



UGR Universidad
del Gran Rosario

TESINA

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título

“Tratamiento de espolón calcáneo con Ondas de Choque”

Autor

Liberati, Franco. UGR 789

Directora

Lic. Rabita, María Paula

Fecha de presentación:

06/03/2023

Lugar: Rosario

Firma del autor:

Resumen

Introducción: Las Ondas de Choque (ESWT) son ondas acústicas o sónicas capaces de difundir en los tejidos. Son aplicadas en zonas específicas a través de una cabeza libre y móvil. Actualmente se utilizan en un gran abanico de lesiones crónicas, como por ejemplo tendinitis calcificante, espolón calcáneo, tendinopatía aquiliana o rotuliana y epicondilopatías entre otras. Como estímulo mecánico promueve la curación biológica a través del proceso de mecanotransducción.

El espolón calcáneo (osteofitosis calcánea) es un osteofito que crece en la parte anterior de la tuberosidad plantar del calcáneo y que se extiende en sentido postero-anterior de 1 a 2 cm en donde su extremo anterior irrumpe en la fascia plantar.

Objetivo: Analizar los efectos del tratamiento de las Ondas de Choque en pacientes con Espolón Calcáneo a través de una revisión bibliográfica.

Métodos: Se realizó llevando a cabo una búsqueda bibliográfica sobre el tratamiento del espolón calcáneo con ondas de choque, incluyendo estudios publicados a partir del año 2010 hasta 2022.

Resultados: A partir de la búsqueda bibliográfica se recolectaron 5 artículos científicos.

Conclusión: Los pacientes que recibieron de tratamiento ondas de choque en espolón calcáneo mejoraron su valor en relación al dolor medido con VAS y al nivel de función según el FFI, aunque no provocaron cambios radiográficos ni reducción significativa del espolón.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I. Introducción | 4 |
| II. Objetivos | 5 |
| II. a. Objetivo General | 5 |
| II. b. Objetivos Específicos | 5 |
| III. Marco Teórico | 6 |
| III.2. Tejido Óseo. Generalidades | 6 |
| III.3. Espolón Calcáneo | 11 |
| III.4. Tratamientos de la patología | 12 |
| III.5. Ondas de Choque | 14 |
| III.5.1. Características de las Ondas de Choque | 15 |
| III.5.2. Generación de la Onda de Choque | 15 |
| III.5.3 Tratamientos de la patología con ondas de choque | 16 |
| III.5.4 Efectos físicos de las Ondas de Choque | 17 |
| III.5.5 Parámetros de las Ondas de Choque | 18 |
| IV. Justificación | 19 |
| IX. Conclusión | 37 |
| V. Métodos | 20 |
| VI. Resultados | 21 |
| VII. Análisis de Resultados | 34 |
| VIII. Discusión | 35 |
| X. Referencias Bibliográficas | 41 |

I. Introducción

Las Ondas de Choque (ESWT) son ondas acústicas o sónicas capaces de difundir en los tejidos. Son aplicadas en zonas específicas a través de una cabeza libre y móvil. Actualmente se utilizan en un gran abanico de lesiones crónicas, como por ejemplo tendinitis calcificante, espolón calcáneo, tendinopatía aquiliana o rotuliana y epicondilopatías entre otras. Desde 1985 se utilizan también para destruir cálculos en la vesícula, el conducto biliar, el páncreas o las glándulas salivales ⁽¹⁾.

Las ESWT son utilizadas para disminuir el dolor en diversas patologías, dado que, actúan como un estímulo mecánico que promueve la curación biológica a través del proceso de mecanotransducción. Los efectos biológicos de las ESWT se informan como regeneración de tejido, cicatrización de heridas, angiogénesis.

A las mismas se le atribuye la acción mecánica con aumento del metabolismo tisular local y agudización de la inflamación crónica, que reactiva la cicatrización y la revascularización, acelerando la cicatrización ⁽²⁾.

El espolón calcáneo (osteofitosis calcánea) es un osteofito que crece en la parte anterior de la tuberosidad plantar del calcáneo y que se extiende en sentido postero-anterior de 1 a 2 cm en donde su extremo anterior irrumpe en la fascia plantar.

Los espolones óseos, tienen dos orígenes diferentes bien definidos. Uno es secundario a los procesos inflamatorios de causa degenerativa, debido a la tensión crónica de los puntos de fijación ligamentosos en las tuberosidades óseas correspondientes, por el exceso de uso, los cuales generan microtraumatismos repetitivos, factores como obesidad, tiempo prolongado en posición de pie, por la edad o por el mal alineamiento en los huesos de los pies; el otro está relacionado con los procesos inflamatorios locales de origen inmunológico asociados a las espondiloartropatías ⁽³⁾.

La problemática de este trabajo se orienta a desarrollar los efectos del tratamiento con Ondas de Choque sobre el espolón calcáneo e intentar lograr un protocolo de dosificación.

II. Objetivos

II. a. Objetivo General

Analizar los efectos del tratamiento de las Ondas de Choque en pacientes con Espolón Calcáneo a través de una revisión bibliográfica.

II. b. Objetivos Específicos

Exponer los mecanismos de acción de las Ondas de Choque en el proceso de resorción ósea en el Espolón calcáneo.

Analizar los efectos de las Ondas de Choque según dosificación y tiempo de aplicación sobre el Espolón Calcáneo.

Establecer un protocolo de dosificación abarcando los parámetros correspondientes para el tratamiento del espolón calcáneo con Ondas de Choque.

III. Marco Teórico

Este estudio se encuentra estructurado en base a aportes académicos. Considerando la problemática y el enfoque de esta investigación, se resalta la importancia de desarrollar ciertos contenidos de aspectos generales en el área de traumatología, fisiología y fisioterapia con respecto a las Ondas de Choque para lo que se detallan antecedentes.

III.2. Tejido Óseo. Generalidades

Histológicamente, el hueso es un tejido conjuntivo mineralizado muy vascularizado e innervado, y está estructurado en laminillas de matriz osteoide calcificada. La disposición de las laminillas es la que determina que el hueso sea cortical o esponjoso. Ambos están constituidos por osteonas. Conductos de Havers recubiertos de laminillas en disposición concéntrica donde se sitúan los osteocitos forman la estructura del hueso cortical o compacto. Laminillas óseas en forma de red que delimitan cavidades areolares en cuyo interior se encuentra médula ósea constituyen el hueso esponjoso o trabecular ⁽⁵⁾. Ambos tipos de hueso, contienen células especializadas, matriz orgánica y fase mineral ⁽⁶⁾. En el hueso coexisten varios tipos de células.

Tabla N° 1: Generalidades de tejido óseo.⁽³⁾

| ESTROMA MEDULAR | TEJIDO ÓSEO |
|------------------------------|--------------------|
| Células stem hematopoyéticas | Osteoblastos |
| Células stem mesenquimales | Pre-Osteoblastos |
| Adipocitos | Osteocitos |
| Macrófagos | Osteoclastos |
| Mastocitos | Pre-osteoclastos |
| Células endoteliales | Células linfoides |

Las células del hueso se hallan dentro del propio tejido óseo o en el estroma conjuntivo de la médula ósea, rico en células mesenquimales pluripotenciales indiferenciadas (o mesenchymal stem cells). Desde los trabajos de Friedenstein en 1976 se conoce que estas Células Stem pueden dar origen a: fibroblastos, osteoblastos, condroblastos, adipocitos y mioblastos ⁽⁷⁾.

Los osteoblastos, células grandes (20-30 μm), de forma poliédrica, con citoplasma basófilo y con aparato de Golgi y retículo endoplásmico rugoso de significativo tamaño. Su origen viene de las células mesenquimales pluripotenciales de la médula ósea, endostio, periostio y pericitos perivasculares ⁽⁸⁾.

Estas células sintetizan la matriz orgánica o sustancia osteoide a una velocidad de 2 a 3 μm por día, además expresan una enzima característica la fosfatasa alcalina (ALP), que permite la mineralización a un ritmo de 1-2 μm por día.

Actualmente, se sabe que sintetizan las proteínas colágenas y no colágenas de la matriz orgánica del hueso; dirigen la disposición de las fibrillas de la matriz extracelular; contribuyen a la mineralización de la sustancia osteoide, gracias a la fosfatasa alcalina, median en la reabsorción llevada a cabo por los osteoclastos a través de la síntesis de citoquinas específicas y sintetizan factores de crecimiento ⁽⁹⁾.

Mineralizada la matriz, algunos osteoblastos quedan atrapados dentro, transformándose en osteocitos. Los osteoblastos, osteoclastos y células limitantes se alojan en la superficie ósea, mientras que los osteocitos quedan en el interior. Los osteocitos son las células más abundantes del hueso. Su forma es estrellada y su cuerpo se encuentra en el interior de lagunas u osteoplasmas y los procesos citoplasmáticos se comunican entre sí a través de los conductos calcóforos, llenos de fluido óseo extracelular. De esta manera, los osteocitos forman un sincitio de células interconectadas que representa una única estructura, con ventaja de que existe una gran superficie de contacto en el interior hacia la superficie ósea, donde se aseguran oxígeno y nutrientes. Al producirse un trauma en el hueso sobreviene un cese de la circulación sanguínea que origina hipoxia y necrosis de los osteocitos que estén a más de 0.1 mm de un capilar intacto ⁽¹⁰⁾. Los osteocitos también toman partido en la síntesis y mineralización de la matriz osteoide. Se cree que su función principal es controlar el remodelado óseo, detectando variaciones mecánicas de las cargas, fenómeno que se denomina mecanotransducción ⁽¹¹⁾.

De la reabsorción se encargan los osteoclastos. Células grandes (100 μm), multinucleadas, ricas en mitocondrias y vacuolas. Estos contienen fosfatasa ácida tartrato resistente (TRAP), que permite la desfosforilación de las proteínas, cuya actividad es aprovechada para su identificación, tanto in vivo como in vitro. También cuentan con receptores para calcitonina (hormona reguladora del calcio).

Su origen procede de células madre hematopoyéticas medulares denominadas Unidades Formadoras de Colonias de Granulocitos y Macrófagos (CFU-GM), precursoras de macrófagos y monocitos ⁽¹²⁾.

Los osteoclastos tienen dos especializaciones en la membrana: un borde en cepillo, donde tiene lugar la reabsorción y una zona clara, rica en microfilamentos, con integrinas que sirven de anclaje a la matriz. Ellos, se movilizan hacia la zona a reabsorber, donde se adhieren a la superficie ósea mineralizada por el ribete en cepillo sellando los bordes del área mediante las integrinas. La integrina del osteoclasto, particularmente $\text{av}\beta 3$, reconoce la secuencia Arg-Gly-Asp (RGD) existente en el colágeno

y otras proteínas de la matriz osteoide. A este nivel el pH es ácido, ya que secretan ácidos (H+) generados por la anhidrasa carbónica II y enzimas proteolíticas como colagenasas, metaloproteasas, catepsina K, glucuronidasa, etc., que van a originar, primero, la reabsorción del hueso mediante la solubilización de la matriz orgánica, y después la mineral ⁽¹²⁾.

La matriz orgánica o sustancia osteoide representa un tercio del peso óseo y se encuentra formada por proteínas, fundamentalmente colágeno 90% (puede apreciarse en la Tabla N°2). La matriz tiene un papel importante en el conjunto del sistema óseo, siendo evidente este hecho cuando aparecen enfermedades del colágeno como la osteogénesis imperfecta. Sin embargo, debe considerarse a la matriz mineralizada extracelular como algo más que un reservorio de calcio y fósforo, ya que constituye una reserva de proteínas que participan en la regulación de la diferenciación celular y en la integridad y función del tejido óseo ⁽¹³⁾.

Tabla N° 2: Matriz orgánica o sustancia osteoide ⁽¹³⁾.

| | |
|--|--|
| COLÁGENO | Tipo I, II, II, V, XII |
| PROTEOGLICANOS | Condrotín sulfato Decorina Biglicano Hialurano |
| PROTEÍNAS CON ÁCIDOγ-CARBOXI-GLUTÁMICO | Osteocalcina Proteína de la matriz con ácido γ-carboxi-glutámico |
| GLICOPROTEÍNAS | Osteonectina Fosfatasa alcalina Proteínas con RGD: Fibronectina Trombospondina Osteopontina Vitronectina Sialoproteínas óseas |
| PROTEÍNAS DEL PLASMA | Albúmina α 2 -SH - glicoproteína |
| FACTORES DE CRECIMIENTO | IGF I y II TGF -β PDGF |

A. El colágeno. El 90% de la matriz extracelular (MEC) está constituida por colágeno, sobre todo tipo I (>95%) y tipo V (<5%). Se ha comprobado la presencia en pequeñas proporciones de colágeno tipo III, relacionado con las fibras de Sharpey y tipo XII, formado bajo estrés mecánico. La molécula de colágeno contiene la secuencia Arg-Gly-Asp (RGD), que es reconocida por las integrinas de superficie de las células óseas ⁽¹⁴⁾. Característicamente contiene aminoácidos hidroxilisina e hidroxiprolina, este último, un marcador específico de todos los fenotipos de colágeno, estando sus valores de excreción urinaria en relación directa con la tasa de reabsorción ósea ⁽¹⁵⁾. Las fibras de colágeno pueden estabilizarse mediante puentes de hidrógeno entre aminoácidos, a través de la formación de puentes de piridinolina, entre las hidroxilisinas y lisinas. Sin embargo, el colágeno no tiene gran afinidad por el calcio, por lo que son otras las proteínas implicadas en el depósito mineral.

B. Proteínas no colágenas: Se destacan:

B.1. Proteoglicanos: Constituyen el 10% de las proteínas no colágenas y son moléculas de gran tamaño. Cuatro tipos de proteoglicanos presenta la matriz osteoide: Hialuronano y Condroitín-sulfato.

B.2. Proteínas con ácido γ -carboxi-glutámico.

B.3. Glicoproteínas: Son la osteonectina, la fosfatasa alcalina y las proteínas con el tripéptido RGD (Arg-Gly-Asp).

B.4. Proteínas procedentes del plasma: Se encuentran en la matriz orgánica ósea en mayor proporción que en el plasma. Son la albúmina y la α_2 -SH-glicoproteína.

B.5. Factores de Crecimiento: Son polipéptidos que se sintetizan en el propio hueso o proceden de otros lugares (hígado, plaquetas, etc.) y que intervienen en la diferenciación, crecimiento y proliferación de las células de forma autocrina o paracrina ⁽¹⁶⁾.

El componente mineral del hueso representa el 65% del peso óseo. Formado por calcio, fosfato y carbonato en forma de pequeños cristales de hidroxiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, también hay magnesio, sodio, potasio, manganeso y flúor en menor proporción. El plasma, sobresaturado de calcio y fósforo respecto a la hidroxiapatita, debe de contener sustancias que inhiban la mineralización. Las proteínas con capacidad adhesiva favorecen la mineralización, mientras que los proteoglicanos, magnesio, ATP y pirofosfato la inhiben ⁽⁶⁾.

Cada tejido descripto, se encuentra bajo la mirada de un sistema que está alerta ante cualquier circunstancia que ponga en riesgo la integridad de sus partes. Regulada por las distintas intensidades o niveles de complicaciones tanto exógenas como endógenas, la inflamación es la respuesta que pone en marcha mecanismos para una resolución lesiva.

Es una respuesta de los organismos a diferentes agresiones endógenas o exógenas. Tanto la respuesta inmune innata como la adquirida intervienen en este proceso que tiene numerosos efectos locales y sistémicos. Según el tiempo de evolución puede ser aguda o crónica, aunque a veces los patrones convencionales no pueden detectar un suceso previo⁽¹⁷⁾.

Caracterizada por cinco signos clínicos: rubor, calor, dolor, tumor e impotencia funcional. Manifestaciones cardinales causadas por la acumulación de leucocitos, proteínas plasmáticas y derivados de la sangre hacia sitios de los tejidos extravasculares donde existe una infección o lesión, provocada o no por agentes patógenos⁽¹⁸⁾.

La inflamación aguda suele producirse ante un daño o por la presencia de moléculas que el sistema inmune interpreta como patógeno, por ejemplo infección. La inflamación crónica puede producirse tanto en respuesta a un estímulo antigénico persistente (autoantígeno) como a un estado patológico sin infección (por ejemplo, obesidad). Por otro lado, la respuesta inmune puede ser causada por el sistema inmune innato o bien ser desencadenada por mecanismos antígeno-específicos del sistema inmune adaptativo⁽¹⁹⁾.

La respuesta inflamatoria tiene lugar en los tejidos vascularizados y supone la extravasación de células y moléculas que están en la sangre y penetran en el tejido inflamado.

Comienza por la producción y secreción de mediadores proinflamatorios como macrófagos y mastocitos. Mediadores que actúan sobre el endotelio de los vasos produciéndose vasodilatación, aumento del flujo y de la permeabilidad vascular y como resultado se produce calor, enrojecimiento e hinchazón de la zona afectada. La activación endotelial aumenta la adherencia de los leucocitos y su extravasación. Estas células se extravasan e infiltran el tejido secretando moléculas responsables del dolor en el tejido afectado⁽²⁰⁾.

El reconocimiento de los patrones moleculares asociados a los patógenos (PAMP), por los macrófagos y células endoteliales, más tarde por los neutrófilos y otros leucocitos que se extravasan, estimulan la secreción de los mediadores lipídicos de la inflamación, citosinas y quimiocinas. Los macrófagos producen TNF- α (factor de necrosis tumoral alfa) e IL-1 que, a nivel local, logran activar células endoteliales a las que se adherirán leucocitos que a continuación se extravasarán al tejido inflamado.

Las células endoteliales de los vasos sanguíneos tienen control sobre la extravasación de leucocitos y mediadores solubles a los lugares de inflamación. Estas son moduladas por los mediadores proinflamatorios y participan en los procesos de lesión y reparación del vaso⁽²¹⁾.

El endotelio vascular posee una barrera que actúa como una interfase entre la sangre y los tejidos, separando los componentes celulares y humorales circulantes en la sangre de los espacios extravasculares. La interacción de diversos factores activa al endotelio y cambia drásticamente su fenotipo. Suceso que supone un cambio abrupto antiadherente y antiinflamatorio donde la superficie endotelial libera agentes proinflamatorios y se vuelve adherente, actuando como una superficie atrapadora de leucocitos.

Los mediadores inflamatorios alteran propiedades de células endoteliales, provocando activación endotelial, adhesión y extravasación leucocitaria.

El TNF- α , el leucotrieno B₄, el C5a y la histamina inducen la externalización de gránulos preformados (cuerpos de Weibel-Palade) con P-selectina. El LPS induce transcripción y traducción de E-selectina que aparece en membrana en horas. La E-selectina se une a los residuos de sialil Lewis X (s-Lex) sulfatado de la superficie de los neutrófilos e inicia el rodamiento (*rolling*) previo al aterrizaje en la superficie endotelial.

Los quimiorreceptores extravasados de la membrana de los leucocitos, orientan su movimiento hacia las fuentes de estímulos químicos (células productoras de quimiocinas). Los leucocitos extravasados migran hacia el foco inflamatorio donde se acumulan y se activan para destruir y eliminar la causa del daño tisular.

La resolución de la inflamación no significa la resolución pasiva de las respuestas inflamatorias, sino más bien un proceso activo bien coordinado para restablecer la integridad y la función de los tejidos⁽²²⁾.

III.3. Espolón Calcáneo

Es un osteofito que crece en la parte anterior de la tuberosidad plantar del calcáneo y que se extiende en sentido posteroanterior de 1 a 2 cm; y su extremo anterior irrumpe en la fascia plantar.

Los espolones óseos, tienen dos orígenes bien definidos. Uno es secundario a procesos inflamatorios de causa degenerativa y puede deberse a tensión crónica de los ligamentos en sus puntos de fijación en las tuberosidades óseas correspondientes, exceso de uso funcional (obesidad, tiempo prolongado en posición de pie), la edad o por el mal alineamiento en los huesos de los pies; y el otro está relacionado con los procesos inflamatorios locales de origen inmunológico asociados a las espondiloartropatías.

Fue descubierto por primera vez a principios del siglo XX por el físico alemán Steven Plettner, observando un amplio resumen de hallazgos radiológicos de exóstosis ubicados en la zona plantar del hueso calcáneo o en el punto de inserción de la aponeurosis plantar.

El síntoma más importante es el dolor y se agrava con la carga, estando el paciente parado o caminando. Es un dolor bien localizado en la zona del talón que rara vez se irradia. Palpando la porción anterior de la tuberosidad del calcáneo, se puede llegar a encontrar cierto aumento de volumen, doloroso a la digito presión. El dolor puede reproducirse hiperextendiendo los dedos del pie y distender la aponeurosis y la fascia ⁽⁴⁾.

En la radiografía lateral del talón puede observarse una espina calcánea con distintas formas y tamaños, pero por lo general es triangular, pudiendo encontrarse cambios osteolíticos en la base de implantación del espolón.



Figura N°1: Espolón Calcáneo⁽²⁴⁾

Existen diferentes tipos de Espolón Calcáneo. Espolón calcáneo plantar, localizado en la parte inferior del calcáneo.

La deformidad de Haglund o exostosis de Haglund es una protuberancia ósea en el borde lateral del calcáneo. Punto de anclaje del talón de Aquiles.

Largo pero asintomático, al no encontrarse en áreas de carga de peso y solo se diagnostica cuando se realiza una radiografía del pie por otras causas.

Largo y doloroso a la carga de peso (paciente obeso parado o caminando), debido a la posición del calcáneo ante una depresión del arco longitudinal.

Pequeña proliferación acompañada de un área de aumento de la densidad radiográfica en el origen de la fascia plantar. Lo cual indica un proceso inflamatorio subagudo en la zona de inserción fascia-tuberosidad.

Numerosas alternativas de abordaje existen actualmente para tratar de resolver este crecimiento óseo anómalo ⁽²⁴⁾.

III.4. Tratamientos de la patología

En la actualidad conviven diversas opciones de tratamientos para abordar esta entidad ósea anómala. Abordajes conservadores combinando medicina oriental y occidental, opciones de fisioterapia, terapias manuales y como última opción el abordaje quirúrgico.

En estos pacientes el tratamiento conservador ha sido con dispositivo láser, ultrasonido, magnetoterapia y otros, aplicados en el sitio doloroso, así como las infiltraciones y la terapia homeopática. Se incluye además, reposo, disminución de peso, administración de antiinflamatorios y analgésicos por vía oral, aplicación local de fomentos tibios, masajes con pomadas antiinflamatorias, infiltración local de analgésicos y corticoesteroides, aplicación de medicina natural y tradicional.

Una alternativa para disminuir el dolor es la acupuntura, pero se han encontrado pocos estudios relacionados con el tema. En una investigación aplicaron terapia Su-Jok, para determinar la respuesta clínica y terapéutica en estos pacientes, evaluar su evolución y favorecer su pronta recuperación y reincorporación a la sociedad.

La terapia Su Jok es un método utilizado para primeros auxilios en personas con enfermedades comunes. Se aplica sobre puntos en pies y manos, basado en la reflexología y la acupuntura. Teniendo su origen en la medicina tradicional china, trata de restablecer la armonía del cuerpo utilizando técnicas tan antiguas y de aprobada eficacia como la moxibustión, la acupresión o la acupuntura. Su creador es el profesor coreano Park Jae Woo.

La terapia Su Jok posee una importancia relevante al no tener contraindicaciones ni efectos secundarios. Puede ser utilizada al mismo tiempo que cualquier otra forma de tratamiento. Así la enfermedad se curará antes y disminuir las cantidades de medicamentos (si es necesario tomarlos) y sus efectos dañinos.

Se debe estar consciente que la ausencia de los síntomas no indica necesariamente la curación del paciente. Se debe continuar estimulando durante varios días hasta que desaparezca el dolor a la digito presión. Es entonces cuando puede pensarse que el padecimiento de la persona ha finalizado. Por increíble que esta sencilla técnica pueda parecer, logra sus objetivos con solo el estímulo directo en el paciente, mediante sus propios mecanismos de defensa, sin necesidad, salvo excepciones, de otro tipo de terapéutica externa ⁽²⁵⁾.

La opción de tratamiento conocida como fármaco puntura es una variante de la acupuntura y fue desarrollada en china. Se basa en la inyección de ciertas sustancias como agua destilada, vitaminas, medicamentos alopáticos, extractos de plantas y medicamentos hemeopáticos, en los puntos de acupuntura ⁽²⁶⁾.

En el siglo pasado aparecieron las fuentes de luz eléctricas y comenzaron a desarrollarse diferentes métodos fototerapéuticos con luz monocromática en la región visible del espectro, principalmente rojo y azul, para lo cual se desarrollaron diversos aparatos.

El término laserpuntura en el mundo occidental se utiliza con diferentes significados. En primer lugar, designar el método de aplicación puntual de la radiación

láser de baja potencia, sus efectos locales y sistémicos a partir de efectos primarios físicos, químicos y biológicos que tributan determinados efectos terapéuticos. También se ha usado para nombrar el método de laserterapia sobre puntos de acupuntura, tanto con criterios de medicina occidental, como de medicina oriental ⁽²⁷⁾.

Las Órtesis (taloneras), son otra opción frecuentemente recetadas. Existe una gran variedad para el talón, y generalmente son útiles. Las almohadillas o taloneras deben corregir las alteraciones en la alineación del pie (calcáneo varo o valgo, metatarso varo o valgo, o diferencias en la longitud de las piernas).

La cinesiterapia consta de estiramientos musculares y ejercicios enfocados en las cadenas musculares implicadas en la zona, Soleo, Gemelos, Tibial Anterior entre otros ⁽²⁸⁾.

Las ESWT constituyen una terapia emergente en las últimas décadas y los abordajes terapéuticos cada vez son más amplios. Desde cálculos renales hasta trastornos musculoesqueléticos y calcificaciones. Al principio de los 90 se publicaron los primeros informes sobre las ODCE en la tendinitis calcificada de hombro.

Investigaciones adicionales condujeron tratamientos sin efectos secundarios de epicondilitis y de fascitis plantar, lográndose un campo cada vez mayor de aplicación de ESWT en patología musculoesquelética ⁽²⁹⁾.

III.5. Ondas de Choque

Son ondas acústicas que transmiten energía mecánica y según el rango de energía y frecuencia utilizada, se aplican para eliminar calcificaciones tendinosas o para lograr analgesia en las zonas dolorosas. Tienen un efecto estimulante en las zonas donde son aplicadas (analgesia por estimulación), fragmentando el calcio depositado en los tejidos en micropartículas. Transforman una zona de inflamación crónica en aguda, por aumentar la respuesta celular en la cadena inflamatoria. Son generadas mediante un sistema electrohidráulico que provoca la liberación de energía ⁽³⁰⁾ (Figura2).



Figura N°2: Dispositivos de ondas de choque. **ARIIBA**. Radiales. **ABAJO**. Focales. ⁽²⁹⁾

III.5.1. Características de las Ondas de Choque

Presentan pulsos de presión de corta duración. La presión positiva crece rápidamente desde la presión ambiente al pico máximo de la onda y luego cae, seguida por una fase corta de presión negativa.

Estas ondas presentan entonces un pico de presión alto que en el caso de uso terapéutico, está entre 8mPa a más de 100mPa. Este pico de presión se logra e en menos de 10 nanosegundos. La duración del ciclo es corta (menos de 10 microsegundos) y su espectro de frecuencia es amplio (16hz-20hz). La onda de presión negativa dura unos pocos microsegundos ⁽³¹⁾.

III.5.2. Generación de la Onda de Choque

La Onda de Choque utilizada para tratamiento médico puede considerarse como una explosión controlada que genera un pulso sónico y se logra de distintas formas y dependen de la conversión de energía eléctrica en mecánica. Los tres mecanismos más habituales de generación de la onda son:

Los sistemas electrohidráulicos representan la primera generación de dispositivos. La onda se genera a partir de una chispa como en la ignición de los automóviles, a partir de un capacitor cargado se produce una descarga de alto voltaje, y a través de electrodos produce un impulso sobre un reflector elíptico que contiene agua. La chispa generada produce calor y vaporiza el agua circundante produciendo una burbuja de gas constituida por vapor de agua y plasma. Son los sistemas más efectivos desde el punto de vista terapéutico por las características de distribución de la presión en el área de tratamiento.

Los sistemas piezoeléctricos producen una oscilación de cristales de cuarzo determinada por una rápida descarga eléctrica que genera un curso de presión en el agua circundante que produce una Onda de Choque. Son los sistemas más caros por su mantenimiento.

Los sistemas electromagnéticos utilizan un pulso generado por un campo magnético que produce la deflexión de una membrana metálica altamente conductora que genera la onda de sonido. Una vez emitida la onda, pasa a través de una lente acústica que de acuerdo a su distancia focal, determina un punto focal terapéutico ⁽³¹⁾ (Figura 3).

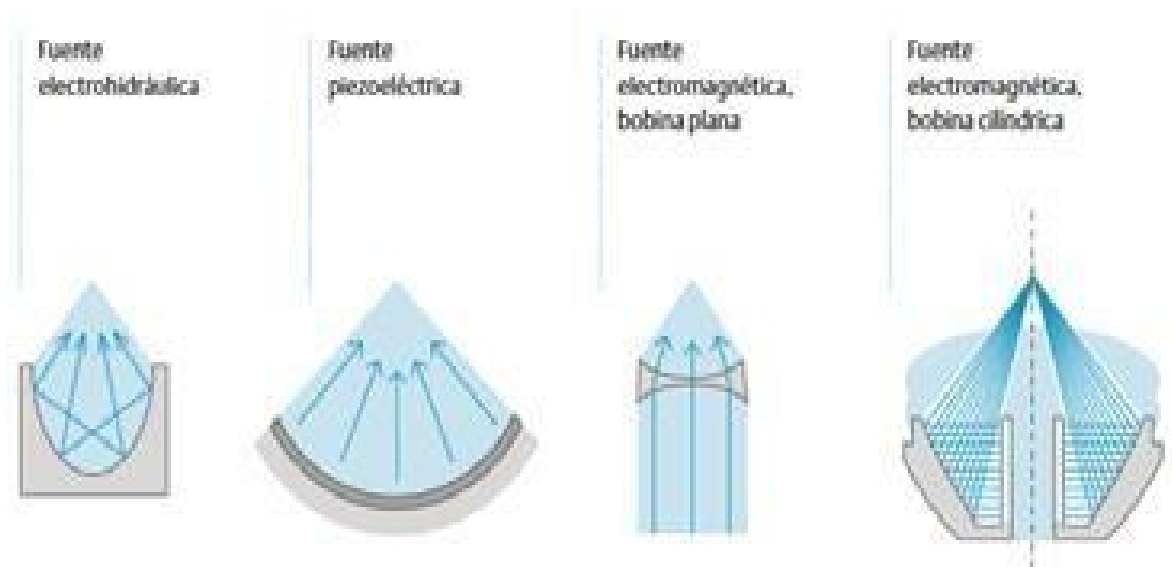


Figura N°3: Generadores de las ondas de choque. ⁽²⁹⁾

III.5.3 Tratamientos de la patología con ondas de choque

Las ondas mecánicas, una vez emitidas, viajan a través de la materia ya sea en su fase sólida, líquida o gaseosa. En su aplicación terapéutica, la onda se transmite a través de una almohada de acoplamiento. Un medio líquido que al tener una consistencia acústica similar a la del cuerpo humano, favorece su transferencia al mismo.

Es esencial que exista un medio de transición entre la almohada de acople y el organismo, por ejemplo el gel para ultrasonido. Las Ondas de Choque son dirigidas hacia un punto focal en el tejido a ser tratado.

Existen tres posibilidades para asegurarse que las ondas hagan blanco en la zona a tratar:

1. Feed-back del paciente: La aplicación se dirige a la zona de máximo dolor. Llamada directa, cuando el centro de la almohada de acople coincide con el puntodoloroso, de esta manera las ondas entran en la zona de dolor en forma vertical.

Otra posibilidad podría ser una aplicación tangencial en la cual el punto doloroso coincida con el haz de un marcador láser perpendicular a la dirección de emisión de las Ondas de Choque. En este caso, las mismas acceden a la zona de dolor desde una dirección tangencial.

2. Ultrasonido: Los dispositivos generadores de Ondas de Choque cuentan con un brazo excéntrico que permite localizar el punto desde varios ángulos y así abordar el área de tratamiento en dos planos.

3. Radiología: La utilización de un intensificador de imágenes es de gran ayuda para el uso sobre el tejido óseo. Se ajusta el blanco moviendo a la fuente de Ondas de Choque o al paciente en el plano horizontal mientras se practica la fluoroscopia en

sentido anteroposterior y luego se gira el brazo del fluoroscopio en posición oblicua para ajustar el blanco en sentido vertical.

Las Ondas de Choque extracorpóreas radiales constituyen un tratamiento efectivo para la fascitis plantar crónica y pueden aplicarse en pacientes ambulatorios sin anestesia. Igualmente aún no han sido evaluadas en ensayos clínicos controlados.

No hay ninguna diferencia con respecto a la eficacia entre la terapia con Ondas de Choque extracorpóreas radiales y el placebo en el tratamiento de la fascitis plantar crónica⁽³¹⁾.

III.5.4 Efectos físicos de las Ondas de Choque

Generan una brusca variación de presión que se propaga en los tres planos del espacio, pasando de la presión ambiente al pico máximo de presión en el frente de la onda.

Al atravesar un medio, causa una expansión y concentración del mismo alterando su densidad. La propagación puede ser descripta como una alternada compresión y relajación del medio, a lo largo de la dirección de propagación.

Cuando la Onda de Choque ingresa a un tejido se disipa y refleja. La energía cinética es absorbida de acuerdo a la estructura del medio. De esta manera, van cambiando sus propiedades físicas por atenuación al viajar por un medio, y por reflexión y refracción cuando pasa de un medio a otro.

Para que la Onda de Choque logre un adecuado efecto terapéutico, la energía debe ser focalizada en el punto a tratar. Si bien la onda es dirigida a un punto focal, tiene efectos sobre un área mayor.

En los tejidos, se determina un efecto de carga mecánica que viaja a través de ellos a una velocidad levemente superior a la del sonido. La presión positiva y el corto tiempo de ascenso son responsables de este efecto directo de carga. Esto se denomina efecto primario o directo de la Onda de Choque.

La onda negativa secundaria es responsable del fenómeno de cavitación, y es el llamado efecto indirecto o secundario de la Onda de Choque. Está determinado por la formación de burbujas gaseosas debido al efecto de las variaciones de presión sobre el agua. La primera parte de la onda comprime las burbujas de gas de 1mm a unos pocos micrones con lo que la presión y la energía dentro de las mismas aumentan marcadamente.

Luego de un determinado momento, las burbujas implosionan descontroladamente generando Ondas de Choque secundarias. La interacción entre las Ondas de Choque y las burbujas genera chorros de agua de gran energía y alta temperatura. Este fenómeno también ocurre cuando la onda impacta una burbuja de gas

ya presente en el medio. En la interface entre medios de distinta densidad, la simetría de los fenómenos de implosión es alterada con un mayor potencial destructivo, como sucede en los límites entre tejido muscular y óseo, donde se producen mayores cambios y emisiones de energía, generando mayor efecto biológico ⁽³¹⁾.

III.5.5 Parámetros de las Ondas de Choque

La energía aplicada y la densidad de flujo energético son dos de los parámetros a utilizar en la práctica clínica.

La Energía mecánica o acústica de las ESWT viene determinada por la amplitud de la presión y su duración. Dependen de las propiedades acústicas del medio (densidad y velocidad sónica) y por la propagación espacial de las ESWT. La energía es indicada en milijoule (mJ). Debiendo estar focalizada en un área delimitada para lograr el efecto terapéutico. Las ESWT son efectivas si la presión alcanza 5 MPa (50 bar) o más. Esta zona es denominada zona de 5MPa. La energía en esta área se refiere como E+(5MPa). El signo positivo significa que sólo la parte positiva de las ondas son tenidas en consideración, mientras que las negativas son despreciadas.

El diámetro del área 5MPa y por lo tanto el contenido de energía, difiere dependiendo del sistema que se utilice. Por ejemplo, puede variar al utilizar baja energía o alta energía, unos 10 mm o 30 mm respectivamente. La concentración de energía viene determinada por la Densidad de flujo energético (DFE) (en inglés EFD) y se denomina ED+ y se mide en mJ/mm². Este parámetro especifica la cualidad de la energía focalizada.

Probablemente sea el parámetro más importante en relación con las ESWT. Valores inferiores de ED+ pueden no tener efecto y valores superiores de ED+ pueden causar daño tisular ⁽²⁹⁾.

Es una onda acústica o sónica que se eleva por encima de la presión atmosférica en nanosegundos (10⁻⁹ s) alcanzando una presión de 100 MPa y después decrece exponencialmente en 1-5 ms hasta la presión atmosférica pasando por una fase de presión negativa de -10 MPa.

Otro importante parámetro a tener en cuenta es la máxima cantidad de energía acústica transmitida a un área de 1 mm² por pulso, denominada densidad de flujo energético (ED.) y se mide en milijulios (mJ/mm²)¹.

IV. Justificación

El interés de esta investigación surge a partir de la gran variedad de formas de abordar terapéuticamente el Espolón Calcáneo y de la gran cantidad de sesiones que lleva la resolución de este proceso de crecimiento óseo anómalo. En base a lo expuesto es importante analizar los efectos de tratamiento de las Ondas de Choque en el tipo de pacientes que lo padece y a su vez establecer un protocolo de dosificación destinado a los/las profesionales Licenciados/as en Kinesiología y Fisiatría para su utilización. La revisión bibliográfica a realizar contribuye además al conocimiento sobre esta aplicación e impulsar su estudio a futuro.

V. Métodos

Este trabajo, se realizó llevando a cabo una búsqueda bibliográfica incluyendo estudios publicados a partir del año 2010 hasta 2022 inclusive. Haciendo referencia al tratamiento del espolón calcáneo con ondas de choque.

Las estrategias de búsqueda fue a través de términos DeSC, los cuales fueron "Espolón Calcáneo", "Ondas de Choque", "Fisioterapia", "Tratamiento", "Parámetros" y para los términos MeSH, "Calcaneal Spur", "Physical Therapy", "Shock Wave", "Parameters", "dosage". También se utilizaró el término libre "ESWT".

La combinación de palabras claves fue:

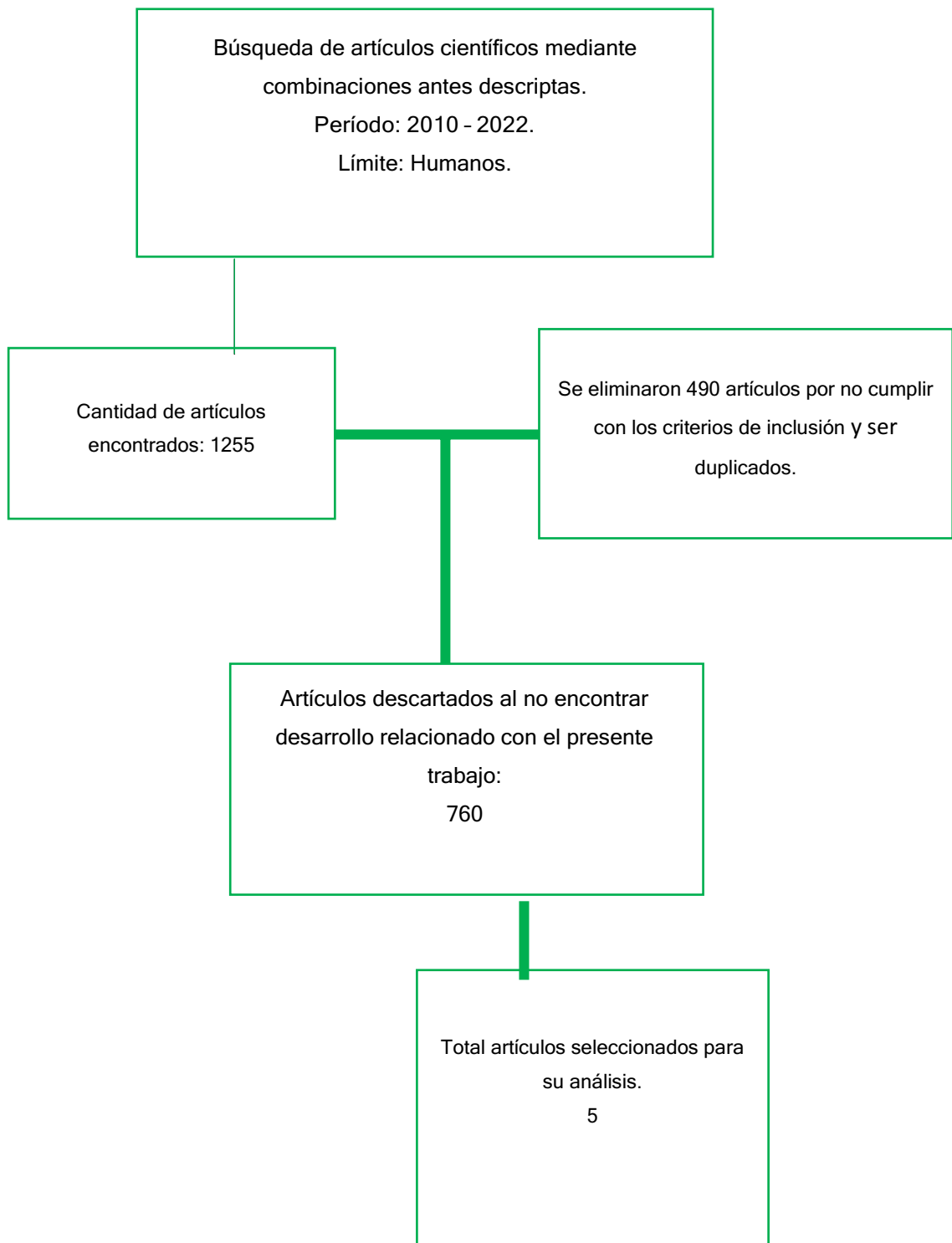
MeSH:

- "Calcaneal Spur" AND "Physical Therapy".
- "Calcaneal Spur" AND "Shock Wave"
- "Shock Wave" AND (Parameters OR Dosage).

DeSC:

- "Espolón Calcáneo" AND "Ondas de Choque".
- "Espolón Calcáneo" AND (Tratamiento OR Fisioterapia).
- "Ondas de Choque" AND (Parámetros OR Dosificación).

VI. Resultados



En la búsqueda realizada con las palabras claves antes mencionadas se encontraron 1255 artículos temporalmente ubicados. Del total, 490 fueron descartados luego de leer trabajos en animales, los títulos, el resumen, por ser duplicados en diferentes bases de datos y no desarrollar contenido necesario para este trabajo.

De los restantes 765 por diseño del trabajo se aplicó el siguiente criterio de inclusión: todos los trabajos deben ser del año 2010 al 2022 inclusive, tener como objetivo del estudio la patología de Espolón Calcáneo, que la intervención o una de las intervenciones recibidas por los pacientes haya sido la utilización de ondas de choque como tratamiento.

Luego de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión y de analizar los artículos en relación a las problemáticas planteadas se llega a un n=5. Se expondrá cada artículo a continuación.

Artículo N° 1

“Comparación de los efectos de la terapia con láser de bajo nivel y la terapia con ondas de choque extracorpóreas en el tratamiento del espolón calcáneo: un estudio clínico prospectivo, aleatorizado”. Sevtap Badil Güloğlu¹ y Ümit Yalçın² y. 2021⁽³²⁾.

Población:

Para llevar a cabo el trabajo, Reclutaron un total de 79 pacientes con edades comprendidas entre los 18 y los 70 años, a los que les diagnosticaron un SC (Espolón Calcáneo) en base al examen clínico y la radiografía simple. Nueve pacientes fueron excluidos y, finalmente, 66 pacientes fueron como voluntarios para participar. Sin embargo, tres pacientes interrumpieron el período de tratamiento y un paciente se perdió durante el seguimiento después del tratamiento. Finalmente, analizaron un total de 62 pacientes con SC (14 hombres, 48 mujeres; edad media: $47,6 \pm 11,7$ años; rango, 18 a 70 años) incluidos 31 pacientes en cada grupo.

Intervención:

Dividieron a los pacientes aleatoriamente en dos grupos utilizando la aleatorización estratificada según sexo y edad. Aplicaron 15 sesiones de compresa fría (20 min) y administraron ejercicios de estiramiento de la fascia plantar y complejo gastro- sóleo en ambos grupos. El primer grupo (n=32) recibió LLLT (Terapia con láser de baja intensidad), (ILUX Yag 1064; Mectronic Medicae srl, Bérgamo, Italia) (longitud de ondate 904 nm, 3000 Hz, dosis de 8 J/cm² en la zona dolorida del talón e inserción de la fascia plantar en la región medial del calcáneo, cinco puntos por un total de 5 min durante tres semanas), mientras que el segundo grupo (n=35) recibió ESWT (Medical Italia Shock Med; EME srl, Bergamo, Italia) (10 Hz, 2000 ondas de choque con un 2,5 presión de barra en las áreas del talón doloroso, inserción de la fascia plantar en el área del calcáneo medial, tres sesiones con intervalos de una semana). Los parámetros a evaluar fueron la VAS (Escala Analógica Visual) y el FFI (Índice de Función del pie) que abarcó grado de incapacidad y restricción de la actividad

Resultado:

En ambos grupos, las puntuaciones medianas de VAS y FFI, después del tratamiento mostraron una mejora significativa, en comparación con las puntuaciones previas al tratamiento ($p = 0,001$). No hubo diferencias significativas entre los grupos en cuanto a la mediana de las puntuaciones VAS posteriores al tratamiento ($p > 0,05$). En el grupo ESWT, la mediana del dolor FFI y las puntuaciones totales después del tratamiento fueron significativamente más bajas que en el grupo LLLT ($p = 0,033$). El cambio en la mediana del dolor FFI y las puntuaciones totales fueron significativamente mayores en el grupo ESWT ($p = 0,046$).

Conclusión:

En este estudio, compararon la eficacia de ESWT y LLLT en CS (Espolón Calcáneo) y encontraron que ambas modalidades de tratamiento fueron efectivas y no superiores entre sí en términos de las puntuaciones de limitación de actividad y discapacidad de FFI (Índice de Función del Pie). Sin embargo, la mejora en la mediana de FFI el dolor y las puntuaciones totales después del tratamiento fueron más altas en el grupo ESWT que en el grupo LLLT. En el estudio comentan que han propuesto muchas estrategias de tratamiento diferentes en el SC y que todavía hay un número limitado de evidencias con respecto a la eficacia de estos protocolos de tratamiento. Por tanto, creen y afirman que su estudio proporciona una contribución adicional a la literatura sobre el tratamiento del SC.

Artículo N°2

“Efectos de la terapia de Ondas de Choque en los Espolones Calcáneos sintomáticos: una correlación entre el resultado clínico y los cambios radiológicos”. E. Yalcin. A. Keskin Akca. B. Selkuc. A. Kurtaran. M. Akyuz. 2010⁽³³⁾.

Población:

En el estudio involucraron a 108 pacientes con dolor y espolón en el talón, diagnosticado radiológicamente. Las personas del estudio incluyeron 103 mujeres (95,4%) y 5 hombres (4,6%) con una edad promedio de $50,2 \pm 11,3$ años (rango 20-78 años). Incluyeron 96 amas de casa, cuatro enfermeras, un estudiante, dos jubilados, un vendedor y tres funcionarios estatales. Los criterios de inclusión consistieron en un talón doloroso durante un mínimo de 3 meses con un espolón calcáneo examinado radiológicamente y tratamiento conservador sin éxito durante 6 meses antes de la derivación a nuestro hospital. No se utilizó ningún otro tratamiento o medicamento (NSAI, esteroides, otros analgésicos) durante las 4 semanas anteriores al inicio de los ensayos o durante el período de estudio. Registramos la edad de los pacientes, el sexo, las actividades de caminata y ejercicio, las ocupaciones, la duración de los síntomas, los tratamientos previos, los hallazgos radiográficos y los seguimientos. Todos los pacientes habían usado analgésicos y AINE, 9 (8,3%) usaban plantillas y 21 (19,4%) recibieron inyecciones de anestésico local y corticoide en el talón. Se incluyeron pacientes que habían recibido inyecciones locales previas de corticosteroides pero requerían al menos 3 meses desde la última inyección hasta el primer tratamiento ESWT. Se excluyeron pacientes menores de 18 años y aquellos con infecciones locales, síndrome de atrapamiento nervioso, embarazo, tumores locales, trastornos de la coagulación y trastornos neurológicos. Ninguno de estos pacientes recibió tratamiento bilateral al mismo tiempo. Todos los pacientes dieron su consentimiento informado antes del tratamiento.

Intervención:

Sometieron a los pacientes a ESWT una vez por semana durante 5 semanas en una clínica. A cada paciente le administraron 2000 impulsos de ondas de choque, comenzando con $0,05 \text{ mJ/mm}^2$ (1,8 bar) y aumentando hasta $0,4 \text{ mJ/mm}^2$ (4,0 bar). Obtuvieron radiografías estándar de los talones afectados antes y después de la terapia.

Resultados:

Obtuvieron resultados clínicos excelentes, con ausencia de dolor en el 66,7% de los casos, buenos (eliminación del 50% del dolor) en el 15,7% de los casos, e insatisfactorios (el dolor se mantuvo igual) en el 17,6% de los casos. Después de la ESWT, la evaluación clínica de los 108 talones reveló una disminución estadísticamente significativa en la escala visual analógica media de 5,19. Después de un control radiográfico por un observador ciego, no encontraron ninguna desaparición significativa,

pero 19 (17,6%) de los pacientes tenían una disminución del ángulo del espolón, 23 (21,3%) tenían una disminución de las dimensiones del espolón, y uno tuvo rotura del espolón.

Conclusión:

No encontraron una correlación significativa entre los resultados clínicos y los cambios radiológicos. Además, comentan que no hubo correlación entre los resultados clínicos y los otros tres parámetros (edad, duración de los síntomas e inyecciones previas de corticosteroides). Agregan que no se produjeron problemas relacionados con el dispositivo y no se observaron complicaciones, salvo reacciones locales (enrojecimiento, hinchazón, hematomas) y aumentos transitorios de los niveles de dolor.

Artículo N°3

“Un análisis comparativo de la eficacia analgésica del ultrasonido y la terapia de ondas de choque en el tratamiento de pacientes con inflamación de la inserción de la fascia plantar en el curso de espolones calcáneos”. Jolanta Krukowska Jacek Wrona Monika Sienkiewicz Jan Czernicki. 2016⁽³⁴⁾.

Población:

Llevaron a cabo el estudio en un grupo de 47 pacientes de ambos sexos, con edades comprendidas entre 38 y 60 años (media 51.3) con un espolón calcáneo plantar confirmado por imágenes de rayos X y dolor durante al menos un mes. Los pacientes fueron tratados en el Hospital Universitario WAM–Hospital Central de Veteranos en Lodzy como pacientes ambulatorios para la Rehabilitación de la Clínica Ambulatoria de Salud Comunitaria en Andrespol. – Grupo 1–grupo de terapia de ultrasonido: 20 pacientes de 38 a 58 años (media $51,1 \pm 8,6$), – Grupo 2–grupo de ondas de choque radiales: 27 pacientes de 40-60 años (media $51,4 \pm 7,8$).

Intervención:

La Terapia con Ultra Sonido (US) la realizaron con un dispositivo BTL 5840 S, utilizaron técnica lábil, dirigida al tumor de calcáneo y la inserción de la aponeurosis plantar (puntos de dolor); el ajuste de potencia fue de $1,5 \text{ W/cm}^2$, factor de llenado del 80 %, a una frecuencia de 1 MHz (cabezal de 4cm^2). La duración del tratamiento fue de 4 minutos y la sustancia de acoplamiento utilizado fue aceite de parafina. Las sesiones de tratamiento la realizaron diariamente de lunes a viernes durante un período de 2 semanas en una serie de diez tratamientos. La terapia de ondas de choque (ESWT) la efectuaron en el área afectada utilizando un dispositivo BTL-5000 SWT conectado a un aplicador de 15 mm de diámetro según las recomendaciones del fabricante; durante la terapia aplicaron 2000 golpes con una frecuencia de 10 Hz y una capacidad de 2,5 bar. La terapia se llevó a cabo durante 2 semanas en una serie de cuatro tratamientos con un intervalo de 3 días entre tratamientos. Todos los pacientes se sometieron a ejercicios de cinesiterapia para fortalecer los músculos flexores plantares y supinadores del pie, mejorar la movilidad de los pies y mantener el arco longitudinal normal. Utilizaron plantillas ortopédicas con un orificio en la zona dolorosa para apoyar el arco longitudinal del pie y aliviar la cresta medial del calcáneo. Al principio de la terapia administraron analgésicos a los pacientes (la mayoría, antiinflamatorios no esteroideos). En todos los pacientes evaluaron la intensidad del dolor en tres ocasiones: antes de la terapia y después de la primera y segunda semana de tratamiento. Utilizaron una versión del cuestionario de evaluación del dolor de Laitinen. Sobre la base de sus sentimientos subjetivos, los pacientes evaluaron la intensidad del dolor, la frecuencia de aparición, el uso analgésicos y el impacto del dolor en su actividad física. Además, la intensidad del

dolor también la evaluaron con la escala visual analógica (EVA) de Huskisson; los pacientes marcaron un punto en una línea de 100 mm que correspondía a las sensaciones de dolor actuales. Los resultados se expresan en milímetros.

Resultado:

Antes de iniciar el tratamiento, no encontraron diferencias significativas en la intensidad del dolor entre los que examinaron (p grupos (0.05). Sin embargo, registraron una disminución de la sensación de dolor en todos los intervalos de la prueba, y su mayor disminución se produjo en ambos grupos a la semana de comenzar el tratamiento. El más dinámico cambio en este período lo registraron en el Grupo 2. Después de 2 semanas de tratamiento, los grupos lograron una reducción significativa de la intensidad del dolor medido por el cuestionario de Laitinen. Para evaluar el dolor de forma objetiva, analizaron los resultados en la escala VAS, en base a la cual encontraron una similar tendencia a reducir el dolor en los grupos examinados. Todos los resultados fueron estadísticamente significativos, según la prueba T de Student. Antes del tratamiento, la frecuencia del dolor en los grupos del estudio era estadísticamente similar. La mayor reducción de la frecuencia del dolor se produjo entre el inicio del tratamiento y la primera semana de tratamiento. Tras 2 semanas de tratamiento, el análisis de los resultados mostró que el dolor volvió periódicamente en todos los pacientes. Antes de iniciar el tratamiento, utilizaron dosis más altas de analgésicos en el Grupo 2. La mayor reducción del uso de fármacos la registraron en la primera semana de terapia en ambos grupos. Un retorno más dinámico de la actividad física durante la primera semana de terapia se encontró en el Grupo 1, la segunda semana en el Grupo 2.

Conclusión:

1. La terapia con ultrasonido y ondas de choque demuestra una eficacia analgésica significativa en pacientes con espolón calcáneo.

2. El menor número de sesiones de tratamiento requeridas por la terapia de ondas de choque en comparación con el ultrasonido sugiere que la terapia de ondas de choque tiene una mejor eficacia analgésica.

3. Los resultados que obtuvieron brindan una base sólida para realizar estudios prospectivos aleatorios, que involucren grupos de estudio más grandes para continuar y ampliar la exploración de métodos terapéuticos efectivos del espolón del talón, especialmente en aquellas personas que son propensas a verse afectadas por esta enfermedad debido a el tipo de trabajo que realizan y el sobrepeso y la obesidad.

5. La terapia de ondas de choque es más ventajosa que la terapia de ultrasonido. Permite obtener un efecto analgésico similar usando menos tratamientos, lo que disminuye el costo total de la terapia.

6. Los resultados que tuvieron alientan a realizar estudios prospectivos, integrando grupos de investigación más grandes, y buscar otros métodos terapéuticos efectivos y duraderos.

Artículo N°4

“La terapia de ondas de choque extracorpóreas reduce eficazmente la longitud del espolón calcáneo y el dolor relacionado con el espolón en pacientes obesos y con sobrepeso”. Emrullah Hayta, Ismail Salk, Cesur Gumus, Mehmet Siddik Tuncay, and Ali Cetin. 2017⁽³⁵⁾.

Población:

En el presente estudio prospectivo incluyeron 80 pacientes que ingresaron a servicio de consulta externa. Los criterios de exclusión incluyeron tener patologías adicionales en datos clínicos y radiológicos en expedientes de los pacientes, aliviar síntomas con terapias conservadoras, tomar medicamentos (AINE, esteroides, analgésicos) tres meses anteriores y no estar dispuesto a recibir ESWT.

A este estudio lo completaron con 80 pacientes; excluyeron a 15 pacientes que no asistieron a la hora programada para el examen de seguimiento y expresaron que no tenían quejas relacionadas con la administración de ESWT. El tratamiento ESWT lo realizaron sin incidentes sin ninguna fractura de los espolones. De 80 pacientes, 59 (73,7%) eran mujeres y 21 eran hombres (26,3%). El pie afectado fue derecho en 39 pacientes (48,7%) e izquierdo en 41 pacientes (51,3%). De 80 pacientes, la edad fue de $45,9 \pm 8,3$ (29-69; solo un paciente > 65 años) años; El IMC fue de $31,6 \pm 4,4$ (22,6-48,3) kg/ m²; y la duración de los síntomas fue de $2,3 \pm 2,4$ (0,5-15) años.

Intervención:

Aplicaron ESWT durante 6 minutos los días 0 y 7. Realizaron los pases con una sonda de 25 mm, 0,2 mJ/mm², y con una sonda de 15 mm, 0,2 mJ/mm², cada tratamiento consistió en 1200 descargas con una frecuencia de 120 descargas/min, respectivamente, en dos sesiones de ondas de choque radiales aplicadas por el mismo médico. Durante la administración de ESWT ningún participante presentó algún evento que interrumpiera el estudio. Durante el período de estudio, los sujetos del estudio no utilizaron ningún aparato ortopédico. La intensidad del dolor fue medida mediante una escala analógica visual (EAV) de 10 cm, (puntuación de la EAV expresada en centímetros; Punto cero de la escala = ningún dolor. Punto final = dolor intolerable). En las mediciones de antes y después del tratamiento, la puntuación de la EVA fue realizada por el mismo médico.

Resultado:

Las puntuación CSL (Espolón Calcáneo) y VAS después del tratamiento fueron significativamente más baja que antes del tratamiento (CSL antes vs. después: $5,7 \pm 1,0$ vs. $4,4 \pm 0,9$, $p = 0,001$; puntuación VAS antes vs. después: $8,3 \pm 1,4$ frente a $4,6 \pm 2,2$, $p = 0,001$).

Conclusión:

Los CSL antes y después del tratamiento tuvieron una fuerte correlación significativa ($r = 0,832$, $p = 0,001$). Las puntuaciones de la VAS antes y después del tratamiento presentaron una correlación leve significativa ($r = 0,242$, $p = 0,03$). No hay correlaciones significativas entre las puntuaciones CSL y VAS antes y después del tratamiento ($p > 0,05$). No hay correlaciones significativas entre los valores de CSL y el IMC (Índice de Masa Corporal), antes del tratamiento.

Artículo N°5

“Análisis de la fuerza de reacción del suelo para evaluar la eficacia de las ondas de choque enfocadas y radiales en el tratamiento del espolón calcáneo plantar sintomático”. Piotr Król, Andrzej Franek, Tomasz Król, Arkadiusz Stanula, Pawel Dolibog, Jacek Durmala, Anna Polak, Michal Kuszewski, and Magdalena Stania. 2021⁽³⁶⁾.

Población:

Incluyeron 55 pacientes, con los siguientes criterios de inclusión. 1º sensibilidad típica en el sitio de unión de la fascia plantar al proceso medial del hueso del talón, 2º dolor en el peso fase de postura del primer paso en la mañana, 3º dolor en la extremidad que soporta el peso después de un período de inactividad durante el día, 4º un espolón en el talón de cualquier tamaño en una imagen de rayos X o una ecografía, y 5º dolor en el talón de al menos 3 meses de duración. Los siguientes criterios descalificaron a los pacientes del estudio: 1º enfermedades neurológicas, 2º atrapamiento de nervios, 3º edad menor de 18 años, 4º embarazo, 5º infección general, 6º infección local en la extremidad inferior, 7º una enfermedad neoplásica, 8º dermatitis de la extremidad inferior, 9º ulceración de la extremidad inferior, 10º terapia anticoagulante, 11º fisioterapia recibida durante las seis semanas anteriores al estudio, 12º inyecciones de corticosteroides recibidas durante las seis semanas previas al estudio, 13º diabetes, 14º síndrome de Reiter, 15º gota, 16º espondilitis anquilosante, artritis reumatoide u otras enfermedades reumatoides, 17º lesiones en los pies sin cicatrizar, 18º disfunción de la articulación de la rodilla o del tobillo, 19º marcapasos, 20º trastornos del ritmo cardíaco, 21º ineficiencia del sistema circulatorio, 22º intervención quirúrgica en el pie y 23º dolor en ambos talones.

Intervención:

A los participantes los dividieron al azar en dos grupos comparativos a los que les administraron una terapia de ondas de choque enfocadas (el grupo FSWT (Terapia de ondas de choque Focales)) y una terapia de ondas de choque radiales (el grupo RSWT (Terapia de ondas de choque Radiales)), respectivamente. La terapia de ondas de choque enfocadas la aplicaron sin anestesia mientras los pacientes se colocaban boca abajo sobre una mesa. Utilizaron un dispositivo PiezoWave con un cabezal piezoeléctrico (fabricado por Richard Wolf GmbH). Después de localizar mediante palpación manual el punto más doloroso del talón del paciente, aplicaron 2000 impulsos a una frecuencia de 4 Hz y una densidad de flujo de energía de 0,4 mJ/mm². Almohadillas de gel con foco de 10 ó 15 mm. Los pacientes que recibieron terapia de ondas de choque radiales no fueron anestesiados y estaban acostados en la misma posición como los del grupo FSWT. Las ondas de choque radiales fueron generadas por un ShockMaster 500 de Gymna-Uniphy

con un emisor neumático. Una vez más, el sitio más doloroso en el talón del paciente fue localizado por palpación manual antes del tratamiento. Los primeros 2000 pulsos (8 Hz, 5 bares (0,38 mJ/mm²) se dirigieron directamente a ese sitio y otros 2000 pulsos al talón y la planta del pie a una presión reducida a 2,5 bares (0,23 mJ/mm²). La severidad de la disfunción, la fuerza de reacción del suelo (GRF) y los parámetros temporales de la marcha se midieron durante la marcha de los pacientes en dos plataformas de fuerza en todos los pacientes al inicio y en las semanas 1, 3, 6, 12 y 24 después del tratamiento. La plataforma de fuerza que utilizaron fue AccuGait de AMTI. Los datos registrados se analizaron utilizando el software NetForce de AMTI. Antes de que comenzaran las mediciones, los pacientes realizaron las pruebas de Romberg y Unterberger para excluirla presencia de afecciones neurológicas que pudieran comprometer la confiabilidad de los datos. Además, calcularon una tasa de carga (LR) sacando un promedio con los ensayos de la fuerza de reacción del suelo (GRF). La gravedad de la disfunción fue determinada mediante el Foot Function Index, que significa, Índice de Función del Pie (FFI).

Resultado:

Las características basales de los pacientes (edad, altura en cm, IMC, duración de síntomas en meses) no diferenciaron los grupos. En ambos grupos, observaron una disminución gradual en los valores de FFI después del tratamiento. Las disminuciones en el FFI entre el inicio y la semana 24 postratamiento y entre la semana 1 y la semana 24 postratamiento no diferenció los grupos comparativos. Los valores del Índice de simetría absoluta (ASI) calculados para todos los parámetros fueron pequeños en ambos grupos. Los valores de la fuerza y los parámetros temporales que registraron por las plataformas de fuerza tuvieron variaciones a lo largo del periodo de observación en ambos grupos, pero estadísticamente significativo, solo observaron cambios entre algunas mediciones de T1 y T2 y LR. El porcentaje de cambios en los valores de la fuerza y el tiempo, parámetros que calcularon para las extremidades afectados y no afectados no fueron diferentes estadísticamente significativo entre los grupos.

Conclusión:

Tanto la onda de choque enfocada como la onda de choque radial fueron eficaces en el tratamiento del espolón calcáneo sintomático y sus efectos terapéuticos son comparables. La onda de choque radial y la onda de choque enfocada no son capaces de mejorar rápidamente la función fisiológica de los tejidos afectados; sin embargo, parecen desencadenar una secuencia de reacciones que tienen tal efecto. Datos objetivos fueron registrados por plataformas de fuerza durante el caminar. Arrojaron que no son útiles para seguir el progreso del tratamiento aplicado a pacientes con espolón calcáneo sintomático entre procedimientos consecutivos.

VII. Análisis de Resultados

En base a los artículos científicos encontrados y expuestos en el apartado de resultados, se desarrolla el análisis teniendo en cuenta los objetivos de la tesina.

En vista a la variable de impulsos o descargas de ESWT en los trabajos de; **Sevtap Badil y cols 2021**⁽³²⁾, **E. Yalcin y Cols 2010**⁽³³⁾, **Jolanta Krukowska y Cols 2016**⁽³⁴⁾ y **Piotr Król y Cols 2021**⁽³⁶⁾, compartieron el mismo valor. Utilizaron 2000 impulsos de ondas de choque. **Emrullah Hayta y cols 2017**⁽³⁵⁾, emplearon 1200 impulsos con una frecuencia de 120 descargas/minuto. Ambas medias de descargas lograron reducir el dolor.

Con respecto a la densidad de flujo, la investigación de **Sevtap Badil y Cols 2021**⁽³²⁾ y de **Jolanta Krukowska y Cols 2016**⁽³⁴⁾, compartieron el valor de $0.23 \text{ mj/mm}^2 = 2.5 \text{ bares}$. En el estudio de **E. Yalcin y cols 2010**⁽³³⁾, emplearon dos valores de densidad de flujo 0.05 mj/mm^2 (1.8 bar) y 0.4 mj/mm^2 (4.0 bar), igualaron al trabajo de **Piotr Król y Cols 2021**⁽³⁶⁾, con el valor para la densidad de flujo (0.4 mj/mm^2 (4.0 bar)).

En base a la frecuencia de la onda de choque los estudios de; **Sevtap Badil y cols 2021**⁽³²⁾, y **Jolanta Krukowska y Cols 2016**⁽³⁴⁾, tuvieron similitudes con un valor de 10hz.

La evaluación del dolor tuvo una constante determinante que fue la VAS en todos los trabajos, menos en el estudio de **Piotr Król y cols 2021**⁽³⁶⁾. Un solo estudio, el de **Jolanta Krukowska y Cols 2016**⁽³⁴⁾, utilizó, además de la VAS, el cuestionario de Laitinen (cuestionario de evaluación del dolor).

El estudio de **Piotr Król y cols 2021**⁽³⁶⁾, introdujo dos variables destacadas para la evaluación del dolor y función del pie, medidas mediante una plataforma con su correspondiente software. La primera fue la Fuerza de reacción del suelo (GRF) y la segunda fue una tasa de carga (LR). El resultado de la LR dependió de un promedio de la GRF. A su vez, cabe destacar que se emplearon dos tipos de ESWT, radiales y focales.

Los tiempos de dosificación no fueron especificados, salvo en el labor de **Emrullah Hayta y cols 2017**⁽³⁵⁾, donde especificaron dos sesiones de seis minutos cada una. Dejando una incógnita los demás estudios.

La cantidad de sesiones de ondas de choque fueron conocidas en los trabajos de **Sevtap Badil y Cols 2021**⁽³²⁾, **E. Yalcin y Cols 2010**⁽³³⁾, y **Jolanta Krukowska y Cols 2016**⁽³⁴⁾, una sesión por semana durante tres semanas; una sesión por semana durante cinco semanas; y por último una sesión cada tres días durante 2 semanas, respectivamente. No encontrando igualdades pero llegando a resultados similares con respecto a dolor medido con VAS y función por medio de la FFI.

VIII. Discusión

Según los artículos científicos analizados, el tratamiento con ondas de choque en pacientes que sufren de espolón calcáneo es una opción poco estudiada. Si bien se han encontrado casos reportados de este tipo de tratamiento, la mayoría de los artículos aplica a la población en general.

Se distingue que las ondas de choque transmiten energía mecánica y según el rango de energía y la frecuencia utilizada, se aplicarán en la destrucción de calcificaciones tendinosas o para lograr analgesia en las zonas dolorosas. Tienen un efecto estimulante en las zonas donde son aplicadas (analgesia por estimulación) y, además, fragmentan el calcio depositado en los tejidos, en micropartículas. Transforman una zona de inflamación crónica en inflamación aguda por aumentar la respuesta celular en la cadena de la inflamación. Teniendo en cuenta, los conocimientos actualizados sobre señalización celular y el poder de bioestimulación que los estudios expresan de las ondas, la aplicación ha sido en procesos crónicos.

Se ha observado que en todos los artículos revisados los pacientes que recibieron este tipo de tratamiento mejoraron su valor en relación al dolor medida con VAS y al nivel de función de acuerdo al FFI, sin embargo, no informan con exactitud los impulsos o descargas que se seleccionarían para un fin u otro y se creería que contar con más detalles posibilitaría abordar selectivamente un signo o síntoma por separado.

Con atención a la variable densidad de flujo o energía, existe una brecha entre los valores utilizados para el tratamiento de espolón calcáneo y que pueden coincidir entre estudios, como sucede entre **Sevtap Badil y cols 2021**⁽³²⁾ ($0.23 \text{ mJ/mm}^2 = 2,5 \text{ bares}$) y **Jolanta Krukowska y Cols 2016**⁽³⁴⁾ ($0.23 \text{ mJ/mm}^2 = 2.5 \text{ bares}$), y entre **E. Yalcin y Cols 2010**⁽³³⁾ (comenzando con $0,05 \text{ mJ/mm}^2$ (1,8 bar) y aumentando hasta $0,4 \text{ mJ/mm}^2$ (4,0 bar), y **Piotr Król y Cols 2021**⁽³⁶⁾, (0.4 mJ/mm^2 (4.0 bar)), obteniendo resultados positivos con respecto a dolor y función, pero sin especificar valores terapéuticos para intervenir precisamente sobre dolor, función o sobre el espolón.

También se ha visto que en cada estudio han utilizado distintas cantidades de sesiones. Si bien **Sevtap Badil y Cols 2021**⁽³²⁾ (tres sesiones con intervalos de una semana), **E. Yalcin y Cols 2010**⁽³³⁾ (una sesión por semana durante 5 semanas) y **Jolanta Krukowska y Cols 2016**⁽³⁴⁾ (cuatro sesiones con un intervalo de 3 días entre sesiones durante 2 semanas), han dado a conocer el número de sesiones, cada artículo reporta diferencias entre la primera sesión y las siguientes, dificultando conocer un número regular de sesiones requeridas. Tampoco han informado si parámetros como la edad de los pacientes/as, la severidad de los síntomas o el volumen del espolón modifican la cantidad de intervenciones requeridas.

En el trabajo de **Piotr Król, Andrzej Franek, Tomasz Król, Arkadiusz Stanula, Pawel Dolibog, Jacek Durmala, Anna Polak, Michal Kuszewski, and Magdalena Stania. 2021⁽³⁶⁾**, han medido el resultado de la intervención con una variable que podría ser interesante denominada Tasa de Carga (LR) y se determina con un promedio de la Fuerza de Reacción al Suelo (GRF), variable con gran especificidad pero que se ha encontrado en un único trabajo y ha de pensar que favorecería mayor desarrollo.

Con vista al tiempo de dosificación, solamente en el estudio de **Emrullah Hayta y cols 2017⁽³⁵⁾** han dado a conocer el tiempo empleado para el tratamiento del espolón (seis minutos los días 0 y 7), si bien los resultados generalmente han sido buenos en todos los trabajos analizados, no se cuenta con valores precisos de los demás estudios y si se piensa en un protocolo, posiblemente convendría obtener más detalles.

El momento de elección del tratamiento con ondas de choque generalmente ha sido como estrategia para evitar la opción quirúrgica, si bien, han obtenido resultados positivos, en ningún trabajo han indicado puntualmente cuándo convendría aplicar las ondas de choque.

Los estudios, con respecto a la kinefilaxia, una dimensión crucial que juegan los/as profesionales en kinesiología, no han tenido lineamientos específicos ni recomendaciones en relación a la prevención, a la ejercitación recomendada ni a los cuidados post tratamientos para evitar recidivas. Quizás con la información que se tiene se podría llegar a lograr un algoritmo terapéutico y/o preventivo, pero se piensa que convendría obtener mayor información al respecto.

IX. Conclusión

Las Ondas de Choque constituyen una terapia emergente en las últimas décadas y los abordajes terapéuticos cada vez son más amplios. Tienen un efecto estimulante en las zonas donde son aplicadas (analgesia por estimulación), fragmentando el calcio depositado en los tejidos en micro-partículas y transforman una zona de inflamación crónica en aguda, por aumentar la respuesta celular en la cadena inflamatoria.

Los pacientes que recibieron de tratamiento ondas de choque en espolón calcáneo mejoraron su valor en relación al dolor medido con VAS y al nivel de función según el FFI, aunque no provocaron cambios radiográficos ni reducción significativa del espolón.

Con respecto a los parámetros de dosificación, la densidad de flujo o energía ha sido muy variable, detectando tanto coincidencias como también diferencias entre los valores aplicados, dificultando concluir que valor se ha de seleccionar para un fin específico. A su vez, no se ha podido identificar la cantidad ni el tiempo de sesiones precisamente necesarias.

El momento de elección del tratamiento con ondas de choque, ha sido ante el fracaso de varios intentos de tratamiento conservador y estrategia para evitar la opción quirúrgica y no se encontraron lineamientos específicos ni recomendaciones con respecto a prevención o ejercitación recomendada en función a los cuidados post tratamientos.

Finalmente, y en concordancia con lo que predicen algunos artículos científicos, el tratamiento con ondas de choque en pacientes que sufren de espolón calcáneo es una opción poco abordada y sería necesario contar con mayor evidencia y estudios que contengan un mayor número de población, con mayor calidad en seguimiento y estandarizaciones de tratamiento permitiendo así observar, además de un resultado final concreto, un protocolo de atención, potenciando las ESWT como herramienta terapéutica para los/as profesionales en Kinesiología y Fisiatría.

X. Referencias Bibliográficas

1. Santana Delgado JM. Ondas de choque en espolón calcáneo en pacientes de 40 a 65 años de edad que acuden al área de rehabilitación física en el hospital del IESS Ambato [Internet] 2015 [citado el día de acceso]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10376/1/Santana%20Delgado%20C%20Jos%C3%A9%20Marcelo.pdf>
2. Brendel W, Delius M, Hepp W, Holl J, Paumgartner G, Sauerbruch T, Weber W, Wess O. Fragmentation of gallstones by extracorporeal shock waves. *Plub Med.* 1986;314:818-821.
3. Alobera Gracia MA, Blanco Jerez L, Del Canto Pingarrón M, Fernández-Tresguerres Hernández-Gil I. Bases fisiológicas de la regeneración ósea I. Histología y fisiología del tejido óseo. Facultad de Ciencias de la Salud. Madrid, España. [Internet]. [Acceso en marzo 3, 2023]. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000100011
4. ArthroCare Corporation. Clinical evaluation of placement of Radiofrequency-Based Plasma Microdebridement in the Treatment Algorithm for Foot and Ankle Tendinosis and Plantar Fasciosis. *Am Fam Physician.* 2006. Recuperado de: <http://clinicaltrials.gov/ct/qui/show/NCT00420875>
5. Wheater PR, Burkitt HG, Daniels VG. *Functional Histology.* Churchill Livingstone; 1987. p. 142-60
6. Fernández-Tresguerres Hernández-Gil I, Alobera Gracia MA, del Canto Pingarrón M, Blanco Jerez L. Bases fisiológicas de la regeneración ósea I. Histología y fisiología del tejido óseo. [Physiological basis of bone regeneration I. Histology and physiology of bone tissue]. Facultad de Ciencias de la Salud, Madrid, España. Correspondence: Dr. Isabel Fernández-Tresguerres Hernández-Gil. Avda de Atenas s/n, Alcorcón, 28922 Madrid. Tel: +91 4888941. Email: isatresguerres@yahoo.es. Received: 2-08-2004. Accepted: 14-08-2005.
7. Friedenstein, A.J. (1976). Precursor cells of mechanocytes. *Revista Cytol*, 47, 327-355. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11195/>
8. Ashton, B.; Canfield, Ann and Doherty, M.: (2000) "Osteogenic potential of vascular pericytes". In: Davies JE ed. *Bone Engineering.* Toronto: Davies JE ed.; 2000. p. 143-51. Available at: [https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=dxpStqXRjCcC&oi=fnd&pg=PA128&dq=Ashton,+BA%3B+Canfield,+A+E%3B+Doherty,+MJ..+\(2000\)+%E2%80%9COsteogenic+potential+of+vascular+pericytes%E2%80%9D.&ots=CI5v-U0Zx_&sig=7FAIleQOpMHTCHxPPkxfDTD-yNo#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=dxpStqXRjCcC&oi=fnd&pg=PA128&dq=Ashton,+BA%3B+Canfield,+A+E%3B+Doherty,+MJ..+(2000)+%E2%80%9COsteogenic+potential+of+vascular+pericytes%E2%80%9D.&ots=CI5v-U0Zx_&sig=7FAIleQOpMHTCHxPPkxfDTD-yNo#v=onepage&q&f=false)

9. Simonet WS, Lacey DL, Dunstan CR, Kelley M, Chang M-S, Luethy R et al. (1997) Osteoprotegerin: a novel secreted protein involved in the regulation of bone density. *Cell*, 89, 309-19.
10. Ham AW. Some histophysiological problems peculiar to calcified tissue. *J Bone Joint Surg Am*. 1952;34:701. PMID: 14946226.
11. Lanyon L. Strain detection, bone remodeling and remodeling. *Calcif Tissue Int*. 1993;53:102-7. doi: 10.1007/BF01673415.
12. Mundy G. Cytokines and growth factors in the regulation of bone remodeling. *J Bone Miner Res*. 1993 Nov;8 Suppl 2:S505-10. doi: 10.1002/jbmr.5650081315. PMID: 8157944.
13. Young MF. Bone matrix proteins: more than markers. *Calcif Tissue Int*. 2003 Jan;72(1):2-4. doi: 10.1007/s00223-002-1058-7. PMID: 12483471.
14. Bianco P, Fedarko N, Friedenstein A, Gehron Robey P, Grzesik W, Hefferan T, Mintz K, Van der Pluijm G, Vetter U, Young M. Structure and molecular regulation of bone matrix proteins. *J Bone Miner Res*. 1993 Apr;8(4):483-7. doi: 10.1002/jbmr.5650080410. PMID: 8122516.
15. Schönau E, Rauch F. Markers of bone and collagen metabolism. Problems and perspectives in pediatrics. *Clin Pediatr (Phila)*. 1997 Dec;36(12):705-14. doi: 10.1177/000992289703601202. PMID: 9434045.
16. Canalis, E., Economides, A. N., & Gazzo, E. (2003). Bone morphogenetic proteins, their antagonists, and the skeleton. *Endocrine Reviews*, 24(2), 218-235. doi: 10.1210/er.2002-0023.
17. Arts, R. J., Joosten, L. A., & Netea, M. G. (2018). The potential role of trained immunity in autoimmune and autoinflammatory disorders. *Frontiers in immunology*, 9, 298. doi: 10.3389/fimmu.2018.00298.
18. Balusu S, Brkic M, De Rycke R, Demeestere D, Gevaert K, Hendrix A, Libert C, Raemdonck K, Stremersch S, Van Wonterghem E, Vandebroucke R, Vanhooren V. Identification of a novel mechanism of blood-brain communication during peripheral inflammation via choroid plexus-derived extracellular vesicles. *EMBO Mol Med*. 2016 Oct 1;8(10):1162-1183. doi: 10.15252/emmm.201606271. Epub 2016 Sep 5. PubMed PMID: 27596437; PubMed Central PMCID: PMC5079796.
19. Lumeng, C. N., & Saltiel, A. R. (2011). Inflammatory links between obesity and metabolic disease. *Journal of clinical investigation*, 121(6), 2111-2117. doi: 10.1172/JCI57132.
20. Casey, Weaver and Kenneth Murphy. (2016) "Janeway's Immunobiology." 9th ed., Garland Science, New York, United States of America.

21. Soler Humanes, R. (2017). Tratamiento de las varices en miembros inferiores mediante termoablación endovascular (Doctoral dissertation). Universidad de Málaga, Málaga, España. Recuperado de: https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/16339/TD_SOLER_HUMANES_Rocio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
22. Barbarroja Escudero J, Gómez Lahoz AM, Pérez Gómez A, Prieto Martín A. Inflamación, activación del endotelio vascular y trombosis. Departamento de Medicina y Especialidades Médicas. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares. Madrid, España. 2021.
23. Kujlar JS, Kullar KK, Randhawa GK. A study of calcaneal enthesophytes (spurs) in Indian population. *Int J Appl Basic Med Res*. 2014 Jan;4(1):13-16. PubMed PMID: 25298934.
24. Martínez Larrarte JP. Espolón calcáneo de origen degenerativo [Internet]. [Accedido el 3 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://blogs.sld.cu/reumatologia/2008/09/15/espolon-calcaneo-bilateral-de-origen-degenerativo-bilateral/>
25. Trujillo Huber JC, Pereira Despaigne OL, Jacas García C, García Díaz RC. Efectividad de la terapia Su-Jok en pacientes con dolor por espolón calcáneo. *MEDISAN*. 2016;20(10). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192016001000009&lng=es&nrm=iso
26. Larduet G, Hierrezuelo J, Sánchez Abalo T, Vásquez Y. Efectividad de la farmacopuntura como tratamiento en el microsistema de cara en el espolón calcáneo. Hospital Dr. Ambrosio Grillo Portuondo. Departamento de medicina Natural y Tradicional Santiago de Cuba.
27. Orellana Molina A, Hernández Díaz A, Larrea Cox P, Fernández Yanes S, González Méndez BM. Láser infrarrojo frente a acupuntura en el tratamiento del espolón calcáneo. *Podología clínica*. 2010; 11(2):55-61. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113480462010000200002
28. Bravo Acosta, T., López Pérez, Y. M., Hernández Tápanes, S., Martín Cordero, J. E., Gómez Lotti, A., & Blanco Aliaga, S. (2009). Talalgia. Revisión bibliográfica. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 12(2), 83-92. [https://doi.org/10.1016/S1134-8046\(09\)70008-9](https://doi.org/10.1016/S1134-8046(09)70008-9)
29. Juan García, F.J. (2014). Ondas de choque extracorpóreas en patología musculoesqueléticas. *Rehabilitación*, 48(4), 274-284. DOI: 10.1016/j.rh.2014.02.008.

30. O'Relly Herrera E, Ferrer B, Martinez Romero K, Sánchez Zamora M. Ondas de choque en el tratamiento de espolón calcáneo con fascitis plantar en adulto mayor. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación* 2016;8(2):249-255.
31. Moya D, Patiño, O. Resultados de la terapia por Onda de Choque focal en calcificaciones del manguito rotador. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 77(4), 223-32. <https://doi.org/10.15417/109>
32. Yalcin E, Keskin Akca A, Selkuc B, Kurtaran A, Akyuz M. (2012) Efectos de la terapia de ondas de choque extracorpóreas en los espolones calcáneos sintomáticos: una correlación entre el resultado clínico y los cambios radiológicos. DOI 10.1007/s00296-010-1622-z
33. Krukowska J, Wrona J, Sienkiewicz M, Czernick J. (2016) Un análisis comparativo de la eficacia analgésica del ultrasonido y la terapia de ondas de choque en el tratamiento de pacientes con inflamación de la inserción de la fascia plantar. DOI 10.1007/s00402-016-2503-z
34. Hayta E, Salk I, Gumus C, Siddik M, Cetin T. (2017) Extracorporeal shock-wave therapy effectively reduces calcaneal spur length and spur-related pain in overweight and obese patients. DOI 10.3233/BMR-160708.
35. Król P, Franek A, Król T, Stanula A, Dolibog P, Durmala J, Polak A, Kuszewski M, Stania M. (2021) Ground reaction force analysis for assessing the efficacy of focused and radial shockwaves in the treatment of symptomatic plantar heel spur. DOI 10.3233/BMR-191739