



Original

## La estimulación nerviosa transcutánea disminuye el dolor del hombro ipsilateral postoracotomía. Estudio prospectivo aleatorizado



Pedro Esteban González\*, Nuria M. Novoa y Gonzalo Varela

Servicio de Cirugía Torácica, Hospital Clínico Universitario de Salamanca, Salamanca, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 27 de julio de 2014

Aceptado el 3 de noviembre de 2014

On-line el 30 de diciembre de 2014

#### Palabras clave:

Dolor de hombro

Estimulación eléctrica nerviosa transcutánea

Rango de movilidad del hombro

Toracotomía lateral sin sección muscular

### R E S U M E N

**Objetivo:** La posición del paciente durante la toracotomía axilar puede producirle alteraciones postoperatorias por dolor y disminución de la movilidad del hombro. En este estudio pretendemos evaluar si la aplicación de un programa estandarizado de analgesia mediante estimulación eléctrica transcutánea (TENS) disminuye el dolor e incrementa la recuperación de la movilidad de la articulación del lado intervenido en estos pacientes.

**Método:** Ensayo clínico monocéntrico aleatorizado simple ciego, en pacientes sometidos a resección pulmonar por minitoracotomía axilar sin sección muscular. Los pacientes fueron tratados durante 30 min cada 8 h con dispositivos TENS, desde el día siguiente a la intervención. Se realizaron registros del dolor y movilidad del miembro afectado todos los días a la misma hora durante los primeros 3 días postoperatorios. Para evaluar el dolor se utilizó una escala visual analógica, y para valorar la movilidad del hombro, un goniómetro. Los valores obtenidos se compararon entre los 2 grupos mediante un test no paramétrico.

**Resultados:** Se han incluido 50 casos, 25 en el grupo experimental y 25 en el grupo control. La edad media del grupo control es de 62,76 años, y la del grupo expuesto, de 63,4 años. No se han obtenido diferencias significativas en la movilidad del hombro en ninguno de los días postoperatorios. El dolor a la flexión del hombro durante los días segundo ( $p=0,03$ ) y tercero ( $p=0,04$ ) fue significativamente menor en los pacientes del grupo experimental.

**Conclusiones:** El uso de TENS disminuye el dolor a la flexión del hombro en pacientes sometidos a toracotomía axilar para resección pulmonar.

© 2014 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Reduces Post-Thoracotomy Ipsilateral Shoulder Pain. A Prospective Randomized Study

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Post-thoracotomy shoulder pain

Transcutaneous electrical nerve stimulation

Shoulder range of motion

Muscle-sparing thoracotomy

**Objectives:** The patient's position during an axillary thoracotomy can cause postoperative pain and decrease mobility of the ipsilateral shoulder. In this study, we assessed whether the implementation of a standardized analgesia program using transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) decreases local pain and improves ipsilateral shoulder mobility.

**Method:** Randomized, single-blind, single-center clinical trial of 50 patients who had undergone anatomical lung resection via axillary muscle-sparing thoracotomy. Patients were treated with TENS devices for 30 minutes every 8 hours, beginning on postoperative day 1. Pain and mobility of the affected limb were recorded at the same time on postoperative days 1 through 3. A visual analogue scale was used for pain assessment and shoulder mobility was assessed with a goniometer. Results were compared using a non-parametric test.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: peg@usal.es (P. Esteban González).

**Results:** Twenty-five patients were randomized to each group. Mean age of the control group was  $62.7 \pm 9.3$  years and  $63.4 \pm 10.2$  years in the experimental group. Shoulder mobility parameters were similar in both groups on all postoperative days. However, pain during flexion significantly decreased on day 2 ( $P = .03$ ) and day 3 ( $P = .04$ ) in the experimental group.

**Conclusion:** The use of TENS decreases pain from shoulder flexion in patients undergoing axillary thoracotomy for pulmonary resection.

© 2014 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

El dolor agudo postoperatorio aumenta el sufrimiento del paciente, pero además produce alteraciones fisiopatológicas que pueden aumentar la tasa de complicaciones postoperatorias, retrasar la recuperación y aumentar los costes hospitalarios. En el primer documento de consenso de dolor postoperatorio elaborado en España, en 2005<sup>1</sup>, se define el dolor postoperatorio como «aquel que aparece como consecuencia del acto quirúrgico», pero a su vez se le da un sentido más amplio al término y se refiere al dolor perioperatorio, expresado este como «aquel dolor presente en un paciente quirúrgico a causa de una enfermedad previa, del procedimiento quirúrgico o de una combinación de ambos».

El dolor de hombro postoracotomía se caracteriza por ser ipsilateral, periarticular, difuso e independiente del dolor provocado por la toracotomía. Tiene un origen todavía no bien precisado, pues se ha relacionado con lesión muscular producida directamente con la toracotomía, la irritación pleural secundaria al procedimiento quirúrgico y con la reactivación de lesiones previas de la articulación<sup>2</sup>. Hasta un 75% de los pacientes sometidos a una toracotomía presentan dolor, de moderado a severo, a pesar de utilizar analgesia epidural en el periodo postoperatorio inmediato<sup>3</sup>.

Disponemos de varios y variados recursos para el control del dolor; fundamentalmente el tratamiento farmacológico, los bloqueos nerviosos y otras técnicas no farmacológicas que engloban la relajación, la acupuntura, la hipnosis y la estimulación nerviosa sensitiva transcutánea (TENS). Sin embargo, en el momento actual los pacientes siguen viendo alterada su calidad de vida inmediata postoperatoria por el dolor en el hombro pese a la utilización «más o menos estandarizada» de los diferentes recursos, sobre todo el farmacológico.

En este estudio hemos investigado si la utilización del TENS aplicado en un ensayo aleatorizado simple ciego es efectivo para disminuir el dolor postoracotomía en el hombro ipsilateral e incrementa la recuperación funcional de dicha articulación.

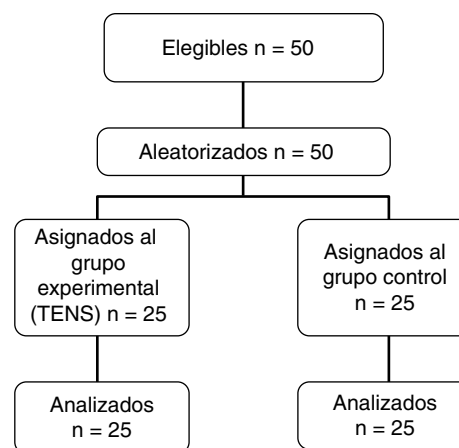
## Método

### Diseño

Ensayo clínico aleatorizado, simple ciego, en pacientes sometidos a resección pulmonar en el Servicio de Cirugía Torácica del Hospital Universitario de Salamanca mediante toracotomía axilar sin sección muscular.

### Población

Se han incluido en el estudio, de forma prospectiva, un total de 50 pacientes programados para resección pulmonar entre febrero de 2013 y octubre de 2013 (fig. 1). Los casos se seleccionaron de acuerdo con los siguientes criterios: pacientes que fueran a ser intervenidos de resección pulmonar mayor que no precisara una resección de pared y en los que se realizó un abordaje mediante



**Figura 1.** Diagrama de flujo del progreso de los sujetos a través del estudio.

toracotomía axilar sin sección muscular. La elección de los pacientes tuvo lugar en la consulta externa previamente al ingreso por los cirujanos de la unidad. Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado por su participación en el estudio, que había sido aprobado por el comité de ética hospitalario. Los criterios de exclusión fueron: haber recibido tratamiento de inducción con quimioterapia o radioterapia y presentar patología articular previa que impidiera la movilidad normal de la articulación del hombro. También se consideraron criterios de exclusión las contraindicaciones para el uso de TENS, tales como la presencia de un marcapasos y la infección de la herida quirúrgica.

Antes de la inducción anestésica, a todos los pacientes se les colocó un catéter epidural para analgesia intraoperatoria y postoperatoria, a nivel D5-D7. Para la analgesia se utilizó ropivacaína al 0,2% en perfusión continua a través del catéter a 6-8 ml/h y se combinó con paracetamol y medicación antiinflamatoria no esteroidea (AINE) (ibuprofeno) o metamizol, dependiendo de la existencia de posibles alergias, pautados cada 8 h. El catéter epidural se retiró a las 48 h de la intervención. En algunos casos se añadió tramadol 50 mg cada 8 o 12 h por vía oral una vez retirado el catéter epidural.

La colocación del paciente en quirófano se realizó de forma estándar: decúbito lateral contralateral al hemitórax de la lesión; inducción de una zona de flexión a la altura de la apófisis xifoides; brazo declive apoyado en un reposabrazos con fijación en posición segura de la muñeca en flexión; brazo ipsilateral en abducción a 90 grados y con flexión del codo a 90-100 grados. El brazo se sujetó mediante cinchas, previa comprobación de la ausencia de tensión en la zona del hombro, y se aseguró la correcta posición de la mano para evitar lesiones del nervio radial (fig. 2).

Tras el procedimiento quirúrgico, todos los pacientes fueron extubados en la mesa de quirófano y trasladados a la sala de reanimación postoperatoria, donde iniciaron los ejercicios de fisioterapia postoperatoria como está planificado y publicado previamente por Varela et al.<sup>4</sup> A las 24 h del procedimiento todos los pacientes



**Figura 2.** Posición estándar del paciente en quirófano.

estaban levantados, caminando y realizando ejercicio aeróbico en cicloergómetro sin carga durante 15 min, 2 veces al día.

#### *Materiales*

Para realizar el estudio se utilizaron dispositivos Apex® DIGI-COMBO, que proporcionan una onda bifásica asimétrica, con una frecuencia de 80 Hz y una anchura de impulsos de 120  $\mu$ s. Se colocaron 4 electrodos autoadhesivos reutilizables, sin látex, con gel de larga duración, de 50  $\times$  50 cm, con película de carbono marca Key Life S.L., que fueron colocados de la siguiente manera: 2 electrodos a ambos lados de la incisión quirúrgica (a 2 cm de la herida) y otros 2 en el hombro, uno en la cara anterior y el otro en la cara posterior (fig. 3).

#### *Aleatorización y protocolo de tratamiento*

Los pacientes fueron asignados al grupo control o al grupo experimental utilizando una serie de números aleatorios creada en Excel® a tal propósito. La asignación de pacientes se realizó respetando el orden de ingreso en la planta de hospitalización el día de su llegada para ser intervenidos. La consulta de la serie de números se hizo de tal forma que se desconocía la asignación del siguiente paciente hasta el momento de su ingreso.

Durante el tiempo de estudio, los pacientes siguieron el mismo protocolo general de fisioterapia perioperatoria<sup>4</sup>, que no incluye movilización activo-asistida específica del hombro. El protocolo de electroestimulación TENS para ambos grupos fue de 30 min, pausados cada 8 h, desde el día siguiente a la intervención quirúrgica. A los pacientes del grupo control se les colocó un dispositivo manipulado para no emitir corriente, pero indistinguible del dispositivo estándar. El fisioterapeuta que desarrolló la investigación fue el



**Figura 3.** Posición del TENS.

encargado de realizar las medidas pre y postoperatorias y de la colocación del TENS.

#### *Variables registradas*

Se registraron las siguientes variables demográficas para caracterizar la población de estudio: edad, sexo, peso y altura.

En el momento del ingreso a todos los pacientes se les realizó una valoración inicial que consistió en un estudio del hombro problema dirigido a medir la amplitud articular en flexión, rotación interna y externa y abducción mediante un goniómetro, y se midió la intensidad del dolor usando una escala analógica visual milimetrada (EVA: rango 0-10) en cada movimiento.

A partir de las primeras 24 h poscirugía se realizó un registro diario, durante los 3 primeros días y a la misma hora, del dolor y de la movilidad del hombro problema, utilizando el goniómetro y la EVA. Todos estos registros de dolor, flexión, rotación interna y externa y abducción del hombro ipsilateral a la cirugía forman el grupo de las variables de estudio.

#### *Análisis de los datos*

Estudio descriptivo y comparativo mediante pruebas paramétricas o no paramétricas de las variables demográficas y de las variables de estudio según fuera apropiado una vez realizado el análisis de ajuste a la normalidad. Los estudios comparativos se realizaron utilizando pruebas paramétricas o no paramétricas dependiendo de la distribución de la variable analizada. El estudio se realizó mediante el paquete estadístico Stata 12.1.

**Tabla 1**  
Variables demográficas de los pacientes incluidos en el estudio

	Grupo control	Grupo TENS	p <sup>a</sup>
Varones	19	21	0,72
Edad	62,76	63,4	0,8
Peso (kg)	71,9	74,9	0,43
Altura (m)	1,64	1,67	0,16
Índice de masa corporal	26,6	26,6	0,97

<sup>a</sup> Estudio comparativo realizado mediante prueba T de Student.

**Tabla 2**  
Datos registrados de dolor con la movilidad del hombro ipsilateral a la toracotomía del día del ingreso y los 3 días postoperatorios (PO) iniciales (mediana y rango)

Intensidad de dolor	Grupo control	Grupo TENS	p <sup>a</sup>
Flexión al ingreso	0	0	0,31
Flexión día 1 PO	1 (0-6)	0(0-7)	0,59
Flexión día 2 PO	1 (0-7)	0(0-5)	0,03
Flexión día 3 PO	1 (0-6)	0(0-6)	0,04
Abducción al ingreso	0	0	1
Abducción día 1 PO	0(0-6)	0(0-8)	0,9
Abducción día 2 PO	1 (0-5)	0(0-8)	0,07
Abducción día 3 PO	0(0-6)	0(0-9)	0,1
Rotación interna al ingreso	0	0(0-2)	0,15
Rotación interna 1 PO	0(0-6)	0(0-8)	0,72
Rotación interna 2 PO	0(0-6)	0(0-4)	0,49
Rotación interna 3 PO	0(0-3)	0(0-3)	0,75

<sup>a</sup> Comparación establecida mediante la prueba U de Mann-Whitney.

**Tabla 3**  
Grados de movilidad conseguida del hombro ipsilateral a la toracotomía del día del ingreso y los 3 días postoperatorios (PO) iniciales (moda y rango)

	Grupo control	Grupo TENS
Grados de flexión al ingreso	180(180-180)	180(180-180)
Flexión día 1 PO	180(100-180)	180(160-180)
Flexión día 2 PO	180(150-180)	180(160-180)
Flexión día 3 PO	180(180-180)	180(160-180)
Grados de rotación externa al ingreso	90(90-90)	90(90-90)
Rotación externa día 1 PO	90(90-90)	90(85-90)
Rotación externa día 2 PO	90(80-90)	90(90-90)
Rotación externa día 3 PO	90(85-90)	90(90-90)
Grados de rotación interna al ingreso	90(85-90)	90(90-90)
Rotación interna día 1 PO	90(80-90)	90(85-90)
Rotación interna día 2 PO	90(85-90)	90(85-90)
Rotación interna día 3 PO	90(85-90)	90(85-90)
Grados de abducción al ingreso	120(120-120)	120(120-120)
Abducción día 1 PO	120(100-120)	120(80-120)
Abducción día 2 PO	120(80-120)	120(100-120)
Abducción día 3 PO	120(100-120)	120(100-120)

Comparación establecida mediante la prueba U de Mann-Whitney. Todas las comparaciones fueron estadísticamente no significativas ( $p > 0,9$ ).

## Resultados

Se incluyeron un total de 50 pacientes, 25 en cada grupo del estudio. Las características demográficas recogidas son estadísticamente similares entre los grupos (tabla 1). Es destacable que el 80% de los pacientes de la serie son varones. Todos los pacientes cumplieron el protocolo completo de tratamiento. No hubo complicaciones, intolerancias ni otros problemas que obligaran a suspender la intervención con el TENS en ninguno de los 50 enfermos.

Los valores del dolor y de la movilidad del hombro postoperatorios fueron similares en los 2 grupos (tablas 2 y 3), excepto en la intensidad del dolor a la flexión en los días 2 y 3 postoperatorios, que mostraron ser significativamente menores en los pacientes dentro del grupo experimental (fig. 4).

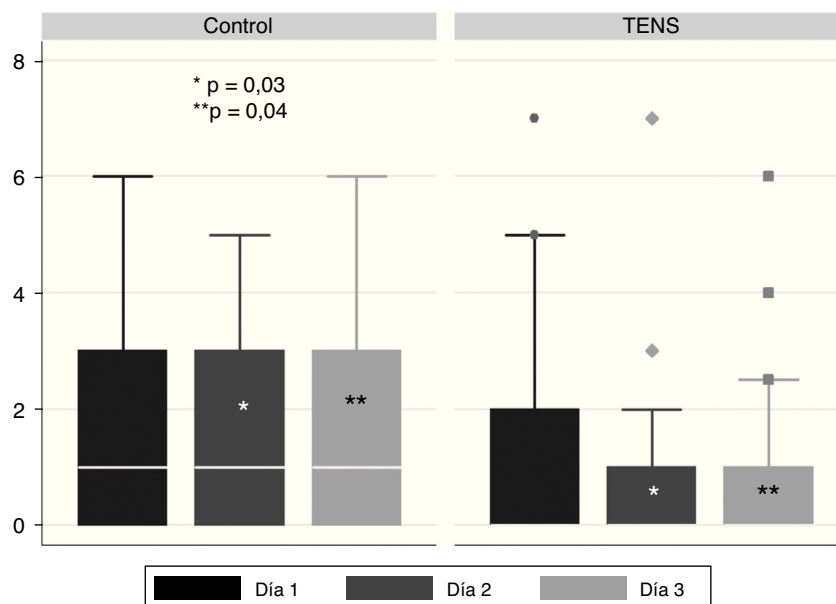
## Discusión

En el presente estudio hemos investigado la disminución del dolor de la articulación del hombro y su recuperación funcional, desde un punto de vista dinámico, realizando un estudio analítico de los movimientos articulares del hombro: la flexión, la abducción y las rotaciones externa e interna. Los resultados indican que el empleo del TENS solo es útil a partir del segundo día postoperatorio y para un movimiento concreto: la flexión. Sin embargo, para este movimiento encontramos que la disminución en la escala de dolor es clínicamente relevante, lo que favorece la normalización de la actividad de los miembros superiores, implicada en multitud de movimientos y actividades de la vida diaria.

El origen del dolor de hombro postoracotomía todavía no está suficientemente aclarado. Se ha relacionado con varios mecanismos, y cada uno de ellos tiene un tratamiento específico. Las diferentes teorías se pueden resumir en 2 hipótesis bien diferenciadas: una que lo relaciona con el dolor por la inflamación pleural que transmite el nervio frénico<sup>2,5-8</sup>, y otra que tiene que ver con una lesión perioperatoria o reactivación de una lesión previa del hombro<sup>2,9-12</sup> en sí mismo. El dolor referido por el nervio frénico está en relación con el procedimiento quirúrgico realizado y debería controlarse bien mediante analgesia epidural. Sin embargo, el que tiene que ver con una lesión en la articulación no debe responder a la analgesia epidural y debería responder mejor al tratamiento con AINE, entre otros fármacos. En nuestro caso, a todos los pacientes se les colocó un catéter para analgesia epidural y recibieron tratamiento antiinflamatorio además de la analgesia, a pesar de lo cual presentaron dolor en la movilización del hombro. Es indudable que la lesión de la musculatura de la pared torácica (dorsal ancho, serrato anterior y músculos pectorales) tiene una repercusión importante sobre el grado de dolor y limitación funcional del hombro por las acciones que realizan estos músculos sobre la movilidad de la extremidad superior<sup>13</sup>. En nuestro caso, dado el tipo de toracotomía realizada, solo podemos relacionar los cambios en la funcionalidad con la lesión del músculo serrato mayor. Por su inserción en la escápula es fundamental para la flexión de la extremidad superior, y es en este movimiento en el que conseguimos aliviar el dolor con la introducción de este sistema de analgesia. Se sabe que el TENS funciona mediante el bloqueo medular de los impulsos nociceptivos que son transmitidos por fibras lentas amielínicas utilizando la sobreestimulación producida por un impulso que se conduce por fibras mielinizadas y, por lo tanto, de transmisión mucho más rápida. Es lo que se conoce como la teoría del *gate-control*<sup>14</sup>.

El rango de dolor que refieren los pacientes puede llegar a ser alto puntualmente, pues varía entre 0 y 6 incluso en el tercer día postoperatorio. Aunque el dolor se presenta fundamentalmente en la flexión, algunos pacientes muestran dolor, en general de menor intensidad, con la realización de otros movimientos (tabla 2). Este dolor no está en relación con la lesión muscular producida por la cirugía y debe estar en relación con cualquiera de las otras teorías que se postulan.

Existen bastantes estudios que evalúan la efectividad del TENS en la reducción del dolor. Muchos de ellos han sido diseñados para valorar la disminución de los requerimientos de analgesia en presencia de dolor musculoesquelético. Johnson y Martinson<sup>15</sup> publicaron recientemente un metaanálisis para valorar la eficacia del TENS en la disminución del dolor musculoesquelético crónico de cualquier localización. Incluyeron 38 trabajos con un total de 1.227 pacientes y demostraron una disminución del dolor muy importante ( $p < 0,0005$ ) en los individuos que habían recibido tratamiento con TENS frente al grupo placebo. Si nos referimos al dolor agudo postoracotomía, también encontramos estudios<sup>16-20</sup> que avalan la eficacia del TENS en la disminución del dolor en el hemitórax intervenido, así como la disminución de la necesidad de analgesia y la



**Figura 4.** Gráfico comparativo que muestra la distribución de los valores de dolor en los 3 días postoperatorios al realizar la flexión del hombro.

mejora de otros parámetros, como los de la función respiratoria. Aunque la mayoría de los estudios demuestran beneficios, otros encuentran pocos efectos o resultados iguales con otras terapias. Stubbing y Jellicoe<sup>21</sup> no encontraron cambios estadísticamente significativos en las necesidades de analgesia oral ni en las mediciones de *peak-flow* realizadas a los pacientes entre los grupos control y experimental en los que se utilizó el TENS. Benedetti et al.<sup>22</sup>, en un estudio que incluía 324 pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos de diferentes tipos, concluyeron que el TENS no era efectivo en el grupo sometido a una toracotomía posterolateral, pero sí en otros abordajes torácicos como la esternotomía media y la cirugía videotoracoscópica, que producen un dolor leve o moderado. En esa misma línea, Freynet y Falcoz<sup>23</sup>, en un trabajo posterior, encontraron que el TENS no era eficaz para controlar el dolor como único agente analgésico tras la toracotomía posterolateral, pero que era muy útil para el control del dolor tras un abordaje con minitoracotomía sin sección muscular o tras procedimientos videoasistidos. Estos autores encontraron una disminución en las necesidades de opiáceos, mejoras en las mediciones de la capacidad vital forzada y mejoras en los grados de movilización del tórax y del hombro.

Tras una exhaustiva búsqueda no hemos encontrado trabajos que analicen específicamente la eficacia del TENS en el dolor de hombro postoracotomía, por lo que no es posible comparar nuestros resultados con otros trabajos publicados, lo que hace de este un estudio muy novedoso. De los datos recogidos hay que resaltar especialmente un aspecto: que el rango de amplitud articular está muy poco afectado en nuestros pacientes desde el día 1 postoperatorio. Reeve et al.<sup>24</sup>, en un estudio aleatorizado, analizaron, entre otros parámetros, la influencia de la fisioterapia perioperatoria en la movilización del hombro. Los pacientes del grupo experimental realizaron ejercicios de fisioterapia específica sobre el hombro dentro de un protocolo más amplio de intervenciones. Los ejercicios se iniciaron antes de la cirugía, se mantuvieron en el postoperatorio inmediato y se instruyó a los pacientes para que los siguieran haciendo después del alta. Del análisis de los datos, los autores concluyen que la inclusión de un programa específico de fisioterapia mejora el dolor general y el del hombro específicamente, pero no encontraron diferencias en la amplitud de los movimientos de la extremidad superior, en su fuerza ni en la calidad de vida general evaluada entre grupos. Sin embargo, al analizar sus tablas, llama

la atención que la amplitud de movimientos que demuestran los enfermos incluidos es mucho menor que el que nosotros hemos registrado (tabla 3). No tenemos una clara explicación para este hallazgo, que quizá pudiera estar en relación con la pauta analgésica general utilizada, que los autores del otro trabajo<sup>24</sup> no especifican.

Este estudio tiene algunas limitaciones que deben ser comentadas. La primera es que incluye una muestra pequeña de pacientes. Sin embargo, al tratarse de un diseño aleatorizado y ciego para el paciente, y ser los grupos similares, sus conclusiones son muy robustas. La segunda limitación está en la pequeña variabilidad que se produce al posicionar los pacientes en quirófano. Esta variable no se puede controlar, salvo que sea siempre la misma persona la que posiciona al paciente, y puede influir en el grado de dolor que muestran los pacientes en el postoperatorio. La tercera limitación a tener en cuenta es la subjetividad que existe en la percepción y la manifestación del dolor. Este problema no puede ser resuelto completamente, aunque la escala analógica de dolor empleada está ampliamente validada.

Como conclusión, el uso de TENS disminuye el dolor a la flexión del hombro en pacientes sometidos a toracotomía axilar, y ha pasado a formar parte de los recursos para el tratamiento postoperatorio de nuestros pacientes. Se podría investigar si este resultado influye en la calidad de vida postoperatoria de los pacientes, ya que la flexión de hombro está implicada en la mayoría de los movimientos de la vida diaria.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no tenemos ningún conflicto de intereses que pueda causar algún sesgo en el trabajo adjunto.

#### Bibliografía

1. AEC, GEDOS, SEDAR y SED. Dolor postoperatorio en España. Primer documento de consenso. Madrid: Editorial Imago Concept & Image Development; 2005.
2. MacDougall P. Postthoracotomy shoulder pain: Diagnosis and management. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2008;21:12-5.
3. Burgess FW. Epidural versus intravenous fentanyl following thoracotomy. *Anesthesiology.* 1993;79:621-3.
4. Varela G, Novoa NM, Agostini P, Ballesteros E. Chest physiotherapy in lung resection patients: State of the art. *Semin Thorac Surg.* 2011;23:297-306.

5. Martínez-Barenys C, Busquets J, de Castro PE, García-Guasch R, Pérez J, Fernández E, et al. Randomized double-blind comparison of phrenic nerve infiltration and suprascapular nerve block for ipsilateral shoulder pain after thoracic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2011;40:106–12.
6. Pennefather SH, Akrofi ME, Kendall JB, Russell GN, Scawn ND. Double-blind comparison of intrapleural saline and 0.25% bupivacaine for ipsilateral shoulder pain after thoracotomy in patients receiving thoracic epidural analgesia. *Br J Anaesth*. 2005;94:234–8.
7. Mac TB, Girard F, Chouinard P, Boudreault D, Lafontaine ER, Ruel M, et al. Acetaminophen decreases early post-thoracotomy ipsilateral shoulder pain in patients with thoracic epidural analgesia: A double-blind placebo-controlled study. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2005;19:475–8.
8. Gerner P. Postthoracotomy pain management problems. *Anesthesiol Clin*. 2008;26:355–67.
9. Ozyuvaci E, Akyol O, Sitalci T, Dübüs T, Topacoglu H, Leblebici H, et al. Preoperative ultrasound-guided suprascapular nerveblock for postthoracotomy shoulder pain. *Curr Ther Resp Clin Exp*. 2013;74:44–8.
10. Bunchungmongkol N, Pipanmekaporn T, Paiboonworachat S, Saeteng S, Tantraworasin A. Incidence and risk factors associated with ipsilateral shoulder pain after thoracic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2014;28:991–4.
11. Ohmori A, Iranami H, Fujii K, Yamazaki A, Doko Y. Myofascial involvement of supra- and infraspinatus muscles contributes to ipsilateral shoulder pain after muscle-sparing thoracotomy and video-assisted thoracic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2013;27:1310–4.
12. Saha S, Brish EL, Lowry AM, Boddu K. In select patients, ipsilateral post-thoracotomy shoulder pain relieved by suprascapular nerve block. *Am J Ther*. 2011;18:309–12.
13. Li WWL, Lee TW, Yim APC. Shoulder function after thoracic surgery. *Thorac Surg Clin*. 2004;14:331–43.
14. Melzack R, Wall P. Pain mechanisms A new theory. *Science*. 1965;150:971–9.
15. Johnson M, Martinson M. Efficacy of electrical nerve stimulation for chronic musculoskeletal pain: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Pain*. 2007;130:157–65.
16. Fiorelli A, Morgillo F, Milione R, Pace MC, Passavanti MB, Laperuta P., et al. Control of post-thoracotomy pain by transcutaneous electrical nerve stimulation: Effect on serum cytokine levels, visual analogue scale, pulmonary function and medication. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2011;0:1–8.
17. Solak O, Turna A, Pekcolaklar A, Metin M, Sayar A, Solak O, et al. Transcutaneous electric nerve stimulation for the treatment of postthoracotomy pain: A randomized prospective study. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2007;55:182–5.
18. Erdogan M, Erdogan A, Erbil N, Karakaya HK, Demircan A. Prospective, randomized, placebo-controlled study of the effect of TENS on postthoracotomy pain and pulmonary function. *World J Surg*. 2005;29:1563–70.
19. Rocha VM, Almeida CA, Carvalho CA, Lantarón EM, Teixeira T. Comportamiento del dolor y el uso de la estimulación eléctrica nerviosa transcutánea en el postoperatorio de cirugías torácicas. *Fisioterapia*. 2001;23:200–5.
20. Warfield CA, Stein JM, Frank HA. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain after thoracotomy. *Ann Thorac Surg*. 1985;39:462–5.
21. Stubbing JF, Jellicoe JA. Transcutaneous electrical nerve stimulation after thoracotomy. Pain relief and peak expiratory flow rate—a trial of transcutaneous electrical nerve stimulation. *Anaesthesia*. 1988;43:296–8.
22. Benedetti F, Amanzio M, Casadio C, Cavallo A, Cianci R, Giobbe R, et al. Control of postoperative pain by transcutaneous electrical nerve stimulation after thoracic operations. *Ann Thorac Surg*. 1997;63:773–6.
23. Freynet A, Falcoz PE. Is transcutaneous electrical nerve stimulation effective in relieving postoperative pain after thoracotomy? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2010;10:283–8.
24. Reeve J, Stiller K, Nicol K, McPherson KN, Birch P, Gordon IR, et al. A postoperative shoulder exercise program improves function and decreases pain following open thoracotomy: A randomized trial. *J Physiother*. 2010;56:245–52.