



Evaluación a corto plazo de la eficacia de la terapia de ondas de choque (ondas de choque diamagnéticas)

Fisioterapia versus kinesioterapia en la tendinopatía no calcificada del hombro: un estudio preliminar

Estudio comparativo

Pedro Romeo^{1*}, Federica Di Pardo¹André Felipe Torres Obando²

¹Academia Periso, Pazzallo, Suiza

²Instituto de Investigación CR, Bogotá, Colombia, EE.UU.

***Autor correspondiente:**Pietro Romeo, Academia Periso, Via Senago 42 D, Lugano, Suiza

Citación:Romeo P, Di Pardo F, ObandoAFT (2022) Evaluación a corto plazo de la eficacia de la terapia de ondas de choque (ondas de choque diamagnéticas) frente a la fisiokinesioterapia en la tendinopatía no calcificada del hombro: un estudio comparativo preliminar. J Orthop Res Ther 7: 1245 DOI: 10.29011/2575-8241.001245

Fecha de recepción:16 de agosto de 2022;**Fecha de aceptación:**22 de agosto de 2022;**Fecha de publicación:**25 de agosto de 2022

Introducción

Las tendinopatías son una afección dolorosa común que afecta tanto a personas activas como inactivas [1]. Su patobiología aún no se comprende completamente, pero en gran medida, la causa se ha atribuido a la sobrecarga mecánica repetitiva, generalmente relacionada con el trabajo o el deporte, que provoca microtraumatismos cuyos efectos prevalecen sobre el bajo potencial regenerativo de los tendones. Sin embargo, los factores genéticos y conductuales también desempeñan un papel importante. En el curso natural de las tendinopatías, los cambios degenerativos en la estructura del tendón dan lugar a una afección crónica caracterizada por dolor, restricción del rango de movimiento (ROM) y disminución de la actividad física, lo que refleja la calidad de vida de las personas afectadas. [2] La enfermedad del manguito rotador, conocida como síndrome subacromial o pinzamiento del manguito rotador, es la tendinopatía más común de la extremidad superior. Su manejo debe considerar la ubicación anatómica profunda de los tendones rotadores y el hecho de que múltiples estructuras de la articulación del hombro pueden contribuir al origen del dolor [3]. El tratamiento de primera elección para la tendinopatía calcificada y no calcificada del hombro incluye enfoques conservadores, que consisten en diferentes modalidades: ejercicios de fortalecimiento y estiramiento, corticosteroides, inyecciones de plasma rico en plaquetas o sangre, acupuntura, terapia láser y muchas más [4]. Sin embargo, aún existe incertidumbre sobre cuál es la mejor intervención no quirúrgica, y un porcentaje variable de pacientes, entre el 4% y el 11%, no se beneficia de ninguna terapia conservadora y debe someterse a cirugía [5]. La ESWT es un tratamiento conservador bien establecido para la mayoría de las tendinopatías [6]. La justificación terapéutica para su uso radica en

la mecanotransducción de la señal acústica en respuestas biológicas primero desencadenadas en la matriz extracelular (ECM), luego involucrando los mecanorreceptores de membrana, y finalmente vías endocelulares seleccionadas que promueven el proceso de curación [7] Sin embargo, varios estudios informan de una efectividad controvertida en el dolor y la recuperación funcional para diferentes tipos de tendinopatías [8,9] y, a pesar de la evidencia clínica actual, persisten dudas sobre la superioridad de ESWT en comparación con otras intervenciones, como lo resultan de las revisiones sistemáticas Cochrane en epicondilitis [10] y tendinopatía del hombro [11]. Estas preocupaciones podrían deberse a nuestro conocimiento incompleto de las tendinopatías en general y, para el hombro, a los diferentes enfoques terapéuticos requeridos para la tendinopatía calcificada y no calcificada del manguito rotador [12]. Este estudio observacional tiene como objetivo evaluar los efectos, a corto plazo, de un nuevo tipo de onda de choque, llamada "onda de choque diamagnética" [13] en la tendinopatía no calcificada del hombro versus fisioterapia y rehabilitación.

Palabras clave:Ondas de choque diamagnéticas; Ondas de choque extracorpóreas; Tendinopatía del hombro

Material y métodos

El presente estudio es un ensayo observacional preliminar realizado con 40 pacientes, divididos en dos grupos. El grupo I recibió tratamiento con TOCH, mientras que el grupo II recibió fisioterapia. Los criterios de inclusión fueron: diagnóstico de tendinopatía no calcificada del hombro mediante ecografía y edad >18 años.

años de edad. Los criterios de exclusión fueron rigidez de hombro o patología que contraindique la terapia de ondas de choque, lesiones tendinosas, inyección local previa de corticosteroides u otras sustancias, fisioterapia previa en los últimos seis meses, embarazo, neoplasia actual y trastornos mayores de la coagulación. Todos los pacientes fueron evaluados antes y después del tratamiento utilizando el CMS - Outcome Score, que resultó ser una escala de calificación confiable para patologías subacromiales, incluida la tendinitis del hombro [14]. Además de la puntuación total, se analizaron y compararon entre grupos los siguientes resultados de los subítems: dolor, nivel de actividad, fuerza y rango de movimiento (flexión hacia adelante, elevación lateral, rotación interna y externa). Entre mayo y julio de 2022, se analizaron retrospectivamente 40 pacientes ambulatorios que sufrían de tendinopatía del hombro en dos grupos, 20 en el Grupo I (12 mujeres y 8 hombres) y 20 en el Grupo II (11 mujeres y 9 hombres). La edad media fue, respectivamente, de 54,9 y 64,75 años.

Los pacientes del Grupo I, grupo ESWT, fueron tratados por un experto en ortopedia con esta tecnología. El protocolo de tratamiento consistió en una sesión semanal de ondas de choque durante tres semanas, empleando valores de densidad de flujo de energía (DFE) de 0,10-0,15 mg/mm², a una frecuencia de 1-2 Hz/s, para un total de 300 disparos enfocados a 2 cm de profundidad. El dispositivo (CTU-S-Wave - Periso SA - Pazzallo - Suiza) está provisto de una fuente de energía proporcionada por una bobina electromagnética que produce un campo electromagnético pulsado de alta intensidad (2 teslas). El pulso electromagnético incide en un elemento discoide (lente acústica) compuesto por una aleación de materiales diamagnéticos que, debido a su propiedad repulsiva, al ser expuesto al campo magnético pulsado de alta intensidad, experimenta un efecto repulsivo pulsado de alta intensidad y velocidad capaz de generar una serie de ondas acústicas de alta energía. De ahí el término "ondas de choque diamagnéticas". La lente diamagnética se configura con una serie de anillos concentradores según el principio óptico de Fresnel aplicado a la acústica. Este principio permite transformar una lente esférica en una lente monofocal plana sin modificar las propiedades de enfoque, principalmente en la parte central, mientras que una serie de anillos concéntricos circundantes de anchura decreciente, conocidos como Placas de Zona de Fresnel (FZP), ocupan el área restante (Figura 1). Estas características permiten enfocar la energía del pulso acústico en un área específica, de la misma manera que las lentes ópticas enfocan la luz, ya que la teoría subyacente se aplica tanto a las ondas mecánicas como a las electromagnéticas [15]. Se empleó un gel de ultrasonido como medio conductor para cada tratamiento (Gel Complejo).®Periso SA - Suiza).

Los pacientes del grupo II recibieron 3 sesiones diarias consecutivas de fisioterapia, cinco días a la semana, durante dos semanas, consistentes en terapia láser y ultrasonidos, con un total de 10 sesiones cada uno. Un fisioterapeuta experto en rehabilitación de hombro les proporcionó kinesioterapia asistida supervisada, con un total de 10 sesiones. La rehabilitación incluyó 10 sesiones dos veces por semana de ejercicios de Codman, estiramiento de los músculos pectorales y fortalecimiento isométrico de los músculos rotatorios con ejercicios de flexión, extensión y rotación interna y externa, así como entrenamiento de resistencia de baja intensidad/resistencia, alta frecuencia y aproximadamente 3-4 series por grupo muscular [16], además de educación postural. Se obtuvo el consentimiento informado.

Se obtuvo información de cada sujeto sobre el tratamiento y la difusión de datos personales, de acuerdo con la legislación específica. Todos los pacientes fueron evaluados para el CMS antes del tratamiento y una semana después del mismo.



Figura 1: Lente diamagnética.La lente acústica de Fresnel se obtiene suavizando una lente acústica de una convexa. Esto permite captar señales acústicas de alta resolución y enfocar la energía a una profundidad específica. Las lentes de Fresnel están formadas por un conjunto de anillos concéntricos de anchura decreciente, cada uno de los cuales se denomina "región de Fresnel". Entre dos regiones consecutivas existe una diferencia de fase π . La principal contribución energética al enfoque proviene de las regiones centrales de la lente.

Resultados

Todos los pacientes tratados completaron el estudio, no se observaron efectos secundarios ni efectos adversos debido a la terapia en los dos grupos y ningún paciente reportó molestias durante los tratamientos. Las medias pre y post terapia con respecto a la puntuación total del resultado CSM y los subdominios se informan en la Tabla 1. La media total pretratamiento en la puntuación del resultado CMS fue de 58,65 puntos en el grupo I frente a 42,65 puntos para el grupo II. Al final de los tratamientos, la puntuación media en los dos grupos fue de 68,25 puntos en el grupo I y de 50,90 puntos en el grupo II. Con respecto a la autonomía en las actividades diarias y laborales (AQL), la media pretratamiento fue de 6,3 puntos para el grupo I y de 5,7 puntos para el grupo II. Al final de los tratamientos, la media en los dos grupos fue de 9,1 y 7,00 respectivamente. La puntuación del dolor mostró una media pretratamiento de 10,9 puntos para el grupo I y de 6,9 puntos para el grupo II. Al final fue de 16,1 puntos y 9,00 puntos. La puntuación media de la evaluación funcional antes del tratamiento fue de 32,00 puntos para el grupo I frente a 21,3 puntos para el grupo II. Al final del tratamiento, fue de 34,8 puntos para el grupo I y de 24,9 puntos para el grupo II. Para la fuerza muscular, los respectivos informes muestran una media antes del tratamiento de 5,1 puntos para el grupo I y de 1,9 puntos para el grupo II. Al final fue de 5,5 y 2,6 respectivamente. La puntuación total de Constant, no ponderada por grupo de edad dado el número de sujetos estudiados, muestra resultados satisfactorios en lo que respecta al dolor en las ondas del grupo ESWT, donde las medias antes y después del tratamiento deben considerarse estadísticamente significativas ($p < 0,05$, prueba t de Student). Las medias de los parámetros relativos a la recuperación funcional en las actividades diarias y laborales no son significativamente diferentes en los dos grupos. Las medias de la puntuación total de Constant, del rango articular, fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$, prueba de Kruskal-Wallis).

	Media previa al tratamiento		Media post-tratamiento		Diferencia	
	Grupo I	Grupo II	Grupo I	Grupo II	Grupo I	Grupo II
Total Constant-Murley Puntuación del resultado del hombro	58.65	42.65	68.25	50.90	9.60	8.25
Dolor	10.90	6.90	16.10	9.00	5.20	2.10
Nivel de actividad	6.30	5.70	9.10	7.00	2.80	1.30
Rango de movimiento	32.00	21.30	34.80	24.90	2.80	3.60
Fortaleza	5.10	1.90	5.50	2.60	0.40	0,70

Tabla 1:Puntuación media antes y después del tratamiento con diferencias relacionadas entre la puntuación total del resultado del hombro de Constant-Murley y los subdominios de dolor, nivel de actividad, rango de movimiento y fuerza, para el grupo I y el grupo II.

Discusión

La tendinopatía del hombro se produce en condiciones de sobrecarga relativa (carga baja o excesiva) en los componentes del manguito rotador. Las diferencias dentro y entre individuos se han relacionado con los niveles de actividad, la combinación de factores intrínsecos, extrínsecos y ambientales en el contexto de la morfología específica de los tendones del manguito rotador y los efectos de la protección contra el estrés [17]. Leong et al. informan veintidós factores de riesgo potenciales para la tendinopatía del hombro, y entre ellos, se ha demostrado una fuerte evidencia para la edad mayor de 50 años y trabajar con el hombro por encima de los 90°. En nuestro estudio, el principal factor de riesgo (edad) fue representativo y se dio por media de, respectivamente, 54,9 y 64,75 años en ambos grupos. Además, los factores genéticos, las enfermedades metabólicas, el tabaquismo, los trastornos endocrinos y la obesidad deben considerarse factores de riesgo. [18] La patología anatómica de la tendinopatía revela inflamación aguda o crónica y daño estructural a la matriz del tendón. Esto último se ha atribuido a la compresión crónica, mientras que los mecanismos intrínsecos se asocian con la degeneración de los tendones del manguito rotador. Esto significa que la tendinopatía del manguito rotador no es una entidad homogénea y, por lo tanto, puede requerir diferentes intervenciones terapéuticas. [19]

El enfoque terapéutico comprende diversas posibilidades. La rehabilitación específica desempeña un papel importante, principalmente cuando se basa en el principio de ejercicios adaptados, como la recarga controlada y la progresión gradual de movimientos de hombro simples a complejos. Por otro lado, las actividades posturales y de rehabilitación buscan corregir el efecto de factores extrínsecos y prevenir el daño tendinoso. Estos programas también incluyen descanso relativo, modificación de actividades dolorosas, una estrategia de ejercicio progresivo sin dolor, rehabilitación postural según medidas educativas específicas y atención a factores de estilo de vida como el tabaquismo, la dieta, el estrés y el control del sueño [17]. Estos conceptos se han aplicado en nuestro estudio, en relación con los sujetos del Grupo II. El tratamiento convencional de la tendinopatía también incluye la inyección de corticosteroides en la zona subcutánea.

espacio acromial en caso de terapia fallida con AINE y durante la fase aguda. Sin embargo, los riesgos de desgarro del tendón y la inhibición de la síntesis de colágeno deben considerarse un efecto secundario [20]. Las inyecciones de plasma rico en plaquetas contienen factores de crecimiento y sustancias proactivas como TGF-β1 (factor de crecimiento transformante β), PDGF (factores de crecimiento derivados de plaquetas), b FGF (factor de crecimiento fibroblástico b), VEGF (factor de crecimiento endotelial vascular). Estos procedimientos son seguros y pueden ser una alternativa a las inyecciones de corticosteroides en la tendinopatía del manguito rotador [21] mientras que las inyecciones subacromiales peritendinosas de HA (ácido hialurónico) han demostrado una alta eficacia en el tratamiento de la tendinopatía del supraespinoso principalmente si se combinan con sesiones de rehabilitación. [22] Además, Corrado et al. informan de resultados satisfactorios en pacientes con tendinopatía crónica del tendón supraespinoso tratados con una inyección guiada por ultrasonido de colágeno porcino [23].

La patogenia de las tendinopatías incluye factores genéticos [24], neuroangiogénesis alterada [25,26], cambios estructurales de la matriz extracelular (MEC) inducidos por la actividad de las metaloproteasas de matriz (MMP) [27], la síntesis de colágeno tipo III y la producción alterada de GAG y PG. En otras palabras, la falla de la mecanotransducción célula-MEC y célula-célula reguladora que normalmente guía la diferenciación tendinosa [28]. La posibilidad de corregir este deterioro biomecánico utilizando estímulos biofísicos apropiados es dada por ESWT por lo que la creciente evidencia demuestra los efectos positivos de la transformación de la señal acústica en respuestas biológicas [29]. Los fibroblastos son un modelo básico de células mecanosensibles que reaccionan fácilmente a las ondas de choque in vitro e in vivo mediante la activación de la expresión génica para el factor de crecimiento transformante β1 (TGF-β1), colágeno tipos I y III, además de la liberación de óxido nítrico (NO) y la posterior activación del factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) relacionado con el aumento de TGF-β1 [30]. Aunque los experimentos in vitro no se pueden generalizar directamente a las condiciones in vivo, los efectos de

Las ondas de choque en modelos de tendones están arrojando luz sobre los posibles mecanismos de acción de dicho tratamiento, una vez que se establece que la dosis óptima determina un efecto estimulante en el proceso de curación del tendón, también gracias a la activación de una red compleja de moléculas moduladoras, incluyendo un gran panel de citocinas y metaloproteinasas [31]. Se ha demostrado un efecto relacionado con la dosis de las ondas de choque en las células y el metabolismo de la matriz extracelular en términos de regulación positiva del antígeno nuclear de células proliferantes (PCNA), colágeno tipo I y tipo III, TGF- β 1 y expresión de NO. [32] Además, en el entorno in vitro de tenocitos humanos afectados por tendinopatía, las ondas de choque disminuyeron la expresión de MMP e IL.[33] De Girolamo et al observaron que después de un solo tratamiento, las células del tendón (TC) proliferan y expresan marcadores específicos de tenocitos como Scleraxis (SCX) y producen colágeno I y III (COL1/COL3), mientras que la producción de TNF α no se ve afectada por las ondas de choque. Además, una cantidad significativamente mayor de IL-1b, no correlacionada con el aumento de MMP 3 y MMP 13, mostró que el tratamiento con SW no se correlaciona con la degradación de la matriz extracelular (ECM). Más bien, se relaciona con un aumento fisiológico de IL-6 que, a su vez, promueve el aumento de IL-10. Esta vía concuerda perfectamente con el mecanismo inflamatorio de curación, caracterizado por la respuesta aguda inicial seguida, aproximadamente 48 h después del estímulo, por la producción de IL-10, una citocina antiinflamatoria responsable de la fase de autorresolución de la inflamación [34].

La eficacia de la terapia por ondas de choque extracorpóreas (TEC), incluyendo la tendinopatía del hombro, se ha consolidado a lo largo del tiempo, pero la mayor parte de la literatura se refiere a la tendinopatía calcificada en lugar de a la no calcificada. No obstante, se ha demostrado la eficacia y seguridad de la TEC de baja energía en la tendinopatía crónica no calcificada del hombro, en comparación con placebo [35]. Tras dos sesiones de tratamiento, cada una de 3000 ondas de choque cada 7 días, con una densidad de flujo de energía de 0,068 mJ/mm².z, en el seguimiento final (3 meses), una mejora significativa en el CMS total y todas las subescalas (excepto potencia) en el grupo ESWT en comparación con los valores basales. De todos modos, algunos estudios son controvertidos. En un ensayo doble ciego controlado con placebo, la energía de onda de choque baja (1500 pulsos mensuales durante tres meses a 0,12 mJ/mm²) en tendinitis crónica no calcificada del manguito rotador no mostró diferencias significativas con placebo [36] así como en un seguimiento a largo plazo (10 años) con un protocolo de 6000 impulsos a EFD de 0,11 mJ/mm²) en tres sesiones de tratamiento [37]. Los rasgos degenerativos de la tendinopatía del hombro pueden provocar roturas parciales del tendón y todavía existe una tendencia común, errónea, a considerar la posibilidad de que SW pueda causar daño adyuvante al tendón. A pesar de esto, Branes et al. demostraron los efectos positivos en una serie de pacientes con un desgarramiento completo de la tendinopatía del manguito rotador que se trataron quirúrgicamente. El tratamiento único preoperatorio (4000 pulsos) de alta energía (0,30 mJ/mm²)z La ESWT focalizada indujo un aumento de la neovascularización y la neolinfangiogenesis, así como focos neoangio/vasculogénicos en los pacientes tratados, demostrando también un aumento de la celularidad y una mayor expresión de CD34, PCNA y Tenascina-C, como signos de revascularización activa y reparación tisular. [38] Los resultados de nuestro estudio muestran un rápido efecto positivo de la ESWT en las tendinopatías no calcificadas del hombro, en comparación con un grupo control de sujetos tratados.

Con procedimientos físicos y de rehabilitación convencionales. Este aspecto se centra principalmente en el dolor y la recuperación funcional según la puntuación CMS, con una puntuación pretratamiento de 58,65 puntos en el grupo de ondas de choque frente a 42,65 puntos en el grupo de fisiokinesioterapia, y de 68,25 puntos en el grupo de ondas de choque y 50,90 puntos en el segundo grupo al finalizar los tratamientos ($p < 0,05$). También se observó potencia estadística para las subcategorías CMS sobre dolor en la terapia por ondas de choque (TEAC) en el grupo de fisiokinesioterapia ($p < 0,05$).

Estos resultados se obtuvieron con un menor número de disparos. (300) con respecto a otros estudios previamente publicados sobre los diversos dispositivos de ondas de choque empleados en trastornos musculoesqueléticos. Esto se debe a la peculiaridad del pulso acústico que se origina con este innovador dispositivo, en detalle (Figura 2).

- La máquina proporciona una doble forma de energía, dada por componentes longitudinales (típicos de las ondas de choque) y transversales (típicos de las ondas mecánicas). Así, la energía máxima se da en la parte central de la lente acústica (placa de zona central de Fresnel), mientras que un volumen adicional de energía mecánica proviene de una deformación cortante de baja frecuencia que se atenúa con la distancia [39,40].

El componente longitudinal de la onda de choque se puede modular como porcentaje de la presión máxima (Pmáx), así como del tiempo de ascenso, del 10 % al 100 %. Esto permite alcanzar la máxima energía suministrada a tiempo sin causar molestias al paciente. El componente transversal (volumen de deformación cortante de la energía mecánica) está modulado por la Intensidad del Campo Magnético en el origen del efecto Diamagnético sobre la Lente de Fresnel (DIA) siempre en términos porcentuales del 10% al 100% (Figura 3).

- Debido a las características de la tensión de cizallamiento, este tipo de estimulación no produce dolor nociceptivo. Esto ocurre cuando el impacto mecánico de la energía de la lente activa los canales iónicos mecanosensibles en los nervios aferentes mecanosensibles. Sin embargo, dado que el aumento del tamaño de la fuente de estimulación reduciría las tensiones de cizallamiento cerca de la fuente para una amplitud dada, en esta máquina, la mayor área de la lente acústica (36 cm²) evita molestias a los pacientes durante el tratamiento con ondas de choque, de acuerdo con la mecanorreactividad de gran parte de las células del cuerpo humano a los estímulos mecánicos externos [41].

Las limitaciones de este estudio preliminar son la falta de aleatorización y el hecho de que no es un estudio ciego, además de tener un seguimiento corto (una semana después de finalizar los tratamientos). No obstante, la diferencia estadística en los resultados subjetivos y funcionales entre los dos grupos ha sido positiva, aunque a corto plazo, y confirma los valores de esta novedosa tecnología, cuya principal ventaja reside en la ausencia de dolor durante el tratamiento, su efectividad y el bajo número de inyecciones necesarias. Se necesitan más estudios RCT de alta calidad para definir mejor el potencial de esta tecnología.

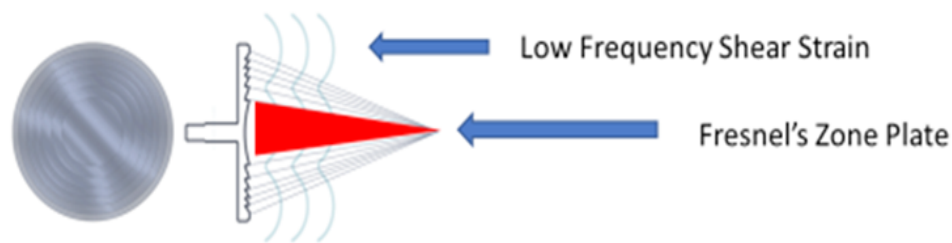


Figura 2:El triángulo rojo identifica el máximo de energía acústica derivado de los movimientos rápidos de la lente acústica (lente de Fresnel), correspondiente a la placa de la zona central de Fresnel (la parte cóncava de la lente). Las líneas grises corresponden a los anillos cercanos de la lente que convergen hacia el área focal (véase también la Figura 1). Las líneas paralelas onduladas, representadas por el área amplia de la lente redondeada, representan la deformación cortante de baja frecuencia como una forma complementaria de energía mecánica.

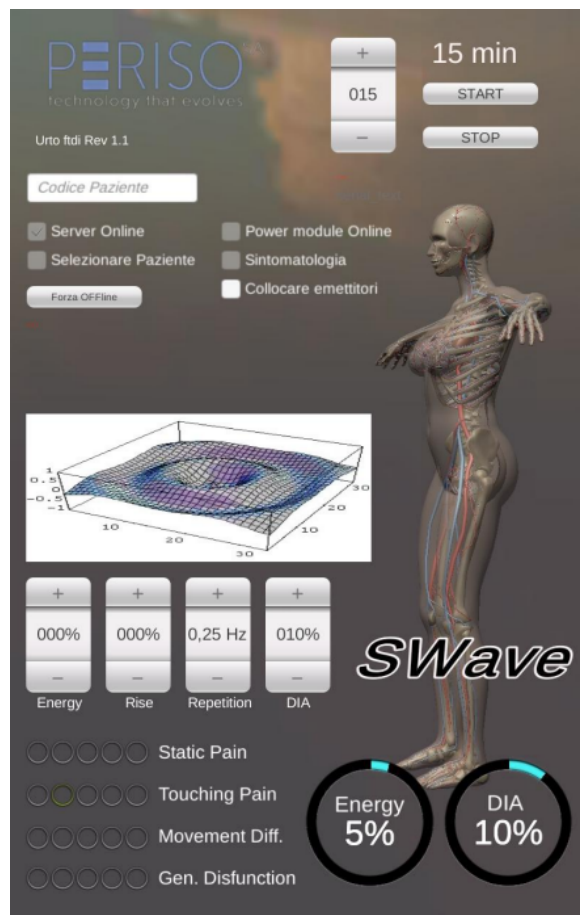


Figura 3:La pantalla de la máquina proporciona la modulación de EFD en porcentaje desde los valores mínimos hasta el máximo (0,05/0,50 mJ/mm²), así como el impulso mecánico dado por la intensidad del Campo Magnético que mueve la lente (0,2-2T) en el origen de la deformación cortante.

Referencias

1. Yang SM, Chen WS (2020) Tratamiento conservador de lesiones tendinosas. Am J Phys Med Rehabil 99: 550-557.
2. Irby A, Gutierrez J, Chamberlin C, Thomas SJ, Rosen AB (2020) Manejo clínico de la tendinopatía: Una revisión sistemática de revisiones sistemáticas que evalúan la efectividad de los tratamientos para la tendinopatía. Scand J Med Sci Sports 30: 1810-1826.
3. Millar NL, Silbernagel KG, Thorborg K, Kirwan PD, Galatz LM, et al. (2021) Tendinopatía. Nat Rev Dis Primer 7:1.
4. Defoort S, De Smet L, Brys P, Peers K, Degreef I (2021) Tendinopatía lateral del codo: cirugía versus terapia de ondas de choque extracorpóreas. Hand Surg Rehabil 40: 263-267.
5. Zheng C, Zeng D, Chen J, Liu S, Li J, et al. (2020) Efectividad de la terapia de ondas de choque extracorpóreas en pacientes con codo de tenista: Un metaanálisis de ensayos controlados aleatorizados. Medicine (Baltimore) 99: e21189.
6. Schmitz C, Császár NBM, Milz S, Schenker M, Maffulli N, et al. (2015) Eficacia y seguridad de la terapia de ondas de choque extracorpóreas para afecciones ortopédicas: una revisión sistemática de estudios incluidos en la base de datos PEDro. Br Med Bull 2015.
7. Auersperg V, Trieb K (2020) Terapia de ondas de choque extracorpóreas: una actualización. EFORT Open Rev 5: 584-592.
8. Melese H, Alamer A, Gertie K, Nigussie F, Ayhuallem S (2021) Terapia de ondas de choque extracorpóreas para el dolor y la función del pie en sujetos con fascitis plantar crónica: revisión sistemática de ensayos controlados aleatorizados. Disabil. Rehabil 2021: 1-8.
9. Yoon SY, Kim YW, Shin IS, Moon HI, Lee SC (2020) ¿Influye el tipo de terapia de choque extracorpóreo en la eficacia del tratamiento de la epicondilitis lateral? Una revisión sistemática y un metaanálisis. Clin Orthop 478: 2324-2339.
10. Buchbinder R, Green S, Youd JM, Assendelft WJ, Barnsley L, et al. (2005) Terapia de ondas de choque para el dolor lateral del codo. Grupo Cochrane de Enfermedades Musculoesqueléticas, responsable. Base de Datos Cochrane Syst. Rev. 2005.
11. Surace SJ, Deitch J, Johnston RV, Buchbinder R (2020) Terapia de ondas de choque para la enfermedad del manguito rotador con o sin calcificación. Grupo Cochrane de Enfermedades Musculoesqueléticas, Cochrane Database Syst Rev 2020.
12. Moya D, Ramón S, Guilloff L, Gerdesmeyer L (2015) Conocimientos actuales sobre tratamientos de ondas de choque basados en la evidencia para la patología del hombro. Int J Surg 24: 171-178.
13. Visconti S, Torres F, Cuko G, Di Pardo F, Gosetti R, et al. (2021) Los efectos de un nuevo tipo de onda de choque (onda de choque diamagnética) en el tratamiento de la osteoartritis del pulgar: un estudio de casos y una mirada a la mecanoterapia indolora. J Orthop Res Ther 6: 1186.
14. Vrotsou K, Ávila M, Machón M, Mateo-Abad M, Pardo Y, et al. (2018) Escala Constant-Murley: una revisión sistemática y evaluación estandarizada en diferentes patologías del hombro. Qual Life Res 27: 2217-2226.
15. Tarrazó-Serrano D, Pérez-López S, Candelas P, Uris A, Rubio C (2019) Mejora del enfoque acústico en lentes de placa de zona de Fresnel. Sci Rep 9: 7067.
- dieciséis. Clausen MB, Bandholm T, Rathleff MS, Christensen KB, Zebis MK, et al. (2018) El ensayo "Ejercicios de Fortalecimiento en el Impacto de Hombro" (el ensayo SESSI) investigó la eficacia de un programa simple de ejercicios complementarios de fortalecimiento del hombro en pacientes con síndrome de impacto subacromial crónico: Protocolo de estudio para un ensayo pragmático, ciego para el evaluador, de grupos paralelos, aleatorizado y controlado. Trials 19: 54.
17. Lewis J, Mc Creesh K, Roy JS, Ginn K (2015) Tendinopatía del manguito rotador: Abordando el dilema diagnóstico-tratamiento. J Orthop Sports Phys Ther 45: 923-937.
18. H. Teng Leon Sai Chuen Fu, Xin He, Joo Han Oh, Nobuyuki Yamamoto, Shu Hang (2019) Factores de riesgo de tendinopatía del manguito rotador. Una revisión sistemática y metaanálisis Rehabil Med 51: 627-637.
19. Seitz AL, McClure PW, Finucane S, Boardman ND 3rd, Michener LA (2011) Mecanismos de la tendinopatía del manguito rotador: ¿intrínsecos, extrínsecos o ambos? Clin Biomech. (Bristol, Avon) 26: 1-12.
20. Dean, BJ, Lostie, E, Oakley, T, Rombach, I, Morrey, ME, et al. (2014) Riesgos y beneficios del tratamiento con glucocorticoides para la tendinopatía: una revisión sistemática de los efectos de los glucocorticoides locales en el tendón. Semin Arthritis Rheum 43: 570-576.
21. Le ADK, Enweze L, DeBaun MR, Dragoo JL (2018) Recomendaciones clínicas actuales para el uso de plasma rico en plaquetas. Curr Rev Musculoskelet Med 11: 624-634.
22. Flores C, Balias R, Álvarez G, Buil MA, Varela L, et al. (2017) Eficacia y tolerabilidad del ácido hialurónico peritendinoso en pacientes con tendinopatía del supraespinoso: un ensayo multicéntrico, aleatorizado y controlado. Sports Med Open 3:22.
23. Corrado B, Bonini I, Chirico VA, Filippini E, Liguori L, et al. (2020) Inyecciones de colágeno guiadas por ecografía en el tratamiento de la tendinopatía del supraespinoso: un estudio piloto de serie de casos. J Biol Regul Homeost Agents 4: 33-39.
24. Dabija DI, Gao C, Edwards TL, Kuhn JE, Jain NB (2017) Predisposición genética y familiar a la enfermedad del manguito rotador: una revisión sistemática. J Shoulder Elbow Surg 26: 1103-1112.
25. Xu Y, Bonar F, Murrell GA (2011) Neoinervación en la tendinopatía del manguito rotador. Sports Med Arthrosc. Rev 19: 354-359.
26. Hegedus EJ, Cook C, Brennan M, Wyland D, Garrison JC, et al. (2010) Vascularidad y patología tendinosa en el manguito rotador: revisión de la literatura e implicaciones para la rehabilitación y la cirugía. Br J Sports Med 44: 838-847.
27. Del Buono A, Oliva F, Osti L, Maffulli N (2013) Metaloproteasas y tendinopatía. Músculos Ligamentos Tendones J 3: 51-57.
28. Freedman BR, Bade ND, Riggan CN, Zhang S, Haines PG, et al. (2015) La matriz extracelular (dis)funcional. Biochim. Biophys Acta 1853: 3153-3164.
29. D'Agostino MC, Craig K, Tibalt E, Respizzi S (2015) Ondas de choque como herramienta terapéutica biológica: De la estimulación mecánica a la recuperación y la cicatrización mediante mecanotransducción. Int J Surg 24: 147-153.
30. Frairia R, Berta L (2012) Efectos biológicos de las ondas de choque extracorpóreas en fibroblastos. Una revisión. Muscles Ligaments Tendons J 1:138-147.
31. Visco V, Vulpiani MC, Torrisi MR, Ferretti A, Pavan A, et al. (2014) Estudios experimentales sobre los efectos biológicos de la terapia de ondas de choque extracorpóreas en modelos tendinosos. Revisión de la literatura. Muscles Ligaments Tendons J 4: 357-361.

- 32.**Chao YH, Tsuang YH, Sun JS, Chen LT, Chiang YF, et al. (2008) Efectos de las ondas de choque en la proliferación de tenocitos y el metabolismo de la matriz extracelular. *Ultrasound Med Biol* 34: 841-852.
- 33.**Han SH, Lee JW, Guyton GP, Parks BG, Courneya JP, et al. (2009) Premio Leonard Goldner 2008. Efecto de la terapia de ondas de choque extracorpóreas en tenocitos cultivados. *Foot Ankle Int* 30: 93-98.
- 34.**De Girolamo L, Stanco D, Galliera E, Viganò M, Lovati AB, et al. (2014) Las ondas de choque extracorpóreas de enfoque suave aumentan la expresión de marcadores tendinosos específicos y la liberación de citocinas antiinflamatorias en un modelo de cultivo adherente de células tendinosas humanas primarias. *Ultrasound Med Biol* 40: 1204-1215.
- 35.**Galasso O, Amelio E, Riccelli DA, Gasparini G (2012) Resultados a corto plazo de la terapia de ondas de choque extracorpóreas para el tratamiento de la tendinopatía crónica no calcificada del supraespinoso: un ensayo doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo. *BMC Musculoskelet Disord* 13: 86.
- 36.**Speed CA, Richards C, Nichols D, Burnet S, Wies JT, et al. (2002) Terapia de ondas de choque extracorpóreas para la tendinitis del manguito rotador. Un ensayo controlado, aleatorizado y doble ciego. *J Bone Joint Surg Br* 84: 509-512.
- 37.**Efe T Felgentreff M, Heyse TJ, Stein T, Timmesfeld N, Schmitt J, et al. (2014) Terapia de ondas de choque extracorpóreas para la tendinitis no calcificada del supraespinoso: seguimiento de 10 años de un ensayo aleatorizado y controlado con placebo. *Biomed Tech (Berl)* 59: 431-437.
- 38.**J. Branes, H. Contreras, P. Cabello, V. Antonic, L. Guilloff, et al. (2012) Respuestas del manguito rotador del hombro a la terapia de ondas de choque extracorpóreas: análisis morfológico e inmunohistoquímico, *J. Shoulder Elb. Cirugía* 4.
- 39.**Pérez-López S, Fuster JM, Candelas P, Tarrazó-Serrano D, Castiñeira-Ibáñez S, et al. (2020) Enfoque de ultrasonido bifocal utilizando lentes de placa de zona Bi-Fresnel. *Sensores (Basilea)* 20: 705.
- 40.**Carstensen EL, Parker KJ, Dalecki D, Hocking DC (2016) Efectos biológicos de la deformación cortante de baja frecuencia: Descriptores físicos. *Ultrasound Med Biol* 42: 1-15.
- 41.**Johnson KO (2001) Los roles y funciones de los mecanorreceptores cutáneos. *Curr Opin Neurobiol* 11: 455-461.