



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL REGIONAL DE ALTA ESPECIALIDAD CIUDAD SALUD**

**VARIANTES ANATÓMICAS DE LOS VASOS SUPRAAÓRTICOS  
IDENTIFICADAS EN TOMOGRAFÍA DE TÓRAX MULTICORTE EN  
FASE ARTERIAL EN PACIENTES DEL HOSPITAL REGIONAL DE  
ALTA ESPECIALIDAD CIUDAD SALUD.**

**QUE PARA OBTENER EL  
GRADO DE ESPECIALISTA EN:  
IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

**PRESENTA:  
DRA. LICETH MELIZA ARRIETA MARIOTIS**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. FERNANDO PEREZ GORDILLO**



**ASESORES DE TESIS  
DRA. LENIS ADRIANA ZEMPOALTECATL CRUZ  
M. EN C. MA GUADALUPE TRUJILLO VIZUET  
DRA. CARMEN SOLEDAD HERNANDEZ MARTINEZ  
DRA. ALINE PEREZ TOLEDO**

**TAPACHULA – CHIAPAS, MÉXICO 2023**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

# **AUTORIZACIÓN DE TESIS**

**Dra. Ana Elisa Ramírez Sacnchez**

**Coordinación de enseñanza**

Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Salud

**Dr. Fernando Pérez Gordillo**

**Director de tesis**

Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Salud

**Dra. Lenis Adriana Zempoaltecatl Cruz**

**Asesora de tesis**

Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Salud

**M. EN C. Ma Guadalupe Trujillo Vizuet**

**Asesora de tesis**

Laboratorio investigación, Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Salud

**Dra. Carmen Soledad Hernandez Martinez**

**Asesora de tesis**

Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Salud

**Dra. Aline Perez Toledo**

**Asesora de tesis**

Hospital Regional de Alta Especialidad Ciudad Salud

## **AGRADECIMIENTOS**

A el Dr. Fernando Pérez Gordillo profesor titular y a la Dra. Ana Elisa Ramírez Coordinadora de enseñanza, por su confianza y permitirme cursar la especialidad en el Hospital Regional de Alta Especialidad “Ciudad Salud”.

A la Dra. Lenis Zempoaltecatl por compartir su pasión y amor por la radiología, por motivarme a ser cada día mejor. Gracias por todos los casos compartidos y por enseñarme que la radiología es más que solo imágenes y que siempre habrá un “por qué”.

A la Dra. Carmen Hernández y a el Dr. Federico Arenas les agradezco por brindarme su cariño, por todas sus enseñanzas y consejos no solo en el ámbito académico si no también personal.

A la Dra. Vizuet agradezco su tiempo y disposición, quien fue parte fundamental para poder terminar este proyecto. Gracias su paciencia y por ser esa guía en el desarrollo del protocolo de investigación.

A los doctores Jacqueline Acuña, Veronica Coutiño, Mario Rizo y Aline Toledo adscritos del servicio de imagenología, gracias por sus enseñanzas y acompañamiento en todo el proceso de formación profesional.

## DEDICATORIA

Dedico de manera especial esta tesis a mi familia; a mis padres Edinson Arrieta y Rosa Mariotis con quienes comparto cada triunfo y ascenso profesional, ellos son mi mayor ejemplo y mi principal motivación para superarme, gracias por brindarme la mejor herramienta del ser humano; la educación. A mis hermanos Leidis, Danis y Jhon quienes son un apoyo fundamental en mi vida y formación académica, con ellos comparto este logro profesional, sin ustedes nada de esto sería posible.

A Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida y cada día forjar más mi carácter y poder finalizar mis estudios como médico especialista con excelente formación académica y humana.

A mis amigas y hermanas que me regalo la vida Johanna Carvajal y Erica Zapata incondicionales siempre a pesar de los miles de kilómetros que nos separaban, gracias por sus consejos y alentarme siempre a seguir a seguir adelante.

A mis compañeros de residencia y grandes seres humanos con quien tuve la oportunidad de compartir momentos que recordare siempre Stacy, Galvez, Liliana, Raúl, Brayan, Jhony, Lucy, Laura, Sofi y en especial a Mario, Laura y Miriam gracias por brindarme su amistad y todos los momentos vividos siempre estarán en mi corazón. Al resto de mis compañeros de residencia, técnicos y personal gracias por hacer más ameno la experiencia de la residencia.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>ABREVIATURAS</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	6
A. Antecedentes.....	6
B. Embriología.....	8
C. Estructuras anatómica.....	9
E. Clasificación.....	12
D. Técnicas de estudio.....	13
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	16
<b>4. HIPÓTESIS</b> .....	17
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	18
5.1 Objetivo general.....	18
5.2 Objetivos específicos.....	18
<b>6. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	19
6.1 Diseño de estudio.....	19
6.2 Población de estudio.....	19
6.3 Muestra.....	19
6.4 Cálculo de tamaño de muestra.....	19
6.5 Duración de estudio.....	20
6.6 Lugar de estudio.....	20
<b>7. CRITERIOS DE SELECCIÓN</b> .....	20
7.1 Inclusión.....	20
7.2 Exclusión.....	20
7.3 Eliminación.....	20
<b>8. RESULTADOS</b> .....	21
<b>9. DISCUSIÓN</b> .....	29
<b>10. CONCLUSIONES</b> .....	32
<b>11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	33

## **ABREVIATURAS**

**AA:** Arco aórtico

**TB:** Tronco braquiocefálico

**ACCI:** Arteria carótida común izquierda

**ASCI:** Arteria subclavia izquierda

**ASCDA:** Arterias subclavias derechas aberrantes.

**ACCD:** Arteria carótida común derecha

**ATI:** Arteria tirocervical izquierda

**HRAECS:** Hospital Regional de Alta Especialidad "Ciudad Salud".

## RESUMEN

**Introducción:** Las variantes anatómicas del arco aórtico y supraaórtico tienen una gran importancia clínica, especialmente desde el punto de vista médico. Pueden causar dificultad durante procedimientos e intervenciones endovasculares. Dada la prevalencia demostrada en los estudios, estos están indicados antes de cualquier procedimiento que involucre un acceso vascular para prevenir complicaciones no deseadas, considerando el panorama basal de cada población.

**Objetivos:** Identificar las principales variantes anatómicas de los vasos supraaórticos por tomografía computada multicorte en fase arterial en la población del HRAE “Ciudad Salud” en el periodo de 2021-2022.

**Material y Métodos:** Diseño de tipo observacional, transversal, retrospectivo y analítico; muestreo no aleatorizado de pacientes a quienes se les realizó estudio de tomografía computada de tórax en fase arterial, periodo de abril del 2021 - abril del 2022. Se identificaron a los pacientes que se les realizó tomografía computada de tórax multicorte en fase arterial y se les realizó una revisión de los estudios de imágenes para caracterizar variantes anatómicas de los vasos supraaórtica y hallazgos asociados a estas, que puedan relacionarse con complicaciones en intervenciones endovasculares.

**Resultados:** Se realizó la evaluación de 511 tomografías computadas multicorte en fase arterial en la población del HRAE “Ciudad Salud” en el periodo de 2021-2022 identificando las características generales de la población las cuales incluyeron una edad promedio de 55 años, edad mínima de 17 años y una edad máxima de 87 años, la distribución fue mayor entre los 50 a 69 años con el 50.1% de los casos y en su mayoría, la población atendida fue del género femenino con 69.7% de los casos. Las comorbilidades por las que se atendió a la población

fueron diversas, sin embargo, se identificó la mayoría de los casos estaban relacionados con procesos neoplásico de etiología maligna. En relación a las variantes anatómicas del arco aórtico identificadas, el 83% de casos presento una clasificación grado I de Natsis, seguido del grado II en el 12.9% y grado III en el 3.7%. Escasamente se identificaron grados VI y VII ambos con 0.2%. Como hallazgos adicionales, se identificó aterosclerosis en el 97.5% de la población, así como otros diagnósticos menos frecuentes como: aneurisma, cardiopatías congénitas y otras en menos del 1% de la población.

**Conclusión:** Las variantes anatómicas de los vasos supra aórticos se presentarán como hallazgo incidental en menos del 20% de los estudios por tomografía computada multicorte en fase arterial en la población del HRAE "Ciudad Salud". A resaltar que la población en nuestros hallazgos, presentó una distribución clásica de las ramas supraaórticas con el tipo I o clásico, identificando la presencia de aterosclerosis y las variantes anatómicas grado II y III de la clasificación de Natsis entre los individuos de nuestra población

**Palabras clave:** Variantes anatómicas, vasos supraarticos, tomografía computada.

# 1. INTRODUCCIÓN

Existen muchos estudios sobre las variaciones del arco aórtico y su patrón de ramificación en cadáveres, pero solo unos pocos estudios están disponibles basados en Tomografías<sup>1</sup>.

El arco aórtico tiene un patrón de ramificación clásico que se origina en el margen superior, de derecha a izquierda: tronco braquiocefálico (BT), arteria carótida común izquierda (ACCI) y arteria subclavia izquierda (ASCI). Este patrón está presente en el 65-80% de los individuos<sup>2-3-4</sup>.

Se han descrito variaciones en las ramas del arco aórtico en diferentes poblaciones con una prevalencia de hasta el 35%<sup>5</sup>. Estudios de autopsia, tomografía axial computarizada e imágenes de angiografía digital convencional han demostrado que la incidencia de variaciones en los patrones de ramificación del arco aórtico varía del 13% al 20%<sup>6</sup>.

Estos pueden repercutir durante procedimientos quirúrgicos que involucran el mediastino superior y el cuello, así como en procedimientos vasculares mínimamente invasivos. Algunos autores sugieren una correlación entre las variaciones en el arco aórtico y otras patologías como aneurismas intracraneales y placas de ateroma a nivel de su origen. Los pacientes con cardiopatías congénitas se han relacionado con una mayor variabilidad, presentando el patrón normal de 3 ramas en solo la mitad (50,5%) de los casos<sup>7-8</sup>.

Hay una gran variabilidad en cuanto a la frecuencia de la configuración anatómica del tronco supraaórtico en el contexto de variantes anatómicas, que se ha reportado entre un 6 a un 49% en varios países y estudios<sup>9</sup>.

Se han realizado reconstrucciones multiplanares y tridimensionales, por Natsis, *et al.*, (2009)<sup>10</sup>. Categorizando los hallazgos vasculares mediante la clasificación de la distribución de los vasos supraaórticos. Las variaciones de la ramificación del

arco aórtico suelen ser asintomáticas y detectadas de forma incidental mediante exámenes radiológicos realizados por otras causas. Sin embargo, las variaciones vasculares supraaórticas, en particular una arteria subclavia aberrante, pueden presentarse con síntomas como disnea y disfagia como resultado de la compresión traqueoesofágica<sup>11</sup>.

Además, la detección de estas variaciones es importante en términos de prevención de complicaciones asociadas con cirugías o procedimientos intervencionistas endovasculares de la aorta y sus ramas, así como cirugías torácicas o de cabeza y cuello<sup>12</sup>.

Recientemente, la angiografía por tomografía computarizada multidetector se ha convertido en la modalidad de imagen más importante para obtener imágenes de la aorta y sus ramas<sup>13-14</sup>.

## 2. MARCO TEÓRICO

### A. Antecedentes

Karacan *et al.*, (2014)<sup>15</sup> revisaron un total de 1000 pacientes con arco aórtico izquierdo normal a los que se les realizó una angiografía por tomografía computarizada. De los 1000 pacientes, el 79,2% tenía un patrón de ramificación del arco aórtico normal -tipo 1 o clásico (tronco braquiocefálico [TB], arteria carótida común izquierda [ACCI] y arteria subclavia izquierda [ASCI] en una distribución de derecha a izquierda, respectivamente) y el 20,8% tenía variaciones. La frecuencia de tipo 2 variación braquiocefálica y carótida común izquierda con origen en el arco aórtico en un tronco común fue del 14,1%, la de tipo 3 con origen en el arco aórtico de la arteria vertebral izquierda fue del 4,1%, la del tipo 4 con coexistencia de tipo 2 y el tipo 3 fue del 1,2%, el del tipo 5 - arteria subclavia derecha [ASDA] aberrante fue del 0,6%, el del tipo 6 la coexistencia de la arteria subclavia derecha aberrante y el tronco bicarotídeo fue del 0,7%, y el del tipo 7 la arteria tiroidea que surge del arco aórtico fue 0,1%. Las incidencias de las variaciones de la ramificación del arco aórtico fueron similares entre hombres y mujeres (20% versus 22,1%). La incidencia de una arteria subclavia derecha aberrante (tipo 5 y tipo 6) fue mayor entre las mujeres que entre los hombres (2,5% frente a 0,5).

Boyacı, *et al.*, (2015)<sup>16</sup> analizaron retrospectivamente los estudios de imágenes de tomografía computarizada torácica con contraste de 1.170 pacientes, identificando una tasa total de variantes del arco aórtico del 10,9%. La variante más frecuente fue la de la arteria vertebral izquierda con origen directo en el arco aórtico en 53 pacientes (4,5%), seguida de la arteria carótida común izquierda con origen en el tronco braquiocefálico en 30 pacientes (2,6%). La variante de la arteria vertebral izquierda con origen directo en el arco aórtico fue dos veces más frecuente en varones que en mujeres.

Gómez, *et al.*, (2019)<sup>17</sup> revisaron 675 estudios de tomografía. Categorizaron los hallazgos vasculares mediante la clasificación hecha por Natsis, *et al.*, (2009). Los

autores identificaron diez tipos distintos de distribución de los troncos supraaórticos en los arcos aórticos izquierdos, así como un tipo de distribución supraaórtica en los arcos aórticos derechos. El tipo I o clásico, fue el de mayor frecuencia, con 435 casos (64.4%), por lo que se determina que un 35.6% de la población no presentó una distribución clásica de las ramas supraaórticas. El tipo II caracterizado por 2 ramas supraaórticas con 184 casos (27.3%). El tipo III se observó en 38 casos (5.6%). Se identificaron 10 casos (1.5%) de arterias subclavias derechas [ASDA] aberrantes. Y como nueva distribución observada el tipo XI (arteria carótida común derecha [ACCD], ACCI, ASCI y ASDA) en 4 casos (0.59%). distribuciones no descritas y observadas en el presente estudio son el tipo IX; (que consistió en un tronco bovino, arteria tirocervical izquierda [ATI] y ASCI), el tipo X (tronco bovino, AVIA y ASCI) y el tipo XII (TB, ACCI, ATI y ASCI). Se observó 1 caso (0.15%) del tipo IX, 1 caso (0.15%) del tipo X y 2 casos (0.3%) del tipo XII.

Solis, *et al.*, (2020)<sup>18</sup> realizaron estudios de las variaciones en los patrones de ramificación del arco aórtico en los cadáveres. Identificando variación los patrones de ramificación de los vasos del arco aórtico en 56 cadáveres (31 hombres y 25 mujeres). Los especímenes cadavéricos revelaron tres de estos tipos. La variante normal (Tipo 1) donde el arco aórtico da origen al tronco braquiocefálico, la carótida común izquierda y la subclavia izquierda se presentó en el 69,6% (21 hombres y 18 mujeres, 95% de confianza). intervalo: 56,6% a 80,2%) de cadáveres. La variante del arco bovino (tipo 2) estuvo presente en el 25% de los cadáveres (intervalo de confianza del 95%: 15,4% a 37,8%), distribuido uniformemente entre cadáveres masculinos y femeninos (7 masculinos y 7 femeninos). El variante tipo 3, en la que la arteria vertebral izquierda (VI) se ramificaba directamente desde el arco entre la arteria carótida común izquierda y la arteria subclavia izquierda, se observó en el 5,3 % (intervalo de confianza del 95 %: 1,3 % a 15,2 %) de los cadáveres. Curiosamente, todos los cadáveres que tenían la variante tipo 3 eran hombres.

El conocimiento detallado de la anatomía aortica es desafiante, anteriormente esa anatomía solo se realizaba post-mortem. Actualmente con los avances tecnológico han permitido mejor caracterización utilizando técnicas menos invasivas.

El arco aórtico se encuentra en el mediastino superior, es la sección entre la aorta ascendente y la aorta descendente. La embriogénesis y el desarrollo anatómico del arco aórtico y de las arterias supraaórticas han sido bien descritas en la literatura, por lo tanto, comprender el desarrollo normal es esencial para entender y clasificar sus diferentes variantes.

### **B. Embriología**

El desarrollo del sistema de grandes vasos es un proceso complejo, comienza alrededor de la tercera semana de gestación y se completa principalmente a la octava semana de gestación. El sistema de grandes vasos, incluido el arco aórtico, surgen de seis arcos aórticos pares, las denominadas arterias del arco branquia seis pares de arcos aórticos primitivos o faríngeos. Los arcos primitivos aparecen y retroceden uno tras otro en un orden craneal a caudal, el mecanismo para determinar la persistencia o regresión de los segmentos del arco aórtico no se conoce por completo; sin embargo, esta el modelo embriológico propuesto por el diagrama esquemático de Rathke<sup>19</sup>(Fig. 1).

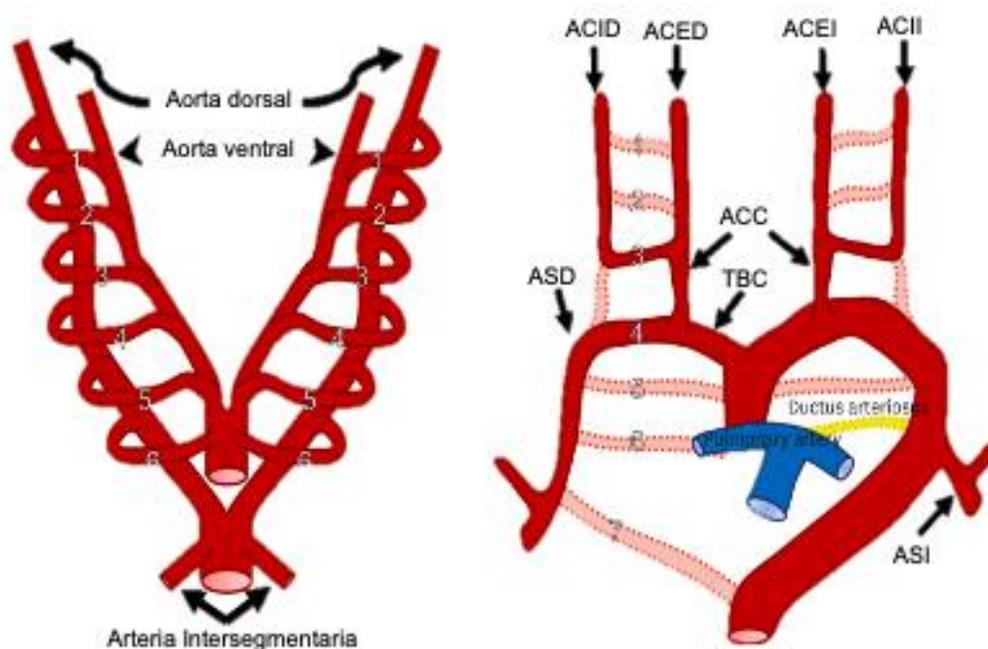


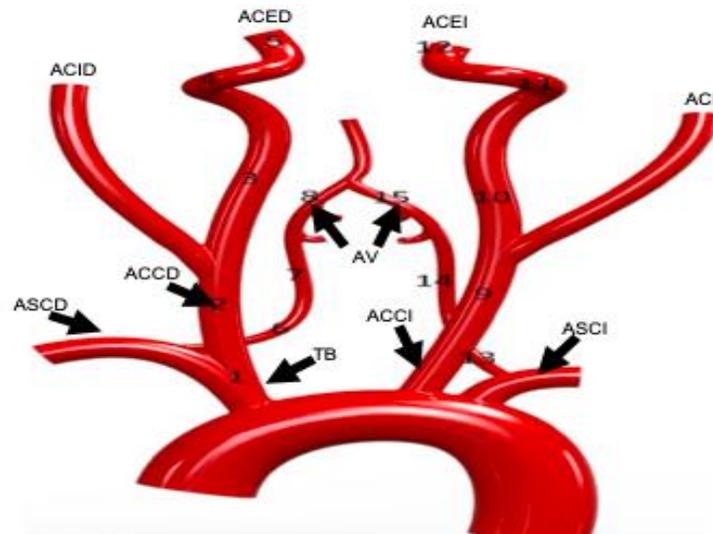
Fig. 1. Representación esquemática del diagrama de Rathke y los seis arcos faríngeos<sup>20</sup>.

Los primeros arcos en retroceder son el primero y segundo que se convierten en las arterias maxilar, hioides y estapedial. El quinto arco aórtico primitivo suele retroceder completamente. Los arcos primitivos remanentes tercero, cuarto y sexto dan lugar a grandes vasos maduros, el tercer arco se convierte en las arterias carótida común y carótida interna, mientras que el cuarto arco forma el arco aórtico adulto definitivo. El sexto arco primitivo contribuye a la formación de las arterias pulmonar principal e izquierda y del conducto arterioso <sup>20</sup>.

### C. Estructuras anatómica

El arco aórtico se encuentra en el mediastino superior, es la continuación de la aorta ascendente y suele dar lugar a tres ramas a partir de su aspecto convexo, los denominados vasos supraaórtico. En ese orden, la primera rama que surge es el tronco braquiocefálico (innominada) esta se encuentra a la derecha de la línea mediovertebral, seguida por las arterias carótida común izquierda y por último la arteria subclavia izquierda que se encuentra a la izquierda de la línea mediovertebral. Este patrón típico de ramificación de los vasos supraaórticos se encuentra en el 70-80% de los pacientes y en condiciones normales, las arterias

carótida común derecha y la arteria subclavia emergen del tronco braquiocefálico (innominada) y de la arteria subclavia izquierda emergen la arteria vertebral izquierda y el tronco tirocervical<sup>21</sup>(Fig. 2).



| Fig. 2. Representación esquemática de la distribución de los vasos supraaórticos<sup>21</sup>.

El origen de los troncos supraaórticos a nivel del arco aórtico puede presentar varias disposiciones anatómicas, siendo la morfología de un tronco braquiocefálico derecho y origen independiente de arterias carótida interna y subclavia izquierdas la forma más frecuente, Varios estudios han informado que esta configuración está presente en 65 a 75% de los pacientes<sup>20</sup>.

Se han descrito más de 20 configuraciones diferentes del arco aórtico, pero el patrón de ramificación variante del arco más común es el “arco aórtico bovino” ocurre cuando la arteria carótida común izquierda tiene un origen común en el tronco braquiocefálico. Cabe señalar que “arco bovino” es un nombre inapropiado, ya que arco aórtico del ganado tiene una disposición diferente (un solo tronco braquiocefálico que se origina en el arco aórtico). La incidencia reportada varía entre el 10-20% de la población. Aunque se pensó que este patrón de ramificación era una variante anatómica normal asintomática, se han informado efectos clínicamente significativos como aneurisma de la arteria torácica, aumento del riesgo de torsión del arco y lateralidad del accidente cerebrovascular; por lo tanto, ya no se considera una variante clínicamente insignificante ya que se asocia con

una alta incidencia de enfermedad de la aorta torácica y su presentación comparativamente en edades más jóvenes<sup>22</sup>.

Otra variación común del arco aórtico izquierdo es el origen de la arteria vertebral izquierda directamente desde el arco aórtico, con una prevalencia de 2,4 a 5,8% en las series de autopsias. Aunque se considera una variante asintomática, es importante para el cirujano conocer esta variación antes de planificar y realizar una cirugía torácica vascular o procedimientos intervencionistas<sup>22</sup>.

La arteria subclavia derecha aberrante o también llamada arteria subclavia lusoria, es la variante más común de las "inusuales", con una prevalencia de 0.5-2%, predomina en mujeres, por lo general surge en la porción más distal de la aorta torácica, como una última rama del arco aórtico, su trayecto es variables, el más común es retroesofágico. Sin embargo, puede discurrir entre la tráquea y el esófago o incluso anterior a la tráquea; suele ser asintomático, pero en raras ocasiones, se asocia a compresión traqueoesofágica, además tiene una asociación con el divertículo de Kommerell (protuberancia en el propio arco)<sup>23</sup>.

Dentro de las variantes más inusuales; se encuentra el origen aberrante de la arteria vertebral derecha, en algunos casos se ha encontrado que surge de la arteria carótida común derecha. Así mismo existe casos reportado de la arteria tiroidea media que emerge del arco aórtico (prevalencia del 0.09%). La literatura también reporta otras variaciones de los vasos supraaórticas más infrecuentes, las cuales se enumeran a continuación<sup>24</sup>:

1. La arteria braquiocefálica y un origen común para las arterias carótida común izquierda y arteria subclavia izquierda (prevalencia promedio: 3,33%).
2. El arco aórtico emite una rama mediastínica (prevalencia promedio: 2%).
3. Un origen común de la arteria braquiocefálica y arteria carótida interna izquierda, así como ramas individuales para las arterias carótida común

- izquierda y arteria subclavia izquierda (prevalencia promedio: 1,06%).
4. Ausencia de arteria braquiocefálica, con vasos supraaórticos individuales para las arterias subclavia derecha, carótida común derecha, carótida común izquierda y subclavia izquierda (prevalencia media: 0,70%).
  5. Trifurcación de la arteria braquiocefálica de donde emergen las arterias carótida común derecha, vertebral derecha y subclavia derecha; con salidas individuales para las arterias carótida común izquierda, vertebral izquierda y subclavia izquierda (prevalencia promedio: 0,29%).
  6. Origen común bicarotídeo (prevalencia promedio: 0,23%).

### E. Clasificación

La distribución de los vasos que surgen del arco aórtico es numerosa; Natsis, et al., (2009), describen hasta ocho tipos diferentes de variaciones anatómicas en el origen de los troncos supraaórticos en 633 arteriografías, nombrando desde el Tipo I o clásico, hasta el Tipo VIII (Fig. 3).

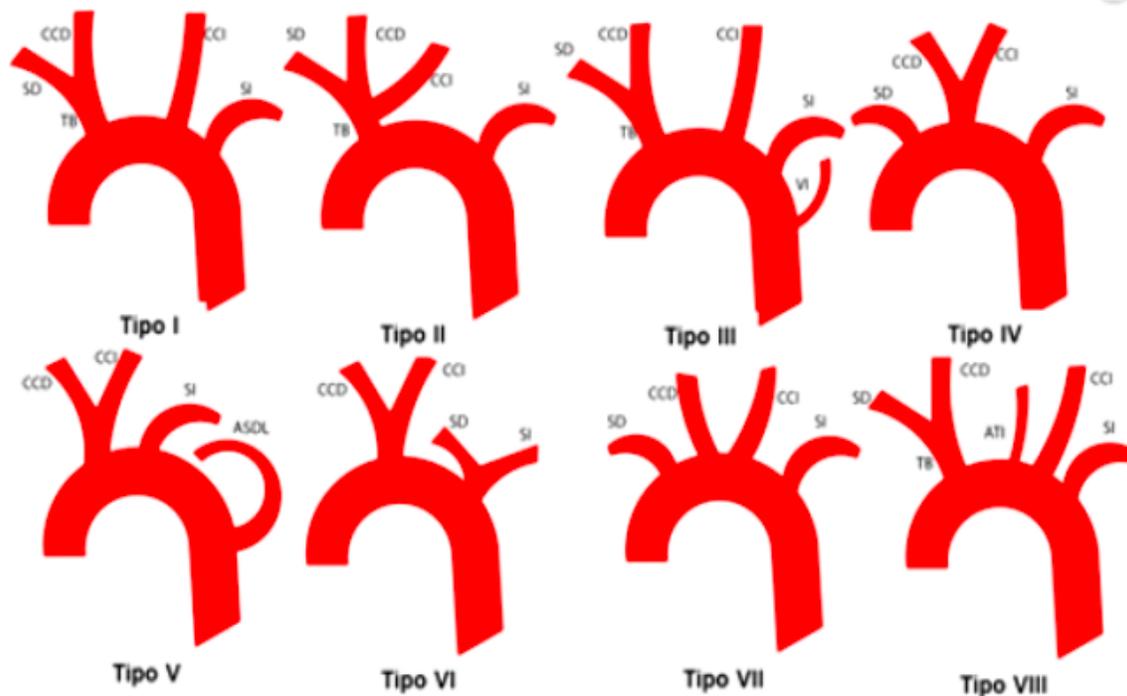


Fig. 3. Esquema de los tipos de distribución de los troncos supraaórticos en arcos aórticos izquierdos.

El tipo I se denomina arco aórtico "normal" y se ramifica en el tronco braquiocefálico, la arteria carótida común izquierda y la arteria subclavia izquierda. En el tipo II, la arteria carótida común izquierda se origina en el tronco braquiocefálico. En el tipo III, la arteria vertebral izquierda sale directamente del arco aórtico entre la arteria carótida común izquierda y la arteria subclavia. En el tipo IV, las arterias carótidas comunes se originan en el tronco común. En este tipo, el orden de los vasos de derecha a izquierda es la arteria subclavia derecha, las arterias carótidas comunes derecha e izquierda que parten de un tronco común y la arteria subclavia izquierda. En el tipo V, las arterias carótidas comunes se originan en un tronco común y está presente una arteria subclavia derecha aberrante. En el tipo VI, las arterias carótidas comunes se originan en un tronco común, las arterias subclavias también se originan en un tronco común. El tronco braquiocefálico está ausente en el tipo VII, y la arteria subclavia derecha, la arteria carótida común derecha, la arteria carótida común izquierda y la arteria subclavia izquierda salen del arco aórtico por separado. En el tipo VIII, la arteria tiroidea media se origina en el arco aórtico<sup>25</sup>.

La finalidad de establecer una clasificación fue brindar datos útiles a los anatomistas, radiólogos y cirujanos vasculares sobre la frecuencia de las variaciones de las ramas del arco aórtico.

#### **D. Técnicas de estudio**

Las técnicas de imagen disponibles para diagnosticar anomalías del arco aórtico incluyen esofagograma con bario, ecocardiografía, angiografía por tomografía computarizada, resonancia magnética y angiografía con catéter.

Históricamente, el estudio con deglución de bario era el principal modo de investigación para buscar evidencia de muescas en la pared posterior del esófago, como hallazgo sugerente de anomalía vascular (Fig. 4.).

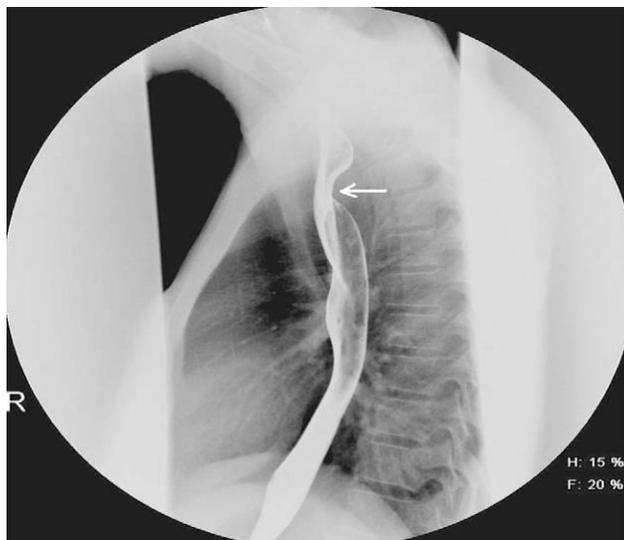


Fig.4. esófagograma con bario que muestra una indentación o muesca en la pared posterior del esófago, en relación con trayecto retroesofágico de la arteria subclavia aberrante (tipo IV)<sup>26</sup>.

Pero, este tipo de estudio ha sido reemplazado como herramientas de diagnóstico de primera línea, porque son difíciles de usar principalmente pacientes pediátricos y solo brindan información bidimensional<sup>20</sup>.

En la actualidad, la ecocardiografía, la resonancia magnética y la angiografía por tomografía computarizada, son las principales modalidades utilizadas para detectar y evaluar variantes y/o anomalías del arco aórtico. La angiografía se ha convertido en la modalidad de imagen más importante para obtener estudiar la aorta y sus ramas<sup>21</sup>.

La tomografía computarizada y la angiografía por tomografía son técnicas no invasivas que permite la evaluación rápida y tridimensional clara no solo de las estructuras vasculares, sino también de la compresión esofágica y de las vías respiratorias en el mismo estudio (Fig. 5.)<sup>27</sup>. Aunque, es de reconocer sus desventajas como la exposición a la radiación y una tasa relativamente alta de inyección de medio de contraste intravenoso.

La angiografía por resonancia magnética es un método de imagen no invasivo y libre de radiación ionizante. No obstante, la resolución espacial de los campos

magnéticos de la resonancia es menor que la de la tomografía computarizada multidetectores<sup>20</sup>.

En la actualidad la angiografía por tomografía y la angiografía por resonancia magnética, son modalidades de imagen importantes que se utilizan para identificar y diagnosticar variantes y anomalías del arco aórtico; al ser técnicas de estudio no invasivos han reemplazado en gran medida a la angiografía con catéter. Sin embargo, la tomografía y la resonancia magnética de la aorta torácica con contraste tienen algunas desventajas. Las tomografías computarizadas se utilizan con precaución en pacientes pediátricos debido a la exposición a la radiación; aunque los estudios de resonancia magnética no hay exposición a la radiación, esto tienen un tiempo de adquisición prolongado. Además, se requiere inyección de medio de contraste y acceso intravenoso adecuado para esto.

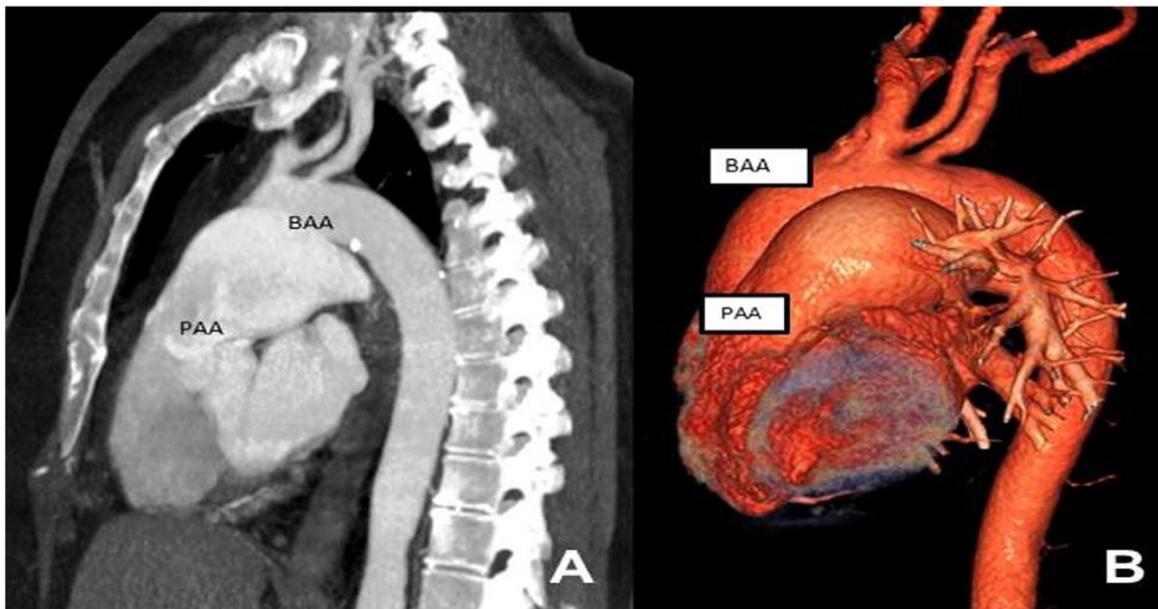


Fig.4. (A) reconstrucción sagital de tomografía computarizada que muestra dilatación severa del tronco de la arteria pulmonar y arco aórtico bovino (arteria carótida común izquierda se origina en el tronco braquiocefálico). (B) reconstrucción volumétrica tridimensional que demuestra variante anatómica del aro aórtico (BAA) y aneurisma de la arteria pulmonar (PAA)<sup>27</sup>.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Las variantes anatómicas del arco aórtico y sus patrones de ramificación a menudo aparecen como un hallazgo incidental durante la tomografía computarizada (TC) de rutina. Estas variaciones pueden tener relevancia a la hora de realizar angiografías o intervenciones endovasculares y pueden provocar síntomas específicos que dificultarían la intervención médica específica.

La variación anatómica y morfológica del arco aórtico (AA) y sus ramas adquiere importancia en los procedimientos diagnósticos y quirúrgicos del cuello y tórax. La evaluación radiológica de la anatomía y la patología de la aorta ha experimentado un refinamiento considerable en los últimos años. Las imágenes transversales no invasivas, incluidas la tomografía computarizada (TC) han reemplazado a la arteriografía tradicional.

Aunque hay muchos estudios sobre las variaciones del arco aórtico y su patrón de ramificación en cadáveres, solo unos pocos estudios están disponibles basados en TC en población latina, y nulos en nuestro ambiente laboral, por lo que establecer un panorama epidemiológico basal nos permitirá un manejo oportuno y con antelación a posibles dilemas en el intervencionismo aórtico.

#### **4. HIPÓTESIS**

Las variantes anatómicas de los vasos supraaórticos se presentaran como hallazgo incidental en más del 20% de los estudios por tomografía computada multicorte en fase arterial en la población del HRAE “Ciudad Salud”.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general.**

Identificar las principales variantes anatómicas de los vasos supraaórticos por tomografía computada multicorte en fase arterial en la población del HRAE “Ciudad Salud” en el periodo de 2021-2022.

### **5.2 Objetivos específicos.**

- Describir la variante anatómica de los vasos supraaórticos más frecuente en la población del HRAE “Ciudad salud”.
- Evaluar la correlación de los hallazgos por grupo de género y grupo etario.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 6.1 Diseño de estudio.

Diseño de tipo observacional, transversal, retrospectivo y analítico; Muestreo no aleatorizado de pacientes a quienes se les realizó estudio de tomografía computada de tórax en fase arterial.

### 6.2 Población de estudio.

Pacientes a quienes se les realizó estudio de tomografía computada de tórax en fase arterial durante el año 2021 al 2022 en el Hospital Regional De Alta Especialidad “Ciudad Salud”.

### 6.3 Muestra.

Muestreo no aleatorizado de pacientes a quienes se les realizó estudio de tomografía computada de tórax en fase arterial.

### 6.4 Cálculo de tamaño de muestra.

En la revisión de expedientes clínicos electrónicos del año 2021. en el Hospital Regional De Alta Especialidad “Ciudad Salud”, los pacientes con tomografía computada de tórax en fase arterial fueron de 402. Se calculó el tamaño de la muestra con una confianza del 95%. Se consideró una prevalencia de alteraciones con 20.8% según Karavan

$$n = \frac{N * Z^2_a * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2_a * p * q}$$

N = total de la población	402
p = proporción esperada de prevalencia	20.8
Z <sub>a</sub> = 1.96 al cuadrado (seguridad del 95%)	3.84
q = 1 – p	0.792
d = precisión ( 5% = 0.05)	0.05

402 *	3.84 *	0.208 *	0.792	254
0.0025 *	401 +	3.84 *	0.208 *	0.792
				1.64

Muestra Total 155.5

### **6.5 Duración de estudio.**

Se realizará la captura de variables en el periodo de abril del 2021 - abril del 2022.

### **6.6 Lugar de estudio.**

Hospital Regional De Alta Especialidad "Ciudad Salud"

## **7. CRITERIOS DE SELECCIÓN.**

### **7.1 Inclusión.**

- Mayores de 18 años.
- Ambos géneros.
- Con tomografía computada de tórax en fase arterial.
- Con tomografía computada de tórax y abdomen en fase arterial.

### **7.2 Exclusión.**

- Comorbilidades cardiológicas previamente diagnosticadas.
- Artropatía coronaria.
- Disfunción valvular.

### **7.3 Eliminación**

- Expediente clínico incompleto.
- Expediente clínico extraviado.

## 8. RESULTADOS

Las variantes anatómicas del arco aórtico y supra aórtico tienen una gran importancia clínica, especialmente desde el punto de vista médico. Las variantes anatómicas pueden causar dificultad durante procedimientos e intervenciones endovasculares, en el presente se evaluaron 511 tomografías computadas multicorte en fase arterial en la población del HRAE “Ciudad Salud” en el periodo de 2021-2022 identificando los siguientes hallazgos.

Las características generales de la población estudiada, incluyeron una edad promedio de 55 años de edad con valores entre 17 a 87 años.

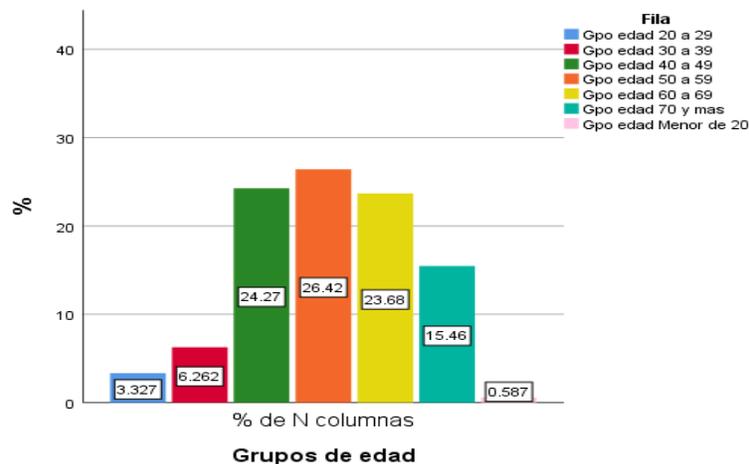
**Tabla 1. Distribución de edad en la población bajo tomografía computada multicorte en fase arterial**

EDAD			
Media	DE	Máximo	Mínimo
55	13	87	17

Fuente. Base de datos TAC arterial población del HRAE “Ciudad Salud

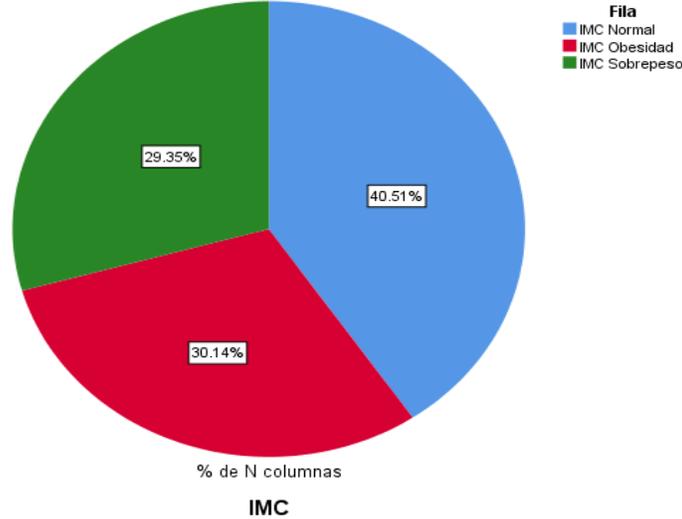
La distribución por grupo de edad, fue mayor entre los 50 a 59 años (n=135) con el 26.4.1% de los casos, seguido por las edades entre 40 a 49 años (n= 124) con el 24.3% de los casos y menor proporción en las edades entre 20-29 años (n=17) con el 3.3%.

**Grafico 1. Grupos de edad en la población bajo tomografía computada multicorte en fase arterial**



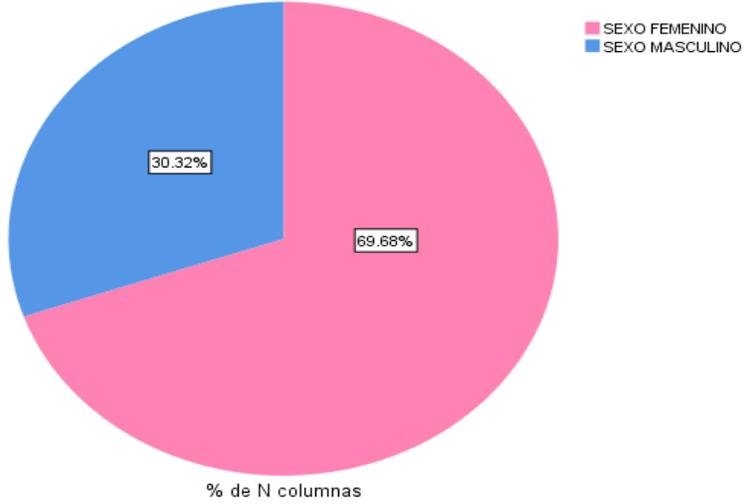
De las pacientes a quienes se les realizó el estudio de tomografías de tórax computadas multicorte en fase arterial; el 40.5% (n=207 de la muestra) presento valores de IMC en rangos normales, y solo 30.1% (n=154) con datos de obesidad.

**Grafico 2. Distribucion de IMC en la poblacion bajo tomografia computada multicorte en fase arterial**



De toda la población atendida en su mayoría, fue del género femenino con 69.7% (n= 356) de los casos y solo el 30.3% (n=155) correspondió al género masculino.

**Grafico 3. Genero en la poblacion bajo tomografia computada multicorte en fase arterial**



Las comorbilidades por las que se atendió a la población fueron diversas, sin embargo, se identificó que más de la mitad de los casos están relacionados con procesos oncológicos 59.2%, y en el 16% de la población no estaba relacionada con patologías de características no infiltrativas.

**Tabla 2. Comorbilidades en la población bajo tomografía computada multicorte en fase arterial**

		Recuento	% de N columnas
COMORBILIDADES	PATOLOGÍA ONCOLÓGICA MALIGNA	250	59.2%
	OTRAS	152	19.8%
	TUBERCULOSIS PULMONAR	13	2.5%
	ANGIOMIOLIPOMA	9	1.8%
	ADENOMA	8	1.6%
	HEMANGIOMA HEPÁTICO	8	1.6%
	TROMBOEMBOLISMO PULMONAR	8	1.6%
	PIELONEFRITIS ENFISEMATOSA	7	1.4%
	COLELITIASIS ENFISEMATOSA	6	1.2%
	EMPIEMA	5	1.0%
	ESCLERODERMIA	5	1.0%
	ESPONDILODISCITIS	5	1.0%
	TAPONAMIENTO CARDÍACO	5	1.0%
	ABSCESO HEPÁTICO	4	0.8%
	ASPERGILOSIS	4	0.8%
	CONTUSIÓN PULMONAR	4	0.8%
	LUPUS	4	0.8%
	NEUMONÍA	4	0.8%
	OCLUSIÓN INTESTINAL POR BRIDAS	3	0.6%
	PERICARDITIS	3	0.6%
DIVERTICULITIS	2	0.4%	
TRAUMA ABDOMINAL	2	0.4%	

Fuente. Base de datos TAC arterial población del HRAE "Ciudad Salud"

Además, se identificaron que los pacientes provienen de diversas instituciones, siendo la secretaria de Salud la más habitual en el 65.4%, seguido de afiliados a seguro popular en 30.9% entre otros.

**Tabla 3. Procedencia de la población bajo tomografía computada multicorte en fase arterial**

		Recuento	% de N columnas
PROCEDENCIA	SECRETARIA DE SALUD	334	65.4%
	SEGURO POPULAR	158	30.9%
	NO IDENTIFICADO	12	2.3%
	PARTICULAR	5	1.0%
	ISSTECH	1	0.2%
	OTROS	1	0.2%

Fuente. Base de datos TAC arterial población del HRAE "Ciudad Salud"

Los diversos abordajes en la tomografía que fueron solicitados para el estudio incluyeron tomografía de tórax, abdomen y pelvis contrastada 71.3%, así como solo tórax contrastado 22.1%, los estudio de angiotomografía correspondieron al 4.1%.

**Tabla 4. Tipo de tomografía computada multicorte en fase arterial**

		Recuento	% de N columnas
ESTUDIO	TOMOGRFÍA DE TÓRAX, ABDOMEN Y PELVIS CONTRASTADA	366	71.3%
	TOMOGRFÍA DE TORAX CONTRASTADO	113	22.1%
	ANGIOTOMOGRAFÍA DE 1 REGION ( TORAX)	20	3.9%
	TOMOGRFÍA DE CUELLO Y TORAX CONTRASTADO	13	2.5%
	ANGIOTOMOGRAFÍA DE 2 REGIONES (TORAX Y ABDOMEN)	1	0.2%

Fuente. Base de datos TAC arterial población del HRAE "Ciudad Salud"

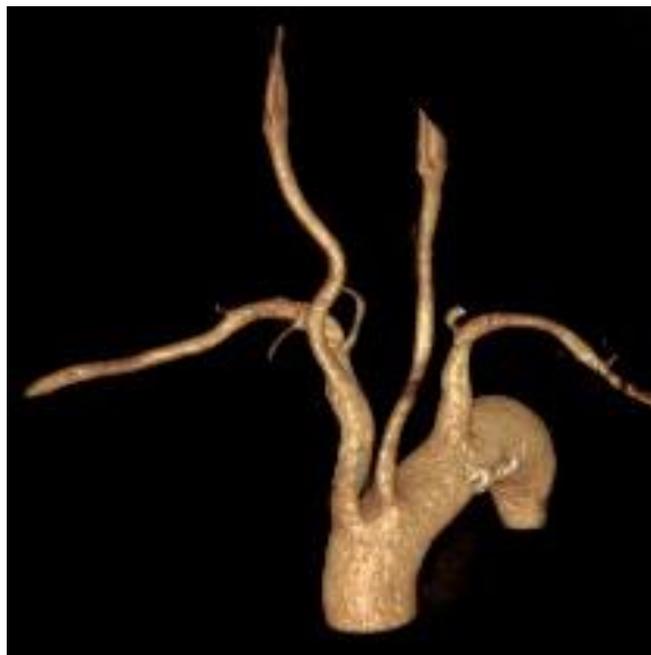
En relación a las variantes anatómicas del arco aórtico identificadas, el 83% (n=424) de casos presento una clasificación grado I de Natsis, seguido del grado II en el 12.9% (n=66) y grado III en el 3.7% (n=19). Escasamente se identificaron grados VI y VII ambos con 0.2% (n=1).

**Tabla 4. Distribución de variantes anatómicas aórticas identificadas en la tomografía computada multicorte en fase arterial**

		Recuento	% de N columnas
HALLAZGO VARIANTES	I	424	83.0%
	II	66	12.9%
	III	19	3.7%
	VI	1	0.2%
	VII	1	0.2%

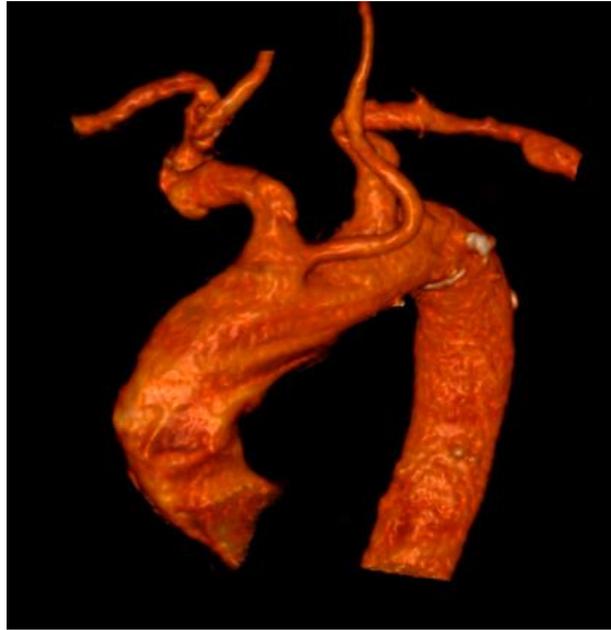
Fuente. Base de datos TAC arterial población del HRAE "Ciudad Salud"

**Gráfico 4. Reconstrucción volumétrica en 3d donde se observa la distribución clásica de los vasos supraaórticos o tipo I de Natsis.**



Fuente. Imágenes obtenidas del PACS de los datos de este estudio.

**Gráfico 5. Reconstrucción volumétrica en 3d donde se observa la distribución tipo II de Natsis.**



Fuente. Imágenes obtenidas del PACS de los datos de este estudio.

**Gráfico 6. Reconstrucción volumétrica en 3D (vista posterior) donde se observa la distribución tipo III de**



Fuente. Imágenes obtenidas del PACS de los datos de este estudio.

Como hallazgos adicionales, se identificó aterosclerosis en el 97.5% (n=498) de la población, así como otros diagnósticos menos frecuentes como aneurisma, cardiopatías congénitas y otras en menos del 1% de la población.

**Tabla 9. Hallazgos diagnóstico adicionales en la población bajo tomografía computada multicorte en fase arterial**

		Recuento	% de N columnas
HALLAZGO ADICIONAL	ATEROESCLEROSIS	498	97.5%
	NINGUNO	5	1.0%
	ANEURISMA FUSIFORME	2	0.4%
	CARDIOPATIA CONGENITA	1	0.2%
	DISECCION DEL ARCO AORTICO	1	0.2%
	HEMATOMA INTRAMURAL DE LA CAROTIDA COMUN IZQUIERDA	1	0.2%
	PLACA DE ATEROMA ARCO AORTICO	1	0.2%
	TETRALOGIA DE FALLOT	1	0.2%
	TROMBOEMBOLISMO PULMONAR	1	0.2%

Fuente. Base de datos TAC arterial población del HRAE "Ciudad Salud"

Finalmente, se realizó un análisis bivariado para determinar si los hallazgos y el perfil demográfico tenían relación con la presencia de variantes anatómicas. observando que el 99.3% de casos considerados "sin anomalías o sin hallazgos adicionales" fue la población que más presento la descripción clásica tipo I de la clasificación de Natsis, es decir, la población normal, presenta la variación habitual. El grupo de tipo II de la clasificación de Natsis, presento además aterosclerosis en el 97% de su grupo y el tipo III se identificó también diagnósticos como cardiopatía congénita en el 5.3% de su grupos y aterosclerosis en el mismo porcentaje. El perfil demográfico no presento significancia estadística que se relacionara con las variantes aorticas.

**Tabla 10. Análisis bivariado en las características demográficas y diagnóstica en la población bajo tomografía computada multicorte en fase arterial según las variantes anatómicas identificadas**

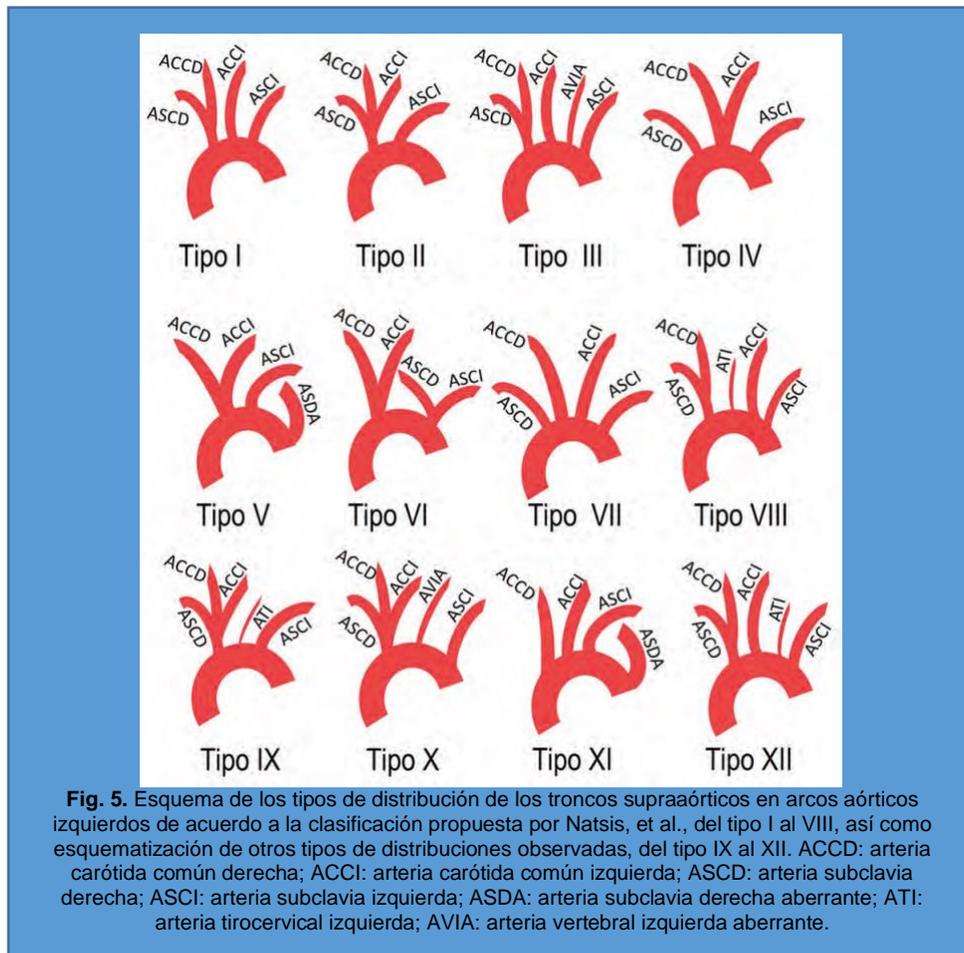
		HALLAZGO VARIANTES									
		I		II		III		VI		VII	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Gpo edad P 0.853	20 a 29	11	2.6%	3	4.5%	3	15.8%	0	0.0%	0	0.0%
	30 a 39	27	6.4%	3	4.5%	2	10.5%	0	0.0%	0	0.0%
	40 a 49	104	24.5%	16	24.2%	3	15.8%	0	0.0%	1	100.0%
	50 a 59	113	26.7%	14	21.2%	7	36.8%	1	100.0%	0	0.0%
	60 a 69	101	23.8%	17	25.8%	3	15.8%	0	0.0%	0	0.0%
	70 y mas	65	15.3%	13	19.7%	1	5.3%	0	0.0%	0	0.0%
	Menor de 20	3	0.7%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
IMC P 0.547	Normal	170	40.1%	30	45.5%	6	31.6%	0	0.0%	1	100.0%
	Obesidad	133	31.4%	16	24.2%	5	26.3%	0	0.0%	0	0.0%
	Sobrepeso	121	28.5%	20	30.3%	8	42.1%	1	100.0%	0	0.0%
SEXO P 0.869		1	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	FEMENINO	292	68.9%	47	71.2%	15	78.9%	0	0.0%	1	100.0%
	MASCULINO	131	30.9%	19	28.8%	4	21.1%	1	100.0%	0	0.0%
HALLAZGO ADICIONAL P 0.000	ATEROESCLEROSIS	421	99.3%	64	97%	17	89.5%	1	100.0%	0	0.0%
	ANEURISMA FUSIFORME	1	0.2%	1	1.5%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	DISECCIÓN DEL ARCO AÓRTICO	1	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	TETRALOGÍA DE FALLOT	1	0.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	CARDIOPATÍA CONGÉNITA	0	0.0%	0	0.0%	1	5.3%	0	0.0%	0	0.0%
	HEMATOMA INTRAMURAL DE LA CARÓTIDA COMÚN IZQUIERDA	0	0.0%	0	0.0%	1	5.3%	0	0.0%	0	0.0%
	PLACA DE ATEROMA ARCO AÓRTICO	0	0.0%	1	1.5%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	TROMBOEMBOLISMO PULMONAR	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	100.0%

Fuente. Base de datos TAC arterial población del HRAE "Ciudad Salud"

## 9. DISCUSIÓN

No obstante que existe una gran variabilidad en cuanto a la frecuencia de la configuración anatómica del tronco supra aórtico en el contexto de variantes anatómicas, Huapaya *et al.*, (2015) mencionan que se ha reportado entre un 6 a un 49% en varios países y estudios<sup>9</sup>. Nuestra población como se ha referido, presenta de manera habitual la configuración de tipo I según la clasificación de Natsis en la distribución y prevalencia de variante anatómica habitual.

Como bien se refiere por Natsis se han realizado reconstrucciones multiplanares y tridimensionales, categorizando los hallazgos vasculares mediante la clasificación como se muestra en la imagen (Fig. 5)<sup>10</sup> de lo cual podemos constatar que la principal configuración del arco aórtico fue el más prevalente en nuestra población.



Como se ha identificado, nuestra población parece tener una relación entre la presencia de aterosclerosis y las variaciones en tipo II y III, en estudios como el de Donnelly *et al.*, (2002) se ha descrito que las variaciones de la ramificación del arco aórtico suelen ser asintomáticas y detectadas de forma incidental mediante exámenes radiológicos realizados por otras causas<sup>11</sup>.

Además, Alper *et al.*, (2006) describieron que la detección de estas variaciones es importante en términos de prevención de complicaciones asociadas con cirugías o procedimientos intervencionistas endovasculares de la aorta y sus ramas, así como cirugías torácicas o de cabeza y cuello<sup>12</sup>. A considerar en nuestra población, se observó que la relación con aterosclerosis debe mantener alerta a la población médica para este tipo de procedimientos que bien pudieran tener relación con variantes anatómicas no esperadas.

De acuerdo a nuestros hallazgos, en el estudio realizado por Karacan *et al.*, (2014) en un total de 1000 pacientes con arco aórtico izquierdo normal a los que se les realizó una angiografía por tomografía computarizada. De los 1000 pacientes, el 79,2% tenía un patrón de ramificación del arco aórtico normal -tipo 1- y el 20,8% tenía variaciones. La frecuencia de tipo 2 variación braquiocefálica y carótida común izquierda con origen en el arco aórtico en un tronco común fue del 14,1%, la de tipo 3 con origen en el arco aórtico de la arteria vertebral izquierda fue del 4,1%.<sup>16</sup>.

No obstante en la descripción de Gómez *et al.*, (2019) en su estudio revisaron 675 estudios de tomografía. Categorizaron los hallazgos vasculares mediante la clasificación hecha por Natsis. Los autores a diferencia de nuestra población, identificaron diez tipos distintos de distribución de los troncos supraaórticos en los arcos aórticos izquierdos, así como un tipo de distribución supraaórtica en los arcos aórticos derechos. El tipo I o clásico (tronco braquiocefálico, arteria carótida común izquierda y arteria subclavia izquierda, en una distribución de derecha a

izquierda, respectivamente fue el de mayor frecuencia, con 435 casos (64.4%), por lo que se determina que un 35.6% de la población contrario a nuestros hallazgos, no presentó una distribución clásica de las ramas supraaórticas. El tipo II caracterizado por 2 ramas supraaórticas con 184 casos (27.3%). El tipo III se observó en 38 casos (5.6%). Se identificaron 10 casos (1.5%) de arterias subclavias derechas aberrantes. Y como nueva distribución observada el tipo XI (arteria carótida común derecha [ACCD], ACCI, ASCI y ASDA) en 4 casos (0.59%). distribuciones no descritas y observadas en el presente estudio son el tipo IX; (que consistió en un tronco bovino, arteria tirocervical izquierda [ATI] y ASCI), el tipo X (tronco bovino, AVIA y ASCI) y el tipo XII (TB, ACCI, ATI y ASCI). Se observó 1 caso (0.15%) del tipo IX, 1 caso (0.15%) del tipo X y 2 casos (0.3%) del tipo XII<sup>15</sup>.

## **10. CONCLUSIONES**

Las variantes anatómicas de los vasos supra aórticos se presentarán como hallazgo incidental en menos del 20% de los estudios por tomografía computada multicorte en fase arterial en la población del HRAE “Ciudad Salud”. A resaltar que la población en nuestros hallazgos, presentó una distribución clásica de las ramas supraaórticas con el tipo I o clásico (tronco braquiocefálico, arteria carótida común izquierda y arteria subclavia izquierda, en una distribución de derecha a izquierda, de la clasificación de Natsis.

Se realizó la evaluación entre la correlación de los hallazgos por grupo de género y grupo etario con las variantes anatómicas sin embargo no se identificó relación estadísticamente significativa.

Cabe destacar que los resultados obtenidos indican una relación entre la presencia de aterosclerosis y las variantes anatómicas tipo II y III de la clasificación de Natsis entre los individuos de nuestra población

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Mustafa AG, Allouh MZ, Ghaida JH, et al. Branching patterns of the aortic arch: a computed tomography angiography-based study. *Surg Radiol Anat.* 2017; 39(3): 235–242.
2. Alsaif H, Ramadan W. An anatomical study of the aortic arch variations. *JKAU Med Sci.* 2010; 17(2): 37–54.
3. Kahn C, MacNeil M, Fanola C, et al. Complex arterial patterning in an anatomical donor. *Transl Res Anat.* 2018; 12: 11–19.
4. Vučurević G, Marinković S, Puškaš L, et al. Anatomy and radiology of the variations of aortic arch branches in 1,266 patients. *Folia Morphol.* 2013; 72(2): 113–122.
5. Shiva Kumar GL, Pamidi N, Somayaji SN, et al. Anomalous branching pattern of the aortic arch and its clinical applications. *Singapore Med J.* 2010; 51(11): e182–e183.
6. Natsis K, Tsitouridis I, Didagelos M, et al. Variaciones anatómicas en las ramas del arco aórtico humano en 633 angiografías: significado clínico y revisión de la literatura . *Surg Radiol Anat* 2009; 31 :319–323.
7. C St Gielecki J, Wilk R, Syc B. Digital-image analysis of the aortic arch's development and its variations. *Folia Morphol.* 2004; 63: 449–454,
8. TValsecchi O, Vassileva A, Musumeci G, et al. Failure of transradial approach during coronary interventions: anatomic considerations. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2006; 67(6): 870–878.
9. Huapaya JA, Chávez-Trujillo K, Trelles M, Dueñas Carbajal R, Ferrandiz Espadin R. Anatomic variations of the branches of the aortic arch in a Peruvian population. *Medwave.* 2015;15(6):e6194.
10. Natsis KI, Tsitouridis IA, Didagelos MV, Fillipidis AA, Vlasias KG, Tsikaras PD. Anatomical variations in the branches of the human aortic arch in 633 angiographies: Clinical significance and literature review. *Surg Radiol Anat.* 2009;31(5):319-23.
11. Donnelly LF, Fleck RJ, Pacharn P, Ziegler MA, Fricke BL, Cotton RT. Aberrant subclavian arteries: cross-sectional imaging findings in infants and children

- referred for evaluation of extrinsic airway compression. *Am J Roentgenol* 2002; 178: 1269–1274.
12. Alper F, Akgun M, Kantarci M, et al. Demonstration of vascular abnormalities compressing esophagus by MDCT: special focus on dysphagia lusoria. *Eur J Radiol* 2006; 59: 82–87.
  13. Tu" rkvatan A, Bu"yu" kbayraktar FG, Olc,er T, Cumhuri T. Multidetector computed tomographic angiography of aberrant subclavian arteries. *Vasc Med* 2009; 4: 5–11.
  14. Lee EY, Siegel MJ, Hildebolt CF, Gutierrez FR, Bhalla S, Fallah JH. MDCT evaluation of thoracic aortic anomalies in pediatric patients and young adults: comparison of axial, multiplanar, and 3D images. *Am J Roentgenol* 2004; 182: 777–784.
  15. Karacan A, Rkvatan T, Keziban K. Anatomical variations of aortic arch branching: evaluation with computed tomographic angiography. *Cardiology in the Young* (2014), 24, 485–493.
  16. Boyacı N, Dokumacı Şen D, Karakaş E, Yıldız S, Cece H, Kocarslan A, et al. Multidetector computed tomography evaluation of aortic arch and branching variants. *Turk Gogus Kalp Dama* 2015;23:051-057.
  17. Gómez-Castro1\*, Piña-Moneda, Granados-Sandoval y cols. Anatomía variante del arco aórtico y troncos supraaórticos, análisis de su expresión morfológica por TCMD. *Anales de Radiología México*. 2019;18:76-83.
  18. Laura Solis, Leah Bittles, Omid B. Rahimi, Linda Y. Johnson, Alan Y. Sakaguchi, Annette Y. Occhialini, Rekha Kar. A cadaveric study of the aortic arch branching patterns. *The FASEB Journal*, 34: 1-1.
  19. Kau T, Sinzig M, Gasser J, Lesnik G, Rabitsch E, Celedin S, Eicher W, Illiasch H, Hausegger KA. Aortic development and anomalies. *Semin Intervent Radiol*. 2007 Jun;24(2):141-52. doi: 10.1055/s-2007-980040. PMID: 21326792; PMCID: PMC3036416.
  20. Bae SB, Kang EJ, Choo KS, Lee J, Kim SH, Lim KJ, Kwon H. Aortic Arch Variants and Anomalies: Embryology, Imaging Findings, and Clinical Considerations. *J Cardiovasc Imaging*. 2022 Oct;30(4):231-262.

21. Kate Hanneman, Beverley Newman, and Frandics Chan. Congenital Variants and Anomalies of the Aortic Arch. *RadioGraphics* 2017 37:1, 32-51.
22. Priya S, Thomas R, Nagpal P, Sharma A, Steigner M. Congenital anomalies of the aortic arch. *Cardiovasc Diagn Ther.* 2018 Apr;8(Suppl 1):S26-S44. doi: 10.21037/cdt.2017.10.15. PMID: 29850417; PMCID: PMC5949580.
23. Murray, A., Meguid, E.A. Anatomical variation in the branching pattern of the aortic arch: a literature review. *Ir J Med Sci* (2022).
24. Ece Onrat, Işılısu Ezgi Uluişik, Gursel Ortug. The left vertebral artery arising directly from the aortic arch. *Translational Research in Anatomy* 24 (2021) 100122.
25. Pasaoglu Lale, Ugur Toprak, Gökhan YagJz, Tunca Kaya, and SadJk Ahmet UyanJk. Variations in the Branching Pattern of the Aortic Arch Detected with Computerized Tomography Angiography. *Advances in Radiology*, Volume 2014, Article ID 969728, 6 pages.
26. Vijay Abraham, Abraham Mathew, Vijit Cherian, Sudhakar Chandran, George Mathew. Aberrant subclavian artery: Anatomical curiosity or clinical entity. *International Journal of Surgery* 7 (2009) 106–109.
27. J Süleyman Sezai Yıldız, Mutlu Cagan Sumerkan, Ahmet Gurdal, Muzaffer Basak. Bovine aortic arch and idiopathic pulmonary artery aneurysm associated with bronchial compression. *International Journal of the Cardiovascular Academy* 1 (2015) 50–52.
28. Luis García-Gueretaa, Estefanía García-Cerroa, Montserrat Bret-Zuritab. Multidetector Computed Tomography for Congenital Anomalies of the Aortic Arch: Vascular Rings. *RevEspCardiol.* 2016;69(7):681–693.