



Revista FISIOTERAPIA INVASIVA

www.elsevier.es/refi



ORIGINAL

Estudio comparativo de la electrolisis percutánea a baja y alta intensidad en la tendinopatía rotuliana. Análisis funcional y estructural

Ariel Padrón Benítez^{a,*} y Silvia Rojas Mederos^b

^aFix&Fit Centro de Fisioterapia, Readaptación y Entrenamiento, Las Palmas de Gran Canaria, España

^bFisioterapeuta, Santa Cruz de Tenerife, España

PALABRAS CLAVE

Tendinopatía;
Tendón rotuliano;
Electrolisis
percutánea ecoguiada

Resumen

Objetivos: Comparar la aplicación de dos modalidades de electrolisis percutánea con la misma dosis (intensidades bajas y tiempos prolongados *versus* intensidades altas con tiempos cortos), en sujetos con tendinopatía rotuliana.

Material y métodos: Estudio experimental comparativo de 13 sujetos diagnosticados con tendinopatía rotuliana. Los sujetos se dividieron en dos grupos. Se aplicó electrolisis percutánea a un total de 17 tendones. El grupo 1 fue sometido, durante 6 semanas, a una aplicación semanal de tres intervenciones, de 3 mA, durante 3 segundos. El grupo 2 fue sometido, durante 6 semanas, a una aplicación semanal de tres intervenciones, de 0,3 mA, durante 30 segundos. Se analizaron los cambios morfológicos a través de la ecografía (ecogenicidad mediante la escala de grises, la vascularización y el área a 0,5 y 1 cm del pico de rótula). Con el fin de evaluar los cambios funcionales se utilizó la escala VISA-P. Para comparar el dolor de aplicación y post-punción entre ambos grupos se recurrió a la escala EVA.

Resultados: En el grupo 2 todos los sujetos experimentaron mejorías en su calificación a través de la VISA-P, pero sólo los sujetos del grupo 1 presentaron, además de cambios similares en la VISA-P, cambios estructurales en el área del tendón a 0,5 cm del pico de rótula. No hubo variaciones de dolor entre ambas modalidades.

Conclusiones: Sólo las aplicaciones con intensidades altas y tiempos cortos generan cambios estructurales compatibles con regeneración tendinosa. Sin embargo, ambas modalidades provocan dolor similar en la aplicación y post-punción.

© 2016 MVclinic. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo open access distribuido bajo los términos de la licencia CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: arielpadron@gmail.com (A. Padrón Benítez).

KEYWORDS

Tendinopathy;
Patellar tendon;
Ultrasound-guided
percutaneous needle
electrolysis

Comparative study between low and high intensity of percutaneous needle electrolysis in patients with patellar tendinopathy. Structural and functional analysis

Abstract

Objective: The aim of this study is to compare the application of two different ultrasound-guided percutaneous needle electrolysis modalities: low intensity/long time period application vs. high intensity/short time period application. Both of them on the same doses and applied to patellar tendinopathy affected subjects.

Material and method: Experimental comparative study of 13 subjects diagnosed with patellar tendinopathy. The subjects were divided in two different groups. Percutaneous electrolysis was applied to 17 tendons. The group 1 was treated during 6 weeks, 1 weekly session, applying 3 interventions at 3 mA during 3 seconds. The group 2 was treated on the same session rate, but applying 3 interventions at 0,3 mA during 30 seconds. The morphological changes were evaluated through echography (echogenicity checked on their grey scale, their vascularization and their surfaces at 0,5 and 1 cm downwards the apex of the patella). The functional variations were evaluated by applying the VISA-P scale. EVA scale was applied to compare the application pain and post-puncture pain of the two methods.

Results: The group 2 showed improvements on their VISA-P qualification. However, the group 1 did not only showed the aforesaid improvements, but also structural changes in the tendon area at 0,5 cm downwards the apex of the patella. There were no variations in pain between the two methods.

Conclusions: Only high intensity/short time period application of percutaneous electrolysis on patellar tendinopathies generates compatible changes in the tendon regeneration. However, both modalities cause similar pain at application and post-puncture.

© 2016 MVClinic. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La tendinopatía rotuliana es el síndrome por sobreuso que afecta fundamentalmente al tendón en la inserción en el polo inferior de la rótula¹. Se trata de una patología que produce gran incapacidad deportiva y que está muy asociada a las disciplinas que generan carga en el tendón (14% de todos los deportistas de élite). Las cifras de prevalencia de la tendinopatía rotuliana en deportes como el voleibol (45%) y el baloncesto (32%) están en la cabeza de la estadística en los atletas adultos², aunque no es una patología exclusivamente relacionada con la edad³.

En cuanto a la fisiopatología, aunque hay estudios que demuestran la ausencia de células inflamatorias en las tendinopatías y la presencia de cambios degenerativos⁴, otros han constatado la presencia de mediadores inflamatorios⁵. El debate sobre la importancia de la inflamación frente a la degeneración sigue vigente⁶, pero es aceptable que sean procesos que actúan de forma simultánea en algunos momentos.

A día de hoy, a pesar de la magnitud del problema de la tendinopatía rotuliana y de su importancia clínica, existe una llamativa falta de consenso acerca de las medidas terapéuticas idóneas para el abordaje de la misma⁷. No obstante, existen múltiples revisiones sistemáticas^{8,9} y ensayos clínicos aleatorizados (ECA)^{10,11} sobre el manejo de la tendinopatía rotuliana con diversas medidas farmacológicas, como los antiinflamatorios no esteroideos (AINE)⁸ y las infiltraciones con corticosteroides⁹; otras opciones terapéuticas como el plasma rico en plaquetas (PRP)¹⁰ o, incluso, medidas quirúrgicas¹¹. A pesar de ello, el problema radica en una falta de

evidencia científica en la aplicación de muchos de los tratamientos¹, a pesar de que se siguen empleando actualmente. En este sentido, la fisioterapia ha desarrollado nuevas técnicas dirigidas al paciente con tendinopatía rotuliana, que ya han demostrado su efectividad^{12,13}, como es la electrolisis percutánea (EP).

La EP es una técnica de fisioterapia invasiva que consiste en la aplicación ecoguiada de una corriente galvánica de alta intensidad a través de la piel usando una aguja de punción, que produce en el tejido blando musculoesquelético un efecto analgésico y un proceso inflamatorio local, que permite la fagocitosis y la reparación del tejido afectado¹⁴. Estos efectos justifican el empleo de la EP en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, que ha sido objeto de varios trabajos de investigación, tanto *in vivo* en modelo humano como *in vitro* en modelo animal^{12,15,16}.

La corriente galvánica es una corriente continua que se ha utilizado en medicina con numerosos fines terapéuticos. La corriente continua se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo. A diferencia de la corriente alterna, las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección. La carga eléctrica es directamente proporcional a la relación entre el tiempo y la intensidad, de tal manera que: la Dosis = Carga eléctrica (medida en culombios) = Tiempo (medido en segundos) × Intensidad (medida en amperios).

A partir de la aparición de nuevas modalidades de aplicación de la electrolisis percutánea a baja intensidad, que se definen como «electrolisis indolora», surge la necesidad de demostrar si existen diferencias en la efectividad de esta 11

técnica aplicada a intensidades bajas sobre la misma dosis de electrolisis.

Por ello, el objetivo principal del estudio fue comparar dos modalidades de aplicación de electrolisis percutánea con la misma dosis en sujetos con tendinopatía rotuliana con respecto al dolor, la funcionalidad y los cambios estructurales en el tejido sometido a la terapia. Previamente, se llevó a cabo un análisis instrumental de varios dispositivos empleados para la aplicación de la corriente galvánica de forma percutánea, con el fin de analizar las características y comprobar la calibración de cada uno de ellos.

Material y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio experimental prospectivo entre marzo y mayo de 2016 en el que participaron sujetos derivados al Centro de fisioterapia, readaptación y entrenamiento Fix&Fit (Las Palmas de Gran Canaria). Se trata de un estudio comparativo de dos modalidades de aplicación de la electrolisis percutánea, intensidades más bajas y tiempos más prolongados frente a intensidades más altas y tiempos más cortos.

Todos los sujetos cumplían los siguientes criterios de inclusión: tener una edad comprendida entre los 18 y los 45 años, presentar un diagnóstico médico de tendinopatía rotuliana proximal de más de 3 meses de evolución y no haber sido sometido/a anteriormente a tratamiento con EP, o no haberlo completado con éxito. A su vez, los criterios de exclusión fueron: haber recibido tratamiento mediante infiltración de corticoides en los últimos 3 meses, haber sido sometido a técnicas quirúrgicas en dicha rodilla o presentar alguna contraindicación para la aplicación de la EP.

La muestra que participó en el estudio se dividió por orden de número de registro en dos grupos: 1 y 2. El grupo 1 se sometió a la EP de alta intensidad y tiempos cortos, y el grupo 2 a EP de baja intensidad y tiempos prolongados. Fruto de la división y de la afectación bilateral de algunos sujetos, los grupos quedaron divididos de forma no equitativa: 6 sujetos (7 tendones) en el grupo 1 y 7 sujetos (10 tendones) en el grupo 2. Todos los sujetos desconocían el grupo al que pertenecían a pesar de que fueron debidamente informados sobre el estudio y el tratamiento que iban a recibir. El Comité de Ética de Investigación (CEI) de la Universidad CEU San Pablo aprobó el estudio, que cumple con todos los principios establecidos en la Declaración de Helsinki. Todos los sujetos firmaron el correspondiente consentimiento informado para participar en éste.

Variables analizadas

Se evaluó la estructura del tendón rotuliano, la funcionalidad de los sujetos y el dolor. Para la evaluación de la estructura, se llevó a cabo un análisis morfológico y estructural del tendón rotuliano mediante ecografía musculoesquelética, siguiendo los parámetros estandarizados por la Sociedad Europea de Radiología Musculoesquelética¹⁷. Con el paciente situado en posición de decúbito supino y la rodilla a 30° de flexión, se realizó un estudio en modo B con cortes longitudinales y transversales a 0,5 y 1 cm desde el polo inferior de la rótula, con el fin de evaluar el grosor del tendón, cambios en

la ecogenicidad, presencia de calcificaciones, etc. A su vez, se analizó la presencia de neovascularización con el Doppler con energía (*Power Doppler Imaging*, PDI). La ecogenicidad del tendón se evaluó a través de la escala descrita por Maillaras et al.¹⁸ y la vascularización utilizando la clasificación de Del Buono et al.¹⁹. Todas las imágenes y videos fueron almacenados sin compresión para su posterior análisis.

La exploración ecográfica la realizó siempre un mismo observador, con 2 años de experiencia en ecografía, que fue sometido a un test-retest previo. Se empleó el equipo LOGIQ F6, de General Electric, con una sonda L6-12-RS y rango de frecuencia de 4-13 MHz, empleando como material de interposición gel de contacto Aquasonic, y una presión mínima para no deformar el tejido evaluado. Estos datos se registraron previos al tratamiento, tras la tercera sesión y al finalizar (0, 3 y 6 semanas).

Para el análisis de la funcionalidad, se utilizó una versión adaptada al español de la VISA-P (Victorian Institute of Sport Assessment)²⁰, la VISA-P-Sp²¹, con el fin de evaluar los cambios funcionales en el individuo tras la aplicación de la EP.

Para la evaluación del dolor del tratamiento se utilizó la Escala Visual Analógica (EVA). Se registraron los valores de dolor de aplicación del tratamiento inmediatamente después de la intervención. Además, para evaluar el dolor post-punción, se indicó a los sujetos que memorizaran el nivel de dolor al cabo de 48 horas de la intervención y se registraron dichos valores en la siguiente sesión.

Intervenciones de fisioterapia

Ambos grupos fueron tratados por un mismo fisioterapeuta, con 7 años de experiencia en la técnica de la EP. Se aplicó el tratamiento de EP de forma aislada, realizándose una sesión semanal durante un periodo de 6 semanas. Se aplicó el tratamiento de forma ecoguiada y bajo condiciones de asepsia, sobre el polo inferior de la rótula, con un abordaje disto-proximal, en eje largo, con una orientación de 45° y con previo control de la ventana de entrada a través del PDI según la metodología y el protocolo descritos por Valera y Minaya²² (fig. 1).

En el grupo 1 (alta intensidad-tiempos cortos) se realizaron en cada sesión tres impactos de 3 segundos a 3 mA sobre las fibras profundas del tendón a nivel de su entesis en el polo inferior de la rótula (fig. 1). En el grupo 2 (baja intensidad-tiempos prolongados) se realizaron en cada sesión tres impactos de 30 segundos a 0,3 mA, sobre la misma zona de tratamiento descrita anteriormente^{12,13,22,23}. En ambos grupos la dosis fue de 9 C (culombios) por impacto. No se aplicaron medidas de crioterapia, vendaje de contención tras la intervención ni fármacos antiinflamatorios durante un mínimo de 72 horas.

Análisis instrumental

De forma previa, se realizó un cálculo de intensidad con un amperímetro en varios dispositivos de corriente galvánica usados para la EP. Fueron objeto de análisis el equipo Physio Invasiva® de PRIM Fisioterapia (2016), un equipo EPI® modelo XMOmega, de Genius Chip Limited, y un equipo EPTE® SYSTEM de IONCLINICS (2014). Todos los dispositivos tienen el marcado CE para la aplicación percutánea de la corriente

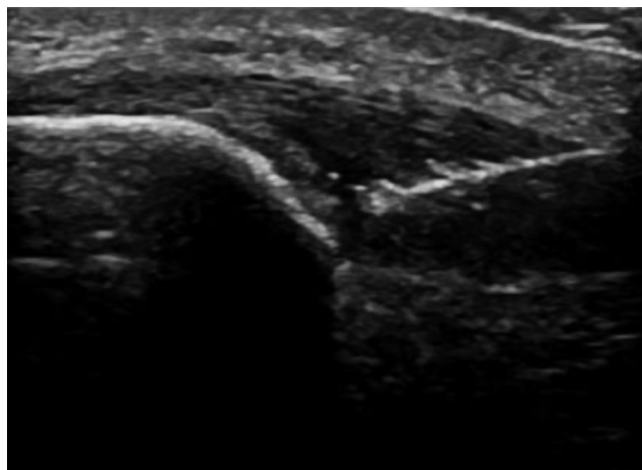


Figura 1 Intervención con electrolisis percutánea en el fascículo profundo del tendón rotuliano en la inmediatez al polo inferior de la rótula.

galvánica. Para la medición se diseñó un experimento en un modelo humano, en el que se realizó un abordaje sobre el músculo braquiorradial, a una profundidad de 3 cm, utilizando el mismo tipo de agujas que se emplearon para las intervenciones de EP sobre el tendón rotuliano. Se realizaron tres intervenciones de 3 segundos y a cuatro intensidades diferentes: 0,3 mA (el mínimo del Physio Invasiva®), 1 mA, 2 mA (intensidad máxima compatible entre todos los equipos) y 3 mA. A pesar de que la intensidad a 3 mA no es ajustable en todos los dispositivos, se decidió tomar esta medida porque es frecuente utilizarla en los tratamientos de alta intensidad. Las mediciones se realizaron con un amperímetro marca FLUKE 175 TRUE RMS MULTIMETER, que, puesto en modo corriente galvánica, tiene una sensibilidad de 0,01 mA.

Análisis estadístico

Para la introducción, gestión y análisis de los datos se utilizó el *software* MatLab. Se aplicó la prueba no paramétrica U

de Mann-Whitney, ya que era el test más indicado debido al tamaño de la muestra y porque es más restrictivo a la hora de rechazar la hipótesis formulada, ya que disminuye la probabilidad de falso positivo. Como nivel de significación se eligió un valor de $p < 0,05$ y, en caso de fallo al rechazar la hipótesis nula, se aumentó el nivel de significación hasta un valor máximo de $p < 0,2$.

Resultados

Se incluyeron en el estudio 13 sujetos, con una muestra de 17 tendones, ya que 4 sujetos presentaban afectación bilateral. La lateralidad se presentó dividida en 6 tendones derechos y 11 izquierdos. De todos los sujetos, 5 eran mujeres (38%) y 8 eran hombres (62%), con una media de edad de 33 años (DE: 7,7) (tabla 1).

Estructura tendinosa

La valoración inicial de la clasificación de la vascularización del grupo 2 era de 3 (DE: 1,10) y la final de 2,6 (DE: 0,84). La variación de las medias obtuvo un valor de -0,3 (DE: 0,26). En el caso del grupo 1, el valor de inicio era de 3,29 (DE: 1,29) y el final de 2 (DE: 0,82). La variación fue de -1,29 (DE: 0,30). En el caso de la escala de grises el valor de inicio del grupo 2 fue 2 (DE: 0,52) y el final, de 2,3 (DE: 0,48). La diferencia se situó en un valor de 0,3 (DE: 0,26). En el grupo 1 la media de inicio fue de 3,29 (DE: 1,11) y la final de 2 (DE: 0,82). La diferencia dio un valor de -1,29 (DE: 0,30).

La media de las áreas de los tendones a 1 cm en el momento de inicio del estudio en el grupo 2 fue de 1,51 cm² (DE: 0,64) y al finalizar de 1,52 cm² (0,61). El resultado de la diferencia fue de 0,01 cm² (DE: 0,03). En el caso del grupo 1, al inicio la media fue de 1,30 cm² (DE: 0,31) y al final de 1,27 cm² (DE: 0,35). La diferencia tuvo un valor de -0,03 cm² (DE: 0,05). Las áreas a 0,5 cm del pico inferior de la rótula en el grupo 2 dieron una media de inicio de 1,60 cm² (DE: 0,50) y las finales de 1,63 cm² (DE: 51). La

Tabla 1 Descripción de las características sociodemográficas de la muestra

Grupo	Edad	Sexo	Estatura	Peso	Nivel de actividad	Lateralidad	Evolución (meses)
2	33	M	156	59	Sedentario	Bilateral	3
1	42	H	180	66	Amateur	Izquierda	12
2	36	H	180	76	Amateur	Izquierda	48
1	36	H	180	78	Amateur	Izquierda	72
2	30	H	175	105	Activo	Derecha	24
1	31	M	161	52	Activo	Izquierda	8
2	38	H	176	80	Activo	Derecha	120
1	39	H	168	64	Activo	Bilateral	216
2	44	H	178	79	Activo	Izquierda	42
1	37	H	170	72	Amateur	Izquierda	3
2	18	M	170	57	Amateur	Bilateral	18
1	21	M	160	56	Activo	Izquierda	3
2	27	M	157	55	Activo	Bilateral	120

diferencia fue de $0,03 \text{ cm}^2$ (DE: $0,02$). En el grupo 1, los valores medios de inicio fueron de $1,49 \text{ cm}^2$ (DE: $0,66$) y los finales de $1,33 \text{ cm}^2$ (DE: $0,37$), siendo la diferencia de $-0,16 \text{ cm}^2$ (DE: $0,30$) (fig. 2).

Para evaluar los efectos de los tratamientos a nivel estructural, solamente se describen como variables de respuesta las medidas de las áreas a $0,5$ y 1 cm ; ya que la aplicación de las dos modalidades de EP no generó cambios sensibles sobre la vascularización y la escala de grises.

Para el análisis del área a $0,5 \text{ cm}$ se utilizó el test no paramétrico U de Mann-Whitney y se obtuvo un valor p de $0,025$ ($p < 0,05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significación del 5%. Por otro lado, utilizando el mismo test, el análisis del área a 1 cm concluye que el valor p es de $0,2803$, por lo que, tanto a un nivel de significación del 5% como del 20%, no puede rechazarse la hipótesis nula para esta variable de respuesta.

Análisis de la funcionalidad (VISA-P)

El valor medio basal de la VISA-P de los sujetos del grupo 2 fue de $57,4$ (DE: $18,81$) y el valor medio en la última valoración de $72,9$ (DE: $13,71$). La diferencia da una variación media de $15,5$ (DE: $5,10$). El valor medio de partida de los sujetos del grupo 1 fue de $71,14$ (DE: $5,34$) y el valor medio en la valoración final de $88,86$ (DE: $8,67$). La diferencia da una variación media de $17,72$ (DE: $3,33$). Los resultados obtenidos muestran que, tras 6 semanas de tratamiento (seis aplicaciones de EP), no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (fig. 3).

Relación entre el dolor durante la aplicación y la intensidad de corriente

La media de las valoraciones de la EVA sobre dolor en el momento de la aplicación en el grupo 2 fue de $4,72$ (DE: $2,33$) y la del grupo 1 de $5,57$ (DE: $1,77$) (fig. 4).

Tomándose como variable de respuesta el promedio de los valores obtenidos, el resultado del test no paramétrico U de Mann-Whitney aportó un valor p de $0,7136$ ($p > 0,05$). No existen diferencias entre el nivel de dolor del tratamiento aplicado a las diferentes intensidades.

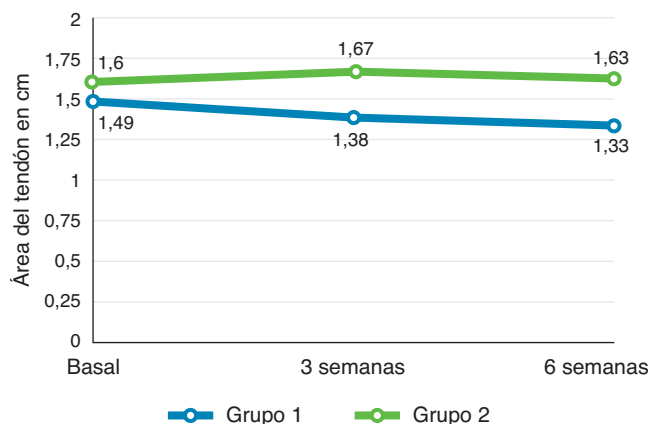


Figura 2 Variación en el área del tendón a $0,5 \text{ cm}$ de la rótula.

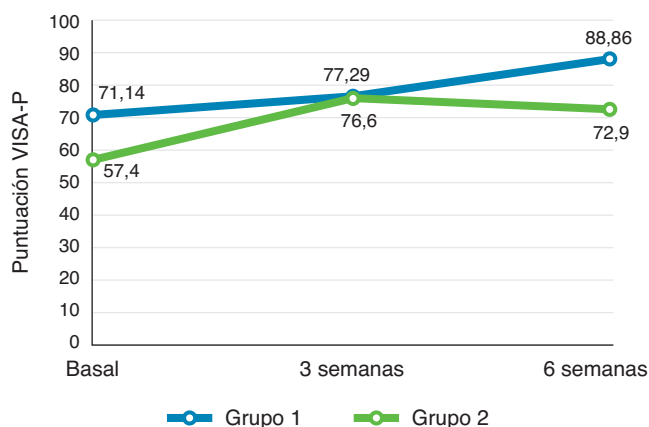


Figura 3 Cambios en la VISA-P.

Relación entre el dolor post-punción y la intensidad de corriente

El resultado medio de las EVA del dolor post-punción en el grupo 2 fue de $2,25$ (DE: $2,39$) y en el grupo 1 de $1,71$ (DE: $2,02$) (fig. 4), con un resultado del valor p de $0,1926$. En consecuencia, la hipótesis nula no puede rechazarse al 5% de significación, pero sí al 20%.

Análisis instrumental

En la tabla 2 se describen los datos de calibración y precisión de ajustes de la intensidad como resultado del análisis instrumental. En cuanto a las características de los dispositivos, se observó que el equipo Physio Invasiva® permite variaciones de intensidad de $0,1 \text{ mA}$ desde $0,3$ a 2 mA , y de $0,5 \text{ mA}$ a partir de 2 mA , alcanzando un máximo de 15 mA . El dispositivo EPI® permite variaciones de intensidad de $0,1 \text{ mA}$ desde $0,1 \text{ mA}$ hasta 1 mA y, a partir de ahí, sube en rangos de 1 mA hasta un máximo de 15 mA . Por otro lado, el equipo EPTE® permite incrementos de intensidad de $0,01 \text{ mA}$ desde $0,05$ hasta $2,5 \text{ mA}$. Es de gran importancia señalar que el dispositivo electroestimulador EPTE® viene programado de tal manera que, para generar una dosis de 1 mA

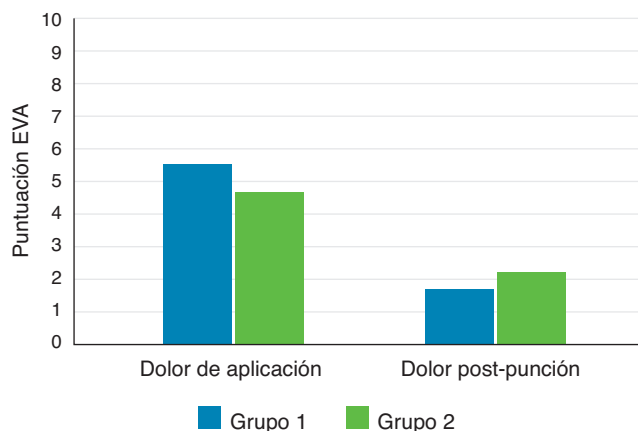


Figura 4 Dolor durante la aplicación y post-punción.

Tabla 2 Análisis instrumental

Dispositivo	Calibración (Test 3")				Precisión
	0,3 mA	1 mA	2 mA	3 mA	
Physio Invasiva®	0,36	1,02	2,03	3,07	0,1 mA (de 0,3 a 2 mA) 0,5 mA (>2 mA)
EPTE®	0,32	1,02	2,01	-	0,01 mA
EPI®	0,43	1,3	2,04	3,03	0,1 mA (de 0,1 a 1 mA) 1 mA (>1 mA)

durante 5 segundos, la intensidad sube progresivamente con una rampa de aproximadamente 15 segundos (medidos con cronómetro marca Casio), para luego permanecer los 5 segundos en la intensidad preseleccionada (tabla 2).

Discusión

Actualmente son diversas las publicaciones existentes sobre el uso de la EP en la tendinopatía rotuliana^{12,13,23} que muestran una mejora sobre la funcionalidad y el dolor. Sin embargo, no existían publicaciones que hubiesen demostrado cambios morfológicos objetivados con la ecografía tras la aplicación de la EP, a diferencia del tendón conjunto epicondíleo²⁴. En el caso de los experimentos de Abat et al. (2014 y 2015) en la tendinopatía rotuliana, los autores se limitan a referenciar cambios ecográficos en un paciente con imágenes antes y después del tratamiento, pero no se describen los cambios morfológicos en el apartado de resultados. En el caso de Valera et al. (2010) no se objetivan cambios significativos a nivel ecográfico después de 6 semanas de tratamiento, pero acaban hipotetizando en la discusión que los cambios estructurales a corto plazo podrían estar presentes pero estar limitada su visualización por la tecnología del momento. En cuanto a las intensidades bajas, existe poca bibliografía²⁵⁻²⁷, entre la que hay un estudio de tres casos de tendinopatía rotuliana²⁶. No existen estudios que comparen las intensidades altas y bajas en el uso de la EP, siendo el presente trabajo el primero al respecto.

En este estudio, no se han registrado cambios en la vascularización, ni en el área del tendón a 1 cm del polo inferior de la rótula. Los cambios relevantes se han producido en el área a 0,5 cm del polo de rótula. Este hecho puede deberse a que la única intervención realizada fue en la entesis profunda a nivel del pico de la rótula. Eso podría justificar que los cambios se observen en el corte que más se aproxima a la zona tratada. No se intervino sobre los neovasos, ni en la interfase profunda del tendón con la grasa de Hoffa. Es posible que, si se hubiese hecho ese tipo de abordaje, también se habrían reflejado cambios en la vascularización y en el grosor a 1 cm del pico de rótula.

Al igual que en otros estudios de EP en los que se ha usado la VISA P-Sp^{12,13,15,23}, los sujetos de ambos grupos incrementaron su puntuación en la escala de forma considerable. El hecho de que, a nivel funcional, no haya diferencias entre los dos grupos puede relacionarse con el efecto analgésico de la corriente galvánica, pero los cambios morfológicos que se identificaron sólo pueden relacionarse con la regene-

ración del tendón provocada por las intensidades altas. A pesar de utilizar una misma dosis los resultados en el tejido son diferentes. Es probable que las aplicaciones a intensidades bajas y tiempos prolongados generen mecanismos fisiológicos de adaptación en el organismo que provoquen una respuesta inflamatoria menor y una limitada proliferación del tejido correspondiente.

La falta de relación entre el parámetro intensidad y los registros de dolor en el momento de la aplicación y post-punción hace que no se justifiquen aplicaciones con intensidades bajas cuyo argumento sea evitar el dolor. El dolor es el mismo en las dos modalidades de intensidad estudiadas y la mejoría es menor en las intensidades bajas, que se limitan a los parámetros funcionales. El motivo de que la modalidad a intensidad baja no sea indolora, ni menos dolorosa que a intensidad alta, puede deberse a la inserción de la aguja y al tiempo más prolongado de aplicación de la EP, que provoca en el paciente mayor percepción de dolor. Para asociar la sensación dolorosa de ambas modalidades de la técnica a la punción o a la exposición a la corriente son necesarios otros modelos experimentales en los que puedan pasarse varias EVA a los sujetos para registrar todas las sensaciones dolorosas posibles.

Además, se puede considerar que la aparición de dolor durante la aplicación de la electrolisis es necesaria para activar procesos en el sistema nervioso que colaboren induciendo la activación de complejos mecanismos endógenos moduladores del dolor²⁸ y respuestas de lucha-huida²⁹, si bien, es cierto que demasiado dolor puede ser un efecto no deseado.

En este estudio, sólo 3 sujetos presentaron una valoración en la VISA-P inferior a 50 puntos. Sin embargo, 9 de los sujetos (un 70%) modificaron su actividad física por otra menos dolorosa y agresiva para el tendón rotuliano; de tal manera que, al preguntarles acerca de la relación entre actividad física y dolor, tuvieron una valoración bastante alta. En un porcentaje alto de los casos estudiados (un 77%), los sujetos tuvieron el valor máximo en alguna de las opciones de la pregunta 8. Son, por tanto, capaces de realizar actividad deportiva adaptada durante 30, 60 o 90 minutos, o más, tanto con dolor como sin él (10, 20 y 30 puntos en la VISA-P respectivamente). En una puntuación máxima total tan sólo existió una diferencia de 6 puntos (un 6% del total) entre realizar una actividad modificada y realizar una actividad competitiva al mismo nivel o mayor del que se tenía antes de la aparición de los síntomas; y 3 puntos de diferencia (un 3% del total) con respecto a realizar la misma actividad física a menor nivel que antes de la aparición de los síntomas.

Sin embargo, ser capaz de realizar actividad física durante más de 60/90 minutos, aún cuando ésta esté modificada o genere dolor, aporta un 20 o un 30% del total de la puntuación. Ello estaría relacionado con errores en los ítems 7 y 8 correlacionados, descritos por Hernández-Sánchez, y ser dependientes de un segundo factor²¹.

Teniendo en cuenta lo anterior, parece necesaria la realización de más investigaciones acerca de la sensibilidad de la VISA-P a las alteraciones funcionales de los sujetos que hayan modificado su actividad física, proponiéndose, incluso, una modificación de la misma.

En relación con los resultados del análisis del instrumental, cabe destacar los del electroestimulador EPTÉ®. A pesar de que este dispositivo permita realizar secuencialmente mayor número de ajustes de la intensidad (0,01 mA), en el cálculo de la dosis se desprecia la rampa de subida de intensidad. Esto hace que sea imposible conocer la dosis exacta y comparar dosis aplicadas entre éste y otros dispositivos. Sería necesario un estudio con dispositivos más complejos (oscilómetros) que permitan calcular con precisión la curva de la rampa para tener mayor certeza de la dosis aplicada.

Limitaciones del estudio

El tamaño reducido de la muestra, así como la falta de aleatorización y la asimetría de los grupos hacen que el test de hipótesis tenga una fiabilidad limitada. En relación con la asignación de los sujetos a los grupos, se decidió utilizar este método para poder garantizar, dentro de lo posible, que los dos grupos fuesen comparables en número. A pesar de ello, el hecho de que la tendinopatía se presentara de forma bilateral en algunos de los sujetos ha generado que, aunque los grupos sean comparables, no sean exactamente iguales en número. Por otro lado, la recogida de datos se realizó durante un periodo corto, por lo que sería necesario hacer un mayor seguimiento de los sujetos para comprobar que los cambios se mantienen en el tiempo o, si por contra, se produce mayor índice de recidivas en el grupo 2 (al no registrarse cambios morfológicos).

El ecógrafo usado para el estudio ha supuesto otra limitación, puesto que al tratarse de un equipo de gama media probablemente no ofrece la máxima resolución necesaria para poder identificar más cambios sustanciales en el tejido. Sería interesante reproducir el estudio con equipos de ecografía más avanzados e incluso añadir el estudio de sonoelelastografía, ya que aumenta la sensibilidad para el diagnóstico de la tendinopatía³⁰. A pesar de ello, teniendo en cuenta que los cambios estructurales se hallaron en el corte más próximo a la zona tratada, este estudio justifica la necesidad de realizar un abordaje ecoguiado para lograr precisión sobre el tejido diana y optimizar la eficacia con las mayores medidas de seguridad posibles³¹.

Así, se puede concluir que, aunque los resultados a nivel funcional son los mismos tras 6 semanas de aplicación, los efectos de la aplicación de la EP a baja y alta intensidad producen efectos diferentes a nivel morfológico. La modalidad de aplicación con intensidades altas genera mayores cambios en el área del tendón estimulada, asociados a una regeneración del mismo. Sin embargo, las dos modalidades de aplicación provocan un dolor similar tanto durante la aplicación como post-punción.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Khan KM, Visentini PJ, Kiss ZS, Desmond PM, Coleman BD, Cook JL, et al. Correlation of Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging with Clinical Outcome After Patellar Tenotomy: Prospective and Retrospective Studies. *Clinical Journal of Sport Medicine* 1999;9(3):129-37.
2. Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *Am J Sports Med* 2005 Apr;33(4):561-7.
3. Cassel M, Baur H, Hirschmüller A, Carlsohn A, Fröhlich K, Mayer F. Prevalence of Achilles and patellar tendinopathy and their association to intratendinous changes in adolescent athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2015;25(3):e310-e8.
4. Khan KM, Maffulli N. Tendinopathy: an Achilles' heel for athletes and clinicians. *Clinical Journal of Sport Medicine* 1998; 8(3):151-4.
5. Alfredson H, Forsgren S, Thorsen K, Lorentzon R. In vivo microdialysis and immunohistochemical analyses of tendon tissue demonstrated high amounts of free glutamate and glutamate NMDAR1 receptors, but no signs of inflammation, in Jumper's knee. *Journal of Orthopaedic Research* 2001;19(5): 881-6.
6. Abate M, Gravare-Silbernagel K, Siljeholm C, Di Iorio A, De Amicis D, Salini V, et al. Pathogenesis of tendinopathies: inflammation or degeneration? *Arthritis Research and Therapy* 2009; 11(3):235.
7. Cook JL, Khan KM. What is the most appropriate treatment for patellar tendinopathy? *Br J Sports Med* 2001 Oct;35(5):291-4.
8. Khan KM, Maffulli N, Coleman BD, Cook JL, Taunton JE. Patellar tendinopathy: some aspects of basic science and clinical management. *Br J Sports Med* 1998 Dec;32(4):346-55.
9. Dean BJF, Lostis E, Oakley T, Rombach I, Morrey ME, Carr AJ. The risks and benefits of glucocorticoid treatment for tendinopathy: a systematic review of the effects of local glucocorticoid on tendon. *Semin Arthritis Rheum* 2014 Feb;43(4): 570-6.
10. Andia I, Rubio-Azpeitia E, Maffulli N. Platelet-rich plasma modulates the secretion of inflammatory/angiogenic proteins by inflamed tenocytes. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2015;473(5):1624-34.
11. Peers KH, Lysens RJ, Brys P, Bellemans J. Cross-sectional outcome analysis of athletes with chronic patellar tendinopathy treated surgically and by extracorporeal shock wave therapy. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2003;13(2):79-83.
12. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Sánchez-Ibáñez J. Efectividad de la electrólisis percutánea intratendinaria (EPI®) en las tendinopatías crónicas del tendón rotuliano. *Trauma Fund MAPFRE* 2010;21:227-36.
13. Abat F, Diesel WJ, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sánchez-Ibáñez JM. Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. *MLTJ Muscles, Ligaments and Tendons J.* 2014b;4(2):188-93.
14. Sánchez JM, Valera F, Minaya F, Vallés SL, Estrela JM, García S. Mecanismos moleculares de la electrólisis percutánea intratendinaria. En: Valera F, Minaya F. *Fisioterapia Invasiva*. Barcelona: Elsevier; 2013. p. 187-201.
15. Abat F, Valles S, Gelber P, Polidori F, Stitik T, García-Herreros S, et al. Molecular repair mechanisms using the Intratissue Percutaneous Electrolysis technique in patellar tendonitis. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition)* 2014;58(4):201-5.

16. Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, Sánchez-Ibáñez J, García-Palencia P, Valderrama-Canales F, Medina-Mirapeix F, et al. Comparison of the acute inflammatory response and proliferation of dry needling and electrolysis percutaneous intratissue (EPI) in healthy rat Achilles tendons. *Br J Sports Med* 2013; 47(9):e1-e2.
17. Beggs I, Bianchi S, Bueno A, Cohen M. ESSR Ultrasound Group Protocols. Musculoskeletal Ultrasound Technical Guidelines: Knee. European Society of MusculoSkeletal Radiology, 2016 [consultado 12/09/2016]. Disponible en: <http://www.essr.org/html/img/pool/knee.pdf>
18. Malliaras P, Barton CJ, Reeves ND, Langberg H. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes. *Sports Medicine* 2013;43(4):267-86.
19. Del Buono A, Chan O, Maffulli N. Achilles tendon: functional anatomy and novel emerging models of imaging classification. *Int Orthop* 2013;37(4): 715-21.
20. Visentini PJ, Khan KM, Cook JL, Kiss ZS, Harcourt PR, Wark JD. The VISA score: an index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (patellar tendinosis). Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *J Sci Med Sport*. 1998;1:22-8.
21. Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Cross-cultural adaptation of VISA-P score for patellar tendinopathy in Spanish population. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2011;41(8):581-91.
22. Valera Garrido F, Minaya Muñoz F. *Fisioterapia Invasiva*. 2.ª ed. Barcelona: Elsevier; 2016.
23. Abat F, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibáñez JM. Clinical results after ultrasound-guided intratissue percutaneous electrolysis (EPI®) and eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015b;23(4):1046-52.
24. Muñoz FM, Garrido FV, Ibáñez JS, Mirapeix FM. Estudio de coste-efectividad de la electrolisis percutánea intratisular (EPI®) en las epicondalgias. *Fisioterapia* 2012;34(5):208-15.
25. da Silva RMV, de Souza Costa L, da Silva Coldibeli E, Soares Fernandes MR, Froes Meyer P, Ariel Ronzio O. Efeitos da microelectrólisis percutânea (MEP®) na dor e na funcionalidade de sujeitos com tendinopatía calcânea. *MTP&Rehab Journal* 2014;12: 494-511.
26. Moreno L. Efecto de la microelectrólisis percutánea en la tendinopatía rotuliana en casos clínicos. Trabajo de fin de Investigación. Metodología de la Investigación Científica. 2014.
27. Cordero P, De Benetti C. Eccentric loading versus eccentric loading plus Micro-electrolisis percutánea (Mep) treatment for mid-portion Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. Trabajo de fin de Máster, Máster en Fisioterapia del Deporte y Recuperación a la Actividad Física, Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, curso 2014-15.
28. Melzack R. Folk Medicine and the sensory modulation of pain. *Textbook of Pain*. 3 ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1994. p. 1209-17.
29. Jansen AS, Nguyen XV, Karpitskiy V, Mettenleiter TC, Loewy AD. Central command neurons of the sympathetic nervous system: basis of the fight-or-flight response. *Science* 1995 Oct 27; 270(5236):644-6.
30. Ooi CC, Richards PJ, Maffulli N, Ede D, Schneider ME, Connell D, et al. A soft patellar tendon on ultrasound elastography is associated with pain and functional deficit in volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2015.
31. Benito A. Aplicación ecoguiada vs. manual en los procedimientos de fisioterapia invasiva. Trabajo Fin de Máster, Máster Oficial de Fisioterapia Invasiva. Universidad CEU-San Pablo, curso 2012-2013. Madrid.