



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

SECRETARÍA DE SALUD

HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO “DR. EDUARDO LICEAGA”

IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

**MARCADORES POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA DE HIPERTENSIÓN
ARTERIAL PULMONAR Y SU CORRELACIÓN CON LA PRESIÓN DE ARTERIA
PULMONAR MEDIDA POR CATETERISMO CARDÍACO DERECHO.**

T E S I S D E P O S G R A D O

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

**P R E S E N T A:
MIGUEL ÁNGEL REYES CALDELAS**

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

**ASESOR DE TESIS
DR. ERNESTO ROLDÁN VALADÉZ
INVESTIGADOR EN CIENCIAS MÉDICAS. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL DE MEXICO “DR EDUARDO LICEAGA”**

CIUDAD DE MÉXICO, JULIO DE 2019





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.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS _____	4
RESUMEN _____	5
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS _____	6
ANTECEDENTES _____	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA _____	11
JUSTIFICACIÓN _____	11
HIPÓTESIS _____	12
OBJETIVOS _____	12
Objetivo general _____	12
Objetivos específicos _____	12
METODOLOGÍA _____	13
Tipo y diseño de estudio _____	13
Población _____	13
Tamaño de la muestra _____	13
Criterios de inclusión, exclusión y eliminación _____	14
Definición de las variables _____	15
Procedimiento _____	16
Análisis estadístico _____	16
RESULTADOS _____	17
DISCUSIÓN _____	24
CONCLUSION _____	26
REFERENCIAS _____	27
ANEXOS _____	30

FIGURAS

Figura 1	21
Figura 2	22
Figura 3	23
Figura 4	24

TABLAS

Tabla 1	17
Tabla 2	18
Tabla 3	19
Tabla 4	20
Tabla 5	21
Tabla 6	22
Tabla 7	23

ILUSTRACIONES

Ilustración 1	31
Ilustración 2	32

AGRADECIMIENTOS

A mis papas, hermanos, Ángela, amigos, mentores y profesores.

RESUMEN

Objetivos. Correlacionar los marcadores por angiotomografía con el grado de severidad de hipertensión arterial pulmonar expresada en milímetros de Mercurio (mmHg) de pacientes en el grupo 1.

Metodología. El estudio es de tipo analítico, observacional, transversal y retrospectivo. Se seleccionaron expedientes de pacientes con hipertensión arterial pulmonar diagnosticada por cateterismo cardiaco derecho, mayores de 18 años, del grupo 1 y que tuvieran angiotomografía de tórax. Se realizaron las medidas y se correlacionaron con las presión media de la arteria pulmonar.

Resultados. De los 53 pacientes el 83% fueron mujeres y el 17% hombres. El 73.6% tuvieron una presión media de la arteria pulmonar de 45 mmHg. El 88% tenían un diámetro de la arteria pulmonar de 29mm o más y hasta el 43.4% por encima de los 40 mm. En promedio se obtuvo un diámetro de la arteria pulmonar de 38.77 con una desviación estándar de 8.72, diámetro de la aorta ascendente de 26.81 y desviación estándar de 5.06, relación de la aorta ascendente y la arteria pulmonar de 1.47 con una desviación estándar de 0.37. La presión media de la arteria pulmonar en promedio fue de 57.36 con una desviación estandar de 18.64. Se encontró una correlación positiva entre la aorta ascendente y la arteria pulmonar de 34.2% y con un valor de $p = 0.12$. La arteria pulmonar tiene una relación positiva con la relación Ao/AP de 67% con un valor de $p < 0.001$. Con una corrección de la edad la correlación que mostró mayor significancia fue el diámetro de la arteria pulmonar $r = 0.244$ y $p = 0.081$ con una correlación de 8.5%. El signo del huevo y del banano no mostró significancia estadística.

Conclusiones. Recomendamos darle un mayor valor a el marcador de la relación Ao/AP que al diámetro de la arteria pulmonar y que al signo del huevo y el banano en pacientes con hipertensión arterial pulmonar correspondientes al grupo 1.

Palabras clave: Hipertensión arterial pulmonar, angiotomografía computada, arteria pulmonar.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

mPAP	Presión media de la arteria pulmonar
HAP	Hipertensión arterial pulmonar
AP	Arteria pulmonar
Ao	Aorta ascendente
Ao/AP	Relación de la aorta ascendente y la arteria pulmonar
TC	Tomografía computada
ROC	Característica operativa del receptor
PACS	Sistema computarizado para el archivado digital de imágenes médicas

ANTECEDENTES

La hipertensión pulmonar es un diverso grupo de entidades que afectan la vasculatura pulmonar y que secundariamente pueden afectar el corazón derecho. (1) Se define como una presión arterial pulmonar media de 25 mm Hg o más, determinada por un cateterismo de corazón derecho, y clasificándose con ayuda del gasto cardíaco y presión pulmonar capilar en cuña en 5 grupos que comparten características patológicas, hemodinámicas y de tratamiento. (1) Estos grupos, descritos desde 1998 por la Organización Mundial de la Salud, y actualizados por última vez en Niza, Francia en el 2013 comprenden: grupo 1 (hipertensión arterial pulmonar (HAP)), grupo 2 (HAP secundaria a enfermedad de corazón izquierdo), grupo 3 (HAP secundaria a enfermedad pulmonar difusa o hipoxia crónica), grupo 4 (HAP por tromboembolia crónica) y el grupo 5 (HAP de causa no conocida o múltiples mecanismos). (2,3) Recordar que los pacientes del grupo 1 de larga evolución presentan habitualmente trombosis in situ de la arteria pulmonar.(3)

Se debe reservar el término hipertensión arterial pulmonar a los casos que encajan en el grupo 1, además de que la HAP idiopática es diagnóstica solo en la ausencia de cualquier otra causa de HAP y en la ausencia de cualquier hallazgo mediastinal o pulmonar que pueda causar HAP. (3) La prevalencia estimada de la HAP a nivel mundial es de 30 a 50 casos por millón de habitantes en población adulta, en México no se tienen datos específicos sobre prevalencia. (4) Se ha reportado una relación mujer:hombre de 4 a 1 con una media de edad de 50 años, siendo las mujeres jóvenes las que presentan mayor supervivencia. (4) El útil recordar que el tipo más frecuente de HAP es el secundario a enfermedad de corazón izquierdo (Grupo 2).

Por lo anterior, la radiografía de tórax nos es muy útil en la temprana identificación de estos pacientes debido a los cambios característicos en las arterias pulmonares, con dilatación, y en la aurícula y ventrículo derechos por crecimiento. La vasculatura pulmonar periférica puede observarse oculta.(3) La radiografía es anormal en el 90% de los pacientes al momento de hacer el diagnóstico en el caso de pacientes con hipertensión pulmonar idiopática.(3) Pueden llegar a identificarse anomalías en el parénquima pulmonar secundario a esclerosis sistémica, enfisema o enfermedad pulmonar difusa. Esta es una prueba inicial adecuada en la evaluación con disnea no explicada o síntomas que pueden atribuirse a hipertensión pulmonar. Sin embargo la tele de tórax es poco sensible en la identificación de pacientes con leve a moderada hipertensión pulmonar, por lo que

es enlistada como la tercer prueba diagnóstica a realizar después del ecocardiograma y el cateterismo según las guías del Colegio Americano de Radiología (ACR). (5)

La ecocardiografía transtorácica bidimensional y Doppler es la prueba no invasiva más comunmente usada en estimar presiones de la arteria pulmonar y evaluar la función cardaca en la hipertensión pulmonar, siendo muy útil com prueba de screening , antecedente familiar de HAP, cardiopatía congénita, cortocircuitos sistémico pulmonares, hipertensión portal o enfermedades sistémicas asociadas a hipertensión pulmonar. Sin embargo es pobre en evaluar toda la vasculatura pulmonar. Efectivamente determinar si la causa de la hipertensión pulmonar es secundaria al corazón izquierdo o por cardiopatía congénita.(6) Esto se logra através de la ecuación modificada de Bernoulli, midiendo la velocidad pico del jet de regurgitación trcuspidea. Para la detección de hipertensión pulmonar moderada se tiene una sensibilidad del 79 a 100% y una especificidad del 68 al 98%.(3,7)

El Gammagrama Ventilación/Perfusión es particularmente útil en la evaluación de pacientes con sospecha de HAP secundaria a enfermedad tromboembólica crónica (Grupo 4), la cual ocurre en el 3.8% de los pacientes con un episodio inicial de tromboembolia pulmonar aguda. Debido a la significativa mejoria de los pacientes mediante la endarterectomía, el diagnóstico preciso es imperativo. Tiene una sensibilidad mayor al 96% y una especificidad mayor al 90% usando los criterios modificados PIOPED. Puede ser excluida con una sensibilidad entre el 90 al 100% y una especificidad del 94 al 100% si el estudio es normal o de baja probabilidad.

La tomografía computada en sus diferentes técnicas (simple y angiotomografía), es útil en la evaluación de pacientes con disnea y de pacientes con enfermedad pulmonar difusa y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. También es útil en la detección de malformaciones arteriovenosas, enfermedad pulmonar venooclusiva y hemangiomas capilar pulmonar. La angiotomografía es el estudio de elección en la detección de enfermedad tromboembólica debido a su disponibilidad, evaluación de la vascularidad arterial pulmonar. Nuevos equipos de tomografía con tecnología DUAL-ENERGY (dos tubos de rayos-x emitiendo la radiación) o la recientemente desarrollada SPECTRAL CT (doble capa de detectores detectando diferentes kilovoltajes provenientes de una sola fuente de energía) permiten obtener mayor información sobre las propiedades de los tejidos permitiendo la adquisición de mapas de perfusión y volumen sanguíneo del parénquima pulmonar con resultados prometedores. (8–10)

Dentro de la caracterización de la severidad de la hipertensión pulmonar se ha observado la dilatación del tronco principal de la arteria pulmonar y de las arterias pulmonares izquierdas de forma principal, además de otros como la dilatación del ventrículo derecho con hipertrofia, aplanamiento o concavidad del septo interventricular, reflujo del medio de contraste a las venas suprahepáticas como hallazgos adicionales. Se considera una arteria pulmonar aumentada de tamaño cuando supera los 29 mm en un plano axial a nivel de la bifurcación, ortogonal al eje largo del vaso.(3) Datos del estudio Framingham indican que el diámetro normal del tronco de la arteria pulmonar es de 25.1 mas menos 2.8 mm, siendo el punto de corte en el 90% de 29 mm en hombres y 27 mm en mujeres. (1) Se define como aneurisma de la arteria pulmonar cuando el diámetro es mayor a 40 mm. (11–13)

En un estudio de 100 controles con una presión media de la arteria pulmonar menor a 25 mm Hg y casi 300 sujetos con una presión media de la arteria pulmonar mayor a 25 mm Hg, Mahammendi y colaboradores concluyeron que el diámetro medio en pacientes sin hipertensión pulmonar es de 25.7 mas menos 0.4 mm en mujeres y de 27.5 mas menos 0.5 mm en hombres, con un umbral de 29.0 mm con una sensibilidad de 52% y especificidad de 90% para la predicción de una presión media de la arteria pulmonar mayor a 25 mm Hg. Además de que en pacientes con fibrosis quística ha tenido un adecuado desempeño correlacionando con el grado de hipertensión arterial pulmonar. (14,15)

El signo del huevo y el banano (16) se utilizó en un estudio de 186 pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar por cateterismo derecho para determinar si era un marcador sensible y específico para la determinación de hipertensión arterial pulmonar, sin especificar el grupo. Este se define como la visualización de la arteria pulmonar a nivel del cayado aórtico. Con una especificidad de 85% y un valor predictivo positivo del 85%, estuvo asociado a una presión arterial pulmonar más alta, un diámetro mayor de la arteria pulmonar y un incremento en la relación de la relación del diámetro de la arteria pulmonar y la aorta ascendente.

Otro método para determinar hipertensión arterial pulmonar es midiendo el diámetro de la arteria pulmonar y comparándolo con el de aorta ascendente,(7) el cual se observó en el estudio Framingham de 0.77 mas menos 0.09, con un punto de corte de 90% de 0.9 tanto en hombres y mujeres. Mahammendi y colaboradores reportaron que una relación mayor a 1.0 tenía una sensibilidad de 70.8% y una especificidad de 76.5% en predecir una

presión media de la arteria pulmonar mayor a 25 mm Hg. El problema en usar medidas con la aorta ascendente es que enfermedades independientes a la hipertensión pulmonar pueden causar dilatación de la aorta ascendente. Un aumento en el diámetro de la arteria pulmonar, ventrículo derecho, relación de arteria pulmonar/aorta ascendente y relación interventricular se ha correlacionado un incremento en las resistencias pulmonares en pacientes con hipertensión pulmonar secundaria a esclerosis sistémica (Grupo 1). Kam y colaboradores reportaron que pacientes en el grupo 2 tenían diámetros más grandes de la arteria pulmonar más grandes que aquellos sin hipertensión pulmonar (leve a moderado 34.9 mas menos 1.0 mm; severo 38.3 mas menos 0.9 mm; vs sin HP 27.4 mas menos 0.9 mm). Iyer y colaboradores reportaron que pacientes en el grupo 3 tienen un incremento en la arteria pulmonar y en la relación con la aorta ascendente, con una relación mayor a 1.0 como la más fuerte correlacionando con un incremento en la presión sistólica de la arteria pulmonar. Se debe tomar precaución usando el diámetro de la arteria pulmonar ya que esta puede ocurrir en ausencia de hipertensión pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar crónica (20)

Otros hallazgos descritos ha sido el incremento en la relación arteria/bronquio mayor a 1:1 en 3 o más lóbulos pulmonares, aumentado la especificidad del diagnóstico de hipertensión pulmonar, la calcificación de las paredes vista con mayor frecuencia en pacientes con defectos atriales de larga evolución y fenómeno de Eisenmenger, así como el patrón en mosaico en pacientes del grupo 4. (17,18) En estos últimos pacientes del grupo 4, se ha propuesto un sistema de punción por tomografía computada a razón de funcionar como índice de cambios hemodinámicos, con buenos resultados. (19)

Qanadli y Mastora desarrollarán índices para cuantificar el grado de obstrucción en pacientes del grupo 4, estos índices no correlacionan con la función ventricular derecha o resistencia pulmonar in estos pacientes. El diámetro de la arteria pulmonar, la relación de los diámetros del ventrículo derecho entre el izquierdo y el grosor de la pared del ventrículo derecho si correlacionan con la presión arterial pulmonar media en pacientes del grupo 4. (20)

La resonancia magnética es de los mejores métodos para evaluar la función ventricular, tamaño y morfología, además de que es muy útil para evaluar la efectividad al tratamiento. (21)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a que el gold estándar en la determinación de hipertensión arterial pulmonar es el cateterismo de la arteria pulmonar para la determinación de la presión en cuña de la misma, en muchos pacientes no se establece el diagnóstico por este método o si se hace es en forma tardía. El protocolo diagnóstico en los casos en los que la causa no sea justificada de forma temprana, comienza de forma escalonada teniendo en cuenta en el grado de invasión de las pruebas diagnósticas, siendo la angiogramía un estudio de segunda línea de investigación. Este puede determinar causas precisas y sugerir la existencia de hipertensión arterial pulmonar por la presencia de diversos signos descritos. Sin embargo, la asociación de signos y medidas se ha relacionado en pocas veces con los grupos de hipertensión pulmonar de forma independientes, y de forma más aislada, con las presiones en cuña de las arterias pulmonares.

JUSTIFICACIÓN

Determinar y describir por primera vez los marcadores por angiogramía de pacientes con hipertensión arterial pulmonar del grupo 1 y su correlación con la presión de la arteria pulmonar medida por cateterismo cardiaco derecho. Esto debido a que no todos los pacientes en protocolo diagnóstico de hipertensión arteria pulmonar cuentan con acceso de forma inmediata a un cateterismo cardiaco derecho para establecer el diagnóstico y graduarlo por severidad según la medida de la presión. La angiogramía es un recurso ampliamente difundido a través de la mayor parte de poblaciones mayores a 100, 000 habitantes en america latina, y la interpretación realizada por un radiologo no representa dificultades para estimar la presencia o no de hipertensión pulmonar basándose solamente en el diámetro de la arteria pulmonar, pero esta medida carece de un carácter cuantitativo según diversos estudios realizados en pacientes que incluyen los 5 grupos de hipertensión arteria pulmonar. Los 5 grupos comprenden características fisiopatológicas diferentes, por lo que no necesariamente el grado de severidad clínico y de presión correlaciona con el grado de distensión de la arteria expresado en milímetros. A través de la presente investigación se espera no solamente demostrar una relación directamente proporcional, si no tener los marcadores necesarios por angiogramía para poder llegar a establecer una escala de severidad según los marcadores analizados. Los resultados

de la presente investigación también tienen como propósito alimentar bases de datos que teienen como objetivo la automatización mediante herramientas de software basado en inteligencia artificial para la detección de pacientes con hipertensión pulmonar en estudios de angiotomografía de tórax realizados por cualquier otra indicación. Los pacientes con hipertensión pulmonar se beneficiarian de una terapéutica de instauración temprana para mejorar la sobrevida y disminuir costos en la atención.

HIPÓTESIS

Los diámetros de la arteria pulmonar, el diámetro de la aorta ascendente y el signo del huevo y el banano, son biomarcadores por angiotomografía que correlacionan de forma directamente proporcional y con una magnitud mayor al 50% con la severidad de la hipertensión arterial expresada en mmHg de pacientes clasificados en el grupo 1.

OBJETIVOS

Objetivo general

Correlacionar los marcadores por angiotomografía con el grado de severidad de hipertensión arterial pulmonar expresada en mmHg de pacientes en el grupo 1.

Objetivos específicos

Encontrar los parámetros para poder estimar el grado de severidad de hipertensión arterial pulmonar por angiotomografía.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño de estudio

Estudio descriptivo, observacional, transversal y retrospectivo.

Población

Se estudiarán expedientes de pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar mediante cateterismo, pertenecientes a la clínica de hipertensión arterial pulmonar de la unidad de Neumología del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga", con edades desde los 18 años en adelante, en un lapso comprendido desde enero del 2011 hasta noviembre del 2018.

Tamaño de la muestra

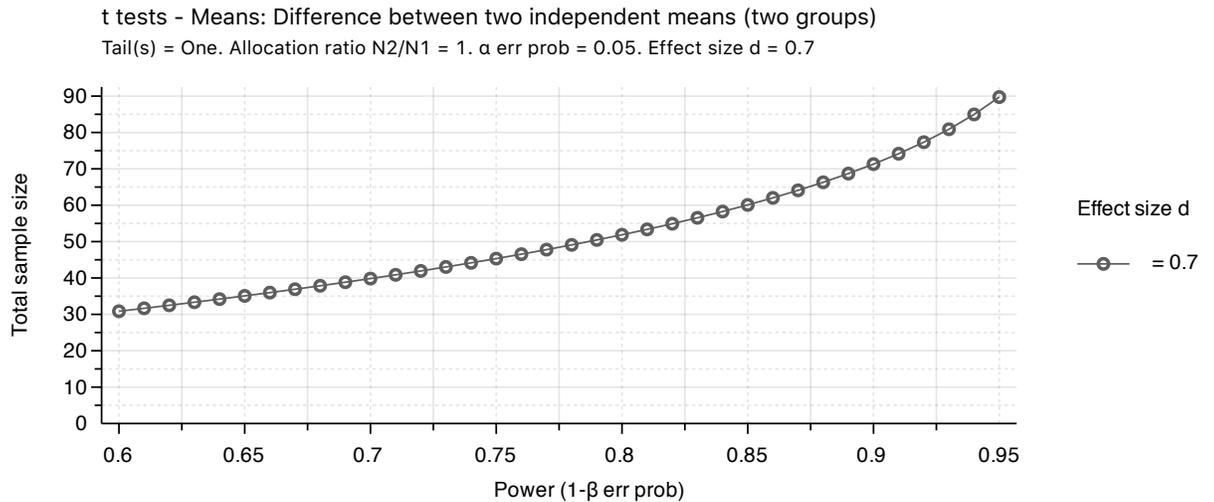
Su utilizó el software G*Power para la modalidad de comparación promedios, utilizando la información del artículo de Kam et al. Obteniéndose el siguiente cálculo:

t tests - Means: Difference between two independent means (two groups)

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input:	Tail(s)	=	One
	Effect size d	=	0.7
	α err prob	=	0.05
	Power (1- β err prob)	=	0.8
	Allocation ratio N2/N1	=	1
Output:	Noncentrality parameter δ	=	2.5238859
	Critical t	=	1.6759050
	Df	=	50
	Sample size group 1	=	26
	Sample size group 2	=	26

Total sample size = 52
Actual power = 0.8008442



Su obtendrá una muestra total de 52 expedientes.

Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

Criterios de inclusión: expedientes de pacientes mayores a 18 años con cateterismo de la arteria pulmonar con presión por encima de 25 mmHg, angiotomografía y agrupado dentro del grupo 1.

Criterios de exclusión: expedientes de pacientes menores a 18 años y no tener diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar por cateterismo.

Criterios de eliminación: expedientes de pacientes mayores de 18 años diagnosticado por cateterismo sin angiotomografía.

Definición de las variables

Tabla de operacionalización de las variables

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valores
		Cualitativa o cuantitativa	Ordinal / Continua / Nominal / Dicotica	
HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR		Cualitativa	Binominal	0 – SIN HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR 1 – CON HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR
DIÁMETRO DE LA ARTERIA PULMONAR	Diámetro del tronco principal de la arteria pulmonar en un corte axial de tomografía computada contrastada a nivel de la ventana aortopulmonar desde el borde interno de las paredes.	Cualitativa	Ordinal	0 – 0 a 29.9 mm NORMAL 1 – 30.0 a 39.9 mm SUGESTIVO DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR 2 – 40.0 en adelante ANEURISMA DE LA ARTERIA PULMONAR
RELACIÓN DE LA AORTA Y DE LA ARTERIA PULMONAR	Cociente	Cualitativa	Ordinal	0 – 0 a 0.99 NORMAL 1 – 1.0 en adelante SUGESTIVO DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR
PRESIÓN MEDIA DE LA ARTERIA PULMONAR	Medida de presión expresado en milímetros de Mercurio (mmHg) de la arteria pulmonar en su tronco principal y obtenida a través de un cateterismo cardiaco derecho.	Cualitativa	Ordinal	0 – 0 a 25 mmHG NORMAL 1 – 25.1 en adelante HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR
SIGNO DEL HUEVO Y EL	Dato generado a partir de observar la arteria	Cualitativa	Binominal	0 – AUSENTE

BANANO	pulmonar en un corte axial por tomografía axial computada contrastada al mismo nivel que el aspecto más caudal del cayado aórtico			1 - PRESENTE
EDAD	Tiempo que ha vivido un individuo desde su nacimiento	Cuantitativa	Discreta	0 al 100
GÉNERO	Categoría de individuos que poseen las mismas características genitales	Cualitativa	Binominal	0 – FEMENINO 1 - MASCULINO

Procedimiento

Se llevará a cabo la recolección de datos a partir de una selección de pacientes con el diagnóstico mediante cateterismo cardiaco derecho de hipertensión arterial pulmonar y previamente categorizados en el grupo 1. Se realizará una revisión en el PACS (Picture archive and communication system) del servicio de Radiología e Imagen para evaluar que pacientes cuentan con una tomografía axial computarizada de tórax en fase contrastada y se realizará en análisis de las imágenes para determinar el diámetro de la arteria pulmonar, relación de diámetros de la aorta ascendente y arteria pulmonar y presencia del signo del huevo y el banano.

Análisis estadístico

Se utilizará estadística descriptiva consistente en promedio y desviación estándar, para las mediciones de diámetros obtenidos por tomografía. Aquellas variables que no tengan distribución normal se utilizará mediana y cuantiles. Las variables categóricas como el signo del banano, se evaluará su asociación con la prueba de Chi-cuadrado.

La correlación entre la presión de la arteria pulmonar y los diferentes diámetros se evaluará con el coeficiente de correlación de Pearson y de no alcanzar normalidad, se utilizará el coeficiente de Spearman.

Se utilizará el software SPSS v25 para los análisis. La significancia estadística considerará un valor de p menor a 0.050 a dos colas.

RESULTADOS

Hallazgos demográficos y clínicos

Este proyecto analizó un total de 53 pacientes de los cuales 44 fueron mujeres (83%) y 9 hombres (17%).

En la distribución de pacientes encontramos que 39 de ellos (73.6%) tuvieron valores por encima de 45 mmHg lo que corresponde a una hipertensión pulmonar severa.

Actualmente permanece el criterio descrito en el estudio Framingham (1) de sospecha de hipertensión arterial pulmonar que describe un diámetro mayor de 29 mm, con este criterio encontramos que un 88.7% de los pacientes lo cumplían.

Se define que una arteria pulmonar aneurismática tiene un diámetro por encima de los 40 mm, en nuestro grupo de estudio encontramos que el 43.4% contaba con el criterio diagnóstico.

Hallazgos en tomografía en pacientes del grupo 1

Los 3 parámetros que deberían incluir un reporte tomográfico con sospecha de hipertensión arterial pulmonar, presentaron los siguientes resultados:

	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Diámetro de la arteria pulmonar (mm)	38.77	8.72
Diámetro de la aorta ascendente (mm)	26.81	5.06
Relación de la aorta ascendente y la arteria pulmonar	1.47	0.37
Presión media de la arteria pulmonar (mmHg)	57.36	18.64

Tabla 1

Se observa que el cociente de los diámetros de la aorta ascendente y la arteria pulmonar mostró tener en promedio 1.47

Encontramos una correlación positiva entre la aorta ascendente y la arteria pulmonar (34.2%), y con un valor ($p=0.12$).

Correlaciones entre presión de arteria pulmonar y diámetros tomográficos.

La arteria pulmonar tiene una relación positiva con el cociente Ao/AP (67%) y con un valor ($p < 0.001$). Sin embargo la relación de la arteria pulmonar con la presión (15.9%) no fue significativa ($p=0.254$). Otras relaciones significativas fue la correlación negativa de 45.2% entre el diámetro de la aorta ascendente y el cociente Ao/AP ($p=0.001$). La tabla 2 muestra las correlaciones significativas con SOMBREADO.

		Arteria pulmonar (mm)	Aorta ascendente (mm)	Relación (Ao/AP)	Presión AP (mmHg)
Arteria pulmonar (mm)	Correlación de Pearson.	1	.342	.672	.1590
	Valor de p		.012	.000	.254
Aorta ascendente (mm)	Correlación de Pearson.		1	-.452	-.016
	Valor de p			.001	.909
Relación (Ao/AP)	Correlación de Pearson.			1	.166
	Valor de p				1

Tabla 2

Correlación parcial controlando el efecto de la edad.

Al controlar el efecto de la edad en las correlaciones de la presión de la arteria pulmonar con los 3 parámetros tomográficos evaluados, la única correlación que muestra una tendencia a ser significativa controlando el efecto de la edad fue el diámetro de la arteria pulmonar $r=0.244$ y $p=0.081$ que aumentó además la fuerza de la correlación en un 8.5%. La tabla 3 muestra los valores de las correlaciones parciales antes y después de controlar la edad.

		PAPm (mmHg) Antes	PAPm(mmHg) Después
Arteria pulmonar (mm)	Correlación de Pearson.	0.159	0.244
	Valor de p	0.254	0.081
Aorta ascendente (mm)	Correlación de Pearson.	-0.016	0.179
	Valor de p	0.909	0.204
Relación (Ao/AP)	Correlación de Pearson.	0.166	0.114
	Valor de p	0.235	0.421

Tabla 3

Asociación del signo del huevo y banano con el diámetro de la arteria pulmonar

La prueba de Chi cuadrada para evaluar la asociación entre las 2 variables cualitativas seleccionadas (presencia del signo del huevo y del banano y presencia o ausencia de un

diámetro de arteria pulmonar mayor a 29 mm) no mostraron significancia estadística (el signo solo se observó en el 47% de los pacientes) ; $\chi^2 = .840$, $p=.360$.

Una situación similar se observó cuando evaluamos la asociación entre el mismo signo pero ahora un diámetro mayor de la arteria pulmonar (40mm); solo el 26% de los pacientes presentó el signo del huevo y el banano. Esto representó una ausencia de significancia estadística, $\chi^2 = .1.602$, $p=.206$.

Asociación del signo del huevo y banano con la relación de la aorta ascendente y la arteria pulmonar.

No se encontró relación significativa entre el signo mencionado y la relación Ao/AP; $\chi^2 = .395$, $p=.530$. Solo el 49% de los pacientes tuvo el signo.

Desempeño diagnóstico del diámetro de la arteria pulmonar para el diagnóstico de hipertensión pulmonar

La evaluación con curva ROC mostró un área bajo la curva positiva cuando se utilizó el punto de corte de un diámetro de la arteria pulmonar mayor a 29 mm. El estándar de oro con el que se hizo el diagnóstico de hipertensión pulmonar en estos pacientes fue la medición de la presión en cuña por cateterismo cardíaco derecho. Vea la tabla 4 y figura 1.

PAPm (mmHg)	
Área por debajo de la curva	P
.759	.40

Tabla 4

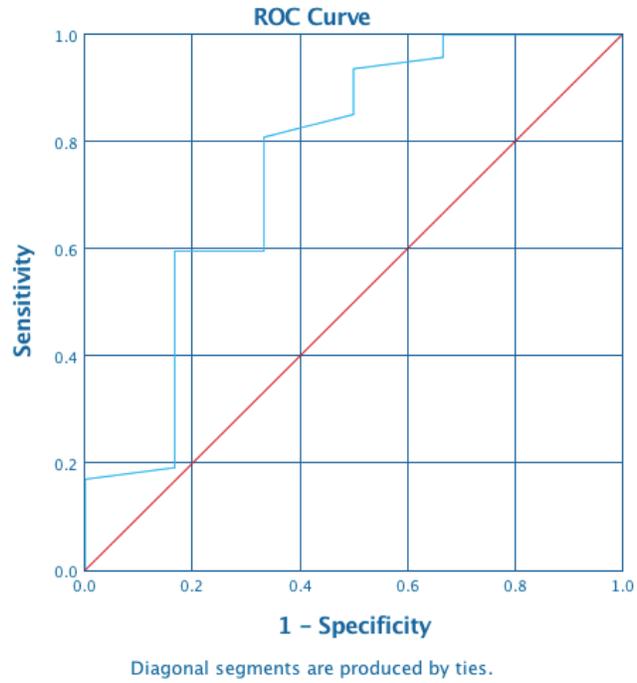


Figura 1

Un análisis similar con curva ROC lo hicimos pero utilizando un diámetro de la arteria pulmonar de 40 mm, para este punto de corte, el área bajo la curva de .511 y un valor de p muy cercano al 1 lo cual no fue significativo. Vea la tabla 5 y la figura 2.

PAPm (mmHg)	
Área por debajo de la curva	P
.511	.893

Tabla 5

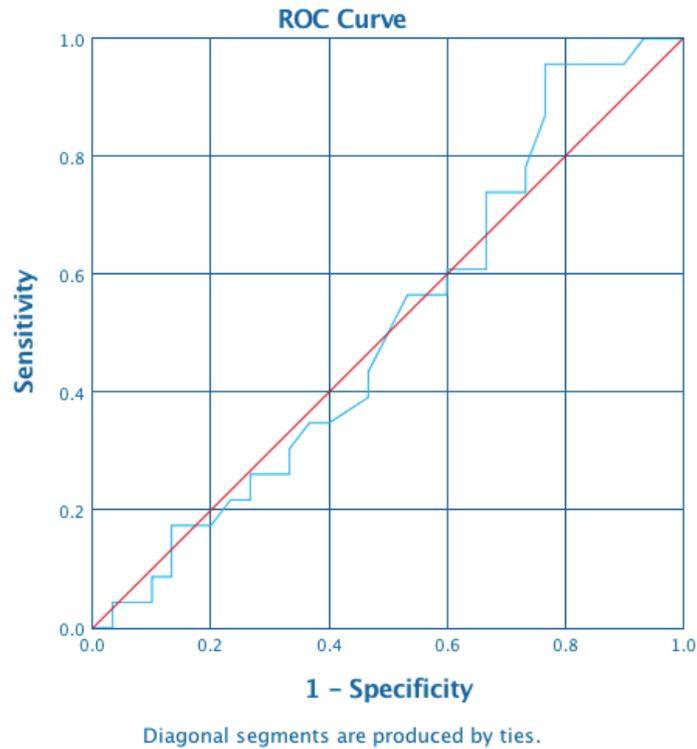


Figura 2

Aplicamos el mismo análisis con el signo del huevo y el banano y encontramos un área bajo la curva de .592 con un valor de p de .251 lo que indica ausencia de significancia estadística. La tabla 6 mostrando los hallazgos de la curva ROC y la figura 3 muestra la gráfica correspondiente.

PAPm (mmHg)	
Área por debajo de la curva	P
.592	.251

Tabla 6

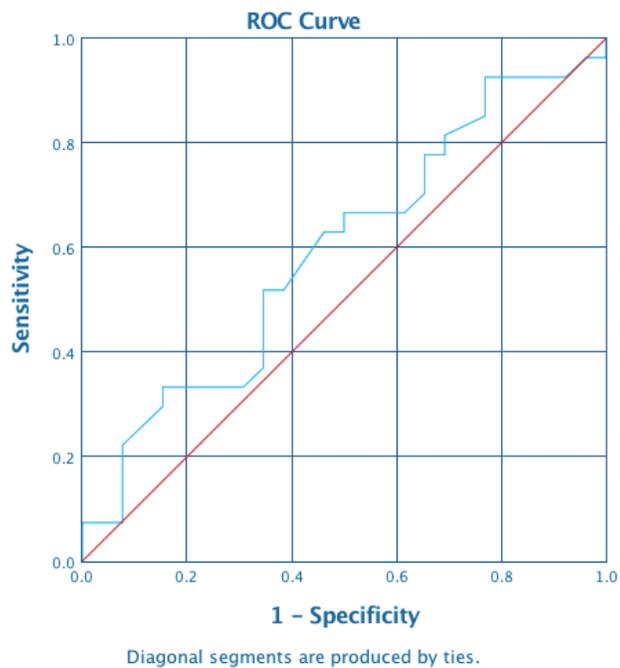


Figura 3

El área bajo la cruva de la relación de la aorta ascendente y la arteria pulmonar fue de .917 y un valor de p de .016.

PAPm (mmHg)	
Área por debajo de la curva	P
.917	.016

Tabla 7

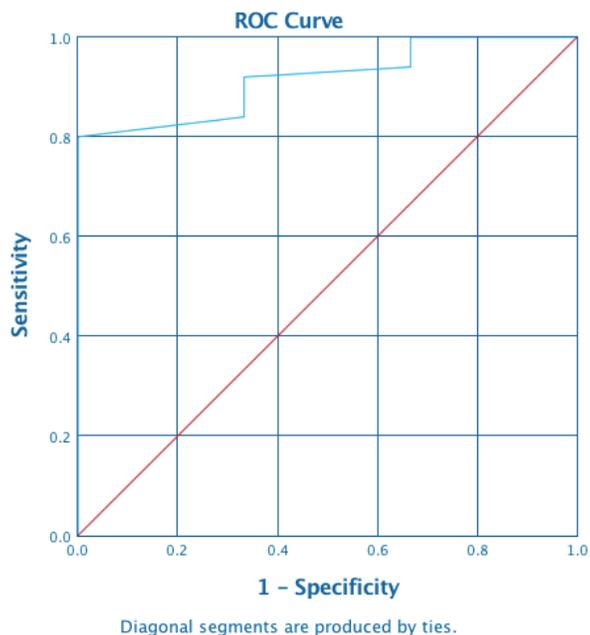


Figura 4

DISCUSIÓN

El grupo 1 de hipertensión arterial pulmonar tiene como componente aquellos casos idiopáticos, por lo que llama la atención que dentro de nuestros resultados hallamos encontrado una predominancia de mujeres, siendo del 88.7%. Esto es correspondiente a la casuística del estudio REVEAL, y mayor a la francesa, que fue del 62%. (22)

Durante el protocolo de estudio diagnóstico de los pacientes, el grado de hipertensión arterial pulmonar por encima de los 45 mmHg se mostró en un 88.7%, menor que el promedio obtenido de pacientes de los 5 grupos en el registro del Reino Unido. (22)

Ha sido muy cuestionado el criterio de que un diámetro mayor de 29 mm medido por angiotomografía, realmente sea de utilidad para el diagnóstico de pacientes con hipertensión arterial pulmonar, nosotros encontramos que al menos en el grupo 1 de esta enfermedad, el 88.7% de los pacientes contaban con el criterio. Mahammendi y colegas, concluyeron que con un límite de 29.0 mm tenían una sensibilidad del 52% y una especificidad del 90% para una predicción de una presión medio de la arteria pulmonar mayor a 25 mmHg. (1)

Las cardiopatías congénitas, colagenopatías, infecciones y los cortocircuitos de alto flujo se han descrito que característicamente predisponen a los aneurismas de la arteria pulmonar, en nuestro grupo de estudio se encontró que el 43.4% se vieron afectados tomando en cuenta este criterio, habiendo encontrado en grupos de estudios previos, una prevalencia entre el 1.3 y 24%. (10)

No se encontró que el diámetro promedio de la arteria ascendente fuera tan elevado (26.8 mm) a lo esperado en estos pacientes, por debajo de un diámetro anormal del mismo vaso que invalidaría su comparación con el diámetro de la arteria pulmonar, por lo que la relación de calibres de estos 2 vasos en nuestro grupo de estudio no da a pensar que el criterio de la relación de la aorta ascendente y la arteria pulmonar puede ser un parámetro de mayor utilidad a lo descrito en otras publicaciones. (1)

El valor promedio de 1.47 para el cociente de la aorta ascendente y la arteria pulmonar concuerda con estudios que demuestran la correlación con la presión media de la arteria pulmonar. (23)

Encontramos una correlación positiva entre la aorta ascendente y la arteria pulmonar (34.2%), con un valor ($p=0.12$).

En el estudio obtuvimos evidencia estadística de la importancia de la edad, esta aumenta la fuerza de correlación en un 8% para el diámetro de la arteria pulmonar y su presión, sin embargo no tuvo influencia entre la relación que existe entre el diámetro de aorta ascendente y su relación con el diámetro de la arteria pulmonar, esto podría hablar a favor de la edad del paciente.

En relación al signo del huevo y el banano, la presencia del signo estuvo presente en menos del 50% de los pacientes, esto contrasta con los reportes de Scelsi y colaboradores (13) en quienes el signo al parecer tenía una mayor frecuencia. Para los datos que obtuvimos en nuestro estudio el signo no alcanzó diferencia significativa.

El área bajo la curva obtenida cuando utilizamos un diámetro de 29 mm mostró área bajo la curva de 0.759, valor de $p=.040$ la cual indica significancia estadística. Este hallazgo es muy similar a la que obtuvieron Scelsi y colaboradores (13) que fue de 0.740 con 127 pacientes.

En nuestro estudio obtuvimos evidencia de la importancia que tiene el seleccionar un punto de corte adecuado para el marcador diagnóstico que se este evaluando ya que una

diferencia de 11 mm en el diámetro de la arteria pulmonar (29 vs 40 mm) vuelve los hallazgos de la curva ROC a no significativos cuando se usa el punto de corte mayor. Este resultado refuerza nuestra convicción de utilizar el diámetro de los 29 mm como recientemente fue descrito en 2013. (24)

En relación a la capacidad diagnóstica del signo del huevo y del banano, encontramos que el signo tiene un área bajo la curva de 59% y un valor de p alto, esto podemos atribuirlo a un tamaño de muestra insuficiente comparado a estudios más extensos que reportan al signo como significativo. Esto nos sugiere que debemos de cerrar el estudio con un mayor número de pacientes en el corto plazo.

El parámetro que tuvo mejor desempeño diagnóstico en nuestro estudio fue el cociente Ao/AP con una p de 0.016, es decir que el parámetro es mejor que el simple parámetro de la arteria pulmonar.

CONCLUSIÓN

En este proyecto evaluamos la capacidad diagnóstica de 3 parámetros tomográficos que los radiólogos utilizan diariamente en la evaluación de pacientes con diagnóstico clínico de hipertensión pulmonar. El parámetro que tuvo mejor desempeño fue la relación Ao/AP. Aunque el uso de estos parámetros y referencias de normalidad se han descrito en la literatura internacional no había datos previos reportados para nuestra institución o población mestizo mexicana por lo que este estudio fue importante para nosotros para comprobar que el parámetro del diámetro de la arteria pulmonar si es un signo confiable sin embargo necesita completarse un mayor número de pacientes ya que no lo encontramos presente en más de la mitad de los pacientes. Recomendamos darle un mayor valor a el marcador de la relación Ao/AP que al diámetro de la arteria pulmonar y que al signo del huevo y el banano en pacientes con hipertensión arterial pulmonar correspondientes al grupo 1. Esta evidencia cuantitativa es uno de los primeros pasos a obtener un reporte más cuantitativo.

REFERENCIAS

1. François CJ, Schiebler ML. Imaging of Pulmonary Hypertension. *Radiol Clin NA*. 2016;54(6):1133–49.
2. Simonneau G, Gatzoulis MA, Adatia I, Celermajer D, Denton C, Ghofrani A, et al. Updated Clinical Classification of Pulmonary Hypertension. *J Am Coll Cardiol*. 2013;62(25).
3. Gutierrez FR, Telli FGD, Aravena SY. Approach to Pulmonary Hypertension : From CT to Clinical. *Radiographics*. 2018;(4):357–73.
4. Residente E, Ordoñez-vázquez AL, Montes-castillo C, Mora-soto JR, Sánchez-hernández JD, Sánchez-hernández JD. Hipertensión arterial pulmonar. *El residente*. 2015;18–30.
5. Panel E, Arlene I, Donnelly EF, Crabtree TP, Henry TS, Iannettoni MD, et al. ACR Appropriateness Criteria for Suspected Pulmonary Hypertension. *J Am Coll Radiol*. 2017;14(5):S350–61.
6. Pascall E, Tulloh R. Pulmonary hypertension in congenital heart disease. *Futur Cardiol*. 2018;14:343–53.
7. Copd S, Iyer AS, Wells JM, Vishin S. CT Scan-Measured Pulmonary Artery to Aorta Ratio and Echocardiography for detecting pulmonary hypertension in severe COPD. *Chest*. 2014;(4):824-832
8. Rengier F, Melzig C, Derlin T, Marra AM, Vogel J. Advanced imaging in pulmonary hypertension : emerging techniques and applications. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2018;0(0):0.
9. Goerne H, Batra K, Rajiah P. Imaging of pulmonary hypertension : an update. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2018;8(5):279–96.
10. Mourits MM, Nijhof WH, Leuken MH Van, Jager GJ, Rutten MJCM. Reducing contrast medium volume and tube voltage in CT angiography of the pulmonary artery. *Clin Radiol*. 2016;1–7.
11. Duijnhouwer AL, Navarese EP, Dijk APJ Van, Loeys B, Roos-hesselink JW, Boer MJ De. Aneurysm of the Pulmonary Artery, a Systematic Review and Critical Analysis of Current Literature. *Congenit Heart Dis*. 2015;102–9.
12. Starkey A, Gomberg-maitland M. of Pulmonary Hypertension. *Acad Radiol*. 2015;21(4):523–30.
13. Guillaume B. Acquired pulmonary artery pseudoaneurysms : a pictorial review. *Br J*

- Radiol. 2017; (5) 1073
14. Bakhshayeshkaram M, Aghahosseini F, Vaezi F, Kahkooei S. CT-measured pulmonary artery diameter as an independent predictor of pulmonary hypertension in cystic fibrosis. *Pol J Radiol.* 2018;401–6.
 15. S. CT-Base Pulmonary Artery Measurement in the Detection of Pulmonary Hypertension. *Medicine.* 2014;93(27):1–9.
 16. Bates WB, Thomson NB, Keshavamurthy JH. Egg-and-Banana Sign: A Novel Diagnostic CT Marker for Pulmonary Hypertension. *AJR Am J Roentgenol.* 2018;(June):1–5.
 17. Kasai H, Tanabe N, Fujimoto K, Hoshi H. Original article Mosaic attenuation pattern in non-contrast computed tomography for the assessment of pulmonary perfusion in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Respir Investig.* 2017;55(5):300–7.
 18. Ussavarungsi K, Lee AS, Burger CD. Mosaic Pattern of Lung Attenuation of Chest CT in patients with Pulmonary Hypertension. *Diseases.* 2015;8:205–12.
 19. Barbara M, Marica L, Massimiliano G, Cefarelli M, Martin S, Enrico S. A new CT - score as index of hemodynamic changes in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Radiol Med.* 2017; (7): 495-504.
 20. Li M, Wang S, Lin W, Li J, Wang C, Chen H, et al. Cardiovascular parameters of chest CT scan in estimating pulmonary arterial pressure in patients with pulmonary hypertension. *Clin Respir J.* 2018; 572-579.
 21. Koh AS. Impaired Cardiovascular Magnetic Resonance–Derived Rapid Semiautomated Right Atrial Longitudinal Strain Is Associated With Decompensated Hemodynamics in Pulmonary Arterial Hypertension. 2019;(May):1–12.
 22. Hoeper MM, Simon R, Gibbs J. The changing landscape of pulmonary arterial hypertension and implications for patient care. *European Respiratory Review* [Internet]. 2014 Dec;23(134):450–7.
 23. Iyer AS, Wells JM, Vishin S, Bhatt SP, Wille KM, Dransfield MT. CT Scan-Measured Pulmonary Artery to Aorta Ratio and Echocardiography for Detecting Pulmonary Hypertension in Severe COPD. *Chest* [Internet]. 2014 Apr;145(4):824–32.
 24. Mahammedi A, Oshmyansky A, Hassoun PM, Thiemann DR, Siegelman SS. Pulmonary Artery Measurements in Pulmonary Hypertension. *Journal of Thoracic Imaging* [Internet]. 2013 Mar;28(2):96–103

ANEXOS

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE DEL PACIENTE: _____

GÉNERO: _____

EDAD: _____

HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR: _____

PRESIÓN DE ARTERIA PULMONAR (mmHg): _____

DIÁMETRO DE ARTERIA PULMONAR (mm) : _____

RELACIÓN DE DIÁMETRO DE ARTERIA PULMONAR Y AORTA
ASCENDENTE: _____

SIGNO DEL HUEVO Y EL BANANO (si o no): _____

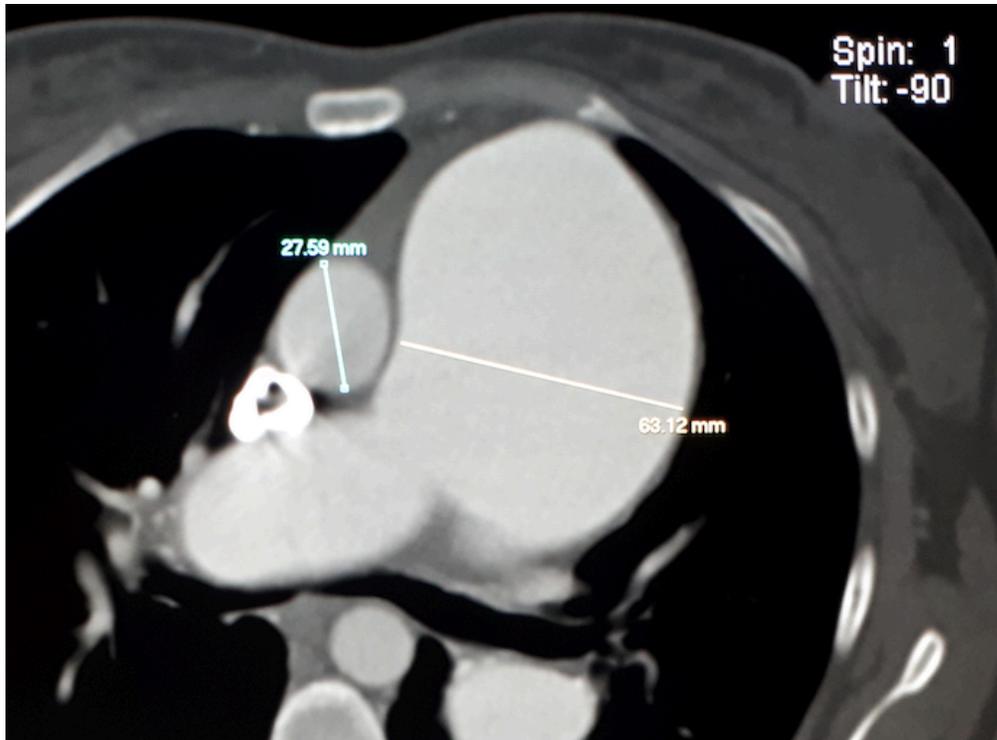


Ilustración 1

La ilustración 1 muestra un calibre de 63.12 mm del tronco de la arteria pulmonar (normal < 29 mm), lo suficiente para denominarle una arteria pulmonar aneurismática (>40mm), al mismo nivel la aorta ascendente tiene un calibre de 27.59 mm. La relación entre ambos en este caso es de 2.28 (normal <1).

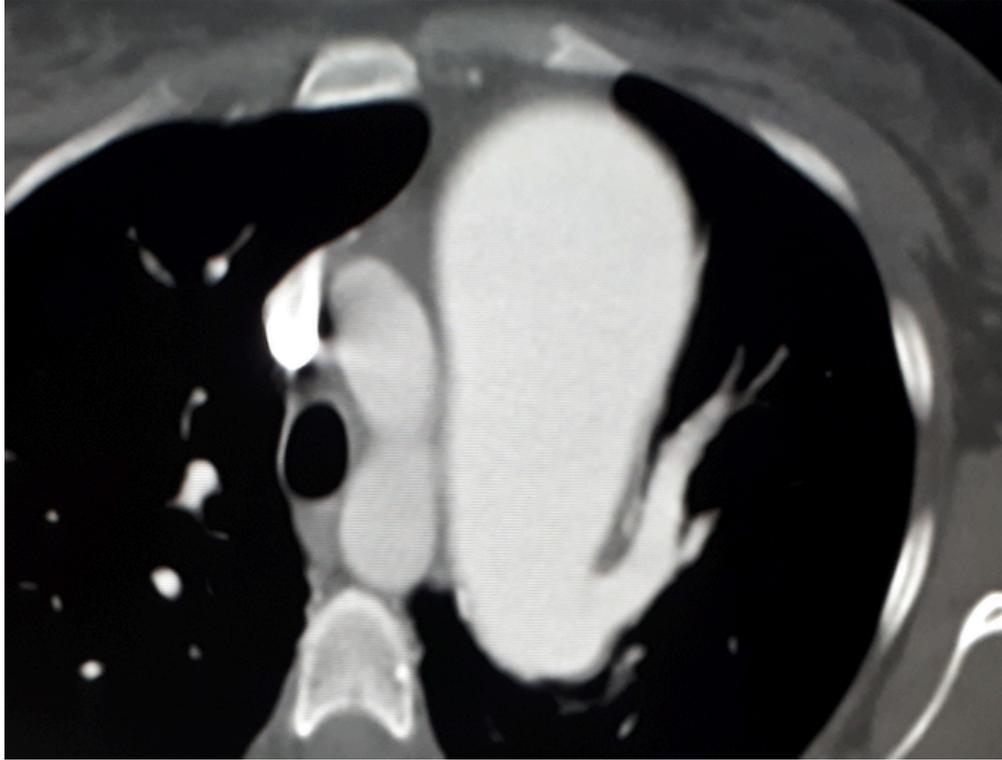


Ilustración 2

La ilustración 2 muestra el cayado aórtico con forma de “banano” y a su izquierda la arteria pulmonar con una dilatación aneurismática, que característicamente tiene tendencia a un patrón de crecimiento vertical lo cual permite su visualización a nivel del cayado aórtico en un plano axial. Por lo regular se observa como una estructura ovoide, de ahí su nombre de “huevo”, pero en este caso es tan grande el crecimiento que se pierde esa forma y pasa a observarse la mayor parte del trayecto vascular.