

Revista Mexicana de
Medicina Física y Rehabilitación

Volumen
Volume **13**

Número
Number **3**

Julio-Septiembre
July-September **2001**

Artículo:

Ultrasonido de baja intensidad en el
tratamiento de la consolidación ósea
de radio y cúbito

Derechos reservados, Copyright © 2001:
Sociedad Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación, AC

**Otras secciones de
este sitio:**

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

***Others sections in
this web site:***

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)



Medigraphic.com

Ultrasonido de baja intensidad en el tratamiento de la consolidación ósea de radio y cúbito

Dra. María del Pilar Díez García,* Dra. Fabiana Ballesteros Riverón,** Dr. Roberto Coronado Zarco,**
Dra. Eva Cruz Medina,** Tf. Andrea Espejo Medina,*** Dra. Lorena Lara Alvarado,****
Dra. Patricia Araceli Saavedra Mercado*****

RESUMEN

Introducción: La aplicación de ultrasonido (US) a las fracturas tiene como fin producir una presión mecánica generando estrés en el hueso y en los tejidos circundantes se ha demostrado que produce un incremento de la formación de callo óseo blando. **Material y métodos:** Se estudiaron 30 pacientes divididos en dos grupos de 15, edad mínima 15, máxima 61 años, en ambos sexos, se estudió tipo y lugar de fractura, implante, tiempo de consolidación, en un grupo con ultrasonido y otro sin ultrasonido. (0.3 w/cm² deslizamiento por 10 minutos en sitio de fractura). **Estadística:** t de Student. **Resultados:** Tipo de fractura transversa y oblicua corta, tercio medio de diáfisis en radio y cúbito, clavo de Hunec y placa DCP en radio y cúbito grupo 1 sin US, con promedio consolidación grado 2, 52 días, grupo 2 con US, 34 días, sin diferencia significativa, consolidación grado 3: grupo 1, 132 días, grupo 2, 49 días p = 0.0001, consolidación grado 4: grupo 1, 270 días, grupo 2, 79 días, p = 0.0001. **Discusión:** El ultrasonido disminuye la inflamación, aumenta vascularización y fosfatasa alcalina, incrementa el ingreso de calcio, aumento de proteínas, síntesis de DNA en los fibroblastos, lo que acelera el proceso de consolidación. **Conclusión:** La aplicación de ultrasonido en el lugar de la fractura provoca estrés mecánico y cambio piezoeléctrico en el hueso ocasionando un crecimiento del tejido, acortando el tiempo de la consolidación ósea.

Palabras clave: Ultrasonido, fracturas, crecimiento, hueso.

ABSTRACT

Introduction: Ultrasound effect on fractures produces a mechanical pressure that stress bone an surrounding tissues. Duarte in 1983, demonstrate an increase of bone callus. **Materials and methods:** We study two groups of 15 patients, age range 15-61 years old, both genders, analyzing localization and type of fracture, metallic implant, time of consolidation, applying in group 1 ultrasound and group 2 without ultrasound (0.3 w/cm² for 10 minutes at fracture site). **Statistics:** Student's T. **Results:** Type transverse and short oblique fracture at bone shaft with Hunec's nail and DCP plate in radius and ulnar bone. Consolidation grade 2: group 1, 52 days, group 2, 32 days without significant differences. Consolidation grade 3: group 1: 132 days, group 2, 49 days (p= 0.0001). **Discussion:** Ultrasound diminished inflammation, increases vascularization and alkaline phosphatase increasing calcium and increasing proteins, fibroblast DNA synthesis that can accelerate the consolidation process. **Conclusions:** ultrasound application on site of fracture produces a mechanical stress and a piezoelectric effect on bone and generating growth in tissues, reducing time of bone consolidation.

Key words: Ultrasound, fractures, growth, bone.

INTRODUCCIÓN

El ultrasonido tiene diversas aplicaciones médicas en las que se incluyen; terapéutica, quirúrgica y procedimientos diagnósticos. En la terapéutica convencional el ultrasonido a intensidad de 1-3 watts/cm² ha sido utilizado para disminuir el edema, dolor, espasmos musculares, movilidad articular, etc. Sin embargo algunos autores como Duarte y Xavier¹ lo han utilizado para acelerar el proceso de conso-

lidación ósea o inducirla en la no unión de fracturas diafisarias. Pilla 1990² demostró en osteotomías de hueso diafisario de conejo que el ultrasonido a baja intensidad acelera el proceso de la consolidación. Knoch 1990, Kreshansen 1990, Klug 1986³ demostraron la rápida maduración del callo y la temprana curación inducida en las fracturas cerradas de conejo después de la estimulación con ultrasonido con nivel de intensidad de mayor magnitud que Duarte y Pilla. Cook 1996, estudió la consolidación en radio

* Jefe de Servicio Rehabilitación en Traumatología. Centro Nacional de Rehabilitación/Ortopedia.

** Médico Adscrito al Servicio de Rehabilitación en Traumatología. Centro Nacional Rehabilitación/Ortopedia.

*** Terapeuta Físico Adscrito a la División de Rehabilitación. Centro Nacional de Rehabilitación/Ortopedia.

**** Médico Residente. Centro Nacional de Rehabilitación/Ortopedia.

distal en pacientes fumadores confirmando que reduce la incidencia de no unión.⁴ Ryaby 1992, mostró que el ultrasonido de baja intensidad pulsátil produce efecto multifuncional en el sistema celular teniendo un efecto directo en la formación de hueso, incrementando la entrada de calcio y modulando la actividad de la adenil-ciclasa del factor de crecimiento, en la respuesta de la hormona paratiroidea y en efectos de la proteína morfogenética ósea.⁵

Balander 1994, demostró que la expresión de proteoglicanos ocurre tempranamente con el uso del ultrasonido, estimulando la formación de callo, con efecto en la colágena tipo II, en cartílago el cual se forma tempranamente y madura más rápidamente acelerado por el proceso de osificación endocondral y una progresión en el desarrollo de la fuerza del hueso. La aplicación de ultrasonido a fracturas resulta en ondas de presión mecánica que producen estrés micromecánico y fuerza al hueso y tejidos circundantes. Nosotros pensamos que aplicando el ultrasonido de baja intensidad a pacientes con fracturas de radio y cúbito, se reducirá el tiempo de la consolidación ósea, y seleccionamos huesos no expuestos a carga mecánica para valorar mejor la consolidación ósea.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron en el Centro Nacional de Rehabilitación en el periodo de marzo de 1994–1999, en el Servicio de Rehabilitación en Traumatología, 30 pacientes de ambos sexos divididos en grupos de 15, un grupo control de pacientes atendidos con fractura de radio y cúbito y otro experimental con aplicación de ultrasonido en el área de la fractura de radio y cúbito, a dosis de 0.3 w/cm² por deslizamiento en el área del trazo de fractura durante diez minutos con una duración de 10 días en tres series, en total 30 días de aplicación de ultrasonido.

La forma de clasificar la consolidación fue: grado 1 inicio de la consolidación, grado 2 inicia callo óseo, grado 3 callo óseo abundante con trazo de fractura visible, grado 4 callo óseo sin observar trazo de fractura en clavo centromedular. La consolidación en placas es endomedular observándose el trazo de fractura o no.

Estadística: T Student P = 0.0001.

RESULTADOS

Grupo control (sin ultrasonido), 15 pacientes 7 hombres y 8 mujeres, edad mínima 15, máxima 65, promedio 42 años. Lugar de origen Puebla, Distrito Federal y Estado de México. Ocupación, labores del hogar, comerciantes. Mecanismo de lesión caída 100%. Tipo de fractura transversa 7 (46%), oblicua corta 8 (55%). Lugar de la fractura tercio

medio 15 (100%). Implante: placa DCP 6 (40%), clavo de Hunec 9 (60%).

Grupo experimental (con ultrasonido): 15 personas, 7 hombres, 8 mujeres. Edad mínima 15 años, máxima 65 años, promedio 42 años. Lugar de origen Estado de México, Distrito Federal, Morelos y Oaxaca. Ocupación: labores del hogar y comerciantes. Mecanismo de lesión: caída 100%. Tipo de fractura transversal 6 (40%), oblicua corta 9 (60%), lugar de la fractura: tercio medio 100%, implante placa DCP, 6 (40%), clavo de Hunec 9 (60%) (Figuras 1, 2 y 3).

Resultados de la consolidación (Figura 4):

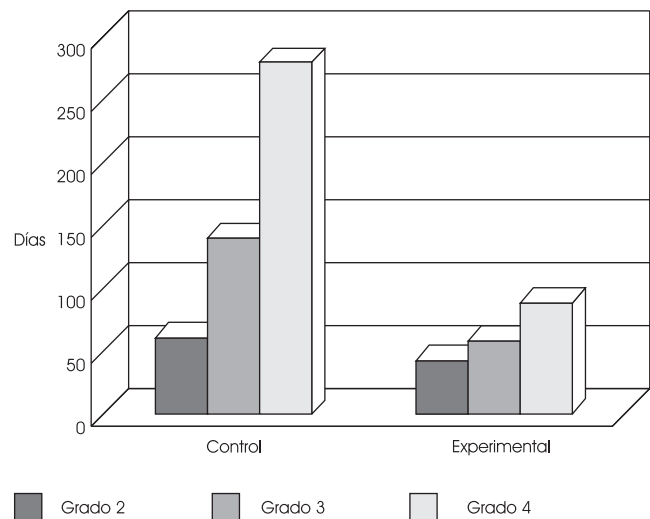


Figura 1. Duración en días según grado de consolidación de fracturas de cúbito y radio con la aplicación de grupo control (sin ultrasonido) vs ultrasonido.



Figura 2. Que muestra la fractura distal de radio (AP y lateral).



Figura 3. Muestra el tratamiento quirúrgico con fijación interna.



Figura 4. Muestra el callo óseo sin trazo de fractura.

Grado 2 promedio 34 días con ultrasonido, 52 días sin ultrasonido.

Grado 3 promedio 49 días con ultrasonido, 132 días sin ultrasonido.

Grado 4 promedio 79 días con ultrasonido, 270 días sin ultrasonido.

Estadística: Grado 2: $p = 0.134$; Grado 3 $p = 0.0001$; Grado 4 $p = 0.0001$.

DISCUSIÓN

La aplicación de ultrasonido a fracturas resulta de ondas de presión mecánica que producen estrés micromecánico y fuerza al hueso y tejidos circundantes. Ayuda a la remodelación del hueso esponjoso y cambios mecánicos de la fisiología del hueso relacionada con la ley de Wolf, el micromovimiento en el lecho de la fractura producen el crecimiento interno vascular. Duarte demostró el incremento del callo blando por la aceleración de las proteínas relacionados con el cartílago durante etapas tempranas de consolidación ósea. Xavier y Duarte,¹ reportaron aceleración del tejido de consolidación en pseudoartrosis de tibia. Cook realizó estudios en pacientes fumadores que se beneficiaron con el tratamiento con ultrasonido.⁴ Wang y Yang demostraron incremento en la cantidad de callo de fractura, rigidez, fuerza, la osificación endocondral después del tratamiento de fracturas femorales en ratas con ultrasonido de baja intensidad.⁶ Heckman estudió 18,642 fracturas con ultrasonido de baja intensidad obteniendo acortamiento en el tiempo de la consolidación ósea.⁷ Los autores han considerado que los efectos biológicos son causados por fuerzas mecánicas estáticas y cambios que se presentan en las ondas del ultrasonido, esta presión puede mediar la actividad biológica actuando por deformación mecánica de la membrana celular e indirectamente por un efecto eléctrico causando deformación celular. Este efecto eléctrico llamado piezoelectrico se atribuye el efecto de osteogénesis.⁸

El mecanismo de interacción del ultrasonido con los sistemas biológicos basado en transferencia de protones, la conducción de protón, las variaciones en las ondas de ultrasonido alteran el movimiento del protón desde el agua hasta el soluto en cadenas de aminoácidos o sales metálicas y viceversa.

El ultrasonido disminuye la inflamación aumenta la neovascularización y actividad de la fosfatasa alcalina, lisosomas por medio del efecto piezoelectrico. La formación del tejido cartilaginoso a partir de tejido fibroso y la nueva formación del tejido óseo, la cavitación puede inducir vibración y cambios en la membrana celular lo que incrementa el ingreso de calcio, proteínas, síntesis de ADN en los fibroblastos están activos en fases en la reparación inicial de la fractura, la cavitación estable pudiera inducir cambios en las células para acelerar el proceso de la reparación. Se han demostrado cambios importantes en la formación y resorción ósea aumenta el flujo de calcio, aumentando la adenil-ciclasa, y del factor de crecimiento beta, efecto en las proteínas morfogenéticas del hueso y la respuesta de la hormona paratiroidea.⁹ La estimulación del ultrasonido incrementa los niveles del RNAm de los proteoglicanos, de la procolágena tipo II no incrementa la expresión de genes relacionados con el hueso, se demostró

que el fenotipo de las células óseas no se altera con la exposición del ultrasonido.¹⁰

En nuestros resultados en un estudio comparativo se obtuvo un incremento de la consolidación en 32 días, llegó a consolidación grado 2 sin ser estadísticamente significativo, los grados 3 y 4 que se considera estadísticamente significativo 48 días y 79 días en comparación de 132 días y 270 días del grupo control/experimental. El lograr que un tejido inicie y progrese su crecimiento garantiza la salud de la fractura y del implante que esté seleccionado en el tratamiento del paciente. El ultrasonido es un medio no invasivo que permite al paciente el tratamiento sin dolor con garantía de un proceso biológico eficaz, coincidiendo con Duarte y Hanneken que encontraron una reducción en el tiempo de consolidación.

CONCLUSIÓN

La aplicación de ultrasonido es un método sencillo no invasivo a una dosis mínima de 0.3 w/cm² por deslizamiento en el sitio de la fractura, no provoca molestia ni dolor a los pacientes; es un método adecuado para asegurar el proceso de consolidación de la fractura, y prevenir la no unión y la pseudoartrosis. El ultrasonido disminuye la inflamación, aumenta la vascularización, la fosfatasa alcalina incrementa el ingreso de calcio, aumenta las proteínas, la síntesis de DNA en los fibroblastos lo que acelera el proceso de consolidación.

REFERENCIAS

1. Duarte. The stimulation of bone growth by ultrasound. *Arch Orthop Trauma Surg* 1983; 101: 153-59.
2. Pilla. A non invasive low intensity pulsed ultrasound accelerates bone healing in the rabbit. *J Orthop Trauma* 1990; 4: 246-253.
3. Kristiansen. Accelerated healing of distal radial fractures with the use of specific low intensity ultrasound. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1997; 79A: 961-973.
4. Cook. Acceleration of tibial and distal radius fracture healing in patients who smoke. *Clinical Orthopedics and Related Research* 1997; 337: 198-207.
5. Ryaby J. Low intensity pulsed ultrasound increases calcium incorporation in both differencing cartilage and bone cell cultures. *Trans Orthop Res Soc* 1989; 14: 15.
6. Wang. Low intensity ultrasound treatment increases strength in a rat femoral fracture model. *Journal of Orthop Research* 1994; 12: 40-47.
7. Heckman. Acceleration of tibial fracture healing by non invasive low intensity pulsed ultrasound. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 1994; 76A; 1: 26-34.
8. Zorlu. Comparative study of the effect of ultrasound and electrostimulation on bone healing in rat. *Am J Phys Rehab Med Rehabil* 1998; 77: 427-433.
9. Parivi. Low intensity ultrasound stimulates proteoglycans synthesis in rat chondrocytes by increasing aggrecan gene expression. *Journal of Orthopaedics Research* 1999; 17: 488-94.
10. Parivizi. Low intensity ultrasound increases intracellular concentration of calcium in chondrocytes. *The Journal Bone Joint Surgery* 1997; 79B suppl IV 452.
11. Behair. Ultrasound propagation in vivo bone. *Ultrasonic* 1981; 87-90.
12. Tarzer. Effect of noninvasive low intensity ultrasound of bone growth into porous-coated implants. *J Orthop Res* 1996; 14: 901-5.
13. Kyu-Hyun Y. Exposure to low intensity ultrasound increases aggrecan gene expression in a rat femur fracture model. *J Orthop Research* 1996; 14: 802-8.
14. Mortimer J. The effect of therapeutic ultrasound on calcium uptake in fibroblast. *Ultrasound in Med & Biol* 1984; 14: 499-505.
15. Yang K. Low intensity ultrasound stimulates fracture healing in rat model biomechanical and gene expression analysis. *Trans Orthop Res Soc* 1994; 19: 519.

Domicilio para correspondencia:
Dra. María del Pilar Diez García
Centro Nacional de Rehabilitación/Ortopedia
Othón De Mendizábal 195 Zacatenco
Tel. 55 86 03 00 Ext. 134
Fax:
E-mail: pdiez@cnr.gob.mx

