

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio Ciencias de la Salud**

**Utilidad del Ultrasonido para el Diagnóstico Temprano de Nódulos
Tiroideos Malignos. Estudio Transversal Realizado en el Consultorio
Médico de Imágenes Dr. Ignacio Bonilla (Ambato) y en el Instituto
Oncológico Nacional - SOLCA (Guayaquil)**

Ignacio Alejandro Bonilla Cerda

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención de título de Medicina

Quito

Marzo 2008

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias de la Salud**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Utilidad del ultrasonido para el diagnóstico temprano de nódulos tiroideos malignos. Estudio transversal realizado en el Consultorio Médico de Imágenes Dr. Ignacio Bonilla (Ambato) y en el Instituto Oncológico Nacional - SOLCA (Guayaquil)

Ignacio Bonilla

Marco Fornasini, MD, Ph.D
Director de la Tesis

Ignacio Bonilla, MD
Miembro del Comité de Tesis

Gabriel Aguilar, MD
Miembro del Comité de Tesis

Enrique Noboa, MD.
Decano del Colegio
de Ciencias de la Salud

Quito, marzo de 2008

© Derechos de autor
Ignacio Alejandro Bonilla Cerda
2008

Resumen

La región anterior del cuello es una zona anatómica con frecuente afectación patológica en la población general, la cual habitualmente manifiesta crecimientos nodulares o abultamientos en esta región, así como disfagia y disfonía. Por la localización de esta área anatómica, el ultrasonido se ha convertido en el método diagnóstico de elección por su fácil accesibilidad, inocuidad y su gran utilidad para identificar lesiones de pocos milímetros; lo que ha permitido que se descubran ciertos patrones morfológicos que son factores de riesgo de malignidad. Actualmente la utilización del Doppler ha permitido que se estudien nuevos parámetros para el diagnóstico de malignidad en nódulos tiroideos tales como patrones de flujo, medición de índices de resistencia y pulsatilidad

Se realizó un estudio de corte transversal observacional para evaluar el valor diagnóstico del ultrasonido para detectar malignidad de los nódulos tiroideos en 100 pacientes seleccionados aleatoriamente desde el año 2006 hasta el año 2007, relacionando los hallazgos ecográficos obtenidos, con los resultados del análisis citológico de cada paciente. Los pacientes fueron seleccionados de aquellos que acuden al Consultorio Médico de Imágenes Dr. Ignacio Bonilla para realizarse un ultrasonido de la glándula tiroides, y, también se incluyó un grupo de pacientes del ION-SOLCA Guayaquil.

Nuestro estudio reportó un 22% de malignidad en la muestra, siendo las características ecográficas más significativas las siguientes: textura, bordes, flujo vascular central y el índice de resistencia vascular. Con las cuales se detectó 8 de cada 10 pacientes con cáncer nodular de tiroides.

Palabras claves: Nódulo Tiroideo, Ultrasonido, Doppler Dúplex y Doppler Poder

Abstract

The anterior region of the neck is a frequent anatomical zone where pathology is found in the general population. It usually presents as a nodule which can be of recent growth, a slow growing mass, dysphagia or dysphonia. Because of the location of this anatomical region, the ultrasound (US) has become on the evaluation test of choice, given that it is innocuous, its easy accessibility and its great value for detecting lesions of very few millimeters.

The popular use of the US for the analysis of the thyroid gland has allowed us to discover certain morphologic patterns that suggest malignancy of a thyroid nodule. Nowadays the utilization of the Doppler has enabled us to study other parameters for the diagnosis of malignancy of a thyroid nodule, which are flow patterns, resistance index and pulsatility index.

This is an observational cross section study which took place at the “Consultorio Médico de Imágenes Dr. Ignacio Bonilla” and “ION-SOLCA Guayaquil” Hospital for the evaluation of the US as a diagnostic tool for malignant thyroid nodules in 100 patients, selected randomly of which attended these facilities during the period 2006 - 2007.

The main objective is to correlate the US B mode, Duplex Doppler and Power Doppler findings with the results of the cytology analysis of each patient to confirm the US value.

Our study reported a malignancy rate of 22%, being the most significant US characteristics the following: texture, borders, central blood flow and the blood resistance index; with which we detected 8 of 10 patients with malignant thyroid nodule.

Key words: Thyroid nodule; Ultrasound (US); Doppler Duplex; Doppler Power

Tabla de contenido

Resumen	- 4 -
Abstract.....	- 5 -
Lista de Gráficos.....	- 7 -
Lista de Figuras	- 8 -
Lista de Tablas.....	- 8 -
Reglas y convenciones para el uso de la tesis	- 9 -
Introducción:.....	- 10 -
Objetivos.....	- 17 -
Revisión Literaria	- 18 -
Glándula Tiroides	- 18 -
Nódulos Tiroideos	- 22 -
Cáncer de Tiroides.....	- 23 -
Cáncer Papilar de Tiroides (PTC)	- 25 -
Cáncer Folicular de Tiroides	- 26 -
Cáncer Anaplásico de Tiroides.....	- 27 -
Carcinoma medular de tiroides.....	- 28 -
Ultrasonido	- 28 -
Principios del Doppler	- 30 -
Tipos de Doppler	- 33 -
Hemodinámica.....	- 37 -
Metodología.....	- 39 -
Técnicas para obtener los datos.....	- 39 -
Instrumentos para la investigación.....	- 39 -
Diseño del Estudio y Población.....	- 40 -
Criterios de inclusión.....	- 40 -
Criterios de exclusión	- 40 -
Procedimiento.....	- 41 -
Análisis Estadísticos.....	- 45 -
Resultados.....	- 47 -
Discusión	- 58 -
Conclusiones.....	- 64 -
Recomendaciones	- 67 -
Bibliografía.....	- 68 -

Anexos.....	- 71 -
-------------	--------

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Sexo.....	- 71 -
Gráfico 2: Región Tiroidea Afectada	- 71 -
Gráfico 3: Textura del Nódulo	- 72 -
Gráfico 4: Ecogenicidad del Nódulo	- 72 -
Gráfico 5: Ecogenicidad del Nódulo Normal vs Anormal	- 73 -
Gráfico 6: Degeneración Quística	- 73 -
Gráfico 7: Bordes del Nódulo.....	- 74 -
Gráfico 8: Bordes alterados vs Normales.....	- 74 -
Gráfico 9: Microcalcificaciones	- 75 -
Gráfico 10: Macrocalcificaciones.....	- 75 -
Gráfico 11: Signo del Halo	- 76 -
Gráfico 12: Flujo Vascular Central	- 76 -
Gráfico 13: Flujo Vascular Central Existente vs Ausente.....	- 77 -
Gráfico 14: Flujo Vascular Periférico al Nódulo.....	- 77 -
Gráfico 15: Resultado del Estudio Citológico	- 78 -
Gráfico 16: Edad de los pacientes	- 78 -
Gráfico 17: Edad de los pacientes vs Examen Citológico.....	- 79 -
Gráfico 18: Diámetro del Nódulo vs Examen Citológico	- 79 -
Gráfico 19: Índice de Resistencia Vascular Central vs Examen Citológico	- 80 -
Gráfico 20: Índice de Resistencia Vascular Periférica vs Examen Citológico.....	- 80 -
Gráfico 21: Índice de Pulsatilidad Vascular Central vs Examen Citológico.....	- 81 -
Gráfico 22: Índice de Pulsatilidad Vascular Periférico vs Examen Citológico.....	- 81 -
Gráfico 23: Región Tiroidea Afectada vs Resultado Citológico	- 82 -
Gráfico 24: Sexo vs Resultado Citológico	- 83 -
Gráfico 25: Textura del Nódulo vs Resultado Citológico	- 83 -
Gráfico 26: Ecogenicidad del Nódulo vs Resultado Citológico.....	- 84 -
Gráfico 27: Bordes del Nódulo vs Resultado Citológico	- 84 -
Gráfico 28: Microcalcificaciones vs Resultado Citológico.....	- 85 -
Gráfico 29: Macrocalcificaciones vs Resultado Citológico	- 85 -
Gráfico 30: Degeneración Quística vs Resultado Citológico.....	- 86 -
Gráfico 31: Signo del Halo vs Resultado Citológico	- 86 -
Gráfico 32: Flujos Vasculares Centrales vs Resultado Citológico.....	- 87 -
Gráfico 33: Flujos Vasculares Periféricos vs Resultado Citológico.....	- 87 -
Gráfico 34: Índice Pulsatilidad Vascular Central vs Resultado Citológico	- 88 -
Gráfico 35: Índice Resistencia Vascular Central vs Resultado Citológico	- 88 -
Gráfico 36: Índice Pulsatilidad Vascular Periférico vs Resultado Citológico.....	- 89 -
Gráfico 37: Índice Resistencia Vascular Periférica vs Resultado Citológico	- 89 -
Gráfico 38: Textura + Bordes vs Resultado Citológico	- 90 -
Gráfico 39: Flujo Vascular Central + Bordes vs Resultado Citológico	- 91 -
Gráfico 40: Flujo Vascular Central + Bordes vs Resultado Citológico	- 92 -

Lista de Figuras

Figura 1: Clasificación Histológica de los Nódulos Tiroideos.....	93
---	----

Lista de Tablas

Tabla 1: Resultados de las Características Ecográficas Modo B.....	94
Tabla 2: Resultados de las Características Ecográficas Modo B (Cont.).....	95
Tabla 3: Resultados de las Características Ecográficas modo Doppler.....	96
Tabla 4: Resultados de las Características Ecográficas modo Doppler.....	97
Tabla 5: Resultados de las Tablas de Contingencia	98
Tabla 6: Resultados de las Características Ecográficas Modo B Subpoblación.....	99
Tabla 7: Resultados de las Características Ecográficas modo Doppler Subpoblación.....	100
Tabla 8: Resultados de las Tablas de Contingencia	101

Reglas y convenciones para el uso de la tesis

- Los resultados serán expuestos en orden cronológico
- Para cada resultado hay una tabla ó gráfico, presentados en la sección de anexos.

Introducción:

Durante los últimos 20 a 30 años el avance tecnológico en el campo médico, en especial en la radiología, ha logrado importantes logros, permitiendo un detalle asombroso al definir la estructura y la función de los diferentes órganos y sistemas en el cuerpo, incluyendo el sistema endócrino. (Daneman & Daneman, 2005)

Los nódulos tiroideos son un problema frecuente en la población en general y con el que se encuentran tanto médicos especialistas que trabajan con la región anatómica de la cabeza y el cuello, como los médicos generales. (Sriram & Patacsil, 2004) (Jameson & A, 2006)

La prevalencia estimada en la población general es cerca del 4 al 7%, con una tasa mucho más alta en las áreas con deficiencia de yodo. Solo en los Estados Unidos, cada año se detectan 275.000 casos nuevos de nódulos tiroideos. (Sriram & Patacsil, 2004) (Kim & Lavertu, 2003) (Jameson & A, 2006) (Davies & Welch, 2006)

El estudio Framingham encontró que el 4.2% de la población estudiada tenía nódulos en la evaluación inicial, además encontró que las mujeres tenían más nódulos en relación a los hombres (6.4% de las mujeres vs. 1.6% de los hombres); durante el seguimiento realizado a sus pacientes se encontró que el 1.3% había desarrollado nódulos. (Sriram & Patacsil, 2004) (Kim & Lavertu, 2003)

Actualmente se ha visto que la prevalencia e incidencia de los nódulos tiroideos ha sido subestimada, esto se debe a que la prevalencia de los mismos va a variar de acuerdo al método de screening utilizado. La prevalencia de los nódulos tiroideos por palpación clínica es del 1% al 7%. En 1955 la clínica Mayo encontró en sus estadísticas que de los 821 pacientes a quienes se les había realizado la autopsia se encontró nódulos tiroideos en el 49.5%. (Kim & Lavertu, 2003) (Sriram & Patacsil, 2004)

El cáncer de tiroides es la neoplasia maligna más frecuente del sistema endocrino, se clasifican en base a sus características histológicas, así tenemos del cáncer papilar de tiroides, el cáncer folicular del tiroides (los cuales son a menudo curables) y el cáncer anaplásico de tiroides (el cual tiene mal pronóstico). La mayoría de los nódulos son parcialmente quísticos con un componente sólido, los nódulos puramente quísticos representan cerca del 1% de todos los nódulos. (Jameson & A, 2006) (Sriram & Patacsil, 2004) (Kim & Lavertu, 2003)

La incidencia del cáncer de tiroides varía entre 1.2 al 10 por 10000 pacientes dependiendo del área geográfica, etnia y exposición previa a radiación, aumenta con la edad y alcanza una meseta después de los 50 años aproximadamente. El cáncer de tiroides tiene peor pronóstico en sujetos jóvenes (menor de 20 años) o en ancianos (mayor de 65 años), es dos veces más frecuente en las mujeres que los hombres pero tiene peor pronóstico en el sexo masculino. Factores de riesgo adicionales son el tamaño (mayor o igual a 4 cm), signos de fijación local del tumor o de invasión de los ganglios linfáticos. El 74% de nuevos diagnósticos son mujeres y el cáncer de tiroides es el octavo cáncer más común diagnosticado en mujeres. (Sriram & Patacsil, 2004) (Jameson & A, 2006) (Frates et al., 2005)

En nuestro país no contamos con una estadística nacional de tumores de la glándula tiroides, pero existe este registro aisladamente en algunas ciudades, en Quito la tasa de incidencia estandarizada por cada 100.000 habitantes es de 2,3 y 11.4, en Guayaquil es de 0,4 y 2,2, en Cuenca es de 1,4 y 8,4, en Loja es de 3,6 y 7,8, en Manabí es de 0,6 y 1,0 y en Machala es de 2,1 y 6,0 para hombres y mujeres respectivamente. (Tumores, 2004)

La frecuencia y ubicación de las neoplasias tiroideas en Quito, difiere considerablemente entre hombres y mujeres en el período entre el 2000 y el 2002 entre los hombres se ubica en el lugar 19no de todos los tumores malignos, mientras que en las mujeres se ubica en la 5ta posición. (Tumores, 2004)

Llama la atención el crecimiento significativo de las tasas de incidencia en las mujeres en los diferentes períodos comprendidos desde 1985 hasta el 2002, siendo la tasa cruda de 5,2 por 100.000 en 1985 y duplicándose a 10,8 en el 2002; mientras que en los hombres la incidencia se ha mantenido estable oscilando entre 2,2 por 100.000 en el año 1985 y 2 por 100.000 en el 2002. (Tumores, 2004)

El cáncer papilar y el cáncer folicular son el cáncer de tiroides más frecuentes, con una tasa de supervivencia a los 10 años del 98% para el cáncer papilar, del 92% para el cáncer folicular y del 13% para el cáncer anaplásico. (Jameson & A, 2006) (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005)

Ya que la incidencia de malignidad es sólo del 5% de todos los nódulos, la citología de la punción con aguja fina ha ayudado en gran medida en la decisión de las estrategias de tratamiento y seguimiento. (Sriram & Patacsil, 2004) (Mazeh, Beglaibter, Prus, Ariel, & Freund, 2007)

La detección de los nódulos no palpables se ha incrementado dramáticamente debido a la utilización del ultrasonido. Los estudios con ultrasonido han revelado que la prevalencia de los nódulos tiroideos en la población general está entre 19% y 46%. (Sriram & Patacsil, 2004) (Kim & Lavertu, 2003) (Frates et al., 2005)

Con el ultrasonido, además de detectar nódulos con un diámetro menor a 1.5 cm, se encontró que el 62% de los nódulos clínicamente solitarios eran en realidad múltiples. (Kim & Lavertu, 2003) (Frates et al., 2005)

El ultrasonido es la técnica de imagen más comúnmente utilizada para la evaluación de los nódulos tiroideos, actualmente se utilizan transductores de alta frecuencia (7-13 MHz) con los que se puede detectar nódulos sólidos de hasta 3 mm y nódulos quísticos de hasta 2 mm de diámetro. Además de detectar los nódulos, el ultrasonido puede estimar el tamaño y la composición del mismo. Otra de las principales razones por las que el ultrasonido ha ganado popularidad se debe a que este examen no requiere previa preparación del paciente, no utiliza radiación y es relativamente fácil y rápido de realizar en personas de cualquier edad. (Sriram & Patacsil, 2004) (Kim & Lavertu, 2003) (Daneman & Daneman, 2005)

Según Marqusee et al., el uso del ultrasonido cambió la decisión terapéutica en el 44% de los pacientes; el mismo autor demostró que el 75% de todos los cánceres se hubiesen identificado si todos los nódulos menores de 10 mm y todos los nódulos sólidos se hubiesen biopsiado.

Dentro de las características que sugieren malignidad de un nódulo están: hipoecogenicidad, signo del halo ausente o incompleto, márgenes irregulares, vascularidad intranodular, microcalcificaciones y afectación ganglionar cervical. Actualmente el uso, únicamente, del ultrasonido como método diagnóstico no está indicado, principalmente por la existencia de métodos alternativos como la citología obtenida mediante la punción y aspiración por aguja fina (PAAF). (Kim & Lavertu, 2003) (Daneman & Daneman, 2005) (Frates et al., 2005) (PAPINI, y otros, 2002) (CAPPELLI, y otros, 2007)

Actualmente con la utilización del ultrasonido y en especial con el Doppler Dúplex y Doppler Poder se pueden detectar características que sugieren malignidad de los nódulos: marcada hipoecogenicidad, vascularidad intranodular, halo periférico incompleto, márgenes irregulares, microcalcificaciones centrales, elevación de los índices de resistencia y pulsatilidad; teniendo en cuenta los hallazgos Doppler, en algunos estudios se han encontrado tasas de sensibilidad y especificidad de hasta 77% y 79% respectivamente comparado con la PAAF, pero permaneciendo este último el método diagnóstico de elección. (De Nicola, Szejnfeld, Logullo, Borri, Marquez, & Chiferi, 2005) (CHAMMAS, y otros, 2005) (Rago, Santini, Scutari, Pinchera, & Vitti, 2007) (CAPPELLI, y otros, 2007) (Gharib & Papini, 2007)

La biopsia a través de la aspiración con aguja fina guiada por ultrasonido ha revolucionado el manejo del nódulo tiroideo y ha disminuido significativamente la exploración quirúrgica del mismo. Actualmente este es el método con mejor costo eficacia que está disponible para la detección de un nódulo maligno vs benigno. (Sriram & Patacsil, 2004) (Mazeh, Beglaibter, Prus, Ariel, & Freund, 2007) (Frates, y otros, 2006) (Gharib & Papini, 2007)

Este método ha hecho que las intervenciones quirúrgicas en el manejo de nódulo tiroideo disminuya dramáticamente del 89.9% en los años 80 al 46. 6% en 1993, relegando el procedimiento quirúrgico diagnóstico sólo para aquellos casos en los que la aspiración con aguja fina no es diagnóstica. (Sriram & Patacsil, 2004) (Roman, 2003) (Gharib & Papini, 2007)

La precisión de este método está estimada entre el 92 y el 95%, con una sensibilidad del 93% y una especificidad de 96%, con una tasa de falsos positivos del 0.8 al 9% y una tasa de falsos negativos menor al 5%. (Sriram & Patacsil, 2004). Para las lesiones malignas la PAAF tiene una tasa de especificidad mayor del 90% y es considerado una indicación para realizar una tiroidectomía. Las lesiones benignas en la PAAF tienen una tasa de sensibilidad del 80% al 85% y justifica la observación, a menos que otros factores de riesgo existan como la edad, tamaño de la lesión, desviación de la tráquea o sintomatología respiratoria. (Mazeh, Beglaibter, Prus, Ariel, & Freund, 2007) (Gharib & Papini, 2007)

Ya que todas las técnicas actuales que se utilizan para el diagnóstico de malignidad en nódulos tiroideos son invasivas, y, gracias al gran avance tecnológico de los últimos años de los

equipos médicos de ultrasonido como el desarrollo de la opción Doppler y sus componentes; se quiere demostrar la utilidad de esta última para el diagnóstico temprano de malignidad en nódulos tiroideos. (Daneman & Daneman, 2005)

Objetivos

Generales:

- Evaluar los nódulos tiroideos para establecer hallazgos de ultrasonido diagnósticos de patología maligna de la glándula tiroides
- Establecer un protocolo para la evaluación y diagnóstico de los nódulos tiroideos a través del ultrasonido modo B y Doppler

Específicos:

- Caracterizar los patrones de distribución de los flujos vasculares Doppler en los nódulos tiroideos
- Discriminar a través del ultrasonido entre patología nodular tiroidea maligna y benigna
- Analizar los patrones de ultrasonido ya establecidos como factores de alto riesgo de malignidad en nódulos tiroideos
- Comparar los hallazgos ecográficos Doppler de los nódulos tiroideos con los resultados de los estudios citológicos obtenidos por PAAF
- Determinar la sensibilidad y especificidad de los hallazgos del ultrasonido Doppler para el diagnóstico de patología nodular tiroidea maligna.
- Interpretar los valores de los índices de resistencia y pulsatilidad dentro de rangos relacionados con patología benigna y maligna nodular tiroidea

Revisión Literaria

Glándula Tiroides

La palabra tiroides viene de la palabra griega "thyreos", la cual describe la forma de escudo de la glándula en la porción anterior del cuello. Esta glándula se origina en el piso de la faringe a partir del tracto alimentario primitivo, y consiste principalmente de células del endodermo. (Sriram & Patacsil, 2004) (Sadler, 1996)

El botón tiroideo se forma a nivel del foramen caecum, el cual está localizado en el aspecto posterior del dorso de la lengua, y posteriormente formará las células foliculares productoras de tiroglobulina. Durante la cuarta semana de gestación se desarrolla un divertículo ventral desde el foramen caecum, el cual desciende hasta la posición normal de la glándula tiroides por debajo del cartílago cricoides. (Sriram & Patacsil, 2004) (Sadler, 1996)

Durante la séptima semana de gestación la glándula tiroides se separa en dos lóbulos; y durante la décima semana de gestación se reabsorbe el ducto tirogloso, el cual normalmente conecta la tiroides con el piso de la faringe. Durante el tercer mes de gestación las células foliculares comienzan atrapar yodo y a producir la hormona tiroidea; las células C productoras de calcitonina se originan a partir de la cuarta bolsa faríngea las cuales son células derivadas de la cresta neural. (Sadler, 1996) (Sriram & Patacsil, 2004)

La glándula tiroides normal esta descrita con la forma de la mariposa, pesa cerca de una onza, está localizada en la parte anterior e inferior del cuello, justo por debajo del cartílago

cricoides. Tiene dos lóbulos, un derecho y un izquierdo, conectados a través del Istmo. El polo superior de la glándula alcanza el cartílago tiroideo, y el polo inferior alcanza el quinto o sexto anillo traqueal. En el 15% de la población normalmente aparece el lóbulo piramidal de Lalouette el cual se forma a partir de la porción superior del Istmo o de las porciones adyacentes de cualquier lóbulo, este lóbulo puede ser prominente en algunos estados de crecimiento tiroideo. (Sriram & Patacsil, 2004) (Rouvière & Delmas, 1996) (Gray, 2000)

Anatómicamente el cuerpo tiroides mide aproximadamente 6 cm de ancho, su altura (tomada en sus lóbulos laterales) es de 6 cm, su peso es de aproximadamente 30 gr y su color es pardo rojizo, de consistencia blanda. Su superficie es lisa, convexo hacia adelante y cóncavo en su parte posterior, la cual abraza la cara anterior y lateral de la tráquea y la laringe. (Rouvière & Delmas, 1996) (Gray, 2000)

Ecográficamente si se considera cada lóbulo por separado en el adulto normal el promedio de su tamaño longitudinal es de 40 a 60 mm, el diámetro AP de 13 a 18 mm. En el recién nacido la glándula presenta una longitud de 18 a 20mm con un diámetro AP de 8 a 9mm; al año de edad la longitud media es de 25mm y de 12 a 15 mm de AP. El grosor del istmo es de 4 a 6mm. (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005) (Lanfranchi, 2001)

En el corte transversal ecográfico de la región anterior y central del cuello se puede reconocer en primer lugar la piel, la aponeurosis cervical superficial como una línea ecogénica y, por detrás se visualizan tres músculos que son el esternocleidomastoideo, el esternohioideo y el omohioideo, todos de baja ecogenicidad y delimitados por su propia vaina aponeurótica muy

lineal y delgada. El límite lateral estar limitado por el músculo esternocleidomastoideo y en la región anterior a lo largo de la línea media el músculo pretiroideo. (Lanfranchi, 2001) (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005)

La ecografía es un método útil para calcular el volumen tiroideo, el cual puede calcularse mediante parámetros lineales o lo que es más preciso, mediante fórmulas matemáticas; de todos los parámetros lineales, el diámetro antero-posterior es el más preciso, ya que es relativamente independiente de la posible asimetría entre ambos lóbulos; cuando el diámetro antero-posterior es mayor de 2 cm, puede considerarse que la glándula está aumentada de tamaño; en neonatos el volumen tiroideo varía de 0.4 ml a 1.4 ml, aumentando aproximadamente 1 ml a 1.3 ml por cada 10 kilos de peso, llegando en el adulto a tener un volumen de 10 a 11 +/3ml. (Daneman & Daneman, 2005) (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005) (Lanfranchi, 2001)

Los lóbulos laterales de la glándula tiroides tienen forma de pirámide triangular y se pueden reconocer topográficamente cinco caras o sectores: Antero externo, interno, posterior, extremidad inferior o base, extremidad superior o vértice. (Lanfranchi, 2001) (Rouvière & Delmas, 1996) (Gray, 2000)

La cara antero externa está recubierta por la aponeurosis anterior y los músculos infrahioideos, de la misma manera que el Istmo. La cara interna se halla en relación con los cinco o seis primeros anillos traqueales, con el cartílago tiroideo y con la cara lateral del cricoides. Esta cara contacta en profundidad con el esófago, la faringe y los nervios recurrentes. El paquete

vascular nervioso se relaciona con la cara posterior. La base está relacionada con los vasos tiroides inferiores y el vértice con los tiroideo superiores. (Lanfranchi, 2001) (Rouvière & Delmas, 1996) (Gray, 2000)

La arteria tiroidea superior desciende por el lóbulo dividiéndose una rama anterior y otra posterior. Las venas forman en la superficie del órgano un rico plexo vascular y de allí parten: Las venas tiroides inferiores que bajan a los troncos braquiocefálicos. Las venas tiroideas medias, que son colaterales de la yugular interna. Las venas tiroides superiores, que pueden dirigirse a la vena yugular interna o al tronco tirolinguofacial. La inervación está asegurada por los plexos simpáticos próximos a la red arterial. (Rouvière & Delmas, 1996) (Lanfranchi, 2001) (Gray, 2000)

Con respecto a la vascularización tiroidea en el ultrasonido, el diámetro medio de las arterias es de 1 a 2 mm, mientras que las venas inferiores pueden tener hasta un diámetro de 8 mm. En condiciones normales los picos sistólicos en las arterias tiroideas principales pueden alcanzar 20 cm por segundo hasta 40 cm por segundo y de 15 cm por segundo a 30 cm por segundo en las arterias intraparenquimatosas, correspondiendo a las velocidades más altas que pueden demostrarse en vasos de órganos superficiales. (Lanfranchi, 2001) (Rouvière & Delmas, 1996)

De todos los nervios de este compartimento, el más importante de laríngeo recurrente, que se origina del nervio vago y se ubica en el ángulo formado entre la tráquea, el esófago y el lóbulo tiroideo. En el ultrasonido se lo puede ubicar en el corte longitudinal del lóbulo tiroideo, en el derecho, se lo hallará entre este y el músculo largo del cuello, y en el izquierdo, entre este

lóbulo y el esófago. También proximalmente a este nervio se localiza la glándula paratiroidea inferior. (Rouvière & Delmas, 1996) (Lanfranchi, 2001)

En condiciones normales la tiroides se identifica como la estructura homogénea de mayor ecogenicidad con bordes bien definidos resaltando del resto de las estructuras de la región anterior del cuello. En el corte transversal al eje del cuello se verá el contacto de dos estructuras anecóicas, que corresponden a la arteria carótida y a la vena yugular, en la zona del vértice lateral inferoexterno. (Lanfranchi, 2001) (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005)

Nódulos Tiroideos

La prevalencia estimada en la población general es cerca del 4.2%, con una tasa mucho más alta en las áreas con deficiencia de yodo. La mayoría de los nódulos son parcialmente quísticos con un componente sólido, los nódulos puramente quísticos representan cerca del 1% de todos los nódulos. (Davies & Welch, 2006) (Gharib & Papini, 2007)

El cáncer de tiroides tiene una tasa hombre mujer de 1 a 2.5. El 74% de los nuevos diagnósticos son mujeres y el cáncer de tiroides es el octavo cáncer más común diagnosticado en mujeres. (Davies & Welch, 2006) (Gharib & Papini, 2007)

La prevalencia incrementa con la edad, el riesgo de malignidad es mucho mayor en hombres. La exposición a radiación de la cabeza y el cuello en edades tempranas predispone a que el 10 al 40% de aquellas personas desarrolle nódulos tiroideos en los próximos 5 a 30 años. La

exposición a radiaciones ionizantes causa que los nódulos se desarrollen a una tasa del 2% anual. (Sriram & Patacsil, 2004) (Gharib & Papini, 2007)

Estadísticas de Nódulos tiroideos

- Población general 4.2%
- Población general de mujeres 6.4%
- Población general de hombres 1.5%
- Después de exposición a radiación 2% anual
- Niños de 9 a 16 años 0.22%
- Niños de 11 a 18 años 1.8%
- Nódulos tiroideos nuevos 275,000/año
- Nuevo cáncer 23,600 (2004)
- Detección por ultrasonido 17% al 67%
- Series de autopsias > 1 nódulo 50%
- Malignidad de un nódulo 4% al 5%
- Malignidad en niños 18% al 21%
- Nódulo frío solitario 70% al 80%
- Nódulo funcionante autónomo 5% al 10%
- Nódulo caliente 10% al 20%
- Prevalencia del cáncer de tiroides < 0.1% de la población
- Mortalidad del cáncer de tiroides 0.45 de todos los muertos por cáncer

(Sriram & Patacsil, 2004) (Gharib & Papini, 2007)

Cáncer de Tiroides

El carcinoma de tiroides es la neoplasia maligna más frecuente del sistema endocrino, se clasifican en base a sus características histológicas (Figura 1), así tenemos del cáncer papilar de tiroides, el cáncer folicular del tiroides (los cuales son a menudo curables) y el cáncer

anaplásico de tiroides (el cual tiene mal pronóstico). (Kasper, Braunwald, Hauser, Longo, Jameson, & Fauci, 2005) (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008)

El cáncer papilar y el cáncer folicular son el cáncer de tiroides más frecuentes, con una tasa de supervivencia a los 10 años del 98% para el cáncer papilar, del 92% para el cáncer folicular y del 13% para el cáncer anaplásico. (Jameson & A, 2006) (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008)

El cáncer de tiroides tiene peor pronóstico en sujetos jóvenes (menor de 20 años) o en ancianos (mayor de 65 años), es dos veces más frecuente en las mujeres que los hombres pero tiene peor pronóstico en el sexo masculino. Factores de riesgo adicionales son la exposición previa a irradiación, nódulo de tamaño grande (mayor o igual a 4 cm), signos de fijación local del tumor o de invasión de los ganglios linfáticos. (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008) (Kasper, Braunwald, Hauser, Longo, Jameson, & Fauci, 2005)

Factores de riesgo de carcinoma de tiroides en pacientes con nódulo tiroideo

- Antecedentes de radiación de cabeza y cuello
- Antecedentes familiares de cáncer de tiroides o de MEN 2
- Edad menor de 20 años o mayor de 70 años
- Tamaño del nódulo mayor a 4 cm
- Sexo masculino
- Masa cervical nueva o que aumenta de tamaño
- Parálisis de cuerdas vocales
- Nódulo fijo a las estructuras adyacentes
- Posible afección de ganglios linfáticos

- Déficit de yodo

(Jameson & A, 2006)

Cáncer Papilar de Tiroides (PTC)

El PTC es el cáncer de tiroides más frecuente y constituye del 70 al 90% de los tumores malignos bien diferenciados de la tiroides. El PTC microscópico está presente hasta en el 25% de las glándulas tiroideas en la autopsia. Las dos características citológicas de este cáncer son: la presencia de los cuerpos de psammoma (presente en el 25% de todos los casos), que son calcificaciones redondeadas laminadas; y dos, los núcleos escindidos con aspecto de huérfanas Annie. (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005) (Jameson & A, 2006)

Este tipo de cáncer suele ser multifocal e invadir localmente la glándula tiroidea y extenderse a través de la cápsula tiroidea invadiendo las estructuras adyacentes. Tiende a diseminarse por vía linfática cervical, puede producir metástasis en hueso y pulmón, pero solo en el 2% a 3% de los casos. (Jameson & A, 2006) (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008)

Es más prevalente en jóvenes, siendo más frecuente en mujeres que en varones. La mortalidad acumulada a los 20 años por carcinoma papilar es del 4% al 8%. (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005)

Las características ecográficas de este tipo de cáncer son:

- Hipocogenicidad (90%), esto se debe al gran contenido celular con escasa cantidad de sustancia coloide.

- Microcalcificaciones que aparecen como focos hiperecogénicos, puntiformes, de muy pequeño tamaño que pueden o no dar sombra acústica.
- Hipervascularización (90%) al Doppler Color, presenta vascularización desorganizada, principalmente en las formas bien encapsuladas.
- Metástasis cervicales ganglionares que pueden contener los focos ecogénicos puntiformes de microcalcificaciones. En ocasiones, los ganglios metastásicos pueden ser quísticos debido a una extensa degeneración quística

(Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005)

Cáncer Folicular de Tiroides

La incidencia del cáncer folicular de tiroides varía notablemente en las diferentes partes del mundo, es más frecuente en las regiones con déficit de yodo. Este tipo de cáncer tiende a diseminarse por vía hematogena dando lugar a metástasis óseas, pulmonares y del sistema nervioso central. (Jameson & A, 2006) (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008)

Las tasas de mortalidad relacionadas con este cáncer son, menos favorables que las vinculadas con el papilar, del 20% al 30% a los 20 años de la cirugía; en especial si existe: metástasis a distancia, edad mayor a 50 años, tamaño del tumor primario mayor a 4 cm, presencia de células de Hurthle. (Jameson & A, 2006) (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008)

Al igual que en el PTC, es más frecuente en mujeres que en varones. De las cuatro variedades, el muy invasor metastatiza aproximadamente en un 20% a 40% de los casos, mientras que el mínimamente invasor metastatiza en un 5% a 10%. (Jameson & A, 2006) (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008)

Al momento no existe características ecográficas específicas establecidas que permitan diferenciar el cáncer folicular del adenoma, aunque se menciona que posibles indicadores de malignidad son los bordes irregulares, un halo irregular y grueso, y las estructuras vasculares tortuosas y caóticas en el Doppler. (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005)

Cáncer Anaplásico de Tiroides

El pronóstico de este cáncer es desfavorable y la mayoría de los pacientes fallecen en los seis meses posteriores al diagnóstico. Actualmente no hay un tratamiento eficaz para este tipo de cáncer. (Jameson & A, 2006)

Generalmente se presenta en ancianos, clínicamente es una masa de crecimiento rápido que se extiende por fuera de la glándula e invade las estructuras adyacentes, por lo que con gran frecuencia es inoperable cuando buscan ayuda médica. No es frecuente la diseminación linfática, pero rápidamente invaden de forma agresiva músculos y estructuras vasculares. (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008)

Ecográficamente son generalmente hipoecogénicos y a menudo rodean o invaden las estructuras vasculares y los músculos de la región. Debido a su gran tamaño muchas veces no se puede realizar una correcta valoración con el ultrasonido, por lo que es necesario realizar una TAC o RM de cuello. (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005)

Carcinoma medular de tiroides

Representa cerca del 5 al 10% de los cánceres de tiroides. Se deriva de las células parafoliculares o células C, por lo que la concentración sérica de calcitonina es muy importante ya que proporciona un marcador de enfermedad residual o recidivante. Existen tres formas familiares MEN2A, MEN2B, y el medular familiar. (Jameson & A, 2006) (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008)

Los hallazgos ecográficos son similares a los del carcinoma papilar, pero la invasión local y las metástasis cervicales son más frecuentes en el cáncer medular de tiroides. En el 80% a 90% de los casos se detectan focos ecogénicos, puntiformes, muy brillantes, producidos por acúmulos de amiloide o calcificación. (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005)

Ultrasonido

El ultrasonido son las oscilaciones mecánicas (ondas de densidad, u ondas de presión) con una frecuencia (ν) entre 20 kHz y 1 GHz. Se genera por los cambios en la forma mecánica de una fuente de pulsos (un transductor piezoeléctrico) y se propaga como una onda en el medio acoplado (paciente). Las ondas de presión del sonido se introducen en el cuerpo humano como pulsos. (Grainger, y otros, 2001) (Mettler, 2005)

La producción del ultrasonido se da por conversión de energía eléctrica en energía mecánica, y su detección por la conversión de energía mecánica en energía eléctrica; este proceso se efectúa con un transductor el cual es un emisor y receptor de la señal de ultrasonido. (Grainger, y otros, 2001) (Mettler, 2005)

Los transductores tienen las siguientes partes: Cristal piezoeléctrico, bloque posterior, cubierta aislante, capa de ajuste, electrodos y coraza del transductor.

El cristal piezoeléctrico es el que convierte el estímulo eléctrico a energía sonora y viceversa.

El bloque posterior absorbe la energía ultrasónica dirigida hacia atrás eliminando el eco que podría eventualmente retornar desde el resto de elementos. Sirve además como atenuador para restringir el tiempo de vibración y mantener un pulso corto de ultrasonido. La capa de ajuste optimiza la transmisión de la energía ultrasónica en el paciente, es un medio de propiedades acústicas intermedias a aquel del piezoeléctrico y el tejido del paciente. La coraza del transductor sirve como soporte, aislante y protector del cristal y toda su electrónica. (Grainger, y otros, 2001) (Mettler, 2005)

El haz de US se propaga como un frente de ondas longitudinal a partir de la cara del transductor al medio de propagación. Hay dos regiones que caracterizan el viaje de la energía US, que es determinada por la distancia desde la cara del transductor. (Grainger, y otros, 2001) (Mettler, 2005)

Campo cercano:

Conocido como región de Fresnel, es adyacente a la cara del transductor, y se caracteriza por ser un perfil del haz no divergente (confinado) dentro de un volumen cilíndrico. La no divergencia se produce como resultado de los múltiples patrones de interferencia constructivos y destructivos de fuentes de sonido individuales que construyen la superficie. (Grainger, y otros, 2001) (Mettler, 2005)

Campo lejano:

Conocido como la región de Fraunhofer, caracterizada por un haz de US divergente, de forma cónica y de energía disminuida. La resolución lateral decrece rápidamente con la profundidad cuando el haz diverge en el campo lejano. Menor divergencia ocurre con alta frecuencia y transductores de gran diámetro. (Grainger, y otros, 2001) (Mettler, 2005)

Dentro del ultrasonido existen varios modos de trabajo. El modo A (Modo de Amplitud) es el registro de la amplitud de los ecos que retornan vs el tiempo. Cuando el eco retorna desde las fronteras del tejido con incidencia perpendicular, su impacto sobre el cristal transductor produce un voltaje que es proporcional a la intensidad del eco, la cual es una función de las diferencias de impedancia acústica entre las fronteras. (Grainger, y otros, 2001) (Mettler, 2005)

El modo B es la conversión electrónica del modo A en puntos modulados de brillo sobre una pantalla. En general el brillo de los puntos es proporcional a la amplitud de la señal del eco. A través del convertidor de rastreo se crea imágenes 2D a partir del eco recibido y se ejecuta la conversión del rastreo para habilitar los datos de la imagen a ser vistos en los monitores de video. La conversión del rastreo es necesaria debido a que la adquisición de la imagen y la presentación de la misma ocurren en distintos formatos. (Grainger, y otros, 2001) (Mettler, 2005)

Principios del Doppler

El efecto Doppler, descrita por primera vez por Christian Doppler en 1842, se refiere al cambio de la frecuencia de una onda sonora con el movimiento de la fuente respecto al

receptor. El cambio de frecuencia Doppler es la diferencia entre la frecuencia reflejada y la transmitida. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

El cambio de frecuencia Doppler es proporcional a la velocidad del reflector y a la frecuencia y se relaciona con el coseno del ángulo Doppler, que es esencial para medir correctamente las velocidades. Los ángulos pequeños generan cambios de frecuencia Doppler grandes. El máximo cambio de frecuencia Doppler ocurre cuando la sangre fluye directamente hacia el transductor o alejándose de él. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

A 90° el coseno es 0, por esta razón la sangre que circula perpendicular a la línea de exploración (paralela al transductor) no se detecta, porque no se genera ningún cambio de frecuencia Doppler. Se recomienda que el ángulo Doppler sea de 40° a 60° . El cambio de frecuencia Doppler puede expresarse en términos de frecuencia o de velocidad, si se emplea la frecuencia el ángulo debe ser de 40° a 60° , pero no es necesario hacer correcciones según el ángulo. Sin embargo, si se hacen valores comparando una unidad con otra, es esencial que la frecuencia sea la misma, así sí se emplea la velocidad es obligatorio corregir el ángulo para que las medidas sean exactas. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Hay dos modalidades de Doppler, el continuo y el pulsado. Los equipos Doppler continuo transmiten y reciben constantemente la señal ultrasónica, para ello se necesitan dos cristales uno transmisor y otro receptor. Los sonidos de un equipo de Doppler continuo pueden oírse o imprimirse. La principal desventaja es que se detectan todas las interfaces móviles en el

recorrido, sin seleccionar las situadas a determinadas profundidades. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

El doble pulsado supera el inconveniente de la falta de resolución en profundidad y permite que se obtengan las señales Doppler procedentes de una profundidad seleccionada. El haz es pulsado para obtener información tanto la velocidad como de posición. Todos los sistemas de imagen utilizan Doppler pulsado, por lo que son sistemas dúplex. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Análisis espectral

El análisis espectral determina la presencia, dirección y características de flujo sanguíneo. La gráfica muestra la amplitud relativa de cada secuencia de la señal Doppler. Puede emplearse el análisis espectral para valorar el grado de estenosis, la localización de la obstrucción, el tipo de vaso, la presencia de flujo turbulento, las resistencias periféricas y la velocidad relativa del flujo. La visualización de la onda acústica con el Doppler permite una caracterización más exacta y objetiva que la resultante de basarse sólo en la señal acústica. Esta técnica asegura una exploración eficaz y facilita la localización y la identificación de los vasos sanguíneos. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

El procesamiento de las señales Doppler lo lleva a cabo un analizador espectral, que descompone la señal acústica en sus componentes de frecuencia básicos. La información se presenta en una escala temporal para ofrecer la distribución acumulada de frecuencias a lo largo del ciclo del pulso. La técnica que se emplea para realizar análisis espectral se conoce

como la transformación de Fourier. Se digitalizan y analizan matemáticamente períodos cortos de la señal para ver las frecuencias que los componen. Los procesadores realizan los cálculos tan rápidamente que están listos para el siguiente periodo de análisis, con lo que producen una serie de espectros en tiempo real. El analizador espectral puede procesar la señal Doppler para calcular todos los componentes de velocidad representados por dicha señal. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Las características del análisis espectral que hay que analizar son: pulsatilidad, flujo sistólico anterógrado, flujo invertido diastólico y oscilaciones diastólicas. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Tipos de Doppler

Los equipos de onda continua (OC) transmiten una onda sinusoidal continua y detectan el cambio de frecuencia en la onda recibida. El transductor contiene dos cristales, uno emisor y otro receptor. Las unidades de OC son relativamente fáciles de diseñar y de manejar, pero no están sincronizadas ni funcionan con pulsos y recogen todas las señales del campo explorado. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Doppler pulsado

Estos equipos transmiten pulsos cortos de ondas sinusoidales. Después de cada pulso el receptor se sincroniza en el instante adecuado del tiempo para permitir que una pequeña parte de la señal pase a través del sistema. El retraso entre la transmisión de un pulso y la sincronización del receptor determina la profundidad de la que procede la información. Ello

permite que el sistema examine específicamente un vaso de la región de interés, excluyendo el resto de estructuras. Todos los equipos actuales de imagen con Doppler utilizan el Doppler pulsado. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Unidades DUPLEX

Una limitación del Doppler en la práctica clínica es que solo se obtiene información del lugar en el que se coloca el cursor (volumen muestra). Ello permite que pasen desapercibidos vacíos de señal y puede llevar a errores diagnósticos. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

La ecografía Doppler y las imágenes en escala de grises tienen unos principios físicos que entra en conflicto. Las imágenes en escala de grises son mejores cuando el ángulo de incidencia de los ultrasonidos es de 90° , el haz se focaliza en una zona estrecha y los pulsos ultrasonidos son cortos. Por el contrario, el cambio de frecuencia Doppler es máximo a 0° y la respuesta de frecuencia es más uniforme cuando el haz está relativamente poco enfocado y se emplean pulsos largos. En el caso del Doppler lo más importante es la penetración y se obtienen mejores resultados con frecuencias más bajas. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Doppler Color

Los sistemas de imagen con Doppler en color muestran las partículas en movimiento en color. Ofrecen información acerca del flujo de todo el campo en escala de grises y detectan y procesan la amplitud, fase y frecuencia de los ecos recibidos. Según el principio de las imágenes basadas en el eco de los pulsos, el Doppler color indica mediante un código de color tanto la velocidad como la dirección del flujo. Con múltiples muestras a lo largo de cada línea

de la imagen se determina el flujo medio y su dirección en cada parte de la imagen en tiempo real. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Hay dos tipos de adquisiciones en color, a sincrónica y sincrónica, que se diferencian por el modo en el que el sistema reúne en una sola imagen la información en escala de grises y la del Doppler. En el modo asincrónico esa información se reúne en diferentes momentos, mientras que en el sincrónico se hace de manera simultánea. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Con un transductor de disposición lineal los procesos asincrónicos de focalización y exploración producen dos imágenes que luego se superpone. La imagen en escala de grises es el resultado de líneas de visión enfocadas de modo dinámico que forman la imagen en tiempo real. La información Doppler procede de dirigir otro haz de ultrasonidos con una determinada angulación respecto al transductor y a continuación explorar el haz a lo largo del transductor. La información en escala de grises que se incorpora al imagen sólo procede de las líneas de división no dirigidas, mientras que la información Doppler sólo procede de los haces dirigidos. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Los equipos de Doppler en color ofrecen imágenes en tiempo real, el análisis espectral y las características del flujo a través del color; el color representa la velocidad media (no el pico máximo) del flujo en una determinada localización. El color asignado depende de la dirección del flujo, determinada por el cambio de fase. La mayoría de los Doppler en color se realizan con traductores con exposición en fase o lineal, dado que tienen un número de elementos y

canales lo suficientemente grandes como para formar los haces correctamente. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Los parámetros que hay que manejar en el Doppler en color incluyen la selección de la ventana anatómica adecuada, la profundidad del campo, el número de imágenes por segundo y la sensibilidad del flujo. El ángulo Doppler debe mantenerse entre los 40 y los 60°. El registro del flujo y la discriminación del movimiento también son importantes en las imágenes con Doppler en color. El registro del flujo es la grabación del flujo en color en la luz del vaso, mientras que la discriminación del movimiento es la diferenciación del flujo intravascular respecto al movimiento de los tejidos vasculares. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Doppler potencia

El Doppler potencia o de energía amplía los estudios de imagen de Doppler en color aumentando la sensibilidad al flujo con poca dependencia del ángulo y sin aliasing. Esta técnica ofrece una imagen de tipo perfusión del flujo sanguíneo en el lecho vascular de los tejidos, y por lo tanto detecta zonas de baja perfusión. El Doppler en color convencional utiliza el cambio de frecuencia Doppler medio y tiene inconvenientes como el ruido aleatorio (que simula flujo), el aliasing y la dependencia del ángulo (que puede distorsionar la información de dirección y velocidad). (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

En las imágenes convencionales con Doppler en color el flujo se ve porque se codifica en color una estimación de la media del cambio de frecuencia Doppler en una posición determinada. Por el contrario, en el Doppler potencia se codifica la potencia en la señal

Doppler en color empleando la información de amplitud de la señal Doppler. Este hecho permite que el color del flujo en vasos pequeños que en otras circunstancias sería difícil de detectar, se visualice. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Hemodinámica

La presión del pulso se define como la diferencia entre la presión sistólica y la diastólica, normalmente de unos 50 mmHg. La presión media es el promedio de presión sanguínea durante todo el ciclo cardiaco. La presión sistólica es la máxima presión en una arteria grande, la presión diastólica es la presión más baja alcanzada durante todo el ciclo cardiaco. En general, el cambio de presión arterial entre la sístole y la diástole es menor en las arterias grandes porque la resistencia es relativamente menor. Por el contrario, la presión desciende rápidamente durante la diástole en las arterias más pequeñas, donde la resistencia es mayor. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Los dos factores principales que gobiernan el flujo sanguíneo son la presión y la resistencia. La mayoría de la fricción se da en el sistema periférico (resistencia periférica). La cantidad de resistencia depende de tres factores: la viscosidad de la sangre, la longitud del vaso y su diámetro. La diferencia de presión entre los dos extremos de un vaso hace que la sangre circule desde la zona de mayor presión a la de menor, al mismo tiempo la resistencia se opone al flujo. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Las arterias tienen algunos patrones de flujo característicos, que hay que conocer para interpretar correctamente los estudios del flujo sanguíneo. El patrón normal en un vaso largo y

liso es el flujo laminar, en el que la velocidad es máxima en el centro del vaso y muy baja cerca de sus paredes. Se produce un flujo turbulento cuando la sangre que circula a alta velocidad atraviesa una zona de estenosis, un cambio brusco de dirección del vaso o una superficie irregular. (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Características de la onda en el estudio Doppler

1. La onda espectral es multifaria con un componente sistólico marcado, un componente de flujo invertido y un componente diastólico anterógrado. La pulsatilidad de la onda depende del lecho vascular irrigado (de alta o baja resistencia)
2. La onda espectral tiene un ancho de banda (espectro de frecuencia) reducido y una ventana espectral abierta. (El ensanchamiento espectral es uno de los criterios de estenosis).
3. Los tres índices empleados para valorar la onda espectral son: índice de pulsatilidad (IP), índice de resistividad (IR), el índice tobillo-braquial.

(Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

El índice de pulsatilidad se calcula, velocidad en centímetros por segundo en el pico sistólico del trazado espectral menos la velocidad en centímetros por segundo en el punto mínimo de la diástole del trazado espectral y este resultado dividido para el promedio de los picos de velocidad en el tiempo (puede calcularse empleando la frecuencia en KHz en lugar de centímetros por segundo) (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

El índice de resistividad se calcula en base a la velocidad en centímetros por segundo en el pico sistólico del trazado espectral menos la velocidad en centímetros por segundo en el punto mínimo de la diástole del trazado espectral (se puede calcular con la frecuencia usando los KHz en lugar de centímetros por segundo). (Krebs, Giyanani, & Eisenberg, 2004)

Metodología

Técnicas para obtener los datos

- Evaluación ecográfica Doppler de la glándula Tiroides en sus proyecciones transversal y longitudinal
- Punción y aspiración con aguja fina dirigida por ecografía del componente sólido y/o quístico de los nódulos
- Se obtendrá de 4 a 8 placas de muestra para el estudio citológico, las cuales serán enviadas en recipientes que contengan alcohol etílico al 95%.

Instrumentos para la investigación

1. PHILIPS INVISOR 2.0 Transductor Lineal de partes blandas de alta resolución 3L-12
2. GE VOLUSON 730 PRO V Transductor Lineal de partes blandas de alta resolución de 6-12 MHZ SP6-12
3. Formulario previamente desarrollado
4. Jeringuillas de 10cc y 20cc
5. Agujas 21G y 23G
6. Portaobjetos
7. Alcohol
8. Algodón estéril
9. Guantes estériles No 7½

Diseño del Estudio y Población

El diseño del estudio es un corte transversal, observacional. La muestra fue de 141 pacientes, de los cuales 105 pacientes acudieron a realizarse el ultrasonido en el “Consultorio Médico de Imágenes Dr. Ignacio Bonilla” y 36 pacientes acudieron a “ION-SOLCA”. Del total de la muestra, 41 pacientes fueron excluidos: 10 pacientes porque decidieron no puncionarse, 20 pacientes porque no regresaron, 3 pacientes por muestra insuficiente, y 6 pacientes porque el médico tratante decidió ponerlos en observación.

Los pacientes de cualquier edad y sexo fueron integrados al estudio.

Criterios de inclusión

- Pacientes con nodularidad palpable en región anterior del cuello
- Pacientes con masa en región anterior del cuello
- Todos aquellos pacientes que acuden para screening de patología tiroidea

Criterios de exclusión

- Pacientes que hayan recibido tratamiento previo con yodo radioactivo
- Pacientes con antecedentes de neoplasia maligna primaria de otro origen
- Pacientes con antecedentes quirúrgicos del área del cuello
- Pacientes con patología difusa de la glándula tiroides
- Pacientes con recidiva de neoplasia maligna tiroidea
- Todos aquellos pacientes que no se realicen el estudio citológico del PAAF

- Todos aquellos pacientes en los que se obtuvo como resultado del examen citológico:
Muestra Insuficiente
- Pacientes con diagnóstico citológico del nódulo previo al examen

Procedimiento

Para prevenir sesgos en el estudio por parte del médico operador del ultrasonido, no se incluyó en el estudio ningún paciente que tenga un resultado citológico o histopatológico previo de nodulaciones cervicales; con el mismo objetivo, todos los exámenes de ultrasonido en este estudio fue realizado por un solo médico radiólogo en compañía de otro en los dos centros radiológicos. De igual forma, los médicos histopatólogos no tuvieron acceso a la información obtenido a través del ultrasonido con la finalidad de minimizar los sesgos del estudio.

Con los permisos previamente obtenidos en la institución, a todos los pacientes que se van a realizar una ecografía tiroidea se lo hará en base al siguiente protocolo utilizando los equipos de ultrasonido posteriormente descritos:

1. Llenar parte del formulario con datos de filiación
2. Visión general de la glándula; observando la morfología, bordes, tamaño y la ecogenicidad de la misma
3. Se realiza la medición de los diámetros longitudinal, AP y transversal de cada lóbulo tiroideo, así como el grosor del istmo.
4. Medición de los diámetros del/los nódulos tiroideos

5. Valoración de la morfología, bordes y ecogenicidad de los nódulos tiroideos
6. Valorar la presencia de áreas quísticas intranodulares
7. Valorar la presencia de calcificaciones, sean estas micro o macrocalcificaciones.
8. Valorar la presencia de halo hipoecogénico circundante al nódulo

Valoración de los flujos vasculares con el uso de ecografía Doppler Dúplex, Doppler Pulsado y Doppler Poder

1. Valorar la presencia de flujos vasculares periféricos, centrales o mixtos
2. Valorar si los flujos vasculares son escasos o abundantes
3. Valoración de la onda espectral para obtener el índice de resistencia
4. Valoración de la onda espectral para obtener el índice de pulsatilidad
5. Valoración de la onda espectral para obtener la velocidad de pico sistólico
6. Valoración de las cadenas ganglionares cervicales
7. Realización de medidas de asepsia y antisepsia
8. Recolección de la muestra por PAAF
9. Envío de las muestras para su estudio citológico

Para la realización del examen ecográfico al paciente, luego de la recolección de los datos de filiación, se coloca en posición supina, sin apoyo en la cabecera y con el cuello en hiperextensión.

Para la visualización panorámica de la glándula tiroides en cortes transversales y longitudinales con el transductor de alta resolución se colocó GEL EZ; posteriormente se realizó la medición de los diámetros ya descritos de la glándula y de su(s) nódulo(s).

En el(los) nódulo(s) se valoró la textura pudiendo ser esta homogénea o heterogénea; la ecogenicidad, pudiendo ser esta hiperecogénica, isoecogénica o hipoecogénica, cuando su presentación en escala de grises es más brillante, no hay diferencia o es menos brillante que el parénquima de la glándula tiroides respectivamente; sus bordes, los cuales se les clasificó en regulares, irregulares o mal definidos, siendo en este último sus bordes de difícil diferenciación y de características difusas en relación con el parénquima circundante.

También se valoró la presencia de áreas quísticas intranodulares, así como la de calcificaciones, las cuales se les dividió en macro y microcalcificaciones, teniendo estas últimas que medir menos de 2 mm de diámetro y puntiformes para poder ser clasificada como tal.

Además se valoró el signo del halo, siendo este clasificado como presente cuando circundaba en su totalidad al nódulo, y como ausente si lo circundaba parcialmente o no existía.

Cambiando a la modalidad Doppler se procedió a la valoración de la existencia de flujos vasculares, pudiendo ser estos centrales, periféricos o mixtos; siendo periféricos aquellos flujos vasculares que rodean al nódulo y centrales los flujos intranodulares.

En esta misma modalidad se valoró si el flujo vascular es escaso o abundante, siendo en el caso del flujo vascular periférico abundante cuando estos rodean más del 50% del nódulo; y en

el caso de los flujos vasculares centrales, se les catalogó como abundantes cuando se observan tres o más afluencias vasculares intranodulares.

Posteriormente se realizó el análisis de la onda espectral de dos afluentes vasculares, los más representativos, tanto para los flujos centrales como para los periféricos; de los dos analizados, se tomó en cuenta para nuestro estudio aquel afluente vascular que registró los valores más altos. Los valores del análisis espectral que buscamos fueron el índice de resistencia, el índice de pulsatilidad y la velocidad de pico sistólico, los cuales son obtenidos automáticamente con el software del ultrasonido.

Para finalizar el estudio con ultrasonido se analizó la existencia de adenomegalias en las cadenas ganglionares cervicales.

Finalmente, cuando el paciente fue remitido nuevamente a nuestro servicio se realizó la punción y aspiración con aguja fina guiada por ultrasonido, previo a la realización de asepsia y antisepsia de la región anterior del cuello, y a la identificación del nódulo con mayores factores de riesgo de malignidad; siendo puncionado y aspirado este nódulo por dos ocasiones diferentes durante el mismo procedimiento cuando el nódulo era único; si el paciente presentaba dos o más nódulos con factores de riesgo de malignidad se puncionó dos nódulos por una sola ocasión cada uno.

Las muestras fueron colocadas en 4 a 8 portaobjetos correctamente rotulados con la realización de un frotis en cada uno; y posteriormente depositadas en recipiente con alcohol etílico al 95% para su posterior envío al departamento de citología.

Análisis Estadísticos

Originalmente el tamaño de la muestra se diseñó para 100 casos, de los cuales se excluyeron para los análisis estadísticos a 9 casos por tener un resultado de sospechoso en el análisis citológico.

Los análisis fueron realizados con el objetivo de encontrar las mejores características ecográficas (solas o en combinación) que den como resultado la mejor sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de cáncer de tiroides en comparación con los resultados del estudio citológico.

Para las variables continuas se realizaron estadísticas de tendencia central: media, moda, mediana, desviación estándar, varianza, rango, mínimo, máximo y cuartiles. Posteriormente se analizaron los “means” de la variable independiente vs las variables dependientes y además se realizó una tabla de ANOVA de una vía y dos medidas de asociación, el eta y el eta square, para la variable independiente.

Para aquellas variables con significancia estadística se realizaron curvas ROC para encontrar el mejor punto de corte en base a la sensibilidad y especificidad para cada variable. Una vez

definido el punto de corte se volvió a analizar los resultados para convertir estas variables continuas en variables categóricas.

Para las variables categóricas se realizaron tablas de frecuencia y porcentaje, posteriormente se realizaron tablas cruzadas con nuestro gold standard y se aplicó el test Chi-Square para calcular el Pearson chi-square, likelihood-ratio chi-square, Fisher's exact test, y el Yates' corrected chi-square (corrección de continuidad). Posteriormente aquellas variables con más de tres opciones fueron analizadas y reducidas a dos opciones y se realizaron tablas cruzadas con el test Chi-Square.

De las variables categóricas con significancia estadística se calculó individualmente su sensibilidad y especificidad, valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo. Posteriormente se seleccionaron variables con la mejor sensibilidad y otras con la mejor especificidad para realizar tablas de contingencia y buscar la mejor combinación de características ecográficas que den como resultado la mejor sensibilidad y especificidad global.

A continuación se seleccionó una subpoblación de pacientes, de aquellos que no entraron dentro del diagnóstico con la combinación de variables; con lo cual de los 91 casos, se redujo a 35 casos y se procedió a realizar los mismos análisis estadísticos anteriormente mencionados para encontrar otra combinación de características ecográficas que mejore la sensibilidad y especificidad del estudio.

Resultados

De los 91 participantes, 71 (78%) pacientes obtuvieron el resultado citológico de benigno y 20 (22%) pacientes obtuvieron el resultado de maligno (gráfico 1). El rango de edad fue de 62 años, los participantes tuvieron de 15 a 77 años de edad. El promedio de edad de los pacientes con un resultado citológico benigno fue de 47.54 (71 casos) con una desviación estándar de 14.96; el promedio de los pacientes con un resultado citológico maligno fue de 40.2 (20 casos) con una desviación estándar de 14.43; con un valor p de 0.054

La textura del nódulo se encontró alterada (heterogénea) en 48 casos (52.7%), y normal (homogénea) en 43 casos (47.3%). No se encontró ningún caso de malignidad en los pacientes con textura normal del nódulo, mientras que en 20 (41.67%) casos de textura alterada se diagnosticó de malignidad en el estudio citológico, con un valor p de 0.000, una sensibilidad del 100%, especificidad del 61%, valor predictivo positivo del 42% y un valor predictivo negativo del 100%

Con respecto a la ecogenicidad del nódulo, se encontró que en 12 (13.2%) casos este fue hiperecogénico, en 48 (52.7%) casos fue hipoecogénico y en 31 (34.1%) casos este fue isoecogénico. En esta variable se fusionó la hiperecogenicidad y la hipoecogenicidad para formar una sola variable denominada alterada; con las nuevas variables se obtuvo que 60 (65.9%) casos tuvieron ecogenicidad alterada, mientras 31 (34.1%) casos tuvieron ecogenicidad normal.

De los pacientes con ecogenidad alterada, 19 (31.7%) casos tuvieron un resultado citológico de malignidad, mientras que solo 1 (3.2%) caso con ecogenidad normal obtuvo un diagnóstico de malignidad nodular tiroidea; con un valor p de 0.002, una sensibilidad de 95%, una especificidad de 42%, un valor predictivo (+) del 32% y un valor predictivo (-) del 97%.

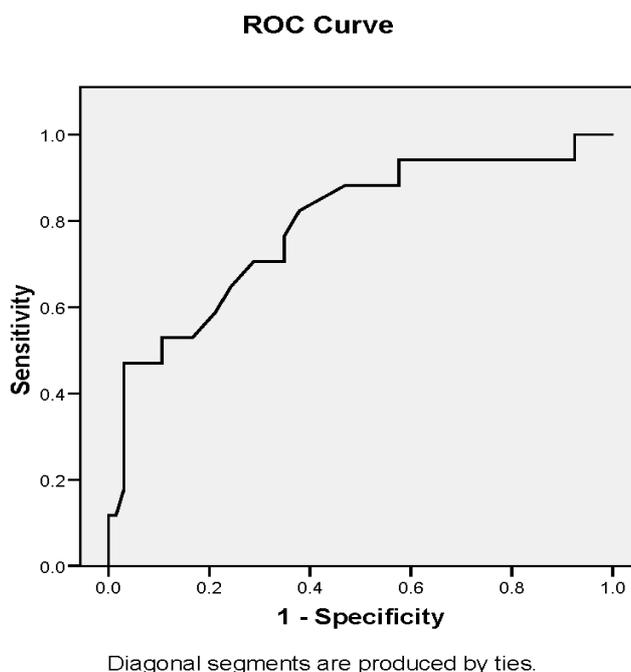
Para análisis estadísticos se excluyeron a los casos con hiperecogenidad, obteniéndose un total de 31 (39.2%) casos isoecogénicos y 48 (60.8%) casos hipoecogénicos; de los cuales 17 (35.4%) casos con hipoecogenidad obtuvieron un resultado de malignidad, y solo 1 (3.2%) caso con isoecogenidad, con un valor p de 0.001, una sensibilidad del 94%, una especificidad del 49%, un valor Predictivo (+) del 35% y un valor predictivo (-) del 97%.

Los bordes del nódulo estuvieron anormales en 13 (14.3%) casos, y estuvieron normales en 78 (85.7%) casos. Todos los casos con bordes anormales recibieron un diagnóstico de malignidad tiroidea, mientras que 7 (9%) casos con bordes normales obtuvieron un diagnóstico de malignidad. El valor p fue de 0.000, con una sensibilidad del 65%, una especificidad del 100%, un valor predictivo (+) del 100%, y un valor predictivo (-) del 91%.

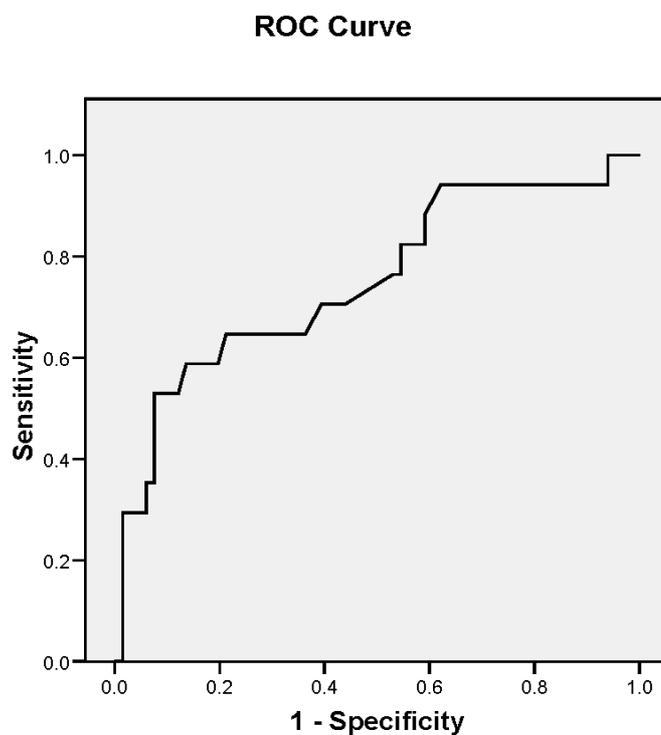
El flujo vascular central estuvo presente en 41 (45.1%) casos y ausente en 50 (54.9%) casos; de los cuales 3 (6%) casos fueron malignos de la categoría de flujo ausente y 17 (41.5%) casos de la categoría de flujo presente tuvieron el diagnóstico de cáncer de tiroides; con un valor p de 0.000, una sensibilidad del 85%, una especificidad del 66%, un valor predictivo (+) del 41% y un valor predictivo (-) del 94%.

La variable de flujo vascular central refinada encontró que 50 (76.9%) casos tuvieron un flujo ausente y 15 (23.1%) casos tuvieron flujo abundante. 14 (93.3%) de los casos con flujo abundante tuvieron un resultado de malignidad, mientras que 3 (6%) casos con flujo ausente tuvieron, de igual forma, un resultado de malignidad; con un valor p de 0.000, una sensibilidad del 82%, una especificidad del 98%, un valor predictivo (+) de 93%, y un valor predictivo (-) de 94%

El índice de resistencia vascular periférico (IRVP) fue en promedio de 0.65 con una desviación estándar de 0.13 en 83 casos que lo presentaron; de los cuales 66 casos con un diagnóstico de benignidad tuvo un promedio de 0.62 ± 0.11 , y 17 casos con diagnóstico de malignidad tuvieron un promedio de 0.76 ± 0.13 , con un valor p de 0.000. Esta variable fue analizada con curva ROC y se estableció el punto de corte en 0.64 o mayor como factor pronóstico de malignidad.



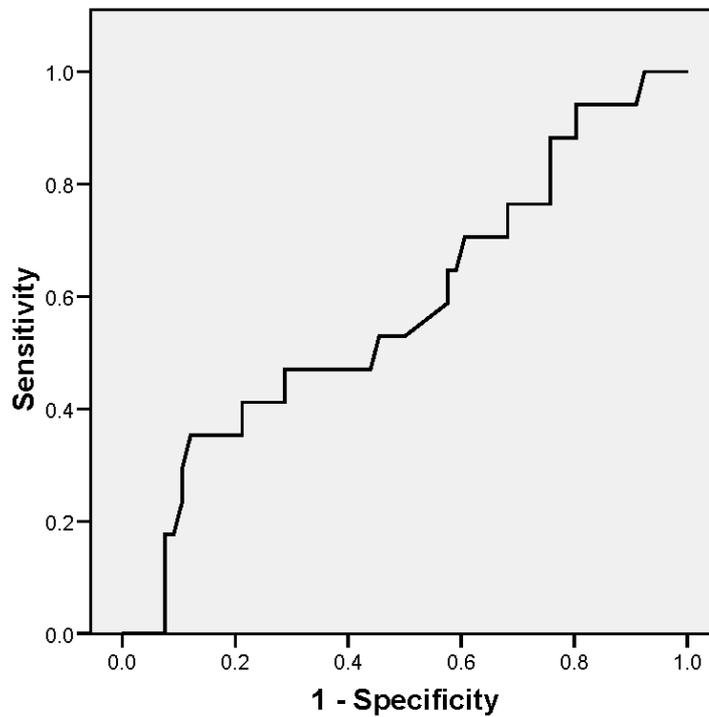
El índice de pulsatilidad vascular periférico (IPVP) fue en promedio de 1.31 con una desviación estándar de 0.89 en 83 casos; de los cuales 66 casos con un diagnóstico de benignidad tuvo un promedio de 1.16 ± 0.81 , y 17 casos con diagnóstico de malignidad tuvieron un promedio de 1.86 ± 1.01 , con un valor p de 0.004. Esta variable fue analizada con curva ROC y se estableció el punto de corte en 1.7 o mayor como factor pronóstico de malignidad.



Diagonal segments are produced by ties.

La velocidad de pulso sistólico periférico (VPSP) fue en promedio de 16.21 con una desviación estándar de 9.10 en 83 casos; de los cuales 66 casos tuvieron un diagnóstico de benignidad y se obtuvo un promedio de 15.89 ± 9.47 , y 17 casos con diagnóstico de malignidad tuvieron un promedio de 17.47 ± 7.66 , con un valor p de 0.525

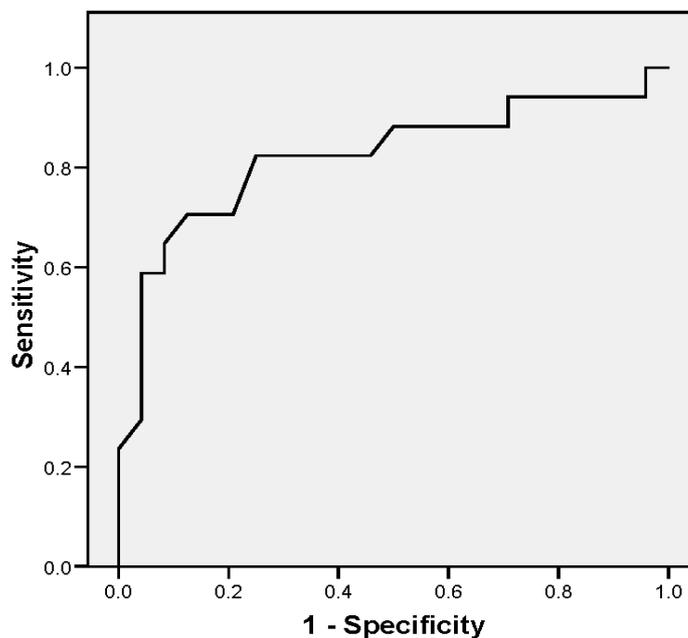
ROC Curve



Diagonal segments are produced by ties.

El índice de resistencia vascular central (IRVC) fue en promedio de 0.71 con una desviación estándar de 0.17 en 41 casos; de los cuales 24 casos con un resultado citológico benigno tuvieron un promedio de 0.63 ± 0.13 , y 17 casos con diagnóstico de malignidad tuvieron un promedio de 0.82 ± 1.7 , con un valor p de 0.000. Esta variable fue analizada con curva ROC y se estableció el punto de corte en 0.72 o mayor como factor pronóstico de malignidad.

ROC Curve

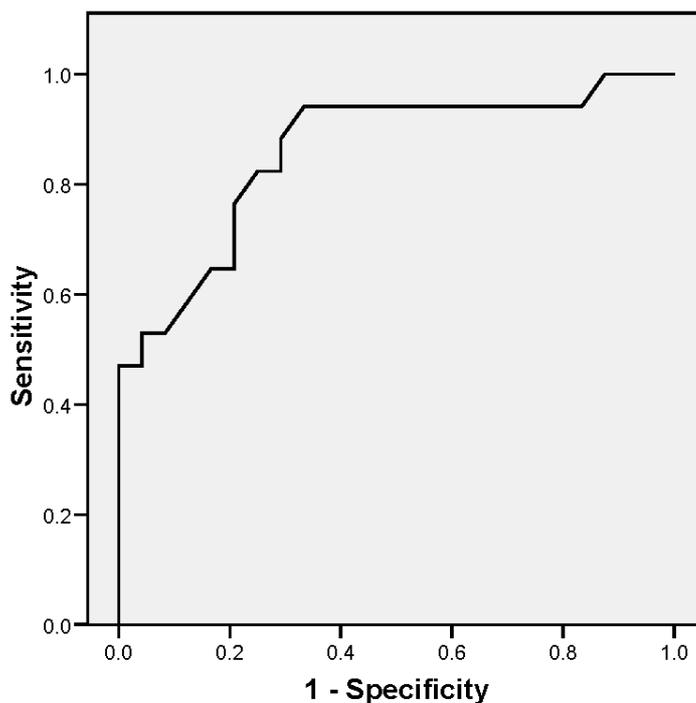


Diagonal segments are produced by ties.

El IRVC categórico estuvo normal en 21 casos (51.2%), y alterado en 20 (48.8%) casos; de los que obtuvieron un resultado normal, 3 (14.3%) casos fueron malignos, en relación a 14 (70%) casos de los que tenían este índice alterado y fueron malignos; con un valor p de 0.000, una sensibilidad del 82%, una especificidad del 75%, un valor predictivo (+) del 70%, y un valor predictivo (-) del 86%

El índice de pulsatilidad vascular central (IPVC) fue en promedio de 1.68 con una desviación estándar de 1.24 en 41 casos; de los cuales 24 casos con un diagnóstico de benignidad tuvo un promedio de 1.08 ± 0.42 , y 17 casos con diagnóstico de malignidad tuvieron un promedio de 2.53 ± 1.51 , con un valor p de 0.000. Esta variable fue analizada con curva ROC y se estableció el punto de corte en 1.25 o mayor como factor pronóstico de malignidad.

ROC Curve

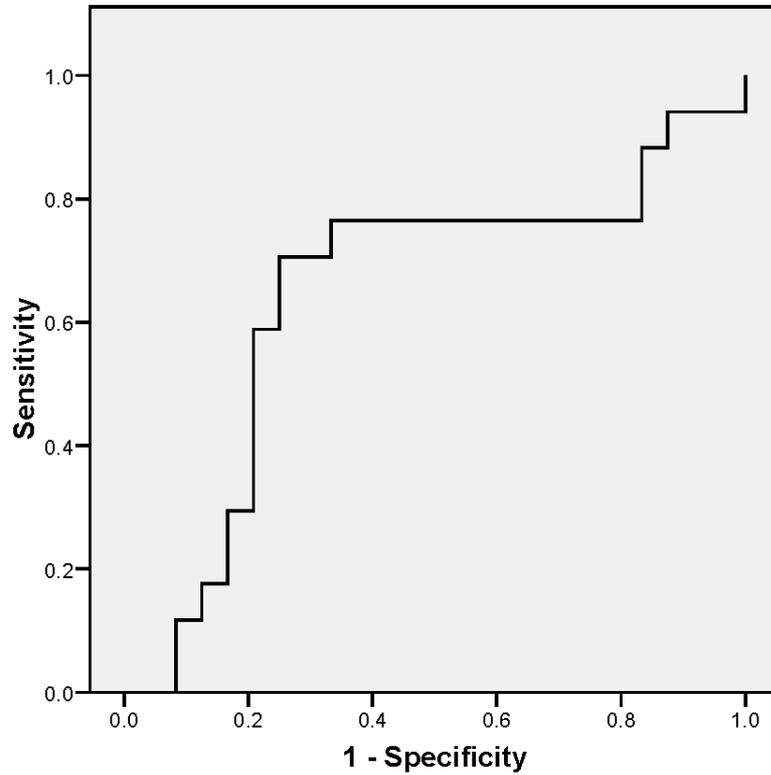


Diagonal segments are produced by ties.

El IPVC categórico estuvo normal en 21 casos (51.2%), y alterado en 20 (48.8%) casos; de los primeros, 3 (14.3%) casos fueron malignos, en relación a 14 (70%) casos de los que tenían este índice alterado y fueron malignos; con un valor p de 0.000, una sensibilidad del 82%, una especificidad del 75%, un valor predictivo (+) del 70%, y un valor predictivo (-) del 86%

La velocidad de pulso sistólico central (VPSC) fue en promedio de 17.23 con una desviación estándar de 8.90 en 41 casos; de los cuales 24 casos tuvieron un diagnóstico de benignidad y se obtuvo un promedio de 15.94 ± 9.19 , y 17 casos con diagnóstico de malignidad tuvieron un promedio de 19.06 ± 8.41 , con un valor p de 0.273

ROC Curve



Al realizar una selección selectiva de aquellos casos que cumplieran con la condición de tener bordes alterados + textura alterada y bordes normales + textura normal, se obtuvo 43 casos normales y 13 casos alterados, de los cuales ningún caso normal obtuvo un resultado del estudio citológico de maligno, y 13 (100%) casos de los alterados fueron malignos. La sensibilidad, especificidad, valores predictivos negativos y positivos, selectivos a este grupo fue del 100%

Con otro conjunto de variables, al realizar una selección selectiva de aquellos casos que cumplieran con la condición de tener bordes alterados + FVC presente y bordes normales + FVC ausente, se obtuvo 49 (74.24%) casos normales y 17 casos alterados; de los primeros, 2

(4.08%) casos obtuvieron un resultado de maligno, y 17 (100%) casos de los alterados fueron malignos. La sensibilidad selectiva fue del 86%, la especificidad del 100%, el valor predictivo (+) del 100%, y un valor predictivo (-) del 96%, todos selectivos para este grupo de casos.

Al realizar otra elección selectiva de aquellos casos que cumplieran con la condición de tener textura alterada + FVC presente y textura normal + FVC ausente, se obtuvo 31 (51.67%) casos normales y 29 casos alterados; de los primeros, 0 (0%) casos obtuvieron un resultado de maligno, y 17 (58.62%) casos de los alterados fueron malignos. La sensibilidad selectiva fue del 100%, la especificidad del 72%, el valor predictivo (+) del 59%, y un valor predictivo (-) del 100%, todos selectivos para este grupo de casos.

Como se explicó anteriormente, en análisis estadístico, se seleccionaron los casos que cumplieran con la siguiente regla: textura heterogénea + bordes alterados y aquellos con textura homogénea + bordes normales; los cuales fueron eliminados de la muestra para conformar con los restantes (35 pacientes) la subpoblación. Los resultados de los análisis estadísticos de la subpoblación se muestran en la tabla 6. En este grupo, las características Doppler del ultrasonido fueron las que obtuvieron significancia estadística.

El flujo vascular central estuvo abundante en 4 (18.2%) casos y ausente en 18 (81.8%) casos; de los cuales 2 (11.1%) casos fueron malignos de la categoría de flujo ausente y 3 (75%) casos de la categoría de flujo abundante tuvieron el diagnóstico de cáncer de tiroides; con un valor p de 0.006, una sensibilidad del 60%, una especificidad del 94%, un valor predictivo (+) del 75% y un valor predictivo (-) del 89%.

El IRVP categórico estuvo normal en 13 casos (37.1%), y alterado en 22 (62.9%) casos; de los primeros, 0 (0%) casos fueron malignos, en relación a 7 (31.8%) casos de los que tenían este índice alterado y fueron malignos; con un valor p de 0.023, una sensibilidad del 100%, una especificidad del 46%, un valor predictivo (+) del 32%, y un valor predictivo (-) del 100%

El IPVP categórico estuvo normal en 27 casos (77.1%), y alterado en 8 (22.9%) casos; de los primeros, 2 (7.4%) casos fueron malignos, en relación a 5 (62.5%) casos de los que tenían este índice alterado y fueron malignos; con un valor p de 0.001, una sensibilidad del 71%, una especificidad del 89%, un valor predictivo (+) del 63%, y un valor predictivo (-) del 93%

El IPVC categórico estuvo normal en 11 casos (64.7%), y alterado en 6 (35.3%) casos; de los primeros, 1 (9.1%) casos fueron malignos, en relación a 4 (66.7%) casos de los que tenían este índice alterado y fueron malignos; con un valor p de 0.013, una sensibilidad del 80%, una especificidad del 83%, un valor predictivo (+) del 67%, y un valor predictivo (-) del 91%

Al realizar una selección selectiva de aquellos casos que cumplían con la condición de tener FVC abundante + IRVP alterada y FVC normal + IRVP normal, se obtuvo 6 casos normales y 3 casos alterados, de los cuales ningún caso normal obtuvo un resultado del estudio citológico de maligno, y 3 (100%) casos de los alterados fueron malignos. La sensibilidad, especificidad, valores predictivos negativos y positivos, selectivos a este grupo fue del 100%

Con otro conjunto de variables, al realizar una selección selectiva de aquellos casos que cumplieran con la condición de tener IPVP alterada + FVC Abundante y IPVP normal + FVC ausente, se obtuvo 15 (83.33%) casos normales y 3 casos alterados; de los primeros, 1 (6.67%) casos obtuvieron un resultado de maligno, y 3 (100%) casos de los alterados fueron malignos. La sensibilidad selectiva fue del 75%, la especificidad del 100%, el valor predictivo (+) del 94%, y un valor predictivo (-) del 93%, todos selectivos para este grupo de casos.

Con el objetivo de mejorar la sensibilidad y especificidad se realizó una selección específica de aquellos casos que cumplieran con la condición de tener IPVC alterada + IRVP Alterado y IPVC normal + IRVP normal, se obtuvo 6 (54.55%) casos normales y 5 casos alterados; de los primeros, 0 (0%) casos obtuvieron un resultado de maligno, y 4 (80%) casos de los alterados fueron malignos. La sensibilidad selectiva fue del 100%, la especificidad del 86%, el valor predictivo (+) del 80%, y un valor predictivo (-) del 100%, todos selectivos para este grupo de casos.

De igual manera se lo realizó con aquellos casos que cumplieran con la condición de tener IPVC alterada + IPVP Alterado y IPVC normal + IPVP normal, se obtuvo 11 (68.75%) casos normales y 5 (31.25%) casos alterados; de los primeros, 1 (9.09%) caso obtuvo un resultado de maligno, y 4 (80%) casos de los alterados fueron malignos. La sensibilidad selectiva fue del 80%, la especificidad del 91%, el valor predictivo (+) del 80%, y un valor predictivo (-) del 91%, todos selectivos para este grupo de casos.

Discusión

Los hallazgos del ultrasonido que son indicativos de alto riesgo de malignidad han sido ampliamente estudiados por varios autores. (Daneman & Daneman, 2005) (Lanfranchi, 2001) (Rumack, Wilson, & Charboneau, 2005) (Frates, y otros, 2005) En los últimos años se ha empezado el estudio de las características Doppler, y en el último año algunos autores se han dedicado a la caracterización del flujo, el índice de pulsatilidad y de resistencia. (CAPPELLI, y otros, 2007) (CHAMMAS, y otros, 2005) (De Nicola, Szejnfeld, Logullo, Borri, Marquez, & Chiferi, 2005)

En nuestro estudio se recolectó la información tanto de las características ecográficas ya establecidas como de alto riesgo de malignidad, así como valores y características vasculares nodulares.

El porcentaje global de malignidad en nuestro estudio fue del 22%; este dato, en relación a otros estudios es variable, por ejemplo, en un estudio se encontró el 35% de malignidad nodular (Rago, Santini, Scutari, Pinchera, & Vitti, 2007), mientras que en otro se encontró solo el 14.9% (Frates, et al., 2006). La principal diferencia entre nuestro estudio y aquel que obtuvo la menor tasa es el tamaño de la muestra, la cual fue mucho más grande en este último. Este hallazgo también podría deberse al empleo de una mejor técnica para la punción por aguja fina guiada por ultrasonido, y/o al uso de tecnología mas nueva, ya que ningún paciente con diagnóstico conocido de cáncer de tiroides fue enrolado en el estudio.

La incidencia en Ambato es desconocida, pero ninguna de las ciudades de nuestro país con registro estadístico de cáncer de tiroides muestra una tasa por encima de la tasa mundial, por ejemplo en Quito la tasa de incidencia estandarizada es de 11.4 y 2.3 por cada 100.000, en mujeres y hombres respectivamente (Tumores, 2004); como nuestro país es considerado endémico en déficit de yodo, otra posibilidad es que esta patología sea subdiagnosticada.

Una debilidad de nuestro estudio fue el contar con solamente 6 (7%) participantes de sexo masculino, mientras que el 93% de la muestra fue de sexo femenino. El porcentaje de malignidad en hombres fue del 33.3%, mientras que el porcentaje de malignidad en mujeres fue del 21.2%. Esto corrobora que los nódulos tiroideos son más frecuentes en las mujeres (1:14), pero cuando están presentes en hombres, estos son de mayor riesgo de ser malignos. (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008) (Sriram & Patacsil, 2004) (Davies & Welch, 2006)

No se encontró ninguna relación entre la región tiroidea afectada y lesiones nodulares malignas; así como tampoco se encontró una significancia estadística entre el tamaño del nódulo y la malignidad del mismo; siendo esto contrario a los resultados de otros estudios, en donde el tamaño nodular ≥ 10 mm estuvo relacionado con malignidad. (CAPPELLI, y otros, 2007) (Frates et al., 2005) Esto puede deberse, como ya se mencionó antes, a que nuestro país es una región endémica en déficit de yodo y por lo tanto patología como el bocio son muy frecuentes y su tamaño por lo general supera el tamaño de los 10mm.

La textura del nódulo fue una de las características más importantes detectadas en nuestro estudio, ya que ningún paciente con textura normal fue maligno, pero un 58% de pacientes con textura alterada fue benigno, con una sensibilidad del 100%.

Otra característica importante que fue detectada fue los bordes del nódulo, debido a que ningún paciente con bordes alterados obtuvo un diagnóstico de benigno, pero un 9% de pacientes con bordes normales fue maligno, con una especificidad del 100%.

Al utilizar la variable de textura + bordes del nódulo, de tal modo que textura alterada + bordes alterados era un requisito para ser considerado positivo, y de igual forma para ser considerado negativo, tenía que tener textura normal + bordes normales; esta regla de fusión de variables, dio una sensibilidad global del 65% y una especificidad del 61%; con un OR de 2.85 CI 1.01-8.02. En ningún otro estudio se utilizó la conjunción de estas dos características para la detección de malignidad nodular tiroidea

La ecogenicidad del nódulo tuvo un OR de 13.9 CI 1.76-198.66 con un valor p de 0.001, en relación a un OR de 3.6 CI (2.6-4.9) $p < 0.0001$ de otros estudios. (CAPPELLI, y otros, 2007) Esta variable es altamente sensible (95%) pero su especificidad es demasiado baja (42%).

Las microcalcificaciones nodulares estuvieron presentes en el 64.3% de los casos malignos, con una sensibilidad del 43% y una especificidad del 93%, con un OR de 10.8 CI de 3.04-38.3 y un valor p de 0.0000; lo cual está en relación con los hallazgos de otros estudios en donde el OR es de 10.8 con un CI (8.1–14.5) y un valor $p < 0.0001$. (CHAMMAS, y otros, 2005)

El signo del halo fue estadísticamente significativo, siendo considerado como signo de malignidad cuando el mismo estaba ausente, con una sensibilidad del 95% y una especificidad del 44%. Esta característica ha sido poco evaluada en otros estudios, pero concuerda con los hallazgos encontrados, su ausencia es una característica de alto riesgo de malignidad. (CHAMMAS, y otros, 2005)

Como ya está ampliamente reconocido, los crecimientos tumorales están asociados con un incremento en la vascularización de esa área y en especial dentro del tumor. (CHAMMAS, y otros, 2005) (Kronenberg, Melmed, Polonsky, & Larsen, 2008) Con el desarrollo de cada vez tecnología Doppler más sensible, es ahora posible comenzar a caracterizar los diferentes patrones de flujo y el análisis espectral de los mismos.

De los pacientes con flujo vascular central, solo el 41.5% fue maligno, con una sensibilidad del 85% y una especificidad del 66%. En otros estudios se encontró un OR de 1.6 con un CI (1.2–2.1) $p < 0.0001$, lo cual demuestra su claro beneficio. (CAPPELLI, y otros, 2007) (CHAMMAS, y otros, 2005) Al fusionar esta variable con los bordes del nódulo se obtuvo una sensibilidad selectiva para los casos solo positivos y solo negativos para las dos variables de 86% y una especificidad del 100%, decayendo la misma a una sensibilidad global del 85% y una especificidad global del 66% de todos los casos.

A la característica del flujo vascular central también se la fusionó con la textura del nódulo, obteniéndose una sensibilidad selectiva para los casos solo positivos y solo negativos para las

dos variables de 100% y una especificidad del 72%, decayendo la misma a una sensibilidad global del 85% y una especificidad global del 44% de todos los casos. Esta opción de combinación no ha sido valorada por estudios anteriores.

Los índices de pulsatilidad vascular tanto centrales como periféricos también fueron estadísticamente significativos; obteniéndose una sensibilidad del 82% y una especificidad del 75% para los primeros y del 53% y 92% respectivamente de los últimos. En otros estudios se encontró de igual forma una asociación fuerte entre el índice de pulsatilidad y la malignidad del nódulo. (CHAMMAS, y otros, 2005)

Los índices de resistencia vascular tanto centrales como periféricos fueron estadísticamente significativos; obteniéndose una sensibilidad del 82% y una especificidad del 75% para los primeros y del 88% y 53% respectivamente de los últimos. En otros estudios se encontró de igual forma una asociación fuerte entre el índice de resistencia y la malignidad del nódulo. (CHAMMAS, y otros, 2005)

Este parámetro fue valorado en la subpoblación de nuestra muestra; en donde se fusiono el IRV periférico con el flujo vascular central, con lo que se logró llegar a una sensibilidad específica de la subpoblación del 100% y una especificidad específica del 100%; detectando 8 de cada 10 pacientes con malignidad nodular tiroidea global, si se toma en cuenta las variables de textura + bordes y el IRVP + FVC, con un OR de 8.91 CI (2.67-29.75) y un valor p de 0.0001, que dan una sensibilidad del 80% y una especificidad del 69%.

La importancia de un diagnóstico temprano, es decir, en nódulos con un tamaño menor a 10 o 15 mm, es todavía un tema en debate. La posición del consenso de la sociedad de radiólogos en ultrasonido, de Estados Unidos, acerca de la importancia del diagnóstico temprano del cáncer de tiroides es que es incierta; mientras que para otras autoridades en esta área, este tema es de mucha importancia y relevancia, ya que el diagnóstico temprano puede reducir el riesgo de recurrencia y de mortalidad.

Como se demostró en el estudio de Roti et al. los nódulos con un tamaño menor o igual a 10 mm representaron el 39% de todos los cánceres tiroideos; la invasión local ocurrió en el 0.8% de los tumores con un diámetro menor a 5 mm, y en el 1.6% al 3.3% en pacientes con nódulos de 6 a 10 mm de diámetro. Las metástasis a distancia y recurrencia ocurrió en el 0.4% y 0.8% de los pacientes con lesiones malignas de 8 a 10 mm de diámetro.

Conclusiones

Como se ha demostrado con las autopsias, los nódulos tiroideos están presentes hasta en el 50% de la población, y solo es detectado en el 4% al 8% por el examen físico, lo que nos indica la gran necesidad de mejorar o encontrar otro método de screening como lo es la utilización del ultrasonido; con este método se incrementó hasta el 49% la detección de los mismos, pero variando hasta un 19%, dependiendo del año de fabricación del equipo. Con respecto a la detección del nódulo, la experiencia del ecografista no representa un problema, ya que es como la exanimación de cualquier otro órgano a través del ultrasonido, y con la ventaja que la glándula es de muy fácil acceso y valoración. No así el hecho de realizar la punción guiada por ultrasonido, en donde la experiencia del operador es muy importante, para que se obtengan muestras significativas y que den un resultado citológico real.

Con los nuevos equipos de ultrasonido además de mejorar la definición de la imagen obtenida, se puede realizar estudios de los patrones vasculares y el análisis espectral de los mismos, que como hemos encontrado en nuestro estudio, pueden llegar a ser un pilar fundamental para la evaluación y el diagnóstico de nódulos tiroideos malignos.

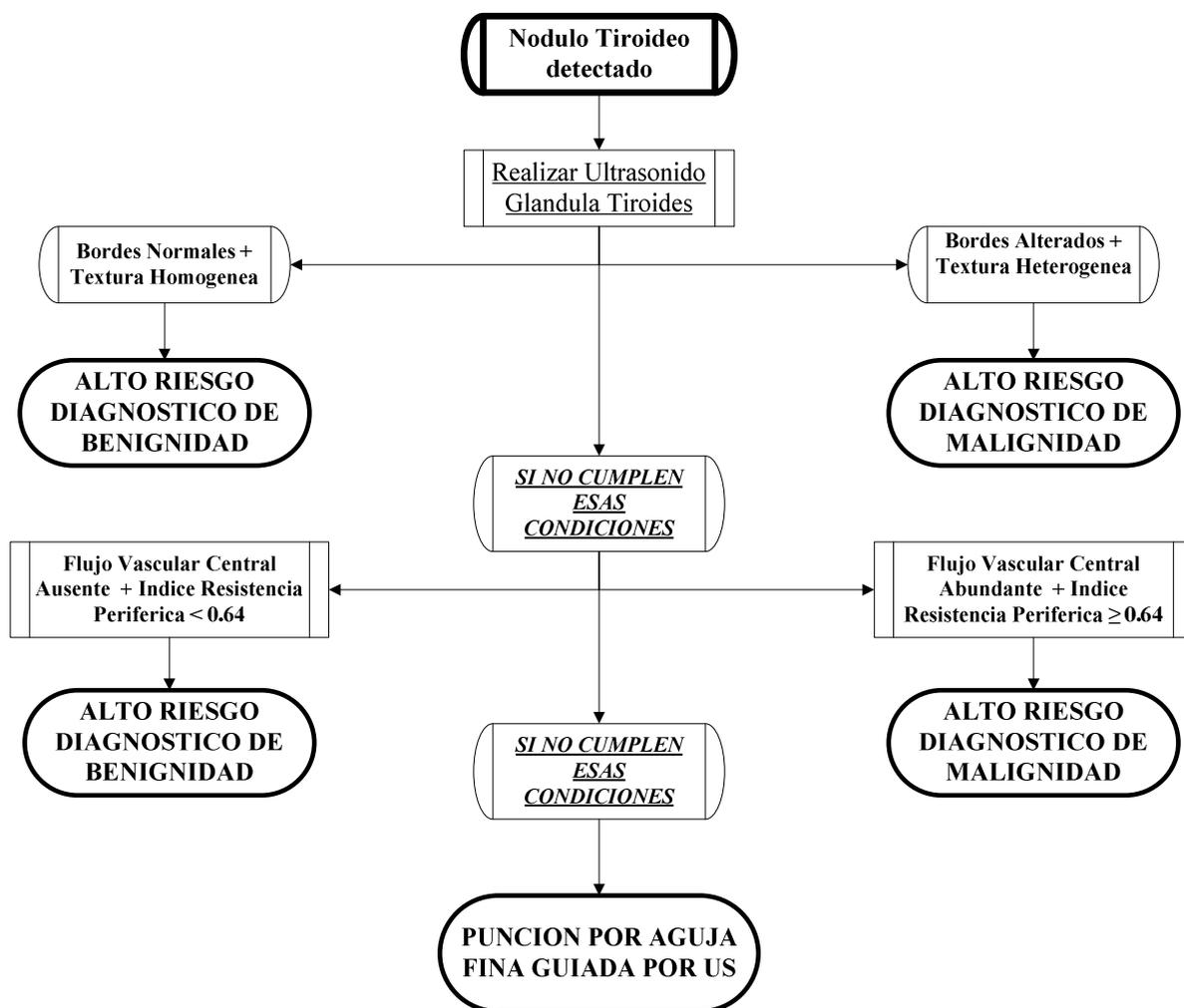
Como ya es conocido los factores de riesgo para malignidad nodular tiroidea son edad menor de 30 años o mayor de 60 años, sexo masculino, historia familiar de este tipo de cáncer, y radiación del cuello, entre otros, son todos sugestivos de malignidad, pero no son diagnósticos de esta patología.

En nuestro estudio llegamos a detectar 8 de cada 10 pacientes con malignidad tiroidea nodular utilizando las características ecográficas en modo B y modo Doppler. Podríamos sugerir el siguiente algoritmo diagnóstico con el objetivo que sea validado por otros estudios y ver si nuestros resultados son reproducibles con la misma sensibilidad y especificidad.

El algoritmo que proponemos, para valorar patología nodular tiroidea, es que a todo paciente que se le solicite un ultrasonido, se valore la siguiente condición: si tiene bordes anormales y textura heterogénea, es altamente sugestivo de un diagnóstico de malignidad tiroidea nodular. Aquellos pacientes que cumplen con la condición de tener bordes normales y textura homogénea, es altamente sugestivo de un diagnóstico de patología nodular benigna tiroidea.

Todos aquellos casos en los que no se cumplen esas dos condiciones, tienen que ser valorados con modo Doppler para ver su patrón de flujo vascular y el análisis de su onda espectral. En este punto se debe analizar la siguiente condición: si tiene Flujo Vascular Central Abundante y un Índice de Resistencia Vascular Periférica ≥ 0.64 , es altamente sugestivo de un diagnóstico de malignidad tiroidea nodular. Si los pacientes cumplen con la siguiente condición: tener un Flujo Vascular Central Ausente y un Índice de Resistencia Vascular Periférica < 0.64 , es altamente sugestivo de un diagnóstico de patología nodular benigna tiroidea.

Algoritmo Diagnostico de Patologia Nodular Tiroidea



Con este algoritmo logramos detectar 8 de cada 10 pacientes con malignidad tiroidea, pero cabe resaltar que el tamaño de nuestra muestra es pequeño y se necesita de un estudio con una muestra mucho más grande para poder validar nuestros resultados. Por esta razón la PAAF sigue siendo la prueba diagnóstica más importante en el diagnóstico inicial de un paciente con un nódulo tiroideo, a pesar que su sensibilidad y especificidad es del 87% y 89% respectivamente.

Recomendaciones

En nuestro estudio la muestra fue limitada debido principalmente a que los pacientes acudían a un centro de diagnóstico por imagen privado, que no contaba con un centro especializado para análisis histopatológicos. Este hecho hizo que se pierdan muchos pacientes en el proceso de envío de la muestra, ya que cada paciente enviaba la muestra al histopatólogo de su preferencia, lo que no siempre concordaba con el centro histopatológico que trabajó con nosotros para este estudio.

Se necesita realizar un estudio con una muestra mayor, y en la medida de lo posible dentro de un hospital para que no haya inconvenientes de muestras extraviadas o pérdida de casos debido a que no se sabe el resultado del análisis, o la falta de seguridad acerca de con que metodología se realizó el análisis citológico del mismo y por lo tanto la validez del mismo.

Como en nuestro estudio, se sugiere entrenar a dos médicos radiólogos con respecto a hallazgos ecográficos de patología nodular tiroidea, para que sea este personal el único que realice y valore cada uno de los estudios de nodularidad tiroidea, con el objetivo de reducir sesgos por parte del evaluador.

De igual forma es recomendable que el equipo de histopatólogos tenga una amplia experiencia en el análisis de muestras con malignidad tiroidea, con el objetivo de reducir falsos negativos o falsos positivos.

Bibliografía

1. CAPPELLI, C., CASTELLANO, M., PIROLA, I., CUMETTI, D., AGOSTI, B., GANDOSSO, E., y otros. (2007). The predictive value of ultrasound findings in the management of thyroid nodules. *Q J Med* , 29-35.
2. CHAMMAS, M., GERHARD, R., SOUZA, I., WIDMAN, A., BARROS, N., M, D., y otros. (2005). Thyroid nodules: Evaluation with power Doppler and duplex Doppler ultrasound. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* , 132 (6), 874-883.
3. Daneman, D., & Daneman, A. (2005). Diagnostic Imaging of the Thyroid and Adrenal Glands in Childhood. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America* , 745-768.
4. Davies, L., & Welch, H. (2006). Increasing Incidence of Thyroid Cancer in the United States, 1973-2002. *JAMA* , 2164-2167.
5. De Nicola, H., Szejnfeld, J., Logullo, Á. F., Borri, Á. M., Marquez, L. R., & Chiferi, V. (2005). Flow Pattern and Vascular Resistive Index as Predictors of Malignancy Risk in Thyroid Follicular Neoplasms. *J Ultrasound Med* , 24, 897-904.
6. Frates et al. (2005). Management of Thyroid Nodules Detected at US: Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference Statement. *Radiology* , 794-800.
7. Frates, M. C., Benson, C. B., Doubilet, P. M., Kunreuther, E., Contreras, M., Cibas, E. S., y otros. (2006). Prevalence and Distribution of Carcinoma in Patients with Solitary and Multiple Thyroid Nodules on Sonography. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* , 91 (9), 3411-3417.
8. Gharib, H., & Papini, E. (2007). Thyroid Nodules: Clinical Importance, Assessment, and Treatment. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America* , 707-735.

9. Grainger, R. G., Allison, D., Adam, A., Dixon, A. K., Carty, H., Sprigg, A., y otros. (2001). *Grainger & Allison's Diagnostic Radiology: A Textbook of Medical Imaging* (4th ed ed.). China: Harcourt.
10. Gray, H. (2000). *Anatomy of the human body* (20th ed ed.). (W. H. Lewis, Ed.) Philadelphia: Lea & Febiger.
11. Jameson, J., & A, W. (2006). Trastornos de la glándula tiroides. En E. Braunwald, S. Hauser, A. Fauci, D. Longo, D. Kasper, & J. JAMESON, *Harrison's Principiod de Medicina Interna* (16th Edition ed., Vol. 2, págs. 2079-2083). España: McGraw-Hill.
12. Kasper, D. L., Braunwald, E., Hauser, S., Longo, D., Jameson, J. L., & Fauci, A. S. (2005). *Harrison's Principles of Internal Medicine* (16th ed. ed.). USA: The McGraw-Hill Companies, Inc.
13. Kim, N., & Lavertu, P. (2003). Evaluation of a thyroid nodule. *Otolaryngologic Clinics of North America* , 36, 17-33.
14. Krebs, C., Giyanani, V., & Eisenberg, R. (2004). *Doppler Color*. España: Marbán.
15. Kronenberg, H. M., Melmed, S., Polonsky, K. S., & Larsen, P. R. (2008). *Williams Textbook of Endocrinology* (11th ed ed.). Philadelphia: SAUNDERS ELSEVIER.
16. Lanfranchi, M. (2001). *Ecografía de Tiroides*. España: Marbán Libros.
17. Mazeh, H., Beglaibter, N., Prus, D., Ariel, I., & Freund, H. (2007). Cytohistologic correlation of thyroid nodules. *The American Journal of Surgery* , 194, 161-163.
18. Mettler, F. A. (2005). *Essentials of Radiology* (2nd ed ed.). Philadelphia: ELSEVIER - SAUNDERS.
19. PAPINI, E., GUGLIELMI, R., BIANCHINI, A., CRESCENZI, A., TACCOGNA, S., NARDI, F., y otros. (2002). Risk of Malignancy in Nonpalpable Thyroid Nodules:

- Predictive Value of Ultrasound and Color-Doppler Features. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* , 87 (5), 1941-1946.
20. Rago, T., Santini, F., Scutari, M., Pinchera, A., & Vitti, P. (2007). Elastography: New Developments in Ultrasound for Predicting Malignancy in Thyroid Nodules. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* , 2917-2922.
21. Roman, S. (2003). Endocrine tumors: evaluation of the thyroid nodule. *Curr Opin Oncol* , 66-70.
22. Rouvière, H., & Delmas, A. (1996). *Anatomía Humana: Descriptiva, topográfica y funcional* (Vol. I). España: MASSON.
23. Rumack, C., Wilson, S., & Charboneau, J. (2005). *Diagnóstico por Ecografía* (2da Edición ed., Vol. II). España: Marbán Libros.
24. Sadler, T. (1996). *Langman Embriología Médica* (7a Edición ed.). México: Panamericana.
25. Sriram, U., & Patacsil, L. (2004). Thyroid Nodule. *Disease-a-Month* , 50 (9), 486-526.
26. Tumores, R. N. (2004). Tiroides. En S. Q. Registro Nacional de Tumores, F. Corral, P. Cueva, & Y. J (Edits.), *Epidemiología del Cáncer en Quito y en otras Regiones del Ecuador* (págs. 148-154). Quito: SOLCA QUITO.

Anexos

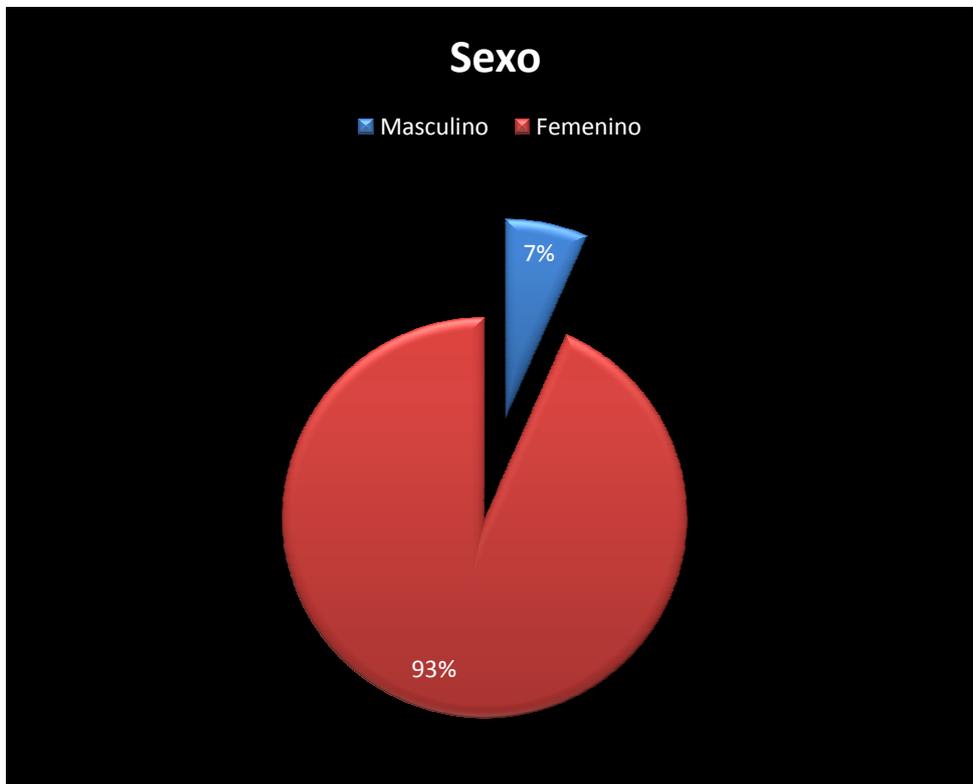


Gráfico 1: Sexo

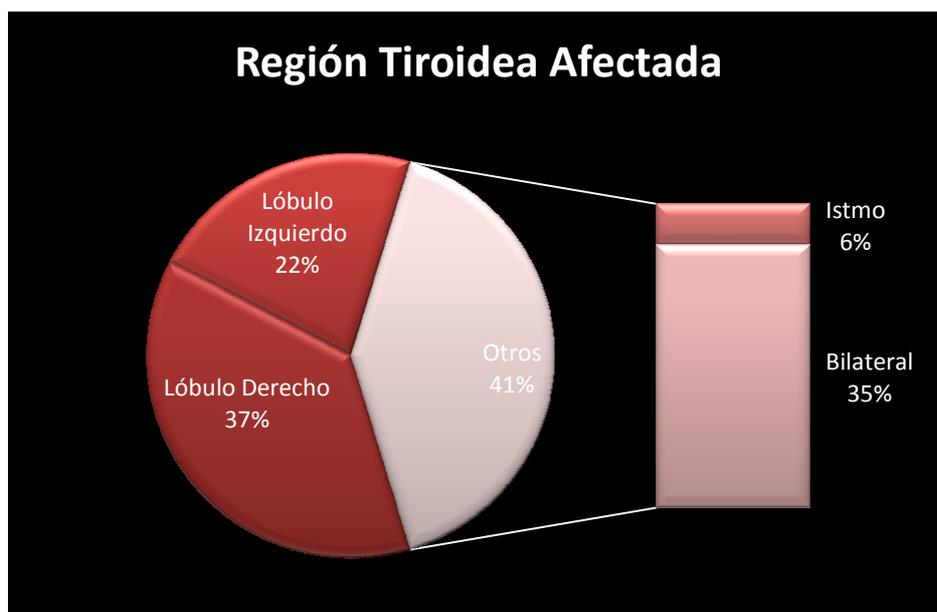


Gráfico 2: Región Tiroidea Afectada

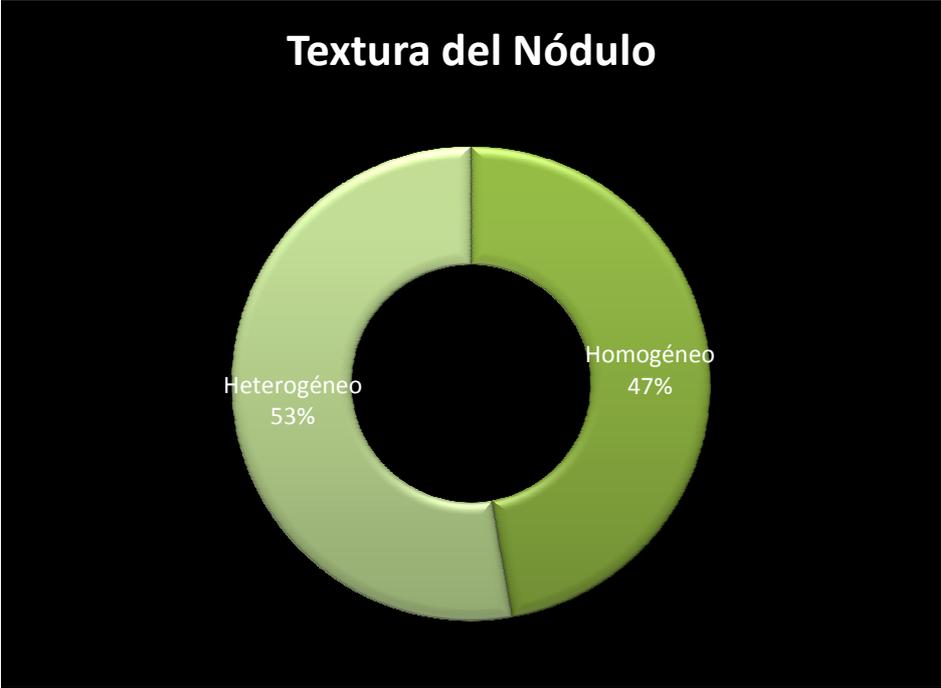


Gráfico 3: Textura del Nódulo

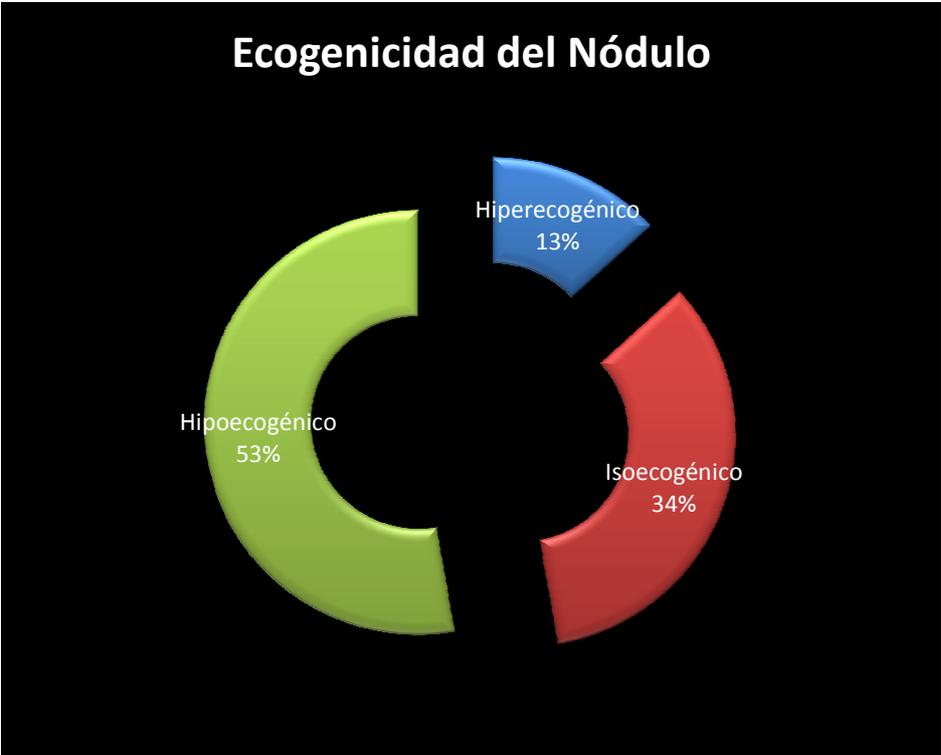


Gráfico 4: Ecogenicidad del Nódulo

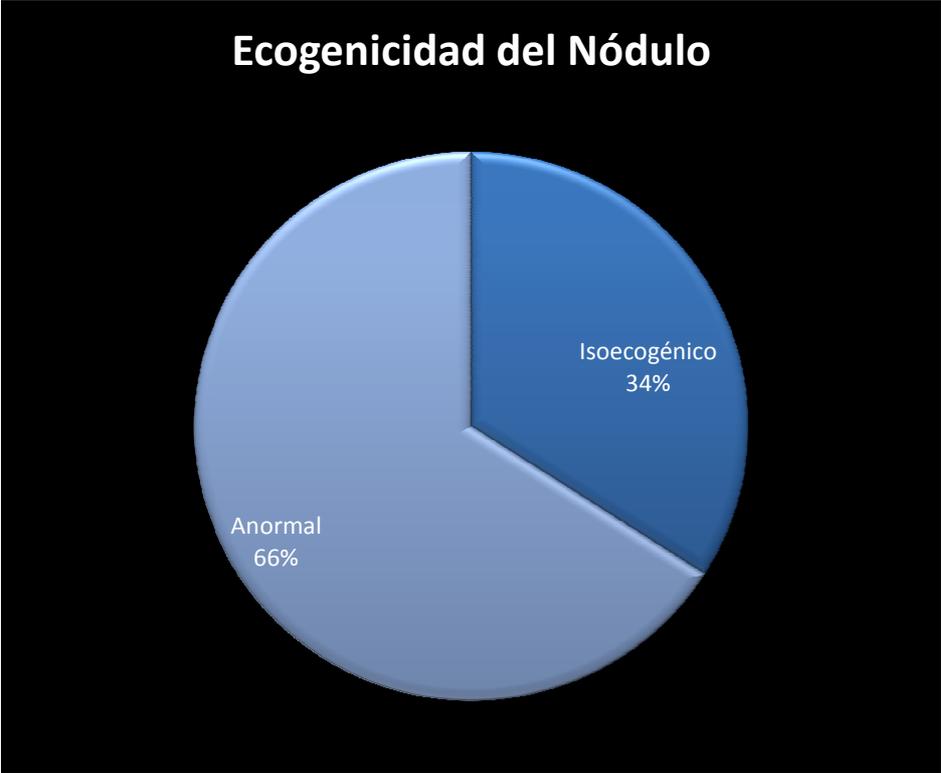


Gráfico 5: Ecogenicidad del Nódulo Normal vs Anormal

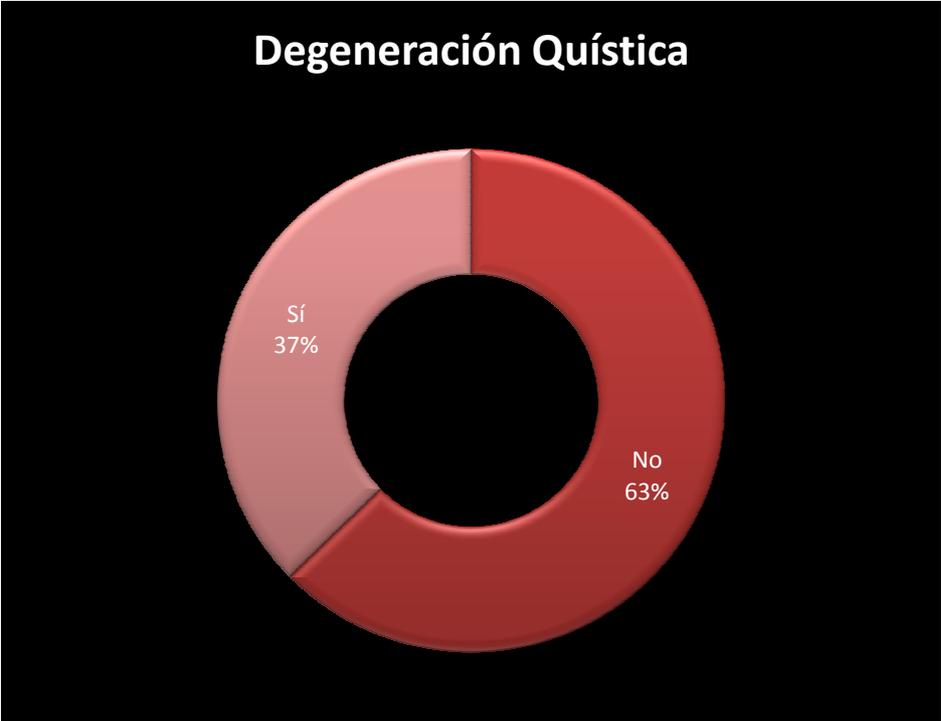


Gráfico 6: Degeneración Quística

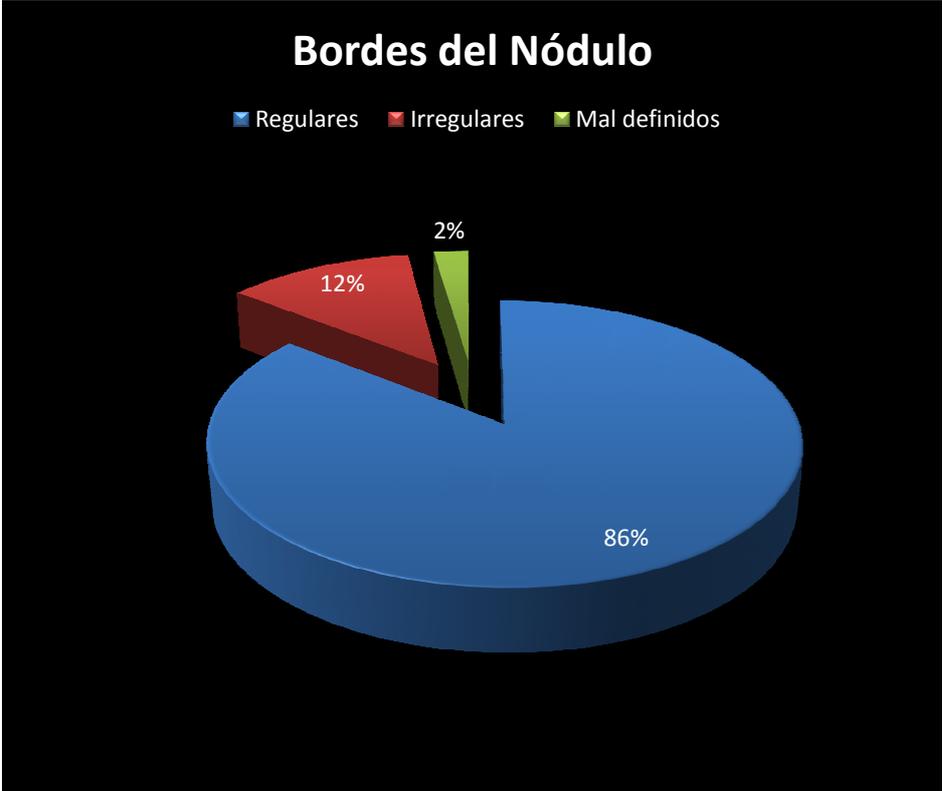


Gráfico 7: Bordes del Nódulo

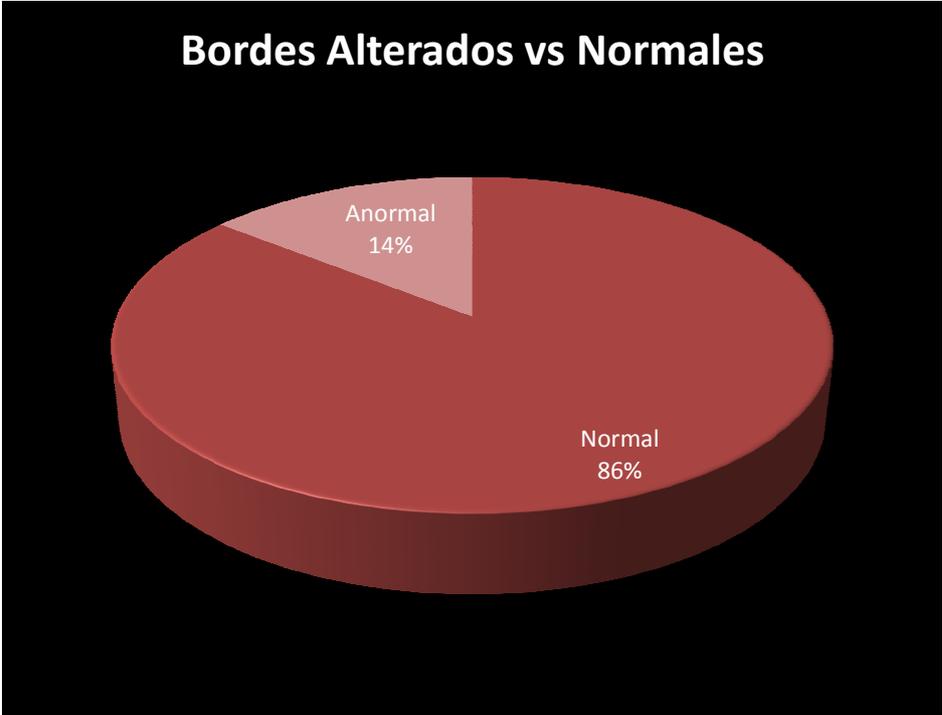


Gráfico 8: Bordes alterados vs Normales

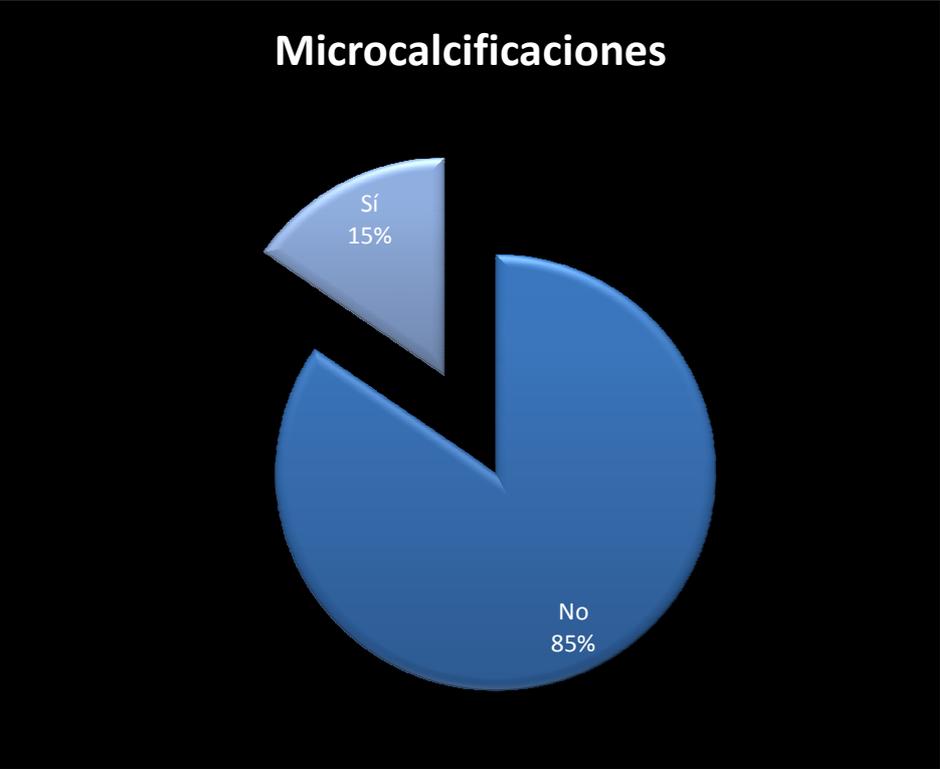


Gráfico 9: Microcalcificaciones

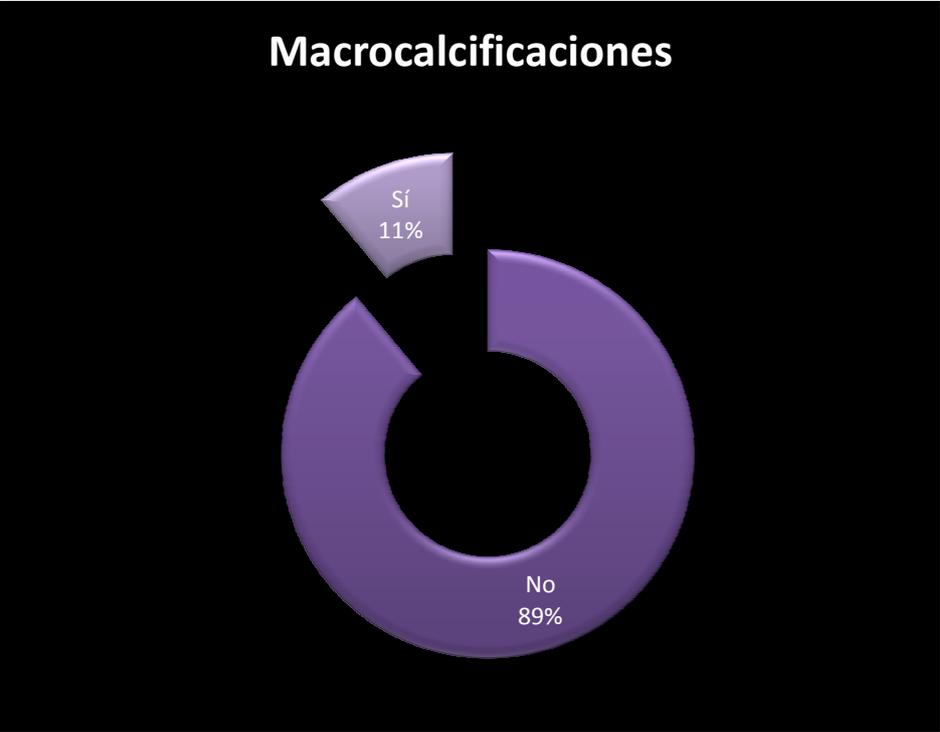


Gráfico 10: Macrocalcificaciones

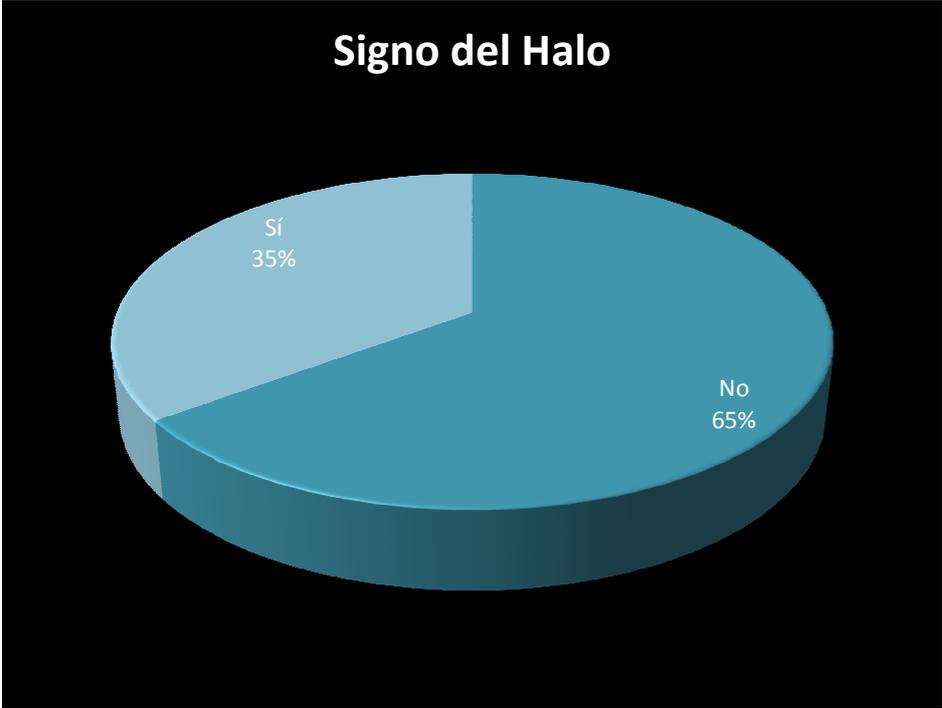


Gráfico 11: Signo del Halo

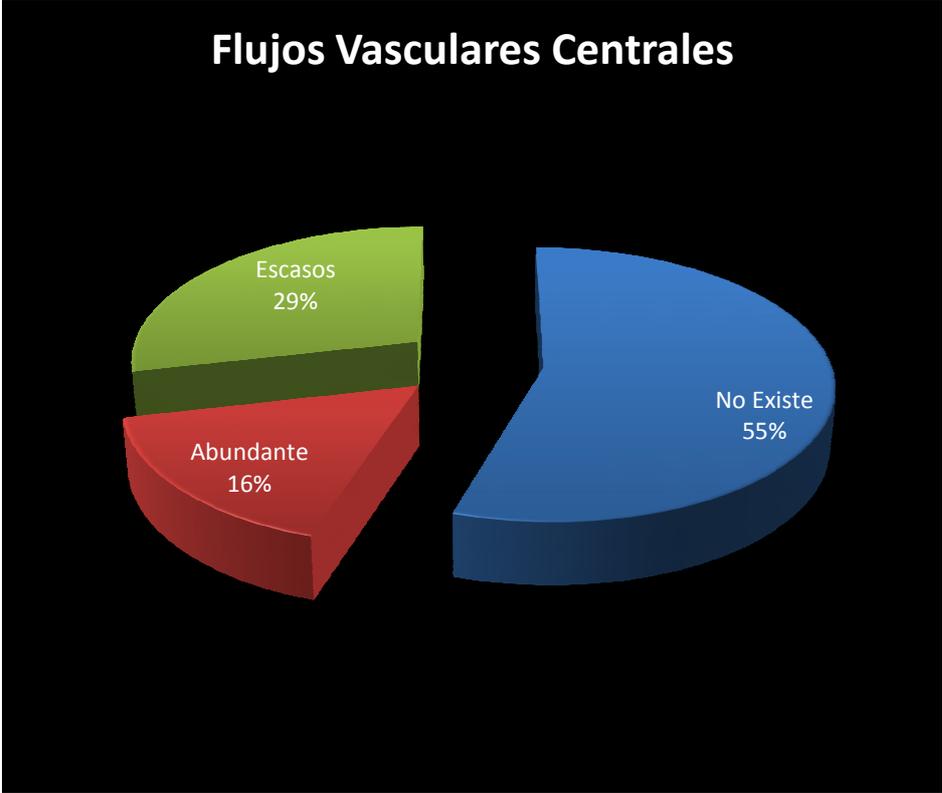


Gráfico 12: Flujo Vascular Central

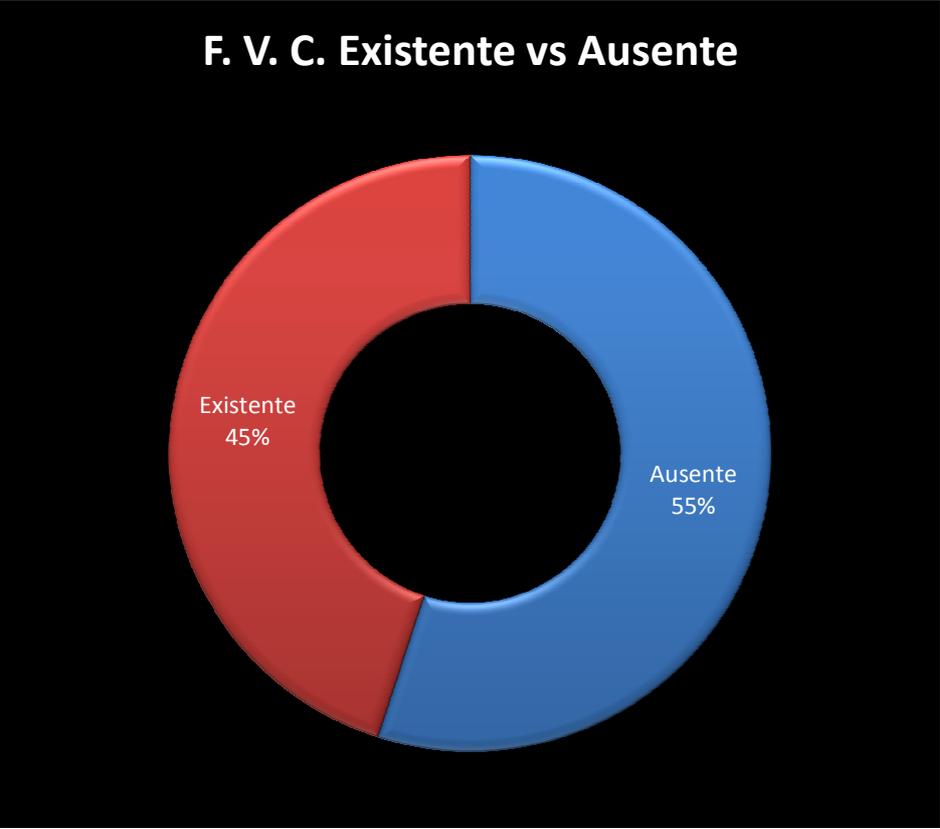


Gráfico 13: Flujo Vascular Central Existente vs Ausente

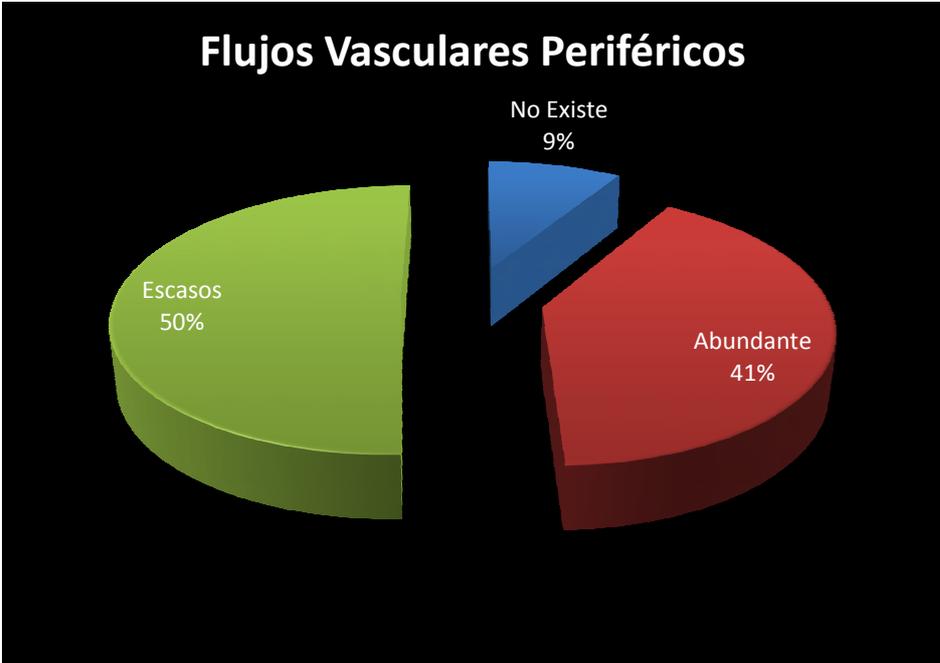


Gráfico 14: Flujo Vascular Periférico al Nódulo



Gráfico 15: Resultado del Estudio Citológico

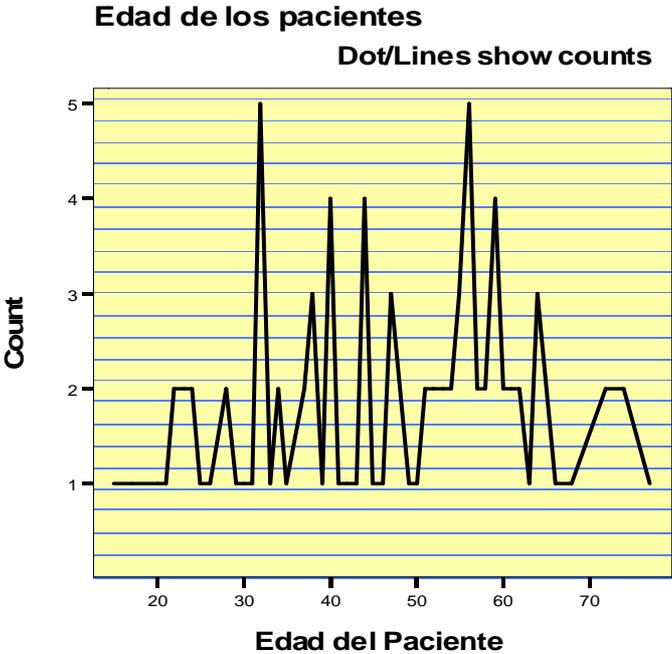


Gráfico 16: Edad de los pacientes

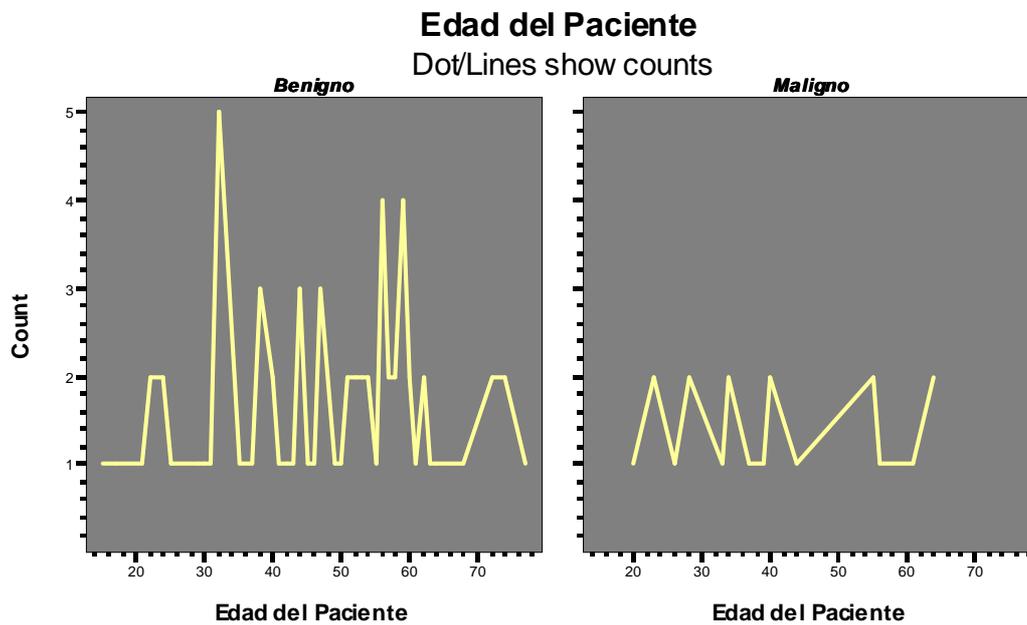


Gráfico 17: Edad de los pacientes vs Examen Citológico

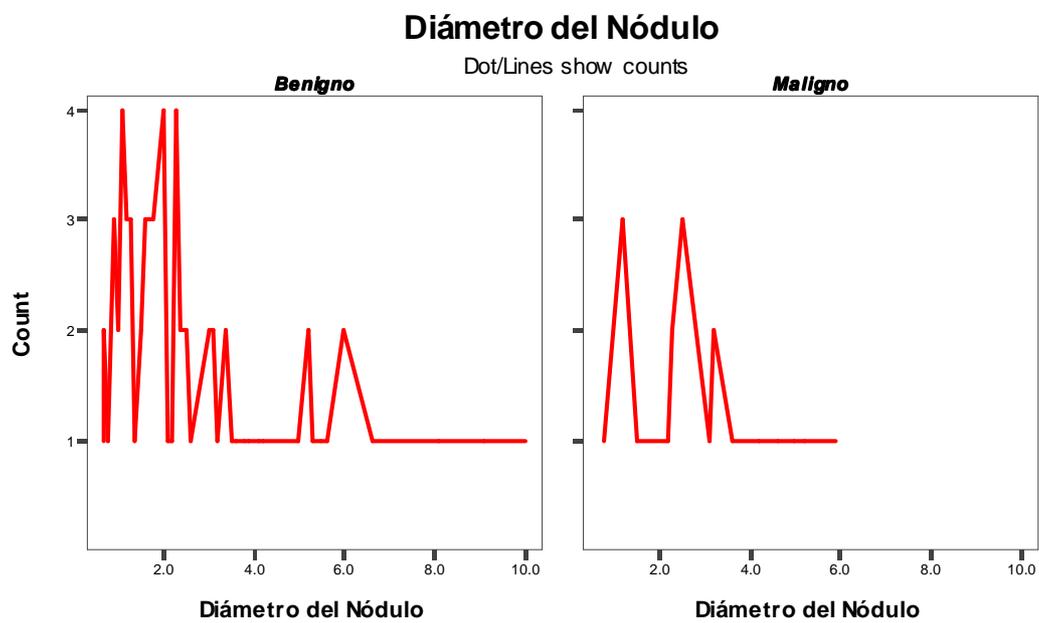


Gráfico 18: Diámetro del Nódulo vs Examen Citológico

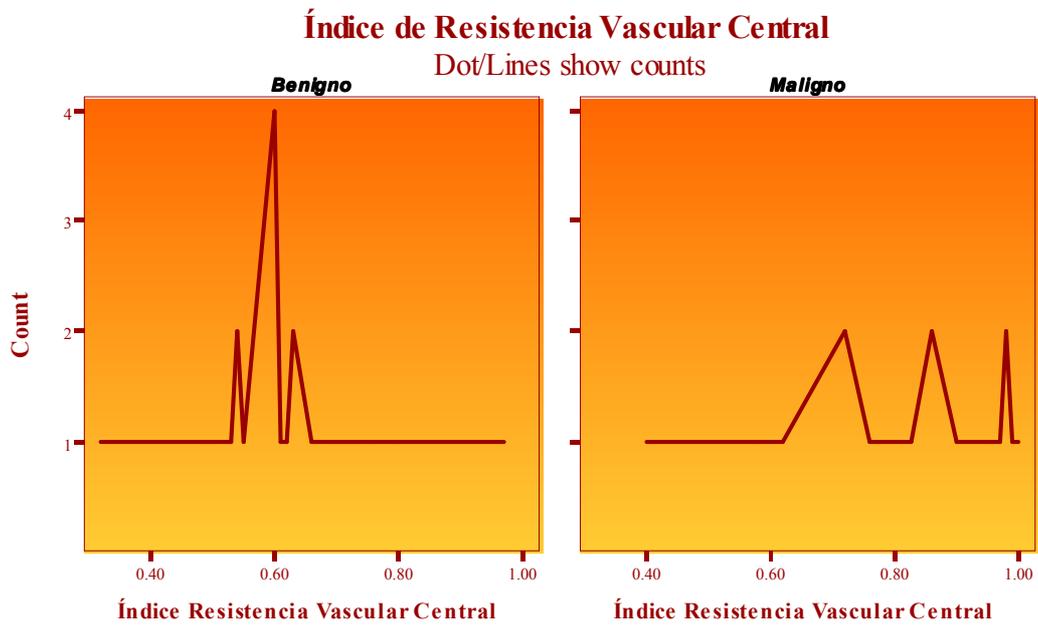


Gráfico 19: Índice de Resistencia Vascular Central vs Examen Citológico

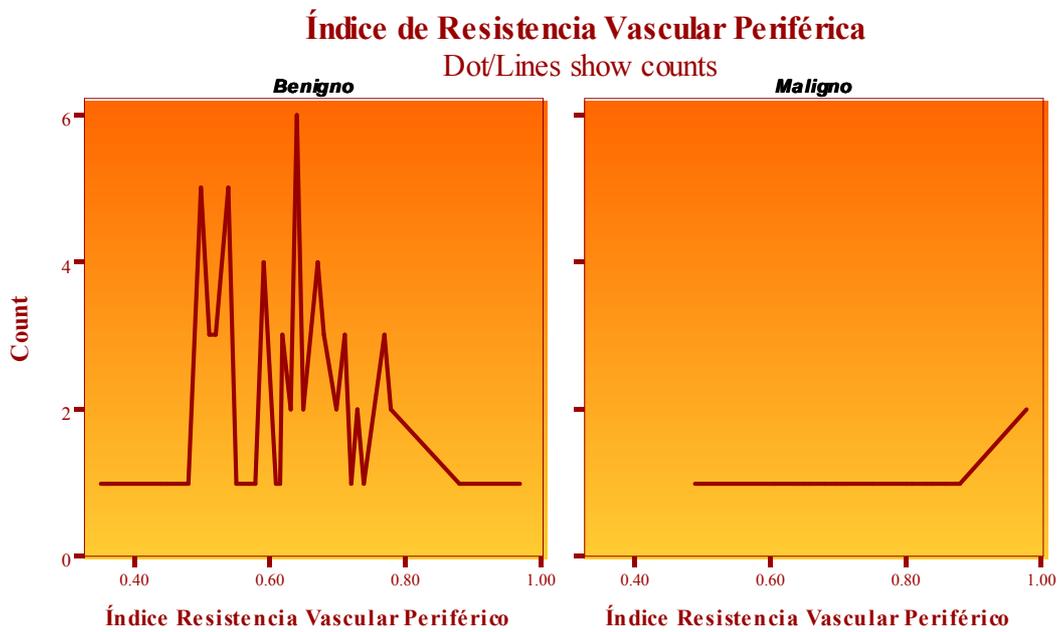


Gráfico 20: Índice de Resistencia Vascular Periférica vs Examen Citológico

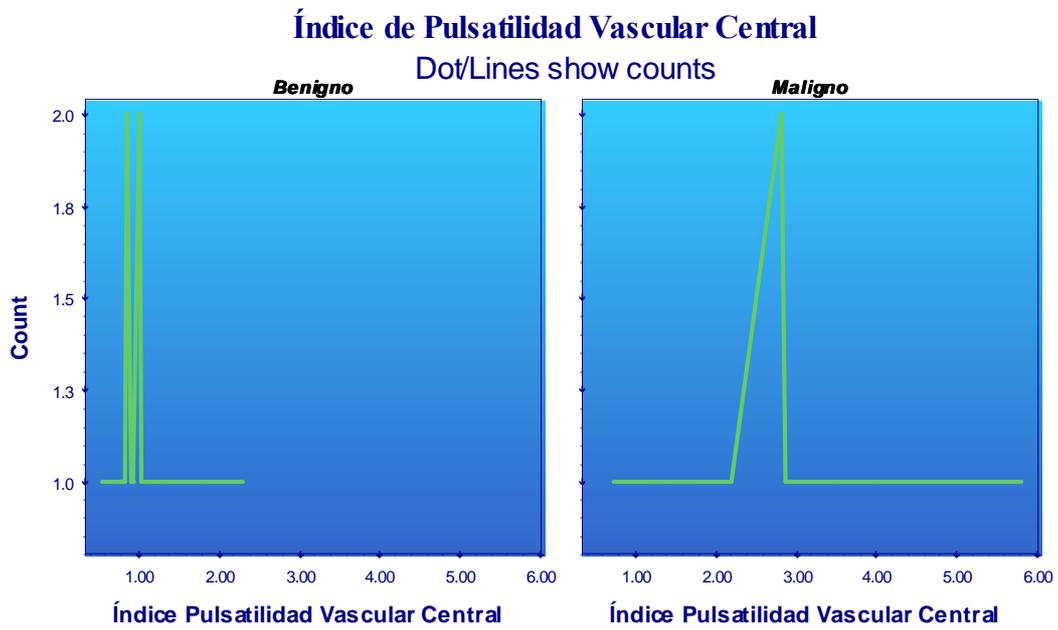


Gráfico 21: Índice de Pulsatilidad Vascular Central vs Examen Citológico

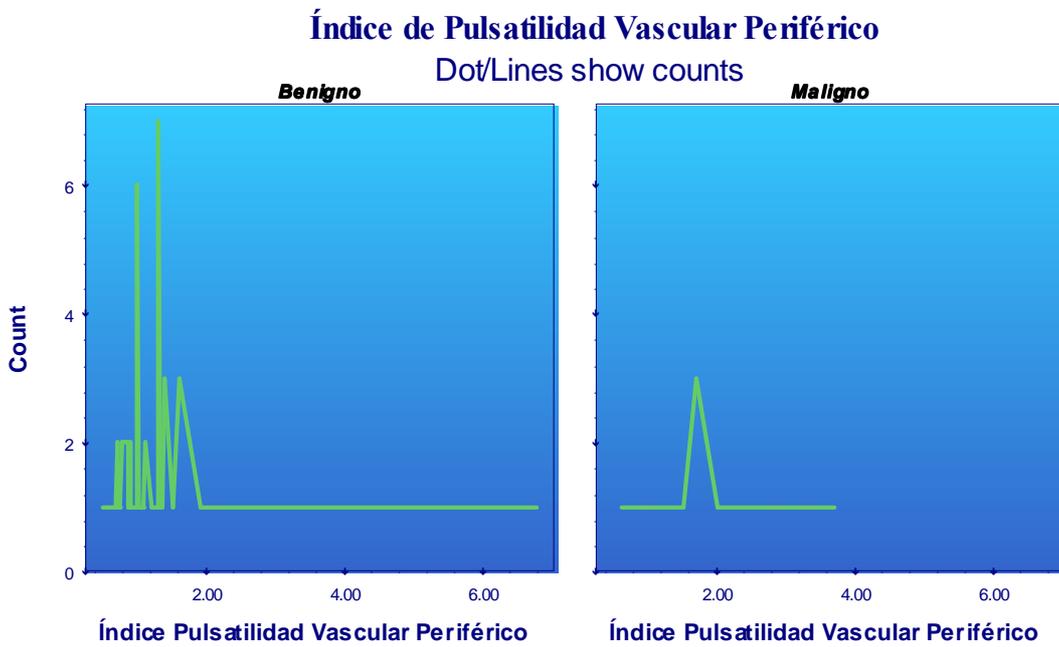


Gráfico 22: Índice de Pulsatilidad Vascular Periférico vs Examen Citológico

Región Tiroidea Afectada

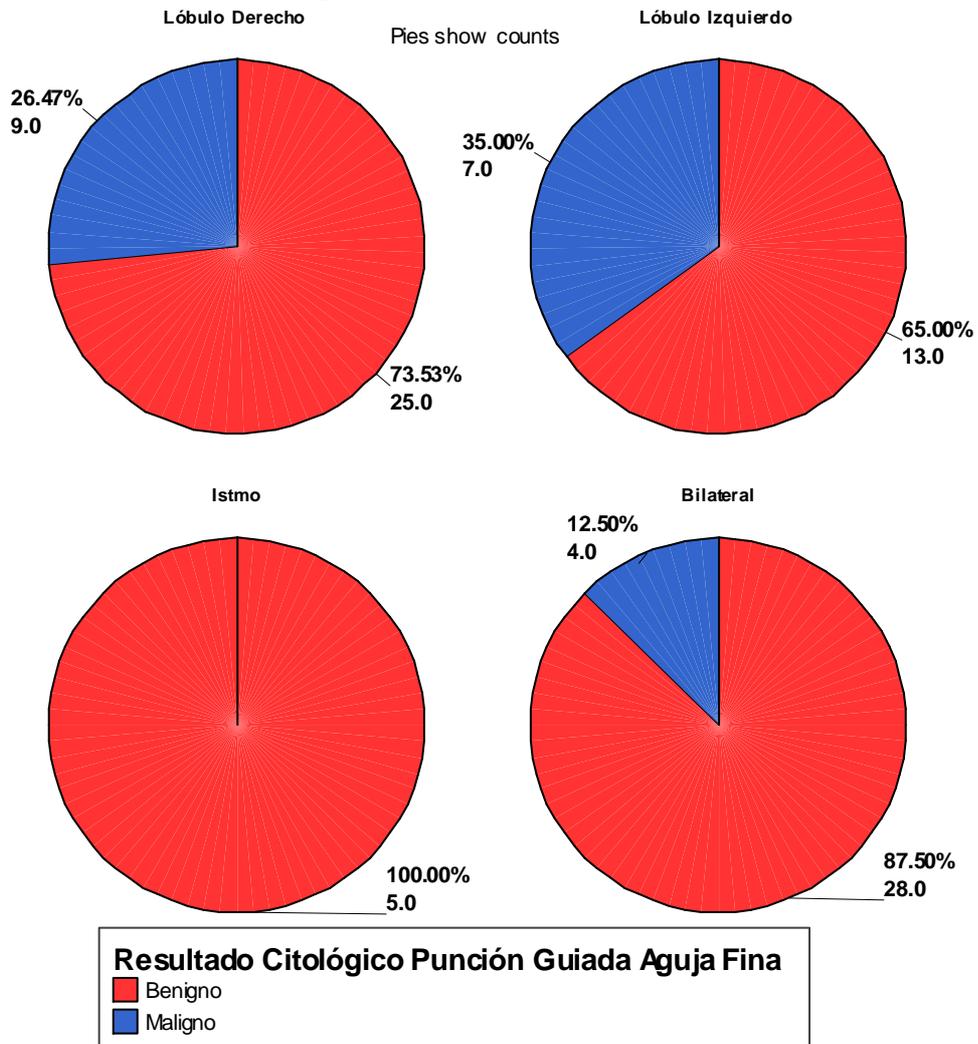


Gráfico 23: Región Tiroidea Afectada vs Resultado Citológico

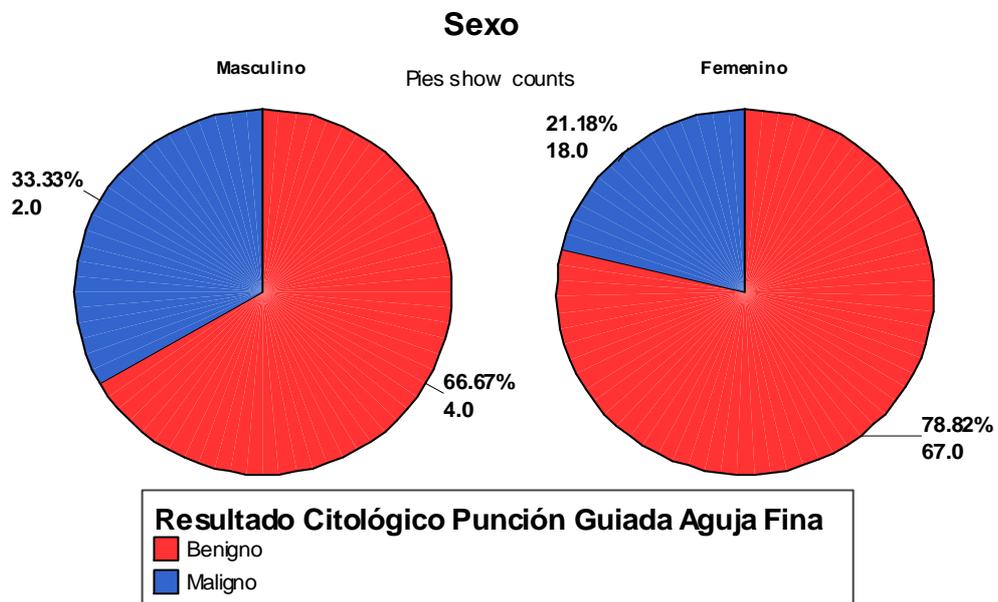


Gráfico 24: Sexo vs Resultado Citológico

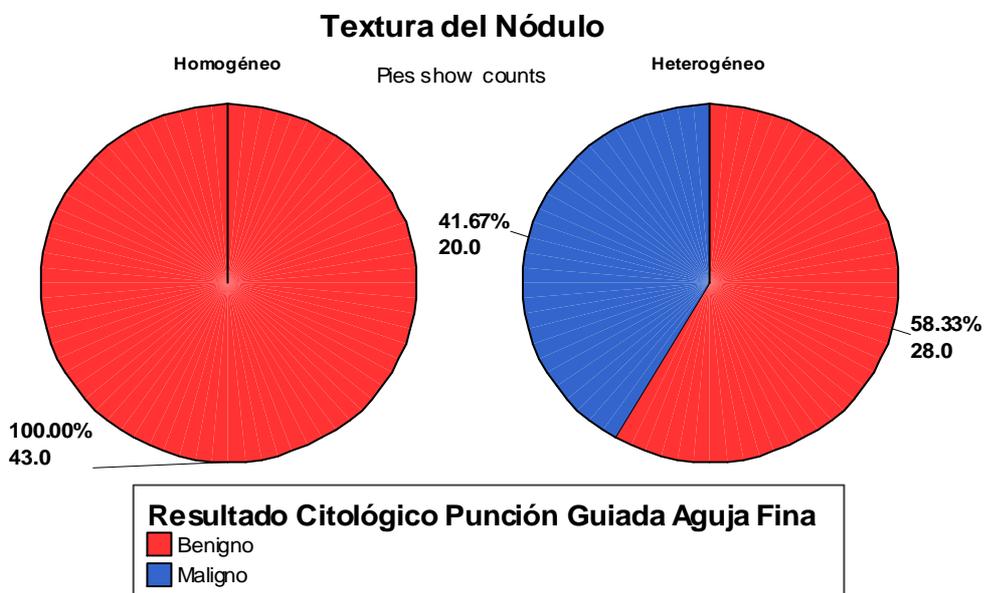


Gráfico 25: Textura del Nódulo vs Resultado Citológico

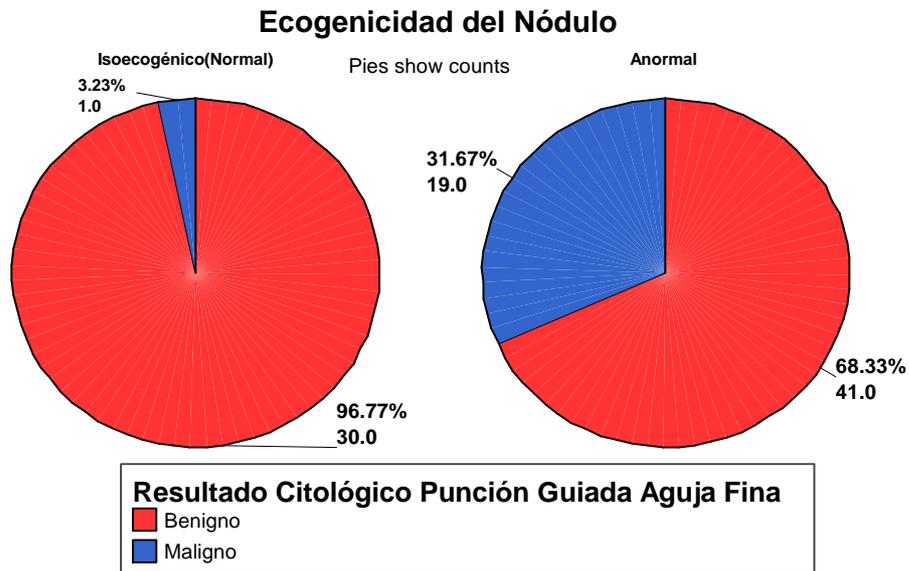


Gráfico 26: Ecogenicidad del Nódulo vs Resultado Citológico

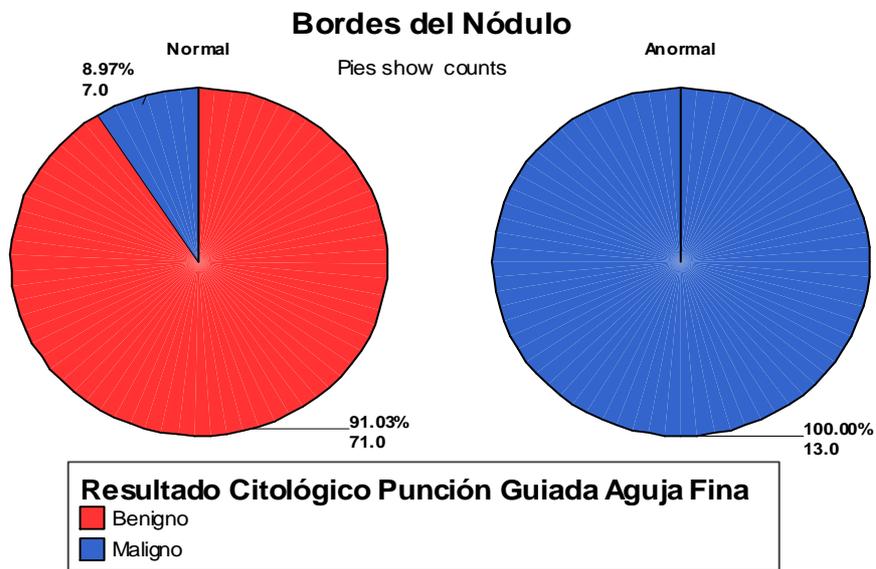


Gráfico 27: Bordes del Nódulo vs Resultado Citológico

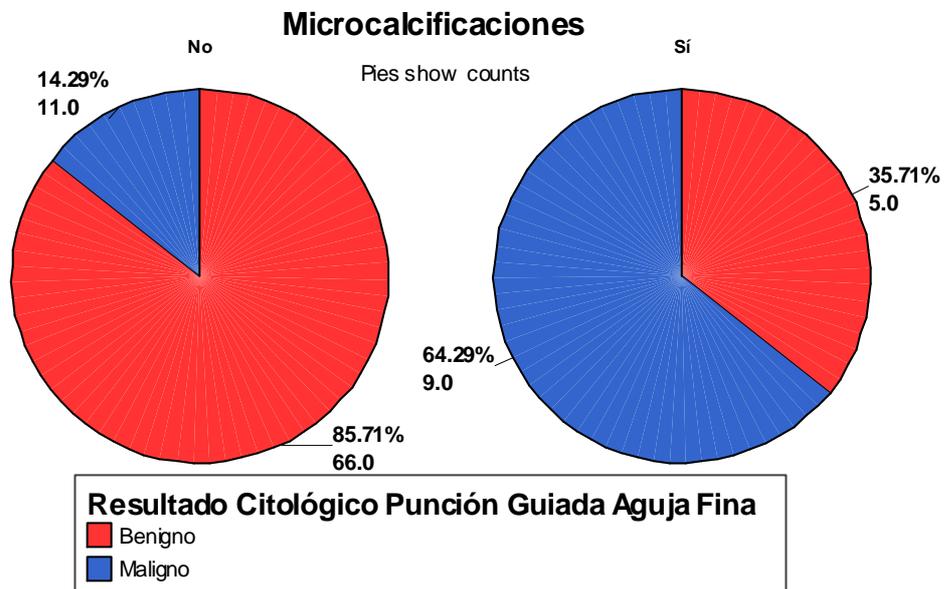


Gráfico 28: Microcalcificaciones vs Resultado Citológico

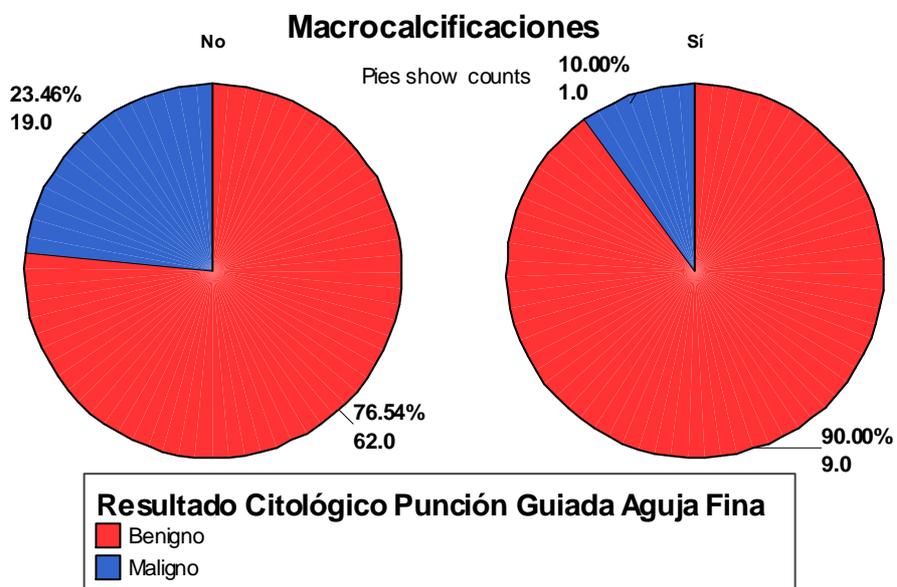


Gráfico 29: Macrocalcificaciones vs Resultado Citológico

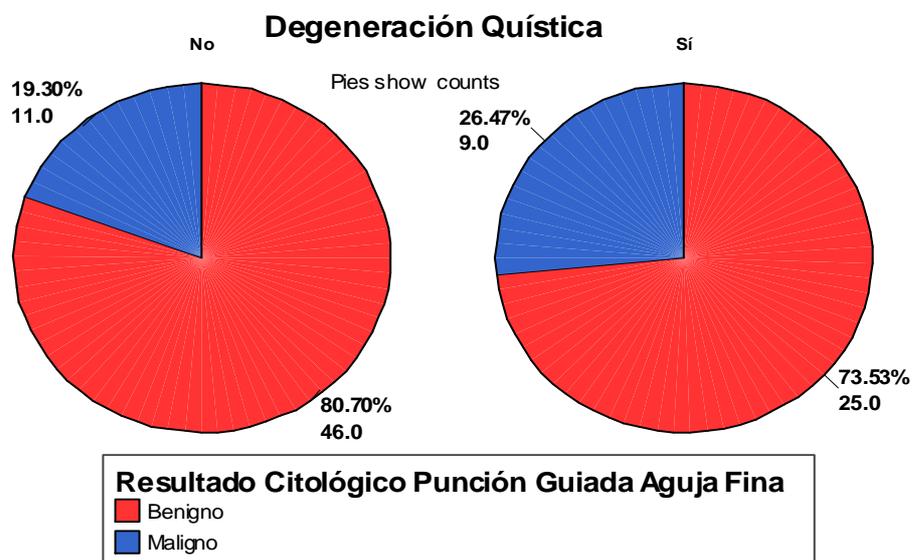


Gráfico 30: Degeneración Quística vs Resultado Citológico

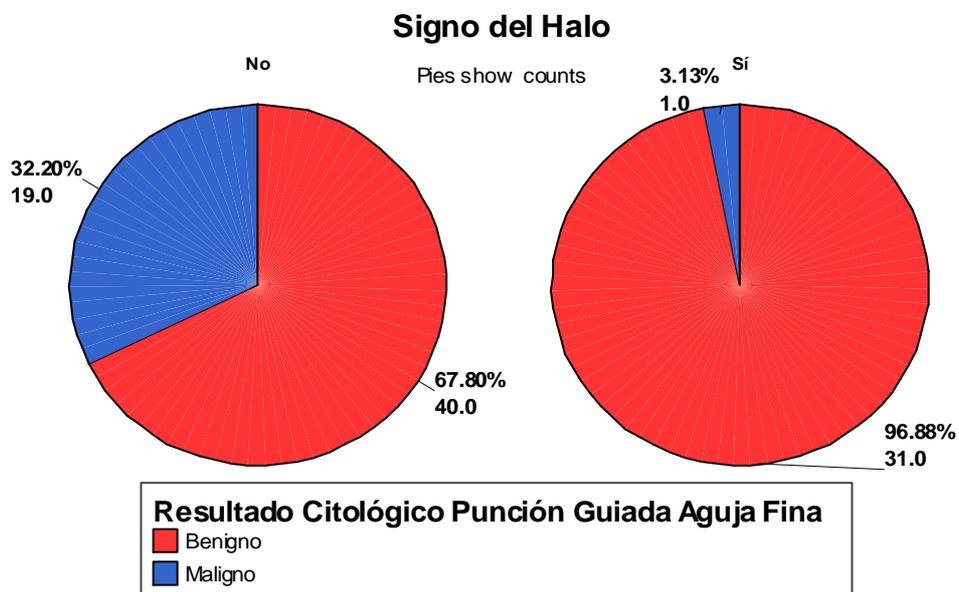


Gráfico 31: Signo del Halo vs Resultado Citológico

Flujos Vasculares Centrales

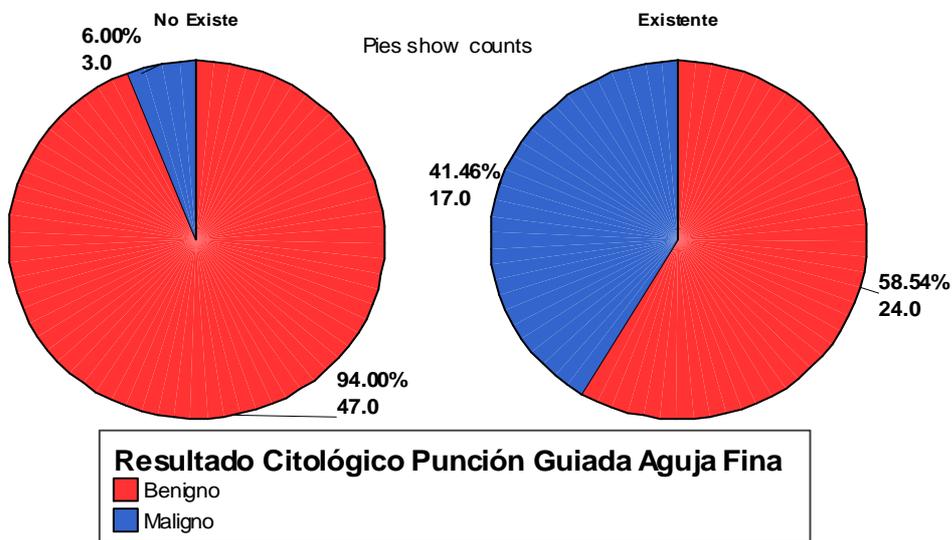


Gráfico 32: Flujos Vasculares Centrales vs Resultado Citológico

Flujos Vasculares Periféricos

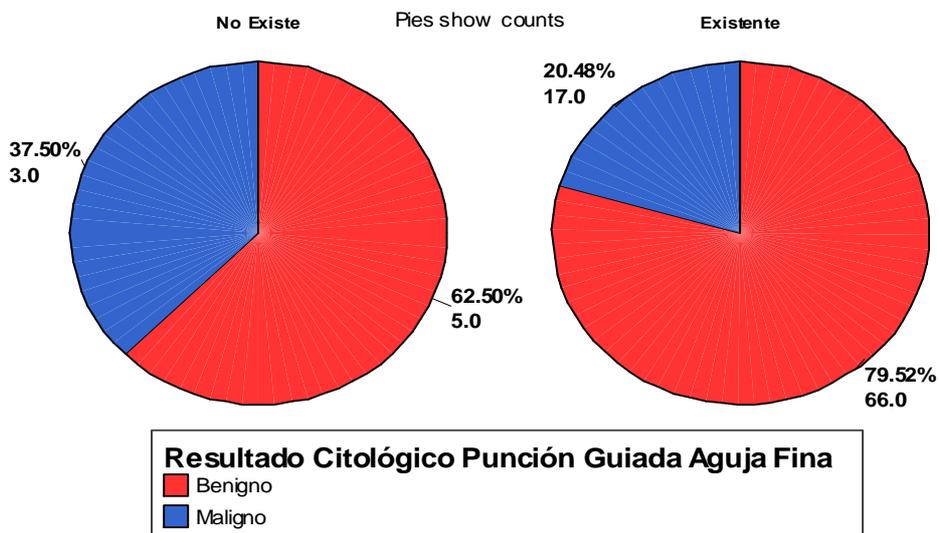


Gráfico 33: Flujos Vasculares Periféricos vs Resultado Citológico

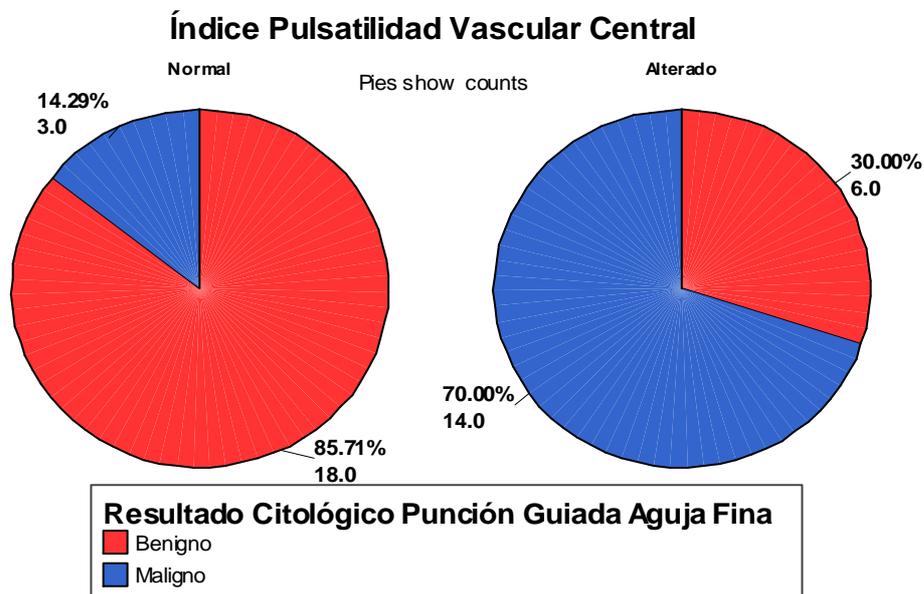


Gráfico 34: Índice Pulsatilidad Vascular Central vs Resultado Citológico

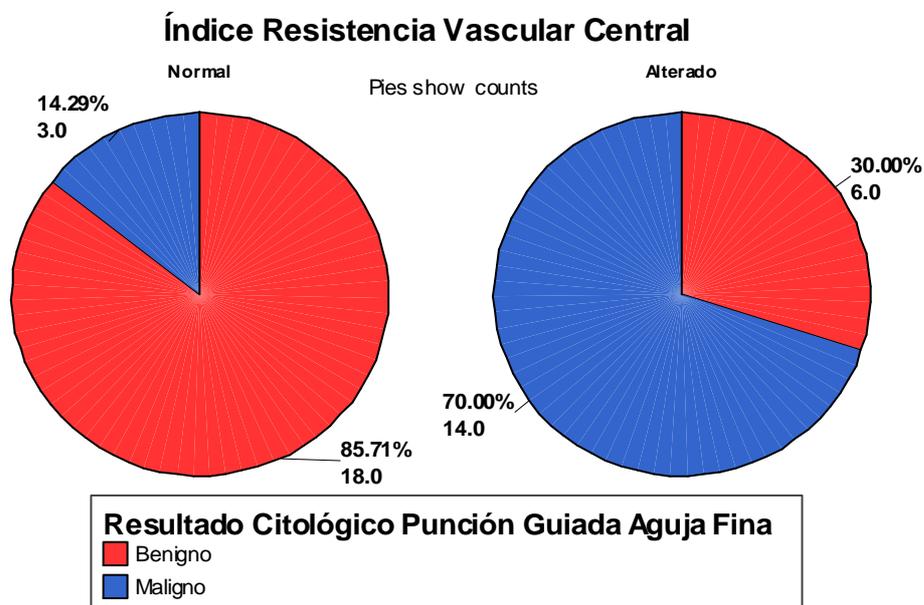


Gráfico 35: Índice Resistencia Vascular Central vs Resultado Citológico

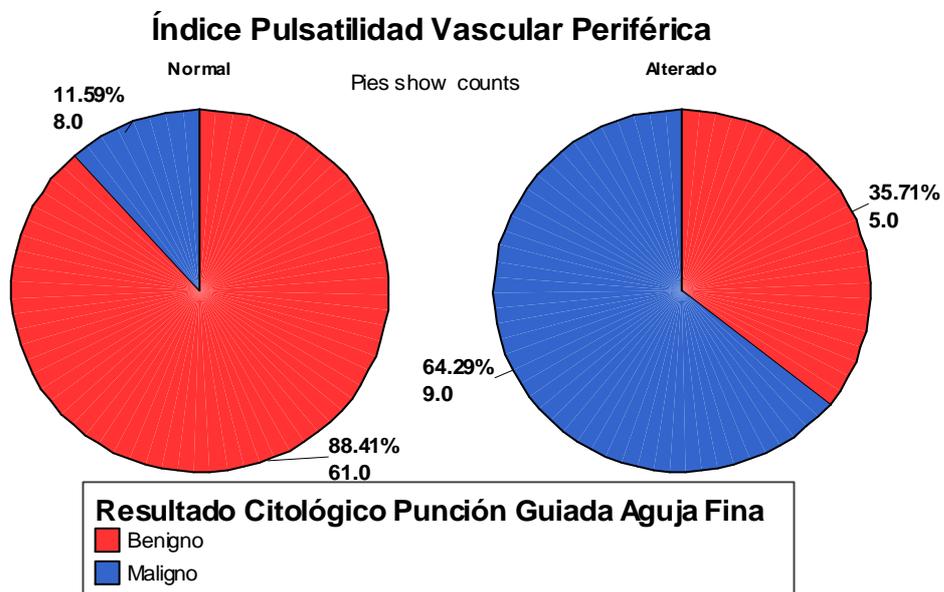


Gráfico 36: Índice Pulsatilidad Vascular Periférico vs Resultado Citológico

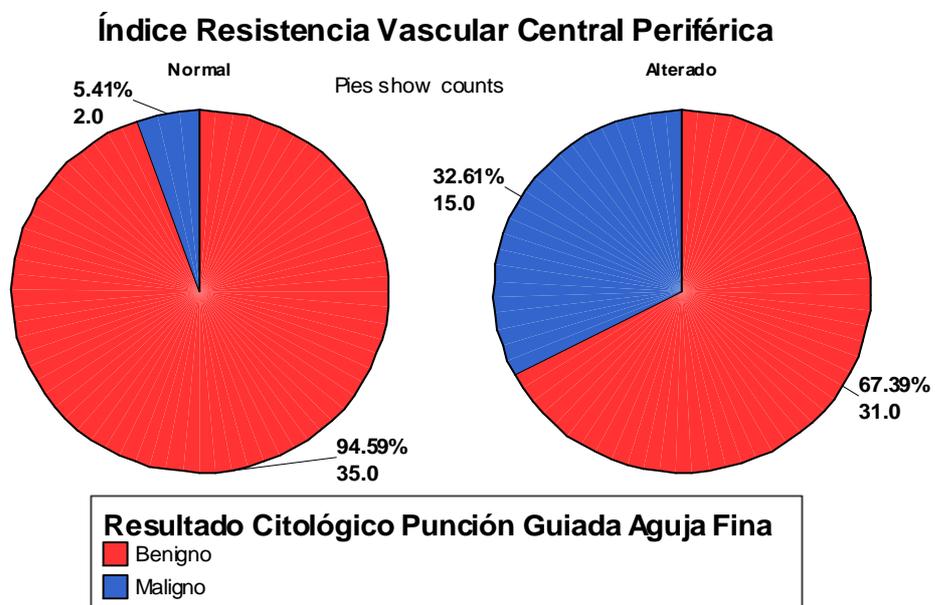
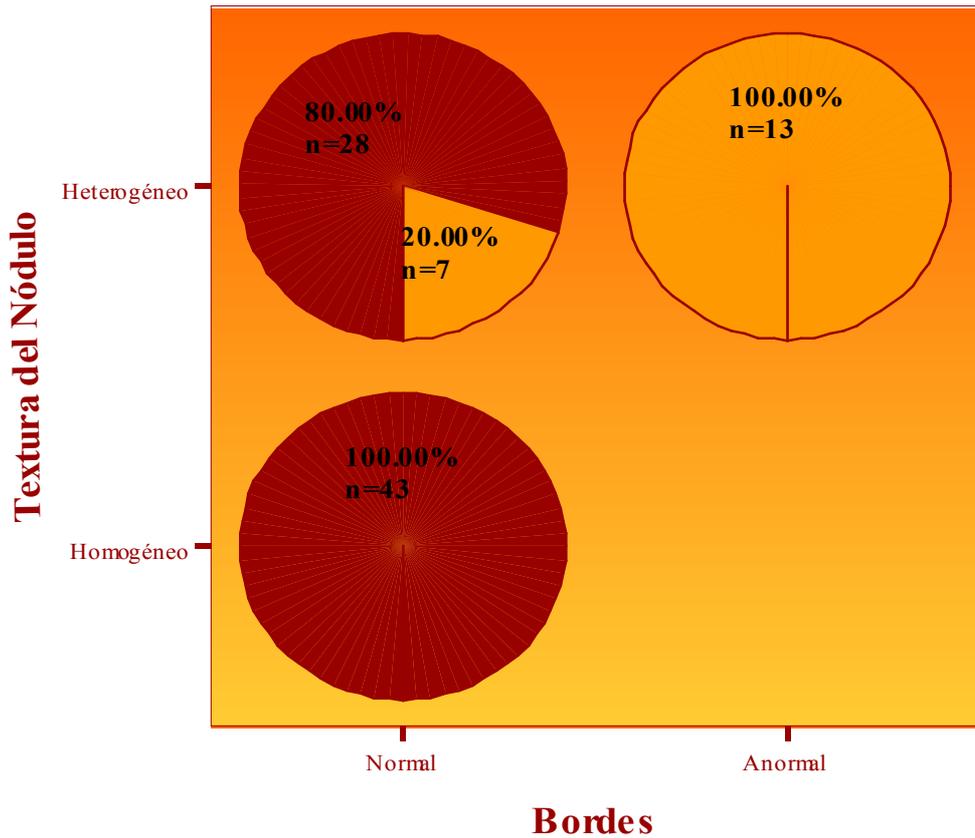


Gráfico 37: Índice Resistencia Vascular Periférica vs Resultado Citológico

Textura + Bordes

Pies show counts



Resultado Citológico Punción Guiada Aguja Fina

Benigno

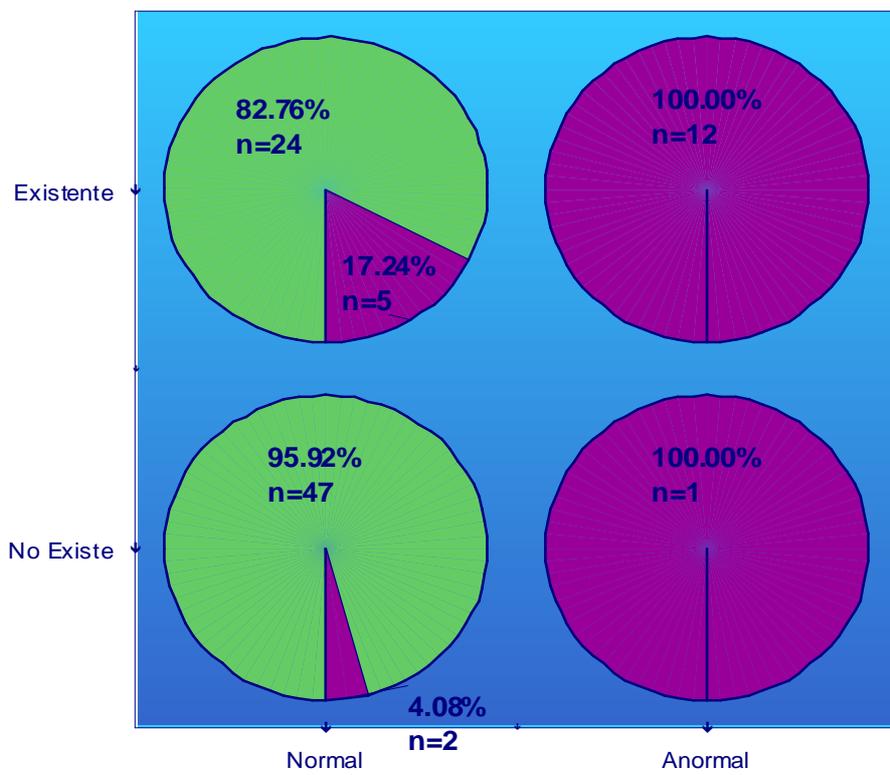
Maligno

Gráfico 38: Textura + Bordes vs Resultado Citológico

Flujos Vasculares Centrales Ausente vs Existente

Flujo Vascular Central + Borde

Pies show counts



Bordes Normal vs Anormal

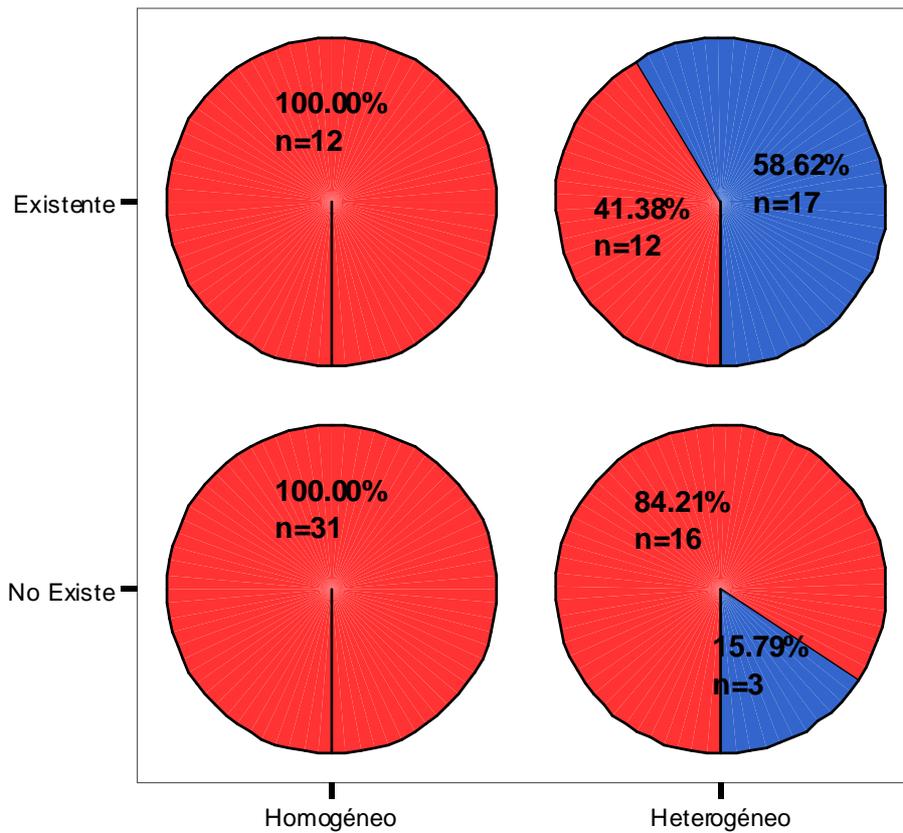


Gráfico 39: Flujo Vascular Central + Bordes vs Resultado Citológico

Flujos Vasculares Centrales No Existente vs Existente

Flujo Vascular Central + Textura

Pies show counts



Textura del Nódulo

Resultado Citológico Punción Guiada Aguja Fina

- Benigno
- Maligno

Gráfico 40: Flujo Vascular Central + Bordes vs Resultado Citológico

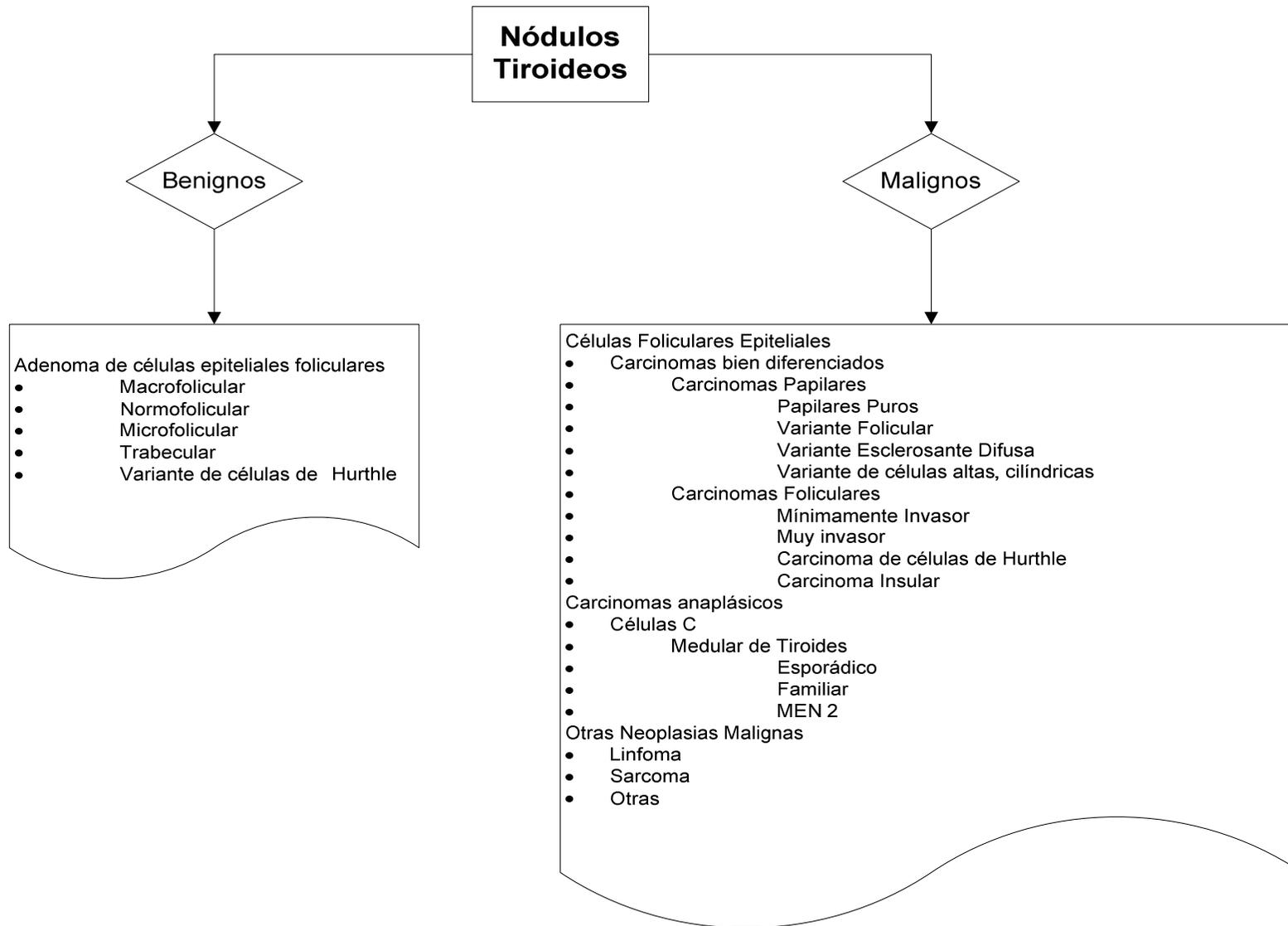


Figura 1: Clasificación Histológica de los Nódulos Tiroideos.

VARIABLE	BENIGNO	MALIGNO	χ^2	VALOR P	TOTAL
	n (%)	n (%)			n (%)
Sexo					
Masculino	4 (66.7%)	2 (33.3%)	0.48	0.49	6 (6.6%)
Femenino	67 (78.8%)	18 (21.2%)			85 (93.4%)
Región					
Derecho	25 (73.5%)	9 (26.5%)	5.46	0.14	34 (37.4%)
Izquierdo	13 (65%)	7 (35%)			20 (22%)
Istmo	5 (100%)	-			5 (5.5%)
Bilateral	28 (87.5%)	4 (12.5%)			32 (35.2%)
Textura					
Homogéneo	43 (100%)	-	22.96	0.000	43 (47.3%)
Heterogéneo	28 (58.3%)	20 (41.7%)			48 (52.7%)
<i>Sensibilidad</i>	100%				
<i>Especificidad</i>	61%				
<i>Valor Predictivo +</i>	42%				
<i>Valor Predictivo -</i>	100%				
Ecogenicidad 1[†]					
Alterada	41 (68.3%)	19 (31.7%)	9.64	0.002	60 (65.9%)
Normal	30 (96.8%)	1 (3.2%)			31 (34.1%)
<i>Sensibilidad</i>	95%				
<i>Especificidad</i>	42%				
<i>Valor Predictivo +</i>	32%				
<i>Valor Predictivo -</i>	97%				
Ecogenicidad 2[‡]					
Isoecogénico	30 (96.8%)	1 (3.2%)	11.09	0.001	31 (39.2%)
Hipoecogénico	31 (64.6%)	17 (35.4%)			48 (60.8%)
<i>Sensibilidad</i>	94%				
<i>Especificidad</i>	49%				
<i>Valor Predictivo +</i>	35%				
<i>Valor Predictivo -</i>	97%				

Tabla 1: Resultados de las Características Ecográficas Modo B

† Ecogenicidad Alterada se consideró tanto a los casos en los que esta era hipoecogénica como hiperecogénica

‡ En esta variable se eliminaron los casos que se encontró hiperecogenicidad

VARIABLE	BENIGNO MALIGNO		χ^2	VALOR P	TOTAL
	n (%)	n (%)			
Quiste					
Presente	25 (73.5%)	9 (26.5%)	0.64	0.42	34 (37.4%)
Ausente	46 (80.7%)	11 (19.3%)			57 (62.6%)
Bordes[†]					
Normal	71 (91%)	7 (9%)	53.84	0.000	78 (85.7%)
Anormal	-	13 (100%)			13 (14.3%)
<i>Sensibilidad</i>	65%				
<i>Especificidad</i>	100%				
<i>Valor Predictivo +</i>	100%				
<i>Valor Predictivo -</i>	91%				
Microcalcificaciones					
Presente	5 (37.5%)	9 (64.3%)	17.27	0.000	14 (15.4%)
Ausente	66 (85.7%)	11 (14.3%)			77 (84.6%)
<i>Sensibilidad</i>	45%				
<i>Especificidad</i>	93%				
<i>Valor Predictivo +</i>	64%				
<i>Valor Predictivo -</i>	86%				
Macrocalcificaciones					
Presente	9 (90%)	1 (10%)	0.94	0.33	10 (11%)
Ausente	62 (76.5%)	19 (23.5%)			81 (89%)
Signo Halo					
Presente	31 (96.9%)	1 (3.1%)	10.23	0.001	32 (35.2%)
Ausente	40 (67.8%)	19 (32.2%)			59 (64.8%)
<i>Sensibilidad</i>	95%				
<i>Especificidad</i>	44%				
<i>Valor Predictivo +</i>	32%				
<i>Valor Predictivo -</i>	97%				

Tabla 2: Resultados de las Características Ecográficas Modo B (Cont.)

[†] Se consideró bordes alterados tanto a los irregulares como a los mal definidos

VARIABLE	BENIGNO	MALIGNO	χ^2	VALOR P	TOTAL
	n (%)	n (%)			n (%)
Flujo Vas Central 1[†]					
Ausente	47 (94%)	3 (6%)	16.52	0.000	50 (54.9%)
Presente	24 (58.5%)	17 (41.5%)			41 (45.1%)
<i>Sensibilidad</i>	85%				
<i>Especificidad</i>	66%				
<i>Valor Predictivo +</i>	41%				
<i>Valor Predictivo -</i>	94%				
Flujo Vas Central 2[‡]					
Ausente	47 (94%)	3 (6%)	45.57	0.000	50 (76.9%)
Abundante	1 (6.7%)	14 (93.3%)			15 (23.1%)
<i>Sensibilidad</i>	82%				
<i>Especificidad</i>	98%				
<i>Valor Predictivo +</i>	93%				
<i>Valor Predictivo -</i>	94%				
Flujo Vasc Periférico^{††}					
Ausente	5 (62.5%)	3 (37.5%)	1.23	0.27	8(8.8%)
Presente	66 (79.5%)	17 (20.5%)			83 (91.2%)
<i>Sensibilidad</i>	85%				
<i>Especificidad</i>	7%				
<i>Valor Predictivo +</i>	20%				
<i>Valor Predictivo -</i>	63%				

Tabla 3: Resultados de las Características Ecográficas modo Doppler

- † En esta variable se consideró al Flujo Vascular Central escaso y abundante como presente
- ‡ En esta variable se eliminaron los casos que se encontró un Flujo Vascular Central escaso
- †† En esta variable se consideró al Flujo Vascular Periférico escaso y abundante como presente

VARIABLE	BENIGNO ̄ ± DE (n) ^{2,3,4}	MALIGNO ̄ ± DE (n) ^{2,3,4}	VALOR P	TOTAL ̄ ± DE (n) ^{2,3,4}
EDAD (Años)	47.54 ± 14.96 (71)	40.2 ± 14.43 (20)	0.054	45.92 ± 15.06 (91)
Ø NÓDULO (cm)¹	2.76 ± 2.00 (71)	2.91 ± 1.46 (20)	0.76	2.79 ± 1.90 (91)
IRVP[†]	0.62 ± 0.11 (66)	0.76 ± 0.13 (17)	0.000	0.65 ± 0.13 (83)
IRVP ≥ 0.64				
Normal	35 (94.6%)	2 (5.4%)	0.002	37 (44.6%)
Alterado	31 (67.4%)	15 (32.6%)		46 (55.4%)
<i>Sensibilidad</i>	88%			
<i>Especificidad</i>	53%			
<i>Valor Predictivo +</i>	33%			
<i>Valor Predictivo -</i>	95%			
IPVP^{††}	1.16 ± 0.81 (66)	1.86 ± 1.01 (17)	0.004	1.31 ± 0.89 (83)
IPVP ≥ 1.7				
Normal	61 (88.4%)	8 (11.6%)	0.000	69 (83.1%)
Alterado	5 (35.7%)	9 (64.3%)		14 (16.9%)
<i>Sensibilidad</i>	53%			
<i>Especificidad</i>	92%			
<i>Valor Predictivo +</i>	64%			
<i>Valor Predictivo -</i>	88%			
VPSP²	15.89 ± 9.47 (66)	17.47 ± 7.66 (17)	0.525	16.21 ± 9.10 (83)
IRVC[‡]	0.63 ± 0.13 (24)	0.82 ± 1.70 (17)	0.000	0.71 ± 0.17 (41)
IRVC ≥ 0.72				
Normal	18 (85.7%)	3 (14.3%)	0.000	21 (51.2%)
Alterado	6 (30%)	14 (70%)		20 (48.8%)
<i>Sensibilidad</i>	82%			
<i>Especificidad</i>	75%			
<i>Valor Predictivo +</i>	70%			
<i>Valor Predictivo -</i>	86%			
IPVC^{‡‡}	1.08 ± 0.42 (24)	2.53 ± 1.51 (17)	0.000	1.68 ± 1.24 (41)
IPVC ≥ 1.25				
Normal	18 (85.7%)	3 (14.3%)	0.000	21 (51.2%)
Alterado	6 (30%)	14 (70%)		20 (48.8%)
<i>Sensibilidad</i>	82%			
<i>Especificidad</i>	75%			
<i>Valor Predictivo +</i>	70%			
<i>Valor Predictivo -</i>	86%			
VPSC³	15.94 ± 9.19 (24)	19.06 ± 8.41 (17)	0.273	17.23 ± 8.90 (41)

Tabla 4: Resultados de las Características Ecográficas modo Doppler

- 1 Ø = Diámetro 2 VPSP = Velocidad de Pulso Sistólico Periférico 3 VPSP = Vel. Pulso Sistólico Central
† IRVP = Índice de Resistencia Vascular Periférica. Un IRVP ≥ 0.64 fue considerado como factor de riesgo
†† IPVP = Índice de Pulsatilidad Vascular Periférica. Un IPVP ≥ 1.7 fue considerado como factor de riesgo
‡ IRVC = Índice de Resistencia Vascular Central. Un IRVC ≥ 0.72 fue considerado como factor de riesgo
‡‡ IPVC = Índice de Pulsatilidad Vascular Central. Un IPVC ≥ 1.25 fue considerado como factor de riesgo

TABLAS DE CONTINGENCIA			
VARIABLE	BENIGNO	MALIGNO	TOTAL
	n (%)	n (%)	n (%)
<i>MUESTRA COMPLETA (n=91)</i>			
Textura + Bordes[†]			
Normales	43 (100%)	0 (0%)	43 (76.79%)
Alterados	0 (0%)	13 (100%)	13 (23.21%)
<i>Sensibilidad</i>	100%		56 (61.54%)
<i>Especificidad</i>	100%		
<i>Valor Predictivo +</i>	100%		
<i>Valor Predictivo -</i>	100%		
Borde + Flujo Vascular Central Ausente vs Presente[†]			
Normales	47 (95.92%)	2 (4.08%)	49 (74.24%)
Alterados	0 (0%)	17 (100%)	17 (25.76%)
<i>Sensibilidad</i>	86%		66 (72.53%)
<i>Especificidad</i>	100%		
<i>Valor Predictivo +</i>	100%		
<i>Valor Predictivo -</i>	96%		
Textura + Flujo Vascular Central Ausente vs Presente[†]			
Normales	31 (100%)	0 (0%)	31 (51.67%)
Alterados	12 (41.38%)	17 (58.62%)	29 (48.33%)
<i>Sensibilidad</i>	100%		60 (65.93%)
<i>Especificidad</i>	72%		
<i>Valor Predictivo +</i>	59%		
<i>Valor Predictivo -</i>	100%		

Tabla 5: Resultados de las Tablas de Contingencia

[†] Se seleccionaron solo los casos que cumplieron con la condición ++ y — para las dos variables, fueron excluidos los casos +- y -+, es decir que cumplían solo con una de las variables.

VARIABLE	BENIGNO n (%)	MALIGNO n (%)	VALOR P	TOTAL n (%)
Ecogenicidad 1[†]				
Alterada	14 (70%)	6 (30%)	0.088	20 (57.1%)
Normal	14 (93.3%)	1 (6.7%)		15 (42.9%)
<i>Sensibilidad</i>	86%			
<i>Especificidad</i>	50%			
<i>Valor Predictivo +</i>	30%			
<i>Valor Predictivo -</i>	93%			
Ecogenicidad 2[‡]				
Isoecogénico	14 (93.3%)	1 (6.7%)	0.1	15 (46.9%)
Hipoecogénico	12 (70.6%)	5 (29.4%)		17 (53.1%)
<i>Sensibilidad</i>	83%			
<i>Especificidad</i>	54%			
<i>Valor Predictivo +</i>	29%			
<i>Valor Predictivo -</i>	93%			
Quiste				
Presente	23 (88.5%)	3 (11.5%)	0.033	26 (74.3%)
Ausente	5 (55.6%)	4 (44.4%)		9 (25.7%)
<i>Sensibilidad</i>	57%			
<i>Especificidad</i>	82%			
<i>Valor Predictivo +</i>	44%			
<i>Valor Predictivo -</i>	88%			
Microcalcificaciones				
Ausente	24 (85.7%)	4 (14.3%)	0.091	28 (80%)
Presente	4 (57.1%)	3 (42.9%)		7 (20%)
<i>Sensibilidad</i>	43%			
<i>Especificidad</i>	86%			
<i>Valor Predictivo +</i>	43%			
<i>Valor Predictivo -</i>	86%			
Macrocalcificaciones				
Ausente	21 (75%)	7 (25%)	0.139	28 (80%)
Presente	7 (100%)	0 (0%)		7 (20%)
<i>Sensibilidad</i>	100%			
<i>Especificidad</i>	25%			
<i>Valor Predictivo +</i>	25%			
<i>Valor Predictivo -</i>	100%			
Signo del Halo				
Presente	10 (90.9%)	1 (9.1%)	0.275	11 (31.4%)
Ausente	18 (75%)	6 (25%)		24 (68.6%)

Tabla 6: Resultados de las Características Ecográficas Modo B Subpoblación

† Ecogenicidad Alterada se consideró tanto a los casos en los que esta era hipocogénica como hiperecogénica
‡ En esta variable se eliminaron los casos que se encontró hiperecogenicidad

SUBPOBLACIÓN				
VARIABLE	BENIGNO	MALIGNO	VALOR P	TOTAL
	n (%)	n (%)		n (%)
Flujo Vascular Central*				
Ausente	16 (88.9%)	2 (11.1%)	0.006	18 (81.8%)
Abundante	1 (25%)	3 (75%)		4 (18.2%)
<i>Sensibilidad</i>	60%			
<i>Especificidad</i>	94%			
<i>Valor Predictivo +</i>	75%			
<i>Valor Predictivo -</i>	89%			
IRVP ≥ 0.64[†]				
Normal	13 (100%)	0 (0%)	0.023	13 (37.1%)
Alterado	15 (68.2%)	7 (31.8%)		22 (62.9%)
<i>Sensibilidad</i>	100%			
<i>Especificidad</i>	46%			
<i>Valor Predictivo +</i>	32%			
<i>Valor Predictivo -</i>	100%			
IPVP ≥ 1.7^{††}				
Normal	25 (92.6%)	2 (7.4%)	0.001	27 (77.1%)
Alterado	3 (37.5%)	5 (62.5%)		8 (22.9%)
<i>Sensibilidad</i>	71%			
<i>Especificidad</i>	89%			
<i>Valor Predictivo +</i>	63%			
<i>Valor Predictivo -</i>	93%			
IRVC ≥ 0.72[‡]				
Normal	8 (80%)	2 (20%)	0.309	10 (58.8%)
Alterado	4 (57.1%)	3 (42.9%)		7 (41.2%)
IPVC ≥ 1.25^{‡‡}				
Normal	10 (90.9%)	1 (9.1%)	0.013	11 (64.7%)
Alterado	2 (33.3%)	4 (66.7%)		6 (35.3%)
<i>Sensibilidad</i>	80%			
<i>Especificidad</i>	83%			
<i>Valor Predictivo +</i>	67%			
<i>Valor Predictivo -</i>	91%			

Tabla 7: Resultados de las Características Ecográficas modo Doppler Subpoblación

- * En esta variable se eliminó a los casos que presentaron un Flujo Vascular Central escaso
[†] IRVP = Índice de Resistencia Vascular Periférica. Un IRVP ≥ 0.64 fue considerado como factor de riesgo
^{††} IPVP = Índice de Pulsatilidad Vascular Periférica. Un IPVP ≥ 1.7 fue considerado como factor de riesgo
[‡] IRVC = Índice de Resistencia Vascular Central. Un IRVC ≥ 0.72 fue considerado como factor de riesgo
^{‡‡} IPVC = Índice de Pulsatilidad Vascular Central. Un IPVC ≥ 1.25 fue considerado como factor de riesgo

TABLAS DE CONTINGENCIA

SUBPOBLACIÓN MUESTRA (n₁=35)

Flujo Vascular Central Ausente vs Abundante + IRVP[†]

Normales	6 (100%)	0 (0%)	6 (66.67%)
Alterados	0 (0%)	3 (100%)	3 (33.33%)
<i>Sensibilidad</i>	100%		9 (25.71%)
<i>Especificidad</i>	100%		
<i>Valor Predictivo +</i>	100%		
<i>Valor Predictivo -</i>	100%		

Flujo Vascular Central Ausente vs Abundante + IPVP[†]

Normales	14 (93.33%)	1 (6.67%)	15 (83.33%)
Alterados	0 (0%)	3 (100%)	3 (16.67%)
<i>Sensibilidad</i>	75%		18 (51.43%)
<i>Especificidad</i>	100%		
<i>Valor Predictivo +</i>	94%		
<i>Valor Predictivo -</i>	93%		

IPVC + IRVP[†]

Normales	6 (100%)	0 (0%)	6 (54.55%)
Alterados	1 (20%)	4 (80%)	5 (45.45%)
<i>Sensibilidad</i>	100%		11 (31.43%)
<i>Especificidad</i>	86%		
<i>Valor Predictivo +</i>	80%		
<i>Valor Predictivo -</i>	100%		

IPVC + IPVP[†]

Normales	10 (90.91%)	1 (9.09%)	11 (68.75%)
Alterados	1 (20%)	4 (80%)	5 (31.25%)
<i>Sensibilidad</i>	80%		16 (45.71%)
<i>Especificidad</i>	91%		
<i>Valor Predictivo +</i>	80%		
<i>Valor Predictivo -</i>	91%		

IRVP + IPVP[†]

Normales	12 (100%)	0 (0%)	12 (63.16%)
Alterados	2 (28.57%)	5 (71.43%)	7 (36.84%)
<i>Sensibilidad</i>	100%		19 (54.29%)
<i>Especificidad</i>	86%		
<i>Valor Predictivo +</i>	71%		
<i>Valor Predictivo -</i>	100%		

Tabla 8: Resultados de las Tablas de Contingencia

† Se seleccionaron solo los casos que cumplieron con la condición ++ y — para las dos variables, fueron excluidos los casos +- y -+, es decir que cumplían solo con una de las variables.