

# Tratamiento de las fracturas por estrés de la tibia en deportistas de alto rendimiento mediante litotripcia extracorpórea con ondas de choque

Dr. Juan Manuel Herrera Arbeláez\*, Dr. Carlos Alberto Leal Contreras\*\*, Tnt. Nav. Dra. Magda Murillo\*\*\*, Tnt. Nav. Dr. Ricardo Duran\*\*\*\*, Dr. Juan Carlos Lopez\*\*\*\*\*, Dr. Oscar Eduardo Reyes\*\*\*\*\*

\* Coordinador Académico Postgrado de Ortopedia y Traumatología - Universidad El Bosque

Dr. Carlos Leal. Postgrado de Ortopedia y Traumatología Universidad El Bosque.

Calle 134 # 13-83 Piso 10 Of. 1016.

leal@owc.com.co

Bogotá – Colombia.

## Resumen

Para determinar si la Terapia con Ondas de Choque Extracorpórea mejora la remodelación ósea y disminuye el tiempo de recuperación en fracturas por estrés de la tibia, se realizó un estudio experimental ciego auto-controlado en cinco cadetes navales con fracturas bilaterales. Se aplicaron dos ciclos de dos mil choques sónicos de 0.7 mili-Julios a la tibia más sintomática con un intervalo de 7 días. Se realizó un seguimiento clínico con intervalos de tres, seis, siete, nueve y doce semanas, cuatro y seis meses y un año. Se realizaron controles gamagráficos y radiográficos antes y al tercer mes del inicio del tratamiento. Todas las tibias tratadas se volvieron asintomáticas entre dos y tres meses antes que las no tratadas ( $P < 0.05$ ;  $\beta < 0.1$ ). No hubo cambios radiológicos ni gamagráficos en ambos grupos ( $P < 0.05$ ;  $\beta < 0.1$ ). Estos resultados sugieren que la litotripcia extracorpórea con ondas de choque puede ser utilizada con seguridad en atletas de alto rendimiento para disminuir su tiempo de recuperación.

**Palabras Claves:** Litotripcia Extracorpórea, Ondas de Choque, Fracturas por Estrés.

## Abstract

To determine if Extracorporeal Shock Wave Therapy enhances osseous remodeling and decreases the time of recovery in tibial stress fractures, we performed an auto-controlled blind experimental study in five Colombian navy cadets with bilateral fractures. We applied two cycles of two thousand shock waves of 0.5 - 0,7 mJ to the more symptomatic tibia with a seven days interval. We conduct a clinical follow-up on third, sixth, seventh, ninth and twelfth weeks, fourth, sixth, and twelfth months after treatment. We also performed gammagraphic and radiographic exams before shock wave therapy and three months after it. All treated tibias became asymptomatic two to three months before the contralateral control group ( $P < 0.05$ ;  $\beta < 0.01$ ). There were no gammagraphic or radiographic differences between the groups ( $P < 0.05$ ;  $\beta < 0.01$ ). These results suggests that Extracorporeal Shock Wave Therapy can be safely used in high performance athletes in order to decrease the recovery time of Tibial Stress Fractures.

**Key Words:** Extracorporeal Lithotripsy, Shockwave, Stress Fractures.

## Introducción

Las fracturas por estrés han sido reportadas únicamente en el hombre y los caballos. En el hombre se presenta este tipo de fractura en los atletas y en los reclutas militares. La descripción clínica de las fracturas por estrés fue realizada en reclutas Prusianos en 1.855 por Breithaupt. En 1.897 Stechow describe su confirmación radiológica.<sup>(1)</sup> Desde entonces, la literatura se encuentra colmada de reportes de fracturas por estrés en reclutas militares.<sup>(2)</sup> Estas representan un 10 % de todas las lesiones deportivas y se presentan con mayor frecuencia en los atletas que practican deportes de pista. Dentro de las causas de las fracturas por estrés se cuentan realizar prácticas sobre superficies duras, técnicas inapropiadas de entrenamiento,

uso de calzado rígido, anomalías biomecánicas y pobre acondicionamiento físico.

Las fracturas por estrés son 12 veces más frecuentes en las mujeres. Dentro de las explicaciones propuestas han sido postuladas las diferencias biomecánicas existentes entre hombres y mujeres y, la posible relación con la tríada de la mujer atleta, en la cual el evento desencadenante es una osteoporosis hipo-estrogénica<sup>3</sup>.

Clínicamente, las fracturas por estrés representan un reto diagnóstico debido a su inicio sub-agudo, en presencia de estudios radiológicos normales produciendo gran

incapacidad. Adicionalmente, se presentan con frecuencia, recidivas, retardos de consolidación y no uniones. En los atletas de alto rendimiento y en los reclutas militares el tiempo prolongado de recuperación de su actividad (6 meses a un año) genera pérdidas económicas importantes tanto para el deportista como para la institución a la que pertenece.<sup>(4)</sup> Un gran número de ellos sufre lesiones asociadas porque las fracturas por estrés rompen la cadena cinética de la marcha sobrecargando las articulaciones vecinas al hueso afectado y alterando toda la biomecánica de los miembros inferiores. Por esta razón no es infrecuente encontrar más de un hueso comprometido.

Las ondas de choque extracorpóreas fueron introducidas en el campo de la medicina como un elemento mecánico para el tratamiento de la urolitiasis. Una onda de choque es un impulso de presión simple que puede ser creado por una descarga eléctrica de alto voltaje produciendo una explosión por evaporación en un medio líquido. Las ondas de choque son dirigidas por un lente elíptico que las puede concentrar en regiones muy limitadas. Por sus características acústicas pueden ser transmitidas a través de los tejidos.

La posibilidad de controlar el número y la intensidad de las ondas de choque permitió probar la hipótesis de la estimulación de las células del tejido óseo con impulsos de baja energía. La consecuencia inmediata de este efecto lo constituye la reparación de la lesión ósea. Con la utilización de ondas de choque de alta energía se produce destrucción de la micro-arquitectura ósea, necrosis y neo-formación de un tejido óseo. Dicha hipótesis ha sido probada en la reparación de fracturas en modelos animales.<sup>(5)</sup> Molecularmente, las microfracturas que producen la ondas de choque liberan factores de crecimiento óseo contenidos en la matriz mineral del hueso (BMP 4 y BMP 7), capaces de inducir toda la cascada de eventos que conducen a la cicatrización ósea normal.

Teniendo en cuenta los factores biológicos y mecánicos que se intrincan en la génesis de las fracturas por estrés y sus recidivas, pensamos que las ondas de choque pueden potenciar la respuesta de remodelación ósea, disminuyendo así las recidivas y el dolor durante el periodo de recuperación.

## Materiales y métodos

Para determinar el efecto de las ondas de choque en el tratamiento de las fracturas por estrés de la tibia se realizó un experimento clínico, auto-controlado, ciego, en pacien-

tes con fracturas por estrés de tibia bilaterales, localizadas en la cortical medial, en la unión de los tercios medial y distal. Se incluyeron pacientes con fracturas por estrés del tercio medio y/o distal de tibias bilaterales que hubieran alcanzado una madurez ósea completa (determinada por carpograma) y hubieran sido manejados por 60-90 días con el tratamiento convencional de reacondicionamiento progresivo<sup>6</sup>, que persistieran sintomáticos y sin mejoría. Se excluyeron aquellos pacientes que presentaran alteraciones de la coagulación como PT y/o PTT prolongados, y los que hubieran recibido tratamiento anticoagulante (incluida la aspirina), mujeres embarazadas, trastornos menstruales,<sup>(3)</sup> pacientes con infección de tejidos blandos, hueso o infección sistémica, con compromiso de estructuras nerviosas en el foco de fractura, poli neuropatías hipersensibles al dolor, carcinomas, epifisiolisis en el foco de la fractura<sup>7</sup>, tabaquismo<sup>8</sup> y uso de cortico-esteroides<sup>9</sup>.

Se obtuvo una muestra inicial de 8 pacientes, 6 mujeres y 2 hombres. Dos de las mujeres fueron diagnosticadas con triada de la mujer atleta y fueron excluidas del estudio antes de su inicio debido a la alteración hormonal de su respuesta ósea metabólica y de su remodelación ósea. Todos los pacientes tenían 18 años en el momento en que se realizó el tratamiento. Todos eran cadetes militares activos de primer año (2 hombres y 4 mujeres), diagnosticados mediante historia clínica, radiología convencional y gammagrafía con Tc 99 10 (fracturas por estrés grados I – IV). (Figuras 1 y 2). Todos los pacientes presentaban índices de grasa corporal menores o iguales a 23 % (entre 6.5 y 23 %), con peso entre 54.3 Kg y 60.1 Kg, rangos entre los cuales se mantuvieron durante el tiempo de duración del estudio. Todos los pacientes firmaron consentimiento informado cumpliendo así con los requisitos establecidos en el Título II, artículos 15 y 16 de las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, resolución 008430 de 1.993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia.

Se utilizó una máquina de generación de ondas de choque de alta energía, electro - hidráulica, ORTHIMA® 7 (DIREX Medical Systems Ltd). (Figuras 3 y 4). Como medio de difusión de las ondas en el focalizador se utilizó solución salina normal al 0.9 % (Baxter® Colombia). Se colocó gel de base acuosa como interfase entre la membrana del focalizador y la piel de los pacientes. Se localizó el sitio de aplicación de las ondas mediante palpación y ultrasonido continuo. Durante la aplicación de las ondas no se utilizó ningún tipo de sedación. (Figura 5). Se realizaron dos sesiones de ondas

de choque de 2000 pulsos entre 0.5 y 0.7 mJ cada una sobre la tibia más dolorosa. (Tabla 1).



Figura 1. Radiografía pre-tratamiento. Se observa periostitis con interrupción de la cortical medial en la unión de los tercios medial y distal de la tibia.

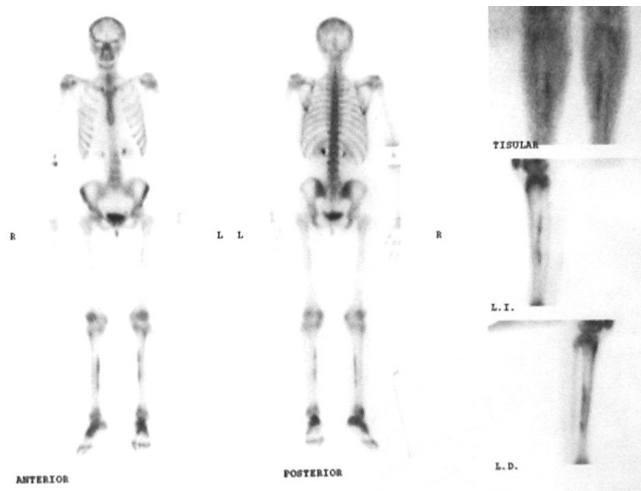


Figura 2. Gamagrafía pre-tratamiento. Se observa hipercaptación del radioisótopo en ambas corticales mediales de las tibias confirmando la lesión bilateral.

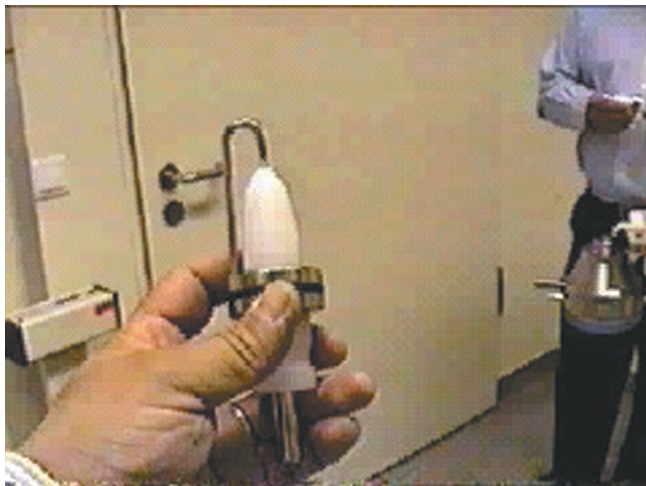


Figura 3. Bujía de conversión electroacústica de la máquina de ondas de choque.

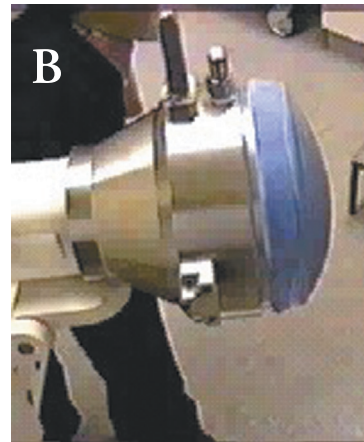
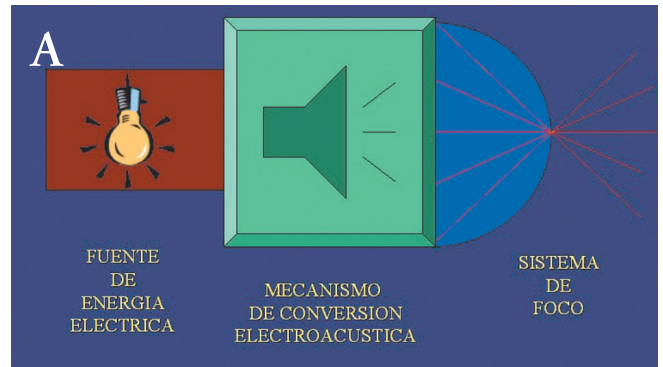


Figura 4. A. Esquema del funcionamiento de una máquina de ondas de choque. B. Máquina de ondas de choque.



Figura 5. Aplicación de ondas de choque. Se localiza el sitio anatómico en donde se aplican las ondas. El procedimiento no requiere anestesia.

Tabla 1  
Registro de aplicación de ondas de choque a cada paciente.  
Nivel II = 0.5 mJ; Nivel III = 0.55 mJ; Nivel IV = 0.6 mJ; Nivel V = 0.7 mJ.

PACIENTE	TIBIA	SESIÓN	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV	NIVEL V	TOTAL	TOTAL
No. 1	Derecha	I	600	600	800		2000	4000
		II			900	1100	2000	
No. 2	Derecha	I	500	500	1000		2000	4000
		II		200	300	1500	2000	
No. 3	Derecha	I	2000				2000	4000
		II	600	800	600		2000	
No. 4	Izquierda	I	500	500	1000		2000	4000
		II			500	1500	2000	
No. 5	Izquierda	I		2000			2000	4000
		II			1000	1000	2000	
No. 6	Izquierda	I	700	900	400		2000	4000
		II			1000	1000	2000	

El grupo control lo formaron las Tibias menos dolorosas, contralaterales al grupo de estudio, asegurando de esta manera que tanto la tibia estudio como la de control tuvieran prácticamente las mismas medidas anatómicas, caminaran los mismos pasos, cargaran el mismo peso y recibieran idéntica nutrición durante el tiempo del estudio.

Todos los pacientes fueron llevados a un programa de reacondicionamiento progresivo de acuerdo al protocolo de la Universidad de Yale (método de tratamiento universalmente aceptado en las fracturas por estrés que se presentan en los miembros inferiores).(Tabla 2). Se siguieron los estadios de progresión del plan de reacondicionamiento al mismo tiempo que las valoraciones de evolución del dolor

utilizando la escala visual análoga de dolor (rango 1 – 10) para cada una de las tibias. Los controles post - tratamiento de los pacientes se realizaron en la semana 3, 6, 7, 9, 12, 4to mes, 6to mes y al año, por personal médico y de fisioterapia independientes de la investigación, quienes fueron instruidos personalmente por los investigadores en el manejo de los formatos de recolección de datos y el examen clínico de los pacientes. Con los mismos intervalos de tiempo se realizaron evaluaciones de peso e índice de grasa corporal así como controles de la dieta recibida. Debido a que las fracturas por estrés se producen por fatiga del material óseo por cargas cíclicas, se consideró importante registrar dichas variables para controlar la magnitud de la carga recibida por las tibias en los diferentes pacientes.

**TABLA 2**

**Programa de reacondicionamiento físico  
Protocolo de terapia con ondas de choque en fracturas por estrés:**

Cada tercer día se debe avanzar al paso siguiente, si no hay dolor se continua al siguiente paso, en presencia de dolor se regresa al paso anterior, nuevamente como día cero en el paso.

Se autoriza libertad completa de ejercicio en natación y bicicleta a no ser que la fractura por estrés sea en el antepie, caso en el cual solo se da libertad completa para natación y se restringe la bicicleta.

Etapa 1

1. Caminar 2 Kilómetros
2. Caminar 300 metros, trotar 200 metros Repetir 5 veces
3. Caminar 200 metros y trotar 400 metros Repetir 3 veces
4. Caminar 400 metros y trotar 800 metros Repetir 3 veces
5. Caminar 200 metros, Trotar 1600 metros, caminar 800 metros
6. Caminar 200 metros, Trotar 1600 metros, caminar 200 metros
7. Caminar 100 metros, trotar 2 kilómetros, caminar 100 metros

Etapa 2:

8. Trotar 300 metros, Correr 200 metros Repetir 4 veces
9. Trotar 200 metros, correr 200 metros, Repetir 3 veces, caminar 400 metros
10. Trotar 400 metros, Correr 400 metros Repetir 3 veces
11. Trotar 400 metros, Correr 800 metros, Trotar 400 metros
12. Trotar 400 metros, Correr 1200 metros, Trotar 200 metros
13. Trotar 400 metros, Correr 1800 metros, Trotar 200 metros

Etapa 3: Desarrollo de agilidades

Necesarias antes de iniciar ejercicios de salto frenada. Completar un calentamiento de 1.800 metros y luego iniciar ejercicios de agilidad A. Completar un ciclo de cada ejercicio al 50 %, 75 %, y 100 % de la capacidad física. Si se presenta dolor, detener el ejercicio y continuar de acuerdo a las instrucciones de introducción. Algunos pueden completar las actividades de agilidad en un solo día sin dolor. Se continuará al día siguiente con recorridos de distancia y velocidad.

- A. Figura en 8 corriendo: Corra haciendo una figura en 8 donde los círculos tengan un diámetro de 3 metros. Complete 3 repeticiones de cada figura al 50 %, 75 %, y 100 % de la capacidad física
- B. Carioca: Corra hacia los lados cruzando las piernas primero por delante y luego por detrás 20 metros, descanse 5 segundos y regrese en dirección opuesta. Repita 4 veces cada ciclo.
- C. Correr de espaldas: Corra 20 metros de espaldas, descanse 5 segundos, repita cuatro veces.
- D. Caja de carrera: Marque un área cuadrada con cada lado de 5 metros, corra siguiendo el trazado en sentido de las manecillas del reloj 5 veces, y repita en sentido contrario.
- E. Salto vertical: Salte al 50% de su capacidad y haga una marca en la pared, Repita el salto 10 veces. Cambie la marca al 100% y salte 10 veces.

Etapa 4: Regreso a la actividad normal.

Sesiones de práctica con 1) calentamiento previo, 2) aumento gradual de velocidad, 3) aumento gradual de intensidad, 4) aumento gradual en velocidad e intensidad en movimientos específicos del ejercicio. Después de la práctica realice ejercicios de enfriamiento.

Al tercer mes se tomó un control gamagráfico, realizando la clasificación de cada una de las fracturas en grados I-IV 10 para comparar los resultados con los datos iniciales. (Figura 6). Igualmente se tomaron radiografías de control a los tres meses de iniciado el tratamiento.

Para el análisis de los datos se utilizó una prueba de Kruskal – Wallis para dos grupos (Epi-Info 6.04 OMS-CDC) fijando un error Beta de 0.1 y un valor de P menor a 0.05. Para determinar el valor de alfa se utilizó el valor de Kruskal – Wallis H (equivalente al Chi cuadrado) con un grado de libertad.

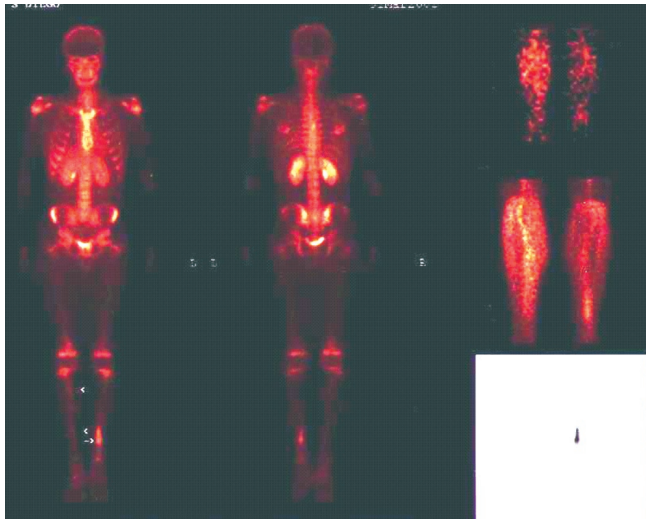


Figura 6. Gamagrafía de control al tercer mes post-tratamiento. No hay cambios con respecto a la gamagrafía inicial.

## Resultados

Para determinar el efecto de las ondas de choque en el tratamiento de las fracturas por estrés aplicamos 2000 pulsos de ondas sónicas a 6 pacientes con fracturas por estrés de tibia bilaterales a los que seguimos clínica, radiológica y gamagráficamente. Uno de los pacientes (sexo masculino) no completó todo el protocolo del estudio por cambio de residencia y fue excluido del mismo.

Durante las seis primeras semanas post-tratamiento no se presentaron diferencias entre los grupos ni en reposo, (Figura 7) ni durante la actividad de reacondicionamiento, ni después de esta, ni en la palpación durante el examen clínico. Durante la sexta semana post-tratamiento ya habían diferencias porcentuales con menor dolor en el grupo tratado durante la actividad de reacondicionamiento y después de la misma, pero estas no fueron estadísticamente

significativas. En la séptima semana de tratamiento el dolor en el grupo de tibias tratadas durante la actividad física de reacondicionamiento fue de 1 en la escala análoga visual (EAV), contrastando con el grupo control en el cual el 60 % (tres pacientes) presentó un valor de 3, y el 40 % (dos pacientes) restante valor de 1 en la misma escala {1 + 0 (SD) vs. 2.4 + 0.548 (SD) dolor EAV,  $P < 0.01$ ;  $\eta^2 = 0.1$ }. (Figura 8). Similarmente en el mismo corte de tiempo (7 semanas) después de la actividad deportiva, la diferencia con menor dolor para el grupo tratado también fue estadísticamente significativa {1 + 0 (SD) vs. 2.6 + 0.548 (SD) dolor EAV,  $P < 0.01$ ;  $\eta^2 = 0.1$ }. (Figura 9).

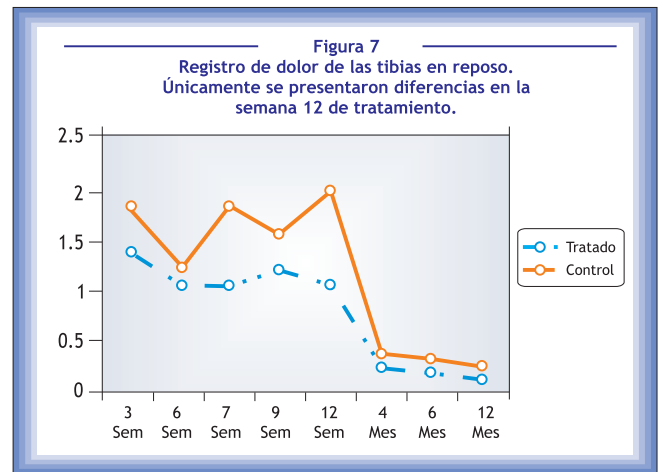


Figura 7. Registro de dolor de las tibias en reposo. Únicamente se presentaron diferencias en la semana 12 de tratamiento.

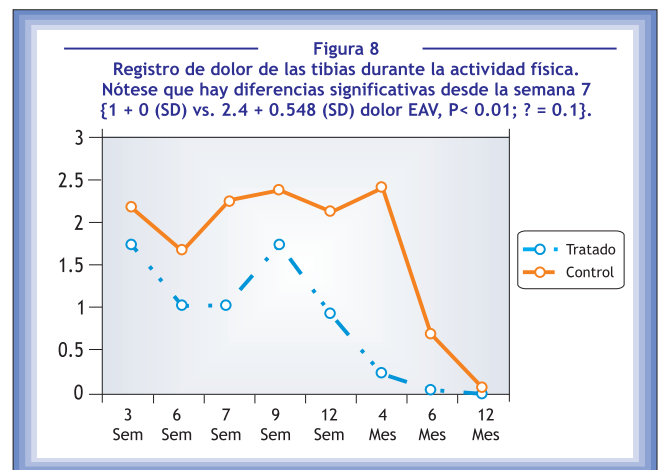
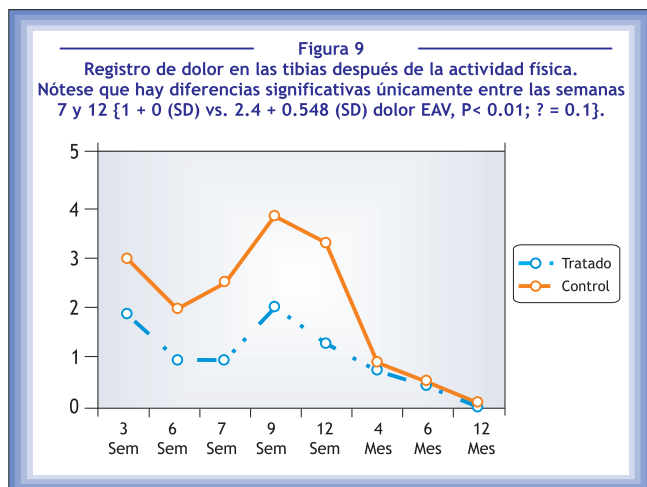


Figura 8. Registro de dolor de las tibias durante la actividad física. Nótese que hay diferencias significativas desde la semana 7 {1 + 0 (SD) vs. 2.4 + 0.548 (SD) dolor EAV,  $P < 0.01$ ;  $\eta^2 = 0.1$ }.

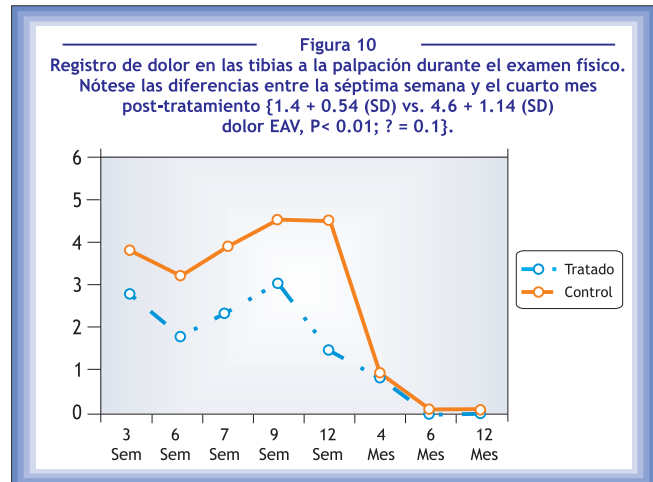
Aunque en la novena semana también hubo menos dolor en el grupo de tibias no tratadas, las diferencias no tuvieron significación estadística. En la duodécima semana todos los pacientes se encontraban en la etapa 4 de reacondicionamiento progresivo; nuevamente, se presentaron diferencias, con menor dolor en el grupo de tibias tratadas después de la actividad {1.2 + 0.44 (SD) vs. 3.4 + 1.5 (SD) dolor EAV,  $P < 0.03$ ;  $\eta^2 = 0.1$ } y al examen clínico en la palpación {1.4 + 0.54 (SD) vs. 4.6 + 1.14 (SD) dolor EAV,  $P < 0.01$ ;  $\eta^2 = 0.1$ }. (Figura 10). Ninguno de los pacientes había regresado a la actividad deportiva.

En el 4<sup>to</sup> mes de seguimiento se presentaron diferencias significativas en favor del grupo tratado {1 ± 0 (SD) vs. 2.6 ± 1.14 (SD) dolor EAV,  $P < 0.02$ ;  $\eta^2 = 0.1$ }, ninguno de los pacientes había aún retornado a su actividad deportiva normal y la limitante en los 5 pacientes era el dolor en la tibia no tratada. Lo mismo sucedió en el 6<sup>to</sup> mes post-tratamiento en el cual tres de los pacientes (tres mujeres) aun no habían podido regresar a su actividad militar y deportiva cotidiana por persistencia del dolor en la tibia no tratada {1 ± 0 (SD) vs. 1.8 ± 0.8 (SD) dolor EAV,  $P < 0.05$ ;  $\eta^2 = 0.1$ }. Al año de haber realizado el tratamiento todos los pacientes habían regresado a la actividad deportiva y se encontraban asintomáticos.

No hubo correlación entre el control gamagráfico del tercer mes y la gamagrafía inicial, ni tampoco al confrontarlo con el estado clínico de mejoría de los pacientes en la semana 12.



**Figura 9.** Registro de dolor en las tibias después de la actividad física. Nótese que hay diferencias significativas únicamente entre las semanas 7 y 12 {1 + 0 (SD) vs. 2.4 + 0.548 (SD) dolor EAV,  $P < 0.01$ ;  $\eta^2 = 0.1$ }.



**Figura 10.** Registro de dolor en las tibias a la palpación durante el examen físico. Nótese las diferencias entre la séptima semana y el cuarto mes post-tratamiento {1.4 + 0.54 (SD) vs. 4.6 + 1.14 (SD) dolor EAV,  $P < 0.01$ ;  $\eta^2 = 0.1$ }.

Tampoco se presentaron diferencias radiológicas entre las tibias al comparar la radiografía inicial con la radiografía de control al tercer mes, ni para el grupo de estudio ni para el grupo control. No hubo variaciones importantes en los pacientes con respecto al peso e índice de grasa corporal.

## Discusión

La litotripcia extracorpórea con ondas de choque disminuye el tiempo de recuperación, las recidivas y el dolor durante el periodo de recuperación en fracturas por estrés de la tibia en atletas de alto rendimiento. Nuestros resultados indican que hay diferencias significativas en los tiempos de recuperación en el grupo tratado frente al grupo no tratado. Adicionalmente, nuestros resultados muestran que la litotripcia extracorpórea con ondas de choque puede ser utilizada con seguridad en el manejo de las fracturas por estrés de la tibia, para disminuir el tiempo de recuperación, el dolor y acortar el periodo de reentrenamiento progresivo de los atletas. No conocemos estudios previos reportados en la literatura en los cuales se haya realizado este tipo de tratamiento en pacientes con fracturas por estrés.

El tiempo de recuperación y el curso clínico de las fracturas por estrés de la tibia en el grupo control, manejado únicamente con reacondicionamiento progresivo, fue de seis meses a un año. Dicho tiempo de recuperación es el normalmente esperado para las fracturas por estrés de acuerdo con los reportes de Gilbert<sup>2</sup> y Reeder<sup>17</sup>.

Diesch,<sup>10</sup> Loew,<sup>11</sup> Siebert,<sup>12</sup> y Rompe<sup>13</sup> habían reportado previamente el efecto terapéutico y analgésico de las ondas de choque en tendinitis insercionales. Sin embargo, en el caso de nuestro estudio, este efecto inicial no fue observado. La disminución del dolor comenzó a ser evidente a la séptima semana post-tratamiento en las tibias tratadas. Este hallazgo es el que nos permite asegurar que la litotripcia extracorpórea puede ser utilizada con seguridad en el tratamiento de las fracturas por estrés de la tibia. La presencia del dolor es el elemento que impide el avance del paciente en el protocolo de reacondicionamiento progresivo. Un efecto analgésico inicial no es deseado porque puede enmascarar la progresión de la fractura por estrés e igualmente favorecer la aparición de recidivas<sup>14</sup>.

No se encontraron diferencias en el seguimiento radiológico y gamagráfico de las fracturas por estrés en ninguno de los grupos, lo cual contrasta con reportes previos de Prather<sup>15</sup> y Reeder<sup>6</sup> que muestran que la gamagrafía ósea con Tecnecio 99 es útil tanto en el diagnóstico como en el seguimiento de las fracturas por estrés. Dicho hallazgo se podría explicar porque al tomar la gamagrafía al tercer mes post-tratamiento el tejido óseo aún se encuentra siendo remodelado activamente, proceso dependiente de un aporte vascular aumentado<sup>16</sup>.

Aunque el estudio comprende únicamente cinco pacientes, el hecho de ser autocontrolado da poder a los resultados. Una debilidad del estudio la constituye el hecho de no haber cegado a los pacientes. Una forma eficaz de cegarlos hubiera sido la no utilización de interfase de gel acuosa entre el generador de ondas de choque y la piel del paciente en las tibias del grupo control impidiendo así la transmisión de las ondas de choque desde el generador hasta los tejidos del paciente.

Teóricamente la osteoinducción generada por las ondas de choque aumenta el área de corte transversal en el hueso, aumentando así el módulo de fatiga – falla del mismo<sup>17</sup>. Las respuestas del tejido óseo a estímulos físicos y microfracturas, aún son pobremente entendidos<sup>18,19</sup>. Existen muchos eslabones perdidos en la cadena de acoplamiento molecular del proceso de remodelación ósea que hacen difícil explicar las respuestas del sistema musculoesquelético a los estímulos eléctricos, cambios de presión y temperatura<sup>20</sup>. Una vez estos hayan sido aclarados, el tratamiento de las fracturas por estrés seguramente estará basado en evidencia más que en observaciones aisladas.

Swenson<sup>21</sup>, reportó como tratamiento adicional al reacondicionamiento progresivo la utilización de una ortesis neumática. Sin embargo su estudio, que incluye 18 pacientes en una serie de casos, no tiene controles adecuados ni diferencia los tipos de comportamiento mecánico de las fracturas por estrés (en compresión o en tensión) en diferentes localizaciones anatómicas.

Otros autores como Bruger<sup>22</sup> e Ikeda<sup>23</sup> han reportado resultados variables en el manejo de la pseudoartrosis de huesos largos. Sin embargo Ikeda obtiene mejores resultados utilizando dosis bajas y limitando la utilización de la litotripcia extracorpórea a las extremidades inferiores (80%) aduciendo que el comportamiento mecánico de los huesos largos en los miembros superiores es diferente al de los miembros inferiores. Aunque las fracturas por estrés no se comportan mecánicamente como una pseudoartrosis, el grupo de pacientes que se incluye en este estudio sí presenta un retardo de consolidación de sus fracturas por estrés y es probable que los factores biológicos moleculares sean los mismos en ambos casos.

La evaluación del dolor mediante la escala visual análoga en los pacientes ha sido considerada ampliamente como un elemento subjetivo. Sin embargo, el valor de dolor utilizado por nosotros no es el absoluto sino la diferencia entre el dolor de una tibia respecto a la contralateral. Un posible sesgo en la evaluación del dolor lo puede presentar el hecho de no haber cegado la aplicación de las ondas de choque.

Para un deportista de alto rendimiento o para un recluta militar, un tiempo de cuatro meses de inactividad muchas veces hace la diferencia entre continuar con su actividad o no. En cuatro meses se pierde el gesto deportivo y el desacondicionamiento físico que la incapacidad genera coloca al deportista casi en el punto de partida dentro de la actividad que desempeña. Estos dos hechos dan relevancia a la coadyuvancia de la litotripcia extracorpórea con ondas de choque en el manejo de las fracturas por estrés.

Teniendo en cuenta los resultados de este estudio piloto, consideramos relevante conducir un estudio más completo en atletas de alto rendimiento y cadetes militares.

## Bibliografía

1. Belkin SC. Stress Fractures in Athletes. *Orthop Clin North Am.* 1980; 11: 735-41
2. Gilbert RS, Johnson HA. Stress fractures in military recruits: A review 12 years experience. *Military Medicine* 1996; 131:716-21

3. Pope R. Prevention of Pelvic stress fractures in female Army Recruits. *Military Medicine* 1999; 164 (5):370-3
4. Matheson GO, Clement DB, Mckenzie DC: Stress Fractures In Athletes: A Study Of 320 Cases. *Am J Sports Med* 1987; 15: 46-58
5. Haist J. Osteorestitution via Shock wave therapy. A new possibility of treating disturbed bone union. *Extracorporeal Shock Waves in orthopedics*. Berlin: Springer; 1998 p.19-129.
6. Reeder M, Dick B, Atkins J, Pribis A. Stress Fractures: current Concepts of diagnosis and treatment. *Sports Medicine* 1996; 22 (3): 198 -212
7. Direx Medical Systems Ltd. Orthima clinical study for epicondylitis. 1998
8. Brown W; Orme T.J; Richardson H.D. The rate of pseudoarthrosis (surgical nonunion) in patients who are smokers and patients who are nonsmokers: a comparison study. *Spine* 1986; 11: 942-943
9. Sambrook P; Birmingham J. et al. Corticosteroid effects on proximal femur Bone loss. *J Bone Miner Res* 1990; 5 (12): 1211-1216
10. Diesch R., Haupt G. extracorporeal shock wave therapy of pseudoarthrosis, tendinosis calcarea of the shoulder, and calcaneal spur. *Extracorporeal Shock Waves in orthopedics*. Berlin: Springer; 1998 p. 131-136
11. Loew M. Daecke W. et al. Shock wave Therapy is effective for chronic calcifying tendonitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 1999; 81B:863-867
12. Siebert W. Results of shock wave therapy of tendinosis calcarea from the orthopedic hospital in Kassel. *Extracorporeal Shock Waves in orthopedics*. Berlin: Springer 1998 p. 35-58
13. Rompe J, Kirkpatrick C. et al. Dose-related effects of shock waves on rabbit tendo Achilis. *The J Bone Joint Surgery Br* 1998; 80B: 546-552
14. Rompe J. et al. Analgesic effect of extracorporeal Shock Wave therapy on chronic tennis elbow. *J Bone Joint Surg Br* 1996; 78B: 236-237
15. Prather JL, Nusynowitz ML, Snowdy HA, Hughes AD, Mc Cartney WH. Scintigraphic findings in stress fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59-A: 869 – 74.
16. Heppenstall R.B.; Grislis B.A.; Hunt K. Tissue gas tensions and oxygen consumption in healing bone defects. *Clin Orthop* 1975; 106: 357 – 365
17. Turner C.H., Burr D.B. Basic Biomechanical measurements of bone: A tutorial. *Bone* 1993; 14:595 - 608
18. Stevenson S., Cunningham N., Toth J., et al. The effect of osteogenin ( a bone morphogenetic protein) on the formation of bone in orthoptic segmental defects in rats. *J Bone Joint Surg* 1994; 76 A: 1676 – 1687
19. Bostrom M, Lane JM, Tomin E, et al. Potential role of bone morphogenetic proteins in fracture healing. *Clin Orthop* 1998; 230: 257 – 265.
20. Yasko A.W.; Lane J.M.; Fellingner E.J.; The healing of segmental bone defects, induced by recombinant human bone morphogenetic protein (rh BMP-2). A radiographic, histological and biomechanical study in rats. *J Bone Joint Surg* 1992; 74 A: 659 – 670
21. Swenson, E. J., Jr., DeHaven, K. E., Sebastianelli, W. J., Hanks, G., Kalenak, A., and Lynch, J. M. The effect of a pneumatic leg brace on return to play in athletes with tibial stress fractures. *Am J Sports Med* 1997; 25 (3): 322-328
22. Burger R. et al. Shock Wave treatment for pseudoarthrosis. *The J Urology*. 1995; 154: 260A
23. Ikeda K.; Tomita k.; Takayama K. Application of extracorporeal shock wave on bone. *J. Trauma* 1999; 47 (5): 946 – 950