

CEU | *Universidad  
Cardenal Herrera*

Universidad Cardenal Herrera CEU.

Facultad de ciencias de salud.

Master Universitario en Atención Fisioterápica en la Actividad Física y el Deporte.

Efectos de la estimulación eléctrica transcutánea de baja frecuencia en el dolor a la presión en sujetos sanos.

Sergio Pérez González



Universidad Cardenal Herrera CEU.

Facultad de ciencias de la salud.

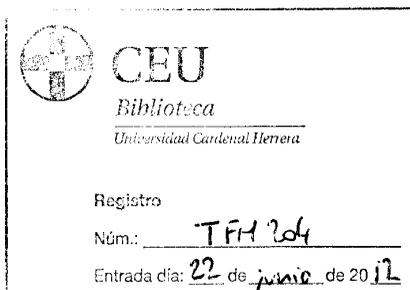
Máster Universitario en Atención Fisioterápica en la Actividad Física y el Deporte.

Título: Efectos de la estimulación eléctrica transcutánea de baja frecuencia en el dolor a la presión en sujetos sanos.

Nombre: Sergio Pérez González

Lugar y fecha de presentación: Universidad Cardenal Herrera CEU a 04/Julio/ 2011

Nombre del tutor: Juan José Amer Cuenca



## Resumen

**Objetivos:** el objetivo principal de este estudio es demostrar que la baja frecuencia también puede ser óptima para el tratamiento de la analgesia con los parámetros adecuados.

**Material y métodos:** Es un estudio cruzado ya que todos los sujetos intervienen en la prueba, aleatorio y doble ciego. Se escogen 44 voluntarios, de los cuales cuarenta y tres reciben el tratamiento (ya que uno de ellos fue excluido, siguiendo los criterios de exclusión de electroterapia y toma de analgésicos 24 horas antes de la prueba, o dolor en MMSS). Utilizamos dos intensidades: alta (lo más alta que se tolere pero sin llegar al dolor) y baja (hormigueo suave) en el antebrazo no dominante durante veinte minutos en cada aplicación, se realizaran dos medidas diferentes la algometría y la visualización de la intensidad en la que se encuentra cada sujeto, que será aplicara en varios momentos de la aplicación: al minuto uno, a los diez minutos, y a los veinte minutos. Tras cada tratamiento se realizara un descanso de 20 min. Se utilizan tres tipos diferentes de corrientes para cada sujeto, y con una variación aleatoria en el orden de aplicación de la estimulación.

**Resultados:** tras analizar los datos, obtenemos que con las aplicaciones de baja intensidad no encontramos significación, sin embargo las de alta intensidad hayamos datos significativos de que al aumentar el tiempo también se aumenta el umbral de dolor.

**Conclusión:** tras realizar este estudio llegamos a la conclusión de que unos de los parámetros más importantes a la hora de la utilización del TENS se trata de la intensidad.

**Palabras clave:** estimulación eléctrica transcutánea (TENS), presión del algómetro, baja frecuencia, intensidad.

## Introducción

La estimulación del nervio transcutáneo (TENS) es una técnica no invasiva para reducir el dolor agudo y crónico<sup>1</sup>. Sin embargo, lo esencial para su efectiva utilización es la selección de dosis. Hay un gran número de parámetros relacionados como la frecuencia, la intensidad, la duración del impulso o el tamaño del electrodo<sup>2</sup>. Con respecto a estas variables, el papel más importante en la investigación es el que desempeña la intensidad, que es un parámetro fundamental en la dosificación de TENS. Las conclusiones de estudios clínicos proponen que solo altas niveles de intensidad causan analgesia<sup>3-5</sup>, analizando estos estudios nos dimos cuenta de que para la alta frecuencia utilizaban dos intensidades, alta y baja, pero que para la baja frecuencia solo usaban baja intensidad. Este estudio muestra los efectos del TENS en pacientes sanos con diferentes aplicaciones; con unas intensidades más elevadas que otras, usando siempre la baja frecuencia, entendiendo por intensidades elevadas aquellas en las que el paciente percibe sensación fuerte sin llegar a dolor, y por intensidades bajas las que el paciente note un hormigueo suave. Así, el propósito principal es conocer los efectos que pueda tener la estimulación eléctrica transcutánea (TENS) sobre el umbral de dolor a la presión experimental inducida en sujetos sanos, según las diferentes intensidades aplicadas en las tres programaciones elegidas, y según el momento en el tiempo en el cual se haga la medición del umbral de dolor.

## Material y métodos.

El experimento fue aprobado por la dirección del Departamento de Fisioterapia de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad CEU-Cardenal Herrera.

Este estudio es un modelo cruzado, ya que todos los sujetos intervinieron en todas las aplicaciones realizadas; es aleatorio ya que se les aplicó la intervención al azar a los sujetos, siendo conscientes estos de que su elección había sido aleatoria, y es un modelo doble ciego, ya que el investigador principal era ajeno a los programas que recibían los sujetos y el resto de investigadores eran ajenos a los resultados.

Para la muestra obtuvimos 44 sujetos de la universidad cardenal herrera CEU, los criterios de exclusión fueron la ingesta de analgésicos 24 horas antes de realizar la prueba, dolor en miembros superiores, posibilidad de embarazo, enfermedad oncológica, trastorno sensitivo en miembros superiores. Y un criterio de inclusión el haber tenido experiencia previa con TENS. Tras pasar las encuestas obtuvimos una exclusión, por la ingesta de analgésicos, con lo cual obtuvimos una muestra de 43 sujetos.

El sujeto debe permanecer en la prueba unos cien minutos, de los cuales permanece veinte minutos con la corriente<sup>7</sup>, en tres sesiones distintas, descansando unos veinte minutos entre una aplicación y otra. La prueba se realizó en seis días.

A los voluntarios se les hizo rellenar un consentimiento informado sobre la prueba a la cual iban a ser sometidos. Una vez realizado el consentimiento, uno a uno se les realizó una entrevista con el fin de averiguar si podíamos encontrar alguna exclusión. Al no existir exclusión en un sujeto, éste pasaba a comenzar el proceso, en el cual, se escogió el brazo no dominante.

Al sujeto, sentado en una silla, con su antebrazo no dominante apoyado en una camilla, se le limpia la zona a tratar con una gasa con alcohol y si es necesario se corta el vello con unas tijeras. El punto de medición fue a 6'5cm de la línea trazada desde el epicóndilo hasta la línea media de la muñeca. La posición de los electrodos fue a 1'5cm de cada lado del punto de medición<sup>fig.1</sup>.

El proceso lo realizamos con 4 sujetos simultáneamente, al tener a los cuatro sujetos simultáneos, hay que saber qué programación se le aplica a cada uno, para ello, hay en un sobre, y de manera aleatoria, un sujeto extrae la información sobre el orden de los tratamientos que van a recibir los 4, una numeración de 1 a 4 (que corresponde a los 4 sujetos preparados), y en cada uno aparece un orden aleatorio de programación de TENS. El investigador principal es ciego a estos datos<sup>fig.2</sup>, mientras los demás no lo son, los otros investigadores colocan en cada aparato la programación correspondiente a cada sujeto. Hay cuatro aparatos portátiles de corrientes con TENS, uno para cada sujeto y se utilizaron electrodos de 5cm x 5cm

Cuando los sujetos están preparados y los electrodos conectados al cable del TENS, comenzamos a subir la intensidad, de forma escalonada entre los sujetos, explicándoles de forma estandarizada la sensación que deben de notar y mantener durante toda la prueba, si aleatoriamente le ha tocado intensidad baja, deberá notar hormigueo suave, si por el contrario ha salido intensidad alta, deberá notar una sensación fuerte pero sin llegar a sentir dolor.

Antes de empezar a subir la intensidad del aparato se realiza una primera medición mediante el algómetro, siempre se realizan dos mediciones consecutivas con el algómetro (en el punto de medición) y nos quedamos

con el valor medio de las dos mediciones, una vez finalizada esta primera medición se empieza a subir la intensidad hasta llegar a la sensación deseada. A continuación se vuelve a tomar la medida de la intensidad, estas mediciones se repiten al minuto diez del tratamiento y al minuto veinte. Los datos obtenidos por el algómetro se muestran en  $\text{Kg/cm}^2$ , y de la intensidad en Ma.

Una vez terminada la aplicación, el sujeto descansa unos veinte minutos aproximadamente. Transcurrido el tiempo de descanso, los sujetos vuelven a sus puestos, y se repite el mismo proceso anterior. Se conectan de nuevo los electrodos al aparato portátil de corriente, y una vez estén todos listos, se realiza la primera toma con el algómetro y a continuación se comienza a subir la intensidad de forma escalonada entre los sujetos, hasta que note la sensación deseada que le acaba de explicar el investigador que sube la intensidad de su aparato. El proceso es el mismo que en la anterior aplicación, es decir, tres mediciones con el algómetro, y las tres mediciones de la intensidad que tienen los sujetos, que realizará el investigador principal, una al primer minuto, otra a los diez minutos y la última a los veinte minutos, justo antes de terminar el tratamiento. Una vez finalizada esta segunda aplicación, los sujetos vuelven a descansar durante unos veinte minutos aproximadamente, tras los cuales vuelven a sus posiciones, y se repite el proceso una última vez, una vez conectados los electrodos al cable, se realiza la primera medida con el algómetro, posteriormente comienza la aplicación, otra vez de forma escalonada, de nuevo haciéndole saber al voluntario la sensación que debe percibir en su antebrazo, cuando han alcanzado esa sensación se mide la intensidad, las mediciones son tomadas en el minuto uno, diez y veinte. Durante el período de pos estímulo, entre aplicación y aplicación, los electrodos no fueron quitados. Por consiguiente, el experimentador es incapaz de observar cualquier enrojecimiento de piel local (posible alérgico Dermatitis) en el sitio de contacto con los electrodos<sup>8</sup>.

Obtenemos del estudio diversas variables de interés como pueden ser las dependientes: algometría, tiempo (0, 10 y 20 minutos), o las independientes como son la intervención (PP1min, PP1max, PP2max), y la intensidad.

Una vez realizada la prueba con todos los voluntarios, obtenemos unos resultados, como por ejemplo los resultados de la algometría y la intensidad en los diferentes momentos que se ha medido (minuto uno, diez y veinte), en las distintas programaciones aplicadas a cada sujeto, por ello, hay que comparar todos esos datos, para demostrar cómo afecta al umbral de dolor, si hay variaciones o no, mirando los resultados del algómetro y la intensidad en cada medición.

Siguiendo todas las medidas utilizadas, hay que analizar cómo varía el umbral de dolor (algometría) y la intensidad en los minutos uno, diez y veinte de cada aplicación utilizada. Es un estudio donde hay más de tres grupo, y más de una variable independiente, donde todos son intrasujetos, por la cual cosa es un modelo de dos factores de medias repetidas. Los datos son analizados por el programa SPSS versión 18.

## Resultados

Cuarenta y tres fueron los voluntarios intervenidos en este estudio. Para ello hemos usado el Modelo de dos factores de medidas repetidas

Tenemos tres tipos de tratamiento, la aplicación número uno (PP1min), la aplicación número dos (PP1max) y la aplicación número tres (PP2max). Comparando los tres tratamientos, no existen diferencias en cuanto al umbral de dolor en la medición realizada en el primer minuto, se mantienen todos los valores similares. Sin embargo, en la segunda medición (minuto diez) encontramos diferencias en los distintos tratamientos, ya que en PP1max y PP2max el umbral de dolor ha aumentado en ambos casos, es decir, no hay diferencias entre ellos, pero sí las hay con PP1min, donde el umbral de dolor apenas ha aumentado a causa de su baja intensidad. Lo mismo sucede en el minuto veinte, donde PP1max y PP2max continúan subiendo el umbral de dolor, sin apenas diferencia entre ellos, y PP1min sigue con un umbral de dolor muy por debajo de ellos. Tabla 1.

En cuanto a los tratamientos y su evolución en el tiempo, hemos observado que en el tratamiento PP1min, el umbral de dolor no varía prácticamente en el tiempo; en el tratamiento PP1max y el PP2max el umbral de dolor aumenta tanto en el minuto diez como en el minuto veinte, no deja de incrementar.

Por todos estos datos comprobamos claramente que a mayor intensidad, aumenta el umbral de dolor. Tabla 2.

Respecto a la intensidad, obtuvimos un valor perdido, por lo que la realizamos respecto a 42 pacientes.

Al tener tratamientos con diferente programación no podemos compararlos entre sí.

## Discusión

Este estudio muestra diferencias estadísticamente significativas respecto al umbral de dolor con alta intensidad en comparación a la baja intensidad. Existen tres tipos de aplicaciones en este estudio todas ellas de baja frecuencia, donde una de ellas es frecuencia modulada, a diferencia de las otras dos que son frecuencia constante y dos tratamientos de alta intensidad y uno de baja. Con lo que los tratamientos fueron uno de baja intensidad y frecuencia constante, otro de alta intensidad y frecuencia constante y por último de alta intensidad y frecuencia modulada.

En este estudio se demuestra que la baja frecuencia a intensidades alta también es efectiva para el tratamiento analgésico, existen varios estudios como el de Chen et al<sup>6-7</sup> que siguen el mismo procedimiento, y demostraron que las intensidades altas son más efectivas que las bajas, pero el problema que existe, es que en estos estudios la baja frecuencia siempre ha sido realizada con una baja intensidad, por que se debería de realizar nuevos estudios comparando la baja frecuencia a una alta intensidad con la alta frecuencia a una alta intensidad.

Uno de los motivos por los cuales los resultados pueden ser válidos, es que, a la hora de aplicar el TENS, los investigadores han dado instrucciones a los sujetos, es decir, se les daba unas indicaciones, que, en la mayoría de los casos cumplieron, y es que, el sujeto, al percibir que el hormigueo suave o la sensación fuerte pero sin llegar al dolor (según la aplicación que les tocara), se acomodaba y dejaban de sentir la sensación del principio, debía elevar él mismo la intensidad desde su aparato. Si este dato no hubiera sido dado al sujeto por el investigador, habría existido un problema, seguramente los resultados no hubieran sido los mismos, ya que el efecto del TENS no hubiera seguido su curso, y la fiabilidad del estudio no habría sido tan

elevada como la obtenida. Por lo que consideramos importante que se le facilite esta información a los sujetos en futuros estudios.

## Conclusión

En muchos casos se ha utilizado TENS para las investigaciones con dolor provocado en pacientes sanos. En gran parte de estas investigaciones se han valorado varios parámetros como frecuencia, intensidad, colocación de los electrodos etc. En este estudio, observamos como conclusión final, que se obtienen diferencias significativas en la variación del umbral de dolor a la presión dependiendo de la intensidad aplicada, más que de la frecuencia. Con intensidades elevadas, el umbral de dolor se eleva, por lo que el sujeto percibe menos sensación de dolor, por otra parte, en los que se aplica una intensidad menor, no se observa que el umbral de dolor vaya en aumento con el paso de los minutos. La intensidad es un parámetro clave en el estudio de aumento de umbral de dolor en la presión experimental inducida en sujetos sanos.

## Bibliografía

1. Jonson MI: Transcutaneous electrical nerve stimulation, in Watson T (ed) : Electrotherapy: Evidence Based Practice, 11 th Edition . Edinburg, UK. Churchill Livingstone , 2008, pp 253 – 296.
2. Walsh DM, Foster NE, Baxter GD, et al. Transcutaneous nerve stimulation. Relevante of stimulation parameters to neurophysiological and hypoalgesic effects. Am J Phys Med Rehabil 1995
3. Melzack R. Prolonged relief of pain by brief, intense transcutaneous somatic stimulation. Pain. 1975; 1:357–373.
4. Fox EJ, Melzack R. Transcutaneous electrical stimulation and acupuncture. Comparison of treatment for low-back pain. Pain. 1976; 2:141–148.
5. Wang B, Tang J, White PF, et al. Effect of the intensity of transcutaneous acupoint electrical stimulation on the postoperative analgesic requirement. Anesth Analg. 1997; 85: 406–413.
6. Chen, C; Tabasam,G; Johnson, M. I, et al. Does the pulse frequency of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) influence hypoalgesia?: A systematic review of studies using experimental pain and healthy human participants. Physiotherapy, 2008; 94, 1, 11-20.
7. Chen, C. C., & Johnson, M. I. An investigation into the hypoalgesic effects of high- and low-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on experimentally-induced blunt pressure pain in healthy human participants. The Journal of Pain: Official Journal of the American Pain Society, 2010; 11, 1, 53-61.

Tablas y figuras

Tabla 1

Comparaciones por pares

Medida: MEASURE\_1

Tiempo	(I)tratamiento	(J)tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Error tít.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia <sup>a</sup>		
							Límite inferior	Límite superior	
dimension1	1	dimension3	2	-,059	,091	1,000	-,286	,167	
			3	-,272	,110	,054	-,547	,003	
			1	,059	,091	1,000	-,167	,286	
		dimension2	dimension3	3	-,213	,092	,076	-,441	,016
				1	,272	,110	,054	-,003	,547
				2	,213	,092	,076	-,016	,441
	2	dimension3	2	-,879 <sup>*</sup>	,146	,000	-1,243	-,515	
			3	-1,231 <sup>*</sup>	,163	,000	-1,637	-,826	
			1	,879 <sup>*</sup>	,146	,000	,515	1,243	
		dimension2	dimension3	3	-,352 <sup>*</sup>	,111	,009	-,630	-,074
				1	1,231 <sup>*</sup>	,163	,000	,826	1,637
				2	,352 <sup>*</sup>	,111	,009	,074	,630
3	dimension3	2	-1,215 <sup>*</sup>	,128	,000	-1,535	-,895		
		3	-1,570 <sup>*</sup>	,146	,000	-1,935	-1,204		
		1	1,215 <sup>*</sup>	,128	,000	,895	1,535		
	dimension2	dimension3	3	-,355 <sup>*</sup>	,137	,040	-,697	-,012	
			1	1,570 <sup>*</sup>	,146	,000	1,204	1,935	
			2	,355 <sup>*</sup>	,137	,040	,012	,697	

Basadas en las medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 2

Comparaciones por pares

Medida: MEASURE\_1

tratamiento	(I)tiempo	(J)tiempo		Diferencia de medias (I-J)	Error ttp.	Sig. <sup>a</sup>	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia <sup>a</sup>	
							Límite inferior	Límite superior
dimension1	1	1 dimension3	2	-,093	,127	1,000	-,409	,223
			3	,058	,124	1,000	-,250	,366
		dimension2	2 dimension3	1	,093	,127	1,000	-,223
	3			,151	,129	,740	-,170	,472
	dimension2	3 dimension3	1	-,058	,124	1,000	-,366	,250
			2	-,151	,129	,740	-,472	,170
		2	1 dimension3	2	-,913*	,120	,000	-1,212
	3			-1,098*	,169	,000	-1,520	-,676
	dimension2		2 dimension3	1	,913*	,120	,000	,614
3		-,185		,149	,663	-,556	,186	
dimension2	3 dimension3	1	1,098*	,169	,000	,676	1,520	
		2	,185	,149	,663	-,186	,556	
	3	1 dimension3	2	-1,052*	,190	,000	-1,525	-,580
3			-1,240*	,178	,000	-1,683	-,796	
dimension2		2 dimension3	1	1,052*	,190	,000	,580	1,525
	3		-,187	,132	,492	-,517	,142	
dimension2	3 dimension3	1	1,240*	,178	,000	,796	1,683	
		2	,187	,132	,492	-,142	,517	

Basadas en las medias marginales estimadas.

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Fig. 1. colocación de los electrodos.

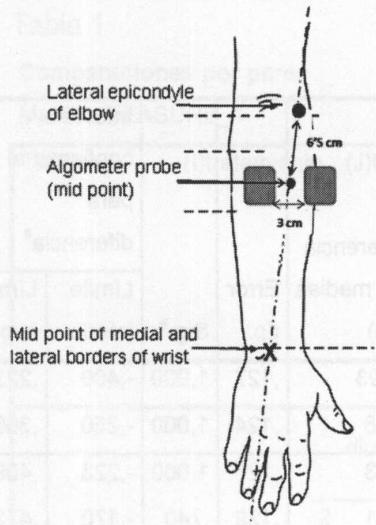


Fig. 2. Ejemplo de cegar el estudio.

