



SALUD
SECRETARÍA DE SALUD



DR. EDUARDO LICEAGA



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

SECRETARIA DE SALUD

HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO “DR. EDUARDO LICEAGA”

IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

**NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA ELASTOGRAFÍA DE ONDA DE CORTE (SHEAR WAVE)
COMO PRUEBA DE TAMIZAJE EN NÓDULOS DE LA GLÁNDULA TIROIDES**

TESIS DE POSGRADO

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN
IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

**PRESENTA:
ANDRÉS CEDI ZAMUDIO**

**DRA. MARÍA DEL CARMEN GARCÍA BLANCO
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y
TERAPÉUTICA
“HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO “DR. EDUARDO LICEAGA”**

**ASESORES DE TESIS
DR. MANUEL ANTONIO CAL Y MAYOR VILLALOBOS
MÉDICO ADSCRITO AL SERVICIO DE RADIOLOGÍA E IMAGEN EN EL ÁREA DE
ULTRADONIDO
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO “DR. EDUARDO LICEAGA”**

**DR. JOSÉ ANTONIO GARCÍA GARCÍA MÉDICO ADSCRITO EN EL DEPARTAMENTO DE
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN EN SALUD
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO “DR. EDUARDO LICEAGA”**

CIUDAD DE MÉXICO, ENERO DE 2020



2020
AÑO DE
LEONORA VICARIO
BENEMÉRITA MADRE DE LA PATRIA



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.



Of.No DG-DECS-JPO-CT-004-2019

Ciudad de México a 19 de septiembre de 2019

Dr. Andrés Cedi Zamudio
Médico Residente
Servicio Radiología e Imagen

P R E S E N T E

Por medio de la presente se informa a usted que la última versión del Protocolo Titulado: **NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA ELASTOGRAFÍA DE ONDA DE CORTE (SHEAR WAVE) COMO PRUEBA DE TAMIZAJE EN NÓDULOS DE LA GLÁNDULA TIROIDES**, con clave de registro, **DECS-JPO-CT-004-2019** fue presentado al Comité de Tesis quien dictaminó su **APROBACIÓN** por lo tanto puede dar inicio a su investigación.

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

“A la Vanguardia en el Cuidado de la Vida”

A T E N T A M E N T E


Dra. Rocío Natalia Gómez López
Jefa de posgrado

Ccp.- Acuse

rngl



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Stelios Rafael Cedi y Guadalupe Zamudio y a mis hermanos Stelios Cedi y Daniel Cedi así como a mi esposa Denisse García y a mi hermosa hija Andrea Cedi, por el apoyo incondicional que tuve durante toda mi carrera. Sin ellos no habría llegado a donde estoy ahora.

Agradezco al Dr. José Antonio García García y al Dr. Manuel Antonio Cal y Mayor Villalobos porque sin él esta tesis simplemente no existiría.

Agradezco a todos mis maestros del Hospital General de México “Dr. Eduardo Liceaga” por sus grandes enseñanzas y paciencia en mis 4 años de formación.



NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA ELASTOGRAFÍA DE ONDA DE CORTE (SHEAR WAVE) COMO PRUEBA DE TAMIZAJE EN NÓDULOS DE LA GLÁNDULA TIROIDES

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen.....	5
2. Marco Teórico.....	7
3. Planteamiento del problema.....	10
4. Justificación.....	11
5. Hipótesis.....	12
6. Objetivos.....	13
7. Metodología.....	14
8. Resultados.....	21
9. Discusión.....	28
10. Conclusiones.....	31
11. Bibliografía.....	32





RESUMEN ESTRUCTURADO

Los nódulos tiroideos son una de las entidades endocrinológicas más frecuentes, de acuerdo con la American Thyroid Association, definiéndose como lesiones intratiroideas radiológicamente distintas al parénquima que lo rodea, y su prevalencia es dependiente del método de identificación con un rango de 4 a 7% por medio de palpación y un 20 a 76% por ultrasonido en población adulta, en particular en equipos de ultrasonido de alta resolución. De acuerdo en varias publicaciones en población mexicana la prevalencia de cáncer tiroideo se encuentra entre el 10 y el 18%, siendo similar a lo observado en otros países como Corea del sur, con el 10.5%.

La elastografía (shear wave) es un método de imagen avanzado que mide la elasticidad o rigidez de los tejidos, aumentando la precisión diagnóstica de la ecografía en escala de grises. Este método ecográfico es útil para la diferenciación de los nódulos tiroideos benignos y malignos, debido a que los nódulos malignos suelen ser más sólidos en comparación con parénquima adyacente

La mayoría de las guías para la evaluación de nódulos tiroideos coinciden en que la BAAF (biopsia por aspiración con aguja fina) es el método diagnóstico de elección y se ha convertido en el Gold estándar para diferenciar nódulos tiroideos malignos de benignos asociado al uso de elastografía.

Objetivos

Cuantificar el grado de rigidez mediante la elastografía shear wave de los nódulos tiroideos.

Metodología

Estudio observacional, analítico, transversal, retrospectivo y retrolectivo.





Resultados

Se incluyeron los expedientes clínicos de 58 pacientes, el 100% fue del género femenino evaluados por la prueba estadística ANOVA se observó que existe una diferencia estadísticamente significativas ($p > 0.001$), en los valores de KPa para los grupos seleccionados, observando que la media más alta de KPa, corresponde al grupo de carcinoma papilar, seguido por el de carcinoma folicular y por ultimo para el bocio coloide.

Conclusión

Se concluyó en el siguiente estudio que si bien la elastografía ayuda a cuantificar la rigidez de los nódulos, hoy en día sigue siendo una prueba de probabilidad diagnóstica, siendo en la actualidad el Gold estándar la confirmación citológica de las lesiones evaluadas.



MARCO TEÓRICO

Los nódulos tiroideos se encuentran entre las enfermedades comunes del sistema endocrino, con una prevalencia de 3 al 7% por palpación (5% en Mujeres, 1% en hombres), que viven en partes del mundo con suficiente yodo. La prevalencia por ecografía de alta resolución entre individuos seleccionados al azar es del 19% al 67%, con tendencias anuales en aumento en todo el mundo. El 5% al 15% de los nódulos tiroideos es el cáncer de tiroides, que se ha convertido en el cáncer de más rápido crecimiento (1–3).

En 2009, Horvath et al estratificaron los nódulos tiroideos en 6 categorías según 10 patrones por ultrasonido y primero lo llamarán TI-RADS. El mismo año Park et al, definieron otro TI-RADS con 12 parámetros de ultrasonido y una escala de estratificación de riesgo de 5 puntos. Estos enfoques son atractivos, pero pueden ser complicados y difíciles de implementar en la práctica. En 2011, Kwak et al. Simplificaron el sistema diseñado por Parks et al. Más recientemente, Russ et al incluyeron el aspecto elastográfico de los nódulos como uno de los 6 criterios diagnósticos de un modelo TI-RADS y obtuvieron una alta sensibilidad y especificidad (4,5). Las características de ultrasonido en el (ACR TI-RADS se clasifican como benignas, mínimamente sospechosas, moderadamente sospechosas o altamente sospechosas de malignidad) (4,6–9). Hay varias características ultrasonográficas sospechosas que predicen el cáncer de tiroides, como la hipoecogenicidad, margen microlobulada o espiculado, micro o macro-calcificaciones y una forma más alta que ancha, las microcalcificaciones visibles en el ultrasonido se consideran una característica específica de cáncer de tiroides (85.8-95%); sin embargo la sensibilidad de este signo es relativamente baja (6,10–12).

Elastografía de onda de corte

La elastografía de onda de corte (shear wave) fue introducida por primera vez desde la fuerza de radiación acústica de Nightingale et al. (13,14), siendo Rago et al. Quien clínicamente aplico por primera vez la elastografía por onda de corte (shear wave), utilizando escala de cinco puntos basada en el estudio Ueno e Itoh, utilizando una puntuación del 1 al 5, siendo una puntuación de 1 suave y 5 rígida. Atería en 2008 estableció otro criterio en donde utilizo escala





de cuatro puntos basado en el estudio de Itoh et al. Implementando los criterios de Rago en un estudio que incluyó 92 pacientes consecutivos con un solo nódulo, los investigadores calcularon que la sensibilidad era del 97% y la especificidad del 100% para predecir la malignidad de la tiroides. Usando los criterios de Asteria, los investigadores calcularon que la sensibilidad y la especificidad eran de 94.1% y 81%, respectivamente, en 86 nódulos, sin ser comparados con las características ecográficas en escala de grises (15).

En 2010 en un estudio que incluyó 146 nódulos de 93 pacientes, con antecedentes de nódulos tiroideos, en donde se concluyó que el punto de discriminación entre nódulos benignos y malignos presentaban un índice de elasticidad media de 65 Kilopascales (KPa) y 63.60 Kilopascales (KPa) (por características ultrasonográficas). La sensibilidad y la especificidad para malignidad fueron de 81.5% y 97% en el caso de combinación de la escala de grises y onda de corte (shear wave), respectivamente. Con este estudio se concluyó que SWE sería una herramienta útil en la diferenciación de los nódulos tiroideos. Bhatia et al, investigó el rol de la onda de corte (shear wave) empleando parámetros como el índice de elasticidad media de toda la lesión y la elasticidad media a 2 mm del área de mayor rigidez con un valor de 34.5 Kilopascales (KPa). La sensibilidad y especificidad para la predicción de malignidad fueron de 76.9% and 71.1%. (15)

La elastografía de onda de corte (shear wave) evalúa la distorsión del haz ultrasónico basándose en el principio de que el tejido más elástico se deforma fácilmente en comparación con el tejido rígido. Este principio se extrapola para diferenciar los nódulos benignos de los malignos, ya que la mayoría de los nódulos malignos son más rígidos que los nódulos benignos (13,16,17). La elastografía de onda de corte (shear wave) es una tecnología más nueva con menos publicaciones en comparación con la elastografía de tensión en la que es independiente de las habilidades del operador (8,10,18).

Las ondas de corte (shear wave) son el desplazamiento de microondas a través de la velocidad de propagación de onda en los tejidos, mediante impulsos de la fuerza de radiación acústica y la velocidad refleja la dureza del tejido directamente con el módulo Young (Anexo 2), que corresponde a la “dureza” o “elasticidad”, siendo una de las modalidades más útiles para detectar cambios en la estructura del tejido normal, mientras que las variaciones en otros parámetros como el de Poisson y el nódulo de volumen son comparativamente pequeños (13,19–23). La onda de corte (shear wave) nos brinda información sobre la elasticidad





cuantitativa sobre la base del pulso acústico de onda de sonido estimulando a los tejidos y produciendo un elastograma en tiempo real y dependiendo de la producción de fuerza de radiación de la sonda, siendo más independiente, reproducible y cuantitativo del operador. Aunque existe comúnmente artefactos en las imágenes de onda de corte (shear wave) encontrándose en un 70% según M. Dighe et al, siendo el artefacto de sobrecompresión, evitándose mediante el uso de una capa gruesa de gel o una almohadilla de separación, especialmente cuando el nódulo está ubicado en el istmo (24,25).

Existen dos métodos aplicables para la evaluación clínica de los nódulos tiroideos: La onda supersónica corta y métodos de impulso de fuerza de radiación (ARFI). El primero utiliza rayos ultrasónicos enfocados que se propagan a través de toda el área de imagen, adquiriéndose una imagen por codificada por colores que muestra la velocidad de onda de corte metros sobre segundo (m/s) o elasticidad, Kilopascales (KPa) para cada pixel en el (ROI). Dentro de un (ROI) dado, se puede medir una variedad de parámetros de rigidez, incluida la rigidez media (media de E), la rigidez máxima (E max) y la desviación estándar (SD). A diferencia de la elastografía de tensión, el tejido blando se muestra en tonos de azul y el tejido duro en rojo. ARFI utiliza pulsos acústicos de corta duración que excitan al tejido dentro del (ROI). La elasticidad se expresa en metros por segundo (m/s) y no muestra imágenes codificadas por colores para la elastografía (16). De acuerdo Fen Wang MD, et al; utilizaron la escala de visualización de elastografía de onda de corte (shear wave) en 100 Kilopascales (KPa) para cada lesión. Si la lesión estaba localizada profundamente, se usó la preselección de la “pluma” para la penetración. Se estableció una región cuadrada de interés (ROI) para incluir la lesión y el tejido normal circundante, y la rigidez se mostró como un mapa de color en el (ROI), en el que los tejidos muy blandos se codificaron en azul oscuro, con áreas de rigidez creciente codificadas en la luz azul, verde, naranja y rojo. Adquiriéndose tres bucles de cine onda de corte (shear wave) con una duración de 10 seg. Por cada lesión, con el transductor mantenido estacionario durante las adquisiciones (26).





PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través de la detección oportuna de nódulos sospechosos de malignidad evaluados por TI-RADS, se ha tratado de reducir la mortalidad a causa de esta enfermedad, sin embargo existe una variabilidad interobservador en las características del nódulo evaluada por TI-RADS siendo el margen y las microcalcificaciones las de mayor impacto por lo que se debería replantear mejor valoración de estos nódulos y complementarlo con elastografía de onda de corte (shear wave). Ya que este hecho aumenta la eficacia del tamizaje y, en el futuro inmediato, podría derivar en la oportunidad de detección oportuna y de curación del cáncer de tiroides, en el siguiente trabajo nos planteamos la siguiente pregunta de investigación, es de utilidad la elastografía shear wave como prueba de tamizaje en nódulos tiroideos?



JUSTIFICACIÓN

Establecer puntos de corte en las pruebas de curvas ROC de la elastografía en Kilopascales (KPa) y metros sobre segundo (m/s) en los pacientes con nódulos de tiroides por medio de la elastografía de corte (shear wave), siendo una herramienta útil en el tamizaje, no invasivo y de tratamiento oportuno. Además se ha demostrado que, las pruebas de detección oportuna, aunque no pueden prevenir la enfermedad, representa una oportunidad costo-efectiva al aumentar el tiempo de vida útil; de ahí que su aplicación sea de gran utilidad, siendo que a través de la aplicación de la ecografía de corte (shear wave) aumentara la sensibilidad y especificidad en nódulos sospechosos de la glándula tiroides, se justifica la ejecución del presente trabajo.

La autorización para realizar el presente protocolo permitirá cuantificar la elastografía en los nódulos de lesiones de la glándula tiroides y correlacionar estos valores con la categoría TI-RADS y grado citológico, para mejor calidad de reporte radiológico. Los hallazgos observados esperamos que representen una disminución en costos, al prevenir el tratar a los pacientes cuando en caso de ser lesión maligna presente metástasis a distancia.





HIPÓTESIS

Si la elastografía es una aplicación del ultrasonido que permite medir de forma cuantitativa y cualitativa el grado de rigidez de los tejidos, reflejando la resistencia al flujo arterial originado por el lecho microvascular distal al sitio de medición, entonces, al aplicar ésta técnica en la evaluación de nódulos tiroideos, permitirá a través de la medición de Kilopascales (KPa) y la velocidad de propagación de la onda (m/seg), obtener un coeficiente de correlación de 0.8 con el diagnóstico histopatológico de las biopsias de dichos nódulos.



OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el desempeño como prueba diagnóstica de la elastografía de onda de corte (shear wave) como prueba de tamizaje en nódulos de la glándula tiroideas.

Objetivos específicos

- Medir el grado de rigidez de nódulos tiroideos mediante ultrasonografía de onda de corte (shear wave).
- Correlacionar la existencia entre el tipo citológico y las características ecográficas de los nódulos tiroideos.



METODOLOGÍA

Tipo y diseño de estudio

Estudio observacional, analítico, transversal, retrospectivo y retrolectivo.

Población

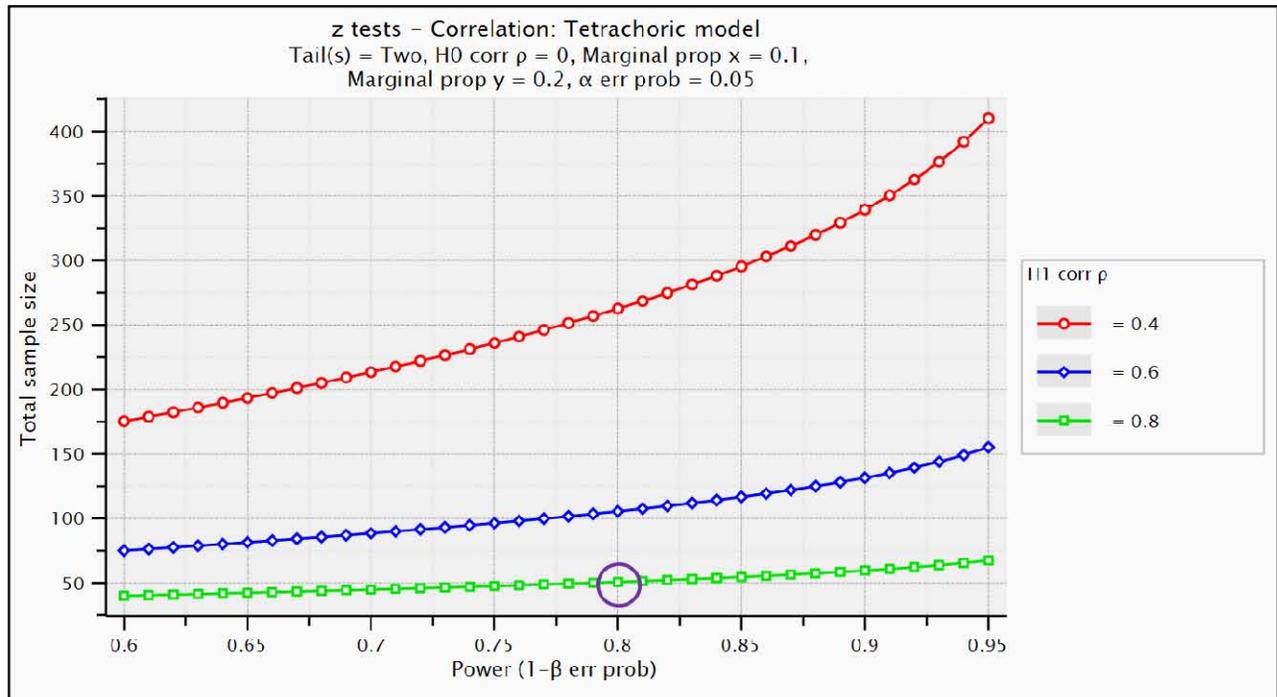
Expedientes clínicos de personas que por sus características clínicas, epidemiológicas o demográficas se les realizó elastografía de onda de corte (shear wave) entre el periodo 2015-2018 en el Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga.

Tamaño de la muestra

Se estimó el tamaño de muestra requerido con base a una función matemática de correlación (en contexto con valores z) en un modelo tetracórico, toda vez que fue el modelo básico que se utilizó para evaluar el desempeño como prueba diagnóstica de la elastografía. El tamaño de muestra calculado fue de 51 expedientes clínicos, y se adicionaron 10 por las potenciales pérdidas que se pudieran presentar.

Test family		Statistical test	
z tests		Correlation: Tetrachoric model	
Type of power analysis			
A priori: Compute required sample size - given α , power, and effect size			
Input Parameters		Output Parameters	
Determine =>		Tail(s) Two	
H1 corr ρ	0.8	Critical z	1.9599640
α err prob	0.05	Total sample size	51
Power ($1 - \beta$ err prob)	0.8	Actual power	0.8030152
H0 corr ρ	0	H1 corr ρ	0.8000000
Marginal prop x	0.1	H0 corr ρ	5.440093e-016
Marginal prop y	0.2	Critical r lwr	-0.6703047
		Critical r upr	0.6703047
		Std err r	0.3419985





Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

Criterios de Inclusión:

- Expedientes Clínicos de personas con diagnósticos de nódulos tiroideos en estudio que contaron con reporte citológico o histopatológico.
- Expedientes clínicos a quien se les realizó elastografía de onda de corte (shear wave).
- Expedientes Clínicos de pacientes con nódulos tiroideos que contaron con reporte citológico
- Expedientes clínicos de pacientes en rango de edad entre 18 a 60 años.

Criterios de exclusión:

- Aquellos expedientes que contaron con diagnóstico de tiroiditis o nódulos tiroideos con calcificación en cáscara de huevo.

Criterios de eliminación:

- Expedientes clínicos que estuvieron incompletos.

Definición de las variables

Tabla de operacionalización de las variables

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valores
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de una persona hasta un momento determinado.	Cuantitativa	Discontinua	Años
Género	Son los conceptos sociales de las funciones, comportamientos,	Cualitativa	Nominal	1.Femenino 2.Masculino





	actividades y atributos que cada sociedad considera apropiados para los hombres y las mujeres.			
Características ecográficas	Evaluación ecográfica de la lesión que en base a estas permite su clasificación como lesiones probablemente benignas o malignas.	Cualitativa	Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anecoico 2. Hiperecoico o isoecoico 3. Hipoecoico 4. Muy hipoecoico
Análisis citológico	<p>Citología: Se refiere al estudio integral de la célula en sus múltiples aspectos: estructurales, biofísicos, bioquímicos, fisiológicos, patológicos, nutricionales, inmunológicos, genéticos, etc.</p> <p>Histología: Ciencia que se encarga de los tejidos.</p>	Cualitativa	Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Papilar 2. Folicular 3. Anaplasico 4. Medular 5. Adenoma 6. Bocio coloide
TI-RADS (Thyroid Imaging Reporting and Data System)	Categoría de la lesión por los criterios establecidos por TI-RADS por	Cualitativa	Nominal	<p>TR1. Benignos</p> <p>TR2. No sospechoso</p> <p>TR3. Medianamente sospechoso</p> <p>TR4. Moderadamente</p>





	ultrasonido.			sospechoso TR5. Altamente sospechoso
Elastografía	Es una aplicación del ultrasonido que permite medir de forma cuantitativa el grado de rigidez de los tejidos.	Cuantitativa	Continua	Kilopascal (KPa) Metro sobre segundo (m/s)



Procedimiento

Se realizó la revisión de los expedientes clínicos y sistema PACS (Picture archiving and communication system) que tuvieron diagnóstico de nódulo tiroideo en los que se hayan hecho elastografía de onda de corte (shear wave).

El estudio se llevó a cabo con equipo de ultrasonográfico Siemens Acuson S2000, con transductor lineal 9MHz, gel para ultrasonido estéril y toallas de papel, se colocó al paciente en decúbito dorsal con hiperextensión del cuello con una almohada delgada a nivel de los hombros, se aplicó gel a una temperatura de 36° C, sobre la superficie del cuello, se colocó el transductor lineal para inicio del estudio, previamente información amplia al paciente acerca del estudio, posteriormente se le pidió al paciente no respirar, deglutir saliva o moverse durante 5 segundos, tiempo en el cual se tomó la muestra de onda de corte, repitiendo este procedimiento en 4 ocasiones, se limpió el excedente de gel en el cuello y se finalizó el estudio. El estudio fue llevado a cabo por radiólogo con experiencia de 29 años en ultrasonografía y de 7 años realizando elastografía.





Análisis de los resultados

La obtención de datos se hizo en forma manual, los cuales fueron transcritos a una base de datos diseñada ex profeso, en una hoja de cálculo (Excel). Posteriormente se exportó al programa estadístico SPSS (IBM, Chicago IL. USA) V.25 para Windows.

Los datos generales se analizaron utilizando estadística descriptiva; media, desviación estándar y rangos de valores, para las variables cuantitativas; porcentajes y frecuencias para las variables categóricas. Los resultados se presentan en forma de tablas.

Para evaluar las diferencias de medias de los valores de KiloPascales entre los diferentes grupos de diagnóstico citológico y por ultrasonido, se utilizó la prueba de análisis de la varianza (ANOVA), y en caso de diferencias estadísticamente significativas entre grupos, análisis post hoc con prueba de Bonferroni.

Se realizaron análisis de correlaciones y se recurrió al coeficiente de correlación de Spearman (Rho) o de Pearson (r) con base al tipo de variables a contrastar. Se considerarán que hubo diferencias estadísticamente significativas, cuando el valor de $p \leq .05$



RESULTADOS:

Se revisaron 58 expedientes de los cuales el 100% correspondieron al género femenino en (media de edad, 48.5; rango 16-81 años). Se evaluaron las características incluidas en la escala de TI-RADS, encontrando en relación al tamaño del nódulo una media de 2.2 centímetros (rango entre 0.6 – 4.8 centímetros). El nódulo mostró ser hipoecoico en 30 mujeres (51.7%), hiperecoico o isoecoico en 27 (46.6%), muy hipoecoico en 1 (1.7%). Las calcificaciones periféricas estuvieron en 9 (15.5%), focos ecogénicos puntiformes en 9 (15.5%), macrocalcificaciones en 8 (13.85), Ninguna calcificación en 32 (55.2%). El nódulo presentó composición sólida en 53 (91.4%), sólido-quístico 4 (6.9%), quístico 1 (1.7%). La vascularidad fue periférica en 27 (46.6%), central en 17 (29.3%), ausente en 14 (24.1%).

De acuerdo a los índices de elasticidad entre los nódulos malignos versus benignos, evaluados por la prueba estadística ANOVA se observó que existió diferencia estadísticamente significativas ($p > 0.001$); observando que la media más alta de KPa, en orden decreciente fue para carcinoma papilar, carcinoma folicular y por ultimo para el bocio coloide (tabla 1).

Tabla 1.

KiloPascales (KPa) PROMEDIO	DESCRIPTIVOS				
	N	Media	Desviación estándar	Límite inferior	Límite Superior
PAPILAR	23	101	61	74	127
FOLICULAR	5	71	48	10	131
BOCIO COLOIDE	30	48	31	36	60
Total	58	71	52	57	85



Tabla 2. Coeficientes de correlación* al contrastar diferentes variables de elastografía e histopatología.

VARIABLES CORRELACIONADAS	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	p
Puntaje TI-RADS/Resultado de la citología	-0.524	0.0001
Puntaje TI-RADS/Ecogenicidad	0.405	0.002
Puntaje TI-RADS/Calcificación	0.607	0.0001
Puntaje TI-RADS/Márgenes	0.755	0.0001
Puntaje TI-RADS/Forma	-0.408	0.001
Puntaje TI-RADS/Vascularidad	-0.334	0.010
Kilopascales (KPa) Promedio/Resultados de citología	-0.453	0.0001
Kilopascales (KPa)/Calcificación	0.420	0.001
Resultado de la citología/ Kilopascales (KPa)	-0.453	0.0001

* Únicamente se muestran las correlaciones que tuvieron un coeficiente de correlación ≥ 0.4 .

El análisis de las correlaciones permitió documentar dos bloques con base al tipo de correlación (positiva o negativa). Las correlaciones positivas entre las categorías de ti-rads (benigno, no sospechoso, medianamente sospechoso, moderadamente sospechoso y altamente sospechoso) y criterios ecográficos de malignidad, fueron los siguientes (con sus respectivos coeficientes de correlación rho de Spearman y la significancia estadística representada por el valor de p): ecogenicidad (0.405, 0.002), calcificaciones (0.607, 0.0001), márgenes (0.755, 0.0001). Los márgenes reportados en el estudio ecográfico (0.755, $p = 0.0001$); así como al contrastar las categorías de ti-rads con el reporte del estudio de histopatología (0.524, $p = 0.0001$).

Las correlaciones negativas entre las categorías ti-rads y características histopatológicas, fueron: resultado de la citología (-0.524, 0.0001), forma ecográfica (-0.408, 0.001), vascularidad ecográfica (-0.334, 0.010).

En cuanto a los contrastes sobresalientes de correlaciones de kilopascales, con calcificaciones ecográficas (0.420, 0.001), resultado de la citología (-0.453, 0.001).



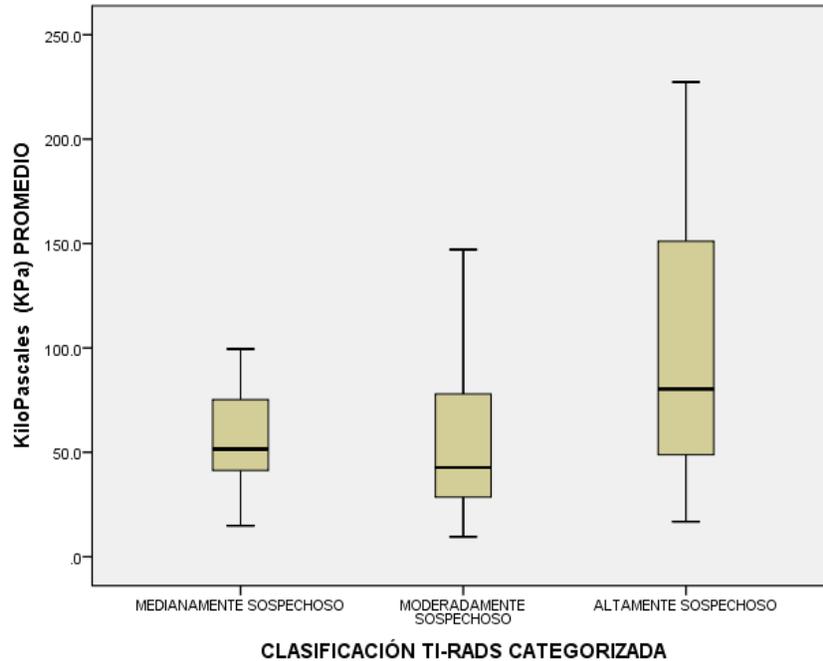


Figura 1. Contraste de la clasificación TI-RADS categorizada y KiloPascales.

En la gráfica de cajas y bigotes se muestra que las medianas de los valores de KiloPascales para los tres grupos de clasificación de TI-RADS categorizada (medianamente, moderadamente y altamente sospechoso) presentan una leve variación, siendo notable que la amplitud de distribución de valores se incrementa entre mayor sospecha diagnóstica de malignidad existe.



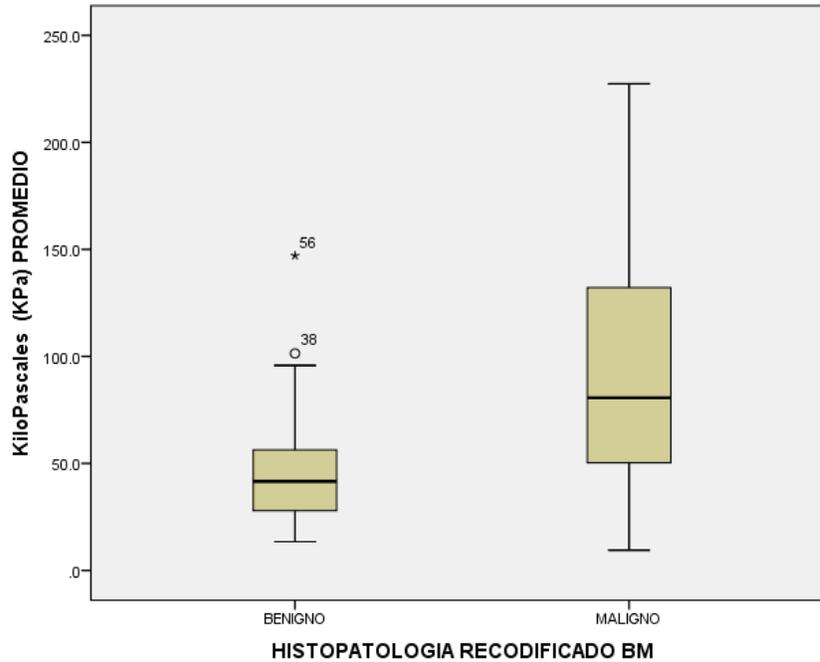


Figura 2. Contraste de Histopatología recodificado con KiloPascales.

En la gráfica de cajas y bigotes se muestra que las medianas de los valores de KiloPascales para la representación binaria de diagnóstico histopatológico (benigno y maligno) presentan una marcada variación, siendo notable la amplitud de distribución de valores en el grupo de neoplasias malignas. Ya que el grupo de neoplasias malignas tiene dos casos considerados como valores extremos (uno interno y otro externo), el grado de dispersión de los valores de KiloPascales en el grupo de benignidad, sería mucho menor si se eliminaran esos dos casos.



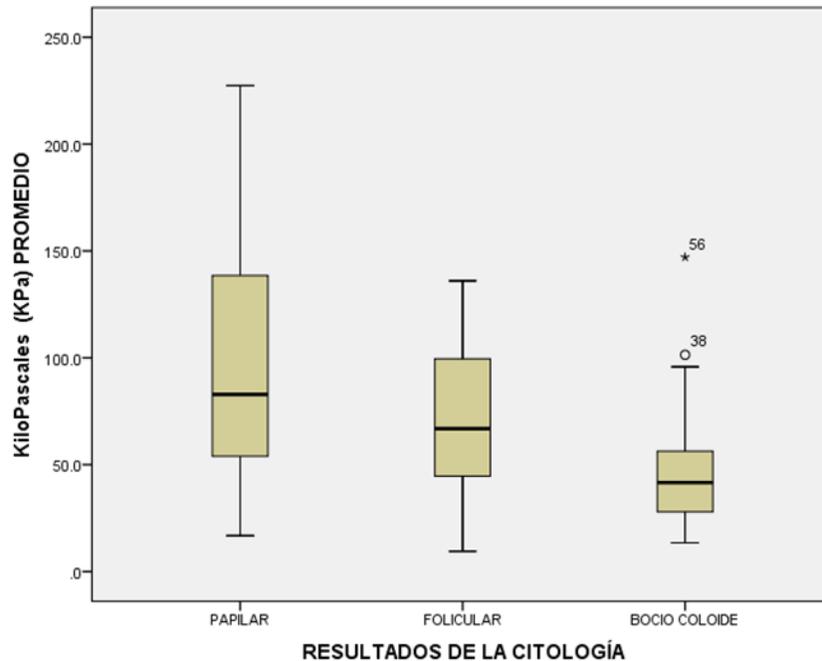
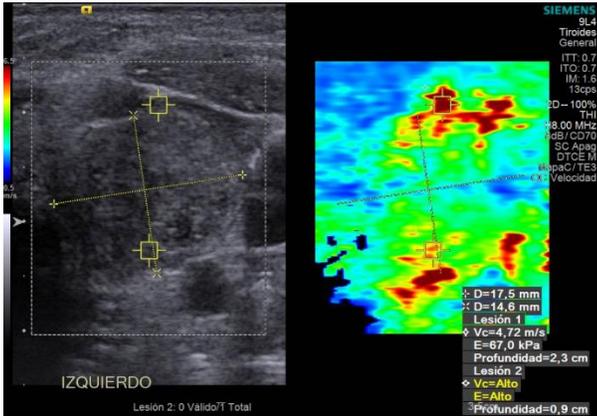


Figura 3. Contraste de resultados de citología y KiloPascales.

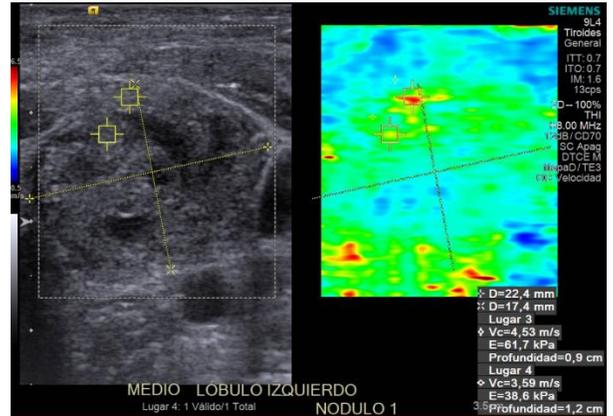
En la gráfica de cajas y bigotes se muestra que las medianas de los valores de KiloPascales para los tres grupos de diagnóstico citológico (carcinoma papilar, carcinoma folicular y bocio coloide) presentan una leve a moderada variación, siendo notable que la mayor amplitud de distribución de valores se existe en las neoplasias malignas (papilar y folicular) comparada con el de tipo benigno (bocio coloide). Ya que el grupo de bocio coloide tiene dos casos considerados como valores extremos (uno interno y otro externo), el grado de dispersión de los valores de KiloPascales en el grupo de benignidad, sería mucho menor si se eliminaran esos dos casos.



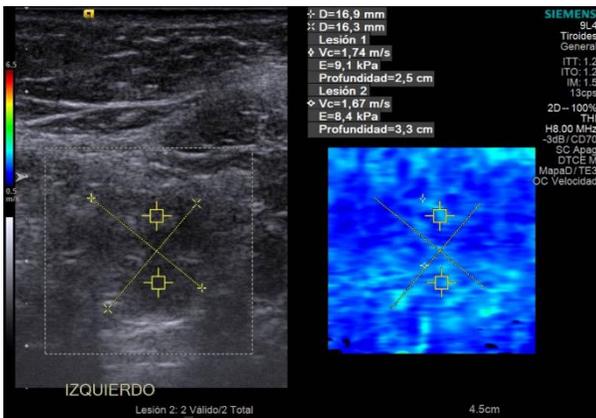
Ejemplos de elastografía shear wave de los diferentes tipos citológicos de neoplasias.



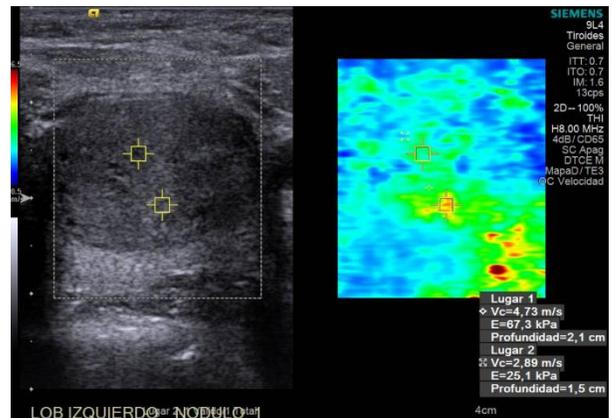
Elastografía shear wave que muestra valores máximos de 61.7 KPa, el resultado citológico reporto carcinoma papilar.



Elastografía shear wave que muestran valores máximos de 67 KPa, el resultado citológico reporto carcinoma papilar.

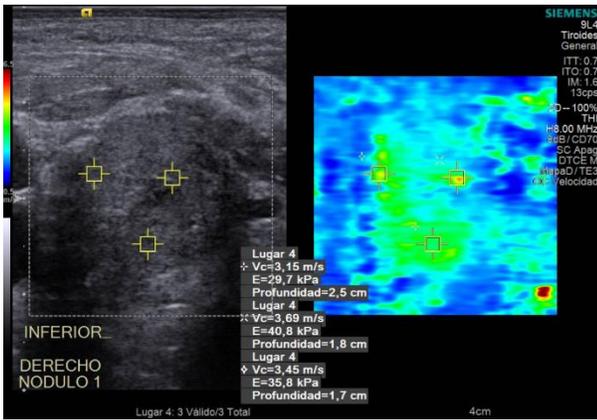


Elastografía shear wave que muestra valores máximos de 9.1 KPa, el resultado citológico reporto neoplasia folicular.

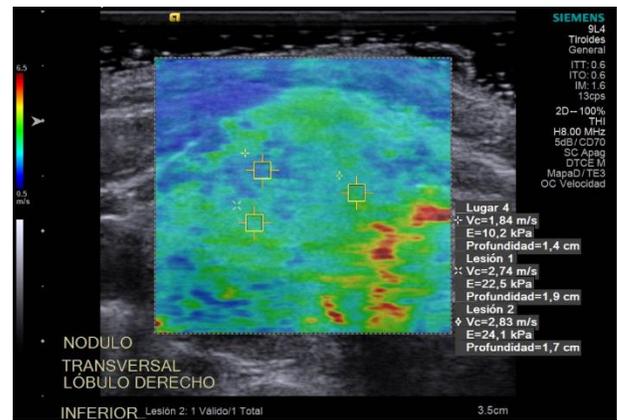


Elastografía shear wave que muestra valores máximos de 67.3 KPa, el resultado citológico reporto neoplasia folicular.





Elastografía shear wave que muestra valores máximos de 40.8 KPa, el resultado citológico reporto Bocio



Elastografía shear wave que muestra valores máximos de 24.1 KPa, el resultado citológico reporto Bocio



DISCUSIÓN:

En nuestra experiencia, la elastografía shear wave fue una herramienta de gran utilidad para el diagnóstico de sospecha de malignidad en los nódulos tiroideos. El índice de elasticidad fue significativamente mayor en nódulos malignos que en benignos, sin embargo de acuerdo a nuestros resultados se vio que existía un traslape de KPa sobre nódulos de estirpe benigna y maligna, lo que dificultó nuestra sospecha diagnóstica. Nuestro índice de elasticidad fue de un corte para nódulo de sospecha de malignidad fue de 71.4 KPa (± 52.5). Estos hallazgos encontrados en nuestro trabajo son similares a los de la literatura previamente reportada. (27)

El promedio de edad de los pacientes correspondió a la quinta década de la vida, aunque el rango abarca desde la cuarta década; fueron las mujeres quienes presentaron mayor riesgo para el cáncer papilar ya que en la base de datos revisada solo se estudiaron del género femenino. El valor de corte para la parte más rígida de la lesión fue de 227.4 Kilopascales (KPa), que es superior al conjunto de corte estudiada por Wang- et (26) y los reportados por Ippolito D.(16).

La elastografía shear wave es independiente del operador y más reproducible que la elastografía estática. Ofrece otras ventajas, primero, es cuantitativo, segundo, proporciona una estimación de la elasticidad local de los nódulos que no se ve alterada por la presencia de un área dura en las proximidades. Esto es de gran interés en casos de tiroides multinodular. Este grupo puede representar un gran número de pacientes remitidos por nódulos tiroideos. (28)

En nódulos con macrocalcificaciones la elastografía shear wave puede ofrecer algunas ventajas con respecto a la elastografía de tensión tisular aunque uno debe ser cauteloso en la interpretación de la elastografía. En la literatura se ha documentado que las macrocalcificaciones gruesas no tienen valor diagnóstico para el cáncer.(27)

En 2010 en un estudio que incluyó 146 nódulos de 93 pacientes, con antecedentes de nódulos tiroideos, en donde se concluyó que el punto de discriminación entre nódulos benignos y malignos presentaban un índice de elasticidad media de 65 Kilopascales (KPa)





y 63.60 Kilopascuales (KPa) (por características ultrasonográficas). La sensibilidad y la especificidad para malignidad fueron de 81.5% y 97% en el caso de combinación de la escala de grises y onda de corte (shear wave), respectivamente (15).

El análisis de las correlaciones en el presente estudio, reveló que el reporte ecográfico de extensión extratiroidea, ecogenicidad hipoecoica o muy hipoecoica, y presencia de calcificaciones periféricas o focos ecogénicos puntiformes, tuvieron mayor correlación positiva con las categorías moderadamente y altamente sospechoso de TI-RADS.

Adicionalmente, las categorías moderadamente y altamente sospechoso de ti-rads se correlacionaron con el reporte histopatológico de neoplasias de tipo papilar y folicular, la forma ecográfica más alto que ancho y con el reporte ecográfico de presencia de vascularidad.

El mayor número de kiloPascales se correlacionó con reporte ecográfico de calcificaciones periféricas y focos ecogénicos puntiformes, así como con el reporte de histopatología de adenoma y bocio coloide.

Aunque llegamos a la conclusión de que la combinación de elastografía shear wave cuantitativa y ultrasonido convencional se ha propuesto con algunos artículos que el mismo ultrasonido convencional en el presente estudio no confirma el papel potencial en la diferenciación entre nódulos tiroideos benignos y malignos ya que se observó un traslape de las diferentes neoplasias estudiadas con respecto al bocio coloide sin embargo este presentó menor número de KiloPascales.

La composición de los nódulos influye en el grado de dureza que reporta la elastografía shear wave, lo que nos sugiere que a mayor KiloPascales mayor la tendencia a ser maligno. La vascularidad mostró una clara tendencia en su comportamiento para favorecer benignidad o malignidad.

En nuestros resultados, la elastografía shear wave hasta este momento por sí sola no permite discriminar entre benigno y maligno, sin embargo coadyuva junto con el ultrasonido en escala de grises y el Doppler color a una mejor correlación con los hallazgos citológicos, por tal motivo consideramos que la elastografía shear wave podría constituirse como un pilar en la evaluación integral en estudios de ultrasonidos.





Como limitaciones intrínsecas de la elastografía shear wave habría que señalar la dificultad para diferenciar procesos nódulos de sospecha cerca de la arteria carótida porque la pulsación arterial puede crear datos de índices de elasticidad falsos, lo que alteraría en nuestros resultados.





CONCLUSIÓN:

En la actualidad, la elastografía no es aún una técnica totalmente estandarizada en la mayoría de los centros, sin embargo en nuestros hallazgos plantean la posibilidad de que esta técnica constituya en el futuro el tercer pilar de la imagen en la ecografía, así pues en nuestro estudio confirmamos la utilidad de la elastografía en la caracterización de nódulos tiroideos, no habiendo ninguna limitación para la realización de este. La aplicación de mediciones cuantitativas permite un alto grado de probabilidad diagnóstica; sin embargo, la presencia de diferentes tipos histológicos para este tejido, obliga a tener una confirmación citológica de las lesiones evaluadas, siendo de gran ayuda este método de tamizaje para evaluar los nódulos de sospecha pero no de confirmación de malignidad.





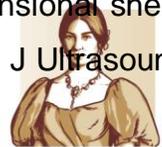
BIBLIOGRAFÍA

1. Jiang H, Tian Y, Yan W, Kong Y, Wang H, Wang A, et al. The prevalence of thyroid nodules and an analysis of related lifestyle factors in Beijing communities. *Int J Environ Res Public Health*. 2016;13(4):1–11.
2. Haugen BR, Alexander EK, Bible KC, Doherty GM, Mandel SJ, Nikiforov YE, et al. 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer: The American Thyroid Association Guidelines Task Force on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. *Thyroid* [Internet]. 2016;26(1):1–133. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26462967><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4739132>
3. Nguyen QT, Lee EJ, Huang MG, Park YI, Khullar A, Plodkowski RA. Diagnosis and treatment of patients with thyroid cancer. *Am Heal Drug Benefits*. 2015;8(1):30–8.
4. Fernández Sánchez J. Clasificación TI-RADS de los nódulos tiroideos en base a una escala de puntuación modificada con respecto a los criterios ecográficos de malignidad. *Rev Argentina Radiol*. 2014;78(3):138–48.
5. Sung HP, Soo JK, Kim EK, Min JK, Eun JS, Kwak JY. Interobserver agreement in assessing the sonographic and elastographic features of malignant thyroid nodules. *Am J Roentgenol*. 2009;193(5):416–23.
6. Azizi G, Keller JM, Mayo ML, Piper K, Puett D, Earp KM, et al. Thyroid nodules and shear wave elastography: A new tool in thyroid cancer detection. *Ultrasound Med Biol*. 2015;41(11):2855–65.
7. Tessler FN, Middleton WD, Grant EG, Hoang JK, Berland LL, Teefey SA, et al. ACR Thyroid Imaging, Reporting and Data System (TI-RADS): White Paper of the ACR TI-RADS Committee. *J Am Coll Radiol* [Internet]. 2017;14(5):587–95. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacr.2017.01.046>
8. Paredes-manjarrez C, Camacho-zarco E, Avelar-garnica FJ, Tanus-hajj J, Guerrero-rivera S. Elastografía en la evaluación de nódulos tiroideos. 2017;(55):402–7.
9. Horvath E, Majlis S, Rossi R, Franco C, Niedmann JP, Castro A, et al. An ultrasonogram reporting system for thyroid nodules stratifying cancer risk for clinical management. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009;94(5):1748–51.





10. Moon WJ, Baek JH, Jung SL, Kim DW, Kim EK, Kim JY, et al. Ultrasonography and the ultrasound-based management of thyroid nodules: Consensus statement and recommendations. *Korean J Radiol.* 2011;12(1):1–14.
11. Slapa RZ, Piwowonski A, Jakubowski WS, Bierca J, Szopinski KT, Slowinska-Srzednicka J, et al. Shear Wave Elastography May Add a New Dimension to Ultrasound Evaluation of Thyroid Nodules: Case Series with Comparative Evaluation. *J Thyroid Res.* 2012;2012:1–6.
12. Park J-Y, Lee HJ, Jang HW, Kim HK, Yi JH, Lee W, et al. A Proposal for a Thyroid Imaging Reporting and Data System for Ultrasound Features of Thyroid Carcinoma. *Thyroid.* 2009;19(11):1257–64.
13. Hu X, Liu Y, Qian L. Diagnostic potential of real-time elastography (RTE) and shear wave elastography (SWE) to differentiate benign and malignant thyroid nodules. *Med (United States).* 2017;96(43):1–6.
14. Hoang JK, Middleton WD, Farjat AE, Teefey SA, Abinanti N, Boschini FJ, et al. Interobserver variability of sonographic features used in the American college of radiology thyroid imaging reporting and data system. *Am J Roentgenol.* 2018;211(1):162–7.
15. Kwak JY, Kim E-K. Ultrasound elastography for thyroid nodules: recent advances. *Ultrasonography.* 2014;33(2):75–82.
16. Ippolito D, Galimberti S, Leni D, Vacirca F, Nasr A, Bragazzi NL, et al. Use of Shear Wave Elastography in the Sonographic Triage of Thyroid Nodules: Feasibility Study in a Series of Lesions Already Selected for Fine Needle Aspiration. *J Ultrasound Med.* 2018;1–8.
17. Zhang B, Ma X, Wu N, Liu L, Liu X, Zhang J, et al. Shear Wave Elastography for Differentiation of Benign and Malignant Thyroid Nodules. *J Ultrasound Med.* 2013;32(12):2163–9.
18. Zemanova M. Review Article Current Trends in Ophthalmology A Diagnostic Imaging Method – Shear Wave Elastography. 2018;14–22.
19. Wang F, Chang C, Chen M, Gao Y, Chen YL, Zhou SC, et al. Does lesion size affect the value of shear wave elastography for differentiating between benign and malignant thyroid nodules? *J Ultrasound Med.* 2018;37(3):601–9.
20. Zhao CK, Chen SG, Alizad A, He YP, Wang Q, Wang D, et al. Three-dimensional shear wave elastography for differentiating benign from malignant thyroid nodules. *J Ultrasound*





Med. 2018;37(7):1777–88.

21. Guzmán Aroca F, Abellán Rivera D, Reus Pintado M. La elastografía: una nueva aplicación de la ecografía. ¿cuál es su utilidad clínica? Radiología [Internet]. 2014;56(4):290–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2012.09.006>
22. Hu L, He N, Ye L, Zhou H, Zhong W, Zhang X. Evaluation of the stiffness of tissues surrounding thyroid nodules with shear wave elastography. J Ultrasound Med. 2018;37(9):2251–60.
23. Gangadhar K, Hippe DS, Thiel J, Dighe M. Impact of image orientation on measurements of thyroid nodule stiffness using shear wave elastography. J Ultrasound Med. 2016;35(8):1661–7.
24. Dighe M, Hippe DS, Thiel J. Artifacts in Shear Wave Elastography Images of Thyroid Nodules. Ultrasound Med Biol [Internet]. 2018;44(6):1170–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2018.02.007>
25. Garra BS. Elastography: Current status, future prospects, and making it work for you. Ultrasound Q. 2011;27(3):177–86.
26. Wang F, Chang C, Gao Y, Chen YL, Chen M, Feng LQ. Does shear wave elastography provide additional value in the evaluation of thyroid nodules that are suspicious for malignancy? J Ultrasound Med. 2016;35(11):2397–404.
27. Kim E, Park CS, Oh KK, Kim DI, Lee JT, Yoo HS. New Sonographic Criteria for Aspiration Biopsy of Nonpalpable Solid Nodules of the Thyroid. 2002;(March):687–91.
28. Yassa L, Cibas ES, Benson CB, Frates MC, Doubilet PM, Jr FDM, et al. Long-term Assessment of a Multidisciplinary Approach to Thyroid Nodule Diagnostic Evaluation. 2007;(November):508–16.





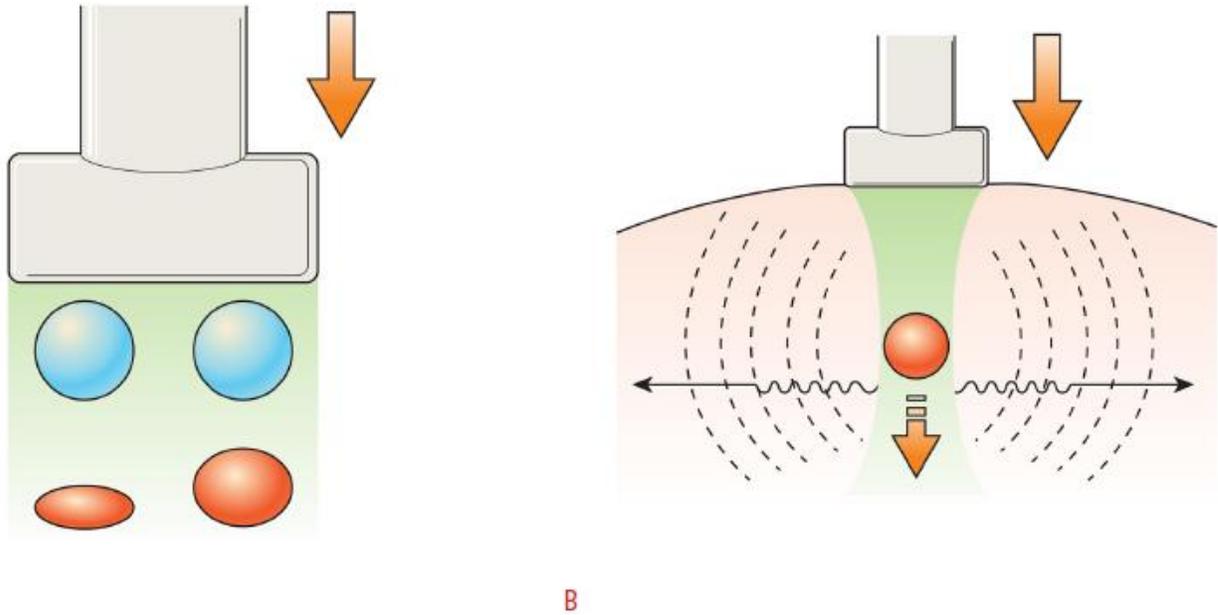
ANEXOS

Hoja de recolección de datos.

FOLIO		FECHA
GÉNERO		EDAD
REPORTE HISTOPATOLÓGICO		
1.-PAPILAR		
2.-FOLICULAR		
3.-ANAPLÁSICO		
4.- MEDULAR		
5.-ADENOMA		
6.- BOCIO COLOIDE		
CRITERIO ECOGRÁFICOS		
1.-COMPOSICIÓN		
A.-QUÍSTICO O COMPLETAMENTE QUÍSTICO		
B.-ESPONGIFORME		
C.-MIXTO, SÓLIDO Y QUÍSTICO		
D.- SÓLIDO O COMPLETAMENTE SÓLIDO		
2.- ECOGENICIDAD		
A.- ANECOICO		
B.-HIPERECOICO O ISOECOICO		
C.-HIPOECOICO		
D.-MUY HIPOECOICO		
3.- FORMA		
A.-MAS ALTO QUE ANCHO		
B.-MAS ANCHO QUE ALTO		
4.-MARGENES		
A.-SUAVES		
B.-BIEN DEFINIDOS		
C.-LOBULADOS O IRREGULARES		
D.-EXTENSIÓN EXTRA TIROIDEA		
5.- CALCIFICACIÓN		
A.-NINGUNA		
B.-MACROCALCIFICACIONES		
C.-CALCIFICACIONES PERIFERICAS		
D.-FOCOS ECOGENICOS PUNTIFORMES		
6.-VASCULARIDAD		
A.-CENTRAL		
B.-PERIFÉRICA		
C.-AUSENTE		
TI-RADS		
TR1.-BENIGNO		
TR2.-NO SOSPECHOSO		
TR3.-MEDIANAMENTE SOSPECHOSO		
TR4.MODERADAMENTE SOSPECHOSO		
TR5. ALTAMENTE SOSPECHOSO		
KILOPASCALES (KPa)		



Anexo 2.



Principios de la elastografía

- A)** Elastografía semicuantitativa o Strain elastography, evalúa la elasticidad del tejido por el desplazamiento generado por la compresión. **B)** Elastografía cuantitativa de onda de corte o (shear wave), evalúa la elasticidad a través de la velocidad de propagación de las ondas transversas cortas, la velocidad de la onda es más rápida en el caso del tejido rígido.

