

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA
Y TERAPÉUTICA.
DEPARTAMENTO DE EVALUACION PROFESIONAL.**



**CORRELACIÓN DEL DIÁMETRO DE LA ARTERIA PULMONAR POR
TOMOGRAFÍA DE TÓRAX, CON LA PRESIÓN REPORTADA POR
CATETERISMO CARDIACO DERECHO.**

CENTRO MEDICO ISSEMyM "LIC ARTURO MONTIEL ROJAS"

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD
EN IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA.**

**PRESENTA:
M.C. ISRAEL CRUZ AGUILAR.**

**DIRECTOR DE TESIS
E. EN RAD. OLIVER YEMEN DOMÍNGUEZ FLORES.**

**TUTOR DE TESIS
DR. EN C. ALBERTO ERNESTO HARDY PÉREZ.**

REVISORES.

TOLUCA ESTADO DE MÉXICO 2021

TÍTULO

“CORRELACIÓN DEL DIAMETRO DE LA ARTERIA PULMONAR POR TOMOGRAFÍA DE TÓRAX, CON LA PRESIÓN REPORTADA POR CATETERISMO CARDIACO DERECHO”.

INDICE	
Resumen	
I Marco teórico.	7
I.1.1 anatomía arterias pulmonares.	7
I.1.2 Definición y etiología.	8
I.1.3 Epidemiología.	9
I.1.4 Clasificaciones.	10
I.1.5 Fisiopatología	14
I.1.6 Cuadro clínico	15
I.1.7 Diagnostico.	16
I.1.8 Imagen y evaluación radiológica.	17
II Planteamiento del problema.	20
II.1 Pregunta de investigación	21
III Justificación.	21
IV Hipótesis.	21
V Objetivo.	22
VI Material y métodos.	22
VII.1. Diseño del estudio.	23
VII.2. Variable del estudio.	24
VIII Procedimientos con unidades de investigación	26
IX. Instrumento de recolección de datos	26
X Implicaciones éticas.	26
XI Organización.	27
XII Resultados, tablas y gráficos.	28
XIII Discusión.	33
XIV Conclusión.	33
XV Recomendaciones.	34
XVI Bibliografía.	35

RESUMEN.

“CORRELACIÓN DEL DIAMETRO DEL TRONCO DE LA ARTERIA PULMONAR POR TOMOGRAFÍA DE TÓRAX, CON LA PRESIÓN REPORTADA POR CATETERISMO CARDIACO DERECHO”

INTRODUCCION: La hipertensión arterial pulmonar (HAP) es una entidad clínica producida por diferentes enfermedades que se caracteriza por el desarrollo de cambios moleculares y anatómicos en la circulación pulmonar que conllevan un aumento de las resistencias vasculares pulmonares (RVP) que, con el tiempo, conduce a una insuficiencia cardíaca derecha y, finalmente, a la muerte.

OBJETIVO: Correlacionar la medida de la arteria pulmonar por tomografía de tórax simple o angiotomografía en relación con la medida de la presión de la arteria pulmonar por cateterismo cardiaco derecho en pacientes diagnosticados con hipertensión arterial pulmonar en un periodo de tiempo que va de marzo del 2017 a marzo del 2020 y generar un tabulador de medida sobre presión arterial, para si clasificar la enfermedad en el servicio de radiología.

MATERIAL Y METODOS: Se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo y transversal en el centro médico ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas recolectando los datos de una muestra de 40 pacientes con tomografía y angiotomografía de tórax y cateterismo cardiaco derecho.

ANALISIS ESTADISTICO: Se determinaron frecuencias por edad, genero, medidas de la AP por TC y medidas de presión por CCD.

RESULTADOS: se observaron que de acuerdo al sexo fueron femeninos con un total de 30 (75%) y masculinos con un total de 10 pacientes (25%). El rango de edad más frecuente fue de los 41 a 50 años. Se determinó que a partir de un diámetro del tronco de la arteria pulmonar mayor a 29 mm todos los pacientes tenían presiones medidas por CCD mayor a 25 mmHg, pero no tenían relación paralela diámetro-presión por lo que no se pudieron clasificar.

DISCUSION: El Centro Médico ISSEMyM, el servicio de imagenología y cardiología presenta un gran número de pacientes con clínica y datos por imagen de hipertensión pulmonar en espera de CCD ya que es el estándar de oro para la medición de la AP, Los 40 pacientes revisados en este estudio presentaron presiones mayores a 25 mmHg y diámetro mayor a 29 mm de la AP coincidiendo con lo reportado en las bibliografías revisadas por lo que es de suma importancia poder diagnosticar con Tc estos pacientes antes del CCD e iniciar tratamiento.

CONCLUSIONES: La tomografía de tórax es una opción diagnostica para los pacientes con hipertensión arterial con diámetros mayores de 29 mm de la AP, siendo un estudio no invasivo, accesible y de menor costo comparado con CCD, sin embargo, no podemos correlacionar las presiones de CCD en base a las medidas por TC de la AP siendo estas discordantes.

SUMMARY

CORRELATION OF THE DIAMETER OF THE TRUNK OF THE PULMONARY ARTERY BY TOMOGRAPHY OF THE CHEST, WITH THE PRESSURE REPORTED BY RIGHT CARDIAC CATHETERISM.

INTRODUCTION: Pulmonary arterial hypertension (PAH) is a clinical entity produced by different diseases that is characterized by the development of molecular and anatomical changes in the pulmonary circulation that lead to an increase in pulmonary vascular resistance (PVR) that, over time, it leads to right heart failure and eventually death.

OBJECTIVE: To correlate the measurement of the pulmonary artery by simple chest tomography or angiotomography in relation to the measurement of the pressure of the pulmonary artery by right heart catheterization in patients diagnosed with pulmonary arterial hypertension in a period of time that goes from March 2017 to March 2020 and generate a blood pressure measurement tabulator, it is necessary to classify the disease in the radiology service.

MATERIAL AND METHODS: A retrospective, descriptive and cross-sectional study was carried out at the ISSEMyM Lic. Arturo Montiel Rojas medical center, collecting data from a sample of 40 patients with chest tomography and angiotomography and right cardiac catheterization.

STATISTICAL ANALYSIS: Frequencies were determined by age, gender, PA measurements by CT and pressure measurements by CCD.

RESULTS: it was observed that according to sex they were female with a total of 30 (75%) and male with a total of 10 patients (25%). The most frequent age range was 41 to 50 years. It was determined that from a diameter of the pulmonary artery trunk greater than 29 mm, all patients had pressures measured by CCD greater than 25 mmHg, but they did not have a parallel diameter-pressure relationship, so they could not be classified.

DISCUSSION: The ISSEMyM Medical Center, the imaging and cardiology service, presents a large number of patients with symptoms and imaging data of pulmonary hypertension awaiting CDC since it is the gold standard for the measurement of PA, The 40 patients reviewed In this study, they presented pressures greater than 25 mmHg and a diameter greater than 29 mm of the PA, coinciding with that reported in the reviewed bibliographies, so it is of the utmost importance to be able to diagnose these patients with Tc before the RCD and start treatment.

CONCLUSIONS: Chest tomography is a diagnostic option for patients with arterial hypertension with diameters greater than 29 mm of the PA, being a non-invasive, accessible and lower cost study compared to CCD, however, we cannot correlate the pressures of CCD based on CT measurements of the PA, these being discordant.

I. MARCO TEÓRICO

I.1.1 Anatomía de las arterias pulmonares.

La anatomía de las arterias pulmonares (al igual que los lóbulos pulmonares y el árbol bronquial) no es simétrica y tiene ciertas particularidades, que es necesario que conozcamos para poder hacer un informe detallado y correcto y poder así hablar un lenguaje común con neumólogos, internistas, intensivistas y radiólogos torácicos ⁽¹⁹⁾.

La arteria pulmonar (origen en ventrículo derecho, sangre no oxigenada) se divide en dos ramas: arterias pulmonares principales derecha e izquierda.

La arteria pulmonar principal derecha es la encargada de dirigir el intercambio gaseoso en el pulmón derecho.

El pulmón derecho tiene tres lóbulos (superior, medio e inferior) y tres ramas arteriales lobares (superior, media e inferior). ⁽¹⁹⁾

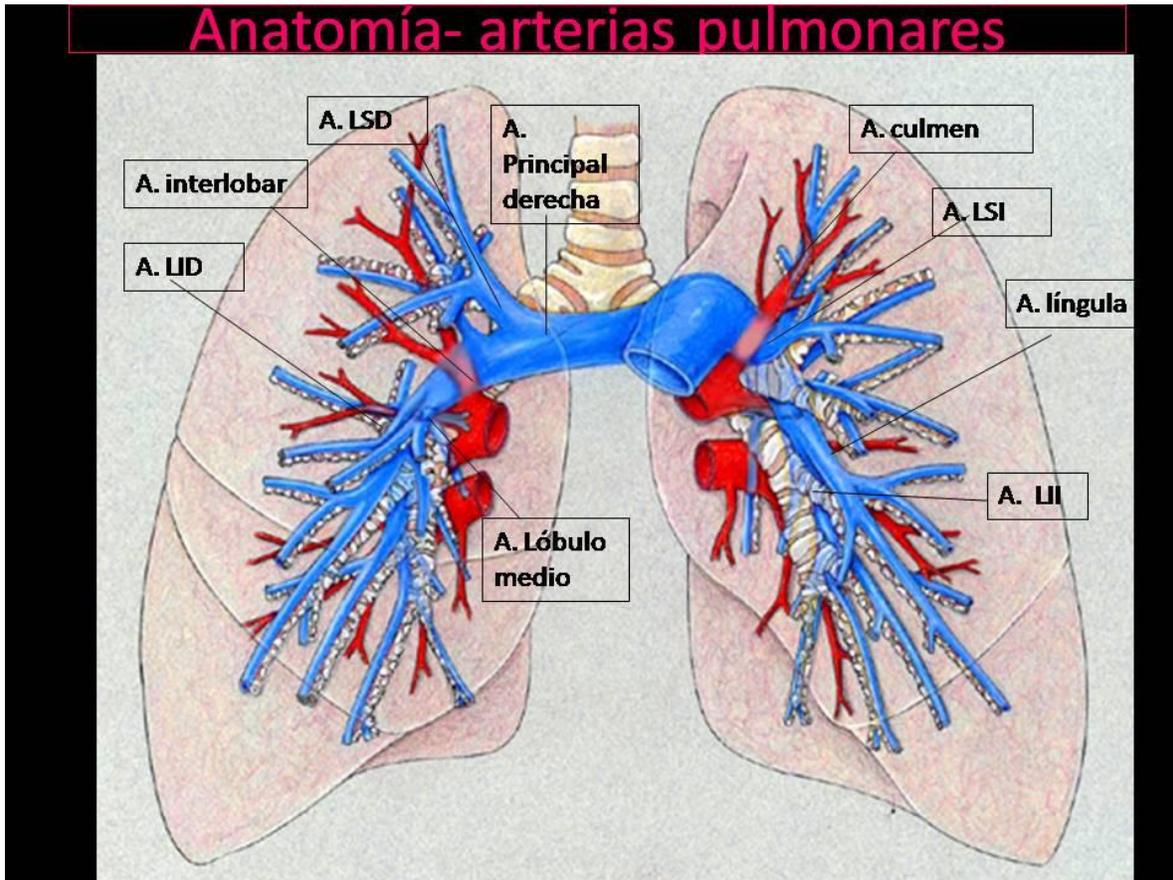
La primera en salir es la arteria lobar superior derecha que se divide en segmentarias (anterior, apical y posterior).

Tras la salida de la lobar superior, recibe el nombre de arteria interlobar que se divide en la lobar del lóbulo medio (segmentarias medial y lateral) y en la del lóbulo inferior (primero emite una rama para el segmento apical de la base y luego la pirámide basal que se subdivide en 4 ramas segmentarias: medial, anterior, lateral y posterior). (Fig.1)

La arteria pulmonar izquierda es la encargada de distribuir el intercambio gaseoso en el pulmón izquierdo. Como el pulmón izquierdo solo tiene dos lóbulos, se divide dando dos arterias lobares (superior e inferior). No existe, por tanto, la arteria interlobar. ⁽¹⁹⁾

La arteria lobar superior inmediatamente se divide en dos ramas: la arteria del culmen (se subdivide en segmentarias ápico-posterior y anterior) y la arteria de la llingula (da ramas segmentarias superior e inferior). ⁽¹⁹⁾

La arteria del lóbulo inferior de una primera rama segmentaria para el segmento apical de la base y luego se convierte en la pirámide basal que da 3 o 4 ramas segmentarias (antero-medial, lateral y posterior). (Fig.1)



(19)

I.1.1.- Definición y Etiología.

La hipertensión arterial pulmonar (HAP) es una entidad clínica producida por diferentes enfermedades que se caracteriza por el desarrollo de cambios moleculares y anatómicos en la circulación pulmonar que conllevan un aumento de las resistencias vasculares pulmonares (RVP) que, con el tiempo, conduce a una insuficiencia cardíaca derecha y, finalmente, a la muerte. ⁽²⁾

El lecho vascular pulmonar constituye un circuito de alto flujo, con baja resistencia capaz de acomodar grandes incrementos en el flujo. La hipertensión pulmonar

resulta de la reducción en el calibre de los vasos pulmonares y/o del aumento del flujo sanguíneo pulmonar, y se pierde la capacidad de acomodar incrementos en el flujo pulmonar. ⁽¹⁾

Los cambios se traducen, hemodinámicamente, en una presión media en la arteria pulmonar (PAPm) en reposo ≥ 25 mmHg medida por cateterismo cardíaco derecho, siendo la medición de este parámetro imprescindible para el diagnóstico de HP conforme se indica en las guías de recomendación para el diagnóstico y el tratamiento, tanto europeas como americanas. Pero hay que tener en cuenta que la presión arterial pulmonar es una función de la resistencia vascular pulmonar, el gasto cardíaco y la presión a la salida de las venas pulmonares, por lo que centrarse únicamente en la presión de la arteria pulmonar oculta la etiología y las posibles opciones terapéuticas de la HP. ⁽¹⁾

I.1.2 Epidemiología.

La incidencia de la hipertensión arterial pulmonar idiopática o primaria entre la población general se ha calculado en 2.4 casos por millón de habitantes. Datos epidemiológicos comparativos acerca de prevalencia de los diferentes tipos de hipertensión arterial pulmonar, por ejemplo, un estudio desarrollado en un laboratorio de ecocardiografía en una población de 4579 pacientes mexicanos, reportan una prevalencia de HAP idiopática o primaria con mayor prevalencia de la HAP fue de 10.5% de los cuales 78% se presentaba cardiopatía izquierda, 9,7% neuropatías e hipoxemia, 0.6% HAP tromboembólica y el resto sin criterios bien definidos. De acuerdo a la última clasificación, la hipertensión arterial pulmonar se dividió en 5 grupos; entre las diferentes formas que conforman el primer grupo se encuentra la hipertensión arterial pulmonar idiopática con mayor prevalencia en mujeres y con una frecuencia de aproximadamente 5,9 casos por millón. ⁽³⁾

I.1.3 Clasificación.

La clasificación puede ser en cuanto a la presión arterial pulmonar (tabla 1) y en cuanto a la etiología; Esta última vigente en la actualidad fue acordada en el 4.º Simposio Internacional en Hipertensión Pulmonar que tuvo lugar en Dana Point, California³ (tabla 2), y comprende 5 grupos diferenciados entre sí por sus características fisiopatológicas y terapéuticas:

Grupo 1: HAP

La enfermedad del grupo 1 implica afecciones con un componente arteriolar significativo de la enfermedad y el potencial de responder a la terapia con vasodilatadores. Uno de los principales diagnósticos en este grupo es la HAP idiopática. La HAP idiopática se caracteriza por lesiones angioproliferativas de células endoteliales e hiperplasia e hipertrofia de las capas de la pared vascular con aumento de músculo en las arteriolas precapilares.⁽⁴⁾

La HAP heredable se encuentra en 6% a 10% de los pacientes con HAP y se asocia con muchas mutaciones de la cascada de proteínas morfogenéticas óseas. Los medicamentos conocidos asociados con la HP incluyen los anorexígenos fenfluramina, dexfenfluramina y benfluorex. Las sustancias con un posible (pero no definitivo) vínculo con el desarrollo de HP incluyen cocaína, fenilpropanolamina, agentes quimioterapéuticos e inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina (ISRS).⁽⁵⁾

La prevalencia de HAP en pacientes con infección por VIH se estima en 0.5%. El mecanismo de la HAP en la infección por VIH se parece mucho al de la HAP idiopática.⁽⁶⁾

La HAP persistente del recién nacido es secundaria a la hipoxia con una respuesta inflamatoria posterior que resulta en disfunción endotelial y disfunción del músculo liso.⁽⁶⁾

Grupo 2: HAP debido a enfermedad cardíaca izquierda

La HAP inducida por la cardiopatía izquierda es la forma más frecuente en todo el mundo. Comienza como un aumento de la presión de retroceso con la congestión

del lecho capilar pulmonar que resulta en presiones elevadas del corazón izquierdo (HAP pasivo)). La HAP del grupo 2 se observa en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada o reducida y en enfermedades valvulares izquierdas.⁽⁷⁾

Grupo 3: HAP debido a enfermedades pulmonares y / o hipoxia

Múltiples factores pueden contribuir al desarrollo del grupo 3 HAP. Casi el 66% de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) tienen algún grado de HAP, generalmente leve. La prevalencia de HAP en la enfermedad pulmonar intersticial varía del 32% al 84%. La HAP se observa en 20% a 30% de los pacientes con apnea obstructiva del sueño. Entre el diez y el 15% de los pacientes con apnea del sueño tienen EPOC concomitante, lo que aumenta la probabilidad de HAP.⁽⁸⁾ En el grupo 3, se cree que la HAP es el resultado de la vasoconstricción pulmonar hipóxica y la remodelación de los vasos pulmonares. La vasoconstricción hipóxica es inicialmente reversible, pero con el tiempo puede volverse irreversible.⁽⁹⁾

Grupo 4: Hipertensión arterial pulmonar por enfermedad tromboembólica crónica (HAPTEC)

La fisiopatología de la HPTEC sigue sin estar clara y puede seguir incluso un solo episodio de embolia pulmonar. La elevación de las citocinas proinflamatorias promueve la formación de cicatrices con la consiguiente remodelación de la vasculatura pulmonar y la formación de lesiones plexiformes en la microvasculatura pulmonar. La prevalencia de HPTEC se estima en alrededor del 3,8% de los pacientes que sobreviven a un episodio de embolia pulmonar aguda.⁽¹⁰⁾

Grupo 5: PAH con mecanismos multifactoriales poco claros

La fisiopatología de la HP en el grupo 5 varía según la causa subyacente. El aumento de la resistencia vascular secundaria a la hipoxia y la remodelación vascular secundaria a la inflamación están presentes, como en los otros grupos de HAP. La compresión extrínseca vascular (linfadenopatía o fibrosis mediastínica) es en parte responsable del desarrollo de HP en estos pacientes.⁽¹¹⁾

El trastorno mieloproliferativo crónico, la esplenectomía, la anemia hemolítica crónica y la enfermedad de células falciformes implican un estado trombofílico que

combina la remodelación vascular y conduce al desarrollo de HP. Los trastornos endocrinos (como la enfermedad de la tiroides) pueden conducir a la HP debido al aumento de anticuerpos circulantes, catecolaminas y vasodilatadores que resultan en disfunción ventricular izquierda. ⁽¹⁾

Tabla 1. Definiciones hemodinámicas de hipertensión pulmonar^a

Definición	Características	Tipo^b
HP	PAPm \geq 25 mmHg	Todos
HP precapilar	PAPm \geq 25 mmHg PCP \leq 15 mmHg GC normal o disminuido ^c	1. Hipertensión arterial pulmonar 3. HP causada por enfermedad pulmonar 4. HP tromboembólica crónica 5. HP de mecanismo poco claro o multifactorial
HP poscapilar	PAPm \geq 25 mmHg PCP $>$ 15 mmHg GC normal o disminuido ^c	2. HP causada por cardiopatía izquierda
Pasiva	GTP \leq 12 mmHg	
Reactiva (desproporcionada)	GTP $>$ 12 mmHg	

HP: hipertensión pulmonar; PAPm: presión arterial pulmonar media; PCP: presión capilar pulmonar; GC: gasto cardíaco; GTP: gradiente transpulmonar ($GTP = PAPm - PCP$). A Todos los valores medidos en reposo. Tomada de Gailé N, et al1. ⁽²⁾

Tabla 2. Clasificación de la hipertensión pulmonar según el consenso de Dana Point

1. Hipertensión arterial pulmonar
 - 1.1. Idiopática
 - 1.2. Heredable/hereditaria
 - 1.2.1. Asociada a BMPR2
 - 1.2.2. Asociada a ALK1, endoglina (con o sin telangiectasia hereditaria hemorrágica)
 - 1.2.3. Desconocida
 - 1.3. Inducida por drogas y toxinas
 - 1.4. Asociada a:
 - 1.4.1. Enfermedades del tejido conectivo
 - 1.4.2. Infección por virus de la inmunodeficiencia humana
 - 1.4.3. Hipertensión portal
 - 1.4.4. Cardiopatía congénita
 - 1.4.5. Esquistosomiasis
 - 1.4.6. Anemia hemolítica crónica
 - 1.5. Hipertensión pulmonar persistente del recién nacido
- 1'. Enfermedad venooclusiva pulmonar y/o hemangiomatosis capilar pulmonar
2. Hipertensión pulmonar causada por cardiopatía izquierda
 - 2.1. Disfunción sistólica
 - 2.2. Disfunción diastólica
 - 2.3. Valvulopatía
3. Hipertensión pulmonar causada por enfermedad pulmonar y/o hipoxia
 - 3.1. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
 - 3.2. Enfermedad intersticial pulmonar
 - 3.3. Otras enfermedades pulmonares con patrón mixto restrictivo y obstructivo
 - 3.4. Síndrome de apnea-hipopnea del sueño

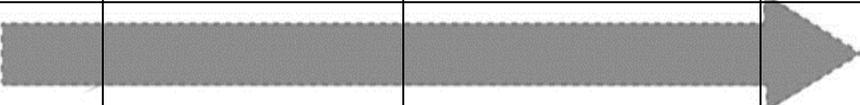
- 3.5. Enfermedades con hipoventilación alveolar
 - 3.6. Exposición crónica a grandes altitudes
 - 3.7. Alteraciones del desarrollo

 - 4. Hipertensión pulmonar por enfermedad tromboembólica crónica

 - 5. Hipertensión pulmonar con mecanismo poco claro o multifactorial
 - 5.1. Enfermedades hematológicas: síndromes mieloproliferativos, esplenectomía
 - 5.2. Enfermedades sistémicas: sarcoidosis, histiocitosis de células de Langerhans: linfangioleiomiomatosis, neurifibromatosis, vasculitis
 - 5.3. Enfermedades metabólicas: enfermedad por depósito de glucógeno, enfermedad de Gaucher, alteraciones tiroideas
 - 5.4. Otros: obstrucción de origen tumoral, mediastinitis fibrosante, insuficiencia renal crónica en diálisis
- (2)

I.1.4 fisiopatología.

El lecho vascular pulmonar adulto normal es un sistema de baja presión y baja resistencia que puede acomodar aumentos en el flujo sanguíneo con una elevación mínima de la presión arterial pulmonar. En pacientes con hipertensión pulmonar, la presión arterial pulmonar y la resistencia vascular están crónicamente elevadas, lo que lleva a dilatación e hipertrofia del ventrículo derecho. El curso clínico de la hipertensión pulmonar se divide en tres fases: compensación asintomática, descompensación sintomática y descompensación avanzada (fig.2) ⁽¹⁾

FASE CLINICA	ASINTOMÁTICA COMPENSADA	SINTOMATICA DESCOMPENSADA	AVANZADO DESCOMPENSADO.
			
VD Y VI APARIENCIA EN RMC Y ATCMD			
VD CAMBIOS MORFOLOGICOS Y FUNCION	PARED DELGADA DEL VD. GC NORMAL.	HIPERTROFIA DEL VD NORMAL O LIGERAMENTE DISMINUIDO EL GC.	DILATACION E HIPERTROFIA DEL VD DISMINUCION SEVERA DEL GC.
DURACION	UNCLERA	MESES A AÑOS	MESES
SOSPECHA DIAGNOSTICA	NINGUNA	INSUFICIENCIA CARDIACA CRONICA. ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA.	HIPERTENSION PULMONAR.

La Figura 2 muestra el curso clínico y la progresión de la hipertensión pulmonar, los cambios morfológicos que ocurren y los parámetros funcionales. RMC = RM cardíaca, GC = gasto cardíaco, VI = ventrículo izquierdo, ATCMD = angiografía por tomografía computada multidetector, VD = ventrículo derecho. ⁽¹⁾

I.1.5 Cuadro clínico.

El síntoma inicial es la disnea de esfuerzo, que se caracteriza por ser progresiva y está dada por la disfunción paulatina del VD secundaria a su incapacidad para adaptar el gasto cardíaco a la demanda física. Por lo tanto, estos pacientes presentarán fatiga, letargo, disnea, angina o síncope de esfuerzo; en fases avanzadas, estos síntomas se producen en reposo. Durante la exploración física, la presencia de pulsos en el borde paraesternal izquierdo, un segundo ruido cardíaco aumentado, presencia de soplos de regurgitación tricúspide o de insuficiencia pulmonar, hacen sospechar de hipertensión arterial pulmonar. En pacientes con antecedentes de esclerodermia, candidatos a trasplante hepático y familiares de

pacientes con HAP hereditaria es necesario realizar un ecocardiograma aun en ausencia de síntomas.

Las cinco categorías correspondientes a la clasificación clínica comparten características patológicas y fisiopatológicas, así como opciones terapéuticas similares.

I.1.6 Diagnostico.

Ante la sospecha de HAP, lo primero es confirmar el diagnóstico, identificar la etiología y clasificar el tipo de HAP. Actualmente existen algoritmos que simplifican el abordaje diagnóstico, los cuales incluyen historia clínica, exploración física, exámenes de laboratorio, imagenología, así como pruebas complementarias que permiten obtener etiologías de HAP por exclusión. El algoritmo diagnóstico inicia con la identificación de los grupos clínicos de HAP más comunes. La sospecha es eminentemente clínica, basada en la presencia de factores de riesgo, el cuadro clínico, la exploración física y los resultados de exámenes simples, como la radiografía de tórax y el ecocardiograma (ECG). Actualmente, el estándar de oro para el diagnóstico de HAP continúa siendo el cateterismo cardiaco derecho (CCD). En caso de tener contraindicaciones para realizar dicho estudio, se puede confirmar la sospecha de HAP mediante ecocardiograma transtorácico, además de realizar pruebas de función pulmonar y tomografía computarizada torácica para identificar enfermedades pulmonares (grupo 3) o cardiopatía izquierda (grupo 2). Si no hay datos de enfermedad cardiaca o respiratoria, se recomienda realizar una gammagrafía pulmonar de ventilación/perfusión (V/Q), angiografía pulmonar por tomografía o por CCD en sospecha de hipertensión pulmonar por tromboembolismo crónico (HPTC). Si se descarta esta posibilidad, una vez confirmado el diagnóstico de HAP con el CCD, se deben realizar pruebas complementarias: prueba de virus de inmunodeficiencia adquirida, pruebas de función tiroidea, inmunológicas, ecografía abdominal y caminata de seis minutos (CD6M) para identificar el tipo de HAP. El diagnóstico de HAP es fundamentalmente hemodinámico, determinándose

como una PAPm en reposo \geq a 25 mmHg. Las guías clínicas actuales han suprimido el criterio de PAPm en esfuerzo $>$ 30 mmHg como diagnóstico de HAP. ⁽²⁾

I.1.7 Imagenología.

Se pueden usar múltiples técnicas de imagen no invasivas, como la radiografía de tórax, la ecocardiografía, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) para la evaluación e investigación de la HP.

Las radiografías de tórax son anormales en el 90% de los pacientes con hipertensión arterial pulmonar idiopática (HAP) en el momento del diagnóstico. La radiografía de tórax puede ayudar a evaluar la presencia de HAP, pero el grado de HAP no se correlaciona con el alcance de las anomalías de imagen, y la radiografía de tórax rara vez se usa como la única modalidad de imagen. En la radiografía de tórax, las arterias pulmonares centrales se agrandan clásicamente con una disminución gradual de la vasculatura pulmonar periférica (poda). La radiografía de tórax también puede representar el agrandamiento cardíaco del lado derecho en la HAP idiopática. Los hallazgos característicos serían el crecimiento de las cavidades derechas y de los hilos por aumento de las arterias pulmonares, junto con oligohemia periférica. El crecimiento de la Aurícula Derecha es muy difícil de valorar en la radiografía de tórax; el del Ventrículo Derecho se traduce en desplazamiento de la punta cardíaca hacia arriba y afuera, en la placa PA, y contacto de la silueta cardíaca con más de la mitad del cuerpo del esternón en la lateral. En la radiografía PA, la rama arterial del lóbulo inferior derecho puede ser mayor de 1,7 cm, pero puede ser normal en las fases iniciales. ⁽¹²⁾

La ecocardiografía Doppler bidimensional transtorácica es la modalidad de primera línea para el diagnóstico de HAP. Está ampliamente disponible y es la modalidad de imagen más común utilizada para evaluar la fracción de eyección, la cardiopatía del lado izquierdo o las derivaciones intracardiacas. Ocasionalmente, la cardiopatía del lado izquierdo puede diagnosticarse de manera incidental por primera vez en la TC. Para la detección de HP moderada, la ecocardiografía tiene una sensibilidad del 79% al 100% y una especificidad del 68% al 98% Sin embargo, la

ecocardiografía tiene una capacidad limitada para la evaluación de las arterias pulmonares más allá de la arteria pulmonar principal y es bastante limitada en la evaluación de la función ventricular derecha. Sobre la base de los hallazgos ecocardiográficos, la probabilidad de HAP se clasifica como baja, intermedia o alta. La evaluación adicional está reservada para pacientes con probabilidad alta o intermedia de HP. ⁽¹⁴⁾

La gammagrafía de ventilación-perfusión (V / Q) a menudo se usa para identificar o excluir la HP tromboembólica crónica (HPTEC) en pacientes con sospecha de HPTEC. Aunque la gammagrafía V / Q permite una evaluación precisa de la perfusión parenquimatosa, no proporciona la información anatómica requerida para determinar si un paciente con HPTEC es un buen candidato para el tratamiento definitivo con tromboendarterectomía. ⁽¹⁴⁾

La RM cardíaca es uno de los métodos más precisos para evaluar el tamaño, la morfología y la función del ventrículo derecho. También se puede utilizar para evaluar la anatomía de las arterias pulmonares y el flujo sanguíneo pulmonar. En nuestra práctica, la RM cardíaca a menudo se usa para evaluar la efectividad del tratamiento para la HAP (cirugía o medicación). En otras palabras, la resonancia magnética cardíaca se usa para asegurarse de que el ventrículo derecho no muestre signos de falla (por ejemplo, dilatación o fracción de eyección reducida) que justifique una intervención o medicación adicional. ⁽¹⁴⁾

La TC es una modalidad de imagen utilizada habitualmente para la evaluación de pacientes con sospecha de HP. Los estudios pueden realizarse sin contraste intravenoso utilizando un protocolo de alta resolución cuando el parénquima pulmonar es la única pregunta. Se puede usar material de contraste intravenoso (a menudo con un protocolo de angiografía pulmonar) cuando se sospecha HPTEC u otras causas no pulmonares de HP, como la mediastinitis fibrosante. El hallazgo característico de la HP es un crecimiento de la arteria pulmonar (AP) con disminución de la vasculatura periférica. Una AP > 29 mm tiene una sensibilidad del 87% y una especificidad del 89% para el diagnóstico de HP. Otros signos de HP son: relación arteria pulmonar/aorta (AP/Ao) > 1, relación VD/VI > 1, abombamiento del septo interventricular hacia la izquierda o pared de VD > 4 mm. La presencia de

adenopatías, patrón reticulonodular difuso y derrame pleural puede orientar a una enfermedad venooclusiva (EVOP) o hemangiomatosis capilar pulmonar (HCP).⁽¹³⁾

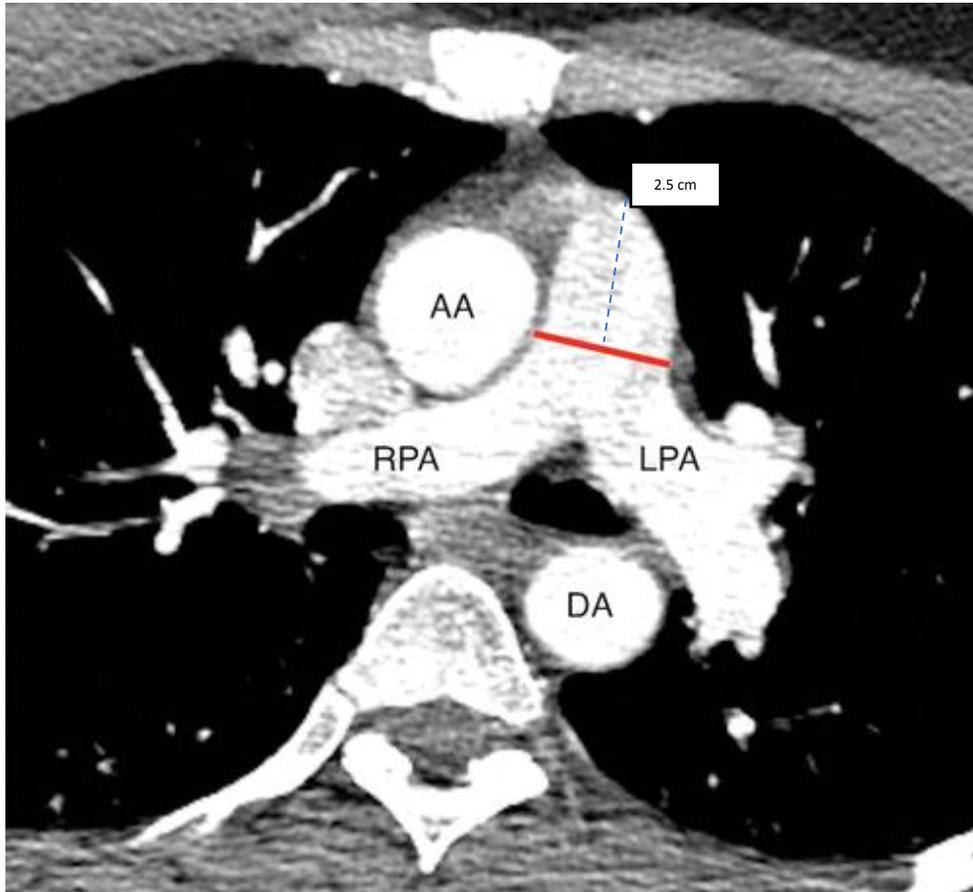


Figura 3. Medida del diámetro de la arteria pulmonar. La medida (línea roja) debe obtenerse en el plano axial a 2.5 cm del borde anterior, ortogonal al eje largo de la arteria pulmonar. En la HAP, el diámetro de la arteria pulmonar principal tiende a ser mayor de 29 mm y puede ser mayor que el de la aorta en la misma sección. AA = aorta ascendente, DA = aorta descendente, LPA = arteria pulmonar izquierda, RPA = arteria pulmonar derecha.⁽¹⁴⁾

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La Hipertensión Arterial Pulmonar (HAP), es una enfermedad potencialmente mortal y catalogada como enfermedad “rara” o también conocida como “huérfana”, la cual afecta a nivel mundial a 25 millones de personas y en nuestro país alrededor de tres mil mexicanos, con una incidencia que va en aumento.

El origen de este padecimiento tiene un gran número de causas desde hereditarias, congénitas, enfermedades cardíacas, pulmonares, patologías sanguíneas, patologías infecciosas son muchas las causas que pueden causar hipertensión pulmonar, y lo cierto es que no ha habido un aumento en la hipertensión arterial pulmonar, sino que se ha incrementado el diagnóstico y sobre todo ahora se cuenta con tratamientos más efectivos, que pueden dar un buen pronóstico de vida a estos pacientes, lo fundamental, es tener un diagnóstico temprano.

La hipertensión arterial pulmonar se define como una elevación anormal de la presión en la circulación pulmonar, con una presión arterial pulmonar media superior a 25 mmHg medida por CCD, independientemente del mecanismo subyacente, en base a este principio cuando esta presión es sostenida crónicamente, se observan una serie de hallazgos por estudios de imagen, por lo que se plantea con este trabajo de investigación detectar cual es la medida de la arteria pulmonar por tomografía de tórax simple o angiotomografía de tórax más sensible en relación con la medida de presión por cateterismo cardiaco derecho y correlacionarlas, para darle más sensibilidad y especificidad a dicha valoración radiológica en el centro médico ISSEMyM; se pretende hacer tabulador para predecir por tomografía dichas presiones arteriales pulmonares.

Cabe resaltar que esta enfermedad progresiva se identifica cuando la presión de las arterias pulmonares aumenta, causando dilatación del tronco de la arteria pulmonar y provoca que el lado derecho del corazón incremente su esfuerzo para hacer circular la sangre hasta provocar insuficiencia cardíaca, y en muchos casos la muerte, con una mayor prevalencia en mujeres, ya que por cada hombre hay tres mujeres que padecen esta enfermedad, la cual por lo general se presenta en personas entre los 35 y 45 años de edad, es decir, en plena etapa productiva, lo

cual tiene serias consecuencias económicas y emocionales, no sólo para el paciente, sino para su familia en México.

II.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿EXISTIRÁ CORRELACIÓN DEL DIAMETRO DEL TRONCO DE LA ARTERIA PULMONAR POR TOMOGRAFÍA DE TÓRAX, CON LA PRESIÓN REPORTADA POR CATETERISMO CARDIACO DERECHO?

III. JUSTIFICACIÓN:

Actualmente en el servicio de radiología del centro médico Issemym Toluca, se está interesado en apoyar al servicio de cardiología en aportar hallazgos por tomografía para predecir el diagnóstico la hipertensión arterial pulmonar con la medición de la arteria pulmonar, ya que es un método con gran disposición y poco invasivo.

En base a esto planeo realizar una medición por tomografía y correlacionarlo con la medición de la presión arterial pulmonar y hacer un tabulador de medida, ya que no se cuenta en la bibliografía con dicha información y así poder predecir por TC la presión arterial pulmonar sin realizar CCD ya que este último es un método invasivo y de alto costo.

IV.HIPOTESIS:

EXISTE CORRELACIÓN DEL DIAMETRO DEL TRONCO DE LA ARTERIA PULMONAR POR TOMOGRAFÍA DE TÓRAX, CON LAS MEDIDAS DE PRESIÓN REPORTADAS POR CATETERISMO CARDIACO DERECHO EN EL CENTRO MÉDICO ISSEMyM DIAGNOSTICADOS EN EL PERIODO DE MARZO DEL 2017 A MARZO DEL 2020, FUNDAMENTADA EN LOS PRINCIPIOS HEMODINÁMICOS DEL SISTEMA VASCULAR PULMONAR.

V. OBJETIVO:

Correlacionar la medida de la arteria pulmonar por tomografía de tórax simple o angiotomografía en relación con la medida de la presión de la arteria pulmonar por cateterismo cardiaco derecho en pacientes diagnosticados con hipertensión arterial pulmonar en un periodo de tiempo que va de marzo del 2017 a marzo del 2020 y generar un tabulador de medida sobre presión arterial, para si clasificar la enfermedad en el servicio de radiología.

V.1 objetivos específicos:

Medir el tronco de la arteria pulmonar a 2.5 centímetros del borde anterior a nivel de la bifurcación por tomografía de tórax o angiotomografía de tórax en el servicio de radiología del centro medico ISSEMyM.

Tabular la medida radiológica con la medida por cateterismo cardiaco derecho.

Clasificar en base a dichas medidas la enfermedad en leve, moderada y severa por tomografía.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS.

Diseño del estudio. El presente estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, transversal. Se llevó a cabo dentro de las instalaciones del Hospital Centro Médico ISSEMyM en el servicio de Radiología y en el servicio de cardiología.

Criterios para la selección de expedientes

Criterios de inclusión:

- Expedientes de pacientes con diagnóstico por cateterismo cardiaco derecho con presión de la arteria pulmonar mayor a 25 mmHg.
- Expedientes de pacientes con diagnóstico hipertensión arterial pulmonar por CCD que tengan TC de tórax simple o angiotomografía de tórax.

Criterios de exclusión:

- Expedientes de pacientes con diagnóstico por cateterismo cardiaco derecho con presión de la arteria pulmonar mayor a 25 mmHg que no tengan TC de tórax o angiotomografía de tórax.
- Expedientes de pacientes con TC de tórax con diagnóstico de hipertensión pulmonar sin medida de presión de la arteria pulmonar con CCD.

VII.1 DISEÑO DEL ESTUDIO.

Universo de trabajo:

A: Descripción de la población: La población que se incluyó en este trabajo fueron expedientes de pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar diagnosticados con CCD con presiones de la arteria pulmonar por arriba de 25 mmHg en el servicio de cardiología y que también se les haya realizado tomografía de tórax simple o angiotomografía en el servicio de radiología del Centro Médico ISSEMyM en el periodo comprendido de marzo 2017 a febrero de 2020.

B: Tipo de muestra: Total no probabilística de conveniencia consecutiva y de cuota.

C: Tamaño de muestra: Se incluyeron a todos los expedientes de pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar diagnosticados con CCD con presiones de la arteria pulmonar por arriba de 25 mmHg en el servicio de cardiología y que también se les haya realizado tomografía de tórax simple o angiotomografía en el servicio de radiología del Centro Médico ISSEMyM en el periodo comprendido de marzo 2017 a febrero de 2020.

VII.2 VARIABLE DEL ESTUDIO.

Variable de interés: correlación de la medida de la arteria pulmonar en eje transversal medida a 2.5 centímetros del borde anterior a nivel de la bifurcación, obtenido en la tomografía de tórax en el servicio de radiología; comparado con los valores de presión de la arteria pulmonar reportados por el servicio de cardiología medido con cateterismo cardiaco derecho (CCD) en dichos pacientes.

Variables demográficas: edad y género.

Variables identificadoras de grupo	Definición conceptual	Indicador	Definición Operacional	Tipo de Variable	Nivel de Medición
Características demográficas	Conjunto de características biológicas, sociales y culturales que están presentes en la población sujeta a estudio, tomando aquellas que pueden ser medibles	Edad	Años cumplidos al momento de la realización del estudio.	Cuantitativa	Discreta y de intervalo
		Género	Distinción biológica, social y cultural entre hombres y mujeres registrada en el	Cualitativa	Dicotómica

			expedient e clínico.		
VARIABLES DE INTERES	Diámetro mayor de la arteria pulmonar medida a 2.5 cm del borde anterior a nivel de la bifurcación en la TC de tórax simple o angiotomografía.	29-31cm	Leve	Cuantitativa	Discreta y de intervalo
		32-34cm	moderada	Cuantitativa	Discreta y de intervalo
		35 o mas	severa	Cuantitativa	Discreta y de intervalo
Hallazgos por tomografía		25 mmHg a 30 mmHg	leve	Cuantitativa	Discreta y de intervalo
		31 mmHg a 35 mmHg	moderado	Cuantitativa	Discreta y de intervalo
		36 mmHg o mas	severo	Cuantitativa	Discreta y de intervalo
Hallazgos por CCD.	Medida de la presión de la arteria pulmonar mediante CCD.	25 mmHg a 30 mmHg	leve	Cuantitativa	Discreta y de intervalo
		31 mmHg a 35 mmHg	moderado	Cuantitativa	Discreta y de intervalo
		36 mmHg o mas	severo	Cuantitativa	Discreta y de intervalo

VIII. PROCEDIMIENTOS CON UNIDADES DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se realizó revisando la libreta de registro de pacientes que acuden al servicio de cardiología del Centro Médico ISSEMyM, en el periodo comprendido de marzo de 2017 a marzo de 2020, se buscaron los pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión para recaudar la información.

Las mediciones radiológicas por TC y angiotomografía de tórax de la arteria pulmonar de dichos pacientes se realizó por el tesista y las medidas de presión de la arteria pulmonar por CCD por el servicio de cardiología.

IX. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La revisión de los estudios se realizó en el servicio de radiología e imagen del centro médico ISSEMyM, tomándose en cuenta los criterios de inclusión y exclusión.

Se llevo un registro de los hallazgos encontrados y del total de los pacientes; la valoración será de primera intención por el tesista.

X. IMPLICACIONES ETICAS.

El presente trabajo se efectuó únicamente usando los datos referidos en los expedientes hospitalarios, reservando la identidad de los pacientes participantes, por lo que no fue requerida carta de consentimiento informado; no obstante, se sometió a lo manifestado en la Ley General de Salud en su capítulo sobre investigación para la salud y la declaración de Helsinki con relación a la investigación médica y la confidencialidad de información personal de participantes.

XI. ORGANIZACIÓN

En la realización de este protocolo participaron las siguientes personas:

Doc. en C. ALBERTO ERNESTO HARDY PEREZ

Centro Médico ISSEMyM, Lic. Arturo Montiel Rojas

Quien se desempeñó como director de tesis.

E. en Rad. Oliver Yemen Domínguez Flores

Médico especialista en Radiología e Imagen

Centro Médico ISSEMyM, Lic. Arturo Montiel Rojas

Quien se desempeñó como director de tesis.

E. en Card. Nicolas Vargas Cruz.

médico especialista en cardiología.

Centro Médico ISSEMyM, Lic. Arturo Montiel Rojas.

Quien se desempeñó como colaborador de tesis.

M.C. Israel Cruz Aguilar.

Médico Residente de la especialidad en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica

Centro Médico ISSEMyM, Lic. Arturo Montiel Rojas

Quien desarrollo la investigación como tesista.

XII. RESULTADOS, TABLAS Y GRAFICOS.

Se realizó revisión de 130 expedientes de pacientes con hipertensión arterial pulmonar, de los cuales solo 40 cumplían con los criterios de inclusión, es decir tenían medición de la presión de la arteria pulmonar por Cateterismo Cardiaco Derecho y tomografía de tórax o angiotomografía de tórax en el centro médico ISSEMyM que correspondían al periodo comprendido de marzo 2017 a febrero de 2020.

De los pacientes estudiados se observó que de acuerdo al sexo de los pacientes lo más común fueron femeninos con un total de 30 (75%) y masculinos con un total de 10 pacientes (25%).

sexo	frecuencia	porcentaje
F	30	75
M	10	25
TOTAL	40	100

Tabla 1. Relación de pacientes de acuerdo al sexo. CMIT 2020

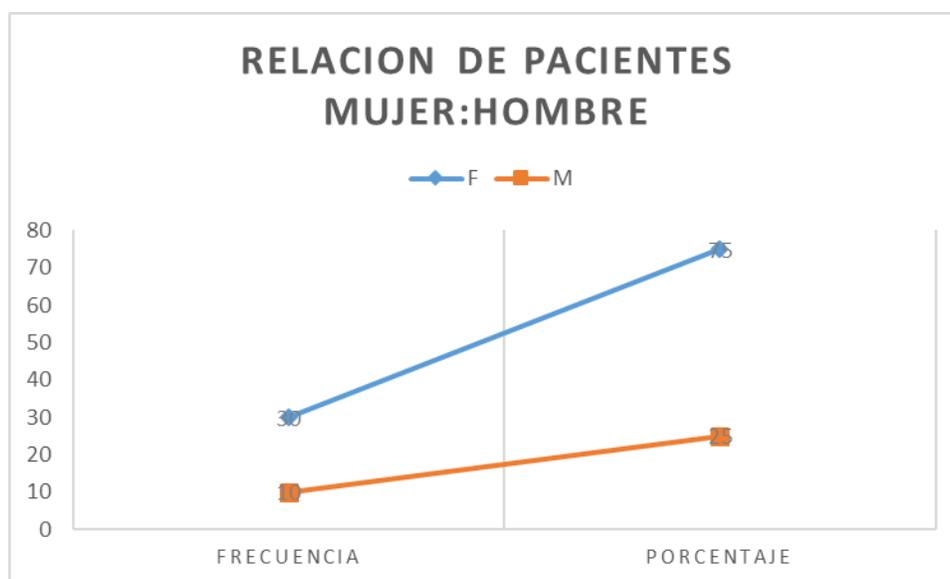


Gráfico 1. Relación de pacientes de acuerdo al sexo y porcentaje CMIT 2020.

La distribución de los pacientes de acuerdo al rango de edad fueron 25 pacientes de 41 a 50 años que corresponde al 62.5%, 5 pacientes de 21 a 30 años que corresponde al 12.5%, 5 pacientes de 61 a 70 años que corresponde al 12.5% y de 5 pacientes 71 a 80 años que corresponde al 12.5%.

RANGO DE EDAD	FRECUENCIA	PORCENTAJE
21-30 AÑOS	5	12.5
31-40 AÑOS	0	0
41-50 AÑOS	25	62.5
51-60 AÑOS	0	0
61-70 AÑOS	5	12.5
71-80 AÑOS	5	12.5
TOTAL	40	100

Tabla 2. Frecuencia de edad de hipertensión pulmonar CMIT 2020.

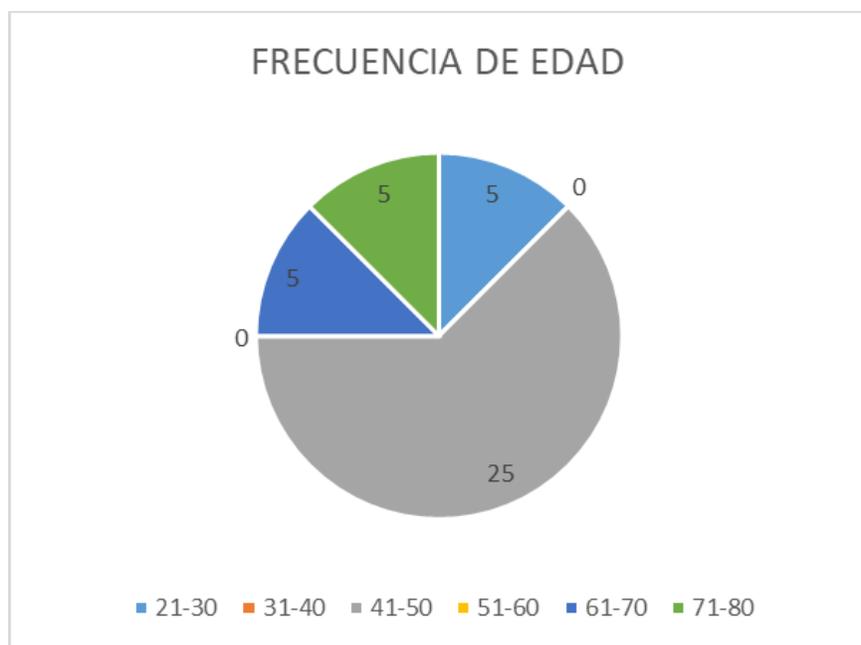


Gráfico 2. Frecuencia de edad de hipertensión pulmonar CMIT 2020.

Se revisaron las presiones de la arteria pulmonar medida por Cateterismo Cardiaco Derecho en los 40 pacientes para ver si existía correlación con el diámetro medido por tomografía de tórax o angiotomografía de tórax y se observa que todos los pacientes con presiones de la AP medida por Cateterismo Cardiaco Derecho mayor a 25 mmHg tenían un diámetro de la AP medido por imagen a 2.5 cm del borde anterior de la AP siendo este mayor a 29 mm; confirmando en este estudio que diámetros de la AP medido por tomografía de tórax y angiotomografía mayores a 29 mm que indican hipertensión arterial pulmonar.

El grupo de pacientes con presiones de la AP medido por Cateterismo Cardiaco Derecho más observado fue el de 36 mmHg o más, con 25 pacientes que corresponde a 62.5%, el grupo de 31 a 35 mm Hg con 10 pacientes que corresponde a 25% y el grupo de 25 a 30 mmHg con 5 pacientes que corresponde al 12.5%.

PRESION AP POR CCD	FRECUENCIA	PORCENTAJE
25-30 mmHg.	5	12.5
31-35 mmHg.	10	25
36 o mas mmHg	25	62.5
TOTAL	40	100

Tabla 3. Rangos de presiones más observados CMIT 2020.

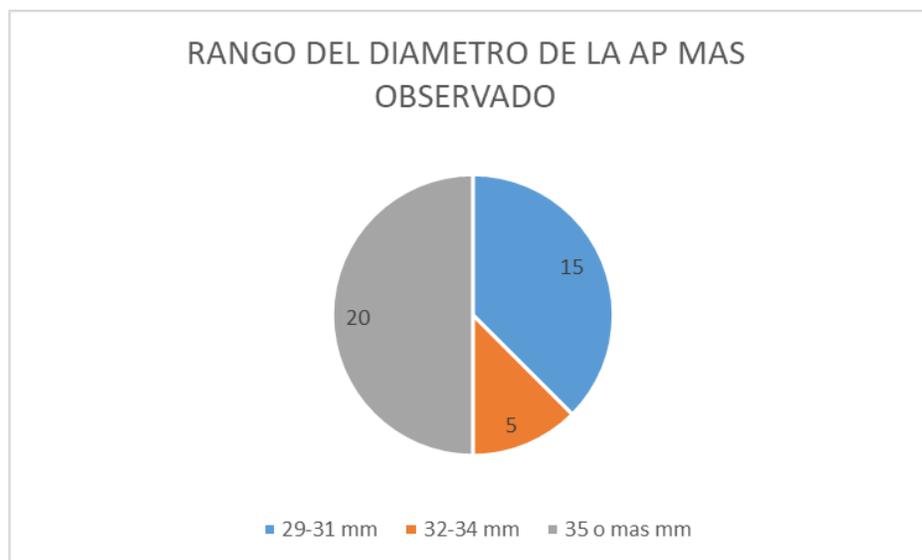


Gráfico 3. Rangos de presiones por CCD más observados CMIT 2020.

El grupo de pacientes con diámetro de la AP medido por tomografía de tórax o angiotomografía de tórax más observado fue de 35 mm o más con 20 pacientes que corresponde a 50%, de 29 a 31 mm 15 pacientes que corresponde al 37.5% y de 32 a 34 mm 5 pacientes que corresponde al 12.5%

DIAMETRO AP	FRECUENCIA	PORCENTAJE
29-31 mm	15	37.5
32-34 mm	5	12.5
35 o más mm	20	50
TOTAL	40	100

Tabla 4. Rangos del diámetro de AP más observados CMIT 2020.

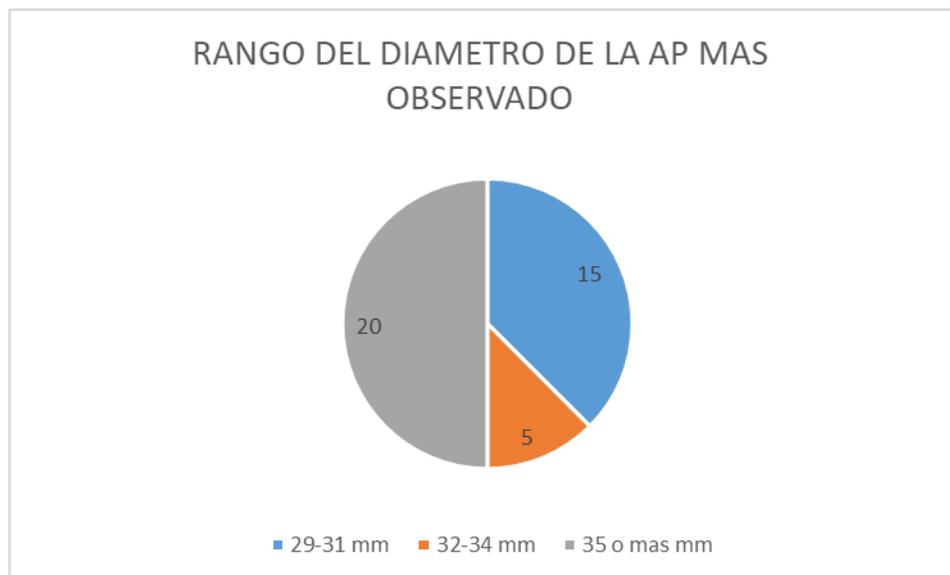


Gráfico 4. Rangos del diámetro de AP más observados CMIT 2020.

Sin embargo, no se pudo clasificar el diámetro con la presión observando que no van de la mano, es decir se observaron grandes presiones de hasta 93 mmHg con diámetro de la AP de 39.1mm y presiones de 49 mmHg con diámetro de la AP de 49 mm, lo que nos habla de que podemos tener presiones altas y diámetros no tan grandes y diámetros grandes y presiones no tan altas no pudiendo englobar estos pacientes en la clasificación planteada en este proyecto de investigación.

XIII. DISCUSIÓN.

El Centro Médico ISSEMyM Toluca Lic. Arturo Montiel Rojas es una unidad hospitalaria de tercer nivel y unidad de concentración del estado de México, de las diversas especialidades con las que cuenta, el servicio de imagenología y cardiología presenta un gran número de pacientes con clínica y datos por imagen de hipertensión pulmonar en espera de Cateterismo Cardíaco Derecho ya que es el estándar de oro para la medición de la AP, en la literatura actual se reporta que presiones mayores a 25 mmHg es indicativo de hipertensión arterial pulmonar. Los 40 pacientes revisados en este estudio presentaron presiones mayores a 25 mmHg coincidiendo con lo reportado en las bibliografías revisadas.

Los pacientes diagnosticados por Cateterismo Cardíaco Derecho con HAP tuvieron dimensiones aumentadas de la AP con diámetros superiores a 29 mm. Las dimensiones no se correlacionaron con las presiones teniendo en cuenta que hubo grandes presiones de hasta 93 mmHg con diámetro de la AP de 39.1mm y presiones de 49 mmHg con diámetro de la AP de 49 mm, lo que limita su clasificación de acuerdo a su relación presión-dimensión.

Sin embargo, se corroboró que el diámetro de la AP mayor a 29 mm por tomografía es diagnóstica de hipertensión arterial pulmonar como se reporta en las diversas literaturas.

XIV. CONCLUSION.

La tomografía o angiotomografía de tórax es una opción diagnóstica para los pacientes con hipertensión arterial pulmonar pudiendo diagnosticar con diámetros mayor de 29 mm de la AP, siendo un estudio no invasivo, accesible y de menor costo comparado con CCD, sin embargo, no podemos correlacionar las presiones de CCD en base a las medidas por TC de la AP siendo estas discordantes.

XV. RECOMENDACIONES.

- Capacitar a todo el personal del servicio de radiología e imagen sobre la medición del tronco de la arteria pulmonar para diagnosticar hipertensión arterial pulmonar.
- Se puede iniciar tratamiento de hipertensión arterial pulmonar con diagnóstico por imagen ya que es un método diagnóstico accesible y no invasivo.
- No se puede estimar una presión de la arteria pulmonar mediante la medición del tronco de la AP por TC de tórax, por lo que si es necesario conocerla por parte del servicio de cardiología se le tendrá que realizar CCD.

XVI. BIBLIOGRAFIA

1. Elena Peña, Carole Dennie, John Veinot, Susana Hernández Muñiz. Pulmonary Hypertension: How the Radiologist Can Help. RSNA (Internet). 2011 [Consultado el 24 de Marzo de 2020] (1). Disponible en: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.321105232>
2. José callejas, Norberto Centeno, Protocolos: Nuevos retos en hipertensión pulmonar. Unidad de Enfermedades Autoinmunes Sistémicas, Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario San Cecilio, Granada. 2019,01 disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/DL/H6MPSF/protocolo-hipertension-pulmonar%20PRO.pdf>
3. Diagnóstico y tratamiento de la hipertensión arterial pulmonar primaria en el adulto, México, secretaria de salud, 2010. http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/433-11_Hipertensixn_arterial_pulmonar/GER_Hipertensixn_Arterial_Pulmonar.pdf
4. McLaughlin VV, McGoon MD. Hipertensión arterial pulmonar. **Circulación** 2006; 114 (13): 1417–1431. Crossref, Medline.
5. Prins KW, Thenappan T. Organización Mundial de la Salud, grupo I, hipertensión pulmonar: epidemiología y fisiopatología. **Cardiol Clin** 2016; 34 (3): 363–374.
6. Dakshinamurti S. Mecanismos fisiopatológicos de la hipertensión pulmonar persistente del recién nacido. **Pediatría Pulmonar** 2005; 39 (6): 492–503.
7. Clark CB, Horn EM. Grupo 2 hipertensión pulmonar: hipertensión venosa pulmonar: epidemiología y fisiopatología. **Cardiol Clin** 2016; 34 (3): 401–411.
8. Klinger JR. Hipertensión pulmonar del grupo III: hipertensión pulmonar asociada con enfermedad pulmonar: epidemiología, fisiopatología y tratamientos. **Cardiol Clin** 2016; 34 (3): 413–433.
9. Naeije R. Hipertensión pulmonar e insuficiencia cardíaca derecha en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. **Proc Am Thorac Soc** 2005; 2 (1): 20–22.
10. Humbert M. Hipertensión arterial pulmonar e hipertensión pulmonar tromboembólica crónica: fisiopatología. **Eur Respir Rev** 2010; 19 (115): 59–63.

11. Kalantari S, Gomberg-Maitland M. Grupo 5 hipertensión pulmonar: la enfermedad huérfana del huérfano. **Cardiol Clin** 2016; 34 (3): 443–449.
12. Fleischner FG. Embolia pulmonar. **Clin Radiol** 1962; 13: 169-182.
13. Tan RT, Kuzo R, Goodman LR, Siegel R, Haasler GB, Presberg KW. Utilidad de la evaluación por TC para predecir la hipertensión pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar parenquimatosa. Medical College of Wisconsin Lung Transplant Group. **Pecho** 1998; 113 (5): 1250-1256.
14. Felipe aluja, Fernando R. Gutiérrez, Federico G. Diaz, enfoque de la hipertensión pulmonar: De la TC al diagnóstico. RSNA, Radiographics, **Publicado en línea:** 12 de febrero de 2018 consultar en: <https://doi.org/10.1148/rq.2018170046>.
15. Stein PE, YAekoub AY, Matta F, et al. Resolution of pulmonary embolism on CT pulmonary angiography. **AJR** 2010; 194: 1263-1268.
16. Marrugata J, Solanas P, D Agostino R, Sullivan L, Ordoñas J, Cordon F Ramos. Estimación del riesgo coronario en España mediante la ecuación de Framingham calibrada. *Revista española cardiológica*, 2003;56:253-261.
17. Higinngs CB. Cardiac Imaging. *Radiology* 2000;217:4-10.
18. Lipton MJ, Boxt LM, Hijazi ZM. Role of the radiologist in cardiac diagnostic imaging. **AJR**, 2000; 175:1495-1506.
19. U. Sobrino Castro, I. Herráez Ortega, C. Antolín Pérez, A. Fuentes Morán, S. Sánchez Campos, J. D. Samper Wamba; Leon/ES. cómo realizar un informe de tep (angiotc de arterias pulmonares) de manera brillante. *SERAM*. 10.1594/seram2012/S-0361.
20. E. Brant, A. Helms, *Fundamentos de radiología diagnóstica*, Wolters Kluwer lippincott wiliams 2008, 3ª Ed. España.
21. Manasterm Adndrews et al, *Anatomía radiológica para el diagnóstico, imagen anatómica*, Marban, 2012, 1ª ed, España.
22. Ley general de salud. Título quinto, investigación para la salud; Capítulo Unico: Art 96-103. Publicado en el diario oficial de la Federación. (DOF).
23. World Medical Association, Inc. Declaración de Helsinki de la asamblea médica mundial-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

- 24.F. González Garrido. Hospital 12 de octubre. Madrid. Hipertensión arterial pulmonar y TEP crónico. REV PATOL RESPIR 2006; 9(4): 212-214.
25. Conrad Wittram. How I Do It: CT Pulmonary Angiography. AJR 2007; 188:1255-1261.