



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE  
MANABI EXTENSION CHONE

FACULTAD DE ESPECIALIDADES EN AREAS DE LA SALUD

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE:  
LICENCIADA EN FISIOTERAPIA

TEMA:

“EL ULTRASONIDO COMO TRATAMIENTO FISIOTERAPEUTICO  
DEL ESPOLON CALCANEOS EN PACIENTES CON EDADES  
ENTRE 40 Y 65 AÑOS ATENDIDOS EN EL PATRONATO  
MUNICIPAL DE MANTA DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO  
DESDE ENERO A JUNIO DEL 2013”

AUTORES:

ESTRADA ROSALES SILVIA PATRICIA  
MORALES CUSME MERCEDES ESTEFANIA

TUTOR:

LICENCIADO EDDY MENDOZA ROBRIGUEZ

CHONE-MANABI-ECUADOR

2014

Licenciado Eddy Rodríguez, Docentes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Extensión Chone, calidad de director de tesis

**CERTIFICO:**

Que la presente TESIS DE GRADO titulada **“EL ULTRASONIDO COMO TRATAMIENTO FISIOTERAPEUTICO DEL ESPOLON CALCANEO EN PACIENTES CON EDADES ENTRE 40 Y 65 AÑOS ATENDIDOS EN EL PATRONATO DE MANTA DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO DESDE ENERO A JUNIO DEL 2013”**

Exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajos, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta tesis de grado son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: **ESTRADA ROSALES SILVIA PATRICIA Y MORALES CUSME MERCEDES ESTEFANIA**, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, julio del 2014

Licenciado. Eddy Mendoza Rodríguez

**TUTOR**

## **DECLARACION DE AUTORIA**

LA responsabilidad de opiniones, investigaciones resultados, conclusiones y recomendaciones presentados en esta tesis de grado, es exclusividad de sus autores:

Chone, julio del 2014

---

**SILVIA ESTRADA**

AUTORA

---

**MERCEDES MORALES**

AUTORA



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI EXTENCION CHONE**

**FACULTAD DE CIENCIAS EN EL AREA DE LA SALUD**

**LICENCIADOS EN TERAPIA FISICA**

Los miembros del tribunal examinador aprueba el informe de investigación sobre el tema: **‘ÉL ultrasonido como tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo en pacientes con edades entre 40 y 65 años atendidos en el patronato municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013’**, elaborado por las egresadas Silvia Patricia Estrada Rosales y Mercedes Estefanía Morales cusma de la escuela de fisioterapia.

Chone, julio de 2014

---

**Dr. Víctor Jama**

---

**DIRECTOR DE TESIS**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**SECRETARIA**

## **DEDICATORIA**

Unos de mis grandes sueños es hoy una hermosa realidad, realidad que ha sido posible gracias al apoyo de muchas personas , pero sobre todo al de Dios, a quien agradezco y dedico este triunfo , ya que es El quien guía cada paso de mi vida y que brindo la fortaleza necesaria para llegar hasta el final de esta meta.

A mis padres Sr: Ángel Antonio Estrada Góngora , Sra.: Carlotita María Rosales Rosales los seres que inspiran cada segundo de mi existencia, quienes con amor y sabios consejos ha sido guiar mi camino y me han apoyado todas las metas que me eh propuesto ,cuidándome, pero haciendo de mí una persona independiente, responsable ,y con grandes deseos de empezar una vida profesional llena de éxitos .A mis hermanos que siempre tuvieron dispuesto a ayudarme para alcanzar el sueño que hoy veo cristalizando y que me alentaron para no dejarme decaer a pesar de todos los obstáculos que se me presentaron.

Siendo el amor una de las mayores inspiraciones del ser humano , quiero dedicar este triunfo a mi esposo Eduardo Ocampo, la persona que siempre estuvo pendiente de cada detalle en el desarrollo de mi trabajo y con quien eh aprendido ver la vida de una manera diferente. A mi hija Daleska, que con su ternura me alienta a seguir adelante y esforzarme para ser una gran profesional.

Esta meta quiero de dicarla también a todos mis familiares y a las personas que de una u otra forma han contribuido a la culminación exitosa de este proyecto,el cual me abre el camino al desarrollo de mi vida profesional ,la que desempeñare ,con responsabilidad y honestidad para orgullo de todos quienes me han apoyado .

**Silvia**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis, fruto de mi esfuerzo y el apoyo de mis padres; primero, al creador divino, fuente de agua viva, lámpara que ilumina mi camino, fortaleza para continuar con la dura lucha de vivir y existir.

También , quiero dedicar este trabajo , al ser más sublime , a mi madre , mujer ejemplar , que con el don de Dios , ha compartido mis tristezas y alegrías. A mi padre , por su ayuda en los momentos difíciles , a mis hermanos Jesús e Ingrid Pierna, a ellos con amor infinito , en especial a mi hermana , que aunque este ausenté , porque se encuentra de viaje disfrutando de la presencia divina la sigo recordando como mi fiel amiga y compañera

A mis dos ángeles bendecidos por Dios, mis hijos Dustin y Jeyko que son las personitas más importantes en mi vida y por las que cada día lucho ya que son mi fuente de inspiración.

A mi mami Mercy , que con sus consejos me ha enseñado a valorar lo que es la vida , a mi mama Tutu , maestra incondicional inculcándome principios y valores, que con sus exigencias ha influido en mi intelecto y formación espiritual logrando que diferencie lo que es realidad la vida.

A mi madrina Katy, preocupada y presente en los momentos que le eh necesitado. A mi querida Mayrita que supo entenderme y apoyarme en momentos difíciles .A una persona que se convirtió en mi amigo: Luis Ernesto gracias por su apoyo, a todos ellos un agradecimiento de corazón.

**MERCEDES**

## **AGRADECIMIENTO**

Consideramos muy oportuno expresar nuestra gratitud a todos y todas las personas e instituciones que directa e indirectamente han contribuido para desarrollarnos en este proceso académico y generación de este trabajo.

Nuestro especial agradecimiento para la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Chone, por su responsabilidad y alto nivel académico desarrollado en los años de estudios.

De la misma manera expresamos la más sincera gratitud para el Lcdo. Eddy Mendoza Rodríguez Director de tesis, quien supo compartir sus comentarios para cristalizar este trabajo.

Infinitamente agradecidas con el Patronato Municipal De Amparo Social De Manta por permitirnos realizar nuestro año de internado al personal de terapia física por sus enseñanzas u haber confiado en nosotras.

A todas aquellas personas que de manera directa e indirecta nos apoyaron y nos dieron las respectivas facilidades para desarrollar esta investigación

**SILVIA Y MERCEDES**

## ÍNDICE

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN DE TUTORÍA	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIAS	v-vi
AGRADECIMIENTO	vii
1. INTRODUCCIÓN	11-12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2.1. Contextos	13
2.1.1. Contexto Macro	13
2.1.2. Contexto Meso	14
2.1.3. Contexto Micro	14
2.2. Formulación del problema	15
2.3. Delimitación del problema	15
2.4. Interrogantes de la investigación	15
3. Justificación	16
4. Objetivos	17
4.1. Objetivo general	17
4.2. Objetivos específicos	17
CAPITULO I	
5. Marco teórico	18
5.1. Ultrasonido	18
5.1.1. Definición	18
5.1.2. Historia	18-19
5.1.3. Modalidades del ultrasonido terapéutico	20
5.1.4. Principio físico	21
5.1.5. Métodos de aplicación	21-23



5.1.6.	Técnica de aplicación	23–25
5.1.7.	Mecanismo de producción	26
5.1.8.	Propiedades físicas	26-33
5.1.9.	Mecanismo de acción	33-35
5.1.10.	Efectos biofísicos del ultrasonido	35-42
5.1.11.	Estimulación de la circulación sanguínea y los vasos	42-44
5.1.12.	Relajación muscular y normalización del tono	44
5.1.13.	Cambios en la actividad celular	44-46
5.1.14.	Efecto sobre el tejido nervioso	46-48
5.1.15.	Estimulación de la capacidad regenerativa tisular	48
5.1.16.	Efectos sobre el tejido de colágeno	48-49
5.1.17.	Reducción del dolor	49
5.1.18.	Aparatos de ultrasonido terapéuticos	49-57
5.1.19.	Indicaciones	57-58
5.1.20.	Contraindicaciones	58-59
5.1.21.	Precauciones	59-60
5.2.	Espolón calcáneo	61
5.2.1.	Definición	61
5.2.2.	Anatomía del hueso calcáneo	61-63
5.2.3.	Causas	63-71
5.2.4.	Síntomas	71
5.2.5.	Fisiopatología	71-75
5.2.6.	Incidencia	75-76
5.2.7.	Diagnóstico	76-77
5.2.8.	Tratamiento	77-78
5.2.9.	Consejos sobre el cuidado del pie	78-84
5.2.10.	Medidas de prevención	84-86

## CAPITULO II

6.	Hipótesis	87
6.1.	Variables	87
6.1.1.	Variable Independiente	87
6.1.2.	Variable Dependiente	87
6.1.3.	Termino de Relación	87

## CAPÍTULO III

7.	Metodología	88
7.1.	Tipos de investigación	88
7.2.	Nivel de la investigación	88
7.3.	Métodos	88
7.4.	Técnicas de recolección de información	89
7.5.	Población y muestra	80
7.5.1	Población	89
7.5.2	Muestra	89
8.	Marco administrativo	90
8.1.	Recurso Humanos	90
8.2.	Recursos Financieros	90

## CAPITULO IV

9.	Resultados obtenidos y análisis de datos Cuadros y gráficos estadísticos	91-107
10.	Comprobación de hipótesis	108

## CAPITULO V

CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	110
BIBLIOGRAFÍA	111
WET GRAFÍA	112-113
ANEXOS	114

## 1.- INTRODUCCIÓN

El uso terapéutico de los ultrasonidos sigue teniendo gran importancia, sus indicaciones en lugar de disminuir con la incorporación de nuevos medicamentos siguen incrementándose. Un adecuado conocimiento de los principios físicos, técnicas de aplicación, indicaciones, contraindicaciones, son absolutamente imprescindibles para nosotros como futuros profesionales en el área de fisioterapia.

El ultrasonido es un equipo que transfiere ondas mecánicas de mayor frecuencia que las del sonido, a través de un medio físico (gel), que permite que pueda propagarse y transmitir energía (calor profundo) gracias a la vibración que producen dichas ondas.

La pregunta que frecuentemente hacen los pacientes que asisten a nuestro centro a recibir tratamiento fisioterapéutico es para que sirva. La motivación de la interrogante es que durante su aplicación no se percibe ningún efecto físico que informe que el equipo está haciendo “algo”, a diferencia de la termoterapia que reporta sensaciones inmediatas el ultrasonido no transmite estos cambios, por lo menos de manera apreciable por el paciente. Aquí es relevante el conocimiento profesional de uso y aplicación: Muy distante de ser un placebo, el ultrasonido tiene usos y efectos comprobados.

Las indicaciones de los ultrasonidos son muy numerosas y están basadas en sus efectos circulatorios, antiálgicos y fibrinolíticos. Casi cualquier problema inflamatorio crónico puede mejorarse con un correcto tratamiento por medio de ultrasonido.

Dentro de las principales indicaciones en los que se incluye el ultrasonido debemos mencionar el espolón calcáneo. El espolón calcáneo es un crecimiento óseo que aparece en el talón, en el lugar donde los tendones de los músculos del pie o de la

pierna se unen al hueso denominado calcáneo. Puede ir acompañado de dolor, si bien no es infrecuente que curse sin molestias.

El espolón calcáneo es uno de los principales problemas que suele aparecer en los pies así lo describe el podólogo Martín Ruedas. Es primordial realizar una radiografía de perfil, para evaluar cómo está el pie y estudio de cargas para ver por qué motivos se ha inflamado la zona.

En el capítulo I, se hace referencia del ultrasonido, su calificación, frecuencia, efectos, métodos y precauciones. Así como el espolón calcáneo, su etimología, síntomas y prevención.

En el capítulo II, hablamos de la Hipótesis como influye el ultrasonido, como tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo. Así como de sus variables Independientes y Dependientes.

En el capítulo III, se indica la metodología que se ha empleado para realizar la investigación, estas incluyen: el tipo de investigación a utilizarse que fue de campo y documental. El nivel de investigación en que fue descriptivo y explicativo. El método que se utilizó fue Bibliográfica Documental, científico y estadístico. La técnica de recolección de información aplicada fue la encuesta.

En el capítulo IV, consta los cuadros y gráficos de los resultados obtenidos de la encuesta así como su análisis de datos.

En el capítulo V, hablamos de las conclusiones, recomendaciones y anexos.

Esta investigación se basó con información del Patronato Municipal De Amparo Social De Manta durante los meses de enero a junio del 2013.

## **2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. CONTEXTOS**

**2.1.1. Contexto macro.-** En el mundo el espolón calcáneo afecta cerca del 50 por ciento de la población mundial dicen los expertos en podología. El Instituto del Seguro Social señaló que aunque parezca una cifra muy elevada ésta no se refleja, porque en gran parte de los casos, las molestias son menores y las personas no acuden a atenderse en su totalidad hasta que el espolón calcáneo no se vuelve crónico.

Los expertos en podología añaden que el síntoma primario del espolón calcáneo es el dolor localizado específicamente en el área de cargas de peso del talón. Por lo general el espolón es más severo durante los primeros pasos al levantarse de la cama, disminuye en cierta medida con la actividad y reaparece de nuevo tras un periodo de descanso.

El espolón calcáneo es uno de los principales problemas que suelen aparecer en los pies así lo describe el podólogo Martín Rueda. Es primordial realizar una radiografía de perfil, para evaluar cómo está el pie y un estudio de cargas para ver por qué motivo se ha inflamado la zona.

La experta en traumatología y ortopedia del Instituto Medico de Seguro Social Jalisco, María Rosalina Orozco Pérez indica que más de la mitad de la población Mexicana padece de espolón calcáneo, este se presenta más en mujeres que en hombres y es el resultado de una calificación.<sup>1</sup>

La Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología informan que hoy en día son muchas las personas que practican algún tipo de deporte sin calentamiento y zapatos adecuados.

---

<sup>1</sup> <http://es-us-noticias-yahoo.com/afirman-mitad-mexicanos-padecen-espolon%3%B3n-calc%3A1neo-1733951918.html> 19 de Julio del 2013

**2.1.2. Contexto meso.-** El manejo del cuadro patológico espolón calcáneo en el país se realiza en centros de podología que se encuentran ubicados en las ciudades de Quito y Guayaquil se estima que el 73% de casos de talalgias en adultos son derivados de espolón calcáneo, realizando una atención integral de las afecciones patológicas dérmicas, osteoarticulares, entre las que encontramos el espolón calcáneo como caso clínico que afecta el área del talón, dentro del tratamiento se figuran procedimientos quirúrgicos, farmacológicos y de rehabilitación física siendo estos muy satisfactorios y frecuentado por los pacientes en busca del alivio del dolor para normalizar su vida diaria.<sup>2</sup>

Esta patología en el Ecuador se origina por zapatos inadecuados, sobrepeso, postura inadecuada del pie, el incremento de horas en bipedestación en el trabajo.

**2.1.3. Contexto micro.-** En la ciudad de Manta se prestan servicios de rehabilitación física en el Patronato Municipal de Amparo Social de dicha ciudad, atendiendo pacientes de todas las edades con una gama amplia de patologías neurológicas, traumáticas, neuromusculares, musculo-tendinosas y ortopédicas. En dicha institución se atiende mensualmente un promedio de 12 pacientes con espolón calcáneo que representan el 30% de la atención.

El espolón calcáneo se caracteriza por dolor localizado en el talón, marcha antalgica, intolerancia a los calzados. La frecuencia de edad de estos pacientes es de 40 a 65 años

Dentro de los esquemas de tratamiento que se utiliza en dicha atención figuran los agentes físicos como son: las compresas químicas calientes, infrarrojos, implementos de mecanoterapia, equipos de electroterapia entre los que encontramos el ultrasonido como el adecuado para manejar el espolón calcáneo y que es el motivo de estudio.

---

<sup>2</sup> <http://yucatan.com.mx/imagen/alertan-sobre-el-espolon-calcaneo> Viernes 19 de Julio del 2013

## **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué manera influye el ultrasonido como tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo en pacientes con edades entre 40 y 65 años atendidos en el patronato municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013?

### **2.3. Delimitación del Problema**

**2.3.1. Campo:** Salud

**2.3.2. Área:** rehabilitación Física

**2.3.3. Aspecto:** a) El ultrasonido b) Tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo.

**2.3.4. Problema:** De qué manera influye el ultrasonido como tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo en pacientes con edades entre 40 y 65 años atendidos en el patronato municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013.

**2.3.5. Delimitación espacial:** El presente trabajo de investigación se realizará en el área de rehabilitación del Patronato Municipal De Manta.

**2.3.6. Delimitación temporal:** Esta investigación se realizará de enero a junio de 2013.

## **2.4. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN**

1. ¿Cuáles son los efectos del ultrasonido para producir una ausencia del dolor?
2. ¿Cuál es el correcto manejo del ultrasonido en el tratamiento fisioterapéutico?
3. ¿Cuáles son las causas del Espolón Calcáneo?
4. ¿Cuáles son las medidas de prevención del Espolón Calcáneo?

### **3. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación maneja un interés al mostrar al ultrasonido como agente fisioterapéutico indicado en los procesos patológicos de espolón calcáneo y la profundidad de la investigación al observar la incidencia en pacientes con edades entre 40 y 65 años atendidos en el patronato municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013.

Por lo tanto, este estudio es importante porque generará nuevos criterios de tratamientos en el uso y efectos fisiológicos, biológicos y en especial mecánicos del ultrasonido sobre el espolón calcáneo que producirá conocimientos relevantes sobre el mismo.

Cabe destacar la originalidad de esta investigación ya que se relaciona con la necesidad de conocer a profundidad sobre efectos del ultrasonido y gracias a esta recopilación textual se podrá generar excelentes beneficios en el tratamiento y la mejora de los pacientes con espolón calcáneos.

Esta investigación es factible ya que está al alcance de los recursos económicos y humanos; además contamos con la colaboración del personal administrativo del patronato Municipal de Manta, este proyecto tiene un fin beneficioso para el Patronato debido a que servirá como tema de consulta sobre el espolón calcáneo que por falta de conocimientos necesarios muchas veces no recibe tratamiento oportuno.

Así mismo, este estudio se fundamenta en la misión y visión de la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone que es una institución de educación superior moderna y formativa de ciudadanos profesionales responsables, quienes participan, colaboran, promueven y se comprometen con el desarrollo sustentable y el mejoramiento de las condiciones de vida de los y las habitantes Chone y Manabí.



## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el ultrasonido como tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo en pacientes con edades entre 40 y 65 años atendidos en el patronato municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013.

#### **a. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los efectos del ultrasonido en el tratamiento fisioterapéutico.
- Explicar el correcto manejo del ultrasonido en el tratamiento fisioterapéutico.
- Describir las causas del Espolón Calcáneo.
- Aplicar las medidas de prevención del Espolón Calcáneo.

## CAPÍTULO I

### 5. MARCO TEÓRICO

#### 5.1. ULTRASONIDO

**5.1.1.-Definición.-** Es una forma de energía que proviene de las vibraciones mecánicas. Esta energía se propaga en forma de ondas de compresión longitudinal y necesita de un medio elástico para ser transmitido. Las ondas sonoras con frecuencia superiores a las que el oído humano pueden preservar, se las denomina ultrasonidos, las cuales son vibraciones mecánicas de la materia, una agitación molecular que se transmite como un movimiento ondulatorio que es la diferencia de las vibraciones electromagnéticas. Vibraciones mecánicas inaudibles, acústicas, que producen efectos fisiológicos termales y no termales. Vibraciones mecánicas, compresiones y dilataciones periódicas de la materia, que se propagan a través de la misma como un movimiento ondulatorio, a una velocidad determinada a partir de su foco generador.

Se documenta su empleo a partir de los años treinta. En los años cincuenta se generaliza su uso como una nueva forma de diatermia. A partir de los años sesenta, se introduce la forma pulsante. Se emplea como agente de diatermia selectiva, antiinflamatoria y analgésico.<sup>3</sup>

**5.1.2. Historia.-** En la edad media aparecen aplicaciones empíricas de los ultrasonidos cuando se utilizaban el campo de resonancia de un cristal, puesto en vibración, para el tratamiento de algunas afecciones neurológicas.

Hacia fines del siglo XVIII los biólogos pudieron comprobar con estupor que el murciélago era capaz de orientarse y volar sin problemas en una habitación absolutamente oscura, incluso si se les cubría los ojos. Más tarde advirtieron que ello era posible gracias a unos gritos ultrasónicos que emiten, a continuación reciben los ecos producidos a través de su aparato auditivo que es una pequeña

---

<sup>3</sup> [www.terapia-fisica.com/ultrasonido.html](http://www.terapia-fisica.com/ultrasonido.html)

gran maravilla depresión también en algunos cetáceos se ha comprobado que utilizan el mismo sistema para orientarse y localizar sus presas.

Unos de los hermanos Curie, Pierre, se casó después con una estudiante Polaca Maria Sklodowska los dos esposos como también su hija Irene Curie aparecen en la historia de la ciencia como verdaderos pilares de la radiología.

En 1880 Dalton fabrico un silbato con una frecuencia de 23000 hercios, superior al límite del oído humano y comprobó que si bien era posible escuchar sonido alguno cuando se accionaba. Su perro sí que la oía y lo enseñó a venir al sonido de un silbato que no emite sonido alguno.

En 1917 Langevin en colaboración con Robín Williams Wood y Loomis, demostraron los efectos biológicos y terapéutico de los ultrasonidos.

Langevin, fue el primero en demostrar que la aplicación del ultrasonido era capaz de producir la muerte de pequeños peces colocados en un recipiente con agua e inventó el primer generador de ultrasonido terapéutico para uso humano bajo el principio piezoeléctrico.

Wood y Lois indican una serie de investigaciones sobre los efectos biológicos y la utilización terapéuticas de los ultrasonidos.

A partir de los trabajos Pohlman en 1939 comienzan a generalizarse su utilización con fines esenciales antiinflamatorio y analgésico.

En los años posteriores aparecen reportes periódicos sobre los efectos bilógicos y, probablemente las publicaciones en 1944 de los estudios de Horvath sobre el tratamiento de sarcoma de piel y otros tumores malignos pequeños, estos dieron un gran impulso a la terapéutica medica por ultrasonidos hasta nuestros tiempos.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> CIFUENTES MARTÍNEZ, Luis (2006) Electroterapia, Electrodiagnóstico, Electromiografía. Quito-Ecuador.

**5.1.3. Modalidades del ultrasonido terapéutico.**- Los modos de aplicación son de forma continua o pulsátil. Su selección depende de la respuesta que desee obtenerse en los tejidos.

**a) Ultrasonido continuo**

Se utiliza como termoterapia profunda y selectiva. La forma continua consiste en la producción constante de ultrasonidos por parte del transductor, de manera que el operador va moviéndolo, lenta y suavemente, sobre la superficie de la piel y va cambiando su dirección, para hacer llegar la energía de la manera más homogénea posible a la zona que hay que tratar. Este sistema es más efectivo para elevar la temperatura y aprovechar, así, los efectos térmicos.

**b) Ultrasonido pulsátil**

La emisión pulsante es la utilizada actualmente por sus efectos positivos sobre la inflamación, el dolor y el edema. Con parámetros adecuados carece de efectos térmicos. Esta modalidad tiene el propósito de minimizar el efecto térmico y permite utilizar mayores intensidades, esto hace que su principal efecto terapéutico sea el analgésico.

La forma pulsátil se basa en que el transductor corta es haz cada poco tiempo y reanuda, poco después, la producción. El ultrasonido sale, así, en forma de pulsos en mayor o menor duración y entre cada pulso hay un tiempo de espera, que permite un cierto enfriamiento de los tejidos. Este sistema minimiza los efectos térmicos y permite utilizar potencias mayores. Es lo que ocurre en el caso de procesos inflamatorios agudos o en situaciones en la que la zona presenta un escaso aporte sanguíneo o este se encuentra afectado.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> <http://fisioterapia.blogspot.com/2012/06/el-ultrasonido-terapeutico.html>

**5.1.4. Principio Físico.-** Las sondas ultrasónicas pueden pasar a través de la mayoría de los tejidos blandos solo se propagan ondas longitudinales hasta una distancia apreciable, otros métodos de transmisión (transversal, cizallamiento, etc.). Experimenta una atenuación muy fuerte que pueden ignorarse para todas las consideraciones prácticas a las que respecta la formación de la imagen.

Los restantes modos de vibración pueden propagarse por el tejido óseo, pero no son utilizables en ecografía, los principales parámetros de las ondas del ultrasonido son una frecuencia, la velocidad de propagación, en la longitud de onda, la presión y la intensidad (energía por unidad de superficie y unidad de tiempo, medida en  $W/m^2$  o  $W/cm^2$ ).

Puede considerarse que en los tejidos orgánicos, están formados por partículas, que oscilan alrededor de su posición de equilibrio cuando pasa la onda de ultrasonido. Cada tejido en curso de investigación tiene una impedancia acústica típica, es igual a la relación entre la presión acústica y la velocidad de la partícula provocada por la presión y una velocidad de propagación típica que es la misma para todas las frecuencias en las intensidades utilizadas en las ecografías. Si el límite entre dos medios con distintas impedancias acústicas típicas es mucho mayor que la longitud de onda, la onda incidente es reflejada en parte, mientras que el resto es transmitido a lo largo del límite, y en principio, refractado.

**5.1.5. Métodos de aplicación:** Los métodos de aplicación del ultrasonido son:

**a) Método electromagnético**

Se basan en el fenómeno de Magnetotricción, por el cual, si una varilla o tubo de material ferromagnético se coloca dentro del campo magnético de una bobina alternante, la variaciones de este campo producirán compresiones y expansiones

del tubo o varilla, de acuerdo con la frecuencia alternante del campo. Esto hace que se generó ondas ultrasónicas de hasta 300kHz. La frecuencia con la que la varilla o el tubo se alargan o se acortan, dependen del material y su temperatura. Cada oscilación está formada por un acortamiento máximo de signo positivo (+), un acortamiento mínimo de signo negativo (-) y una expansión o alargamiento máximo.

En la actualidad existen generadores ultrasónicos de material ferromagnético fabricado por el propósito de producir calor. Es decir para producir efecto diatérmico. Cuando la frecuencia mecánica del material coincide con la frecuencia del campo electromagnético se obtiene el mejor efecto de acortamiento y alargamiento del medio. Es decir, el mejor efecto magnetostrictivo se obtendrá cuando se produce la sintonía de frecuencia, entre el material con el campo electromagnético del generador.

#### **b) Método piezoeléctrico.**

Para transformar la energía eléctrica en vibraciones mecánicas del tipo de ondas ultrasónicas se utilizan actualmente cristales como generadores piezoeléctricos, siendo el más utilizado el cristal de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) por su resistencia mecánica y térmica, y otros cristales como Bario Titanio ( $\text{BaTiO}_3$ ), el Litio Sulfato ( $\text{LiSO}_4$ ). La mayor parte de los generadores de ultrasonidos, utilizado en fisioterapia por este método, producen frecuencias alrededor de 1 y 2 mega Hertz.

El método piezoeléctrico fue descubierto por los hermanos Curie, Pierre y Jacques, luego del descubrimiento del método de la Magnetostricción de Joule; descubrieron que, al someter el cristal de cuarzo a compresiones mecánicas, era posible producir un campo eléctrico en su superficie, posteriormente se dieron cuenta que el fenómeno era reversible, de tal manera que si se aplicaba corriente

eléctrica de alta frecuencia y de tipo alterno, el cristal de cuarzo sufría deformaciones y se ponía en vibraciones mecánicas también de alta frecuencia.

Si aplicamos una tensión eléctrica al cristal de cuarzo, sus moléculas sufren una reorientación y se produce una deformación mecánica. Si quitamos y volvemos a poner dicha tensión eléctrica con una determinada frecuencia, el cristal vibrará y será capaz de transmitir esa vibración a un cuerpo vecino, siempre que este último entre en contacto directo con él.<sup>6</sup>

**5.1.6. Técnicas de aplicación.**- \_Antes de utilizar cualquier aparato se debe tomar en cuenta que se debe de preparar el aparato, al paciente y luego utilizar las técnicas de aplicación correspondientes.

**Preparación del aparato.**- Las instrucciones para utilizar el aparato son las siguientes:

- Revisar las instalaciones y los controles del aparato observando que se encuentren en posición de cero.
- Comprobar el funcionamiento colocando unas gotas de agua o aceite sobre el transdúcer y accionar el control de intensidad hasta producir la variación del líquido, lo que da la impresión de “ebullición”.
- Bajar nuevamente a cero los controles.

**Preparación del paciente.**- Para utilizar el aparato de ultrasonido debemos tener en cuenta las siguientes medidas.

- Descubrir la zona de tratamiento.

---

<sup>6</sup> CIFUENTES MARTÍNEZ, Luis (2006) Electroterapia, Electrodiagnóstico, Electromiografía. Quito - Ecuador

- Comprobar el estado de la sensibilidad superficial y, de ser necesario, la sensibilidad al calor y frío.
- Colocar sobre la piel en tratamiento, aceite parafina o agua con una ligera fricción, para permitir una perfecta coaptación del cabezal.
- Explicar al paciente sobre sensaciones y los efectos que debe percibir durante la sesión de tratamiento, advirtiéndole sobre los peligros de quemadura.
- Terminado el tratamiento, debe cuidarse que el cabezal no queda expuesto al aire para evitar que las ondas parasitas se reflejen y sean causas de rotura del cristal de cuarzo, llevar los controles a cero y apagar el equipo.

Entre las técnicas de aplicación encontramos:

#### **a) Técnica por contacto directo**

El cabezal está en contacto con la piel, se aplica una ligera presión y una sustancia de acoplamiento.

Se usa en zonas donde se puede asegurar contacto total y completo entre los elementos cabezal y piel. El haz de ultrasonido debe entrar perpendicularmente para evitar la refracción de las ondas. Como regla general se indicará mover el cabezal desplazándolo en forma circular 1.5 veces su diámetro, de tal manera que si por ejemplo esta es de 4 cm. Se preocupará cubrir 6 cm, y si el área es extensa dividirla en otras pequeñas. Se utiliza también el pincelado longitudinal. La forma estacionaria con modalidad pulsátil.

#### **b) Técnicas por contacto indirecto**

Cuando la superficie es irregular o el contacto del cabezal no es conveniente por la proximidad de eminencias es decir se utiliza la forma indirecta. La técnica contacto por contacto directo tiene algunas opciones, a continuación se mencionan:



- **Dentro del agua.-** La zona es sumergida en agua desgasificada y el cabezal se coloca a una distancia de 1 a 5 cm, con un suave movimiento de deslizamiento del cabezal.
- **Sobre la superficie del agua.-** Cuando la zona al ser tratada no puede ser sumergida, se coloca el cabezal dentro del agua y se ubica la región encima del haz de ultrasonido, que debe estar dirigido hacia arriba en forma de surtidor.
- **Dispositivo del agua.-** Son fundas o bolsas de goma muy delgadas en cuyo interior se encuentra desgasificada y se aplica en zonas difíciles de sumergir. El cabezal se desliza sobre la capa superior del dispositivo que no está en contacto con la piel.

#### c) Directores

Son conos metálicos llenos de agua desgasificada, en el extremo angosto se pone en contacto con la piel y tiene como objetivo concentrar el rayo de ultrasonido en un determinado punto. Existen directores especiales que se adaptan al cabezal con la finalidad de dirigir o concentrar la energía en lugares internos o pocos accesibles a las otras formas de aplicación.

#### d) Combinados

El ultrasonido se utiliza en combinación con otras terapias como las corrientes de baja frecuencia (BF) y las de media frecuencia (MF), el cabezal se constituye en electrodos negativos o cátodos en las corrientes de baja frecuencia, o en el caso de las corrientes de media frecuencia en electrodo variable. El uso del cabezal del ultrasonido es para conseguir efectos térmicos y la estimulación eléctrica para lograr la contracción muscular.

**5.1.7. Mecanismo de producción.-** Los ultrasonidos son ondas sonoras de alta frecuencia (0.8 a 3 mega Hertz) producidas por un cabezal vibratorio que se aplica sobre la piel, a través del cual penetran en el organismo. Algunos minerales poseen la capacidad de deformarse al someterlo o que generen un impulso eléctrico al ser sometido de formación brusca. Fenómeno que recibe el nombre de piezoelectricidad.

- **Piezoelectricidad.-** Es la propiedad que tienen los cristales de cuarzo y algunas otras sustancias para deformarse mecánicamente si le aplicamos una tensión eléctrica. Esta deformación sucede por el reordenamiento de las moléculas del cristal. Dado que el efecto piezoeléctrico es reversible, si quitamos y aplicamos una tensión el cristal vibrará y será capaz si está en íntimo contacto con otro medio, de transmitir su vibración: si esta es una frecuencia suficiente, ya es un haz ultrasonido. En este mecanismo se basa el método utilizado en la producción de ultrasonido terapéutico.

Aprovechando esta propiedad es que un generador de impulsos eléctricos, a la frecuencia antes citada, impulsos dirigidos al cabezal de tratamiento, en cuyo interior se encuentra el prisma transductor de electricidad en vibración cinética: transductor de cuarzo con la propiedad de piezoelectricidad. El ultrasonido terapéutico es un dispositivo que convierte la energía electromagnética a ondas de sonido de alta frecuencia (1º 3 Mega Hertz), las cuales penetran el tejido para calmar el dolor y facilitar el “healing” del tejido través de reacciones térmicas y no térmicas.<sup>7</sup>

**5.1.8. Propiedades Físicas.-** Aprovechamos el fenómeno físico basado en que algunos minerales poseen la capacidad de deformarse al someterlos a un impulso eléctrico o que generan dicho impulso al ser sometidos a deformación brusca.

---

<sup>7</sup> CIFUENTES MARTÍNES, Luis (2006) Electroterapia, Electrodiagnóstico, Electromiografía. Quito - Ecuador

Luego, será necesario disponer de un equipo formado por su generador de impulsos eléctricos a la frecuencia antes citada, impulsos dirigidos que al cabezal de tratamiento en cuyo interior, se encuentra el prisma transductor de electricidad y vibración cinética: transductor de cuarzo (o bien otros minerales de moderna obtención, los cuales incluso mejoran las presentaciones del clásico cuarzo).

Para que las ondas consigan la mayor intensidad posible, la pastilla piezoeléctrica debe tener unas dimensiones y formas acordes y en sintonía con las frecuencias aplicadas. Razón por la cual, para que dichas ondas consigan la mayor intensidad y para distintas frecuencias se necesita cabezales de diferentes tamaños.<sup>8</sup>

Las frecuencias que en la actualidad se emplean son 1 Mega Hertz 0 3 Mega Hertz continuo o pulsátil.

El cristal se mantiene con una placa metálica o plástica en el transductor y, como consecuencia de ello, produce vibración a la misma frecuencia de corriente original; esta vibración es el ultrasonido, ya que su frecuencia es superior a la del sonido audible. Cuando los transductores se colocan sobre la piel la energía se transmite entre los distintos medios que atraviesa. Dado que el aire es muy mal conductor del sonido, se debe utilizar gel de contacto entre el transductor y la piel.

Las ondas ultrasónicas penetran en los tejidos de una forma proporcional a la frecuencia, siendo menor la profundidad alcanzada cuando mayor es la frecuencia. La absorción, refracción, reflexión, y dispersión de la onda sónica se deben tener siempre en cuenta. También las ondas de sonido que emana del ultrasonido son absorbidas principalmente por los tejidos blandos, como

---

<sup>8</sup> [http://rehabilitacioncordoba.infored.mx/659079\\_ultrasonido-terapeutico-.html](http://rehabilitacioncordoba.infored.mx/659079_ultrasonido-terapeutico-.html)

ligamentos, tendones, músculos, tejido cicatrizal, las articulaciones y otros tejidos conectivos, para beneficio de los mismos.

#### **a) Frecuencia y longitud de onda**

Es precisamente, lo que define a los ultrasonidos y los distingue de los ultrasonidos.

La frecuencia está muy directamente relacionada con la absorción y la atenuación del haz, de forma, que a mayor frecuencia, el ultrasonido se absorbe más rápidamente. Utilizaremos frecuencia de 0.5 a 1 Mega Hertz para tratar estructuras profundas y reservaremos las frecuencias más altas de 2 hasta 3 Mega Hertz, para tratar piel, y tejido subcutáneo.

La longitud de onda de un haz de ultrasonido es la distancia existente entre dos planos inmediatos de partículas del medio que estén en el mismo estado de movimiento. Es igual, como en cualquier otro tipo de onda, a la velocidad de propagación de la onda dividida por la frecuencia.

Debemos tener en cuenta que vamos a mantener constante frecuencia, n pero la velocidad va a depender del medio que este atravesando en ese momento, por lo que, al ser la velocidad muy variable en tejidos orgánicos, la longitud de onda también lo será.

#### **b) Velocidad de transmisión**

La velocidad a la que los ultrasonidos se transmiten por un medio determinado depende de la densidad y de la elasticidad de dicho medio. Esta velocidad es fundamental, pues no solo es uno de los factores que intervienen en la producción del eco, sino que además es la base para calcular la impedancia acústica, que a su vez es clave para la absorción.

La velocidad de propagación de un haz de ultrasonido a través de diversas sustancias es muy variable (tabla 1). Las diferencias son pocas acusadas entre tejidos blandos, hígado, riñón, cerebro o plasma, cercanos todos ellos a los 1.540 m/s. En el caso del aire (343 m/s), pulmón (650m/s) y hueso (3.500 m/s), la muy distinta velocidad de transmisión del ultrasonido significa intensos ecos. Más adelante veremos que estos producen dificultades cuando la zona que estemos tratando nos obligue a incluirlos dentro del haz.

### **c) Impedancia acústica**

Es una característica del medio que atraviesa el ultrasonido. Relaciona la velocidad que la partícula adquiere en el momento de su vibración y la presión la que está sometida. La impedancia da idea de la facilidad que un determinado medio ofrece al paso de ultrasonido. Se conoce habitualmente con la letra  $Z$  y es igual al producto de la densidad del medio por la velocidad de transmisión de ultrasonido en ese medio.

La reflexión se produce al intentar pasar el ultrasonido de un medio a otro con distinto  $Z$ . Si los medios tienen impedancias muy distintas, el ultrasonido se reflejara casi en su totalidad y no podrá alcanzar los órganos situados más profundamente.

### **d) Energía, potencia e intensidad**

El haz de ultrasonido transporta una determinada cantidad de energía producida por el transductor; si la consideramos por unidad de tiempo, es lo que se conoce como potencia. La unidad de potencia es el vatio (W). dividiendo la potencia por la superficie del haz, obtenemos la intensidad ( $W/cm^2$ ), que es uno de los parámetros más importantes que hay que tener en cuenta en los tratamientos con ultrasonidos.

Habitualmente, en tratamientos con ultrasonido que están llegando en cada momento a una zona, deberemos referirnos a la intensidad o densidad de potencia. Habitualmente, en tratamientos con ultrasonido, utilizamos intensidades de entre 0.5 y 2.5 W/cm<sup>2</sup>.<sup>9</sup>

### **e) Atenuación**

El haz de ultrasonidos va perdiendo intensidad conforme va avanzando por los tejidos. Esta pérdida por unidad de longitud se denomina atenuación.

La atenuación se produce por diferentes factores, desde la propia adsorción de ultrasonidos por el medio hasta las diversas reflexiones que puedan producirse por homogeneidad del medio. También se producen dispersiones y pérdidas de dirección por refracción que lo hacen ineficaz a efectos terapéuticos.

La atenuación es de tipo exponencial, para los ultrasonidos se establece el coeficiente de atenuación, que varía con las propiedades del medio y con la frecuencia del ultrasonido.

La atenuación es directamente proporcional a la frecuencia del ultrasonido utilizado, por lo que debemos esperar una mayor pérdida de intensidad del haz en profundidad, con ultrasonidos de mayor frecuencia.

La atenuación también depende de las características del medio de los tejidos con mayor contenido en proteínas estructurales (cartílago, tendones, capsula articular, ligamentos extracapsulares y músculos) absorben mayor cantidad de energía ultrasónica.

---

<sup>9</sup> <http://www.fvet.uba.ar/equinos/junio/ULTRASONIDOS.pdf>

Podemos decir que el hueso atenúa, a igualdad de frecuencia, 20 veces más que el músculo y otros tejidos blandos, por lo que todo lo situado detrás de un hueso recibirá mucha menos dosis.

#### **f) Haz de propagación**

Es un medio homogéneo, los ultrasonidos se propagan en línea recta. Cuando están producidos por un cristal, forma un haz, del cual solo no es útil la parte más cercana al transductor, que es donde el frente del ultrasonido aparece plano: esta se denomina zona de Fresnel. A partir de esta zona, el haz comienza a abrirse en la zona llamada de Fraunhofer.

Aunque existen y, de hecho, utilizamos diversas técnicas para focalizar el haz, es importante recordar que la posibilidad de dirigir un haz con exactitud es mayor cuanto más elevada sea su frecuencia, sin embargo, su capacidad de penetración será menor.

Debido a este comportamiento no homogéneo del haz de ultrasonidos, debe considerarse el coeficiente de no uniformidad del haz que no debe ser menor de 4; para cabezales de aplicación correctamente fabricados, se sitúa entre 5 y 6.<sup>10</sup>

#### **g) Reflexión y Refracción**

Cuando un haz de ultrasonidos va por un medio determinado con una impedancia  $Z$  y encuentra, perpendicular su trayectoria, otro medio distinto con impedancia  $Z$ , se produce una reflexión de parte del haz, que llamamos eco.

Éste será tanto mayor, cuanto mayor sea la diferencia de la impedancia entre ambos medios.

---

<sup>10</sup> <http://www.slideshare.net/Naxorov/ultrasonido-en-medicina-13512301>

La reflectividad depende de la impedancia acústica de los diferentes medios. Si la diferencia de impedancia entre ambos medios es grande como ocurre por ejemplo, en el paso de tejido a aire, la proporción de ultrasonido reflejado es caso 1, con lo que no pasa el haz al segundo medio. De ahí la importancia de evitar gases y a necesidad de utilizar sustancias de acoplamiento (gel, aceite, agua.....) entre el emisor y la piel del paciente.

En el interior del cuerpo humano se produce una reflexión significativa en las interfaces entre tejidos blandos y hueso. Si el haz encuentra a su paso un medio de impedancia muy diferente, al intentar pasar la interface que separa a los dos medios, se verá reflejado en su mayor parte, por lo que apenas quedará energía para los tejidos situados más profundamente.

Además, la zona proximal cercana al cambio de medio verá muy incrementado su dosis.

Esta situación se da al intentar atravesar el hueso y sobretodo, el pulmón una burbuja de aire gástrico o cólica, y puede obligarnos a buscar “ventanas acústicas”, es decir, tejidos a través de los cuales nuestro haz puede llegar con suficiente energía a la zona que debemos tratar. Los haces incidentes y reflejados pueden suponerse, por lo que pueden atenuarse o intensificarse entre sí.

En el caso de que la interferencia produzca intensificación, la intensidad aumenta a generarse una onda estacionaria.

Para producir o evitar este problema, la aplicación se realiza movilizándolo continuamente el cabezal o aplicador, y utilizando la intensidad más baja necesaria.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> CIFUENTES MARTÍNES, Luis (2006) Electroterapia, Electrodiagnóstico, Electromiografía. Quito - Ecuador



## **h) Cavitación yseudocavitación**

La cavitación es otro efecto mecánico del ultrasonido en los tejidos vivos, consiste en la rápida formación y colapso de burbujas de gas disuelto o de vapor que pueden converger y, al aumentar de tamaño, llegar a la destrucción de estructuras subcelulares.

Este fenómeno no se ha observado a dosis terapéuticas bajas, pero si con dosis de más de 1 W/cm<sup>2</sup>, en aplicación estática, que van a favorecer la formación de ondas estacionarias.

Por tanto en este fenómeno será de vital importancia el movimiento de la cabeza sónica para evitar el efecto de cavitación.<sup>12</sup>

Se utilizan las intensidades muy altas, las presiones y tracciones que sufre el medio atravesado por el ultrasonido pueden llegar a ser tan grandes que literalmente, se desgarre, por lo que sobre el hueso se concentrará más el haz.

Este fenómeno se denomina cavitación y no debe producirse a las intensidades utilizadas habitualmente en medicina.

Sí que puede ocurrir que en la tracción, al atravesar un líquido orgánico, se produzcan pequeñas burbujas de gas disuelto en ese líquido. Es la llamada pseudocavitación.<sup>13</sup>

**5.1.9. Mecanismo de acción.-** El efecto terapéutico de los ultrasonidos es complejo y está determinado por diferentes efectos, que se entremezclan. Es difícil determinar la importancia relativa en los diferentes cambios biológicos observados y entre sus mecanismos de acción tenemos:

---

<sup>12</sup> [http://ocwus.us.ec/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA\\_12/PAGE\\_16..htm](http://ocwus.us.ec/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA_12/PAGE_16..htm)

<sup>13</sup> <https://www.google.com.ec/#a=velocidad+de+propagación+del+ultrasonido>

### **a) Acción térmica**

La energía de los ultrasonidos absorbida por los tejidos atravesados por el haz termina transformándose en calor y aumentando la temperatura de la zona tratada. Las moléculas de los tejidos se someten a vibraciones de elevada frecuencia y, en consecuencia del razonamiento, la energía mecánica adquirida por las moléculas acaba transformándose en calor.

En una aplicación fija, la temperatura puede elevarse a los pocos segundos alrededor de 6 grados en la zona más próxima al transductor y en torno a 3 grados en zonas más alejadas, posteriormente, tiende a permanecer constante. El flujo sanguíneo tiende a sustraer calor de esta zona; así evita que se recaliente demasiado.

En los habituales tratamientos por deslizamientos, la temperatura varía de manera continua con valore conjunto – menores que en aplicaciones fijas.

Todos los efectos biológicos producidos por el calor local son aplicables a los ultrasonidos terapéuticos, con acciones similares, en este sentido, a las de radiación infrarroja, diatermia, microondas o la simple aplicación de una bolsa de agua caliente sobre la piel.

### **b) Acción mecánica**

En el apartado correspondiente a los principios físicos, veíamos como los ultrasonidos podían asimilarse a una vibración que produce ondas de presión en los tejidos. De esta manera, se ven sometidos a unos movimientos rítmicos alternativos de presión y tracción, que producen una especie de micromasaje celular, con modificaciones de la permeabilidad y mejora de los procesos de difusión. El metabolismo celular está aumentando, a lo que contribuye también la vasodilatación inducida por el calor.

### c) Acción química

Junto con las acciones anteriores puede observarse una mayor facilidad para la difusión de sustancias. Los ultrasonidos hacen penetrar agua en coloides y pueden transformar geles en soles.<sup>14</sup>

**5.1.10. Efectos Biofísicos del ultrasonido.-** Los efectos del ultrasonido no se conocen todavía por completo. Está claro, sin embargo, que la aplicación de ultrasonidos a tejidos biológicos tiene varios efectos. En primer lugar, hay que tener en cuenta que los ultrasonidos son una forma de terapia mecánica. También es evidente que la energía mecánica puede convertirse en energía térmica, por ejemplo, y esto es una consecuencia del efecto mecánico del ultrasonido.

Probablemente la frecuencia de 3 Mega Hertz no tiene efectos diferentes que la de 1 Mega Hertz, pero es posible que ciertos efectos denominen más según la frecuencia. En los años 50, Pohlman afirmó que no se observaban otros efectos con los ultrasonidos entre 1 y 10 Mega Hertz. La naturaleza especial de los ultrasonidos de 3 Mega Hertz consiste, por tanto, en su efecto mecánico mucho mayor y en la absorción más alta de la energía y ultrasónica por las capas tisulares superficiales.

Con esta frecuencia (3 Mega Hertz) se respetan los tejidos más profundos puesto que la intensidad disminuye mucho a consecuencia de la mayor absorción.

### a) Efecto mecánico

El primer efecto que se produce en el tejido corporal a consecuencia de ultrasonido es de naturaleza mecánica. Las vibraciones sónicas van a requerir de un medio deformable elástico para su propagación, en principio, cualquier medio excepto el vacío es deformable.

---

<sup>14</sup> <http://rehabilitacion.byethost31.com/ultrasonido.html>

Este movimiento mecánico va a constar de tres partes: vibración, movimiento de vaivén y presión.

Las moléculas del medio o las partículas intracelulares del mismo sometidas a la acción de un haz de ultrasónico, sufren un movimiento rítmico de vaivén. Las vibraciones ultrasónicas causan compresión y expansión en el tejido a la misma frecuencia que el ultrasonido, conduciendo a variaciones de presión. Así las partículas sufren una aceleración violenta, un paro y otra aceleración en sentido opuesto.

La amplitud sónica o amplitud del movimiento de vaivén, va a estar en razón inversa a la frecuencia de la onda ultrasónica, siendo por lo tanto menor para 3 Mega Hertz que para un Mega Hertz, sin embargo la aceleración de este movimiento va a estar en razón directa a la frecuencia de la onda ultrasónica, siendo por lo tanto mayor los efectos mecánicos con 3 Mega Hertz que con 1 Mega Hertz.

La diferente densidad del medio hace que los desplazamientos moleculares sean desiguales, por lo tanto a consecuencia de los movimientos mecánicos se va a producir un amasamiento del tejido celular, es decir una especie de micromasaje, de esta forma, al efecto mecánico del ultrasonido, también se le conoce con el nombre de micromasaje.

Debido a la reflexión en el haz sónico y en los límites entre los tejidos, la intensidad en  $W/cm^2$  puede aumentar, de forma que las mayores variaciones de presión se producen en los límites entre dos medios diferentes. A 3 Mega Hertz los puntos de presión máxima y mínima se encuentran más juntos que a 1 MHz puesto que la longitud de onda disminuye a 0.5 mm aproximadamente.

Por tanto, puede suponerse que los efectos terapéuticos más pronunciados ocurrirán en los límites. Así pues, la terapia ultrasónica se llama terapia de superficies límites.

Este efecto mecánico de roce o amasamiento, va a tener como consecuencia:

- Cambios en la permeabilidad de las células y las membranas tisulares.- Esta modificación de la permeabilidad celular, por el efecto de bombeo sobre los componentes celulares, va a favorecer los procesos de difusión, mejorando el metabolismo celular, que se ve beneficiado además por una mejor irrigación sanguínea.
- Cambios en el volumen de las células corporales alrededor de 0,02%.
- Un intercambio mejorado de productos metabólicos.
- Sobre la piel, estimulando las terminaciones nerviosas sensitivas que van a producir reacciones locales y generales.
- Otro efecto mecánico importante, no deseable es la cavitación y pseudocavitación.

La cavitación se origina si se utilizan intensidades demasiado altas manteniendo el cabezal estático por ejemplo prolongado y su causa es un fenómeno de compresión – dilatación tisular exagerado, capaz de desgarrar el tejido y formar una verdadera cavidad sobre la que, secundariamente, se concentrarán más las ondas del ultrasonido.

La pseudocavitación consiste en la formación de burbujas en los líquidos orgánicos, por las mismas causas anteriores, al paso de las ondas ultrasónicas durante la acción de compresión – dilatación.

## **b) Efecto térmico.**

La energía ultrasónica absorbida en los tejidos se convierte en calor, especialmente en las proteínas y en menor grado en las estructuras celulares, como con cualquier medio físico en el exista fricción. Por lo tanto, el micromasaje de los tejidos va a conducir a la generación de calor por fricción.

El aumento de temperatura en tejidos situados a una cierta profundidad va a ser pequeño, debido al amortiguamiento de la energía del haz y al movimiento sanguíneo que tiende a regularizar la temperatura. En aplicaciones fijas, el aumento de temperatura en la proximidad del cabezal es de  $6^{\circ}\text{C}$ , a una profundidad de 3 cm, el aumento de temperatura es de solo  $2,7^{\circ}\text{C}$ . Este aumento se establece a los pocos segundos de aplicación y se mantiene constante después. Si el tratamiento es por deslizamiento, la temperatura esta en variación continua y en conjunto los valores son menores que para las aplicaciones fijas.

La cantidad de calor generado difiere en los diversos tejidos. Depende de varios factores, algunos de los cuales pueden controlarse parcialmente, como por ejemplo tipo de ultrasonidos (continuo o pulsátil), la intensidad, la duración del tratamiento.

En relación a la distribución de este calor y a su producción hay que tener muy en cuenta que debido al fenómeno de reflexión, al cambiar la resistencia sónica en una superficie limítrofe entre dos tejidos, se van a producir una serie de ondas transversales, que hacen que el aumento de temperatura sea considerablemente más elevado.

El calor se genera especialmente en los puntos de reflexión del ultrasonido. Esta reflexión tiene lugar sobre todo en los límites entre tejidos con distinta impedancia acústica específica. Debido a esta reflexión pueden aparecer fenómenos de interferencia que conducen a un momento de la intensidad. La

reflexión tiene lugar sobre todo en el tejido óseo (35%). La generación de calor a consecuencia del aumento intensidad es marcada en el periodo periostio y puede conducir a la aparición del dolor perióstico.

Este problema tiene mucha menos importancia cuando se usa energía ultrasónica pulsátil, debido a que el calor generado se disipa total o parcialmente entre los impulsos. Resumiendo podríamos decir que el efecto térmico se produce:

- Debido a las diferencias en el coeficiente de absorción.
- Como consecuencia de la reflexión en los límites tisulares.
- Como resultado de los picos y valles de interferencia, la generación de calor en el campo ultrasónico no era uniforme.

Al mantener en movimiento la cabeza de tratamiento se intenta minimizar esta no-uniformidad. La distribución del calor en los diversos tejidos es única en comparación con otras formas de tratamiento, como la onda corta y la termoterapia. El calor se genera especialmente en el tejido óseo, el cartílago, los tendones, el tejido muscular y la piel.

Como el haz ultrasónico es casi paralelo, el área donde ocurre el efecto térmico corresponderá aproximadamente al tamaño de la cabeza de tratamiento (ERA).

Es importante al aplicar la terapia continua, que el paciente note como máximo un efecto térmico pequeño. Cuando aplicamos ultrasonidos continuos con intensidades alta ( $2 \text{ W/cm}^2$ ), se produce un aumento marcado de la circulación sanguínea con el fin de mantener la temperatura corporal lo más constante posible.

El significado de calor como parte de la terapia ultrasónica ha sido objeto de diversas evaluaciones y estudios.

Muchas enfermedades presentan graves trastornos circulatorios, en estos casos el organismo, es incapaz de disipar el calor generado por la aplicación de los ultrasonidos continuos. Esto va a conducir a un aumento de la temperatura que puede tener un efecto adverso sobre la enfermedad.

En caso de una lesión aguda, por ejemplo un esguince en el tobillo, el calor generado (en combinación con la irritación mecánica) puede tener un efecto adverso sobre los vasos sanguíneos en regeneración, provocándose una hemorragia con facilidad. Por tanto, es aconsejable esperar un par de días antes de iniciar la terapia ultrasónica local en tales casos.

Desde el punto de vista reumatológico, hay también que considerar las posibles consecuencias del aumento de temperatura intraarticular. El calor generado en la artritis tiene un efecto nocivo sobre la estructura articular interna, especialmente el cartílago articular. Las fibras de colágeno del cartílago hialino se destruyen y van a ser reemplazadas por otras de inferior calidad. La enzima colagenasa inicia este proceso y otras enzimas participan en la destrucción de la articulación. Este proceso se manifiesta sobre todo en las inflamaciones articulares (incluyendo la artritis reumatoide y la artrosis, caracterizadas frecuentemente por sinovitis).

Así pues, la terapia ultrasónica que conduzca a un aumento de la temperatura intraarticular, como ocurre con la aplicación continua, está contraindicada sobre todo en los trastornos donde la temperatura ya es mayor de lo normal.

Viidik en sus estudios demostró, que bajo la influencia del calor puede producirse un ablandamiento de las fibras de colágenos en los tendones y la cápsula articulares, conduciendo a la hipermovilidad.



Debido a esto y a otras muchas razones, cada día se utiliza más la terapia ultrasónica pulsátil (la cual anula casi todo el efecto térmico), y menos la emisión continua.<sup>15</sup>

### **c) Efecto químico**

Este efecto deriva de la acción conjunta del efecto mecánico y térmico. La vibración mecánica favorece el íntimo contacto de los componentes del medio, el aumento de la temperatura actúa como catalizador de numerosas reacciones.

La rotura de grandes moléculas es otro factor que conlleva a la ruptura de cadenas laterales en las macromoléculas, produciéndose una disminución de los pesos moleculares, con reacción de estos restos y formación de sustancia intermedias.

También el ultrasonido ejerce una acción coloide-química, la cual consiste en la posibilidad de transformar coloides en estado de gel a soluciones, permitiendo la introducción de agua en determinados medios. De aquí proviene la eficacia de los ultrasonidos en todas las enfermedades llamadas de desgaste, en las cuales, a consecuencia de la pérdida de elasticidad se producen deformaciones.

Además se puede liberar sustancias de las células del tipo de la histamina u otras estimuladoras del metabolismo celular.

### **d) Efectos biológicos**

Los efectos biológicos que provoca la terapia ultrasónica, son el resultado de micromasaje (efecto mecánico).

---

<sup>15</sup> [http://ocwus.us.es/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA\\_12/tema\\_12.xml](http://ocwus.us.es/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA_12/tema_12.xml)

Dependiendo de la forma, continua o pulsátil este micromasaje conduce a un predominio del efecto térmico o de otros efectos.

Los siguientes efectos biológicos pueden considerarse una respuesta fisiológica a las acciones mecánicas y térmicas mencionadas: Como consecuencia de estas acciones observaremos en la zona tratada una serie de efectos biológicos que incluyen:

- Vaso dilatación de la zona con hiperemia y aumento del flujo sanguíneo.
- Incremento del metabolismo local, con estimulación de las funciones celulares y de la capacidad de regeneración tisular.
- Incremento de la flexibilidad de los tejidos ricos en colágeno, con disminución de la rigidez articular y de la contractura, en combinación con cinesiterapia.
- Efecto antiálgico y espasmolítico, que son los más útiles en lo que las indicaciones se refieren.<sup>16</sup>

**5.1.11. Estimulación de la circulación sanguínea y los vasos.-** La absorción de la energía ultrasónica origina un efecto térmico y el cuerpo responde con vasodilatación y aumento de la circulación local y regional, conviene recordar que el efecto térmico no se limita solamente a la forma continua de ultrasonidos. Los ultrasonidos pulsátiles también producen un efecto térmico aunque mucho menor.

La vasodilatación a consecuencia del tratamiento ultrasonidos pueden considerarse en parte como un fenómeno protector destinado a mantener temperatura corporal dentro de los límites más estrechos posibles, esta vasodilatación va a provocar como respuesta fisiológica a la elevación térmica en los tejidos y posiblemente por la liberación de histamina.

---

<sup>16</sup> <http://es.scribd.com/doc/99834121/TEMA-1-Ultrasonido>

Indirectamente se puede obtener una vasodilatación por irradiación de los ganglios simpáticos. Resumiendo, la vasodilatación va a estar por la:

- Liberación de estimulantes tisulares, como consecuencia del daño celular causado por la vibración mecánica.
- Estimulación, posiblemente directa, de las fibras nerviosas eferentes gruesas mielinizadas, conduciendo a la depresión postexcitatoria del sistema ortosimpático.
- Recaudación del tono muscular como resultado del mecanismo sobredicho.
- Efecto sobre la maduración y flujo de leucocitos.
- Freno o colapso reversible de la circulación en los pequeños vasos si la dirección del haz ultrasónico se opone mecánicamente al avance de la sangre.

Becker, demostró la posibilidad de favorecer a la circulación sanguínea por vía refleja utilizando los ultrasonidos. Describió una circulación mejorada, sobre todo en los vasos sanguíneos distales de pacientes con desorden vasculares, consecuencia de la terapia ultrasónica aplicada por la vía segmentaria.

Lota, describió el efecto de los ultrasonidos de baja intensidad ( $0,5-1\text{w/cm}^2$ ) sobre la circulación sanguínea periférica y sobre la temperatura de la piel y los músculos. Estudió los efectos del tratamiento tanto local como segmentaria (paravertebral), concluyendo que la aplicación continúa de  $1\text{ W/cm}^2$  proporcionaba mejoría de la circulación sanguínea, y aumento de la temperatura de la piel y los músculos en la aplicación local. La aplicación para vertebral proporcionó mejoría en la circulación cutánea.

Algunos autores señalan que el efecto de los ultrasonidos (sobre las arteriolas de los músculos esqueléticos) conduce habitualmente a vasoconstricción. En la

mayoría de los tejidos, las arteriolas no están en reposo bajo condiciones fisiológicas normales, sino que muestran movimientos peristálticos lentos (2-3 por minuto).

Con la aplicación de ultrasonidos pulsátiles, la frecuencia de este movimiento vascular aumenta mucho (hasta 31 por minuto).

Un hallazgo interesante radica en que la frecuencia de estos movimientos vasculares apenas aumenta (7-8 por minuto) con el calentamiento ordinario de los tejidos, los movimientos de las paredes anteriores tienen gran importancia en la nutrición de los tejidos.<sup>17</sup>

**5.1.12. Relación muscular y normalización del tono.-** La mejoría de la circulación sanguínea puede conducir a la relajación muscular por eliminación de los estimulantes tisulares. Además, es posible que los ultrasonidos estimulen directamente las fibras nerviosas aferentes y que la relajación muscular sea consecuencia de la depresión postexcitatoria de la actividad ortosimpática.

La normalización del tono muscular va a estar provocada por la menor excitación química de los aferentes musculares, lo cual contribuye a la disminución del tono reflejo.<sup>18</sup>

**5.1.13. Cambios en la actividad celular.-** Se ha demostrado que las vibraciones ultrasónicas provocan un aumento de la permeabilidad y variaciones del potencial de reposo de las membranas biológicas.

En parte son explicables por el calor, pero se supone que existen fenómenos no térmicos (vibración mecánica) que aceleran la difusión iónica a través de la

---

<sup>17</sup> *Ocwus.us.es*>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\_12.Pág.20

<sup>18</sup> *Ocwus.us.es*>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\_12.Pág.21

membrana, o aumentan el gradiente de concentración iónica por movilización y agitación de los líquidos.

Este efecto se observa con la aplicación de ultrasonidos tanto continuos como pulsátiles. A consecuencia de las vibraciones mecánicas, el fluido tisular es forzado a través de la membrana celular. Esto puede alterar la concentración de los iones, lo que podría conducir a variaciones de la excitabilidad celular. Se observa un aumento del flujo protoplasmático en las células, de forma que se favorecen los procesos de intercambio fisiológico.

Debido a la circulación de fluido tisular, el pH se hace menos ácido. Esto se conoce como efecto antiacidótico de los ultrasonidos y tiene utilidad en el tratamiento de la inflamación reumatoide (reumatismo de tejidos blandos), en la que existe acidosis tisular.

En estos estudios de investigación se ha demostrado que, la acción de los ultrasonidos sobre las membranas celulares origina:

- Facilitando la dispersión de acumulaciones líquidas y edema.
- Aumento del metabolismo celular por elevación térmica local.
- Liberación de histamina por probable estallido de los mastocitos.
- Aumento de la síntesis proteica en los fibroblastos a dosis terapéuticas y cambios en el retículo endoplásmico que explicarían el estímulo de cicatrización de las heridas por el ultrasonido como efecto distinto al del calor.
- Aumento de la extensibilidad del tendón por calor, y en parte, por otros efectos no térmicos.
- Disminución de la contractilidad muscular, probablemente por acción directa no térmica sobre los mecanismos contráctiles.

- Sensibilización a ciertos medicamentos, potenciando su acción en la zona tratada, como la de la teofilina en los asmáticos.<sup>19</sup>

**5.1.14. Efecto sobre el tejido nervioso.-** El nervio tiene una absorción selectiva del ultrasonido y experimenta una mayor elevación de temperatura que los tejidos circundantes.

Las fibras más sensibles al ultrasonido son los tipos B y los tipos C, y las menos sensibles son las gruesas, tipo A. Los efectos sobre el nervio aparecen rápidamente y duran aproximadamente unos 15 minutos.

Algunos autores suponen que los ultrasonidos pueden despolarizar las fibras nerviosas aferentes. Esto sucede evidentemente cuando se elige una intensidad que proporcione estimulación suave. Se ha demostrado que los ultrasonidos continuos con una intensidad de 0.5-3 W/cm<sup>2</sup> afectan a la velocidad conducción de los nervios periféricos.

Un grupo de autores encuentran aumento de la misma, otros disminución y otros aumento o disminución según sea la dosis aplicada.

Mientras unos creen que se trata de un efecto puro o predominante térmico, ya que los resultados son equiparables a las elevaciones de temperatura semejantes con otros medios de termoterapia.

Otros autores creen que existe un factor adicional, no térmico que por acción física de la presión alteraría el intercambio iónico a través de la membrana y su conducción.

---

<sup>19</sup> *Ocwus.us.es*>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\_12.Pág.22

También hay que considerar otros posibles factores de anoxia, cambios electrolíticos o de metabolismo de la mielina. Con intensidades mayores puede producirse bloque de la conducción. El tejido nervioso muestra sensibilidad especial al efecto del ultrasonido.

En un estudio sobre el efecto de los ultrasonidos continuos durante 5-10 minutos con intensidad de 2-3 W/cm<sup>2</sup>, sobre el nervio ciático, se encontró desde tumefacción de los cilindros axónicos, hasta sección total del nervio. Con una intensidad menor (0,25-0,5 W/cm<sup>2</sup>) la vaina de mielina mostró cambios mínimos que se hacían más serios con la aplicación repetida.

Pese a la diversidad de condiciones experimentales, parece deducirse que a dosis altas (de más de 2 W/cm<sup>2</sup>) la velocidad de conducción nerviosa aumenta por efecto térmico. A dosis muy altas (superiores a 3 W/cm<sup>2</sup>) se han conseguido experimentalmente bloqueos parciales reversibles o totales en el ciático al llegar a temperatura de 48 a 52°C, tanto por ultrasonidos como por otras aplicaciones de calor directo.

A dosis bajas (menos de 1,2 W/cm<sup>2</sup>) o en aplicaciones breves de menos de minutos, con escasa a nula elevación térmica tisular, la velocidad de conducción disminuye. Esto sugiere un efecto mecánico, distinto y contrario al del calor sin poder descartar el posible efecto refrigerante de la evaporación de los restos de gel de contacto.

No se observaron cambios en la amplitud ni en la duración de los potenciales musculares evocados por estimulación nerviosa. Otros efectos observados al aplicar ultrasonidos a los nervios periféricos son:

- La irradiación de las terminaciones libres nerviosas produce una elevación de umbral doloroso.

- Se produce un aumento de la cronaxia con disminución de la excitabilidad.
- Inhibición de los ganglios simpáticos que provoca un aumento de circulación y temperatura cutánea.
- Aumento o disminución de los reflejos medulares según la dosis aplicada.
- Aumento de la actividad enzimática y aceleración del proceso de regeneración en el cabo distal de un axón en regeneración, con dosis de  $0,5 \text{ W/cm}^2$  si aumenta la dosis a  $1 \text{ W/cm}^2$ , este proceso, se retrasa.

En el sistema nervioso central también puede demostrarse un efecto de los ultrasonidos, al encontrarse un aumento de la liberación serotonina.<sup>20</sup>

**5.1.15. Estimulación de la capacidad regenerativa tisular.-** Se ha demostrado que los ultrasonidos favorecen el proceso de regeneración en varios tejidos.

Dyson y Pond describieron el efecto de los ultrasonidos sobre pequeñas heridas inducidas artificialmente en las orejas de conejos.

La intensidad más efectiva fue la de  $0,5 \text{ W/cm}^2$  con aplicación pulsátil (1:5) a una frecuencia de 3,5 MHz. Los estudios de microscopio electrónico demostraron que las fuerzas mecánicas producían un flujo de partículas con movimiento libre.

El efecto térmico juega un papel secundario en este proceso. El efecto favorable de los ultrasonidos solo fue igualado por el de los fármacos.<sup>21</sup>

**5.1.16. Efectos sobre el tejido de colágeno.-** Al aplicar ultrasonido sobre el tendón, se va a provocar un importante aumento de la extensibilidad del tendón,

<sup>20</sup> [cwus.us.es](http://cwus.us.es)>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\_12.Pág.23

<sup>21</sup> [cwus.us.es](http://cwus.us.es)>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\_12.Pág.24



secundario al calor pero también por acción no térmica, el tejido fibroso cicatrizal.

Sin embargo, en el cartílago patológico, como el de ciertas articulaciones reumáticas, el ultrasonido continuo, como otras formas de calor profundo, puede activar el proceso de desintegración.

**5.1.17. Reducción del dolor.**- La experiencia demuestra que la terapia ultrasónica proporciona una reducción del dolor difícil de explicar. Sin embargo, puede sugerirse algunos factores que contribuyen a la reducción del dolor.

- a) Mejoría de la circulación tisular. La mejoría de la circulación sanguínea, conduce a un mejor drenaje de los irritantes tisulares (mediadores del dolor), con lo cual se excitan menos fibras nerviosas nosiseptivas.
- b) Normalización del tono muscular. Debido a que existe menor excitación química de los aferentes musculares, se producirá una disminución del tono reflejo.
- c) Reducción de la tensión tisular. La mejoría de la circulación sanguínea y linfática tiene un efecto favorable sobre la absorción del fluido del edema. La reducción del edema conduce a la caída de la tensión tisular, lo que proporciona a su vez una reducción del dolor y una mejor circulación tisular.<sup>22</sup>

**5.1.18. Aparatos de ultrasonidos terapéuticos.**- Las unidades de ultrasonido terapéuticos se encuentran constituidas, básicamente por una consola en cuyo interior se halla un circuito oscilador de alta frecuencia y los mandos del control.

El emisor piezoeléctrico se encuentra en el cabezal, impermeable, y de diversos tamaños y frecuencia. Esencialmente, los mandos de control son: puesta en marcha, intensidad, tiempo de aplicación y, algunas unidades, mando de

---

<sup>22</sup> [cwus.us.es](http://cwus.us.es)>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\_12.Pág.26

selección del emisor continuo o pulsada. Si hay la posibilidad, existe un selector de frecuencia de emisor; es necesario el cambio de cabezal para cada frecuencia.

También existen aparatos más complejos para tratamientos combinados de ultrasonidos y electro estimulación.

### **a) Dosificación**

La Organización Mundial de la Salud recomienda para la aplicación en seres humanos:  $3 \text{ W/cm}^2$  en emisión continua, como dosis máxima.

Habitualmente recomendamos entre  $0.5$  a  $2.5 \text{ W/cm}^2$ , la dosis varía por muchos factores relacionados con la región, absorción de los tejidos, profundidad de la lesiones, efectos indeseables, características del aparato y técnicas utilizadas. Sin embargo vale tener presente algunas observaciones al respecto.

- La producción de dolor profundo durante la administración señala que se ha rebasado el límite de intensidad, indica sufrimiento de periostio; si el dolor es superficial se debe a la presencia de aire entre la piel y el aplicador.
- Es preferible comenzar con sesiones de dosis pequeñas para observar la reacción del paciente y los efectos deseados. De no haber reacciones negativas se procede a aumentar la dosis.
- La dosis es el producto de la fuerza del estímulo (intensidad) por la duración del tratamiento. Sin embargo, al aplicar energía ultrasónica debe tenerse en cuenta lo siguiente: posibilidad de tratamiento con dos frecuencia: cuanto mayor es la frecuencia más alta la energía. Posibilidad de interrupción periódica de las oscilaciones. Dentro del mismo periodo el ultrasonido pulsátil conduce a una dosis menor que el continuo.
- En la mayoría de los instrumentos, la intensidad se expresa como potencia por área de superficie ( $\text{W/cm}^2$ ).

- Uso de cabezas de tratamiento con distintos tamaños. La dosis es también diferente.<sup>23</sup>

**b) Selección de la frecuencia e intensidad.-** Depende de la enfermedad que deseamos tratar, del tipo y profundidad del tejido y de la modalidad de ultrasonido utilizado, continuo o pulsátil.

Para la cicatrización de los procesos inflamatorios, los procesos no térmicos de baja frecuencia suelen producir una respuesta celular favorable; sin embargo el modo continuo con intensidades mayores de  $W/cm^2$  puede retardar el proceso de reparación.

De forma esquemática para ultrasonidos continuos puede establecerse:

- 0,3  $W/cm^2$  (intensidad baja)
- 0,3-1,2  $W/cm^2$  (intensidad media)
- 1,2-2  $W/cm^2$  (intensidad alta)

En cualquier caso, debe preguntarse al paciente, con regularidad, sobre su percepción del calor. En caso de que sea molesta o dolorosa, deberá de disminuirse la intensidad o pasar al modo pulsátil. El dolor experimentado cuando la intensidad es muy elevada o la del cabezal se desplaza con excesiva lentitud proviene del periostio, y es signo de una técnica inadecuada.

Si lo que pretende es calentar tejidos profundos dolorosos o contracturados, lo más idóneo es aplicar ultrasonidos continuos a dosis de 1.5 a 2  $W/cm^2$ . Los músculos absorben más ultrasonidos que el tejido graso y el hueso, cuando se consigue penetrar, absorbe 10 veces más que los tejidos blandos. Cuanta más energía ultrasónica absorbe el tejido, menos intensidad de tratamiento se requiere.

---

<sup>23</sup> [cwus.us.es/Fisioterapia/Electroterapia/temario/TEMA\\_12/page\\_36.htm](http://cwus.us.es/Fisioterapia/Electroterapia/temario/TEMA_12/page_36.htm)

Para la emisión pulsátil, hay que considerar la intensidad media. Para ello se tiene en cuenta la relación entre la duración del pulso y el periodo del pulso. En estos casos se obtiene el ciclo de trabajo o funcionamiento:

- Tiempo de emisión (duración del pulso)
- Tiempo de emisión + tiempo de pausa (periodo de pulso)

La mayoría de equipos de ultrasonidos tienen ciclos de trabajos que oscilan del 5 (0,05) al 50% (0,5). Con un ciclo del 20% solo se produce un efecto ligero térmico. Conforme aumenta el ciclo de funcionamiento, el efecto térmico aumenta.

También la emisión pulsátil se expresa como una simple relación pulso/pausa. Por ejemplo, para una relación 1:5.1 W/cm<sup>2</sup> en emisión pulsada corresponde a 0.2 W/cm<sup>2</sup> en emisión continua.

En cuanto a las frecuencias utilizadas, las frecuencias altas se atenúan y absorben en las estructuras superficiales. Por ello, las altas frecuencias 3 MHz pueden utilizarse cuando las estructuras que hay que tratar se sitúan superficialmente (1-2 cm de profundidad de la piel). Frecuencias de 0,5 a 1 MHz se utiliza para tratamiento de estructuras profundas.

A la hora de seleccionar un cabezal, aparte de la profundidad de la zona, hay que tener en cuenta su tamaño, ya que debe ser mayor que la superficie del cabezal.

En este sentido, ha de considerarse que, como el material piezoeléctrico no vibra uniformemente, el área de radiación efectiva (ERA) siempre es más pequeña que el área geométrica del cabezal.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> [cwus.us.es/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA\\_12/page\\_37.htm](http://cwus.us.es/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA_12/page_37.htm)

### **c) Acoplamiento del cabezal**

La superficie del transductor debe mantener el contacto plano, sin angulaciones, con la superficie que hay que tratar, ya que, si el ángulo que se forma entre el cabezal dicha zona es igual o mayor de  $15^\circ$ , se pierde buena parte del ultrasonido por reflexión y, por lo tanto, el efecto térmico puede disminuir o perderse.

Si queda aire atrapado entre la piel del paciente y el transductor la diferencia de impedancia entre la superficie del cabezal y el aire hace que la mayor parte del haz se vea reflejado, por lo que los ultrasonidos no alcanzan al paciente. Así pues, se hace necesario utilizar algún tipo de sustancia que permita el adecuado acoplamiento y que, además, facilite el movimiento del transductor sobre toda la zona que deseamos tratar.

Pueden utilizarse diversos geles comerciales, que se extienden sobre la piel y permiten, de manera cómoda, un acoplamiento adecuado; además suavizan el rozamiento al mover el cabezal sobre la piel. Por otra parte, transmiten mejor el ultrasonido que la glicerina, parafina o aceite, también utilizados.

El modo subacuático de tratamiento consiste en introducir la zona que hay que tratar en una cubeta de plástico o loza con agua y utilizar el transductor sumergido y a distancia de piel (1.5-2 cm). El agua asegura el correcto acoplamiento. Debe utilizarse cuando deseamos tratar zonas poco regulares, como tobillos, codos o manos, en las que el acoplamiento con gel sería más difícil.

El agua debe estar desgasificada, para evitar el depósito de burbujas de aire entre el cabezal y la piel. Para ello, el agua se hierve previamente; también puede ser suficiente agua destilada a  $37^\circ\text{C}$  o, incluso, agua estéril, si va a tratarse una herida abierta o úlcera.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> <http://es.scribd.com/doc/100464/Medios-Fisicos-en-Fisioterapia>

#### **d) Sistemática de aplicación**

La aplicación debe efectuarse deslizando el transductor sobre la superficie de la piel en la región que desea tratarse, convenientemente recubierta de gel (método dinámico). La intensidad se aumenta cuando el cabezal se encuentra en contacto con el gel, ya que, de lo contrario, puede dañarse el material piezoeléctrico.

Si la región es extensa, pueden tratarse sucesivamente las distintas zonas que la componen. El movimiento puede ser también circular y, en todo caso, debe ser lento y homogéneo. Según la zona, en algunas ocasiones debe inclinarse el cabezal sobre la propia piel, para aprovechar “ventanas acústicas” que faciliten la llegada del ultrasonido a zonas protegidas. De la misma, sobre zonas difíciles puede efectuarse el tratamiento subacuático, que no precisa la adaptación tan perfecta entre el cabezal y la piel.

En general, no se recomienda la aplicación de forma estacionaria, es decir, con el cabezal fijo en un punto de la piel, especialmente con el modo continuo, ya que puede lesionarse el endotelio vascular de los pequeños vasos sanguíneos y favorecer la agregación plaquetaria y la formación de trombos. Con ultrasonido pulsátil a bajas intensidades, puede realizarse la aplicación de forma semiestacionaria, movilizándolo muy lentamente sobre la piel.<sup>26</sup>

#### **e) Número y duración de las sesiones**

Las lesiones pueden tener una duración de 10 a 20 minutos y suele aplicarse una vez al día. En las lesiones agudas, se utiliza el modo pulsátil por espacio de 6-8 días en sesiones diarias. En los problemas crónicos, se utiliza el modo continuo a lo largo de 10-12 sesiones en días alternos.

---

<sup>26</sup> <http://www.quiminet.com/articulos/como-utilizar-el-ultrasonido-terapeutico-para-la-penetracion-de-medicamentos-en-la-piel-3678066.htm>

El número consecutivo de aplicaciones debería limitarse a no más de 14 en la mayoría de las situaciones. Se dice que más de 14 sesiones pueden reducir el número de hematíes y leucocitos, por lo que debe esperarse varias semanas después de haber aplicado este número de sesiones.

Sea comunicado un caso de abuso de ultrasonidos en un paciente que recibe tratamiento por espacio de 2 años. El paciente que recibió tratamiento por espacio de 2 años. El paciente presentó dolor abdominal, parestesias en las extremidades inferiores, hemorragia rectal y tenesmo. Sin embargo, ni este caso ni la guía de sesiones como máximo han podido demostrarse científicamente, y muchos investigadores dudan seriamente de que el uso continuado de ultrasonidos produzca algún efecto secundario.

#### **f) Sonoferesis**

La sonoferesis es un sistema de transporte transdérmico, que utiliza los ultrasonidos para facilitar la penetración de los medicamentos aplicados tópicamente. La piel es el órgano más accesible del cuerpo humano. Cubre un área superficial de, aproximadamente dos metros cuadrados y recibe cerca de un tercio de la circulación sanguínea del cuerpo.

La efectividad del transporte de medicamentos dependerá, en el área que hay que tratar, de la hidratación de la piel, de la presencia de ácidos grasos, de la condición de la piel (sana o enferma) y de la edad del paciente.

La piel humana cambia con los años. El estrato córneo es más seco en los ancianos que en los jóvenes, ya que con la edad se reduce la microcirculación y la cantidad de lípidos. Estos factores limitan la absorción de los medicamentos, puesto que la piel bien hidratada facilita la absorción de las sustancias hidrófilas y la reducción del flujo sanguíneo limita el transporte sistemático de los medicamentos.

Las moléculas de los medicamentos pueden penetrar en el epitelio transcelular o intercelular a través de los canales existentes entre las células, pero la difusión es más fácil a través de los folículos capilares, las glándulas sebáceas y los conductos sudoríparos. Los folículos capilares son el primer medio de difusión de los medicamentos.

La aplicación de calor previa a la administración de los medicamentos puede dilatar los folículos y aumentar la energía cinética y el movimiento de las partículas en el área que hay que tratar, lo que facilita su absorción.

Tanto los ultrasonidos continuos como los pulsátiles pueden aumentar la difusión de los medicamentos aplicados tópicamente. El calor generado aumenta la energía cinética de las moléculas, dilata los puntos de entrada de los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas, y aumenta la circulación del área tratada, lo que permite una mayor difusión a través del estrato córneo. También las características mecánicas de las ondas sónicas aumentan la difusión de los medicamentos, ya que las vibraciones cambian el potencial de reposo o provocan modificaciones de la permeabilidad de la membrana.

Con respecto a la iontoforesis, la sonoforesis presenta la ventaja de que las partículas de la medicación no tienen por qué estar cargadas eléctricamente y, además, no se producen efectos electroquímicos.

Los tres medicamentos más utilizados en la sonoforesis son:

- Anestésicos, como la lidocaína, que bloquean los receptores del dolor.
- Sustancias irritantes, como el mentol, también con el propósito de aliviar el dolor.



- Antiinflamatorios no esteroideos, como los salicilatos, o esteroideos, como la hidrocortisona y la dexametasona.<sup>27</sup>

**5.1.19. Indicaciones.-** Las indicaciones de los ultrasonidos son muy numerosas y están basadas en sus efectos circulatorios, antiálgicos y fibrinolíticos.

Casi cualquier problema inflamatorio crónico puede mejorarse con un correcto tratamiento por medio de ultrasonidos. Las indicaciones clásicas incluyen:

- a) Tratamientos antiálgicos de los puntos gatillo del síndrome miofacial.
- b) Aparato Locomotor. Dolores artrósicos, mialgias, distensiones, tenopatías espasmos musculares o puntos dolorosos de las epicondilitis, epitrocleítis, periartrosis escapulo humeral.
- c) En lesiones deportivas, son útiles en los síndromes de sobrecarga especialmente en tendones como el Aquileo y el rotuliano, que con frecuencia sufren sobrecargas traumáticas.
- d) Sistema circulatorio y nervioso. Por su acción circulatoria y simpático lítica los ultrasonidos pueden en la distrofia ósea refleja; se aplican sobre el ganglio estelar, para provocar un bloqueo mecánico y, de este modo aumentar el flujo sanguíneo de la extremidad superior.

Su capacidad para aumentar el flujo vascular hace que los ultrasonidos pulsátiles sean adecuados para el tratamiento de zonas con riego disminuido de úlceras cutáneas relacionadas con problemas circulatorios.

- e) Tratamiento de la enfermedad Raynaud.
- f) Se utilizarse en las cicatrices por su acción fibrinolítica y en los primeros estadios de la retracción palmar de Dupuytren.

---

<sup>27</sup> <http://es.scribd.com/doc/217945438/Ondas-de-Ultrasonido>

- g) Para liberar adherencias y para disminuir los síntomas de una plica sinovia inflamada en la rodilla.<sup>28</sup>

**5.1.20. Contradicciones.-** Los ultrasonidos tienen pocas contraindicaciones específicas. Las más importantes coinciden con las del calor y el aumento de temperatura. Bajo ningún concepto pueden aplicarse ultrasonidos terapéuticos, y menos el modo continuo, sobre:

- a) Inflamaciones agudas de cavidades cerradas. Así pues, una posible apendicitis aguda, una artritis aguda supurada o una sinusitis aguda nunca deben tratarse con ultrasonidos ni con cualquier otra forma de calor (en realidad, bastante calor tienen por sí mismas).
- b) Periodo agudo de los traumatismos musculoesqueléticos, ya que pueden provocar una exacerbación de los síntomas (dolor, edema).  
Sin embargo, los ultrasonidos pulsados con un ciclo de funcionamiento bajo pueden emplearse para obtener analgesia.
- c) Miositis osificante (Es una de las complicaciones músculo tendinosas de las fracturas, consistente en la aparición de una masa calcificada en las proximidades de una articulación, que puede provocar una importante limitación funcional).

El lugar más frecuente de aparición es el codo, en relación con movilizaciones pasivas forzadas e intempestivas.

La aplicación precoz de ultrasonidos, antes de la consolidación de la fractura contribuye a aumentar el riesgo de aparición de esta complicación.

Si la miositis osificante se encuentra todavía en fase de desarrollo, los ultrasonidos también están contraindicados.

---

<sup>28</sup>

[http://www.clc.cl/Dev\\_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2013/1%20enero/11-Dra.Astudillo.pdf](http://www.clc.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2013/1%20enero/11-Dra.Astudillo.pdf)

- d) En presencia de marcapasos, debe evitarse la aplicación de ultrasonidos terapéuticos sobre el área cardíaca, debido a que pueden interferir con el ritmo cardíaco y con la conducción nerviosa y pueden alterar las propiedades contráctiles del miocardio.
- e) Sobre la columna vertebral cuando existe una laminectomía, porque el tejido óseo que protege la médula se ha extirpado, lo que expone la médula a la energía de los ultrasonidos.
- f) No aplicar sobre áreas de insuficiencia vascular, ya que la irrigación sanguínea puede ser insuficiente, en relación con la demanda metabólica.
- g) No aplicar sobre zonas tumorales, por el riesgo de que el incremento de vascularización favorezca la extensión del tumor y la aparición de metástasis.
- h) Sobre el útero durante el embarazo.
- i) Tampoco deben aplicarse sobre el ojo, ya que pueden causar lesiones graves, como desprendimiento de retina, y provocar seudocavitaciones en la interface líquida.<sup>29</sup>

**5.1.21. Precauciones.-** Entre las precauciones constan:

- a) Se deberá inspeccionar anualmente el equipo para asegurarse que la energía de salida sea realmente la que se espera. Para eso se deberán hacer prueba y calibraciones de la salida del equipo.
- b) Existen reportes de quemaduras en pacientes tanto la superficie de la piel como internas producidas por sobrecalentamiento por:
  - Una mala aplicación del transductor.
  - Una cantidad inadecuada de gel de transductor.
  - Pieza de cristal defectuosa.
  - Deficiente acoplamiento entre el transductor y la piel del paciente.

---

<sup>29</sup> [www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/ultrasonido.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/ultrasonido.pdf)

- c) Deben utilizarse con precaución cuando se aplican en la rodilla lesionada de niños o adolescentes, por la proximidad del platillo de crecimiento del fémur, tibia y peroné.
- d) Algunos autores recomiendan que no se utilice hasta que el crecimiento sea ya completo, a los 18 o 20 años.
- e) La sensación de quemazón o dolor indica una sobre dosificación o técnica incorrecta, debe examinarse la sensibilidad de la zona, pues la precepción del paciente sirve como mecanismo de retroalimentación.
- f) A diferencia de las microondas o de la onda corta, los ultrasonidos pueden utilizarse en pacientes con implante metálico, ya que no se aumenta en exceso la temperatura en los tejidos blandos, aunque resulte conveniente no utilizar dosis elevada.

Cuando las prótesis son cementadas, los ultrasonidos deben utilizarse con mucha precaución y a muy baja dosis.

- g) Se debe tener precaución sobre inflamaciones agudas.
- h) Es importante asegurarse de que mientras el dispositivo de ultrasonido emite las ondas de sonido, el aplicador se encuentra alejado de la persona y sólo colocado en el área lesionada.
- i) El aplicador debe mantenerse en movimiento lento para evitar puntos calientes y quemaduras en la piel.
- j) Es importante que el operador no tenga el aplicador en la mano cuando encienda la máquina.
- k) Todas las instrucciones de seguridad deben ser respetadas, y si el paciente siente dolor se debe interrumpir el tratamiento inmediatamente.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> <http://rehabilitacion.byethost31.com/ultrasonido.html>

## 5.2 ESPOLÓN CÁLCANEO

**5.2.1. Definición.-** El espolón calcáneo es un crecimiento óseo que aparece en el talón, en el lugar donde los tendones de los músculos del pie o de la pierna se unen al hueso denominado calcáneo. El espolón no es la causa de la fascitis, sino consecuencia de la misma.

Cabe diferenciar dos tipos de espolón calcáneo: de localización posterior inferior, debajo del talón (espolón calcáneo plantar) y de localización posterior superior, ubicado en el punto donde el talón de Aquiles se inserta (deformidad de haglung).

El espolón calcáneo es una clasificación en el talón que puede ocasionar dolor. Se trata de una osificación situada en la superficie del hueso calcáneo, ocasionado por calzado inadecuados o malas posturas al estar de pie. Cuando se complica con inflamación de la fascia (fascitis plantar) se presenta la sensación del dolor.

Su localización es fácilmente detectable mediante radiografía simple habitualmente es objetivado mediante una proyección de lateral del calcáneo. Puede haber una calcificación en cada talón.

En principio se puede tratar mediante plantillas que elevan ligeramente el talón y descargan la zona de tensión. También se utilizan los analgésicos habituales (AINES) administrados por vía oral y las infiltraciones de analgésicos esteroideo en el talón. Hay situaciones en las que incluso las infiltraciones no alivian el dolor y pueden conllevar determinadas complicaciones.<sup>31</sup>

**5.2.2. Anatomía del hueso Calcáneo.-** Se encuentran en la parte inferior de la primera fila del tarso. Se articula con el astrágalo por arriba y con el cuboides por

---

<sup>31</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Espol%3%B3N\\_calc%3Alneo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espol%3%B3N_calc%3Alneo)

delante. Constituye el primer punto de apoyo del pie durante la marcha situándose en una de las zonas peor irrigadas del cuerpo y protegido plantarmente por la almohadilla plantar de tejido adiposo, con función amortiguadora. En su cara posterior recibe la inserción del tendón de más plantar, implicada en diversas enfermedades como la fascitis o el espolón calcáneo.

La posición del calcáneo en relación al astrágalo (articulaciones subastragalinas) y al suelo determinan la posición del retropié en varo, en valgo o en neutra.

Los retropiés varos y sobre todo, los retropiés valgos, son responsables de distintas enfermedades del aparato locomotor y contribuyen a que aparezcan alteraciones de a marcha normal fisiológica, con consecuencias clínicas importantes (dolor, sobrecargas, aplanamientos, fatiga muscular, juanetes, etc.) tanto a nivel de pie como a nivel del miembro inferior. De todo esto se deriva que su posicionamiento espacial es muy importante para contribuir a una marcha correcta y a la salud del resto del conjunto articular de pie.

El calcáneo es un hueso del pie (tarso), corto, asimétrico, de forma cubica irregular, con seis caras: superior e inferior, laterales, anterior y posterior, de las cuales dos son más o menos articulares. Este hueso constituye el talón del pié.

- a) Cara interna: presenta el canal del calcáneo y la tuberosidad menor del calcáneo.
- b) Cara externa: posee la tróclea peronea.
- c) Cara anterior: tuberosidad mayor del calcáneo para articularse con el cuboides mediante una articulación del género diartrosis en encaje recíproco.
- d) Cara posterior: tuberosidad para la inserción del tendón de Aquiles.

- e) Cara superior: Caras articulares para el astrágalo. Articulación del género diartrosis trocoide.
- f) Cara inferior: Presenta las tres tuberosidades (dos posteriores y uno anterior) que forma el triángulo del calcáneo.<sup>32</sup>

**5.2.3. Causas.-** El espolón calcáneo esta provocado por la presión y tracción derivada de un sobre esfuerzo y del uso de calzado inadecuado:

Entre las causas de sobrecarga que son susceptibles de derivar en un espolón calcáneo se encuentran la utilización de calzado inadecuado, la práctica de deporte especialmente intenso sin estar entrenado, el sobrepeso y la obesidad, las posturas incorrectas del pie y el trabajo físico excesivo o la obligación de pensar muchas horas de pie en el puesto laboral.

La principal causa del espolón calcáneo es el estiramiento excesivo y continuado de la fascia plantar (membrana que protege los huesos y músculos). Los músculos de la pantorrilla y el tendón de Aquiles se instalan en el hueso calcáneo, cuando se sobrecargan se producen mayor tensión en la fascia plantar pudiendo producir una inflamación.

Nuestro propio cuerpo intentara proteger la zona de la fascia del mismo modo que una fractura ósea, creando un proceso inflamatorio que posteriormente se calcificara creando el espolón calcáneo.

No obstante hay otros factores que repercuten creando tensión en la fascia y generando por tanto el espolón calcáneo:

- a) Pie cavo, con una curvatura exagerada.

---

<sup>32</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Calc%C3%Alneo>

- b) Deportistas ocasionales.
- c) Mal calentamiento deportivo.
- d) Sobrepeso.
- e) Lesión del tendón de Aquiles.
- f) Sobrecarga muscular en la pantorrilla.
- g) Pie supinador: caminar con la parte externa del pie levantando la zona central.

**a) Pie cavo**

Cualquiera que sea la causa, conocida o idiopática, al parecer hay una disfunción de la musculatura intrínseca del pie. Ciertos grados del pie cavo son frecuentes cuando el pie se ejercita por encima de lo normal; por ejemplo, en secuelas de polio con afectación de un solo miembro que suele encontrar un cierto grado de cavo en el pie normal. Lo mismo puede verse en amputados infantiles o juveniles de un solo miembro inferior. Un esfuerzo mantenido desarrolla una bóveda muy alta y convexa.

El desarrollo exagerado de la bóveda plantar suele acompañarse de un acortamiento relativo de los músculos extensores de los dedos, habitualmente muy potentes, que llevan los dedos (articulación metatarso falángica) en hipertensión, generando unos dedos en garra característicos.

Al elevarse la bóveda plantar se acercan los puntos de inserción de la fascia plantar: el pie se hace más corto. En la huella plantar se aprecia una sobrecarga en el ante pie. Rápidamente se produce una insuficiencia de los ligamentos del ante pie. Hay dolor (Metatarsalgias) y aparecen callosidades por sobrecarga.



El acortamiento de la fascia plantar, posiblemente obliga a un desplazamiento del calcáneo en varo, o cual genera una inflamación de la aponeurosis en su inserción que da origen al espolón calcáneo. Este desplazamiento en varo es constante en los pies cavos idiopáticos y en algunos neuropáticos.

#### **b) Deportistas ocasionales**

Los pequeños dolores musculares son parte de un proceso de adaptación que todo deportista debe pagar y estar preparado.

No basta con hacer deporte, si no también acompañarlo de una correcta alimentación y un buen descanso.

Otro aspecto importante para un deportista, y más si no está acostumbrado, es cuidar la hidratación a la hora de realizar ejercicios. Antes, durante y después de hacer deporte.

Los estiramientos suaves en el calentamiento y de mayor intensidad después del ejercicio son indispensables para proteger nuestra musculatura de posibles lesiones y repararlos para el esfuerzo que vamos a realizar. Ya sea para una competición o un entrenamiento.

La intensidad en el trabajo con largos horarios impide compaginar una vida sana sin lesiones y mantenerse en forma en la estructura del talón.

La variedad de alimentos es imprescindible y cometeremos un error al privarnos de ciertos alimentos cuando queramos perder peso.

La clave para ello está en distribuir las calorías y ordenarlas. Refuerza nuestro sistema inmunológico y su alto contenido de agua le da un valor depurativo, no se puede establecer una recomendación genérica respecto a la cantidad de agua

que debemos beber, porque eso depende de cada uno, sus características y las condiciones que le rodean.

Las clásicas complicaciones que tienen los deportistas ocasionales suelen aparecer por dos razones:

- Al realizar un trabajo muscular cuando se está entrenando y la fibra no es capaz de aguantarlo, de manera que se sufren micro roturas a lo largo del musculo.
- Porque la fibra muscular es débil y aunque, el entrenamiento sea constante, siempre habrá tendencia a tener dolor en esa zona.

Lo único que se puede hacer para evitarlas es realizar ejercicios progresivos y aplicar frio en la zona ya que esta es una buena manera de bajar la inflamación y la sensación de dolor, de cualquier área lesionada o que se a trabajado y sufre agotamiento.

Las personas que mayor riesgo tiene cuando inicia ejercicios físicos y no están acostumbrados son, la población entre 45 a 60 años. Son este grupo los que tienen una mayor probabilidad de sufrir una muerte súbita, una circunstancia que solo sucede en personas que tienen alguna enfermedad sea esta conocida o no pero no en razones sanos. Se recomiendo a estos deportistas ocasionales someterse a un previo reconocimiento médico.

### **c) Mal calentamiento deportivo**

El especialista indica que la fascitis plantar es, en lugar del espolón, la causa más frecuente del dolor en el talón.

Se trata de una reacción inflamatoria en el tejido conectivo grueso que está en la planta del pie y se fija al talón (aponeurosis) parecida a la que ocurre en los tendones producto de un proceso generativo debido a los micro traumatismos a

los cuales está sometido el pie en su función de locomoción, lo cual puede observarse a través del estudio con microscopio de dicha zona en los pacientes afectados.

De esta manera, explica Segovia, “La fascitis plantar y el espolón calcáneo, causas del dolor en el talón (talalgias), afectan con una frecuencia dos veces mayor a las mujeres que a los hombres y son más comunes en pacientes obesos o con sobrepeso.”

Los síntomas que presenta el paciente se inician en forma paulatina, sin antecedentes de haber recibido un golpe o traumatismo en la zona, refiriendo dolor en el taló, el cual es más intenso al levantarse en las mañanas o luego de un descanso, al “enfriarse el pie” y reiniciar la marcha, y cuyo dolor se atenúa luego de caminar un poco al “calentarse” el pie. También se incrementa el dolor al estar mucho tiempo de pie o durante caminatas prolongadas.

#### **d) Sobrepeso**

Las anomalías en el hueso del talón son más frecuentes en mujeres, personas obesas y mayores de 40 años, y se caracteriza por generar gran dolor e incluso incapacidad para permanecer de pie y caminar. El uso de plantillas ortopédicas de intervención quirúrgica puede controlar este problema, pero es mejor prevenirlo.

El hueso del talón o calcáneo, que es el más grande del pie, tiene la función de soportar gran presión y peso al realizar actividades diversas como estar de pie, caminar, correr o patear; aunque este trabajo es realizado de manera tan discreta y eficaz que rara vez nos detenemos a pesar de su existencia, es también cierto que cuando esta región ósea presenta una protuberancia o sobrehueso genera presión en ligamentos y nervios locales a tal grado que el dolor imposibilita caminar.

Este problema, conocido como espolón calcáneo, es ocasionado por la formación de una prominencia justo en la curvatura ascendente del talón, a un lado del arco, misma que sirve de apoyo para el pie.

Su nombre procede etimológicamente de la palabra “espuela”, con la que se relaciona tanto por su ubicación como por su forma.

Como es de imaginarse, este defeco priva del movimiento normal al andar debido a que la fricción genera inflamación de tejidos y tendones cercanos (fascia plantar) que es muy dolorosa.

Aunque el espolón pueda aparecer en uno o ambos pies y en personas tanto el sexo masculino como del femenino, en la práctica médica se ha observado, que el ligeramente más frecuente en mujeres y personas de 40 años.

#### **e) Lesiones del tendón de Aquiles**

Las lesiones más comunes que se presentan en esta zona de nuestra anatomía son bien conocidas por aquellos o aquellas que practican actividades físicas de distinto nivel.

Se caracteriza por un dolor selectivo en el tendón de Aquiles que es el que ocupa la parte posterior de nuestro tobillo en forma de cuerda gruesa cuyo final está en el calcáneo o talón.

Este gran sistema de tracción potente y que actúa como vector de potencia en la palanca de segundo género que tiene su fulcro en las cabezas metatarsales (debajo de los dedos). Es responsable de la elevación del talón del suelo para iniciar cualquier movimiento, bien sea el caminar, salto o carrera. Entre las lesiones más frecuentes encontramos:

- Anomalías anatómicas (isquiotibiales cortos, musculatura poco elástica etc.)
- Sobrecarga de entrenamiento (terrenos muy rígidos, etc.)
- Material inadecuado (calzado sin absorción de impacto)
- Anomalías técnicas (desarreglos técnicos en el ejercicio con biomecánica inadecuada o marchas sustitutorias o antialgicas) o Entesis del Aquiles: es el dolor producido en la zona que corresponde a la unión del tendón con el hueso del talón (calcáneo).

Entre las causas más comunes de la lesión del tendón de Aquiles tenemos:

- Contrafuertes del calzado inadecuados. (por muy altos o muy rígidos o muy poco protegidos).
- Pies cavo varos. (con marcha supinada o externa)
- Calcificaciones del tendón: se observa radiológicamente en los casos avanzados la calcificación del tendón y en los casos más banales dichas calcificaciones son microscópicas con las siguientes molestias.<sup>33</sup>

#### **f) Sobrecarga muscular en la pantorrilla**

Se entiende por sobrecarga a una hiperfunción (exceso de trabajo) de un músculo, grupo de músculo o de una cadena muscular que requieren una demanda tensional (más tensión) superior a la que pueda soportar en condiciones normales.

El dolor en la pierna puede deberse a un calambre en los músculos (también llamados calambres musculares) cuyas causas comunes son, entre otras:

- Deshidratación o cantidades de potasio, sodio, calcio o magnesio en la sangre.

---

<sup>33</sup> <http://www.podocat.com/LinkClick.aspx?fileticket//43fs4E05mKw%3&tabid=68>

- Fatiga por sobrecarga, ejercicio excesivo o por el hecho de mantener un musculo en la misma posición durante un periodo prolongado.
- Calambres en la pierna: dolor en la parte frontal de la pierna debido a sobrecarga o golpes repetitivos.

#### **g) Pie supinador**

El pie supinador es una alteración biomecánica del pie, que afectan a la pisada. El pie supinador se caracteriza por ofrecer la carga del peso del cuerpo sobre la parte externa del pie, es la forma menos frecuente de pisada, en torno a 105 de los casos.

Las personas con este problema presentan un desgaste muy marcado de las partes externas de sus calzados. Son pies muy estructurados, con poca movilidad y aumento de la bóveda plantar. Entre las pisadas del pie supinador encontramos:

- **Pisada exterior.-** Si el pie se apoya en exceso en la parte externa, efectuando un movimiento contrario a la pronación natural, se considera supinador. Alrededor del 10% de los deportistas entra en esta catalogación, que les supone un pie excesivamente rígido, con ligamentos muy duros y pocos flexibles.

En el mercado no existen zapatillas especiales para supinadores como tal, ya que es difícil de corregir con este método, por lo que se recomienda calzado para pisada neutra de ciertas características y la ayuda de planillas. El calzado en este caso ha de ser estable (buena fase) y poseer buena amortiguación en el talón para evitar el impacto “erróneo” del pie. Los supinadores comprimen y desgastan sus zapatillas a todo lo largo de los bordes.

- **Pisada neutra.-** En este caso, el eje imaginario que se describe al correr desde el tobillo hasta la planta del pie describe una línea recta respecto a la horizontal. Esta pisada responde a un movimiento natural que comienza con

un apoyo con la parte externa del tobillo para pasar después de una ligera pronación (hacia dentro) ejercida por el medio pie y el posterior empuje o despegue que realizan el primero y segundo metatarsiano. Cerca del 40% de los corredores tiene pie neutro y obviamente no necesitan corrección.

Te recomendamos que cuando vayas a comprar unas nuevas zapatillas para correr, sobre todo si cambias de modelo o de marca, visites un tienda especializada con personal calificado para que te ayuden a elegir los mejores zapatos para tu tipo de pie y pisada. También cuando el dibujo de tus zapatillas esté desgastado ha llegado el momento de jubilarlas.<sup>34</sup>

**5.2.4. Síntomas.-** En aquellos casos que el espolón calcáneo muestra síntomas, estos se manifiestan a modo de dolor en la zona donde se inserta los tendones en el talón.

En el espolón calcáneo inferior (espolón calcáneo plantar), los dolores punzantes y dependientes del esfuerzo en la planta del pie limitan las actividades cotidianas. Esto ocurre especialmente debido a los dolores matutinos al dar los primeros pasos (dolor tras un periodo de inactividad). El trayecto que los pacientes pueden caminar sin experimentar dolor se ve notablemente limitado. Aparece un dolor de tipo opresivo circunscrito al punto de inserción de la aponeurosis plantar.

El espolón calcáneo superior (deformidad de Haglund) se manifiesta fundamentalmente por medio de dos síntomas: dolor opresivo al palpar el talón de Aquiles y dolor provocado por esfuerzo en dicho tendón. La presión originada por el borde del calzado hace que la piel se enrojecza e inflame.<sup>35</sup>

**5.2.5. Fisiopatología.-** Al estirarse excesivamente la fascia, puede calcificarse y así formarse el espolón, que es bastante doloroso y dificulta el apoyo normal de

---

<sup>34</sup> Argente Horacio A. & Marcelo E. Álvarez, Semiología Médica, Ed. Médica Panamericana, 2008

<sup>35</sup> [http://www.onmeda.es/enfermedades/espolon\\_calcaeo.html](http://www.onmeda.es/enfermedades/espolon_calcaeo.html)

talón. Esto en ocasiones provoca una inflamación en la zona que lo rodea, la cual puede manifestarse a diversos niveles.

Existe un espolón subcalcáneo, simple o doble y un espolón retrocalcáneo, pudiendo coexistir todos ellos.

La sobrecarga puede someter a la aponeurosis de la planta del pie (fascia plantar) en su punto de inserción en el talón a tal esfuerzo que se producen pequeños desgarros, lo que irrita el tejido circundante o el periostio. Se produce así una inflamación dolorosa y localizada, la fascitis plantar. Como consecuencia el organismo almacena calcio en las zonas afectadas, probablemente con el objeto de reparar los pequeños desgarros de los tendones, de esta manera se va formando paulatinamente el espolón a lo largo de los tendones.

Por otro lado, también puede aparecer un espolón calcáneo congénito que, a largo plazo irrita los tendones y provoca una inflamación.

Los movimientos innecesarios prolongados durante el tiempo facilitan la aparición de varias patologías entre ellas:

- a) Sobrecargas musculares y tendinitis de los músculos la pierna y del pie; se entiende por sobrecarga a una hiperfunción (exceso de trabajo) de un musculo, gripo de músculos o de una cadena que requiere una demanda tensional (más tensión) superior a la que puede soportar en condiciones normales.

Un tendón es la estructura fibrosa que une el musculo al hueso, así pues, la tendinitis es la inflamación, irritación o abultamiento de un tendón.

- b) Fascitis plantar.- se entiende que es una inflamación aguda de la aponeurosis plantar del pie. El síntoma es dolor plantar en el talón o en la zona media de la planta del pie, el cual no suele deberse a un traumatismo, sino al desgaste por el trabajo habitual que realiza, es decir, al micro traumatismo repetitivo. El



problema se puede ver causado o agravado por un calzado inadecuado, así como por malas posturas, trabajo excesivo de esta zona, por ejemplo correr cuesta abajo.<sup>36</sup>

En la fascitis plantar se inflama el tejido conectivo grueso que está en la planta del pie y que se fija al talón (aponeurosis o fascia plantar). El dolor se siente normalmente en la base antero medial del talón y suele ser más agudo por las mañanas por la rigidez que se presenta durante la noche, y al realizar ejercicios que demanden de un aumento mayor de la carga sobre la zona.

La fascitis plantar ha sido atribuida frecuentemente a la existencia de espolón calcáneo, un hallazgo radiológico consistente en una exostosis del calcáneo. La presencia de espolones calcáneos se ha asociado con la fascitis plantar, al ser una reacción periostica al aumento de tracción de la musculatura plantar medial del pie, aunque no debe considerarse como patognómico de la patología, dado que la fascia plantar se inserta por encima del espolón y no como prolongación del mismo.

Hasta hace poco se pensaba que este problema se encontraba asociado únicamente a la presencia de un espolón en el talón, y aunque es cierto que esta es una de las causas de la fascitis plantar, no es la única. El espolón es una protuberancia ósea formada en un lado de la curvatura ascendente del hueso del talón o hueso calcáneo. La presencia de esta estructura causa la inflamación de los tejidos adyacentes, entre ellos la fascia, y al igual que la fascitis planta produce dolor y dificulta el desplazamiento.

La fascitis plantar se produce habitualmente por una sobrecarga gradual y progresiva de la fascia plantar, y los factores que predisponen a su aparición son:

---

<sup>36</sup> [http://www.sld.cu/galerias/ppt/sitios/gericuba/espolon\\_calcano\\_y\\_fascitis\\_plantar.ppt](http://www.sld.cu/galerias/ppt/sitios/gericuba/espolon_calcano_y_fascitis_plantar.ppt)

- Exceso de carga en el pie causado por correr largas distancias, especialmente en terrenos desfavorables con pendientes pronunciadas o superficies desiguales. El empleo de un calzado inadecuado, con suela demasiado blanda o una sujeción deficiente del arco plantar o del talón, puede tener las mismas consecuencias.
- Pies planos o excesivamente arqueados.
- Exceso de peso.
- Presencia de un tendón de Aquiles tenso (el tendón de Aquiles es el que conecta los músculos de la pantorrilla al talón).
- Debilidad del músculo soleo, que es un musculo situado en la pantorrilla por debajo del gemelo. Este musculo es el encargado de la flexión plantar del pie, de modo que si se encuentra alterado, el paciente tratara de corregir la falta modificando su paso y pudiendo provocar así otro tipo de lesiones.
- Edad: a medida que envejecemos la fascia plantar va perdiendo elasticidad. A eso se suma que la musculatura que participa en el movimiento del pie también va perdiendo su fuerza, y su capacidad de regeneración disminuye. Además, la capa de grasa presente en el talón y que amortigua gran parte del impacto recibido por el pie, también disminuye, favoreciendo la aparición de lesiones en la fascia.

### **c) Metatarsalgias**

Inflamación de las cabezas “metatarsianas” por sobre carga mecánica, es decir, un mal apoyo o insuficiente de la parte anterior del pie. Puede cursar con molestias leves al principio, hasta muy severas, debido a tener que aguantar más carga de las cuales son capaces de soportar.

En función de las características individuales al andar, podemos encontrar dolor en los metatarsianos centrales, en la parte externa o en la parte interna.

La zona en cuestión suele presentar hiperqueratosis (duricias) como mecanismo de defensa de la propia piel del pie para proteger a zona afectada.

#### **d) Dedos en garra**

Desorden en la función de la musculatura extensora de los dedos, es decir; en la parte dorsal y plantar. Por los dedos discurren músculos y tendones que nos permiten mover los dedos, pues bien, un exceso de trabajo o una atrofia de esta musculatura producen la deformación de los dedos ayudado en la mayor parte de los casos por un calzado inadecuado.

#### **e) Juanetes**

Es la deformación de la primera articulación metatarso-falángica, en la mayor parte de los casos es debido a un apoyo insuficiente durante la marcha, incrementándose con el uso de un zapato inadecuado. Existen varios grados de deformidad cada cual con el tratamiento específico.

**5.2.6. Incidencia.**- Entre los principales factores que inciden en la aparición del espolón calcáneo están la obesidad, micro-traumatismo, uso de zapatos inadecuados, el pie plano o el pie demasiado arqueado o inclusive la alimentación con alto contenido de calcio, influye en el desarrollo de esta afectación, dijo.

Destacó que cuando existe sobrepeso u obesidad, se apoya mal el pie a andar o se realizan esfuerzo que sobrecargan la estructura de la extremidad, se produce una inflamación que al hacerse crónica terminara calcificando y formando el espolón.

Añadió que el síntoma primario del espolón calcáneo es el dolo localizado específicamente en el área de carga de peso del talón y por lo general es más

severo durante los primeros pasos al levantarse de la cama, disminuye en cierta medida con la actividad y reaparece de nuevo tras un periodo de descanso.

Se menciona que la protuberancia ósea se presenta más en mujeres que en hombres es resultado de una calcificación producida por una inflamación crónica, en el conjunto de tendones y tejido fibroso que se insertan en el talón y se unen con la base de los dedos.<sup>37</sup>

**5.2.7. Diagnóstico.-** El diagnóstico del espolón calcáneo suele efectuarse en base a las molestias características, que apuntan a existencia de una inflamación de la aponeurosis de la planta del pie (fascitis plantar) debida a estímulos mecánicos externos o a un espolón.

Sin embargo, estas molestias pueden aparecer antes de que se haya formado la protuberancia ósea. Con el objetivo de confirmar el diagnóstico se realiza un reconocimiento y un estudio radiológico. Es necesario descartar otras patologías como artritis reumatoide y otras enfermedades reumáticas, como la espondilitis anquilosante y la gota, para lo que puede ser útil un análisis de ciertos parámetros sanguíneos.

El espolón calcáneo plantar (espolón calcáneo inferior) se diagnostica por medio de una radiografía lateral del calcáneo: en esta se reconoce normalmente una protuberancia puntiforme orientada hacia los dedos y con la longitud de entre a cinco milímetros.

El diagnóstico de la deformidad o exostosis de Haglund (espolón calcáneo superior) se efectúa con frecuencia debido al hecho de que el crecimiento óseo

---

<sup>37</sup> <http://yucatan.com.mx/imagen/alertan-sobre-el-espolon-calcaneo>

observado en la radiografía es menor que el hallazgo clínico palpable, dado que la punta del espolón puede tener una estructura cartilaginosa.<sup>38</sup>

**5.2.8. Tratamiento.-** Espolón calcáneo solo requiere tratamiento cuando conlleva molestias para el paciente. En términos generales puede aplicarse un tratamiento conservador o quirúrgico.

#### **Tratamiento conservador**

A la hora de tratar el espolón calcáneo se recurre fundamentalmente a la terapia conservadora (es decir, no quirúrgica). Con frecuencia la reducción de la sobrecarga supone ya una mejoría. Las medidas adecuadas en cada paso dependen del tipo de espolón:

- Espolón calcáneo plantar: para mitigar los dolores derivados del espolón de localización inferior puede emplear taloneras con orificio que se coloca en la zona sensible a la presión.

Adicionalmente, en caso necesario, resulta útil colocar plantillas con orificio que sirven de apoyo y reducen la carga del arco longitudinal del pie.

- Deformidad de Haglund: en este espolón de localización superior, obtendrá una mejora con un simple cambio de calzado. Evite los zapatos rígidos aquellos que se cierran a la altura del espolón.

Si estas medidas no son suficientes para paliar las molestias derivadas del espolón, el tratamiento conservador ofrece las siguientes posibilidades terapéuticas:

- **Terapia física:** esta incluye la aplicación de calor o frío, así como el tratamiento local con ultrasonidos.

---

<sup>38</sup> Sociedad Española de Reumatología, Técnicas de diagnóstico y tratamiento en reumatología, Ed. Médica Panamericana, 2004

- **Medicamentos:** Para el tratamiento farmacológico del espolón calcáneo son adecuados los vendajes con la aplicación de pomadas. Estas pomadas pueden estar compuestas por cortisona y por medicamentos analgésicos, como anestésicos locales, y antiinflamatorios. Se aplica en la zona de inserción muscular de corticoides y anestésicos locales.

### **Cirugía**

Por lo común no es necesario practicar una intervención quirúrgica para tratar el espolón calcáneo. La cirugía no debe sopesarse hasta transcurridos al menor nueve o doce meses después de que el tratamiento conservador no hay proporcionado mejoría. La operación consiste en la eliminación con un cincel del espolón y de una sección de la fascia plantar.

### **Evolución**

Un espolón calcáneo tratado tiene por lo general una evolución favorable en más del 95% de los casos se logra la curación por medio de un tratamiento conservador.

Sin embargo, menos del cinco por ciento de los pacientes que lo padecen durante años pueden requerir cirugía. Esta tiene un índice de curación de entre el 80 y 90%. No obstante, la cirugía del espolón conlleva un periodo de recuperación prolongado.<sup>39</sup>

**5.2.9. Consejos sobre el cuidado del pie.**- entre los consejos del cuidado del pie constan:

- Realizar un buen calentamiento, justo con estiramientos antes de hacer deporte. No permitir que el pie se enfríe rápidamente al finalizar la actividad deportiva.

---

<sup>39</sup> Secot, Manual de cirugía ortopédica y traumatología, Ed. Médica Panamericana, 2010

- Si hace “footing”, es mejor correr varias veces a la semana una distancia corta, que una sola vez una larga distancia.
- No sobreestime sus posibilidades. Si es necesario busque consejos para establecer una tabla de ejercicios y de entrenamiento para darle a su cuerpo el tiempo necesario para adaptarse adecuadamente a la actividad deportiva.
- Si experimenta dolor en el talón, podría estar sobrecargando sus tendones.
- Tras un episodio de dolor, debe permitir que su talón cure correctamente. Guarde reposo y no practique deporte hasta que no esté completamente recuperado.
- Durante la recuperación deberá: guardar reposo, aplicar frío local, aplicar compresión, mantener el pie elevado.

Coloque una bolsa de hielo o una bolsa de guisantes congelados, envueltos en un paño, sobre el talón.

Una venda elástica es ideal para ofrecer una adecuada compresión y soporte al pie. Esta debe ser firme pero no tan apretada como para afectar a la circulación sanguínea. El pie deberá estar elevado sobre una silla o sobre una almohada.

#### **a) Calentamiento deportivo adecuado**

A cada paso que da, uno de sus dos talones tiene que soportar todo el peso del cuerpo. Con la marcha, la carga soporta el talón es 20 veces superior al peso corporal. Dicha carga se atenúa por una almohadilla adiposa de grasa) por debajo del tendón y por una fascia (vainas fibrosas que protegen los tendones y músculos por debajo de la planta del pie).

Si el atleta no realiza un calentamiento adecuado, o una persona sedentaria practica deporte de manera ocasional, fines de semana por ejemplo, se puede

producir una sobrecarga de la musculatura de la pantorrilla o del tendón de Aquiles. Estas estructuras se insertan en el talón (hueso calcáneo), en su parte posterior.

Es por ello que cuando existe una sobrecarga de los músculos de la pantorrilla o del tendón de Aquiles se produce una mayor tensión sobre la fascia tendones y músculos de la planta del pie, que se insertan en la parte anterior del hueso calcáneo. Esta sobrecarga por tracción puede producir inflamación e incluso pequeñas fisuras en la fascia en su punto de inserción sobre el hueso calcáneo.

Cada vez que se siente, que duerma, o descansa sus piernas, los músculos de la planta del pie contraerán con la intención de proteger la zona lesionada de la fascia. En estos momentos el dolor ha desaparecido, pero en cuanto se levante el dolor aparecerá de nuevo. Y en cuando comience a moverse, la fisura en la inserción de la fascia se agravará.

Para compensar el daño repetido en la inserción de la fascia, en la parte anterior del hueso calcáneo (talón), el cuerpo intentara repararla de la misma manera que una fractura ósea es decir rodeando y protegiendo la zona lesionada mediante un proceso inflamatorio, que posteriormente se calcifica.

Ello tiene como resultado la aparición de una formación ósea en el talón llamado espolón calcáneo.

Pero no es el espolón en si lo que duele. El espolón es el resultado de una sobrecarga prolongada en la fascia y de su inserción en la planta de pie.<sup>40</sup>

## **b) Calzado inadecuado**

Desde los tiempos antiguos, el calzado fue utilizado como una pieza de protección para nuestros pies, y aunque ese fin ha evolucionado hasta convertirse

---

<sup>40</sup> <http://www.hola.com/salud/enciclopedia-salud/2010040144980/aparato-locomotor/huesos/dolor-de-talon-y-espolon-calcaneo/>



en una prenda de vestir, los riesgos de utilizar un calzado inadecuado pueden ser contraproducentes para tu salud.

Los zapatos hay que elegirlos con los pies, no con la vista. Nos transportan de un lugar a otro y soportan nuestro peso durante gran parte del día, a menudo embutidos en calzado con excesivo tacón, hormas demasiadas estrechas o puntas afiladas que a la larga puedan provocar lesiones irreparables. Y aun así, los pies son una de las artes de nuestro cuerpo a las que menos atención restamos, poco conscientes del papel que juegan en nuestra salud y bienestar.

Por lo tanto los pies son un órgano muy especializado que hay que cuidar y mimar. Y un calzado adecuado es el primer paso.

### **Distribución del peso de una persona en el pie según el calzado**

El pie del adulto se puede definir como una bóveda sostenida por tres arcos, con forma similar a la de una vela triangular hinchada por el viento. Aunque el peso del cuerpo se distribuye entre la parte delantera del pie y el talón, en posición vertical la carga principal la soporta el talón y equivale a más de la mitad del peso del cuerpo.

Así se entiende que cuando el peso se concentra en medio centímetro cuadrado de tacón de aguja, este “pinche” los suelos. A medida que elevamos el talón mediante el uso de tacones, la distribución del peso cambia y cuando más alto el tacón, más se carga la zona delantera del pie.

Con tacones próximos a los 10cm. Prácticamente casi todo el peso del cuerpo se ejerce sobre los dedos del pie.

### **Que sucede cuando se usan tacones altos**

La elevación del talón provoca no solo una deformidad de la bóveda plantar, sino que además produce un acortamiento de los músculos gemelos de las pantorrillas y sobrecarga de los huesos de los dedos de los pies o cabezas metatarsianas.

Así os dedos se aplastan contra la punta del zapato y se deforman forma de garra. Prácticamente todo el peso del cuerpo se desgarran sobre las cabezas metatarsianas y el pie pierde estabilidad.

### **Que ocurre con las punteras afiladas**

Los zapatos con las punteras afiladas hacen que los dedos queden aprisionados y se desequilibren. El dedo gordo sale hacia afuera, y los dedos cuarto y quinto se tuercen hacia dentro. Si bien todos los dedos se deforman, se desplazan los tendones y en la cabeza del metatarsiano aparece el juanete o hallux valgus.

El dedo gordo deformado, atravesado, rechaza los dedos medios, que se deforman, y el quinto dedo o pequeño sufre una deformidad inversa. Estas deformidades y desequilibrios son inicialmente pasajeros, pero con el uso prolongado de calzado inadecuado se hace permanentes.

Hay un grupo de personas que son de alto riesgo si les aparece alguna lesión de este tipo: los diabéticos con problemas circulatorios, que deben extremar el cuidado de los pies, y las personas con arteriosclerosis de las extremidades inferiores y problemas de riego sanguíneo.

Finalmente, no hay que olvidar que el mejor momento del día para comprarse calzado es el atardecer, ya que una larga jornada es posible que nuestros pies

estén hinchados y podemos comprar calzado que no nos apriete. Y, como no, hay que probarse ambos zapatos. Es habitual que un pie sea más grande que el otro.

Un zapato cerrado nos protegerá de las inclemencias del tiempo no solamente del frío sino también del calor, pero es muy importante que tengan una buena calidad en los materiales y una buena transpiración.

Un zapato totalmente abierto tipo sandalias o chanclas no están echos para andar y soportar largas jornadas de pie.

A menudo las chanclas o sandalias no hacen sudar más el pie, debido al roce constante que produce el mismo zapato y el propio pie al andar, puesto que esta no está sujeto a ninguna forma y hay un exceso de movimientos innecesarios.

### **c) Consecuencias de utilizar calzado inadecuado.**

Que claro, pues, que la combinación de tacón alto y calzado puntiagudo es una agresión a los pies y a las extremidades inferiores que pueden provocar varias patologías muy molestosas y dolorosas, os citamos algunas de ellas:

- Juanete o hallux valgus.
- Metatarsalgias o dolores en las plantas del pie y en el ante pie.
- Deformidades de los dedos: dedos en garra y en martillo.
- Callosidades en el dorso de los dedos originados por el roce y la presión, o callosidades entre los dedos, conocidos como ojo de gallo.
- Sesamoiditis: inflamación de los huesos sesamoideos, pequeños huesecillos redondos situados debajo de la cabeza del primer metatarsiano.

- Inflamación del tendón de Aquiles por roce y por acortamiento del tendón, dolores a nivel de gemelos, e incluso dolores en rodillas provocadas por la sobrecarga a las que se ven sometidas.
- La circulación venosa se deteriora, el bombeo de sangre no es adecuado y aparece hinchazón de pies, edemas y pequeñas vesículas.

#### **d) Características de un zapato adecuado**

- El zapato debe ser cómodo para usted compruébelo con ellos por la tienda antes de comprarlos.
- Debe tener un contrafuerte bueno, es decir que le dé buena sujeción al talón.
- El tacón no debería exceder los 4cm. El tacón debe ser ancho y la punta redonda de manera que no comprima los dedos.
- El zapato no debe doblarse desde la punta al talón, sino que debe tener consistencia o arco de enfranque que le da resistencia desde la parte posterior hasta la anterior.
- Se recomienda que el zapato abierto este sujeto al menos por una tira desde atrás, porque los dedos del pie tienden a tratar de sujetar el calzado con un movimiento de reptación y se sobrecarga el metatarso, que es la parte anterior del pie donde apoya y sobre todo se ponen los dedos en garra. Cuando el calzado va sujeto desde atrás, la carga se reparte mucho más y no se esfuerzan los dedos.<sup>41</sup>

**5.2.10. Medidas de prevención.**- La aparición de un espolón calcáneo se puede prevenir cuidando los tejidos aponeuróticos de la planta del pie, por ejemplo, mediante las siguientes recomendaciones:

---

<sup>41</sup> [http://www.articulo.org/articulo/31518/calzado\\_adecuado.html](http://www.articulo.org/articulo/31518/calzado_adecuado.html)

- La American Podiatric Medical Association indica que usar zapatos de buena fabricación y de alta calidad es importante a la hora de prevenir el dolor en el talón. El soporte brinda una adecuada absorción de los impactos.
- Utilizar zapatos adecuados. Que sean de la talla correcta y que no sean demasiado estrechos. Para evitar esta condición es importante el uso de zapatos correctamente equipados con un buen arco de soporte.
- La única forma para prevenir el espolón es usar zapatos adecuados para cada actividad (atletismo o caminata).
- Cambiar con frecuencia el calzado que usas, no esperes que se rompa o se hagan agujeros. Cuando a parte lateral de la suela se ve arrugada, es un inicio que perdió capacidad de absorción de los impactos y debemos cambiarlo antes de sufrir lesiones.
- El calzado es una de las mejores inversiones que una persona puede hacer, ya que no solo puede evitar lesiones.
- Si su ortopedista lo recomienda, usar plantillas especiales.
- Cambiar de vez en cuando la postura en el puesto de trabajo (de pie-sentado).
- Si una persona tiene exceso de peso, la pérdida de peso puede ayudar a disminuir el estrés y prevenir problemas en los pies.
- Para aquellos que hacen ejercicio intenso con frecuencia, siempre es necesario realizar un buen estiramiento, sobre todo cuando hay un aumento de las actividades o un cambio en la técnica de carrera y no se recomienda trabajar con un cuadro doloroso.
- Evitar o minimizar el uso de tacones altos también pueden disminuir el estrés sobre los talones y los metatarsos.

- Una buena nutrición y el descanso adecuados son importantes para la salud de los pies.
- Dado que muchas lesiones de los tejidos blandos se deben a un uso excesivo, el mejor tratamiento es la prevención.
- Hacer ejercicio de amplitud de movimiento para mantener la fortaleza y flexibilidad y elogiar la parte posterior de las piernas, especialmente en pantorrillas y la fascia plantar. Estirar de vez en cuando la planta del pie.
- Incrementar gradualmente la intensidad y duración de los ejercicios, nunca de golpe.<sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> [http://www.onmeda.es/enfermedades/espolon\\_calcaqueo.html](http://www.onmeda.es/enfermedades/espolon_calcaqueo.html)

## **CAPITULO II**

### **6. HIPÓTESIS**

Influye el ultrasonido como tratamiento fisioterapéutico en el espolón calcáneo en pacientes con edades entre 440 a 65 años atendidos en el patronato municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013.

#### **6.1. VARIABLE.**

##### **6.1.1 Variable independiente.**

Ultrasonido

##### **6.1.2. Variable dependiente**

Espolón calcáneo.

##### **6.1.3. Termino de relación.**

Como.

## CÁPITULO III

### 7. METODOLOGIA

**7.1. Tipo de Investigación:** La investigación que se utilizó es:

a) La investigación es de campo, porque se aplicó en un lugar determinado, manejando una muestra que los agrupa por características iguales que son parámetros de edad y espolón calcáneo como patología en común.

b) La investigación es documental porque se realizó la recopilación de literatura referente a la temática planteada de fuentes bibliográficas y páginas web.

### 7.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

a) **Nivel descriptivo.-** Este nos permitió detallar situaciones observadas durante el proceso de esta investigación.

b) **Nivel explicativo:** Su finalidad es explicar el comportamiento del espolón calcáneo en relación al efecto del ultrasonido.

### 7.3. MÉTODOS

a) **Método de la investigación bibliográfica documental.-** Este método se realizó con información de libros, revistas, artículos.

b) **Método científico.-** El método propio de la investigación científica es el inductivo, ya que éste observa los efectos del ultrasonido sobre el espolón.

c) **Método estadístico.-** El método de la estadística se refiere a cuatro grandes aparatos: el empleo de los números; la agrupación; la comparación de los hechos, y el empleo de los datos recogidos para formular leyes. La investigación de las causas de los fenómenos.



#### **7.4. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

La técnica de recolección que empleados en esta investigación es la encuesta, que fue dirigida a los pacientes y personal del área de rehabilitación física del patronato municipal de amparo social de Manta.

#### **7.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

**7.5.1. Población.**- La población con la que se llevara a cabo la investigación será todos los pacientes que asisten al área de rehabilitación física del Patronato con un cuadro clínico de espolón calcáneo. Esta población será 63 persona, de las cuales 60 son pacientes que presentan espolón calcáneo, más 3 licenciados en terapia física que laboran en la institución.

**7.5.2. Muestra.**- La muestra está conformada por el 100% de la población que es de 63 personas de las cuales 60 son los pacientes que presentan espolón más los 3 licenciados en terapia física que laboran en la institución.

## 8. MARCO ADMINISTRATIVO

### 8.1. RECURSOS HUMANOS

- 1) Egresadas de fisioterapia: Silvia Estrada y Mercedes Morales.
- 2) Tutor de Tesis: Licenciado Eddy Mendoza Rodríguez.
- 3) Licenciados en fisioterapia del área de rehabilitación.
- 4) Pacientes atendidos en el área de rehabilitación física.

### 8.2. RECURSOS FINANCIEROS

Recursos Financieros		
Presupuesto	Valor Unitario	Valor Total
Internet	1.00	100.00
Memory Flash	20.00	40.00
Copias	0.05	400.00
Libros	60.00	600.00
Impresiones	0.60	240.00
Transporte	2.50	100.00
Anillados	1.25	14.00
Materiales de oficina	1.00	60.00
Empastados	10.00	30.00
Imprevisto 10%		158.40
<b>Total</b>		<b>1742.40</b>

## 9.

## CAPITULO IV

### 9. TABULACIÓN DE DATOS OBTENIDOS EN LA ENCUESTA REALIZADA A LOS PACIENTES

**OBJETIVO:** Determinar el ultrasonido como tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo en pacientes con edades entre 40 y 65 años atendidos en el patronato municipal de manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013.

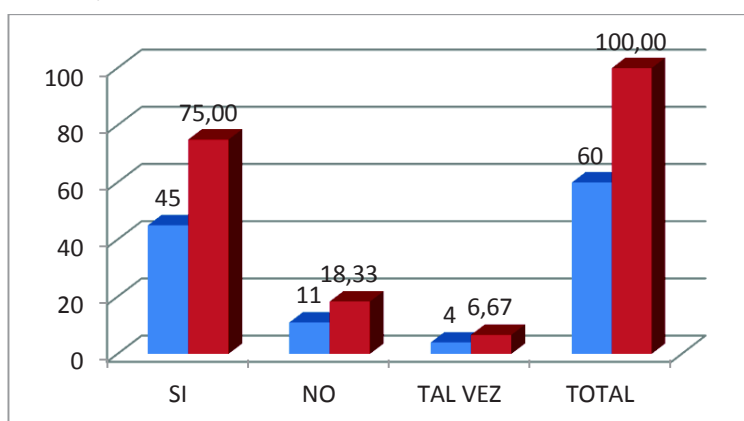
**¿Conoce usted la postura adecuada del pie para evitar el dolor?**

CUADRO # 1

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
A	SI	45	75,00
B	NO	11	18,33
C	TAL VEZ	4	6,67
TOTAL		60	100,00

**Fuente:** Pacientes que se atienden en el Patronato de Manta con espolón calcáneo.

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



#### Análisis

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los pacientes se observó que la mayoría de ellos si conocen la postura adecuada que debe de tener el pie para evitar dolor, seguido de quienes indican que no y tal vez.

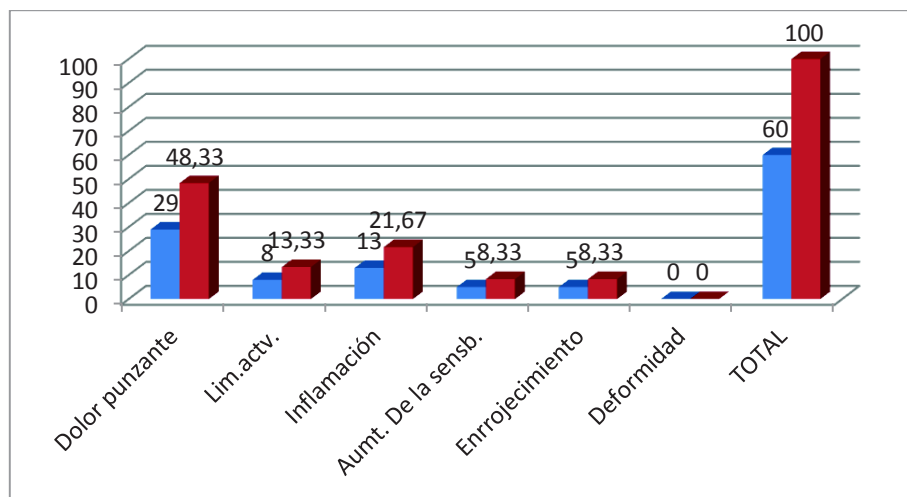
¿Cuál de los siguientes signos y síntomas presentó y observó para acudir a terapia?

CUADRO # 2

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
A	Dolor punzante	29	48,33
B	Lim.actv.	8	13,33
C	Inflamación	13	21,67
D	Aumt. De la sensb.	5	8,33
E	Enrojecimiento	5	8,33
F	Deformidad	0	0,00
	TOTAL	60	100,00

Fuente: Pacientes que se atienden en el Patronato de Manta con espolón calcáneo.

Investigadoras: Silvia y Mercedes.



### Análisis

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los pacientes se observó que el mayor porcentaje de ellos acudieron a terapia al sentir dolor punzante, seguido de quienes indican inflamación, limitación de las actividades y aumento de la sensibilidad con enrojecimiento pero ninguno de ellos presentó deformidad.

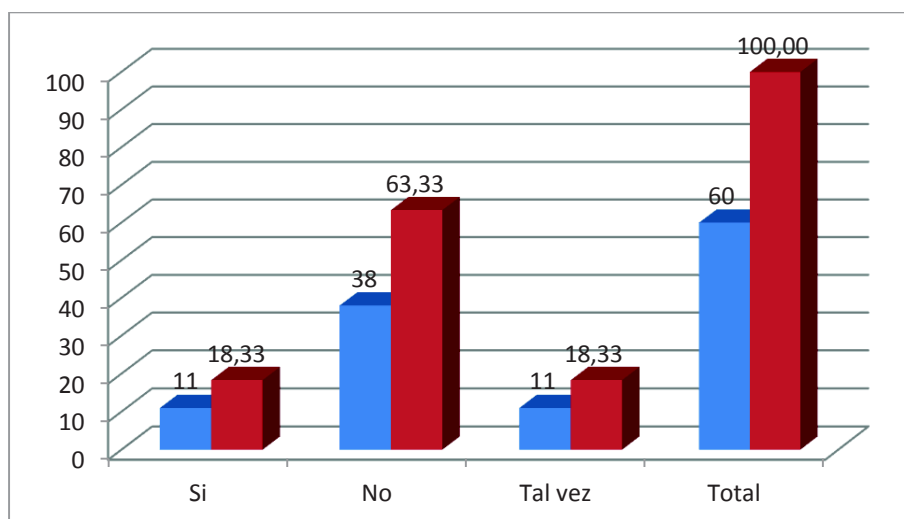
**¿Conoce usted las características de un buen calzado?**

**CUADRO # 3**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
A	Si	11	18,33
B	No	38	63,33
C	Tal vez	11	18,33
		60	100,00

**Fuente:** Paciente que se atienden en el Patronato de Manta con Espolón Calcáneo.

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



**Análisis**

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los pacientes se observó que la mayoría de ellos no conoce las características de un buen calzado, seguido de quienes consideran que si lo conocen y de quienes tal vez.

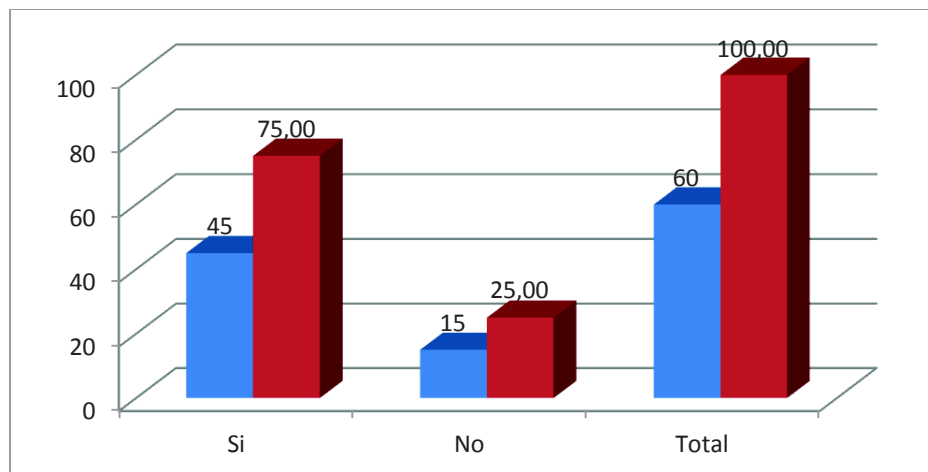
**¿Cree usted que un mal calzado provoca dolor en el talón?**

**CUADRO # 4**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
A	SI	45	75.00
B	NO	15	25.00
	Total	60	100.00

**Fuente:** Pacientes que se atienden en el Patronato de Manta con Espolón Calcáneo

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



### **Análisis**

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los pacientes se observó que a mayoría de ellos refiere que un mal calzado si provoca dolor en el talón, y en menor porcentaje los que expresan que no provocan dolor en el talón.

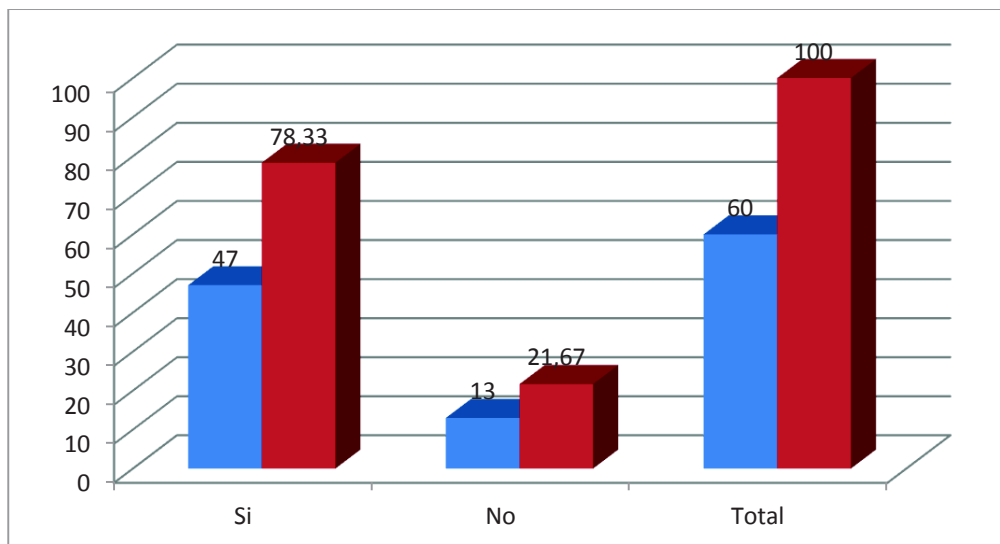
**¿Cree usted que es un espolón calcáneo?**

**CUADRO # 5**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
A	Si	47	78.33
B	No	13	21.67
	Total	60	100.00

**Fuente:** Pacientes que se atienden en el Patronato de Manta con espolón calcáneo

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



### **Análisis**

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los pacientes se observó que la mayoría de ellos conoce lo que es un espolón calcáneo y un mínimo porcentaje expreso que no conoce dicha enfermedad.

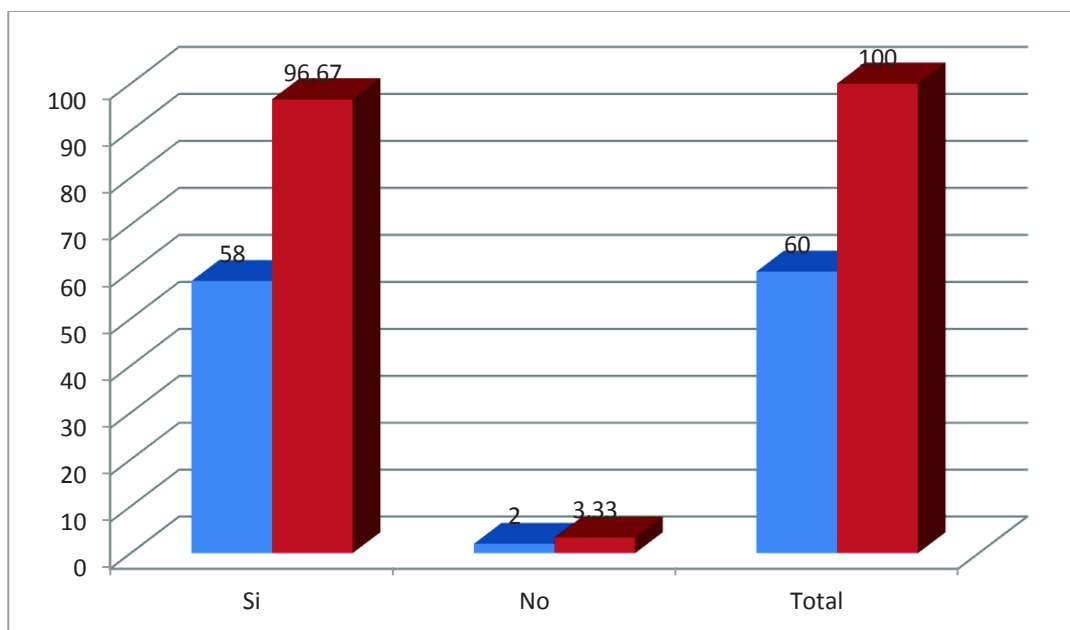
**¿Siente usted que al aplicarle ultrasonido le disminuye el dolor?**

**CUADRO # 6**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
A	Si	58	96,67
B	No	2	3,33
	Total	60	100,00

**Fuente:** Pacientes que se atienden en el Patronato de Manta con espolón calcáneo.

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



### **Análisis**

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los pacientes se observó que la mayoría de ellos refiere que al aplicárseles ultrasonidos sienten disminución del dolor, y un mínimo porcentaje refiere que no sienten disminución del dolor.



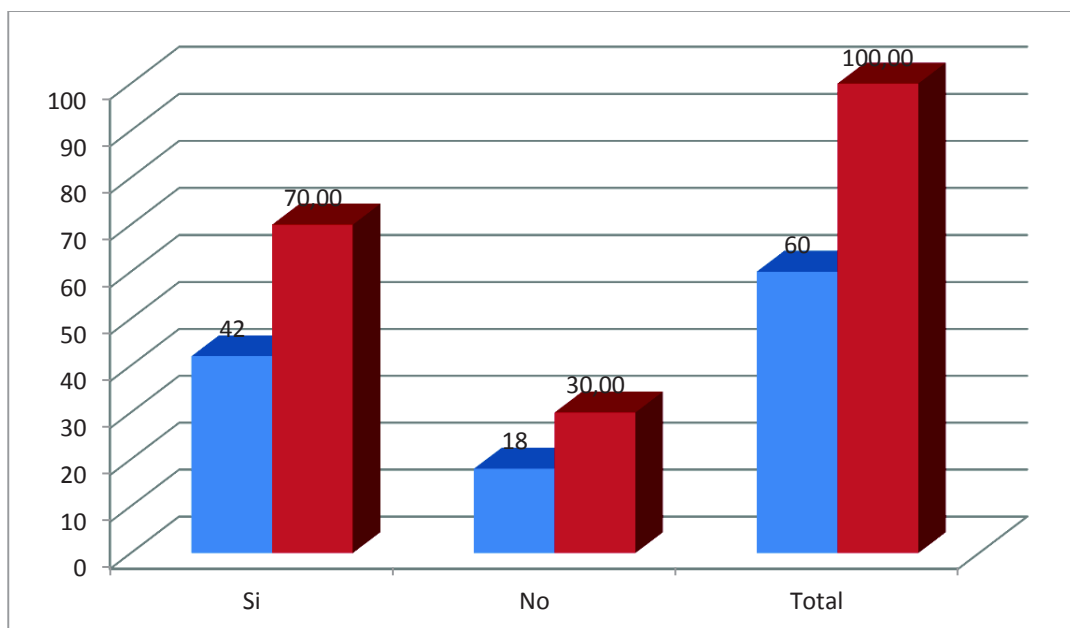
### ¿Conoce usted los beneficios del ultrasonido?

CUADRO # 7

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
A	Si	42	70.00
B	No	18	33.00
	Total	60	100.00

Fuente: Pacientes que se atienden en el Patronato de Manta con espolón Calcáneo.

Investigadoras: Silvia y Mercedes



### Análisis

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los pacientes observó que el mayor porcentaje de ellos refiere que conoce los beneficios del ultrasonido, un mínimo porcentaje indica que desconoce tales beneficios del aparato.

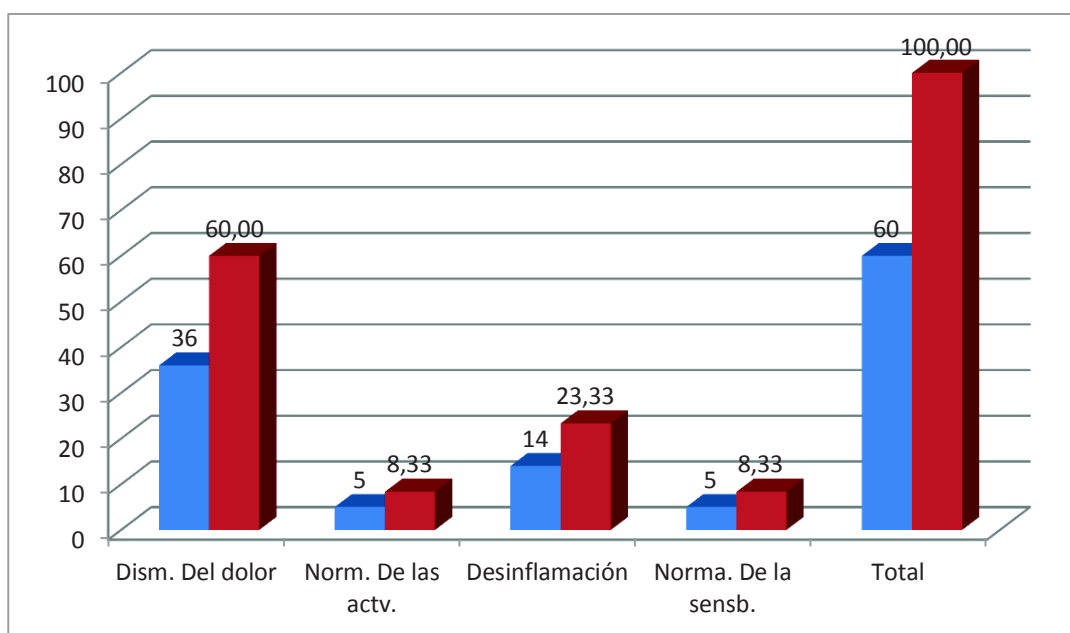
**¿Qué efectos beneficiosos sintió usted cuando le aplicaron ultrasonido?**

**CUADRO # 8**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJES
<b>A</b>	Dism. Del dolor	36	60,00
<b>B</b>	Norm. De las activ.	5	8,33
<b>C</b>	Desinflamación	14	23,33
<b>D</b>	Norma. De la sensb	5	8,33
	total	60	100,00

**Fuente:** Pacientes que se atienden en el Patronato de Manta con espolón calcáneo.

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



**Análisis**

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los pacientes se observó que todos ellos presentaron disminución del dolor, otro porcentaje menor desinflamación y un mínimo porcentaje normalización de las actividades de normalización de la sensibilidad.

## TABULACIÓN DE DATOS OBTENIDOS EN LA ENCUESTA A LOS LICENCIADOS EN FISIOTERAPIA.

**OBJETIVO:** Determinar el ultrasonido como tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo en pacientes con edades entre 40 y 65 años atendidos en el Patronato Municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013.

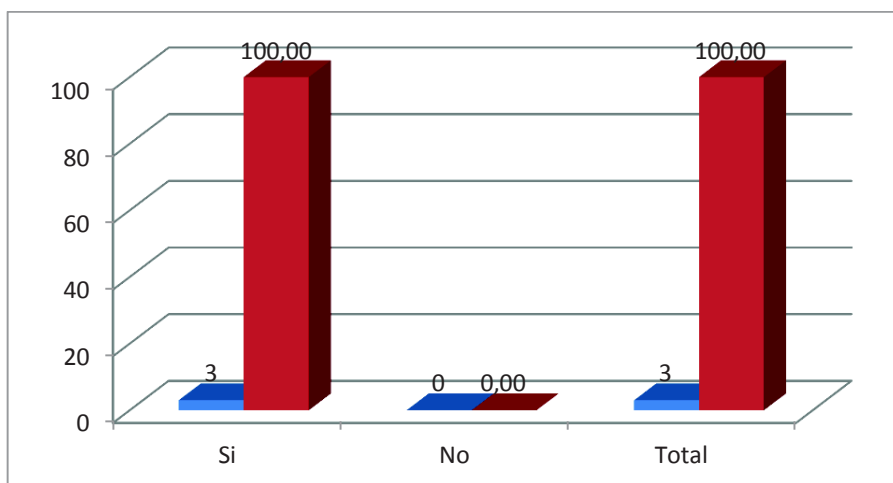
**¿El espolón calcáneo dificulta la posición ergonómica para la marcha normal?**

**CUADRO # 9**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>A</b>	Si	3	100,00
<b>B</b>	No	0	0,00
	Total	3	100,00

**Fuente:** Licenciados que trabajan en el Patronato de Manta

**Investigadores:** Silvia y Mercedes



### Análisis

Una vez tabulados los datos obtenidos por los licenciados se observa que todos ellos conocen la posición ergonómica para la marcha normal.

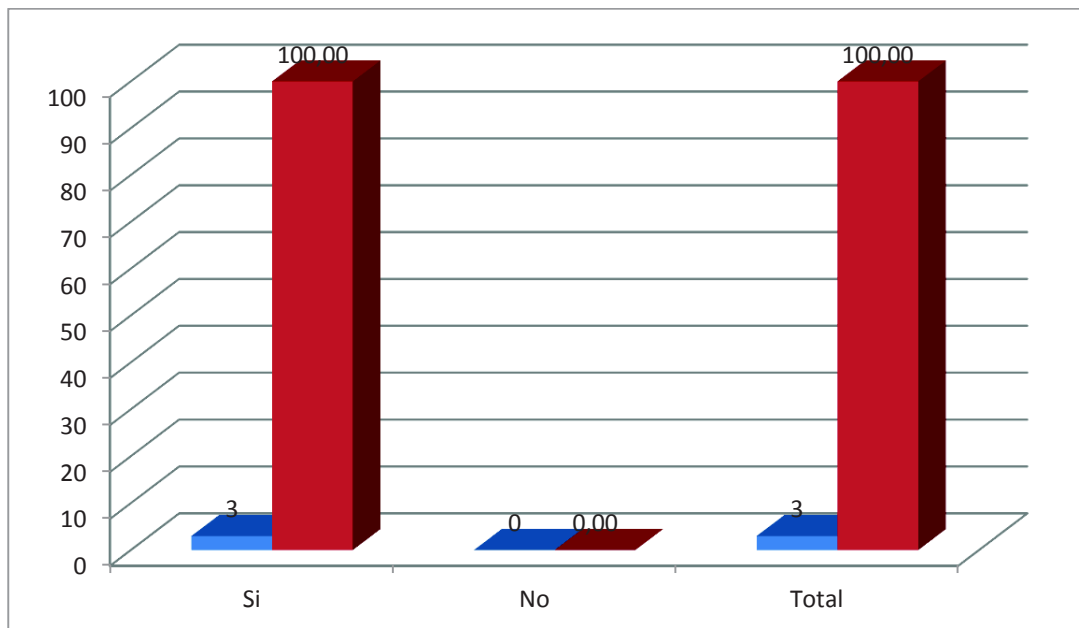
**¿Indique cuáles son los síntomas más frecuentes por los que asiste un paciente con espolón calcáneo a consulta?**

**CUADRO # 10**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>A</b>	Dolor	3	100,00
<b>B</b>	Marcha antialgica	0	0,00
	Total	3	100,00

**Fuente:** Licenciados que trabajan en el Patronato de Manta.

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



**Análisis**

Una vez tabulados los datos obtenidos por los licenciados se observa que todos ellos indican que el síntoma más frecuente por lo que asiste un paciente a consulta es por presentar dolor.

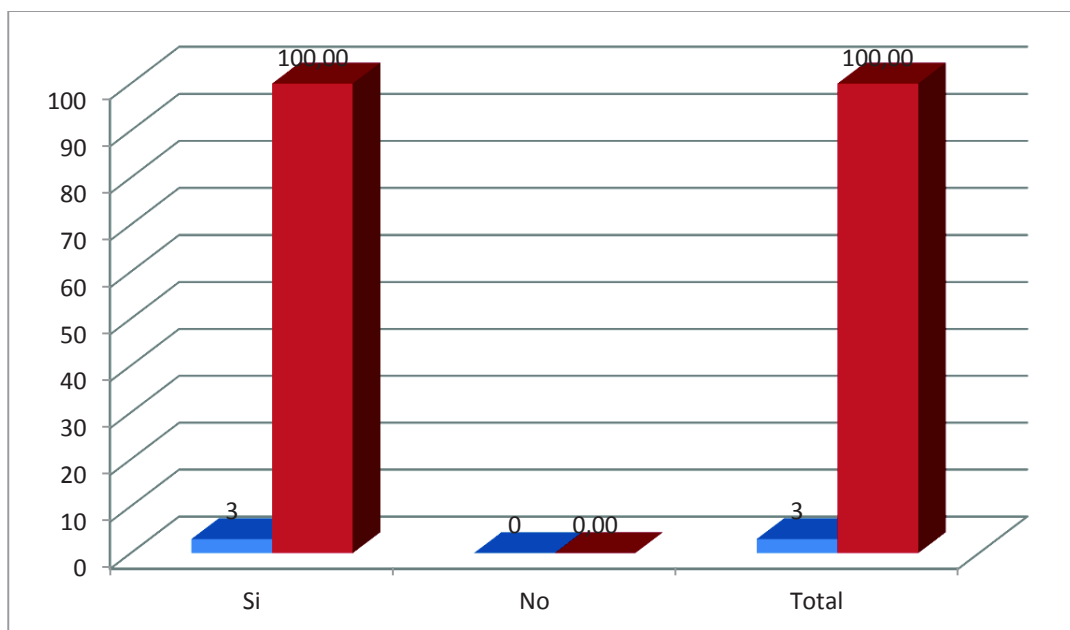
**¿Es importante considerar características ortopédicas de un buen calzado para evitar el espolón calcáneo?**

**CUADRO # 11**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>A</b>	Si	3	100,00
<b>B</b>	No	0	0,00
	Total	3	100,00

**Fuente:** Licenciados que trabajan en el Patronato de Manta.

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



### **Análisis**

Una vez tabulados los datos se determina que en su totalidad los licenciados encuestados indican que es importante considerar las características ortopédicas de un buen calzado para evitar el espolón calcáneo.

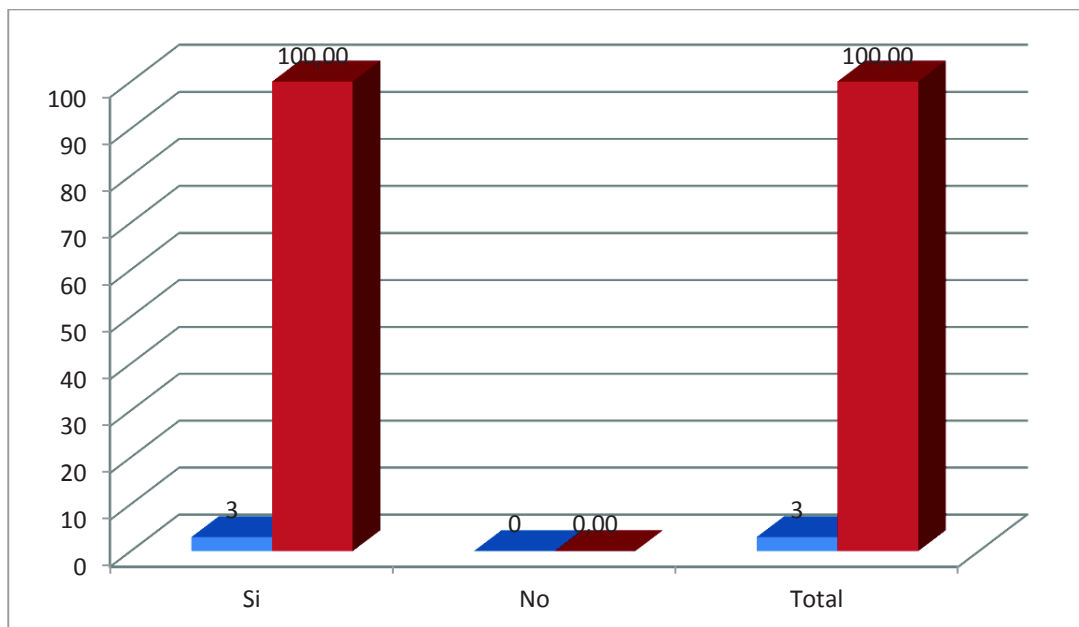
**¿Cree usted que un mal calzado genera signos y síntomas en el talón?**

**CUADRO # 12**

<b>INDICADORES</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>A</b>	Si	3	100,00
<b>B</b>	No	0	0,00
	Total	3	100,00

**Fuente:** Licenciados que trabajan en el Patronato de Manta.

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes.



### **Análisis**

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los licenciados se observó que todos ellos consideran que un mal, si genera signos y síntomas en el talón.

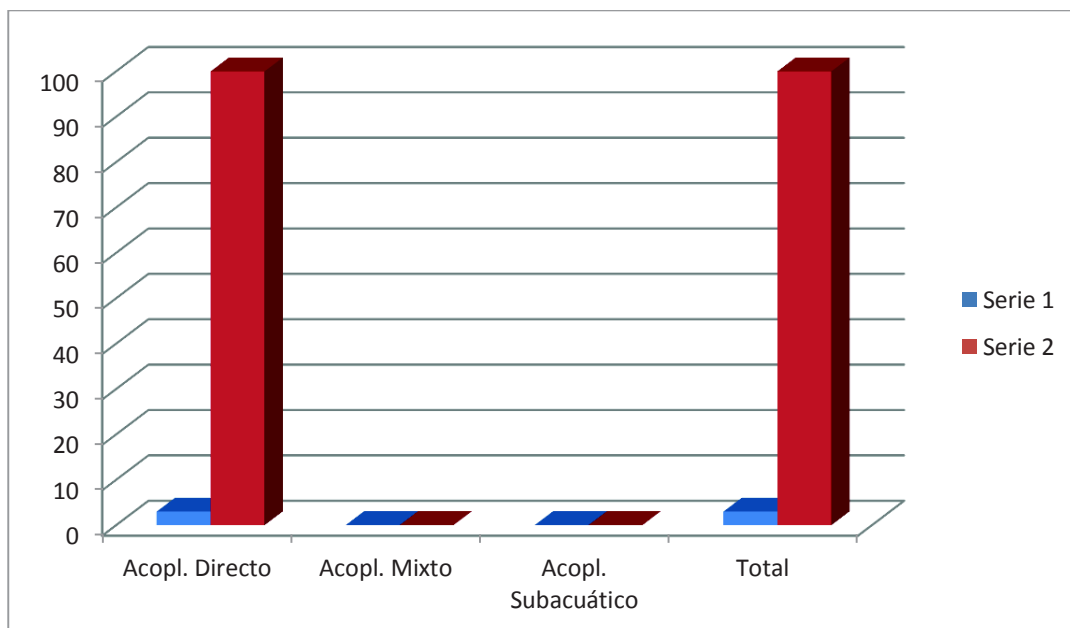
**¿Cuáles con los métodos de aplicación del ultrasonido que usted aplica?**

**CUADRO # 13**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>A</b>	Acopl. Directo	3	100,00
<b>B</b>	Acopl. Mixto	0	0,00
<b>C</b>	Acopl. Subacuático	0	0,00
	Total	3	100,00

**Fuente:** Licenciados que trabajan en el Patronato de Manta

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



**Análisis**

Una vez tabulados los datos obtenidos en la encuesta a los licenciados ellos dieron a conocer que el método de aplicación que ellos utilizan es el de acoplamiento directo por sus altos logros obtenidos durante su tiempo que lo han utilizado.

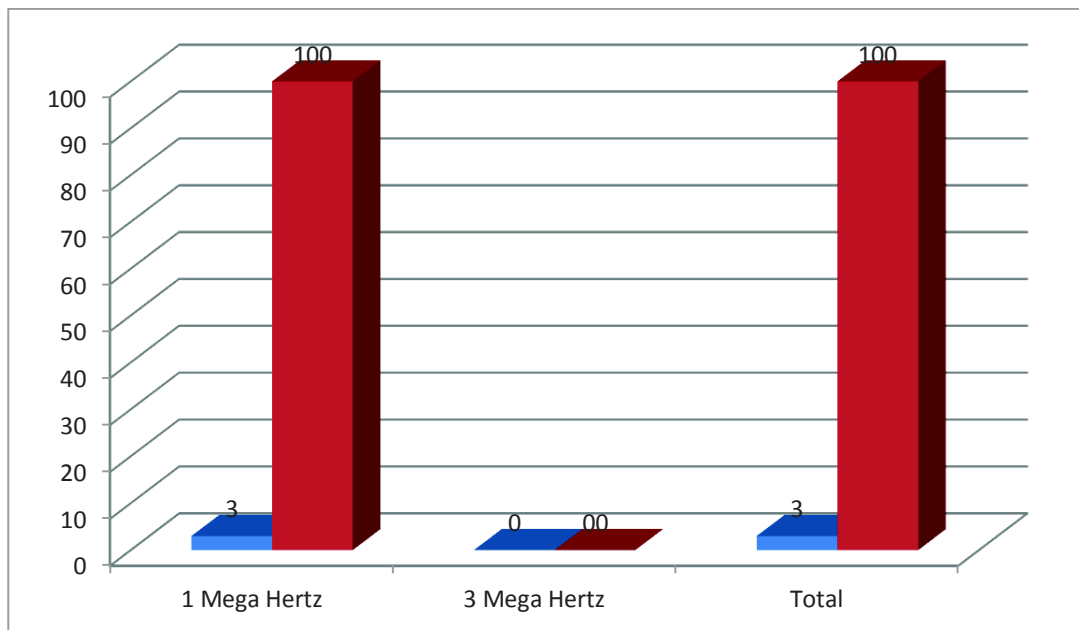
**¿Cuál de las siguientes opciones según su experiencia generará analgesia en un cuadro patológico de espolón calcáneo?**

**CUADRO # 14**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>A</b>	1 Mega Hertz	3	100,00
<b>B</b>	3 Mega Hertz	0	0,00
	Total	3	100,00

**Fuente:** Licenciados que trabajan en el Patronato de Manta.

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



### **Análisis**

Una vez tabulado los datos obtenidos en la encuesta realizada a los licenciados ellos indican que utilizan 1 Mega Hertz ya que este es de orden analgésico y va a actuar de manera rápida en el tratamiento del dolor en el espolón.



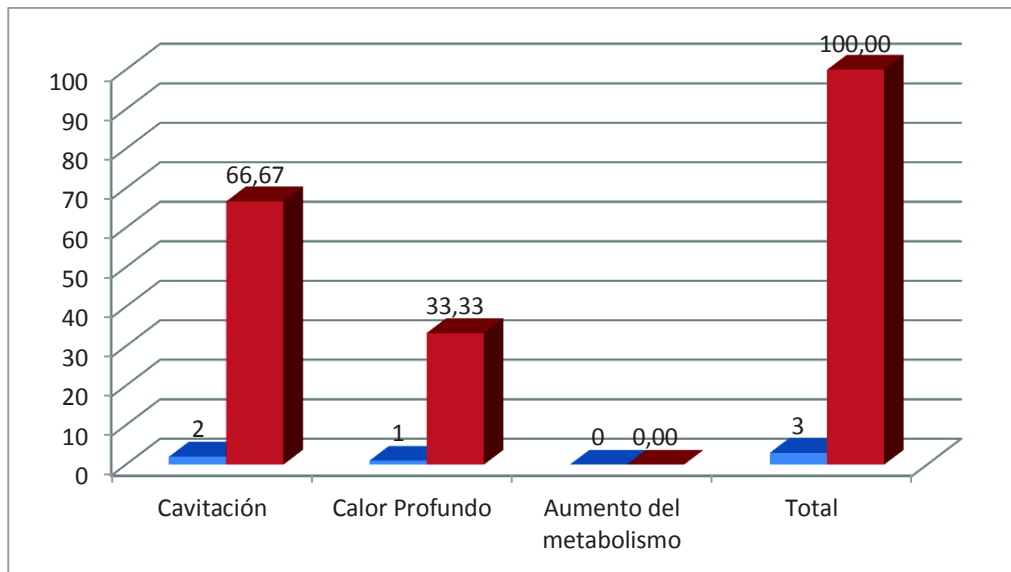
**¿Según su experiencia cuál es el efecto mecánico del ultrasonido en el espolón calcáneo?**

**CUADRO # 15**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>A</b>	Cavitación	2	66,67
<b>B</b>	Calor profundo	1	33,33
<b>C</b>	Aumento de metabolismo	0	0,00
	Total	3	100,00

**Fuente:** Licenciados que trabajan en el Patronato de Manta

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



### **Análisis**

Una vez tabulado los datos obtenidos en la encuesta realizada a los licenciados se observó que según su experiencia el efecto mecánico del ultrasonido en el espolón calcáneo es la cavitación que consiste en la rápida formación y colpaso de burbujas de gas.

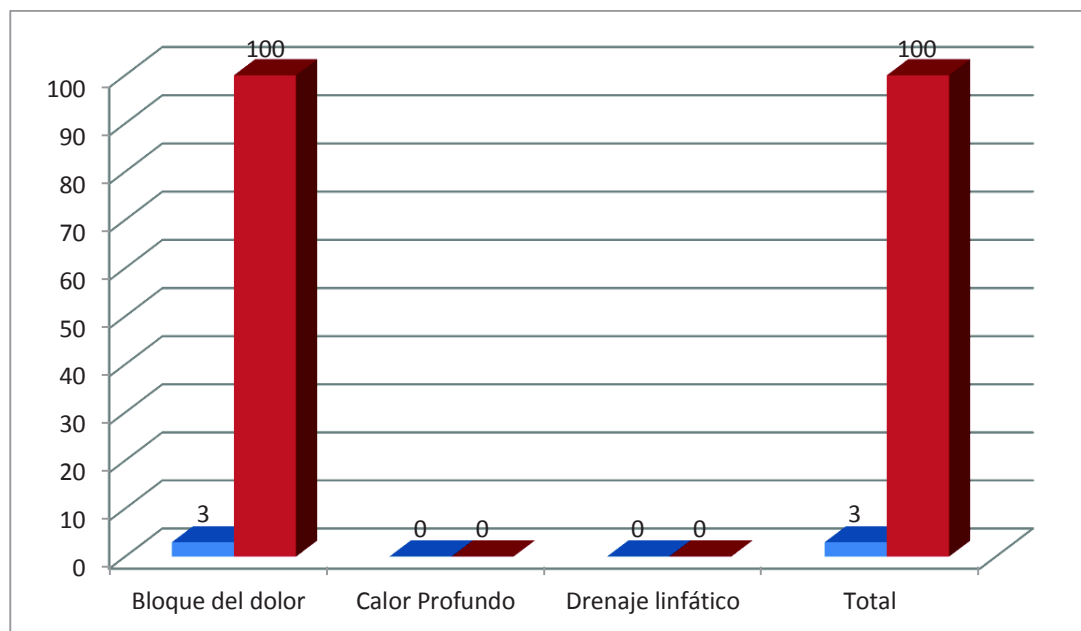
**¿Qué efectos biológicos busca al aplicar el ultrasonido en el espolón calcáneo?**

**CUADRO # 16**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>A</b>	Bloqueo del dolor	3	100,00
<b>B</b>	Calor profundo	0	0,00
<b>C</b>	Drenaje linfático	0	0,00
	Total	3	100,00

Fuente: Licenciados que trabajan en el Patronato de Manta

Investigadoras: Silvia y Mercedes



**Análisis**

Una vez tabulados los datos obtenidos de la encuesta realizada a los licenciados se observó que ellos buscan el bloqueo del dolor al aplicar el ultrasonido en el espolón calcáneo como efecto biológico.

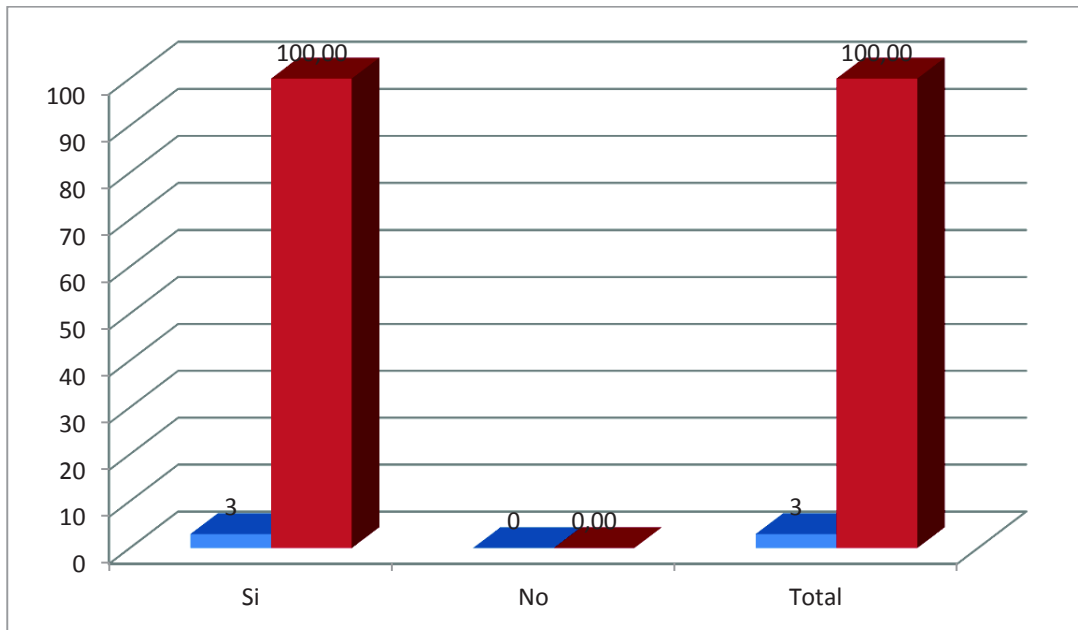
**¿El ultrasonido incide en el tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo?**

**CUADRO # 17**

INDICADORES	ALTERNATIVAS	CANTIDAD	PORCENTAJE
<b>A</b>	Si	3	100,00
<b>B</b>	No	0	0,00
	Total	3	100,00

**Fuente:** Licenciados que trabajan en el Patronato de Manta

**Investigadoras:** Silvia y Mercedes



**Análisis**

Una vez tabulado los datos obtenidos a los licenciados todos ellos indicaron que el ultrasonido si incide en el tratamiento fisioterapéutico en la recuperación del espolón calcáneo

## **10. COMPRABACIÓN DE LA HIPOTÉSIS**

De acuerdo a los datos obtenidos en la investigación y presentados en el capítulo anterior, es necesario analizar las variables que ayudarán a comprobar la hipótesis propuesta al principio del estudio, por lo que es importante considerar los siguientes resultados.

En la encuesta realizada a profesionales en el Patronato Municipal de Amparo Social del cantón Manta, se considera el cuadro # 17 según la cual el 100% de los fisioterapéuticos si incide en el espolón calcáneo; así mismo en el cuadro # 6 en las encuestas realizadas a los pacientes, el 96,7% de ellos indica que al aplicarles ultrasonido les disminuye el dolor.

Una vez obtenida la información se comprueba la hipótesis “influye el ultrasonido como tratamiento en el espolón calcáneo en pacientes como edades entre 40 y 65 años atendidos en el patronato municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013”, ha resultado POSITIVA ya que el tratamiento fisioterapéutico del ultrasonido si incide en el espolón calcáneo.

## **CAPITULO V**

### **11. CONCLUSIONES**

- Por la falta de información no todas las personas con problemas de espolón calcáneo acuden a terapia a realizarse un tratamiento fisioterapéutico oportuno para lograr la rápida eliminación del mismo y del dolor.
- La utilización de calzado no adecuado “apretado” provoca en muchas personas deformaciones en el pie entre una de ellas el espolón calcáneo, cabe destacar que no todo calzado hecho a la moda nos favorecerá a nuestro pie, y que este tipo de calzado provoca la presencia de signos y síntomas como son el dolor, la inflamación y limitación de las actividades.
- Los pacientes que presentan espolón calcáneo; siguen utilizando zapatos rígidos o de tacones altos provocando esto deformidad de la bóveda plantar, dolor agudo, callosidades e inflamaciones.
- Por la falta de aparatos de ultrasonido no se podía aplicar al paciente un tiempo prudencial para el tratamiento y así poder acelerar el proceso o destrucción.

## **12. RECOMENDACIONES**

- Al personal de salud realizar charlas educativas referente a las medidas de prevención del espolón calcáneo, considerando que es una patología que va a interferir en las actividades diarias de las personas, principalmente en la movilidad.
- Se recomienda a todas las personas que envíen a elaborar su propio calzado, porque no todos los pies tienen la misma anatomía, recordemos que no todos los zapatos que se encuentran a la moda están hechos para nosotros, ya que cada calzado o sandalia es exclusivo para cada persona de diferente.
- A los pacientes que presentan espolón calcáneo, suspender el uso de tacones altos ya que estos provocan deformidad y dolor y si bien no lo suspenden utilicen plantillas ortopédicas para evitar el dolor, la deformidad y la cojera.
- Al Patronato Municipal de Manta que implementen el área de rehabilitación física con ultrasonidos para brindar una mejor atención en las diferentes patologías y sobre todo para obtener un mejor resultado para el tratamiento del espolón calcáneo.

## BIBLIOGRAFIA

- CIFUENTES MARTÍNEZ, Luis (2006) Electroterapia, Electrodiagnóstico, Electromiografía. Quito-Ecuador.
- CIFUENTES MARTÍNEZ, Luis (2006) Electroterapia, Electrodiagnóstico, Electromiografía. Quito – Ecuador
- CIFUENTES MARTÍNES, Luis (2006) Electroterapia, Electrodiagnóstico, Electromiografía. Quito – Ecuador
- CIFUENTES MARTÍNES, Luis (2006) Electroterapia, Electrodiagnóstico, Electromiografía. Quito – Ecuador
- [Ocwus.us.es>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\\_12.Pág.20](#)
- [Ocwus.us.es>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\\_12.Pág.21](#)
- [Ocwus.us.es>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\\_12.Pág.22](#)
- [cwus.us.es>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\\_12.Pág.23](#)
- [cwus.us.es>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\\_12.Pág.24](#)
- [cwus.us.es>Fisioterapia >Electroterapia >temario >TEMA\\_12.Pág.26](#)
- [cwus.us.es/Fisioterapia /Electroterapia /temario /TEMA\\_12/page\\_36.htm](#)
- [cwus.us.es/fisioterapia /electroterapia /temario /TEMA\\_12/page\\_37.htm](#)
- Argente Horacio A. & Marcelo E. Álvarez, Semiología Médica, Ed. Médica Panamericana, 2008
- Sociedad Española de Reumatología, Técnicas de diagnóstico y tratamiento en reumatología, Ed. Médica Panamericana, 2004
- Secot, Manual de cirugía ortopédica y traumatología, Ed. Médica Panamericana, 2010

## WEB GRAFÍA

- <http://es-us-noticias-yahoo.com/afirman-mitad-mexicanos-padecen-espilon%3%B3n-calc%3A1neo-1733951918.html> 19 de Julio del 2013
- <http://yucatan.com.mx/imagen/alertan-sobre-el-espilon-calcaneo> Viernes 19 de Julio del 2013
- [www.terapia-fisica.com/ultrasonido.html](http://www.terapia-fisica.com/ultrasonido.html)
- <http://fisioterapia.blogspot.com/2012/06/el-ultrasonido-terapeutico.html>
- [http://rehabilitacioncordoba.infored.mx/659079\\_ultrasonido-terapeutico-.html](http://rehabilitacioncordoba.infored.mx/659079_ultrasonido-terapeutico-.html)
- <http://www.fvet.uba.ar/equinos/junio/ULTRASONIDOS.pdf>
- <http://www.slideshare.net/Naxorov/ultrasonido-en-medicina-13512301>
- [http://ocwus.us.ec/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA\\_12/PAGE\\_16..htm](http://ocwus.us.ec/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA_12/PAGE_16..htm)
- <https://www.google.com.ec/#a=velocidad+de+propagación+del+ultrasonido>
- <http://rehabilitacion.byethost31.com/ultrasonido.html>
- [http://ocwus.us.es/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA\\_12/tema\\_12.xml](http://ocwus.us.es/fisioterapia/electroterapia/temario/TEMA_12/tema_12.xml)
- <http://es.scribd.com/doc/99834121/TEMA-1-Ultrasonido>
- <http://es.scribd.com/doc/100464/Medios-Fisicos-en-Fisioterapia>
- <http://www.quiminet.com/articulos/como-utilizar-el-ultrasonido-terapeutico-para-la-penetracion-de-medicamentos-en-la-piel-3678066.htm>
- <http://es.scribd.com/doc/217945438/Ondas-de-Ultrasonido>
- [http://www.clc.cl/Dev\\_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2013/1%20enero/11-Dra.Astudillo.pdf](http://www.clc.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF%20revista%20m%C3%A9dica/2013/1%20enero/11-Dra.Astudillo.pdf)
- [www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/ultrasonido.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/ultrasonido.pdf)
- <http://rehabilitacion.byethost31.com/ultrasonido.html>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Espilon%3%B3n\\_calc%3A1neo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espilon%3%B3n_calc%3A1neo)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Calc%3A1neo>
- <http://www.podocat.com/LinkClick.aspx?fileticket//43fs4E05mKw%3&tabid=68>
- [http://www.onmeda.es/enfermedades/espilon\\_calcaneo.html](http://www.onmeda.es/enfermedades/espilon_calcaneo.html)



- [http://www.sld.cu/galerias/ppt/sitios/gericuba/espolon\\_calcaneo\\_y\\_fascitis\\_plantar.ppt](http://www.sld.cu/galerias/ppt/sitios/gericuba/espolon_calcaneo_y_fascitis_plantar.ppt)
- <http://yucatan.com.mx/imagen/alertan-sobre-el-espolon-calcaneo>
- <http://www.hola.com/salud/enciclopedia-salud/2010040144980/aparato-locomotor/huesos/dolor-de-talon-y-espolon-calcaneo/>
- [http://www.articulo.org/articulo/31518/calzado\\_adecuado.html](http://www.articulo.org/articulo/31518/calzado_adecuado.html)
- [http://www.onmeda.es/enfermedades/espolon\\_calcaneo.html](http://www.onmeda.es/enfermedades/espolon_calcaneo.html)

# A N N E X O S



## UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

### EXTENSIÓN CHONE

**Encuesta dirigida a :** Pacientes atendidos en el área de Rehabilitación del Patronato Municipal de Amparo Social de Manta.

**OBJETIVO:** Determinar el ultrasonido como tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo en pacientes con edades entre 40 y 65 años atendidos en el Patronato Municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio del 2013.

**INSTRUCCIONES:** Responder con sinceridad marcando una x dentro del paréntesis de la alternativa de su selección

#### 1.- DATOS INFORMATIVOS

1.1. Lugar y fecha:.....

1.2. Ubicación: Rural ( ) Urbana ( ) Urbana marginal ( )

1.3. Parroquia:.....

#### 2.- CUESTIONARIO

2.1. Conoce usted la postura adecuada del pie para evitar el dolor?

Si ( )

No ( )

Tal vez ( )

2.2. ¿Cuál de los siguientes signos y síntomas presentó y observó para acudir a terapia?

a) Dolor Punzante ( )

b) Limitación de las actividades ( )

c) Inflamación (     )    d) Aumento de la sensibilidad (     )

e) Enrojecimiento (     )    f) Deformidad (     )

2.3. ¿Conoce usted las características de un buen calzado?

Si (     )                      No (     )                      Tal vez (     )

2.4. ¿Cree usted que un mal calzado provoca dolor en el talón?

Si (     )                      No (     )

2.5. ¿Conoce usted que es un espolón calcáneo?

Si (     )                      No (     )

2.6. ¿Siente usted que al aplicarse ultrasonido le disminuye el dolor?

Si (     )                      No (     )

2.7. ¿Conoce usted los beneficios de ultrasonido?

Si (     )                      No (     )

2.8. ¿Qué efectos beneficioso sintió usted cuando le aplicaron ultrasonido?

a) Disminución del dolor (     )                      b) Normalización de las actividades (     )

c) Desinflamación (     )    d) Normalización de la sensibilidad (     )



## UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

### EXTENSIÓN CHONE

**Encuesta dirigida a:** Licenciados en Fisioterapia que se desempeñan en el área de rehabilitación física del Patronato Municipal de Amparo Social de Manta.

**OBJETIVO:** Determinar el ultrasonido como tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo en pacientes con edades entre 40 y 65 años atendidos en el Patronato Municipal de Manta durante el periodo comprendido desde enero a junio de 2013.

**INSTRUCCIONES:** Responda con sinceridad marcando una x dentro del paréntesis de la alternativa de su elección.

#### 1.- DATOS INFORMATIVOS

1.1. Lugar y fecha:.....

1.2. Ubicación: Rural ( ) Urbana ( ) Urbana Marginal ( )

1.3. Parroquia:.....

#### 2.- CUESTIONARIO

2.1 ¿El espolón calcáneo dificulta la posición ergonómica para la marcha normal?

Si ( ) No ( )

2.2. ¿Indique cuáles son los síntomas más frecuentes por los que asiste un paciente con espolón calcáneo a consulta?

a) Dolor ( ) b) Marcha Antialgica ( )

2.3. ¿Es importante considerar características ortopédicas de un buen calzado para evitar el espolón calcáneo?

Si ( )                      No ( )

2.4. ¿Cree usted que un mal calzado genera signos y síntomas en el talón?

Si ( )                      No ( )

2.5. ¿Cuáles son los métodos de aplicación del ultrasonido que usted aplica?

a) Acoplamiento directo ( )                      b) Acoplamiento mixto ( )

c) Acoplamiento subacuático ( )

2.6. ¿Cuál de las siguientes opciones según su experiencia generará analgesia en un cuadro patológico de espolón calcáneo?

a) 1 Mega Hertz ( )                      b) 3 Mega Hertz ( )

2.7. ¿Según su experiencia cuál es el efecto mecánico del ultrasonido en el espolón calcáneo?

a) Cavitación ( )                      b) Calor profundo ( )

c) Aumento del metabolismo ( )

2.8. ¿Qué efectos biológicos busca al aplicar el ultrasonido en el espolón calcáneo?

a) Bloqueo de dolor ( )                      b) Calor profundo ( )

c) Drenaje linfático ( )

2.9. ¿El ultrasonido incide en el tratamiento fisioterapéutico del espolón calcáneo?

Si ( )                      No ( )













