



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARIA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
Luis Guillermo Ibarra Ibarra  
ESPECIALIDAD EN: ORTOPEDIA

***“Calidad Elastosonografica del Tendon  
Supraespinoso en Pacientes con  
Reparación Quirúrgica Comparados con  
Tendones Íntegros”***

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:  
***Ortopedia***

P R E S E N T A:

*Dr. Carlos Rodrigo Arriaza Gutierrez*

PROFESOR TITULAR

Dr. Juan Antonio Madinaveitia Villanueva

ASESOR

Dr. Michell Ruiz Suarez

Ciudad de México

Febrero 2018





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL**  
DIRECTORA DE EDUCACION EN SALUD

---

**DRA. XOCHIQUETZAL HERNANDEZ LOPEZ**  
SUBDIRECTORA DE EDUCACION MEDICA

---

**DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA**  
PROFESOR TITULAR

---

**DR. MICHELL RUIZ SUAREZ**  
ASESOR DE TESIS Y METODOLOGICO

---

**DR. ERIC HAZAN**  
ASESOR CLINICO

---

**DRA. CRISTINA HERNANDEZ**  
ASESOR CLINICO

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Nina Méndez-Vides Schlesinger, compañera de vida que me ha alentado a salir adelante en mis años de formación como médico y especialista.

## ÍNDICE

<b>I. RESUMEN</b>	<b>6</b>
<b>II. ANTECEDENTES</b>	<b>8</b>
<b>III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>12</b>
<b>IV. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>VI. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>12</b>
<b>VII. OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>13</b>
<b>VIII. METODOLOGÍA</b>	<b>14</b>
<b>IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>17</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>18</b>

## I. RESUMEN

La lesión del manguito rotador es la causa mas frecuente de discapacidad de hombro. Existen lesiones traumáticas y degenerativas, siendo esta última la mas prevalente en la población de personas mayores de 40 años.

Como método de seguimiento en tendones reparados se utilizan múltiples herramientas, siendo la resonancia magnética el método de elección ya que ofrece detalles anatómicos exactos, aunque tenga sus limitantes como tiempo, precio y disponibilidad. Otro método diagnóstico es el ultrasonido que muestra una imagen mientras realiza una exploración dinámica, es accesible y se encuentra disponible en todo los centros. La elastografía es una variante del ultrasonido en el cual además de mostrar una imagen, muestra la consistencia y elasticidad de los tejidos que permite corroborar la calidad del tejido que se evalúa.

Propósito: El propósito de este estudio es demostrar que el uso de elastografía en reparaciones de supraespinoso es de utilidad para su seguimiento, ya que en la literatura internacional se cuenta con evidencia limitada y en Latinoamérica no se tiene a la fecha ninguna publicación científica sobre su uso.

Método: De junio 2015 a junio 2017 se realizaron 40 elastografía en pacientes sanos; sin trauma, cirugía o anomalía en su mango rotador evaluado y 40 elastografía en pacientes con lesión de supraespinoso ya reparado por método artroscópico o abierto en el servicio de Traumatología y Ortopedia del Deporte/Artroscopia en el Instituto Nacional de Rehabilitación. Se realizo medición de los pixeles obtenidos utilizando el programa *Image J* del tendón supraespinoso para obtener una valor promedio de pixeles y poder comparar la elasticidad y calidad de tendón entre hombros sanos y

reparados. Se realizo escala de *CONSTANT* y Examen sencillo de hombro para correlacionar con los resultados finales.



## II. ANTECEDENTES

Las lesiones del manguito rotador es la causa mas frecuente de discapacidad de hombro <sup>(1)</sup>. Existen lesiones traumáticas y degenerativas, siendo esta ultima la mas prevalente en la población en personas mayores de 40 años <sup>(1)</sup>.

Esta estructura tendinosa esta formada por cuatro músculos que se originan de la escapula siendo el supraespinoso, infraespinoso y redondo mayor que se insertan en el troquiter y el subscapular que se inserta en el troquín <sup>(2)</sup>. Este complejo tendinoso tiene la capacidad de bridar la movilidad y estabilidad <sup>(1)</sup>. Realiza abducción, flexión, rotación externa e interna además mantiene la cabeza humeral dentro de la cavidad glenoidea <sup>(3)</sup>. Es la articulación con mas variedad y amplitud de movimientos que posee el cuerpo humano <sup>(3)</sup>.

Existen dos teorías aceptadas de la lesión degenerativa del manguito rotador. La extrínseca descrita por Neer en 1977 describe que al elevar el humero se produce un rozamiento del manguito anterior con el arco coracoacromial produciendo pinzamiento, tendinitis y ruptura <sup>(4)</sup>. Esta teoría se popularizo cuando Bigliani demostró que la curvatura del acromio en el plano sagital puede provocar pinzamiento y ruptura <sup>(4)</sup>. La intrínseca propuesta por Codman la define como una degeneración microtraumática en la cual múltiples traumas y cargas relacionados con el avance de la edad produce cambios internos como desorganización de colágena y adelgazamiento, degeneración mixoide y hialina, infiltración grasa y proliferación vascular <sup>(4)</sup>.

Las lesión inicial del manguito suele ser parcial. La lesión suele mejorar en un 10% , disminuir de tamaño 10%, pero el 53% se propaga y el 28% presenta ruptura completa<sup>(4)</sup>. El crecimiento de la lesión se asocia a la infiltración grasa en el vientre muscular. La infiltración grasa moderada aparecen a los 3 años y muestra cambios severos a los 5 años desde el inicio de la ruptura. Si la lesión se mantiene constante, el paciente se muestra estar asintomático o presentar

leve dolor con la elevación activa intacta. Si demuestra incremento en dolor y debilidad para la elevación activa es signo de que la lesión esta incrementando<sup>(4)</sup>.

Como método diagnostico para este tipo de lesiones existe la exploración clínica y estudios de imágenes.

Se inicia por la inspección, palpación y arcos de movilidad pasivos del hombro, luego se puede aislar los movimientos activos de cada musculo que conforma el manguito para valorar la región de la ruptura <sup>(3)</sup>. Como método de imagen radiológica existe las radiografía, aunque no se puede visualizar tejidos blandos se observan cambios óseos que siguiere patología de manguito rotador<sup>(5)</sup>. Entre los hallazgos están disminución del espacio articular, elevación de la cabeza humeral, erosión y redondez de la tuberosidad mayor<sup>(5,6)</sup>. La resonancia magnética es el método de elección para el diagnostico ya que brinda detallas anatómicos exactos. Puede determinar la forma, tamaño de la lesión, dar una idea la cronicidad y ayudar a la decisión del tratamiento<sup>(6,)</sup>. El ultrasonido es un método que brinda información detallada en manos experta. Es operador dependiente ya que hay centros de experiencia que reportan alta tasa de sensibilidad y especificidad, pero sus imágenes no pueden ser reevaluadas por otros observadores<sup>(6,10)</sup>. Las ventaja de este método es que nos muestra imagen mientras se realiza una exploración dinámica, es accesible y se encuentra disponible en todo los centros<sup>(6)</sup>.

Luego de ser reparado por técnica artroscópica o abierta, suele darse un seguimiento clínico y en pocas ocasiones un seguimiento por estudios de imagen <sup>(7)</sup>. Esto se realiza para valorar la calidad del tendón reparado. Las escalas de valoración clínica son de gran utilidad para llevar seguimiento de los desordenes del hombro. Entre ellas tenemos la escala de “*CONSTANT*”, publicada en 1987 para establecer el nivel de función de un hombro normal <sup>(8)</sup>. Tiene el beneficio de incluir entre sus parámetros dolor, rangos de movilidad, fuerza muscular y evaluación funcional. Otra de gran utilidad es “El examen sencillo de hombro”. Esta consiste de una serie 12 preguntas de “si” o “no”

sobre la función del hombro involucrado que el paciente podrá responder sin dificultad.

Entre los estudios de imagen se utiliza la resonancia magnética por las ventajas ya mencionadas. Se pueden evaluar el grosor del tendón, la trófia del musculo y la infiltración grasa que son los principales factores pronósticos para predecir una re-ruptura. Sugaya describió la clasificación de integridad del tendón en manguito rotador reparados, principalmente en el supraespinoso. En su parámetros incluyo el grosor del tendón comparado con el contralateral, el tipo de señal emitida por el resonador y si hay datos de ruptura del tendón.<sup>(9)</sup> Con esta clasificación se ha podido llevar acabo estudios que permitan un seguimiento de la reparación de manguitos observando la anatomía y correlacionándola con un examen físico.

El uso de ultrasonido va en aumento como método seguimiento por demostrar resultados comparables a la resonancia magnética para mostrar la integridad del tendón, rupturas parciales o completas y el tamaño de la lesión de un mango rotador reparado. Tiene la ventaja de mostrar el material que se utilizo en la reparación sin que distorsione la imagen, el cual es el principal problema en imágenes de resonancia magnética <sup>(11,12)</sup>.

De forma más reciente, existen otros estudios de gabinete basados en el principio del ultrasonido para el seguimiento de la morfología y función del tejido, uno de ellos es la elastosonografía, modo que evalúa las características mecánicas de los tejidos estableciendo mediciones que pueden ser cualitativas o cuantitativas. Su reciente aprobación por la Food and Drug Administration (FDA) ha hecho que esta técnica este ganando rápidamente aceptación para muchas aplicaciones clínicas, entre ellas la valoración de la calidad del tendón supraespinoso <sup>(13)</sup>.

Existen dos tipos de elastosonografía por ultrasonido disponibles actualmente, elastogrofía por esfuerzo (strain elastography) y elastografía por ondas de corte (shear wave elastography). Las dos miden la rigidez del tejido pero difieren en la

técnica y como se utilizan en la práctica clínica <sup>(13)</sup>.

La elastosonografía por esfuerzo es una técnica cualitativa, se obtienen múltiples imágenes comparando el tejido al realizar vibraciones o compresiones sobre el causando que se deforme el tejido, diferenciando el tejido blando del tejido rígido. Usualmente esto se hace con el transductor, los resultados se muestran en un mapeo colores o escala de grises<sup>(13,14)</sup>.

La Elastosonografía por ondas de corte mide la rigidez de forma cuantitativa y lo expresa en metro por segundo o kilo pascales (modulo de Young)<sup>(13)</sup>. Con esta técnica se emplea el *push pulse* que se refiere a la fuerza impulsada de radiación acústica que genera ondas en el tejido que son similares a la de arrojar una piedra en el agua para generar ondas. Estas ondas generan una onda perpendicular hacia el *push pulse*. Los resultados se muestran en colores siendo el azul el tejido rígido y rojo el tejido blando<sup>(13,14,15)</sup>.

En Latinoamérica no se tiene a la fecha ninguna publicación científica sobre el uso de la elastosonografía en la evaluación del tendón supraespinoso; de forma análoga, en la literatura internacional no existen estudios que muestren la correlación de los hallazgos elastosonográficos de tendones reparados comparados con tendones íntegros. Este estudio demostraría que la elastosonografía podría ser utilizado como método radiológico para el uso rutinario en el seguimiento de reparación de un tendón supraespinoso.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Debido a la alta prevalencia de la lesión degenerativa del manguito de los rotadores y la incapacidad que ésta produce, sería de gran utilidad evaluar a través de un método cuantitativo y cualitativo, las características tendinosas del tratamiento de reparación en esta patología a través de la elastosonografía.

### **IV. JUSTIFICACIÓN**

No existe en Latinoamérica publicación científica sobre el uso de elastosonografía en tendones del supraespinoso para valorar su integridad luego de una reparación.

En el Instituto Nacional de Rehabilitación no se cuenta con datos objetivos sobre el estado de la reparación del tendón supraespinoso.

### **V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿La elastosonografía es un método radiológico para uso rutinario en el seguimiento de la reparación del tendón supraespinoso?

### **VI. OBJETIVO**

Investigar y comparar los resultados de elastosonografía de la reparación del tendón supraespinoso y la evaluación a través de elastosonografía en un grupo de pacientes operados en el servicio de Traumatología y Ortopedia del Deporte / Artroscopia del Instituto Nacional de Rehabilitación.

## **VII. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Estandarizar el protocolo de estudio de elastografía para obtener las cifras basales de pacientes sanos en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

Investigar la diferencia entre los resultados de elastografía entre los pacientes sanos contra los pacientes operados de reparación de tendón supraespinoso en el servicio de Traumatología y Ortopedia del Deporte / Artroscopia del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Establecer el porcentaje de inserción de las reparaciones del tendón supraespinoso realizadas en el servicio Traumatología y Ortopedia del Deporte / Artroscopia del Instituto Nacional de Rehabilitación.

## VIII. METODOLOGÍA

Después de la aprobación de la Dirección de Investigación del Instituto Nacional de Rehabilitación se diseñó un estudio de correlación descriptivo, comparativo, analítico y transversal.

El estudio se realizó de junio 2015 a junio 2017 obteniendo una población de 80 pacientes.

1. En el grupo de Casos se obtuvo 40 pacientes con lesión del tendón supraespinoso de tipo degenerativa ya reparado por el servicio de Traumatología u Ortopedia del Deporte / Artroscopia.

### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes con edad igual o mayor de 40 años
- Ambos géneros
- Con diagnóstico postquirúrgico de lesión del manguito de los rotadores
- Que cuenten con Elastografía de ambos hombros.
- Mayor de 1 año de operados

### **Criterios de exclusión:**

- Lesión traumática del manguito de los rotadores
- Ingesta prolongada de esteroides, AINES y fluoroquinolonas.
- Antecedente de luxación acromioclavicular, glenohumeral o fractura del extremo proximal del húmero

2. En el grupo *Control* se obtuvo 40 pacientes sin patología asociada en hombros.

**Criterios de inclusión:**

- Pacientes con edad igual o mayor de 40 años
- Ambos géneros
- Sin diagnóstico clínico de lesión del manguito de los rotadores
- Que cuenten con Elastosonografía de ambos hombros

**Criterios de exclusión:**

- Antecedente de luxación acromioclavicular, glenohumeral o fractura del extremo proximal del húmero.

**Criterios de eliminación:**

- Pacientes que no cuenten con los procedimientos completos para el análisis final.

**Procedimiento:**

Con el apoyo del servicio de Ultrasonido Musculoesquelético del Instituto Nacional de Rehabilitación se realizaron los estudios de elastosonografía. Para dichos estudios se utilizó un equipo SIEMENS VF7-3 GEN / 7.27MHZ

Los estudios fueron realizados por personal adscrito al servicio, médicos especialistas familiarizados con esta técnica de imagen y en algunos casos, fueron realizados por residentes del posgrado de alta especialidad en Imagenología Musculoesquelética.



Con el paciente sentado y los hombros descubiertos, se procedió a realizar un barrido inicial en modo B para identificar estructuras anatómicas de referencia como la huella del manguito rotador. Así mismo se identificó el trayecto del tendón supraespinoso para luego poder realizar el elastosonograma con técnica “onda de corte” . Los tonos de color rojo sobre el tendón son áreas de “tejido blando” y las áreas con tonos de color azul son de “tejido rígido”. Con esto podemos determinar los hallazgos de una forma descriptiva de la calidad del tendón. Para obtener un resultado más preciso sobre los colores se utilizó el programa *Image J* para el conteo exacto de píxeles que se encuentran dentro del área evaluada por el elastosonograma.

Se utilizó las escalas de *Examen sencillo de hombro* y la escala de *CONSTANT* para obtener datos generales sobre la incapacidad o limitación que presenta en ese momento.

El examen sencillo de hombro tiene como propósito documentar las mejoras funcionales de un determinado procedimiento quirúrgico de hombro. Combina preguntas subjetivas con requerimientos del paciente para actividades de la vida cotidiana. Consta de 12 preguntas con opción SI/NO, y cada pregunta contestada como SI suma un punto. El número final se obtiene dividiendo el puntaje obtenido y por las preguntas respondidas y se multiplica por 100.

La escala de *CONSTANT* es un método de estudio y evaluación de la patología del hombro para comparar el antes y después de un procedimiento quirúrgico que es ampliamente utilizado, donde son evaluados 4 parámetros objetivamente, y estos son el dolor, las actividades de la vida diaria, la funcionalidad y la fuerza, siendo todos recogidos por el explorador. La puntuación máxima es de 100 puntos, siendo 90-100 excelente, de 80 a 89 buena, de 70-79 media e inferior a 70 como pobre

## **Variables**

Variable Dependiente:

- Integridad y Calidad del tendón por Elastosonografía
- Resultados de Escalas

Variable Independiente:

- Sexo
- Edad
- Lado afectado
- Tipo de lesión del manguito de los rotadores
- Tipo de reparación de manguito de los rotadores

## **IX. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**

Se calcularan promedios y desviaciones estándar para variables cuantitativas y porcentajes para variables cualitativas

Se aplicara prueba de U de Mann Whitney para comparación de datos no paramétricos en muestras no relacionadas y pruebas W de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Se utilizará programa SPSS versión 21.0 para Macintosh.

### **XIII. BIBLIOGRAFÍA:**

1. Hsu J, and Keener JD, Natural History of Rotator Cuff Disease and Implications on Management . Operative Technique in Orthopaedics. 2015
2. Wolff AB, Sethi B, Sutton KM, Covey AF, Partial Thickness Rotator Cuff Tear, Journal of American Academy of Orthopaedic Surgeons 2006;14:715- 725
3. Park MC, Tibone J and Lee TL, History, Physical Examination, Radiographic Anatomy, and Biomechanics and Physiological Function of the Rotator Cuff. Operative Technique of Sports Medicine 20:201-206 . 2012
4. Vivek Pandey, W. Jaap Willems , Rotator cuff tear: A detailed update. Asia Pacific Knee, Arthroscopy and Sports Medicine Society. 2015
5. Owen R. McConville, MD, and Joseph P. Iannotti, MD, PhD. Partial-Thickness Tears of the Rotator Cuff: Evaluation and Management. Journal of American Academy of Orthopaedic Surgeons. 1999;7:32-43
6. Andrew Green, Chronic Massive Rotator Cuff Tears: Evaluation and Management, Journal of American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2003;11:321-331
7. Patrick J. Denard, MD Stephen S. Burkhart, MD, Arthroscopic Revision Rotator Cuff Repair, Journal of American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2011;19: 657-666

8. Constant C.R. and Murley A.H.G, A Clinical Method of Functional Assessment of the Shoulder, Clinical Orthopaedics and Related Research 1985.
9. F. Pfalzer, J. Huth, E. Stürmer, D. Ende, B. Kniesel, F. Mauch, Serial clinical and MRI examinations after arthroscopic rotator cuff reconstruction using double-row technique, European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery, Arthroscopy (ESSKA) 2017
10. P. Collin, M. Yoshida, A. Delarue, C. Lucas, T. Jossaume, A. Lädermann, Evaluating postoperative rotator cuff healing: Prospective comparison of MRI and ultrasound, Orthopaedics and Traumatology Surgery & Research 2015.
11. Sharlene A. Teefey, David A. Rubin, William D. Middleton, Charles F. Hildebolt, Robert A. Leibold, And Ken Yamaguchi, Detection And Quantification Of Rotator Cuff Tears. Comparison Of Ultrasonographic, Magnetic Resonance Imaging, And Arthroscopic Findings In Seventy-One Consecutive Cases. The Journal Of Bone And Joint Surgery, 86a,4,2004.
12. William D. Prickett, Md, Sharlene A. Teefey, Md, Leesa M. Galatz, Md, Ryan P. Calfee, Md, William D. Middleton, Md, And Ken Yamaguchi. Accuracy Of Ultrasound Imaging Of The Rotator Cuff In Shoulders That Are Painful Postoperatively, 84a,6,2003.
13. Richard G. Barr Elastography in Clinical Practice, Radiologic Clinics of North America. 2014
14. Hiroaki Ishikawa, Takayuki Muraki, Yusuke Sekiguchi, Takahiro Ishijima, Shuhei Morise,, Nobuyuki Yamamoto, Eiji Itoi, Shin-Ichi Izumi,

Noninvasive assessment of the activity of the shoulder girdle muscles using ultrasound real-time tissue elastography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2015.

15. Joline E. Brandenburg, MD, Sarah F. Eby, Pengfei Song, Heng Zhao, PhD, Jeffrey S. Brault, DO, Shigao Chen, PhD, Kai-Nan An. Ultrasound Elastography: The New Frontier in Direct Measurement of Muscle Stiffness. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2014;95:2207-19