



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO.  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO**



**PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA.  
HOSPITAL GENERAL NACIONAL “DR. ÁNGEL LARRALDE”**

**ONDAS DE PRESIÓN RADIAL COMO UN NUEVO ENFOQUE EN EL MANEJO  
DE LA PSEUDOARTROSIS Y RETARDO DE LA CONSOLIDACIÓN ÓSEA**

**Autora:** Dra. Mary S Chávez S.

C.I. V-23.409.025.

**Tutor Clínico:** Dr. Raúl Chirinos

C.I. V-12.932.692.

Bárbula, Diciembre 2023



Valencia – Venezuela



Dirección de Asuntos Estudiantiles  
Sede Carabobo

## ACTA DE DISCUSIÓN DE TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

En atención a lo dispuesto en los Artículos 127, 128, 137, 138 y 139 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo, quienes suscribimos como Jurado designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad de Ciencias de la Salud, de acuerdo a lo previsto en el Artículo 135 del citado Reglamento, para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado:

### ONDAS DE PRESIÓN RADIAL COMO UN NUEVO ENFOQUE EN EL MANEJO DE LA PSEUDOARTROSIS Y RETARDO DE LA CONSOLIDACIÓN OSEA

Presentado para optar al grado de **Especialista en Traumatología** por el (la) aspirante:

**CHÁVEZ S., MARY S.**  
C.I. V – 23409025

Habiendo examinado el Trabajo presentado, bajo la tutoría del profesor(a): Raúl Chirinos C.I. 12932692, decidimos que el mismo está **APROBADO CON MENCIÓN HONORÍFICA.**

Acta que se expide en valencia, en fecha: **16/12/2023**

**Dr. Raúl Chirinos**  
Médico Traumatología Ortopedia  
C.I. 12.932.692 - MPPS: 03173 - CM: 7405

**Dr. Oscar Enrique Cabrera**  
TRAUMATOLOGIA Y ORTOPEDIA  
M.P.F.S. 35.913 C.M. 3.703  
M.P. Y - 07000000

**Prof. Raúl Chirinos**  
(Pdte)  
C.I. 12932692  
Fecha

**Prof. Oscar Cabrera**  
C.I. 7.030.595  
Fecha

TG:146-23



**Dr. Wilmer García**  
Médico Traumatología Ortopedi-  
C.I. 0710231 - MPPS: 49771 - CM: 6860

**Prof. Wilmer García Molina**  
C.I. 8706231  
Fecha

Ciudadano

Dr. José Corado

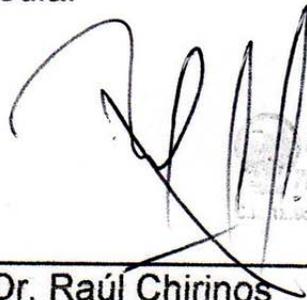
Decano de la Facultad Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo.

Presente. -

### Informe Mención Honorífica

Quienes suscriben el acta, jurados de la tesis especial de grado "ONDAS DE PRESION RADIAL COMO UN NUEVO ENFOQUE EN EL MANEJO DE LA PSEUDOARTROSIS Y RETARDO DE CONSOLIDACIÓN OSEA" presentado por el ciudadano: **CHÁVEZ S., MARY S.**, titular de la cedula de identidad N° **23409025**. Nos damos constituidos y convenimos en la resolución con aprobación y consideramos: **MENCIÓN HONORÍFICA** en vista de tener pertinencia con una de las líneas de investigación del programa de Postgrado, por ofrecer un tratamiento novedoso en el tema en estudio, por agregar valor en el área de conocimiento del Postgrado de Traumatología y Ortopedia, por tener un rigor metodológico adecuado, por poseer una sustentación teórica solida con referencias pertinentes y actualizadas y que puede generar nuevas líneas de investigación y/o trabajos en el área de la Traumatología y Ortopedia.

Atentamente,



Dr. Raúl Chirinos  
Traumatología Ortopedia  
C.I. 12.932.692 - MPPS: 0973 - CM: 7403

Dr. Raúl Chirinos

C.I. 12.932.692.

Traumatólogo Ortopedista  
Jurado



Dr. Oscar Cabrera  
TRAUMATOLOGIA Y ORTOPIEDIA  
M.P.P.S. 38.913 C.M. 3.703  
TEL. V-07030303

Dr. Oscar Cabrera

C.I. 7.030.595

Traumatólogo Ortopedista  
Jurado



Dr. Wilmer Garcia  
Traumatología Ortopedia  
C.I.: 8708231 - MPPS: 49771 - CM: 6960

Dr. Wilmer Garcia

C.I. 8.708.231

Traumatólogo Ortopedista  
Jurado



UNIVERSIDAD DE CARABOBO.  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN DE  
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
HOSPITAL GENERAL NACIONAL “DR. ÁNGEL LARRALDE”



ONDAS DE PRESIÓN RADIAL COMO UN NUEVO ENFOQUE EN EL  
MANEJO DE LA PSEUDOARTROSIS Y RETARDO DE LA  
CONSOLIDACIÓN ÓSEA

**Autora:** Dra. Mary S Chávez S.  
**Tutor Clínico:** Dr. Raúl Chirinos  
Año 2023.

**RESUMEN**

A pesar de la idea de que las ondas de presión radial son superficiales, hay quienes sostienen que éstas pueden alcanzar hasta 4cm de profundidad con suficiente energía para la estimulación ósea, lo que pudiera favorecer el tratamiento de pseudoartrosis y retardo de consolidación, evitando múltiples cirugías y disminuyendo el tiempo de recuperación. **Objetivo general:** evaluar la experiencia del uso de las rESWT para el manejo de la pseudoartrosis y retardo de consolidación. **Metodología:** Se trata de un estudio de tipo descriptivo, con un diseño no experimental, de corte longitudinal y prospectivo; La muestra fue de 9 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión. La información se recopiló mediante la observación directa y participante y el interrogatorio. Como instrumento se utilizó una ficha de registro. Los resultados se presentaron en tablas de frecuencias y de contingencia. **Resultados:** Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre nivel del dolor y momento del estudio (previo y a los 6 meses) ( $P=0,0016 < 0,05$ ). La mediana de EVA fue estadísticamente mayor en el momento previo que a los 6 meses posteriores de la aplicación de las rESWT ( $P= 0,0009 < 0,05$ ). Se observó una diferencia significativa del porcentaje de consolidación radiológica ( $P=0,0001 < 0,05$ ). Además, estadísticamente se apreció un aumento significativo entre el porcentaje de pacientes sin aditamentos ( $P=0,0046 < 0,05$ ); asimismo, constatamos un aumento significativo entre el porcentaje de pacientes muy satisfechos ( $Z=8,48; P=0,0001 < 0,05$ ) **Conclusión:** se demuestra la potencialidad del uso de rESWT como tratamiento para pseudoartrosis y retardo de consolidación.

**Palabras Clave:** ondas de presión radial, pseudoartrosis, retardo de la consolidación ósea, dolor, satisfacción.

**Línea de Investigación:** Patología Musculoesquelética.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO.  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN DE  
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA  
HOSPITAL GENERAL NACIONAL “DR. ÁNGEL LARRALDE”



RADIAL PRESSURE WAVES AS A NEW APPROACH IN THE  
MANAGEMENT OF PSEUDOARTHROSIS AND DELAYED BONE UNION

Author: Dr. Mary S Chávez S.  
Clinical Tutor: Dr. Raúl Chirinos  
Year 2023.

SUMMARY

Despite the idea that radial pressure waves are superficial, there are those who maintain that they can reach up to 4cm in depth with enough energy for bone stimulation, which could favor the treatment of nonunion and delayed union, avoiding multiple surgeries. and decreasing recovery time. **General objective:** to evaluate the experience of using rESWT for the management of nonunion and delayed union. **Methodology:** This is a descriptive study, with a non-experimental, longitudinal and prospective design; The sample consisted of 9 patients who met the inclusion criteria. The information was collected through direct and participant observation and questioning. A registration form was used as an instrument. The results were presented in frequency and contingency tables. **Results:** A statistically significant association was found between pain level and time of the study (before and after 6 months) ( $P=0.0016 < 0.05$ ). The median VAS was statistically higher before than 6 months after the application of the rESWT ( $P= 0.0009 < 0.05$ ). A significant difference in the percentage of radiological union was observed ( $P=0.0001 < 0.05$ ). Furthermore, a statistically significant increase was seen in the percentage of patients without accessories ( $P=0.0046 < 0.05$ ); Likewise, we found a significant increase in the percentage of very satisfied patients ( $Z=8.48$ ;  $P=0.0001 < 0.05$ ) **Conclusion:** The potential of using rESWT as a treatment for nonunion and delayed union is demonstrated. **Keywords:** radial pressure waves, nonunion, delayed bone consolidation, pain, satisfaction. **Research Line:** Musculoskeletal Pathology.

## INTRODUCCIÓN

Una de las complicaciones más comunes después de la cirugía para las fracturas es la falta de unión o un retardo en la consolidación, donde se estima que 1,5 millones de los 6 millones de fracturas tratadas cada año involucran huesos largos (1).

Cabe destacar que el retardo de consolidación y las no uniones son fallas de la consolidación ósea. En la práctica, existe una amplia variedad en la definición exacta de las mismas; sin embargo, se puede conceptualizar el retardo de la consolidación como aquella fractura que cura tardíamente, no evidenciándose cambios radiológicos en un período de 3 meses o en el período esperado para la consolidación de esa fractura, mientras que en la no unión o pseudoartrosis se considera la falla de la consolidación después de 6 meses del trauma inicial, sin signos de unión ósea durante ese período (2).

Para estudiar la consolidación de las fracturas, Montoya describió una escala para estadificar la misma, en fracturas de la diáfisis tibial (3).

Por otra parte, existen múltiples clasificaciones de la pseudoartrosis, la más utilizada es la propuesta por Weber y Cech que condujo a la descripción de los términos: pseudoartrosis atrófica o avascular donde hay falla de estabilidad y biología; oligotrófica e hipertrófica también conocidas como vascularizadas donde hay falla de la estabilidad de la fractura (4).

Se ha demostrado que las causas de la falta de unión son multifactoriales, incluyendo las condiciones locales, como la morfología de la fractura cambios

locales en la homeostasis. Además, la falta de estabilidad suficiente para la fractura es un factor contribuyente importante en el desarrollo del retardo de la consolidación o no unión (2).

En la actualidad, la mayoría de las pseudoartrosis se tratan con cirugía que se considera el “estándar de oro”, siendo estas refractarias al tratamiento y a menudo requieren múltiples intervenciones durante un período de meses a años, resultando una gran carga financiera, pérdida de productividad. Como alternativa a la cirugía, los pacientes podrían ser tratadas de forma no invasiva lo que podría reducir el riesgo de complicaciones mediante la aplicación de ondas de choque (1).

Por otra parte, desde el punto de vista físico, una onda de choque se define por un cambio brusco, casi discontinuo en la presión y por tener una velocidad superior a la velocidad del sonido en el medio que se propaga. Su uso de en medicina fue inicialmente para la litotricia extracorpórea renal. En 1986 se realizaron los primeros experimentos para investigar la influencia de las ondas de choque en los huesos y el impulso para esta investigación fue el temor de que las ondas de choque pudieran dañar la cadera como resultado de la terapia en los cálculos ureterales inferiores (5).

Sin embargo, estos experimentos demostraron que un hueso intacto no se veía afectado. Experimentos adicionales con animales demostraron que las ondas de choque tenían potencial osteogénico y estimulaban la curación de fracturas. Los estudios histológicos confirmaron la influencia de las ondas de choque en la activación de los osteoblastos (5). En las últimas 2 décadas, el avance en el conocimiento de los mecanismos de acción y efectos biológicos basados en la mecanotransducción; donde el estímulo mecánico genera una respuesta biológica en los tejidos; se ha ampliado su uso en patologías

musculo esqueléticas, por cuanto se toma como opción terapéutica para la cirugía ortopédica y traumatológica (6).

Según el tipo de propagación, las ondas de choque se clasifican en focalizadas, desenfocadas y radiales o de presión. Las ondas de presión radial se basan en un principio balístico, en el que la energía de la onda es generada por un proyectil que es propulsado en una cámara por compresión de aire o por un campo electromagnético (6).

Se ha descrito un método innovador para el tratamiento de pseudoartrosis, mediante terapias de ondas de presión radial, a pesar de los métodos actuales en el tratamiento quirúrgico de fracturas, con técnicas mínimamente invasivas y mejor fijación, alrededor del 3 al 15% de los casos fueron evaluados con una falla en consolidación (7).

También existen trabajos publicados por la Sociedad Internacional de Ondas de Choque (ISMST) con nivel de evidencia I y II que demuestran la eficacia de las ondas de choque comparables con la de la cirugía para el tratamiento de las pseudoartrosis, siendo las ondas un procedimiento médico no invasivo, libre de efectos adversos y más económico, pudiendo ser considerado como la primera opción en el tratamiento de pseudoartrosis estables con una brecha de <5 mm en huesos largos (8).

En Alemania se realizó el primer tratamiento con ondas de choque focales para la pseudoartrosis en humanos (5). Al mismo tiempo en Alabama se informó sobre la terapia con ondas de choque en casos de no uniones y retardos de la consolidación. Su tasa de éxito fue del 85% pero los requisitos de su estudio clínico no estaban exactamente especificados (9).

Por su parte estudios realizados en Brasil, demuestran evidencia clínica en el tratamiento de la pseudoartrosis con ondas de choque focales aplicando alta energía. La literatura muestra buenos resultados utilizando ondas focales entre el 56 y el 87% de los casos; sin embargo, algunos autores basándose en los buenos resultados obtenidos con el uso de ondas radiales en tendinopatías y en los estudios que demostraron que las ondas de choque de presión radial tanto in vitro como en animales, pueden estimular la unión ósea, comenzaron a iniciar protocolos de uso de estas ondas en casos de pseudoartrosis en huesos superficiales (10).

Cabe resaltar que según estudios realizados en Lewisburg, Pensilvania mencionan que las ondas de presión radial, no se limitan a la región de transferencia de energía directa al tejido calcificado. Este estudio probó la hipótesis de que las ondas radiales (rESW) también inducen biomineralización, contribuyendo de esta manera como evidencia científica del buen funcionamiento de las ondas de presión radial en el tratamiento de las no uniones (8).

El nivel máximo de energía de las ondas radiales es de 4bares o 0.2milijulios y la mayor concentración de energía es de aproximadamente una pulgada de profundidad, lo que sería una contraindicación para su uso en pseudoartrosis. A pesar de la idea de que las ondas de presión radial son superficiales, hay estudios que demuestran que estas pueden alcanzar hasta 4cm de profundidad con suficiente energía para la estimulación ósea (8).

Sobre la base de lo anterior surge la pregunta de investigación ¿Cuál es la experiencia en el uso de las ondas de presión radial como un nuevo enfoque para el manejo de la pseudoartrosis y retardo de la consolidación?, para responder esta pregunta de investigación se plantea el siguiente objetivo

general: evaluar la experiencia del uso de las rESWT para el manejo de la pseudoartrosis y retardo de la consolidación. Para lo cual se proponen los siguientes objetivos específicos: Caracterizar a los pacientes a partir de la edad, el sexo, el diagnóstico inicial y el hueso comprometido. Describir el nivel de dolor a partir de la escala visual análoga (EVA) antes y después de la aplicación de las rESWT. Comparar los cambios radiológicos posterior a la aplicación de las mismas al mes, a los tres y seis meses de su aplicación. Determinar el grado de funcionalidad y satisfacción del paciente desde el inicio hasta una vez culminado el tratamiento.

En este estudio se analizó la experiencia en cuanto al uso de una nueva opción de tratamiento para la pseudoartrosis como lo son las ondas de presión radial y dependiendo de sus resultados se podría disminuir los costos en el tratamiento de la pseudoartrosis y retardo de la consolidación, además de evitar a que el paciente se someta a múltiples cirugías y disminuir el tiempo de recuperación, todo esto mediante un procedimiento ambulatorio, indoloro, mínimamente invasivo, rápido, sin efectos adversos y económico.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se trata de un estudio de tipo descriptivo, con un diseño no experimental, de corte longitudinal y prospectivo. La población estuvo constituida por los pacientes atendidos en las consultas del Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital General Nacional Dr. Ángel Larralde, en el período comprendido entre enero 2022 hasta enero 2023.

La muestra fue de tipo no probabilística, deliberada y de voluntarios, conformada por 9 pacientes que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: pacientes postoperados diagnosticados con retardo en la consolidación y no unión en huesos largos, sin evidencia clínica e imagenológica de infección, defecto óseo menor a 5mm, foco de fractura mecánicamente estable. Se excluyeron de la investigación aquellos pacientes que presentaran tumor localizado en el área a tratar, pacientes embarazadas, con uso de anticoagulantes, fisis abierta, falla en la estabilización de la fractura y defecto óseo mayor a 5mm.

De igual forma, se obtuvo un consentimiento informado por cada paciente (Ver Anexo A) donde se les explica sobre el motivo por el cual se está realizando la investigación, el procedimiento de aplicación de ondas de presión radial y los posibles efectos adversos, dándole a la muestra el carácter de voluntaria.

Inicialmente se obtuvo un permiso firmado y sellado por las autoridades y comité de ética de las instituciones participantes (Ver Anexo B), explicando los aspectos procedimentales durante la realización de la investigación. Luego se les citó para el lugar de la aplicación, en la unidad de Ondas de Presión Radial del Instituto Vivir Mejor, Bionic-Medical-Center. La información

se recopiló a partir de la técnica de la observación directa , participante y el interrogatorio. Como instrumento se utilizó una ficha de registro diseñada por la misma investigadora (Ver Anexo C), donde se especifican variables tales como la edad, sexo, el hueso, tipo de lesión, función de la extremidad afectada, la consolidación ósea según la clasificación de Montoya y el grado de satisfacción del paciente.

Posterior a la determinación del área de aplicación, se realiza el procedimiento de Ondas de Presión Radial cuya duración es de aproximadamente 10 minutos. Se realizan las ondas de presión radial en el área de retardo de la consolidación o no unión, determinado por el examen físico y estudios radiológico mediante la utilización del material de síntesis como dispositivo de calibración, sin necesidad de hospitalización y anestesia.

El equipo utilizado es el de ondas de presión radial, marca BTL 5000 SWT Power con aplicador de 12mm de diámetro, bajo el siguiente protocolo; frecuencia 15Hz, intensidad 4Bar, N° ondas 4000, divididas en 4 puntos con movilización del aplicador dependiendo del trazo del foco de fractura o pseudoartrosis, sesiones 3, intervalo semanal (Fig. 1), con controles clínicos y radiológicos al mes, 3 meses y 6 meses del inicio del tratamiento estadificados bajo la escala de montoya siendo grado 0 presencia fracturas sin cambios radiológicos, I sin reacción periostica, II formación de callo pero presencia del trazo de fractura, III consolidación ósea pero se evidencia el trazo, IV desaparece el trazo de fractura (Fig. 2).

Se creó una base de datos en Microsoft ®Excel 2016, para luego organizarlos, presentarlos y analizarlos mediante las técnicas estadísticas descriptiva a partir de tablas de frecuencias (absolutas y relativas) y de contingencia según lo establecido en los objetivos específicos propuestos. A

las variables como la edad se le calculó promedio  $\pm$  error típico, mediana, valor mínimo y valor máximo. En el caso del puntaje EVA se le calculó mediana, valor mínimo y valor máximo, comparándose desde el momento previo del estudio hasta los 6 meses posteriores a partir de la prueba W de Mann Whitney.

De igual forma, se utilizó el análisis no paramétrico de Chi cuadrado para independencia entre variables y la prueba de hipótesis para diferencia entre porcentajes para verificar los cambios en las categorías de las variables en estudio en dos momentos específicos: previo y a los 6 meses posteriores. Para todo se utilizó el procesador estadístico SPSS en su versión 18 (software libre), adoptándose como nivel de significancia estadística P valores inferiores a 0,05 ( $P < 0,05$ )

## RESULTADOS

Se incluyeron 9 pacientes con pseudoartrosis y retardo de la consolidación, de los cuales se registró una edad promedio de 40,78 años  $\pm$  6,10, con una mediana de 38 años, una edad mínima 20 años y una edad máxima de 67 años. Fueron más frecuentes aquellos con 20 y 40 años (55,56%= 5 casos).

**Tabla n° 1:** Caracterización de los pacientes incluidos en el estudio. Experiencia del uso de las rESWT para el manejo de la pseudoartrosis y retardo de la consolidación.

<b>Edad (años)</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
20 – 40	5	55,56
41 – 67	4	44,44
$\bar{X} \pm Es$	40,78 años $\pm$ 6,10	
<b>Sexo</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Femenino	3	33,33
Masculino	6	66,67
<b>Diagnostico</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Retardo de Consolidación	6	66,67
Pseudoartrosis Oligotrófica	2	22,22
Pseudoartrosis Atrofica	1	11,11
<b>Hueso afectado</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Tibia Proximal	2	22,22
Tibia Diafisaria 1/3 medio	2	22,22
Fémur Diafisario 1/3 distal	1	11,11
Fémur Diafisario 1/3 proximal	1	11,11
Humero Diafisario 1/3 medio	1	11,11
Patela	1	11,11
Tibia Diafisaria 1/3 distal	1	11,11
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos Propios de la Investigación (Chávez M, 2023)

En cuanto al sexo predominó el masculino (66,67%= 6 casos). El diagnóstico más frecuente fue el retardo de consolidación con un 66,67% (6 casos). El hueso afectado más frecuente fue la Tibia Proximal y la Tibia Diafisaria 1/3 medio (2 casos por igual)

**Tabla n° 2:** Evaluación del dolor mediante la escala visual análoga (EVA) antes y después de la aplicación de las rESWT para el manejo de la pseudoartrosis y retardo de la consolidación.

Momento Nivel de dolor	Previo		1er mes		3er mes		6to mes	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Ausente	0	0	0	0	0	0	8	88,89
Leve	2	22,22	5	55,56	9	100	1	11,11
Moderado	5	55,56	4	44,44	0	0	0	0
Severo	2	22,22	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>
Mediana (rango)	5 (3 – 8)		3 (1 – 6)		1 (1 – 3)		0 (0 – 1)	

**Fuente:** Datos Propios de la Investigación (Chávez M, 2023)

En lo que respecta al nivel de dolor en el momento previo fueron más frecuentes aquellos pacientes que refirieron dolor moderado (55,56%= 5 casos), en el primer mes el nivel de dolor más frecuente fue el leve (55,56%= 5 casos), porcentaje que aumenta en proporción al tercer mes a un 100% (9 casos) y ya para el sexto mes predominaron aquellos pacientes con ausencia de dolor (88,89%= 8 casos). Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de dolor y el momento del estudio (previo – a los 6 meses) ( $X^2=15,33$ ; 3 gl;  $P=0,0016 < 0,05$ )

La mediana de EVA fue estadísticamente mayor en el momento previo que a los 6 meses posteriores de la aplicación de las rESWT ( $t = 4,60$ ;  $P= 0,0009 < 0,05$ ). Se observó un aumento estadísticamente significativo entre el porcentaje de ausencia de dolor desde el momento previo hasta los 6 meses posteriores a la aplicación de las rESWT ( $Z=8,48$ ;  $P=0,0001 < 0,05$ )

**Tabla n° 3:** Cambios radiológicos posterior a la aplicación de las rESWT al mes, a los tres y seis meses para el manejo de la pseudoartrosis y retardo de la consolidación.

<b>Momento Montoya</b>	<b>Previo</b>		<b>1er mes</b>		<b>3er mes</b>		<b>6to mes</b>	
	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
1	6	66,67	2	22,22	0	0	0	0
2	3	33,33	3	33,33	2	22,22	0	0
3	0	0	4	44,44	7	77,78	1	11,11
4	0	0	0	0	0	0	8	88,89
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos Propios de la Investigación (Chávez M, 2023)

En cuanto a la consolidación desde el punto de vista radiológico, en el momento previo predominaron aquellos pacientes clasificados con grado 1 (66,67%= 6 casos), para el primer mes fueron más frecuentes aquellos pacientes clasificados como grado 3 (44,44%= 4 casos), seguidos de aquellos con grado 2 (33,33%= 3 casos). En el tercer mes de tratamiento predominan aquellos pacientes con consolidación grado 3 (77,78%= 7 casos) y para los 6 meses posteriores a la aplicación de las rESWT, predominaron aquellos pacientes con consolidación grado 4 (88,89%= 8 casos). Se apreció una asociación estadísticamente significativa entre el grado de consolidación a partir de la escala de Montoya y el momento del estudio (previo – a los 6 meses) ( $X^2=18$ ; 3 gl;  $P=0,0004 <0,05$ )

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa del porcentaje de consolidación radiológica (Montoya) grado 1 desde el momento previo hasta los 6 meses posteriores a la aplicación de las rESWT ( $Z=4,24$ ;  $P=0,0001 <0,05$ ).

**Tabla n° 4:** Grado de funcionalidad y satisfacción del paciente posterior a la aplicación de las rESWT en las diferentes etapas del tratamiento.

<b>Momento</b>	<b>Previo</b>		<b>1er mes</b>		<b>3er mes</b>		<b>6to mes</b>	
<b>Funcionalidad</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Aditamentos	7	77,78	6	66,67	3	33,33	2	22,22
Sin aditamentos	2	22,22	3	33,33	6	66,67	7	77,78
<b>Satisfacción</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>F</b>	<b>%</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Nulo	0	0	2	22,22	0	0	0	0
Insatisfecho	9	100	0	0	0	0	0	0
Satisfecho	0	0	7	77,78	2	22,22	1	11,11
Muy satisfecho	0	0	0	0	7	77,78	8	88,89
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Datos Propios de la Investigación (Chávez M, 2023)

En cuanto a la funcionalidad, en el momento previo predominaron aquellos pacientes con aditamentos con un 77,78% (7 casos), para el primer mes siguen siendo los más frecuentes aquellos pacientes con aditamentos (66,67%= 6 casos); ya para el 3er mes la realidad cambia pues son más frecuentes aquellos pacientes sin aditamentos (66,67%= 6 casos) y este porcentaje aumenta hasta el tercer mes donde los pacientes sin aditamentos predominan con un 77,78% (7 casos). Se observó una asociación estadísticamente significativa entre la funcionalidad y el momento del estudio (previo – a los 6 meses) ( $X^2=3,56$ ; 1 gl;  $P=0,0300 < 0,05$ ). De igual forma, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de satisfacción y el momento del estudio (previo – a los 6 meses) ( $X^2=18$ ; 2 gl;  $P=0,0001 < 0,05$ )

Se apreció un aumento estadísticamente significativo entre el porcentaje de pacientes sin aditamentos desde el momento previo hasta los 6 meses posteriores a la aplicación de las rESWT ( $Z=2,84$ ;  $P=0,0046 < 0,05$ ); asimismo, se evidenció un aumento estadísticamente significativo entre el porcentaje de pacientes muy satisfechos desde el momento previo hasta los 6 meses posteriores a la aplicación de las rESWT ( $Z=8,48$ ;  $P=0,0001 < 0,05$ )

## DISCUSIÓN

El uso de ondas de choque para el tratamiento de la pseudoartrosis ocurrió por accidente. La estimulación de la cresta ilíaca fue inadvertida en pacientes tratados con litiasis ureteral, que desarrollaron una reacción perióstica del ala ilíaca (5).

Las acciones biológicas ocurren en el momento de la aplicación de la onda con intensa estimulación del periostio y en los siguientes días con el aumento de la concentración local de prostaglandinas, factores de regeneración tisular y factores de aumento de vascularización local que puede durar hasta tres meses, que es el tiempo promedio para que se produzca la consolidación. Estudios demuestran la estimulación en los osteoblastos y el hueso, formación de callos de buena calidad y resistencia utilizando ondas focales y radiales (7).

Utilizamos una intensidad de 4 Barr en la rESWT, ya que hay estudios que demuestran que las mismas pueden alcanzar hasta 4 cm de profundidad con suficiente energía para estimulación ósea, la cual creemos que con la presencia del material de osteosíntesis puede disiparse y aumentar el efecto. Numerosos estudios están demostrando la eficacia de ondas radiales in vitro y en animales demostrando la capacidad de estimular la consolidación (7).

Se incluyeron 9 pacientes con pseudoartrosis y retardo de la consolidación, de los cuales se registró que el hueso afectado más frecuente fue la Tibia Proximal y la Tibia Diafisaria 1/3 medio (2 casos por igual), coincidiendo con Kertzman (7).

En cuanto a la consolidación desde el punto de vista radiológico, en el momento previo predominaron aquellos pacientes clasificados con grado 1 y para los 6 meses posteriores a la aplicación de las rESWT, predominaron aquellos pacientes con consolidación grado 4. Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el grado de consolidación a partir de la escala de Montoya y el momento del estudio (previo – a los 6 meses). En nuestra búsqueda ningún estudio reportó el uso de la escala Montoya.

En cuanto a la funcionalidad, en el momento previo predominaron aquellos pacientes con aditamentos y este porcentaje cambia hasta el tercer mes donde los pacientes sin aditamentos predominan con un 77,78% (7 casos). Similar a los resultados de Kertzman donde seis meses después de recibir rESWT, 16 de 22 pacientes (73%) tuvieron un resultado positivo definido por radiografía con consolidación ósea y ausencia de dolor y limitación funcional durante la carga con peso normal (10).

Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la funcionalidad y el momento del estudio. De igual forma, se apreció una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de satisfacción y el momento del estudio (previo – a los 6 meses).

Hubo un aumento estadísticamente significativo entre el porcentaje de pacientes sin aditamentos desde el momento previo hasta los 6 meses posteriores a la aplicación de las rESWT; asimismo, se observó un incremento estadísticamente significativo entre el porcentaje de pacientes muy satisfechos desde el momento previo hasta los 6 meses posteriores a la aplicación de las rESWT. No encontrando estudios que comparen dichas variables.

Podemos concluir que el uso de las ondas de presión radial para el tratamiento de la pseudoartrosis y retardo de la consolidación, demostró ser un método seguro y eficiente entre los pacientes estudiados, pero necesita más estudios para probar su eficacia, creemos que este nuevo método de tratamiento puede beneficiar a muchos pacientes.

## Bibliografía

1. Valerio Sansone, Manuel Brañes, Pietro Romeo, A novel bimodal approach for treating atrophic bone non-unions with extracorporeal shockwaves and autologous mesenchymal stem cell transplant, *Medical Hypotheses*, Volume 111, 2018, Pages 4-7.
2. Nicolas Haffner, Vlado Antonic, Daniel Smolen, Paul Slezak, Wolfgang Schaden, Rainer Mittermayr, Alexander Stojadinovic, Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) ameliorates healing of tibial fracture non-union unresponsive to conventional therapy, *Injury*, Volume 47, Issue 7, 2016, Pages 1506-1513.
3. Montoya A. Tratamiento de las fracturas de diafisis tibial [tesis de recepcion de grado]. Mexico DF: IMSS-UNAM; 1977.
4. Buckley R, et al. Principios de la AO en el tratamiento de las fracturas. Switzerland: Ed. Thieme; 2017.
5. Haupt G: Use of extracorporeal shock waves in the treatment of pseudarthrosis, tendinopathy and other orthopedic diseases. *J Urology* 158:4–11, 1997.
6. Chirinos, R. Uso de ondas de presión radial en el tratamiento de la bursotendinopatía anserina (pata de ganso) de rodilla, en pacientes de consulta en el hospital universitario dr ángel larralde y unidad artroshock. Octubre 2019 y Marzo 2020. Trabajo Especial de Grado no publicado, Universidad de Carabobo, 2020. Valencia.
7. Kertzman, PF, Fucs, PMB Does radial shock wave therapy works in pseudarthrosis? Prospective analysis of forty four patients (SICOT) 45 , 43–49 (2021).
8. Wu W, Maffulli N, Furia JP, Meindlhumer L, Sternecker K, Milz S, Schmitz C. Exposure of zebra mussels to radial extracorporeal shock waves:

implications for treatment of fracture nonunions. J Orthop Surg Res. 2021 Dec 4;16(1):707.

9. Valchanow V, Michailow P: Ondas de choque de alta energía en el tratamiento de fracturas retrasadas y no consolidadas. Internacional Orthop 15:181–184, 1991.
10. Kertzman P, Lenza M, Pedrinelli A, Ejnisman B. Shockwave treatment for musculoskeletal diseases and bone consolidation: qualitative analysis of the literature. Rev Bras Ortop. 2015. Jan 22;50(1):3-8.

## Anexo A

### Consentimiento Informado



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE MEDICINA  
ESPECIALIZACION EN TRAUMATOLOGIA Y  
ORTOPEDIA**



### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimada Paciente:

Se le solicita su colaboración como participante en el proyecto de Tesis de Postgrado titulado: Ondas de presión radial en el manejo de la pseudoartrosis y retardo de la consolidación ósea, cuyo autor es Mary Chávez., titular de la cédula de identidad N°23.409.025, quien opta a la Especialización en Traumatología y Ortopedia

El proyecto tiene como propósito: Determinar la utilidad del uso de ondas de presión radial en el tratamiento del retardo de consolidación ósea o pseudoartrosis.

La información que usted aportará es gratuita y los resultados serán utilizados para fines de la investigación y de su eventual publicación en forma anónima, parcial o total, sin menoscabo de su dignidad humana, reputación o intimidad.

Se solicita su consentimiento previa información suministrada en relación con el propósito del estudio y con el uso de la información a obtener, lo cual es un derecho reconocido por la legislación vigente y un deber del investigador.

\_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Nombres y Apellidos C.I. FECHA

Autorizo y doy mi consentimiento amplio, válido y legítimamente manifestado a la Dra. Mary Chávez, titular de la cédula de identidad 23.409.025, responsable de la investigación, quien opta a la Especialización en Traumatología y Ortopedia.

## Anexo B

### Aval del Comité de Bioética



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO.  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DIRECCIÓN DE POSTGRADO.  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN DE TRAUMATOLOGÍA Y  
ORTOPEDIA.  
HOSPITAL GENERAL NACIONAL "ÁNGEL LARRALDE".**



Bárbula, 8 de Diciembre 2021.

**Dra. Gisela García**

**Subdirección Docente**

**Presente.**

Reciba un cordial saludo. Me dirijo ante usted en esta oportunidad para solicitar su aval como comité de bioética ya que en los actuales momentos me encuentro realizando el trabajo especial de grado en el programa de Especialización en Traumatología y Ortopedia del Hospital General Nacional "Dr. Ángel Larralde". Dicha investigación tiene como título: **ONDAS DE PRESIÓN RADIAL COMO UN NUEVO ENFOQUE EN EL MANEJO DE LA PSEUDOARTROSIS Y RETARDO DE LA CONSOLIDACIÓN ÓSEA**, para aplicarles a los pacientes de la consulta de traumatología y ortopedia en el periodo enero 2022 – enero 2023 las ondas de presión radial en el tratamiento de la pseudoartrosis y retardo de la consolidación.

Sin más a que hacer referencias y en espera de su valiosa colaboración y receptividad, me despido de usted.

**Atentamente**

**Dra. Mary S. Chávez S.**

**Tutor clínico:**

**Dr. Raúl Chirinos.**

*Firma de aceptación:*

## Anexo C

### Ficha de recolección de datos Tratamiento y evolución de ondas de choque.

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Paciente: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Hist.: \_\_\_\_\_

DIAGNÓSTICO: \_\_\_\_\_

Material de síntesis previa: \_\_\_\_\_

1era sesión: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

EVA INICIO TTO: \_\_\_/ 10 EVA FINAL TTO: \_\_\_/ 10

Área a tratar: \_\_\_\_\_

Escala de Montoya: \_\_\_\_\_

Uso de aditamentos antes de las ondas: \_\_\_\_\_

Intensidad: 4Bar / Frecuencia: 15HZ / N° Ondas:4000

Nivel de Satisfacción del Paciente: Muy satisfecho ( ) Satisfecho ( ) Nulo ( ) Insatisfecho ( )  
Muy insatisfecho ( )

Próxima Sesión: \_\_\_\_\_

Complicaciones: \_\_\_\_\_

2da sesión: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

EVA INICIO TTO: \_\_\_/ 10 EVA FINAL TTO: \_\_\_/ 10

Área a tratar: \_\_\_\_\_

Uso de aditamentos antes de las ondas: \_\_\_\_\_

Intensidad: 4Bar / Frecuencia: 15HZ / N° Ondas:4000

Nivel de Satisfacción del Paciente: MS ( ) S ( ) N ( ) IS ( ) MIs ( )

Próxima Sesión: \_\_\_\_\_

Complicaciones: \_\_\_\_\_

3ra sesión: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

EVA INICIO TTO: \_\_\_/ 10 EVA FINAL TTO: \_\_\_/ 10

Área a tratar: \_\_\_\_\_

Uso de aditamentos antes de las ondas: \_\_\_\_\_

Intensidad: 4Bar / Frecuencia: 15HZ / N° Ondas:4000

Nivel de Satisfacción del Paciente: MS ( ) S ( ) N ( ) IS ( ) MIs ( )

Próxima Sesión: \_\_\_\_\_

Complicaciones: \_\_\_\_\_

#### Control:

Meses post tratamiento: 1er Mes ( ) 3er Mes ( ) 6to Mes ( )

Uso de aditamentos antes de las ondas: \_\_\_\_\_

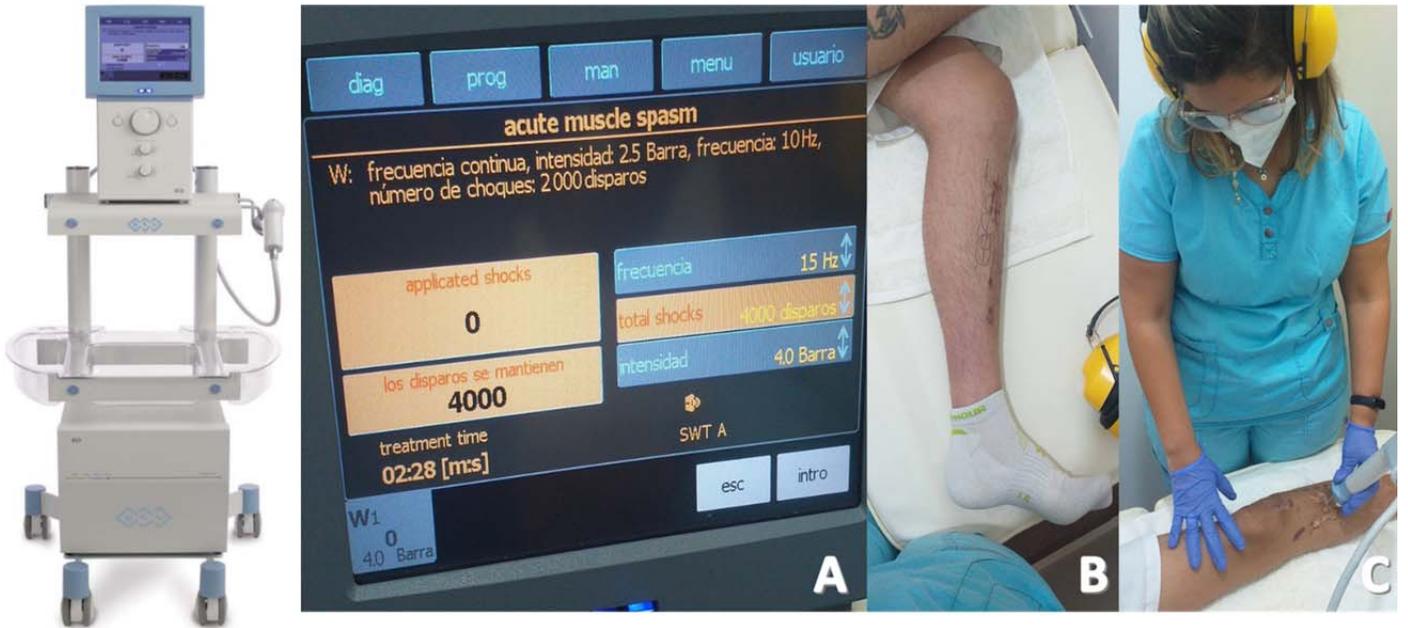
Escala de Montoya \_\_\_\_\_

Nivel de Satisfacción del Paciente: MS ( ) S ( ) N ( ) IS ( ) MIs ( )

E.A.V. m: \_\_\_/ 10

## Anexo D

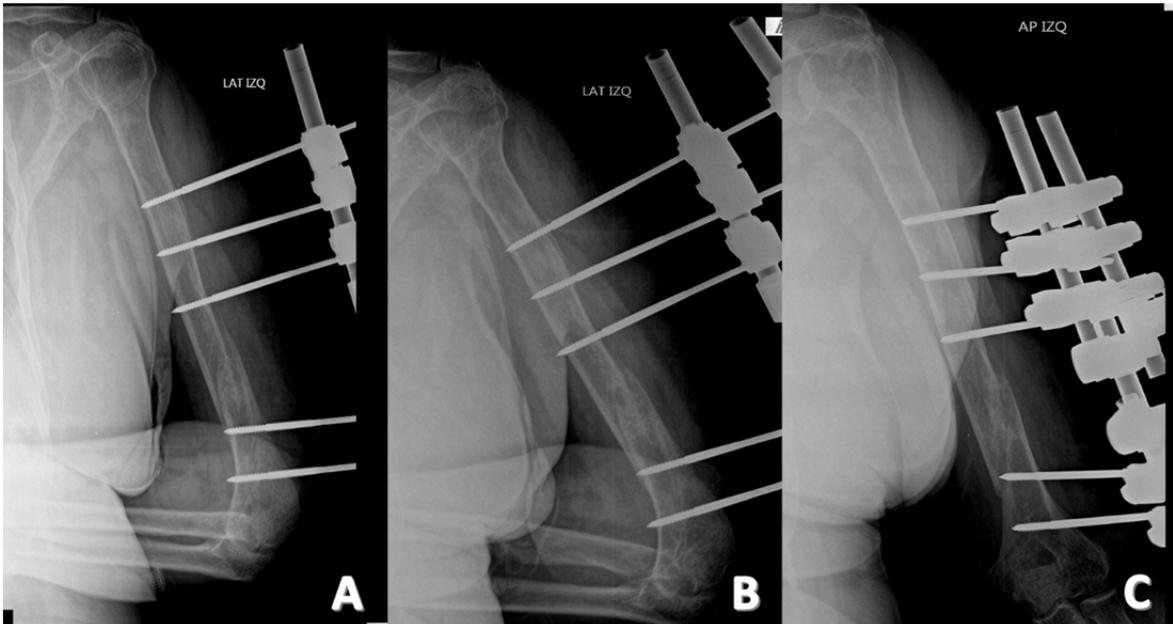
### Aplicación de las rESWT



**Fig. 1. Aplicación de Ondas de Presión Radial: A.** Máquina de Ondas de presión radial marca BTL 5000 SWT Power con protocolo a utilizar. **B.** Marcaje de la zona. **C.** Aplicación de las rESWT.

## Anexo C

### Control radiológico posterior a la colocación rESWT



**Fig. 2. Controles Radiológicos:** A. Primer mes después de la aplicación rESWT. B. Tercer mes de aplicación. C. Seguimiento 6 meses de su aplicación.