (DT en adelante) de 2,13 y los valores mínimos y máximos son 11 y 21 años. Las edades no se distribuyen de forma normal. Prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de la significación de Lilliefors  $Z(96) = 0,115$  ( $p = 0,003$ ). Si consideramos cada grupo por separado, la variable edad tampoco se distribuye normalmente. Prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de la significación de Lilliefors para el grupo A (continua)  $Z(48) = 0,139$  ( $p = 0,022$ ). Prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de la significación de Lilliefors para el grupo B (pulsátil)  $Z(48) = 0,129$  ( $p = 0,043$ ). Los dos grupos son homogéneos en relación a la edad de los sujetos (grupo A media 15,38 años DT 2,11; grupo B media 15,79 DT 2,153). No existe una diferencia significativa entre la edad de los dos grupos. En el grupo A el rango promedio fue de 45,51, mientras que en el B fue de 51,49  $U$  de Mann-Whitney = 1008,500 ( $p = 0,287$ ). Todos los casos de esguince estudiados han sido padecidos por sujetos varones.

### Intervenciones realizadas

La participación de un individuo en nuestro estudio comienza cuando inicia su tratamiento tras ser diagnosticado de esguince de tobillo (grado I/II), entre 24-48 horas tras producirse la lesión (figura 2). El protocolo de tratamiento empleado en cada sesión fue:

1. Valoración inicial del dolor (pretest) mediante la escala EVA.
2. Aplicamos CRBA durante 30 minutos, con una frecuencia base de 80 Hz y una anchura de impulso de 100  $\mu$ s, al grupo A en modo continuo y al grupo B en modo pulsátil de 2 Hz de frecuencia de ráfaga.
3. Volvemos a medir el dolor (postest).
4. Aplicamos crioterapia (coolpacks) durante 10 minutos.
5. Aplicamos ultrasonoterapia (0,8 watts/cm<sup>2</sup> pulsátil) durante 4 minutos.

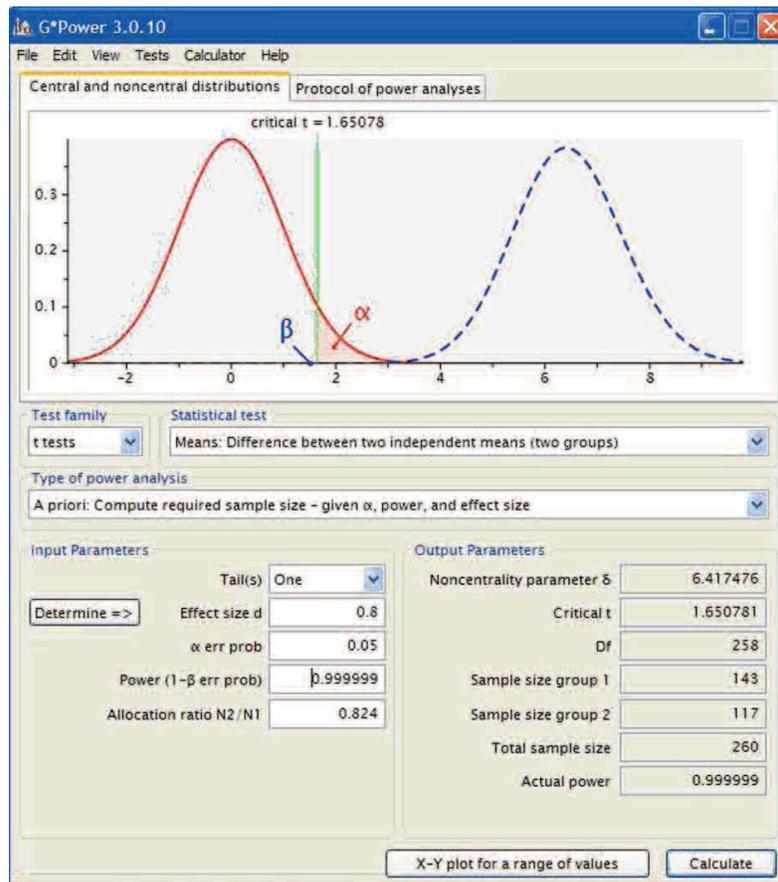


Fig. 1. Cálculo del tamaño de la muestra con el programa Gpower.

6. Realizamos drenaje linfático manual durante 15 minutos.

7. Aplicamos baños de contraste, con el siguiente procedimiento: 1 minuto en agua fría, 3 minutos en caliente, 1 minuto en fría, 2 minutos en caliente, 1 minuto en fría, 1 minuto en caliente y 1 minuto en agua fría. El paciente realiza 3 sesiones diarias de este pauta, dos de ellas en su domicilio.

8. Masaje simple de vaciamiento venoso (deslizamientos) de forma suave sobre el pie y el tobillo, masaje en sol sobre el hematoma y masaje profundo sobre los puntos residuales de dolor (masaje transverso profundo de Cyriax), todo ello durante 10 minutos.

9. Cinesiterapia pasiva y activa-asistida durante 10 minutos (los primeros días en flexoextensión y cuando disminuyen los niveles de dolor en inversión y eversión), cinesiterapia activa (se compone de flexión-extensión, inversión y eversión 7 repeticiones durante 7 segundos

cada una; indicamos al paciente que las movilizaciones del tobillo las realice en el arco flexoextensor y conforme se alcance una situación en la que el dolor en la articulación tibio-peroneo-astragalina haya disminuido, también las realice en los movimientos de inversión-eversión).

10. Al término de la sesión colocamos un vendaje elástico compresivo.

11. En su casa el paciente mantiene elevación del pie y realiza ejercicios de bombeo, flexión-extensión del tobillo, con el pie en alto (40 repeticiones 2 veces al día) y reposo.

Este protocolo se aplica diariamente (una sesión cada día, cinco veces por semana, de lunes a viernes salvo festivos). El procedimiento indicado se repite en cada una de las sesiones realizadas en cada caso de esguince de tobillo (diseño con medidas repetidas), hasta

que se alcanza un nivel de dolor cero previo a la administración de la corriente, momento en el que el caso de esguince concluye su participación en el ensayo.

### Características del aparato de CRBA y forma de corriente

Empleamos un equipo TensMed modelo 911 de la casa comercial Enraf-nonius (figura 3). Utilizamos una CRBA con una anchura de pulso de 100  $\mu$ s, frecuencia de 80 Hz, en sus dos modalidades de patrón de trenes de impulsos: una continua y otra pulsátil a 2 Hz. La intensidad está comprendida entre 0-90 mA, seleccionando su valor concreto en cada sujeto según su propia percepción. El tiempo de aplicación es de 30 minutos. Hemos situado 4 electrodos autoadhesivos de silicona de 5 cm<sup>2</sup> cuadrangulares en la región perimaleolar externa del tobillo (figura 4):

### Variables

#### Variable independiente (modalidad de CRBA)

Aplicación en cada sesión de uno de los dos tratamientos experimentales constituidos por la administración de CRBA y de todo el protocolo de tratamiento establecido, realizando una variación en cada grupo; el grupo A recibe CRBA continua y el grupo B recibe CRBA pulsátil. Variable cualitativa nominal dicotómica.

#### Variable dependiente

Nivel de dolor medido en las sucesivas aplicaciones de la pauta de tratamiento o sesiones individuales mediante la escala visual analógica (EVA). Variable cuantitativa ordinal; valorada de 0 a 10. Aplicamos esta escala antes (pretest) y después (postest) de cada sesión. Con esta estrategia determinamos una nueva variable dependiente que denominamos índice de mejora. Se calcula como la diferencia entre el nivel de dolor medido con la escala EVA tras la aplicación del tratamiento con CRBA o postest y el nivel de dolor medido antes de la aplicación de la corriente o pretest.



FIG. 2. Imagen de un esguince de tobillo de segundo grado.



FIG. 3. Equipo Tensmed modelo 911 de la casa comercial Enraf-nonius, con electrodos autoadhesivos de silicona de 5 cm<sup>2</sup>.

Fuente: reproducido con la autorización de la casa comercial Enraf-nonius.

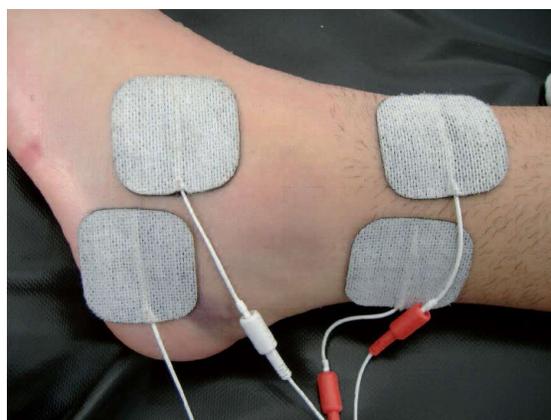


FIG. 4. Colocación de los electrodos.

**TABLA 1. Pruebas de normalidad de la variable dolor.**

*Prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección  
 de la significación de Lilliefors*

		Estadístico	gl	Sig.	
Sin considerar el modo de tratamiento	Pretest	0,173	901	0,000	
	Postest	0,213	901	0,000	
	Índice de mejora	0,342	901	0,000	
Considerando el modo de tratamiento	Pretest	Continuo	0,199	494	0,000
		Pulsátil	0,188	407	0,000
	Postest	Continuo	0,201	494	0,000
		Pulsátil	0,226	407	0,000
	Índice de mejora	Continuo	0,505	494	0,000
		Pulsátil	0,320	407	0,000

#### **Propiedades paramétricas de las variables dependientes**

Comprobamos si los datos correspondientes a la variable dependiente dolor (pretest, postest e índice de mejora) se ajustan a una curva normal. Aplicamos la Prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de la significación de Lilliefors a las variables mencionadas sin considerar el modo de corriente empleado y posteriormente considerando el tipo de corriente. Obtenemos (tabla 1) que la variable dolor no responde a una curva normal en ninguno de los casos ( $p < 0,05$ ). A la vista de estos análisis decidimos usar tanto pruebas no paramétricas como paramétricas. Consideramos que es oportuno presentar ambos tipos de pruebas porque aunque nuestras distribuciones de datos son significativamente grandes (lo que nos permite emplear pruebas paramétricas), no se distribuyen siguiendo una normal; y por tanto, estamos obligados a emplear técnicas no paramétricas, evitando violar los supuestos paramétricos al contar con ambas técnicas estadísticas.

#### **Técnicas de medición de las variables**

Los datos relativos a cada uno de los sujetos son registrados en forma de historial clínico informatizado. En

cada sesión medimos el dolor mediante la escala EVA, registrándose valores de pretest, postest e índice de mejora intrasesión. Es una variable cuantitativa ordinal cuyos valores oscilan entre 0 y 10, donde 0 representa ausencia total de dolor y 10 el máximo dolor imaginable por el paciente.

#### **Estrategia de organización, análisis de los datos y pruebas estadísticas utilizadas**

Los datos obtenidos se organizan, procesan y analizan con el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows. Para alcanzar los objetivos marcados realizamos análisis estadísticos centrados en las sesiones de tratamiento. Primero efectuamos un análisis descriptivo de los valores de las variables dependientes, implementando posteriormente pruebas de contraste de hipótesis, tanto paramétricas como no paramétricas, y finalmente desarrollamos un análisis de la varianza (ANOVA).

#### **RESULTADOS**

Primero realizamos un descriptivo simple sobre los datos del pretest, postest e índice de mejora, sin considerar el tratamiento aplicado en cada sesión. Para la va-

riable pretest la media es 2,99 (DT 1,515), mediana 3. El máximo es 7 puntos y el mínimo 1 (tabla 2).

Para el postest, la media es 1,45 (DT = 1,422), mediana 1, mínimo 0 y máximo 5. Al comparar estos datos con los del pretest apreciamos que la media y la mediana para los postest son menores que las de los pretest (tabla 2).

Para el índice de mejora, la media es 1,54 (DT = 0,638), mediana 1, máximo 3 puntos y mínimo 1 (tabla 2). Por tanto, en todas las sesiones se ha producido una disminución del dolor, lo que nos indica la efectividad de esta modalidad de electroterapia en cualquiera de las dos formas empleadas. En ningún caso el índice de mejora ha tomado un valor de 0, lo que significaría que no habría reducción del dolor, o un valor negativo, lo que hubiese supuesto que la corriente habría provocado un aumento del dolor.

Estos resultados apuntan en la dirección de la efectividad de la CRBA en la reducción del dolor en el esguince de tobillo en jóvenes deportistas, sin tener en cuenta la modalidad utilizada.

Comprobamos mediante la prueba de la *t* de Student para muestras relacionadas y la prueba de los rangos con signos de Wilcoxon que la diferencia entre los valores de pretest y postest es significativa ( $p < 0,05$ ). Encontramos una diferencia significativa entre los niveles de pretest (media 2,99 DT 1,515) y los de postest (media 1,45 DT = 1,422)  $t(900) = 72,295$  ( $p = 0,000$ ). La prueba de los rangos con signos de Wilcoxon muestra que existen diferencias significativas entre pretest y postest  $Z = -26,728$  ( $p = 0,000$ ) (tabla 3).

Podemos afirmar que hay una mejora al aplicar la CRBA (tanto continua como pulsátil).

Para el *índice de mejora* en las sesiones en las que se aplica el tratamiento continuo, la media es 1,17 (DT = 0,37), frente al tratamiento pulsátil con media de 1,99 (DT = 0,60). La mediana vale 1 para la continua y 2 para la pulsátil. Los valores extremos en la continua son 1 (mínimo) y 2 (máximo). En la pulsátil el mínimo vale 1 y el máximo 3. Todos estos resultados apuntan inequívocamente a que la CRBA pulsátil ofrece mayor efectividad en las sesiones de tratamiento (tabla 4).

Cada sujeto mejora en cada sesión, registramos una mejora intrasesión que es el *índice de mejora* (diferencia entre pretest y postest) aunque su nivel inicial de dolor solo bajará tras algunas sesiones, pues pese a la mejo-

ría intrasesión el nivel de dolor inicial vuelve en sucesivas ocasiones antes de remitir.

Aunque todos estos resultados apuntan que la CRBA pulsátil es mejor, y que rinde más en cada sesión por término medio en la reducción del dolor, hay que señalar que cualquiera de los tratamientos obtiene una significativa mejoría del dolor. Por tanto, la corriente continua no es inútil o ineficaz, sino todo lo contrario; es positiva y efectiva, pero en menor medida que la pulsátil.

El contraste general entre los dos tratamientos continuo y pulsátil, es decir, el análisis de los índices de mejora al comparar ambos tratamientos, empleando la prueba de la *t* de Student para muestras independientes (implementando realmente la prueba de Welch al no existir igualdad de varianzas y ser heterocedásticas ambas distribuciones de datos), así como la prueba U de Mann-Whitney, muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos tratamientos, siendo mejor la pulsátil ( $p < 0,05$ ). Comprobamos, en primer lugar, la ausencia de diferencias significativas entre las varianzas de error del diseño,  $F_{Levene}(1, 899) = 15,567$  ( $p = 0,000$ ). El grupo tratado con corriente pulsátil (media 1,99 DT 0,60) obtuvo una disminución del dolor significativamente superior a la del grupo tratado con corriente continua (media 1,17 DT 0,37)  $t$  de Welch (648,831) = -23,674  $p$  (a una cola) = 0,000. Empleado para determinar el tamaño del efecto el programa *effect size calculator* (disponible en: <http://www.uccs.edu/~faculty/lbecker/>) obteniendo  $d = 1,8588$ . Se trata de un valor de tamaño del efecto elevado, que refleja la importante diferencia existente a favor de la corriente pulsátil. Este valor también lo hemos obtenido al emplear la fórmula:  $d = 2t/\sqrt{gl_{error}}$ .

Al obtener el estadístico U de Mann-Whitney también hemos encontrado la existencia de una diferencia significativa entre las dos corrientes. Para la continua el rango promedio es 314,73 y para la pulsátil 616,40. El estadístico U de Mann-Whitney toma un valor de 33210 con  $p = 0,000$ .

Hemos calculado el tamaño de efecto siguiendo los criterios establecidos por Grissom<sup>(11-13)</sup> en 1994, que establece que el tamaño del efecto obtenido al emplear la prueba U de Mann-Whitney viene definido por la fórmula: tamaño del efecto =  $p_{1 > 2} - p_{2 > 1}$ ; siendo  $p_{1 > 2} = U/mn$  y  $p_{2 > 1} = 1 - p_{1 > 2}$ ;  $m$  = tamaño del grupo control;  $n$  = tamaño del grupo experimental; U = estadístico de Mann-

**TABLA 2. Estadísticos descriptivos de pretest, postest e índice de mejora.**

Variable	Media	Desviación Típica	Mediana	Mínimo	Máximo
Pretest	2,99	1,515	3	1	7
Postest	1,45	1,422	1	0	5
Índice de mejora	1,54	0,638	1	1	3

**TABLA 3. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Postest-pretest	Rangos negativos	901 (postest < pretest)	451,00	406351,00
	Rangos positivos	0 (postest > pretest)	0,00	0,00
	Empates	0 (postest = pretest)		
	Total	901		

**TABLA 4. Estadísticos descriptivos del índice de mejora según el modo de corriente aplicado (continua o pulsátil).**

Modo	Media	DT	Mediana	Mínimo	Máximo
Continua	1,17	0,37	1	1	2
Pulsátil	1,99	0,60	2	1	3

Whitney. De este modo, el tamaño del efecto en este caso es igual a 0,67.

Analizamos nuestros resultados mediante un modelo ANOVA considerando el pretest y el postest como variables intrasujetos y como factor intersujetos el tipo de tratamiento aplicado: continuo o pulsátil. La técnica que nos permite analizar estas variables en un modelo conjunto tiene carácter multivariante, y se basa en el análisis factorial de la varianza para el caso de medidas repetidas. Este contraste multivariado muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los niveles de dolor antes y después del tratamiento ( $p = 0,000$ ), y que existe un efecto de interacción entre pretest/postest y el tipo de tratamiento, es decir, se encuentran diferencias significativas entre ambos tratamientos ( $p = 0,000$ ). Lo que confirmamos a través de cuatro técnicas de contraste multivariadas: Traza Pillai, Lambda Wilks, Traza Hotelling y Raíz mayor Roy (tablas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6) obteniéndose un tamaño de efecto grande (*Eta cuadrado parcial* para «factor1» = 0,910 y *Eta cuadrado parcial* para «factor1xtratamiento» = 0,405).

Dados los estadísticos F univariados referidos a los efectos intra-sujetos, considerando la información relativa al efecto individual de cambio en el dolor, se con-

firma la aproximación multivariada anterior. Obtenemos, asumiendo esfericidad o no, un nivel de significación ínfimo ( $p = 0,000$ ) que nos permite rechazar la hipótesis nula acerca del cambio del dolor a partir del uso de las CRBA. A su vez se obtienen también valores de F significativos para el caso de la interacción con el tipo de corriente aplicada en el tratamiento, según sea ésta continua o pulsátil. La tabla 5.4 recoge estos resultados.

**TABLA 5.1. Contraste multivariado aplicado al cambio en los niveles de dolor según tipo de tratamiento.**

FACTOR1	Variable dependiente
1	PRETEST
2	POSTTEST

**TABLA 5.2. Factores inter-sujetos.**

	Etiqueta del valor	N
Tratamiento	1 Continua	494
	2 Pulsátil	407

**TABLA 5.3. Contrastes multivariados diseño: Intersección+Tratamiento Diseño intra-sujetos:  
factor1**

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación	Eta al cuadrado parcial
Factor1	Traza de Pillai	0,910	9138,547(a)	1,000	899,000	0,000	0,910
	Lambda de Wilks	0,090	9138,547(a)	1,000	899,000	0,000	0,910
	Traza de Hotelling	10,165	9138,547(a)	1,000	899,000	0,000	0,910
	Raíz mayor de Roy	10,165	9138,547(a)	1,000	899,000	0,000	0,910
Factor1 * Tratamiento	Traza de Pillai	0,405	611,106(a)	v	899,000	0,000	0,405
	Lambda de Wilks	0,595	611,106(a)	1,000	899,000	0,000	0,405
	Traza de Hotelling	0,680	611,106(a)	1,000	899,000	0,000	0,405
	Raíz mayor de Roy	0,680.	611,106(a)	1,000	899,000	0,000	0,405

a: estadístico exacto

**TABLA 5.4. Pruebas de efectos intra-sujetos.**

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación	Eta al cuadrado parcial
Factor1	Esfericidad asumida	1107,677	1	1107,677	9138,547	0,000	0,910
	Greenhouse-Geisser	1107,677	1,000	1107,677	9138,547	0,000	0,910
	Huynh-Feldt	1107,677	1,000	1107,677	9138,547	0,000	0,910
	Límite-inferior	1107,677	1,000	1107,677	9138,547	0,000	0,910
Factor1 * TTO	Esfericidad asumida	74,072	1	74,072	611,106	0,000	0,405
	Greenhouse-Geisser	74,072	1,000	74,072	611,106	0,000	0,405
	Huynh-Feldt	74,072	1,000	74,072	611,106	0,000	0,405
	Límite-inferior	74,072	1,000	74,072	611,106	0,000	0,405
Error(factor1)	Esfericidad asumida	108,967	899	0,121			
	Greenhouse-Geisser	108,967	899,000	0,121			
	Huynh-Feldt	108,967	899,000	0,121			
	Límite-inferior	108,967	899,000	0,121			

**TABLA 5.5. Bondad de ajuste a un modelo lineal. Pruebas de contrastes intra-sujetos.**

Fuente	factor1	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación	Eta al cuadrado parcial
Factor1	Lineal	1107,677	1	1107,677	9138,547	0,000	0,910
Factor1 * TTO	Lineal	74,072	1	74,072	611,106	0,000	0,405
Error(factor1)	Lineal	108,967	899	,121			

Fuente: elaboración propia.

TABLA 5.6. Pruebas de los efectos inter-sujetos.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación	Eta al cuadrado parcial
Intersección	8830,055	1	8830,055	2147,392	0,000	0,705
Tratamiento	8,046	1	8,046	1,957	0,162	0,002
Error	3696,680	899	4,112			

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, y como consta en la tabla 5.5 las puntuaciones derivadas de nuestro experimento se ajustan significativamente ( $p = 0,000$ ) para rechazar la hipótesis nula referida al componente lineal; es decir, las medias del dolor se ajustan en cada prueba pre-post a un modelo lineal (a una línea recta) que es el tipo de modelo que deseamos ajustar.

No obstante, conviene tener en cuenta el hecho de que cualquiera de los dos tratamientos produce resultados muy efectivos; es por ello que, aunque observemos claramente la diferencia en la disminución del dolor entre ambos (continuo/pulsátil), como muestra la tabla 5.6, cuando se analiza la información referente al factor inter-sujetos tipo de tratamiento no se pueda rechazar la hipótesis nula ( $p = 0,162$ ) que implica que la indiferencia entre los grupos (continuo/pulsátil) sea también significativa. Esto, en cierta medida, conduce a pensar en la utilidad de cualquiera de ambos y en la necesidad de seguir argumentando, con base en los datos empíricos de nuestras sesiones de tratamiento, acerca de otras cualidades diferenciadoras, en el plano clínico, del uso de ambas corrientes.

Como resumen final del conjunto de resultados expuestos, se extraen algunas interpretaciones básicas acerca del uso de las CRBA para la disminución del dolor en el esguince de tobillo mediante este procedimiento de Fisioterapia. La CRBA es efectiva independientemente de la modalidad que se emplee, ambas resultan eficaces, aunque la pulsátil lo es en mayor medida que la continua.

## DISCUSIÓN

Nuestra investigación pone de manifiesto la efectivi-

dad de la CRBA, en cualquiera de las dos modalidades empleadas, en la disminución del dolor agudo postraumático en jóvenes deportistas diagnosticados de esguince de tobillo, al considerar las sesiones de tratamiento realizadas. Esto refuerza la idea, ampliamente difundida entre los fisioterapeutas, de lo adecuado de incluir esta modalidad terapéutica en el tratamiento de la citada lesión<sup>(2)</sup>. Según lo expuesto por Johnson y cols.<sup>(8)</sup>, creemos que nuestro trabajo proporciona evidencias científicas clínicas debido al tipo de diseño utilizado, contribuyendo al desarrollo de tales evidencias y ayudando a esclarecer la controversia existente en cuanto a la eficacia clínica real de la CRBA en el tratamiento del dolor. Los resultados obtenidos nos llevan a sumarnos a la corriente de autores<sup>(2, 14-19)</sup> que defienden dicha eficacia, pues en todas las sesiones de tratamiento se ha producido una reducción del dolor (entre 1 y 3 puntos de descenso en la escala EVA) tras la aplicación de la CRBA. En ninguna sesión el índice de mejora ha sido 0, es decir, no se habría reducido el dolor, o negativo, esto es, que al emplear la corriente ésta generase un aumento del dolor. Hemos encontrado que la diferencia entre los niveles de dolor antes y después del tratamiento es estadísticamente significativa.

Por otro lado nuestros resultados tampoco ofrecen dudas sobre el hecho de que, en cuanto a su eficacia en la disminución del dolor, existe un tratamiento con CRBA estadísticamente diferente del otro, y que la modalidad pulsátil es significativamente mejor, es decir, ofrece un mayor rendimiento y eficacia en el tratamiento de aquel en la patología traumática que nos ocupa (media del índice de mejora para la citada modalidad de 1,99 frente a una media para la continua de 1,17). Esta afirmación coincide con lo expuesto por autores anteriores<sup>(14, 15)</sup> que consideraron que el efecto de los múltiples valores de

los diferentes parámetros de la corriente puede variar, de modo que los diversos tipos de CRBA presentarán distinta efectividad.

Dentro de la bibliografía existente en este ámbito debemos destacar cinco estudios que, de forma análoga al nuestro, establecen una comparación entre la modalidad de corriente continua frente a la de ráfagas o pulsátil. Los tres primeros fueron desarrollados por Johnson y cols., dos en 1991<sup>(16, 20)</sup> y un tercero en 1992<sup>(21)</sup>, el cuarto fue realizado por Mannheimer y Carlsson<sup>(22)</sup> en 1979 y el quinto en 2003 por Grazio y cols.<sup>(23)</sup>. Aunque sus resultados en algún caso son similares a los nuestros y en otros diferentes, no podemos compararlos debido a que la metodología en algunos y el tipo de dolor tratado en todos ellos son distintos a los de nuestro estudio.

Diversos autores han descrito que la efectividad de la CRBA en dolores de distinto origen (crónico, inducido sobre sujetos sanos o agudo) puede ser diferente<sup>(24)</sup>, puesto que la respuesta fisiológica motivada por la aplicación de electroestimulación en un tipo de dolor puede no ser directamente comparable con la respuesta generada en otro tipo de dolor. Por lo tanto, es posible que deban utilizarse distintos parámetros y por consiguiente diferentes tipos de CRBA. para tratar los diversos tipos de dolor<sup>(14, 15)</sup>.

Hahm<sup>(25)</sup> en 2007 y Koo y cols.<sup>(26, 27)</sup> en 2002 y 2008, realizaron investigaciones que, aunque con algunas diferencias metodológicas importantes en relación a nuestro ensayo, como el caso de haberse realizado ambos en un modelo animal, presentan importantes similitudes con nuestro trabajo, puesto que analizan la capacidad analgésica de la CRBA en el esguince de tobillo. Otra diferencia metodológica importante que debemos reseñar es que en estos trabajos no se ha establecido una comparación entre la efectividad de una frecuencia de corriente (80 Hz) en modalidad continua frente al modo pulsátil (con trenes de impulsos de 2 Hz) como hemos hecho en nuestra investigación, sino que en el primero se ha descrito la analgesia generada por dos frecuencias de corriente (2 Hz y 100 Hz), ambas en modo continuo y en el segundo únicamente se ha estudiado la efectividad de la CRBA de 100 Hz en modo pulsátil a 2 Hz de frecuencia de los trenes de impulso. Sin embargo, creemos que es posible establecer una comparación en conjunto del presente ensayo con estos tres trabajos. Hahm demostró que ambas frecuencias (2 Hz y 100 Hz) en modo continuo producen una disminución de los niveles de

dolor en el esguince de tobillo. Por otro lado, Koo y cols. también demostraron que la CRBA con una frecuencia de 100 Hz en modo pulsátil a 2 Hz también es efectiva. Si bien al comparar los niveles de analgesia producidos por la CRBA en ambos ensayos, que presentan metodologías similares, observamos que la reducción del dolor ocasionada por la corriente de 100 Hz en modo pulsátil es superior a la producida por la corriente de 100 Hz en modo continuo. Esto avala los resultados que hemos obtenido en nuestro trabajo.

En nuestra opinión la presente investigación presenta las siguientes limitaciones:

1. Queda limitada a un rango de edad, comprendido entre 11 y 21 años, y a un sexo, todos los sujetos incluidos en nuestro ensayo son varones, por tanto, no es extrapolable a toda la población de sujetos que sufre esguinces de tobillo, sino sólo a un subconjunto de ésta constituido por deportistas jóvenes y varones. Diferentes autores han afirmado que la percepción del dolor por individuos de diferentes edades<sup>(6, 7)</sup> y sexos es distinta<sup>(28)</sup>. Nuestra investigación, al estar circunscrita a un ámbito reducido, por lo que respecta a la población sobre la que se ha desarrollado, cuenta con una gran validez interna, pero, a su vez, también con una menor validez externa.
2. No se ha tomado un grupo control, en sentido estricto del término, aunque cada uno de los dos grupos sirve como control del otro y viceversa.
3. Como técnica de enmascaramiento sólo hemos podido llevar a cabo un simple ciego (de los sujetos participantes) y no un doble ciego.

Como quiera que los dos tipos de CRBA generan resultados muy efectivos, consideramos que sería interesante analizar otras características o parámetros de la CRBA que nos permitan establecer otras diferencias que puedan contribuir a su mayor efectividad.

Ejemplos que pueden representar nuevas posibilidades de investigación en una línea sobre las CRBA son:

1. Determinar cuál es el tiempo de duración del efecto paliativo del dolor transcurrido tras el uso de la corriente.
2. Analizar el posible efecto antiinflamatorio de esta corriente en lesiones traumáticas.
3. Estudiar su posible capacidad para suprimir la activi-

J. J. Jiménez-Rejano  
 J. Rebollo-Roldán  
 R. García-Pérez

## Impacto de la corriente rectangular bifásica asimétrica continua y pulsátil en el dolor del esguince agudo de tobillo

dad de los macrófagos inducida por lipopolisacáridos.  
 4. Determinar la capacidad de la CRBA en modalidad pulsátil para incrementar y mejorar la formación de fibras de colágeno en lesiones de partes blandas, es decir, su eficacia para acelerar el proceso de cicatrización.  
 5. Analizar la posible efectividad de la CRBA para incrementar la capacidad funcional de los pacientes.

### CONCLUSIONES

1. La aplicación de la CRBA en cualquiera de sus dos modalidades, disminuye el dolor producido por el esguince de tobillo en fase aguda, en jóvenes jugadores de baloncesto en cada sesión de tratamiento.  
 2. El modo pulsátil se muestra más eficaz para la disminución del dolor producido por el esguince de tobillo en fase aguda, en jóvenes jugadores de baloncesto, que el modo continuo en el conjunto de las sesiones consideradas globalmente.

### BIBLIOGRAFÍA

- Kerkhoffs GMMJ, Rowe BH, Assendelft WJJ, Kelly K, Struijs PAA, van Dijk CN. Inmovilización y tratamiento funcional para lesiones agudas del ligamento lateral del tobillo en adultos (Revisión Cochrane traducida). En: La Biblioteca Cochrane Plus, 2007 Número 4. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com> (Traducida de The Cochrane Library, 2007 Issue 4. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).
- Maya Martín J. Tratamiento electroterápico en las lesiones de los ligamentos del tobillo en deportistas aficionados. *Cuestiones de fisioterapia* 1995; 1: 57-65.
- Struijs PA, Kerkhoffs GM. Ankle sprain. *Clin Evid.* 2006 Jun; 15: 1493-501.
- Glenn N, Williams -PT. Evaluation of the sports ankle rating system in young, athletic individuals with acute lateral ankle sprains. *Foot & Ankle International.* 2003 March; 24 (3): 274-82.
- Alexander IJ. El pie. Explicación y diagnóstico. Barcelona: JIMS; 1992.
- O'Rourke D. The measurement of pain in infants, children, and adolescents: from policy to practice. *Physical Therapy.* 2004 June; 84 (6) Health Module: 560-70.
- Arranz Álvarez AB, et al. Valoración fisioterapéutica del paciente con dolor. *Fisioterapia.* 2000; 22 (1): 32-41.
- Johnson MI. The clinical effectiveness of TENS in pain management. *Critical Reviews in Physical Therapy Rehabilitation.* 2000; 12: 131-49.
- Jiménez Rejano JJ, Rebollo Roldán J, Maya Martín J. TENS analgésica. Controversia sobre su utilidad. *Cuestiones de Fisioterapia.* 2007; 35: 71-84.
- Jiménez Rejano JJ, Rebollo Roldán J, Maya Martín J. Efectividad de la TENS analgésica en función de los parámetros empleados: un tema controvertido. *Cuestiones de Fisioterapia.* 2008; 37(3): 170-9.
- Grissom RJ. Probability of the superior outcome of the one treatment over another. *Journal of Applied Psychology.* 1994; 79 (2): 314-6.
- Grissom RJ. Statistical análisis of ordinal categorical status after therapies. *Journal of Consulting and Clinical Psychology.* 1994; 62 (2): 281-4.
- Grissom RJ. Review of assumptions and problems in the appropriate conceptualisation of effect size. *Psychology Methods.* 2001; 6 (2): 135-46.
- Johnson MI, Tabasam G. A double-blind placebo-controlled investigation into the analgesic effects of interferential currents (IFC) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on cold induced pain in healthy subjects. *Physiotherapy Theory and Practice* 1999; 15: 217-33.
- Robertson V, Ward A, Low J, Reed A. *Electrotherapy explained principles and practice.* 4th ed. Butterworth Heinemann Elsevier 2006: p. 2, 65, 110-111, 167-192.
- Johnson MI, Ashton CH, Thompson JW. An in-depth study of long-term users of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS): implications for clinical use of TENS. *Pain.* 1991; 44: 221-9.
- Johnson M, Tabasam G. An investigation into the analgesic effects of interferential currents and transcutaneous electrical nerve stimulation on experimentally induced ischaemic pain in otherwise painfree volunteers. *Phys Ther.* 2003; 83: 208-23.
- Vance CG, Radhakrishnan R, Skyba DA, Sluka KA. Transcutaneous electrical nerve stimulation at both high and low frequencies reduces primary hyperalgesia in rats with joint inflammation in a time-dependent manner. *Physical Therapy.* 2007 Jan; 87 (1): 44-51.
- Lang T, Barker R, Steinlechner B, Gustorff B, Puskas T, Gore O, Kober A. TENS relieves acute posttraumatic hip pain during emergency transport. *Journal of Traumatology.* 2007 Jan; 62 (1): 184-8.
- Johnson MI, Ashton CH, Bousfield DR, Thompson JW.

- Analgesic effects of different pulse patterns of transcutaneous electrical nerve stimulation on cold-induced pain in normal subjects. *J Psychosom Res.* 1991; 35: 313-21.
21. Johnson MI, Ashton CH, Thompson JW. Analgesic effects of acupuncture-like TENS on cold pressor pain in normal subjects. *Eur J Pain.* 1992; 13: 101-8.
  22. Mannheimer C, Carlsson C. The analgesic effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in patients with rheumatoid arthritis. A comparative study of different pulse patterns. *Pain.* 1979; 6: 329-34.
  23. Grazio S, Grubisić F, Jajić Z. Comparison of standard and acupuncture methods of transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) in patients with rheumatoid arthritis. *Reumatizam.* 2003; 50 (1): 18-22.
  24. Chesterton LS, Barlas P, Foster NE, Lundeberg T, Wright CC, Baxter GD. Sensory stimulation (TENS): effects of parameter manipulation on mechanical pain thresholds in healthy human subjects. *Pain.* 2002 Sep; 99 (1-2): 253-62.
  25. Hahm TS. The effect of 2 Hz and 100 Hz electrical stimulation of acupoint on ankle sprain in rats. *J Korean Med Sci.* 2007 Apr; 22 (2): 347-51.
  26. Koo ST, Park YI, Lim KS, Chung K, Chung JM. Acupuncture analgesia in a new rat model of ankle sprain pain. *Pain.* 2002 Oct. 99 (3): 423-31.
  27. Koo ST, Lim KS, Chung K, Ju H, Chung JM. Electroacupuncture-induced analgesia in a rat model of ankle sprain pain is mediated by spinal  $\alpha$ -adrenoceptors. *Pain.* 2008 Mar; 135 (1-2): 11-9.
  28. Ramírez Maestre C. Las características personales en la experiencia de dolor y en el proceso de afrontamiento. *Escritos de Psicología.* 2002; 6: 40-52.