

## Tratamiento de la tendinitis calcificante del hombro mediante iontoforesis con ácido acético y ultrasonidos

J. RIOJA TORO, M. ROMO MONJE, E. CANTALAPIEDRA PUENTES, A. GONZÁLEZ REBOLLO y E. BLÁZQUEZ SÁNCHEZ

Servicio de Rehabilitación. Hospital Universitario del Río Hortega. Valladolid.

---

**Resumen.**—Objetivo: Valorar la eficacia del tratamiento combinado de iontoforesis con ácido acético y ultrasonidos en la tendinitis calcificante del hombro.

**Pacientes y métodos:** En el estudio prospectivo han participado 34 pacientes; edad media: 48 años y nueve meses. Incidencia por sexos: 23 mujeres y 11 hombres. Hombro más afectado: derecho (21 pacientes), cuatro afectación bilateral. Se valoró antes de iniciar el tratamiento, grado de dolor (escala analógica visual) y tamaño de la calcificación (radiología simple). Tras 20 y 40 sesiones se hizo una nueva valoración de la intensidad del dolor y del tamaño de la calcificación.

El tratamiento consistió en iontoforesis con ácido acético al 5% (cinco días/semana), seguido de ultrasonidos pulsantes durante cinco minutos (área de radiación efectiva de 5 cm).

**Resultados:** Tras 20 sesiones, en el 35,9% de los hombros tratados no hubo dolor y desapareció la calcificación. En el 64,1% el dolor disminuyó un 57% de su intensidad inicial por término medio y la calcificación persistía igual o de menor tamaño. Tras 40 sesiones, los resultados globales fueron: en el 46% de los hombros tratados desapareció la calcificación y en el 18% disminuyó; supone un 64% de hombros en los que se modificó la calcificación. El dolor disminuyó, por término medio, un 85% de su intensidad inicial al finalizar el tratamiento.

**Conclusión:** el tratamiento es eficaz en la tendinitis calcificante del hombro, tanto en la modificación del tamaño de la calcificación, como en la solución del cuadro doloroso.

**Palabras clave:** Tendinitis. Calcinosis. Iontoforesis. Terapia ultrasónica. Hombro doloroso.

---

### TREATMENT OF CALCIFYING TENDINITIS OF THE SHOULDER BY ACETIC ACID IONTOPHORESIS AND ULTRASOUND

**Summary.**—Objective: Assess the efficacy of combined treatment acetic acid iontophoresis and ultrasounds in calcifying tendinitis of the shoulder.

---

Trabajo recibido el 12-VII-00. Aceptado el 11-III-01.

Rehabilitación (Madr) 2001;35(3):166-170

**Patients and methods:** 34 patients, with a mean age of 48 years and 9 months, participated in the prospective study. Incidence per gender: 23 women and 11 men. Most involved shoulder: right (21 patients), 4 bilateral involvements. The degree of pain (visual analogic scale), and calcification size (simple X-ray) were assessed prior to initiating treatment. After 20 and 40 sessions, a new assessment was carried out on the pain intensity and calcification size.

The treatment consisted in acetic acid iontophoresis at 5% (5 days/week), followed by pulsating ultrasounds for 5 minutes (5 cm effective radiation area).

**Results:** After 20 sessions, 35.9% of the shoulders treated were pain free and the calcification had disappeared. In 64.1%, the pain decreased by 57% of their initial intensity on an average and the calcification remained the same or was smaller. After 40 sessions, the global results were: the calcification had disappeared in 46% of the shoulders treated and decreased in 18%, which means that the calcification had changed in 64% of the shoulders. The pain decreased, on an average, by 85% of its initial intensity on completion of the treatment.

**Conclusion:** The treatment is efficacious in calcifying tendinitis of the shoulder for both the modification of the calcification size as well as the solution of the pain picture.

**Key words:** Tendinitis. Calcinosis. Iontophoresis. Ultrasound treatment. Painful shoulder.

---

### INTRODUCCIÓN

La tendinitis calcificante es una afección que suele aparecer en la etapa media de la vida y que se caracteriza por formar depósitos de fosfato o carbonato cálcico y que, cuando afecta al hombro, su localización preferente es en el tendón de los músculos rotadores (a 1 ó 2 cm de su inserción en el troquíter) o en la bolsa serosa subacromial (1).

Aunque puede tener antecedentes traumáticos, habitualmente los pacientes no la relacionan con un trau-

matismo previo y, cuando cursa sin dolor, puede ser un hallazgo radiológico (2). Si aparece sintomatología clínica esta se caracteriza por dolor, tumefacción local, aumento de la temperatura local, apreciable en la termografía, y en ocasiones limitación de la movilidad articular del hombro.

Desde el punto de vista fisiopatológico el proceso formativo de la tendinitis calcificante es aún oscuro. La mayor parte de los autores revisados (2-5) están de acuerdo en que se trata de un proceso reactivo mediado por células, en el que existe un mecanismo de metaplasia mediante el cual los tenocitos se transforman en condrocitos. Posteriormente se produce en ellos una osificación condral que es la que va a dar lugar a la formación de los depósitos de calcio dentro de la matriz de la sustancia intercelular del tendón. Durante esta fase formativa, los depósitos tienen un aspecto macroscópico de gránulos o de partículas ligeramente esféricas. Radiológicamente, su imagen es la de una calcificación densa, homogénea y bien definida. Durante este período, el dolor está ausente o es de carácter leve y puede existir limitación más o menos intensa de la movilidad.

Tras esta fase, de duración indeterminada, el proceso puede pasar a una segunda etapa denominada reabsortiva, durante la cual se produce la fagocitosis y el desprendimiento de microcristales, finalizando con la restauración completa del tendón (2, 5). El aspecto radiológico de los depósitos de calcio es de tipo algodinoso, con los contornos mal definidos, y en cuanto a la clínica el paciente refiere habitualmente, dolor intenso e impotencia funcional del hombro. Es durante esta fase, cuando los depósitos de calcio pueden llegar a reabsorberse por completo, de forma espontánea (2-4), sin que se haya llegado a conocer el mecanismo que inicia este proceso. Investigaciones exhaustivas no han encontrado variaciones en la composición microscópica de los depósitos, ni se han apreciado modificaciones en su composición química o en su estructura que puedan explicar este fenómeno de reabsorción (4).

Para algunos autores, la tendinitis calcificante constituye una entidad nosológica con características propias que la diferencian de las tendinitis degenerativas (5) y del proceso de «impingement» subacromial (6).

Desde el punto de vista clínico, en la consulta de rehabilitación nos encontramos con relativa frecuencia con hombros dolorosos en los que, radiológicamente, existe una tendinitis calcificante y que presentan una limitación del recorrido articular más o menos importante dependiendo de variaciones individuales y del tiempo transcurrido desde el inicio de los síntomas. Estos pacientes, habitualmente remitidos por el servicio de Traumatología, han sido ya tratados con

AINE o infiltraciones locales sin resultado satisfactorio y por este motivo son enviados a realizar un tratamiento de rehabilitación. Nos corresponde a nosotros, como especialistas de Medicina Física y Rehabilitación, ofrecer un tratamiento diferente que pueda resultar satisfactorio. Hasta hace algo más de dos años, hacíamos los tratamientos a base de iontoforesis con fosfato sódico de dexametasona y ultrasonidos, orientados a quitar el dolor olvidándonos de la calcificación (7). A partir de esta fecha, pensamos que la iontoforesis con ácido acético podría ayudar a reabsorber los depósitos cálcicos y a pesar de ser un tema controvertido (8-10), en el que no todos los investigadores están de acuerdo, iniciamos este trabajo. El motivo del mismo ha sido doble, por una parte pensamos en hacer una valoración de la eficacia de asociación de iontoforesis con ácido acético al 5% y ultrasonidos en la reabsorción de los depósitos cálcicos; y por otra, valorar la eficacia analgésica de esta asociación en estos procesos.

Para ello nos basamos en la hipótesis de que la iontoforesis con ácido acético es capaz de transformar el fosfato y carbonato cálcico, insolubles, en un acetato cálcico soluble (11). Para Kahn (12) el ion acetato es de polaridad negativa y es capaz de reemplazar al radical carbonato formando un acetato cálcico, que es más soluble, según esta ecuación:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 = \text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ .

La acción mecánica y térmica del haz ultrasónico (1, 13), ayudaría a disgregar la calcificación y a su reabsorción al aumentar la vascularización local.

## PACIENTES Y MÉTODO

Se ha realizado un estudio prospectivo durante un período de dos años (1998-2000), en el que han participado 34 pacientes diagnosticados de tendinitis calcificante. Todos fueron enviados al servicio de Rehabilitación por especialistas en Traumatología y la mayoría de ellos habían recibido previamente tratamiento con AINEs e infiltraciones de corticoides con escaso resultado.

Las edades estaban comprendidas entre 29 y 79 años (media de 48 años y nueve meses), 23 eran mujeres y el resto hombres, el lado más frecuentemente afectado fue el derecho (veintiuno) y cuatro casos fueron bilaterales. El tiempo de evolución medio de la sintomatología fue de dos años.

A todos los pacientes, antes de iniciar el tratamiento, se les hizo una valoración clínica y radiológica. En la valoración clínica se determinó la intensidad del dolor mediante la escala analógica visual, tanto en reposo como con la palpación sobre el troquíter, y

también se exploró la movilidad articular del o de los hombros afectados. Como característica general en todos ellos, el dolor era de intensidad moderada (tres o cuatro) según la escala analógica visual de 0 a 10; de predominio nocturno y habitualmente aumentaba si dormían sobre el hombro afecto. También se intensificaba a la palpación sobre el troquíter.

En cuanto a la movilidad, estaba conservada pero era dolorosa en los últimos grados del recorrido articular, especialmente en los movimientos de abducción, rotación externa y cuando se llevaban la mano a la espalda. Hubo un caso con movilidad articular prácticamente nula, en cualquier dirección, debido a que presentaba un cuadro de capsulitis retráctil.

Para mayor facilidad en la evaluación posterior del dolor, tanto para el paciente como para nosotros, al dolor inicial que tenía cada individuo se le dio un valor de 10 y tras las 20 sesiones de tratamiento nos indicaron cuantos puntos había disminuido, dando un nuevo valor a partir del cual calculamos el porcentaje de reducción del dolor. Así, a cada paciente se le decía que su dolor inicial lo considerara con valor de 10 y que calculara cuanto había disminuido tras 20 sesiones de tratamiento, de forma que si lo valoraba como cuatro, calculamos que se había reducido en un 60%.

La calcificación se valoró siempre mediante control radiológico y en los casos de duda se solicitó una TAC.

En cuanto al protocolo del tratamiento, los pacientes recibieron diariamente iontoforesis con ácido acético y ultrasonidos (cinco sesiones/semana). Para la técnica de iontoforesis con ácido acético, se utilizó un generador de corriente pulsada unidireccional de media frecuencia (8.000 Hz) de voltaje constante.

Elegimos la corriente continua pulsada y no directa debido a que el tratamiento iba a ser largo y, de esta forma, el riesgo de quemaduras en la piel era menor. Además, permitía aumentar la densidad de corriente sin que fuera muy molesto para el paciente. El principio activo a introducir era una solución hídrica de ácido acético al 5% exenta de iones para evitar los iones competitivos. El acetato tiene carga negativa, por lo cual esta solución se colocaba en el cátodo. Los electrodos utilizados fueron autoadhesivos y los tamaños diferentes para el ánodo y el cátodo. El cátodo (activo) se situó en la zona del troquíter con la solución de ácido acético, su tamaño era de 16 cm<sup>2</sup>; el ánodo, de mayor tamaño, se situó en una zona próxima al anterior.

La cantidad de solución de ácido acético fue aproximadamente de 3 cc, suficiente para empapar el algodón situado bajo el electrodo activo. Previamente a la colocación de los electrodos en el paciente, se inspeccionó la piel del hombro protegiendo aquellas zonas que pudieran tener alguna herida o erosión. A

TABLA 1. Evolución tras 20 sesiones de tratamiento.

39 hombros tratados	Dolor	Calcificación
Igual	8	19
Disminución	13	6
Desaparición	18	14

continuación, tras limpiar la zona con alcohol, se colocó el electrodo activo, con el algodón empapado en ácido acético, sobre el troquíter y se sujetó con un adhesivo que evitaba la evaporación de la solución. El electrodo indiferente se situó próximo, sobre la fosa supraespinosa. La intensidad de corriente calculada, para una densidad de corriente de 0,2-0,3 mA/cm<sup>2</sup> y un electrodo de 16 cm<sup>2</sup> de superficie, fue de 4,7 mA. La intensidad se fue subiendo gradualmente, según la tolerancia del paciente, hasta alcanzar los 4,7 mA y tres o cuatro minutos antes de finalizar la sesión se fue bajando poco a poco. No en todos los pacientes se pudo llegar al valor idóneo de intensidad, debido a la mayor sensibilidad cutánea y menor tolerancia. El tiempo de duración de cada sesión fue de 20 minutos.

Inmediatamente después de la iontoforesis se aplicaron, durante cinco minutos, ultrasonidos pulsantes de 1 MHz de frecuencia, con una intensidad de 1,5 w/cm<sup>2</sup> y sobre la misma zona donde estaba colocado el electrodo activo (troquíter). La relación fue de 1:5, lo que supone un Duty Cycle del 20% (tiempo de emisión de ultrasonidos y tiempo de cese de la emisión). El área de radiación efectiva del emisor ultrasónico (ERA) fue de 5 cm<sup>2</sup>.

Cuando el paciente finalizó un ciclo de 20 sesiones de tratamiento, se realizó una nueva valoración clínica, funcional y radiológica. En el caso de que el tratamiento fuera efectivo (desaparición del dolor y de la calcificación) se daba por finalizado, pero si no era así (persistencia de la calcificación o del dolor) se repetía un nuevo ciclo de 20 sesiones con la consiguiente valoración posterior.

## RESULTADOS

Se han tratado 39 hombros con dolor y tendinitis calcificante correspondientes a 35 pacientes. Al finalizar las primeras 20 sesiones de tratamiento los resultados obtenidos pueden verse en la tabla 1; en ella se puede comprobar que 18 (46%) de los hombros tratados tuvieron una desaparición completa del dolor. Por otra parte, en cuanto al parámetro de calcificación, ésta se reabsorbió en 14 (36%) de ellos (en cuatro el dolor había desaparecido, pero la calcificación sólo disminuyó de tamaño). Los 14 pacientes sin dolor y sin

TABLA 2. Evolución tras 40 sesiones de tratamiento.

24 hombros tratados	Dolor	Calcificación
Igual	0	15
Disminución	17	5
Desaparición	7	4

calcificación no continuaron el tratamiento. Respecto a la valoración global del dolor en los 25 hombros que continuaron el tratamiento, decir que, tras estas 20 primeras sesiones, la disminución media fue del 57% con respecto al valor inicial. Uno de los pacientes que debía continuar, no pudo hacerlo por motivos laborales, siendo su valoración en esta fase de tratamiento, de persistencia de la calcificación y disminución del dolor en un 50% de su intensidad inicial.

El resto de los pacientes (veinticuatro hombros) continuaron con otro ciclo de 20 sesiones, los resultados obtenidos pueden verse en la tabla 2. Como se puede observar en cuatro hombros desapareció la calcificación (10,2% de los 39 hombros) y en siete hombros la clínica se resolvió por completo. Por otra parte, 17 hombros continuaron con dolor, aunque este disminuyó una media del 68%. En cinco hombros la calcificación se redujo mientras que en 15 permaneció sin modificarse de tamaño.

Como resultados globales, teniendo en cuenta los 39 hombros tratados, en 59,6% de ellos la calcificación disminuyó o se reabsorbió por completo y en cuanto a la clínica, la reducción media de la intensidad del dolor fue del 85%.

## DISCUSIÓN

Hemos obtenido en un 46,4% de los hombros tratados la desaparición de la calcificación y en un 13,2% su disminución, lo que supone un 59,6% de modificaciones de los depósitos de calcio.

Respecto del dolor, en el 54% de los pacientes desapareció por completo y en el 25,6% disminuyó en más del 80% de su intensidad inicial. Sólo reseñar que en el resto la disminución del dolor fue también notable y que el conjunto final indicaba una disminución global de la intensidad del 85% al terminar el tratamiento.

Existe escasa bibliografía y estudios experimentales sobre el mecanismo por el cual el ácido acético introducido mediante iontoforesis tiene capacidad para reabsorber los depósitos de calcio; según Wieder (11) parece ser que el ion acetato, presente en ácido acético, es de polaridad negativa y atraviesa la piel gracias a que es repelido desde el polo negativo mediante el

paso de una corriente galvánica. Este ión, es capaz de reaccionar con los depósitos de calcio sustituyendo el radical carbonato de los mismos por el acetato de calcio, que es más soluble y de más fácil reabsorción (12). En su trabajo, Wieder, publica un caso clínico de miositis osificante en el cuádriceps, con una disminución del 98,9% del tamaño de la masa osificada, tras el tratamiento.

Aunque se han publicado pocos trabajos sobre este tema, nuestros resultados son algo superiores a los publicados por Fortin (9) en 1992, donde fueron tratados de tendinitis calcificante 135 pacientes con una modificación de los depósitos de calcio del 55%. También coincide con nosotros en la duración del tratamiento, que aproximadamente fue de seis semanas. Más recientemente se ha publicado un estudio de casos y controles sobre este proceso (10), empleando el mismo tratamiento, y han llegado a la conclusión de que la reducción de la calcificación y la mejoría funcional obtenida en el grupo de casos es debida a la evolución natural de los depósitos de calcio. Sin embargo, el tamaño muestral empleado ha sido demasiado pequeño (casos=11 y controles=10) y el periodo de tratamiento inferior (nueve sesiones) al recomendado por la mayoría de los autores. Nosotros pensamos que es demasiada casualidad que el proceso de reabsorción comience justo cuando iniciamos el tratamiento y que es más probable que, por algún motivo desconocido, el tratamiento sea el que inicie el proceso de reabsorción. Este proceso puede ser debido a la transformación del carbonato cálcico o fosfato cálcico en un acetato cálcico (9, 11, 12), o a algún otro proceso por el momento desconocido.

Un hecho que nos ha llamado la atención ha sido las propiedades analgésicas del ácido acético, ya que independientemente de la resolución de la calcificación, el porcentaje de buenos resultados clínicos con disminución manifiesta del dolor, ha sido importante. A este respecto, existe un trabajo publicado en 1999 (14) donde tratan el dolor del talón mediante iontoforesis con ácido acético y obtienen un llamativo descenso de la sintomatología, que además se mantiene a largo plazo.

Respecto de los ultrasonidos, éstos pueden actuar por mecanismo de sonoforesis (13, 15) ayudando a penetrar y reabsorber el ion acetato y alterando la disgregación de los depósitos cálcicos, especialmente de algunos cristales agregados como son los de hidroxapatita. Además facilitan la activación de histiocitos y granulocitos neutrófilos que pueden disminuir la calcificación mediante fagocitosis (1).

Se ha hecho un estudio reciente (16), controlado doble ciego, en pacientes con tendinitis calcificantes de hombro sintomáticas tratadas con ultrasonidos

pulsantes y ultrasonidos placebo. Los que recibían el ultrasonido tenían una reabsorción mayor de la calcificación y una mejoría clínica más eficiente a corto plazo, que se achacaba a la acción directa de los ultrasonidos y no a una evolución espontánea.

Otra novedad que hemos incluido en este trabajo, ha sido la utilización de un campo eléctrico pulsante (8.000 Hz de frecuencia) con un Duty Cycle del 95% (relación entre el tiempo de acción y el tiempo de reposo). Este tipo de corriente se ha mostrado tan efectiva o más que la corriente galvánica continua (17, 18) y tiene la ventaja de su mayor tolerancia cutánea al evitar la polarización continua de la piel. En este sentido nosotros no hemos tenido ninguna alteración cutánea, a pesar de haber utilizado la técnica a diario y haber sido la media de densidad de corriente algo superior a la utilizada con corriente galvánica en hombros dolorosos (7).

## CONCLUSIONES

El tratamiento de iontoforesis con ácido acético mediante corriente directa pulsada de media frecuencia (8.000 Hz), asociada a ultrasonidos pulsantes ha demostrado:

Su eficacia en la modificación del tamaño de los depósitos cálcicos (59,6% de los hombros tratados).

Su eficacia en la resolución del cuadro doloroso (disminución global de la intensidad del dolor en un 85% de la intensidad inicial).

Su eficacia en la transmisión transdérmica del ácido acético, bien por electroporación de la piel e iontoforesis, bien por sonoforesis, o por ambos mecanismos.

Su excelente tolerancia, que permite su utilización diaria, con mayor densidad de corriente por término medio, y menores alteraciones cutáneas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ebenbichler GR, Resch KL, Graninger WB. Resolution of calcium deposits after therapeutic ultrasound of the shoulder (letter). *J Rheumatol* 1997;24:235-6.
- Uthoff HK. Calcifying tendinitis. *Ann Chir Gynaecol* 1996;85:111-5.
- McKendry RJ, Uthoff HK, Sarkar K, Hyslop PS. Calcifying tendinitis of the shoulder: prognostic value of clinical, histologic, and radiologic features in 57 surgically treated cases. *J Rheumatol* 1982;9:75-80.
- Garnert J, Simons B. Analysis of calcific deposits in calcifying tendinitis. *Clin Orthop* 1990;254:111-20.
- Riley GP, Harrall RL, Constant CR, Cawston TE, Hazleman BL. Prevalence and possible pathological significance of calcium phosphate salt accumulation in tendon matrix degeneration. *Ann Rheum Dis* 1996;55:109-15.
- Loew M, Sabo D, Wehrle M, Mau H. Relationship between calcifying tendinitis and subacromial impingement: A prospective radiography and magnetic resonance imaging study. *J Shoulder Elbow Surg* 1996;5:314-9.
- Rioja Toro J, García Rodríguez I, Prada Espinel J, García Caballero ML, Arroyo Rodríguez F, Rodríguez Hevia E. Eficacia de la iontoforesis-corticoide en el tratamiento del hombro doloroso. Estudio prospectivo. *Rehabilitación (Madr)* 1996;30:181-6.
- Psaki CG, Carroll J. Acetic acid ionization: a study to determine the absorptive effects upon calcified tendinitis of the shoulder. *Phys Ther Rev* 1955;35:84-7.
- Fortin R. L'ionisation à l'acide acétique dans le traitement des dépôts calcaires à l'épaule (letter). *Physio Quebec* 1992;16:12.
- Perron M, Malouin F. Acetic acid iontophoresis and ultrasound for the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder: a randomized control trial. *Arch Phys Med Rehabil*; 78:379-84.
- Wieder DL. Treatment of traumatic myositis ossificans with acetic acid iontophoresis. *Phys Ther* 1992;72:52-6.
- Kahn J. Acetic acid iontophoresis for calcium deposits: suggestion from the field. *Phys Ther* 1997;57:658-9.
- Rioja Toro J. Electroterapia y electrodiagnóstico. Editado por: Universidad de Valladolid. 2ª ed. 1996. p. 361-5.
- Japour CJ, Vohra R. Management of heel pain syndrome with acetic acid iontophoresis. *J Am Podiatr Med Assoc* 1999;89:251-7.
- Byl NN. The use of ultrasound as an enhancer for transcutaneous drug delivery: phonoforesis. *Phys Ther* 1995;75:539-53.
- Ebenbichler GR, Erdogmus CB, Resch KL, et al. Ultrasound therapy for calcific tendinitis of the shoulder. *N Engl J Med* 1999;340:1533-8.
- Chien YW, Lelawongs P, Siddiqui O. Facilitated Transdermal delivery of therapeutic peptides and proteins by iontophoretic delivery devices. *J Control Rel* 1990;13:263-78.
- Haak R, Gupta SK. Pulsatile drug delivery from electrotransport therapeutic system. En: Gurny R, ed. *Pulsatile drug delivery: current applications and future trends*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 1993. p. 54-6.

### Correspondencia:

Juan Rioja Toro  
Servicio de Rehabilitación  
Hospital Universitario Río Hortega  
Avda. Cardenal Torquemada, s/n  
47010 Valladolid