

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**SENSIBILIDAD DE LA TOMOGRAFÍA SIMPLE DE ABDOMEN PARA ANEMIA.**

**SEDE: HOSPITAL MÉDICA SUR**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**ESPECIALISTA EN IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPEUTICA**

**P R E S E N T A**

**DRA. MARÍA ANDREA MÁRQUEZ VEGAGIL**

**TUTOR: DR. JORGE HERNÁNDEZ ORTÍZ**

**MÉXICO 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**INVESTIGADORES RESPONSABLES:**

**Dr. Jorge Hernández Ortíz**

**Médico Cirujano**

**Especialista en Radiología.**

<b>Índice</b>	
<b>Agradecimientos</b>	<b>página 4</b>
<b>Objetivo</b>	<b>página 5</b>
<b>Justificación</b>	<b>página 6</b>
<b>Hipótesis</b>	<b>página 7</b>
<b>Introducción</b>	<b>página 8</b>
<b>Marco Teórico</b>	<b>página 9</b>
<b>Material y Método</b>	<b>página 19</b>
<b>Resultados</b>	<b>página 21</b>
<b>Discusión</b>	<b>página 27</b>
<b>Conclusión</b>	<b>página 29</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>página 30</b>

## **Agradecimientos**

A mis padres, quienes no solo me dieron la vida, sino que me enseñaron a ver más allá de lo que está a simple vista y me enseñaron a trabajar día a día por lo que realmente es gratificante, gracias por el gran esfuerzo que han hecho al impulsarme a alcanzar mis propósitos.

A mi hija, cuya sonrisa es el mayor impulso para ser un mejor ser humano.

A mi hermano, gracias por darme siempre un punto de vista único a partir del cual he logrado convertir los problemas en soluciones.

A mis maestros quienes no sólo me enseñaron aspectos médicos, sino de quienes aprendí grandes lecciones de vida.

A mis compañeros residentes, gracias por caminar a mi lado en ésta cátedra, de la cual no solo hemos aprendido radiología sino valores como la hermandad, gratitud, humildad, responsabilidad, confianza, compañerismo, respeto y sobre todo lealtad.

**Objetivo:**

Correlación de resultados laboratoriales de hemoglobina y valores de Unidades Hounsfield (U.H.) obtenidos por tomografía simple de abdomen como predictor de anemia, tomando en cuenta los valores establecidos para edad y sexo en pacientes residentes del Distrito Federal.

**Justificación:**

La anemia es una de las alteraciones más frecuentes en hematología, como dato aislado o parte de patologías más complejas, es un factor importante a considerar en el tratamiento de los pacientes tanto hospitalizados, ambulatorios y asintomáticos; siendo la tomografía simple de abdomen uno de los estudios más solicitados en nuestro servicio, se podría orientar hacia este diagnóstico de forma rápida, objetiva y provisional en espera del definitivo otorgado por laboratorio.

Por este motivo, se busca encontrar algún dato objetivos y reproducibles que sugieran anemia, ya que hasta el momento únicamente se cuentan con datos subjetivos.

Se eligió colocar la región de interés (ROI) en la aorta abdominal a nivel de la emergencia del tronco celiaco, ya que es una estructura vascular constante y siempre valorada en este estudio.

**Hipótesis:**

La densidad intraluminal en la aorta a nivel de la emergencia del tronco celiaco será menor en pacientes con anemia que en aquellos que no la presenten, tomando en cuenta las variaciones de edad y sexo; obteniendo un valor numerico con el cual se pueda disgnosticar anemia.



## **Introducción:**

La anemia es un factor importante a considerar en el manejo de cualquier patología, siendo determinante en el resultado final de la terapéutica para algunas. Si bien el diagnóstico es por análisis sanguíneo en laboratorio, se han encontrado algunos hallazgos en estudios de tomografía que pudieran sugerir este estado.

Previamente se ha diagnosticado anemia con el signo del anillo de la aorta, éste hace referencia la pared aórtica hiperdensa e hipodensidad intraluminal, la clara diferenciación del septum interventricular el cual se observa hiperdenso en comparación a la cavidad ventricular izquierda hipodensa. (1,2,3)

Éstos parámetros han demostrado validez sin embargo ambos son subjetivos y observador dependiente, por lo que puede existir variación interobservador. Por éste motivo se busca encontrar un dato objetivo que oriente al diagnóstico de anemia.

## **Marco teórico**

La anemia es una de las alteraciones hematológicas más frecuentes, se define como la disminución por debajo del valor normal de la concentración de glóbulos rojos o hematocrito; puede ser un diagnóstico aislado en un paciente o ser complicación de patologías más complejas. Como consecuencia de éste descenso en las células rojas, existe una disminución en la capacidad de la sangre para llevar oxígeno. La capacidad de la sangre para el transporte de oxígeno se debe a la unión por parte del O<sub>2</sub> a la hemoglobina (Hb) contenida en los eritrocitos. La anemia puede ocasionar hipoxia tisular algunos de los síntomas que ésta ocasiona son fatiga, palidez y dificultad para respirar.

El mejor indicador para el diagnóstico de anemia es el conteo bajo de eritrocitos o la relación eritrocitaria por volumen sanguíneo total. A pesar de que el rango eritrocitario varía de acuerdo a edad, sexo, tabaquismo, embarazo, altitud y población, compente un valor aproximado de  $4-6 \times 10^6$  globulos rojos por milímetro cúbico o microlitro. (4)

El hematocrito es el porcentaje del volumen total de sangre que está compuesta por glóbulos rojos, en pacientes adultos, por lo general presenta rangos de 36- 45% (en pacientes femeninos los valores de normalidad son menores que para pacientes masculinos). Los valores de referencia tambien se ven afectados por la altitud a la que recide el paciente, siendo proporcional su incremento. (4,5)

La hemoglobina es el componente principal de la línea roja, es una proteína que sirve de vehículo para el transporte de oxígeno ( $O_2$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Cuando está saturada por completo cada gramo de hemoglobina tiene 1.34 mL de  $O_2$ . En un paciente adulto la masa de células rojas contiene aproximadamente 600g de Hb, capaz de transportar 800 mL de  $O_2$ . (4)

La molécula de hemoglobina consiste en dos pares de cadenas (globinas) y cuatro grupos heme, cada uno contiene un átomo de hierro. (4)

La función principal de la hemoglobina es el transporte de  $O_2$  desde los pulmones, donde la presión de oxígeno es alta hacia los tejidos donde la presión es baja. En los capilares pulmonares se manejan presiones aproximadas de 100mm Hg, donde del 95 al 98% de la Hb se combina con el  $O_2$ ; en los tejidos, se encuentran presiones de hasta 20 mm Hg lo que ocasiona disociación de la Hb y menos del 30% de la Hb permanece unida a  $O_2$ . (4)

La tomografía computarizada representa uno de los avances más útiles en la obtención de imágenes para fines de diagnóstico y terapéutico. El principio de la tomografía evolucionó a partir del trabajo realizado por el matemático Radón, quien en 1917 demostró que la imagen de un objeto en tres dimensiones puede ser reconstruida a partir de un número finito de proyecciones en dos dimensiones. (6,7,8)

La primer tomografía fue creada por Sir Godfrey Hounsfield en los años 70s. La tomografía emplea los rayos X para generar imágenes seccionales en dos dimensiones, éstas se adquieren con uno o dos tubos de rayos X los cuales giran 360° alrededor del paciente en una sola dirección, los detectores están colocados al lado opuesto del tubo y reciben la información de cada proyección midiendo la atenuación de los rayos X a través de las estructuras del paciente, generando un conjunto de datos, que mediante algoritmos reconstruye la imagen. (6,7,8)

Las imágenes deben ser reconstruidas con alta resolución espacial, de tal forma que se puedan distinguir dos estructuras distintas como unidades separadas.(6)

En cada corte se genera una imagen en un arreglo de dos dimensiones, donde los elementos de imagen son los pixeles (picture element), y los voxeles son un elemento de volumen. El voxel es el producto del pixel por el espesor del corte. La imagen es una matriz de  $n \times m$ , elementos de volumen o voxeles (volumen element), donde los voxeles corresponden directamente a la matriz de pixeles que forman la imagen reconstruida, donde  $J_0 / J_k$  es la atenuación del haz de rayos X en las diferentes proyecciones alrededor del paciente. Las imágenes de tomografía son mapas de valores de coeficientes lineales de atenuación relativos de las estructuras bajo estudio.(6,7,8,9)

La reconstrucción de la imagen se obtiene a partir de mediciones de la intensidad transmitida de las proyecciones  $J_k$ , la cual representa la atenuación ( $\mu_i$ ) del haz original  $J_0$  y se describe como:

$$J_k = J_0 e^{-\sum_i \mu_i x_i}$$

Para determinar los valores de ( $\mu_i$ ) se requiere de un gran número de proyecciones para todos los voxeles; así, la matriz bidimensional de valores ( $\mu_i$ ) es en sí la imagen reconstruida. El tamaño de pixel en tomografía se determina dividiendo el campo de visión (FOV) por el tamaño de la matriz. (9,10)

La calidad de la imagen mejora con voxeles menores, sin embargo esto sólo aplica a a resolución espacial, ya que cortes más pequeños se ven más afectados por señal de ruido, además de que incrementa la dosis de radiación al paciente. (11)

Voxeles con las mismas medidas en las tres dimensiones permiten realizar reconstrucciones multiplanares en el eje coronal o sagital en las que los contornos son continuos. (6,7,8,9)

Los coeficientes relativos de atenuación ( $\mu_i$ ) se expresan en unidades Hounsfield (U.H.) y se expresan con la ecuación:

$$\text{U.H. pixel} = \text{No CT} = 1000 (\mu_{\text{pixel}} - \mu_{\text{Agua}}) / \mu_{\text{Agua}}$$

Donde la constante 1000 determina la escala de contraste con respecto al agua y  $(\mu_{\text{pixel}})$  es el coeficiente de atenuación del pixel de interés. Para construir la escala de Hounsfield, se toma por definición el valor U.H. de cero para el agua, el valor de U.H. para aire de -1000 y el valor de U.H. para hueso aproximadamente 1000. Los valores de  $(\mu_{\text{pixel}})$  y  $(\mu_{\text{agua}})$  dependen de la calidad del haz de rayos X; por consiguiente, la escala de U.H. dependerá de los kVp y de la filtración total del haz. (6,7,8,9)

En la reconstrucción de la imagen con los diferentes algoritmos se debe buscar la mejor opción entre resolución espacial y ruido, la selección del mejor filtro para la reconstrucción de la imagen depende del propósito clínico. La calidad de la imagen puede ser caracterizada en términos de contraste, ruido y resolución espacial. (7,8,10)

Factores que influyen en la adquisición de la imagen.

#### Pitch

El concepto de pitch entró en uso con la tomografía multicorte, se define como la distancia en milímetros que la mesa se mueve durante una rotación completa del tubo, dividida entre el grosor del corte en milímetros, puede tener valores menores, mayores o igual a uno. Al aumentar el pitch se incrementa la velocidad y se reduce la dosis de radiación sin embargo disminuye la resolución. (6,7,8)

kV

El kilovoltaje es la potencia con la que se emiten los rayos X, cuando se examinan estructuras con mayor absorción como la cabeza, hombros, columna torácica o lumbar se requiere mayor kilovoltaje debido a que el rayo puede atravesar de mejor forma la estructura a valorar. Al mismo tiempo se reducen los rayos X de baja intensidad lo que mejora la imagen y disminuye el ruido.<sup>(6,7,8)</sup>

mAs

Se refiere a la unidad utilizada para medir el producto de la corriente del tubo y el tiempo de exploración, es el equivalente a la dosis de radiación aplicada.

En pacientes corpulentos se requiere mayor cantidad de mAs para la obtención de imágenes de mejor calidad, así como en áreas anatómicas con mucha absorción de rayos X. El incremento de éste parámetro aumenta la dosis absorbida por el paciente, por lo que se prefieren modificar otros parámetros, cuando es posible. <sup>(6,7,8)</sup>

Diferenciación entre estructuras nodulares y tubulares

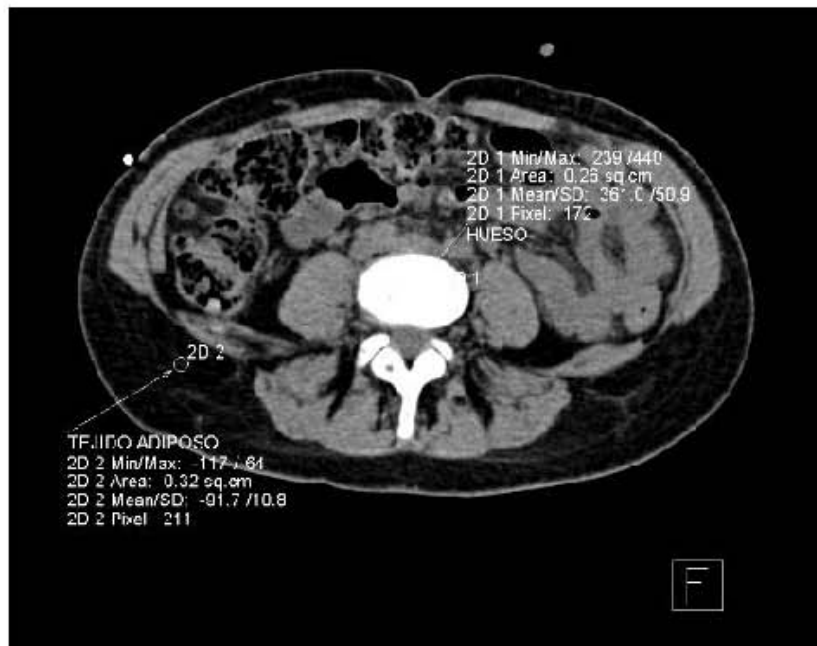
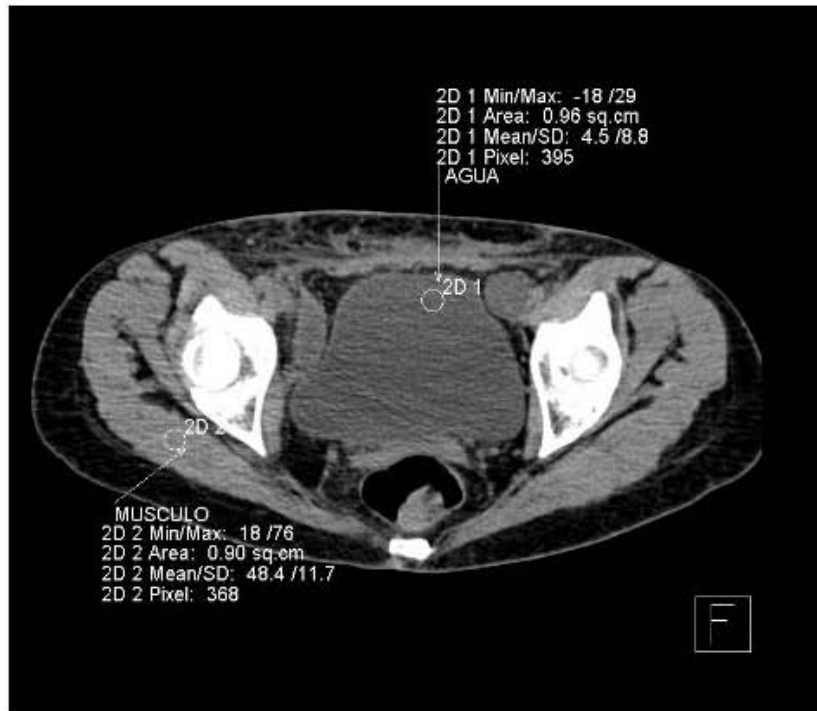
Para un correcto diagnóstico es de suma importancia caracterizar de forma adecuada las estructuras anatómicas, siendo en algunas ocasiones complejo en una sola proyección, ésta situación sucede al diferenciar probables ganglios linfáticos alargados y estructuras vasculares o músculos cuando únicamente se valora el estudio en cortes axiales, ya que estas estructuras a menudo presentan valores de atenuación

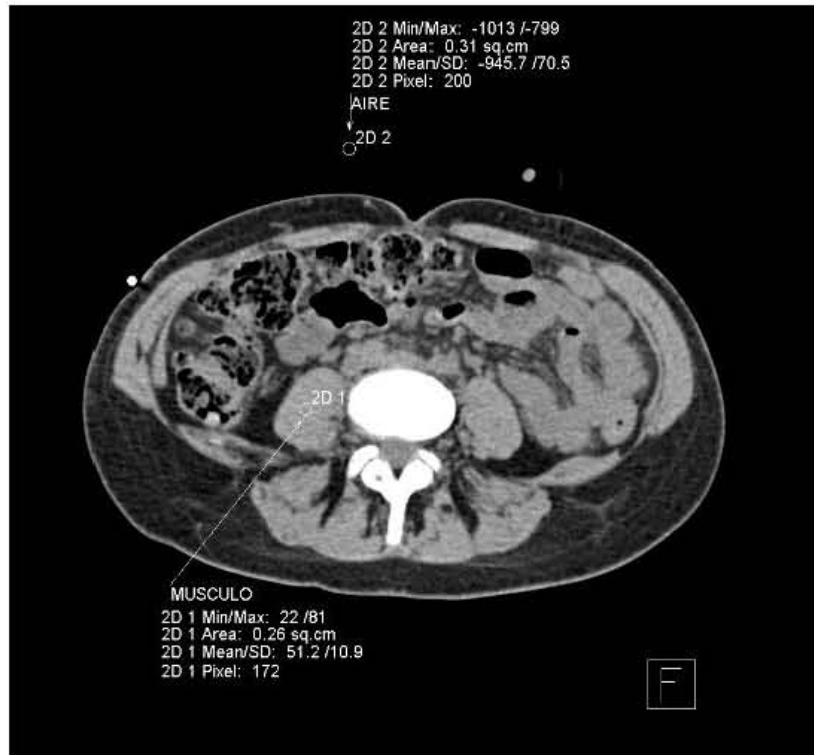
similares. Para el análisis asertivo es necesario evaluar las imágenes en los tres planos axial, coronal y sagital, observado el trayecto y dirección que éstas presentan.<sup>(7,8,10,11)</sup>

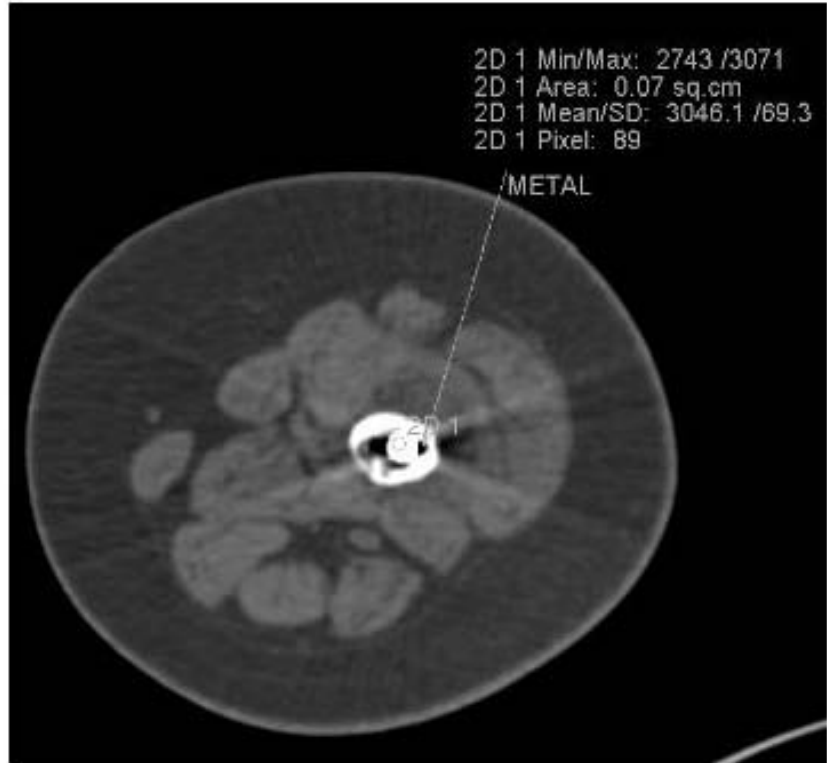
### **ESCALA DE UH**

<b>Material</b>	<b>UH</b>
<b>Aire</b>	-1000
<b>Tejido adiposo</b>	-100
<b>Agua</b>	0
<b>Músculo</b>	40
<b>Sangre extravascular</b>	40
<b>Hueso</b>	400
<b>Metal</b>	2640









## **Material y Método:**

### Criterios de inclusión:

Se incluyeron a todos los pacientes mayores de edad a los que se les haya realizado tomografía abdominal en fase simple y tuvieran estudio de biometría hemática dentro de las 24 horas en los meses Abril y Mayo del 2014 en el Hospital Médica Sur.

### Criterios de exclusión:

Pacientes menores de edad, con prótesis metálicas a nivel de la emergencia del tronco celiaco, pacientes con resultados de biometria que sobrepasaran las 24 horas previas o posteriores a la realización de la tomografía.

El equipo utilizado para el análisis de las muestras sanguíneas fue el LH-750 Beckman Coulter, las muestras que obtuvieron valores por arriba de 19 g/dL y por debajo de 7 g/dL requirieron segundo análisis el cual se efectuó en un segundo equipo GEN'S Beckmen Coulter.

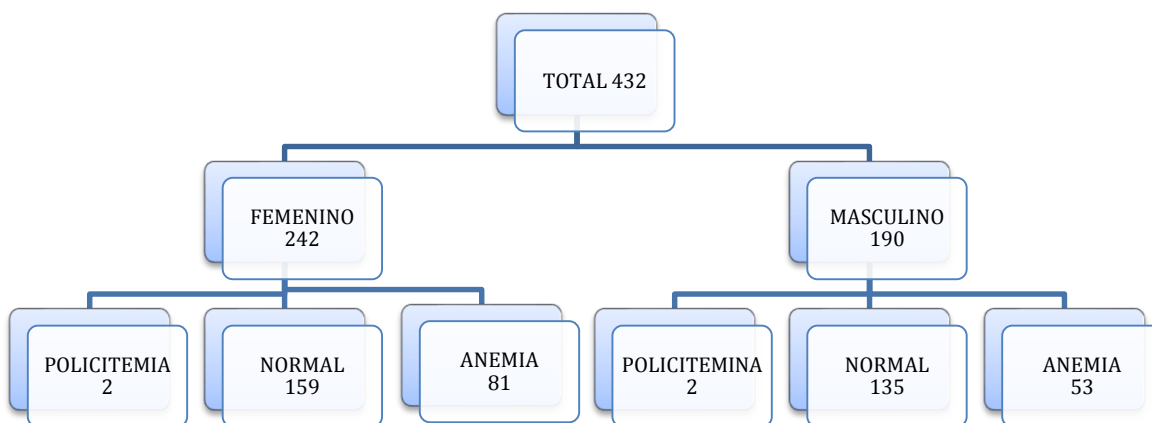
Como valores de referencia para hemoglobina se ocuparon los establecidos con base a la población hospitalaria de acuerdo a los procedimientos normados bajo el sistema de gestión de calidad. Teniendo valores de normalidad para el grupo femenino de 13 a 17 g/dL y masculino de 14 a 18 g/dL.

Para el estudio de tomografía se utilizó tomografo de SOMATOM Definition VA34A con software Somaris/7 syngo CT 2010A de la marca SIEMENS con un tiempo de rotación de 0.5 seg, 1.35 pitch , 120kV, 140mA, cortes de 2mm con incremento de posición de 1.0mm

Las regiones de interés (ROIs) fueron colocadas en centro del lumen de la arteria aorta a nivel de la emergencia del tronco celiaco, con área de 0.50 sq.cm y se obtuvo las U.H. promedio.

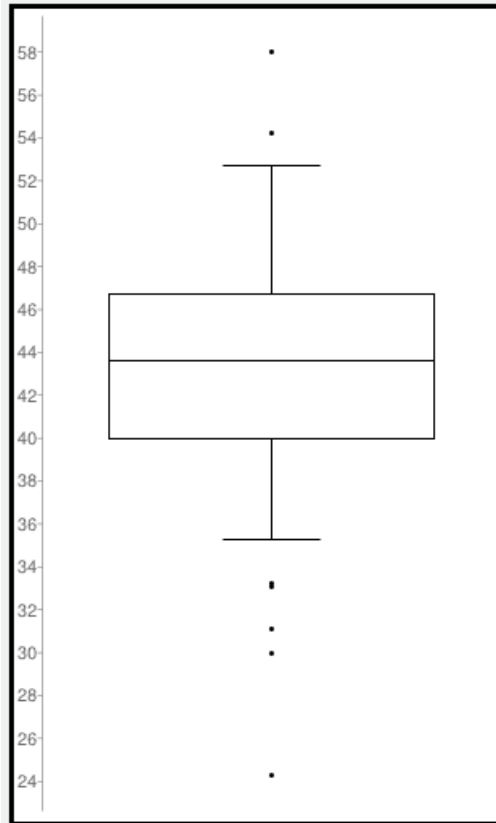
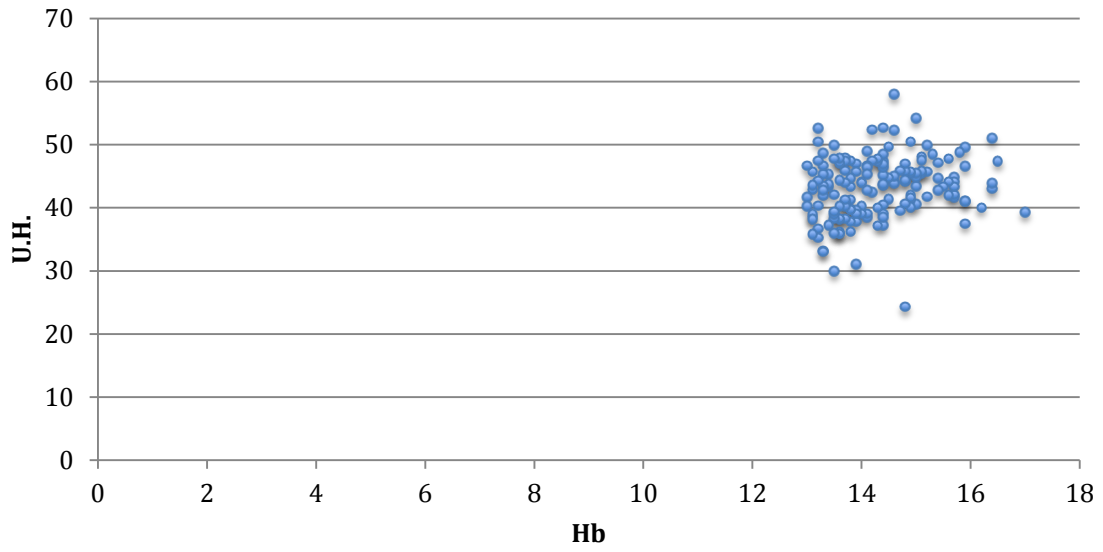
## Resultados

La población total que cumpló con los criterios de inclusión fue de 432, de los cuáles 242 de sexo femenino y 190 masculino. Del total de la población de sexo femenino, 2 presentaron policitemia, 81 anemia y 159 dentro de parámetros normales. Del total de la población de sexo masculino, 2 con policitemia, 53 con anemia y 135 dentro de parámetros normales.

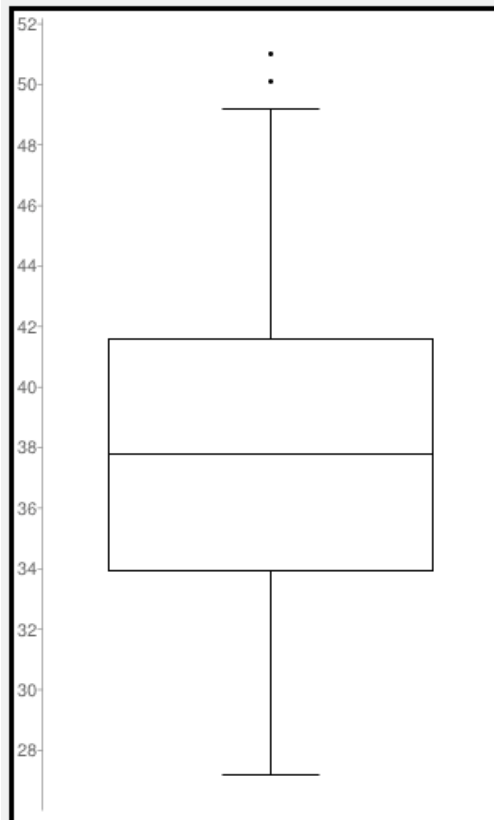
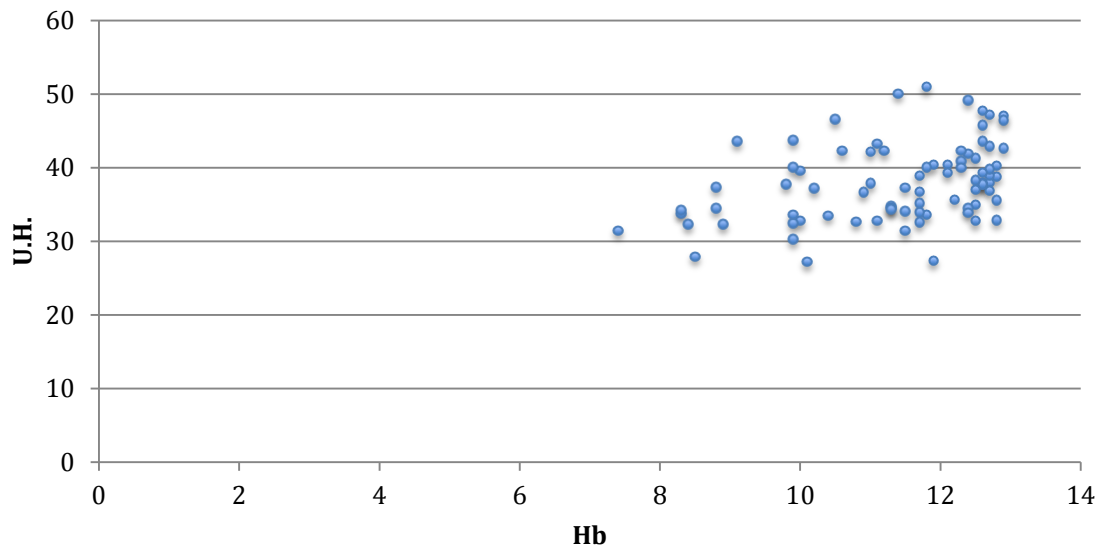


La media de en pacientes femeninos sin anemia fue de 43.21 U.H. femeninos con anemia de 38.01 U.H. obteniendo una P menor a 0.00001 y para los masculinos sin anemia de 46.61, con anemia de 41.03 obteniendo una P menor a 0.00001.

## Pacientes feneninos sin anemia

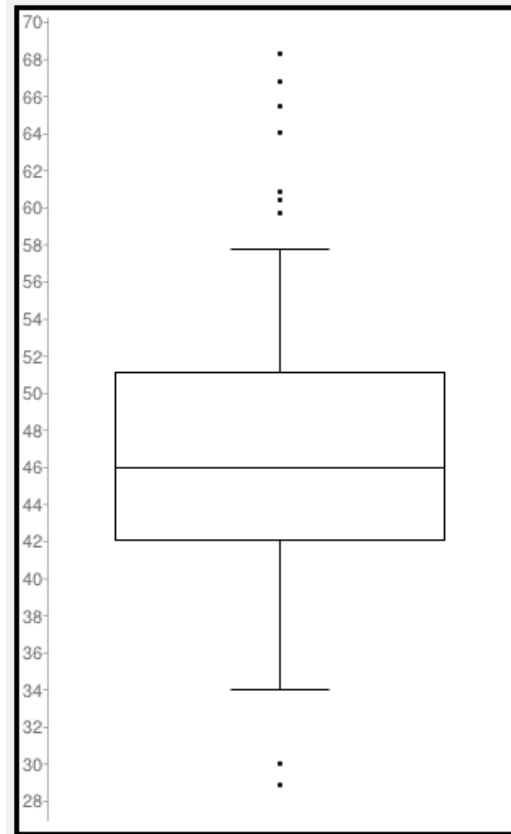
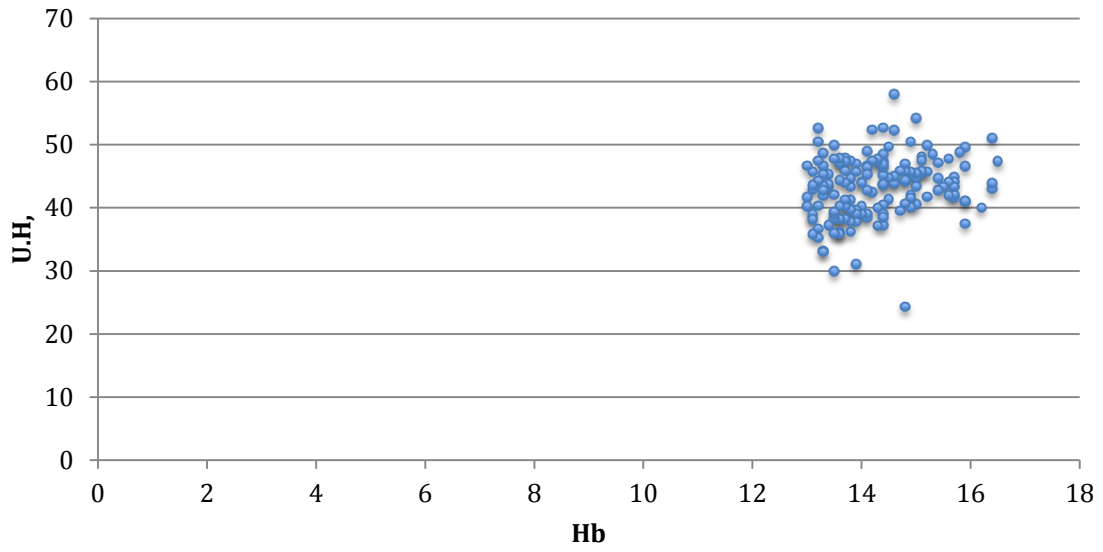


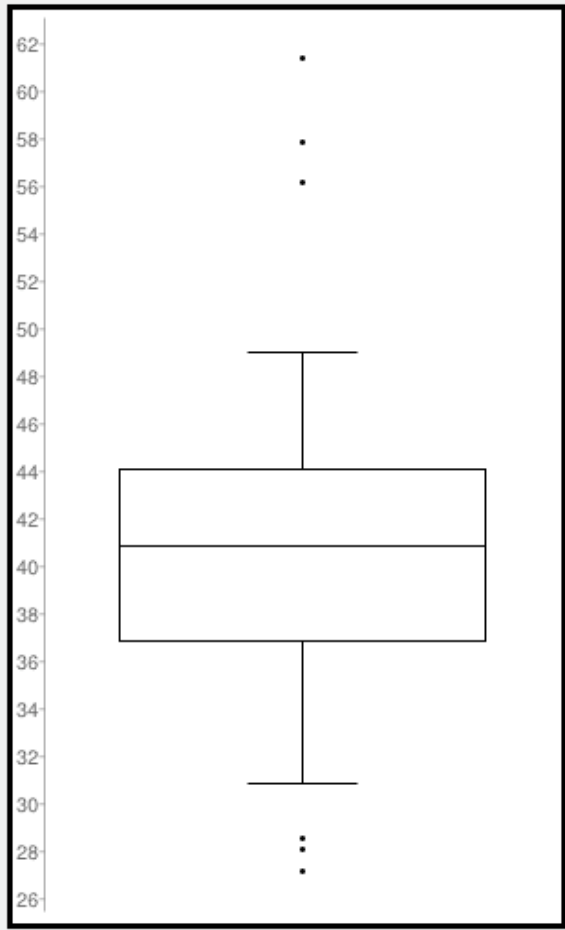
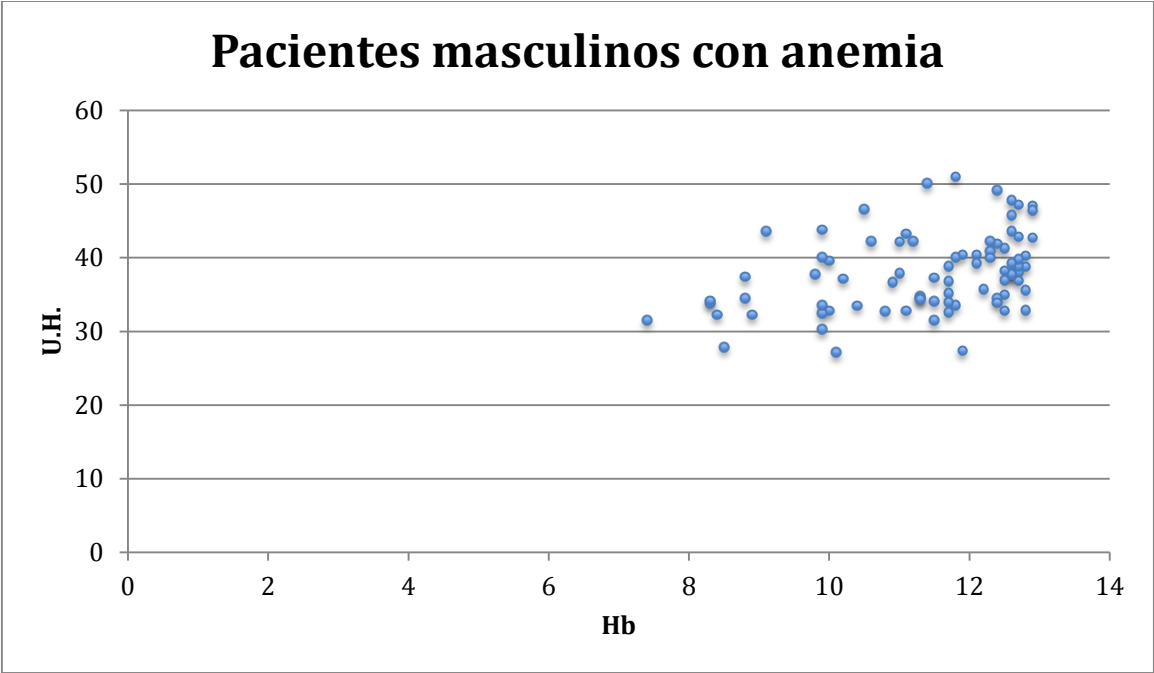
## Pacientes femeninos con anemia



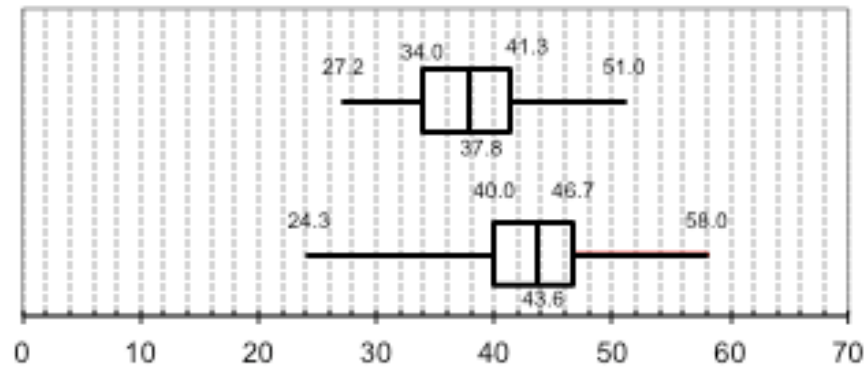


## Pacientes masculinos sin anemia



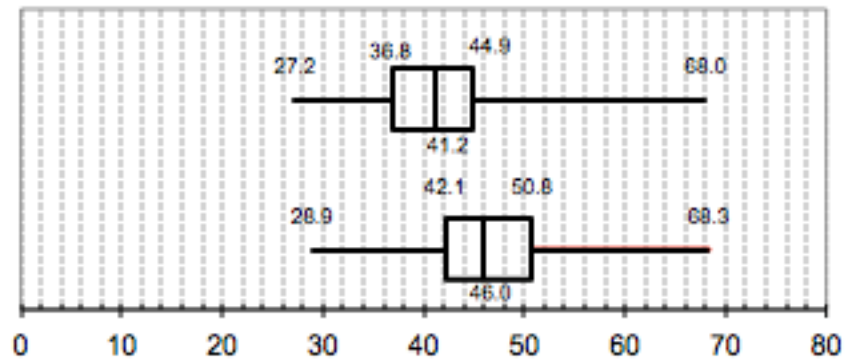


### PACIENTES FEMENINOS



U.H

### PACIENTES MASCULINOS



U.H.

## **Discusión:**

Previamente se ha sugerido el diagnóstico de anemia por algunos datos subjetivos durante el análisis e interpretación de estudios tomográficos, ya sea por el signo del anillo de sello en la aorta o la clara distinción del tabique interventricular en tomografías torácicas. Sin embargo éstos hallazgos son subjetivos y no reproducibles.

Este estudio evaluó pacientes mayores de edad a los que se les haya realizado tomografía de abdomen en fase simple y biometría hemática en durante las mismas 24 horas.

Se tomó en cuenta edad y sexo, ocupando como parámetros de referencia para normalidad de hemoglobina los establecidos de acuerdo a las normas de calidad del Hospital Médica Sur.

Se obtuvieron 432 pacientes, de los cuáles 242 de sexo femenino y 190 masculino. Del total de la población de sexo femenino, 2 presentaron policitemia, 81 anemia y 159 dentro de parámetros normales. Del total de la población de sexo masculino, 2 con policitemia, 53 con anemia y 135 dentro de parámetros normales. No se tomaron en cuenta los pacientes con policitemia puesto que este diagnóstico no estaba contemplado en el estudio.

El análisis estadístico obtuvo P menores a 0.00001 para ambos sexos, por lo que el hallazgo de UH por debajo de 38.01 en pacientes femeninos y por debajo de 41.03 en

la aorta abdominal a nivel de la emergencia del tronco celiaco en fase simple fue altamente sugestivo de anemia, tomando valores de hemoglobina dentro de las 24 horas al estudio de tomografía.

Es importante destacar que todos los estudios fueron realizados en el mismo tomografo, con los mismos parámetros de adquisición y que los valores de referencia de normalidad para el diagnóstico de anemia están basados en pacientes mayores de edad y que residen a la altura del Distrito Federal, de acuerdo a lo establecido por parte del Sistema de Calidad Hospitalario de Médica Sur.

**Conclusión:**

Éste estudio demostró que los valores de Unidades Houndsfield en la aorta a nivel de la emergencia del tronco celiaco en pacientes con anemia es menor que en pacientes con cifras de hemoglobina normales, por lo que bajo éstos parámetros se podría orientar hacia este diagnóstico, en espera del definitivo, el cual es aportado por la biometría hemática.

## **Bibliografía**

1. Hai Lan, Sadamitsu Nishihara et al, Accuracy of computed tomography attenuation measurements for diagnosing anemia, *Jpn J Radiol* (2010) 28:53-57
2. Caroline Jung, Michael Groth, et al, Assessment of anemia during CT pulmonary angiography, *European Journal of Radiology*, 2012.
3. Seung Young Lee, Sang-Hoon Cha, et al, Evaluation of the effect of hemoglobin or hematocrit level on dural sinus density using unenhanced computed tomography, *Yonsei Med J* 54(1):28-33, 2013.
4. Richard A. McPherson, Matthew R. Pincus, *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*, Elsevier, 22nd edition, Philadelphia E.U, 2011.
5. Kevin M. Sullivan, Zugo Mei, et al, Haemoglobin adjustments to define anaemia, *Tropical Medicine and International Health*, 2008, Vol 13.
6. Lee W. Goldman, Principles of CT and CT technology, *J. Nucl. Med. Technol.* 2007;35:115-128.
7. AAPM Report No. 39, Specification and acceptance testing of computed tomography scanners, American Institute of Physics, 1993.
8. CE, European Guidelines on Quality Criteria for Computed Tomography, 1999.
9. Gaona e., *Los rayos X en el diagnóstico Médico*, Distribuidora y Editora Mexicana, S. A. De C.V., México D.F. 2001.
10. Hendee, William R., *Cross Sectional Medical Imaging: A history*, RadioGraphics, Vol. 9, número 6, noviembre, 1989.

11. Matthias Hofer, CT teaching manual, Thieme, 2nd edition, 2007.