



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

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SXXI  
“DR. BERNARDO SEPULVEDA”**



**TÍTULO**

“HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR”

**TESIS**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN  
IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

**PRESENTA**

DR. EDUARDO PALACIOS BOTELLO

**ASESOR PRINCIPAL**

DRA. ABRIL ELENA MACIEL FIERRO

**CIUDAD DE 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.

---

**DRA. VICTORIA MENDOZA ZUBIETA**  
JEFA DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

---

**DR. FRANCISCO JOSÉ AVELAR GARNICA**  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIDADES EN  
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI

---

**DRA. ABRIL ELENA MACIEL FIERRO**  
MÉDICO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE IMAGENOLOGIA  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DEL CMN SIGLO XXI



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



### Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 3601.  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES Dr. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

REGISTRO LUTEPKIS 17 LA 09 013 034  
REGISTRO CURSOLÉ (ILA) CURSOLÉ (ILA) 09 C01 023 2017082

FECHA Jueves, 22 de Junio de 2023

Doctor (a) MACIEL FIERRO ABRIL ELENA

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**.

Número de Registro Institucional

R-2023-3601-157

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Maestro (a) **GUADALUPE VARGAS ORTEGA**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3601

Imprimir

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

## IDENTIFICACION DE LOS AUTORES

<b>DATOS DEL TESISISTA</b>	
<b>Apellido paterno</b>	Palacios
<b>Apellido materno</b>	Botello
<b>Nombre(s)</b>	Eduardo
<b>Universidad</b>	Universidad Nacional Autónoma de México
<b>Facultad o escuela</b>	Facultad de Medicina
<b>Carrera</b>	Imagenología Diagnóstica y Terapéutica
<b>Cargo</b>	Residente de 4to año
<b>No. De cuenta</b>	308169427
<b>Teléfono</b>	5569167908
<b>Correo</b>	palaciosbed@gmail.com
<b>DATOS DEL ASESOR</b>	
<b>Apellido paterno</b>	Maciel
<b>Apellido materno</b>	Fierro
<b>Nombre(s)</b>	Abril Elena
<b>Cargo</b>	Médico adscrito al servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica, Medico de base del área de tomografía y profesora adjunta.
<b>Adscripción</b>	Hospital de Especialidades, UMAE "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez".
<b>Matricula</b>	98374565
<b>Teléfono</b>	5560120258
<b>Correo</b>	abrilele_maciel@hotmail.com

## ÍNDICE

<b>ABREVIATURAS</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEORICO</b>	<b>9</b>
<b>JUSTIFICACION</b>	<b>16</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>17</b>
<b>PREGUNTA DE INVESTIGACION</b>	<b>17</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
<b>HIPOTESIS</b>	<b>18</b>
<b>MATERIAL Y METODOS</b>	<b>19</b>
<b>UNIVERSO DE TRABAJO</b>	<b>19</b>
<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>20</b>
<b>TIPO DE MUESTREO</b>	<b>21</b>
<b>TECNICA DE RECOLECCION DE MUESTRA</b>	<b>21</b>
<b>DEFINICIÓN DE VARIABLES</b>	<b>22</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO</b>	<b>23</b>
<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>24</b>
<b>ANALISIS DE LOS RESULTADOS</b>	<b>25</b>
<b>ASPECTOS ETICOS</b>	<b>25</b>
<b>RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD</b>	<b>27</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>28</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>32</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>33</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>37</b>

## **ABREVIATURAS**

5HTT: Endoglina asociada a la telangiectasia hemorrágica familiar

ALK1: Activin-receptor-like kinase1

AP: Arteria Pulmonar

AD: Aurícula Derecha

BMPR2: Gen del receptor tipo II de la proteína morfogenética ósea

CC: centímetros cúbicos

CMN: Centro Medico Nacional

ET: Endotelina

HP: Hipertensión pulmonar

HTP: Hipertension pulmonar

HAP: Hipertensión arterial pulmonar

HPCI: Hipertensión pulmonar por enfermedad cardiaca izquierda

HPTC: Hipertensión pulmonar tromboembólica crónica.

KV: Kilovoltaje

LL: Dos alelos largos

MAS: Miliamperaje

Mg: Miligramos

NIU: Neumonía intersticial usual.

ON: Oxido nítrico

PAPm: Presion media en la arteria pulmonar

PG: Prostaciclina

RVP: Resistencia vascular pulmonar.

S: segundos

TC: Tomografía Computarizada

TxA2: Tromboxano A2

VCI: Vena Cava Inferior

VD: Ventrículo derecho

VI: Ventrículo Izquierdo

VPP: Valor predictivo positivo

## RESUMEN

### *HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR*

**Introducción:** La hipertensión pulmonar (HP) se define por el incremento anómalo de la presión en la arteria pulmonar. Por consenso se considera que existe HP cuando la presión media en la arteria pulmonar (PAPm) es igual o superior a 25 mmHg en reposo, o a 30 mmHg durante la realización de ejercicio. La TC helicoidal ha mostrado una sensibilidad y especificidad del 90 y 96%, respectivamente, orienta el diagnóstico de HP, así como la causa de HP y la forma de HAP. Los signos tomográficos frecuentemente descritos en esta patología son el diámetro del tronco de la arteria pulmonar  $>29$  mm, ratio entre la arteria pulmonar principal y la aorta ascendente adyacente  $> 1$  y el ratio entre el diámetro de arterias pulmonares segmentarias y bronquios  $\geq 1$  en 3-4 lóbulos.

**Objetivo:** Identificar los signos tomográficos de hipertensión arterial pulmonar como hallazgo incidental y correlacionarlos con las principales patologías pulmonares asociadas.

**Material y métodos:** El diseño de estudio, es de tipo observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo, con un muestreo no probabilístico, por conveniencia. Se recopilarán del expediente los datos clínicos e imagenológicos de pacientes con patología pulmonar; en el Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional siglo XXI. En un periodo comprendido del 01 de julio del 2023 al 31 de agosto del 2023. Las imágenes de tomografía simple, tomografía contrastada y angiotomografía de tórax, serán evaluadas para identificar a los pacientes con medición del tronco de la arteria pulmonar  $>29$  mm, en ellos se buscarán los signos radiológicos adicionales: proporción del diámetro del tronco de la arteria pulmonar con el diámetro de la aorta ascendente y la relación de diámetro arterial segmentario con diámetro bronquial sugestivos de hipertensión pulmonar y se documentarán las patologías pulmonares asociadas.

**Análisis estadístico:** La obtención de datos se hará en forma manual, los cuales serán transcritos a una base de datos diseñada ex profeso, en una hoja de cálculo. Posteriormente se exportará al programa estadístico SPSS (IBM, Chicago IL. USA) V.25 para Windows. Los datos generales se analizarán utilizando estadística descriptiva; media, desviación estándar y rangos de valores, para las variables cuantitativas; porcentajes y frecuencias para las variables categóricas. Los resultados se presentarán en forma de tablas. De ser necesario se utilizarán histogramas.

**Aspectos éticos:** Basado en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud esta investigación se considera como "sin riesgo".



**Recursos e infraestructura:** Se cuenta con los siguientes recursos humanos: la Dra. Abril Elena Maciel Fierro, adscrita al servicio de imagenología diagnóstica y terapéutica del CMN Siglo XXI, en el área de tomografía computarizada, así como con el Dr. EDUARDO PALACIOS BOTELLO, actualmente médico residente de cuarto año en el servicio de imagenología diagnóstica y terapéutica. La infraestructura reside en el Hospital de Especialidades del CMN Siglo XXI, que cuenta con todos los elementos tanto diagnóstico como terapéuticos en la atención de todo tipo de pacientes.

**Experiencia del grupo:** La investigadora, la doctora Maciel Fierro, tiene años de experiencia en la atención de pacientes y se encuentra adscrita al área de tomografía por lo que también tiene amplia experiencia en la realización y valoración de estos estudios de imagen, además de ser asesora de tesis anteriormente y experiencia en la realización de investigaciones, el doctor Palacios Botello tiene la experiencia previa de formación en los primeros años de residencia

**Tiempo a desarrollarse:** Se evaluarán los expedientes radiológicos de pacientes en un período del 01 de julio del 2023 al 31 de agosto del 2023, mismos que se iniciará recolección de datos una vez aprobado el protocolo.

**Palabras clave:** Hipertensión pulmonar, Tomografía, patología pulmonar, diámetro arteria pulmonar, ratio aorta/arteria pulmonar.

## MARCO TEÓRICO

Bases embriológicas. Tras la formación del tubo cardiaco y su diferenciación en los segmentos primitivos que dan origen a las estructuras cardiacas, el tronco arterioso da origen a la aorta y a la porción proximal de la arteria pulmonar (AP). Durante la quinta semana de vida embrionaria se forma el septo aortopulmonar que, adoptando una disposición en forma de espiral, divide el tronco arterioso en aorta y AP. El tronco de la arteria pulmonar se deriva, por tanto, del tronco arterioso. Las porciones proximales de los sextos arcos aórticos bilaterales forman las AP derecha e izquierda. Las porciones distales de las AP se derivan de yemas primitivas provenientes de estos arcos que crecen hacia el interior de las yemas pulmonares (origen de los pulmones), para posteriormente anastomosarse con estas. Debe recordarse que: debido a que la formación embrionaria pulmonar es un proceso paralelo a la formación de las vías aéreas, no es infrecuente encontrar la combinación de anomalías vasculares y del árbol traqueobronquial.

Anatomía de las arterias pulmonares. El tronco de la AP se origina del ventrículo derecho y se bifurca en las AP principales derecha e izquierda. La válvula pulmonar está compuesta por tres senos valvulares y se localiza en la porción proximal del tronco pulmonar, la raíz pulmonar. El tronco pulmonar en el adulto tiene un diámetro máximo de 28 mm. Las AP derecha e izquierda tienen un trayecto intrapericárdico antes de bifurcarse en las arterias lobares en cada lado. Debido a la localización del tronco pulmonar, a la izquierda de la línea media, el segmento intrapericárdico de la AP derecha es más largo y su bifurcación ocurre en la raíz pulmonar. La AP derecha se localiza por debajo del bronquio lobar superior derecho (hipobronquial) y seguirá lateralmente al bronquio intermediario. La AP izquierda distal es de localización epibronquial (superior al bronquio principal izquierdo) y luego mantiene una posición posterior en relación al bronquio hasta su bifurcación en las arterias lobares izquierdas. Ambas AP deben presentar un calibre similar. El intersticio axial central, una red de tejido conectivo que soporta las estructuras pulmonares, se extiende desde los hilios pulmonares y rodea a las AP y los bronquios principales, extendiéndose distalmente a medida que estos dan origen a ramas lobares, segmentarias y subsegmentarias. Arterias y bronquios, por lo tanto, forman un solo paquete broncovascular y tienen un diámetro similar. (1-3).

La hipertensión pulmonar (HP) es un trastorno fisiopatológico caracterizado por un aumento de la presión de la arteria pulmonar media en reposo, condicionando una remodelación adversa del árbol arterial que conduce a un aumento de la resistencia vascular con el consiguiente aumento de la poscarga del ventrículo derecho (VD) y eventual desarrollo de

insuficiencia cardiaca, que puede encontrarse asociada a numerosas entidades clínicas, condicionando un considerable aumento de su morbimortalidad. Su diagnóstico suele requerir un elevado grado de sospecha, así como un amplio número de pruebas destinadas a establecer su etiología y repercusión clínica. Las manifestaciones clínicas inespecíficas y el desconocimiento de la patología conducen a un mal pronóstico asociado al retraso en el diagnóstico e inicio del tratamiento. (4, 5)

La hipertensión pulmonar (HP) se define por el incremento anómalo de la presión en la arteria pulmonar. Por consenso se considera que existe HP cuando la presión media en la arteria pulmonar (PAPm) es igual o superior a 25 mmHg en reposo, o a 30 mmHg durante la realización de ejercicio. (6)

La HP puede presentarse en distintos procesos clínicos distribuidos en cinco grupos: grupo 1, hipertensión arterial pulmonar (HAP); grupo 2: HP asociada a enfermedad cardiaca izquierda (HPCI); grupo 3: HP asociada a enfermedad respiratoria y/o a hipoxemia; grupo 4: HP tromboembólica crónica (HPTC), y grupo 5: HP por mecanismos poco claros o multifactoriales. Esta clasificación está basada en datos clínicos, y en ella se reúnen los procesos y las enfermedades en diferentes grupos que comparten mecanismos fisiopatológicos, presentación clínica y opciones terapéuticas. (7)

La clasificación actual de la hipertensión pulmonar (HP), que ha sido revisada recientemente en el Simposio de Hipertensión Pulmonar llevado a cabo en Niza, Francia, del 27 de Febrero al 1 de Marzo de 2013, incluye a la HP debida a enfermedad pulmonar y/o hipoxia en el grupo 3 de esta enfermedad. (8)

**Tabla 1. CLASIFICACIÓN HIPERTENSIÓN PULMONAR NIZA 2013**

<b>1. Hipertensión Arterial Pulmonar</b>
<b>1.1 HAP idiopática</b>
<b>1.2 HAP hereditaria (BMP2, ALK-1, ENG, SMAD9, CAV1, KCNK3, desconocida)</b>
<b>1.3 Inducidas por drogas y toxinas</b>
<b>1.4 Asociada a: Enfermedad Tejido Conectivo, HIV, Hipertensión Portal, Cardiopatías Congénitas, Schistosomiasis</b>

<b>1 Enfermedad veno oclusiva pulmonar, hemangiomatosis capilar pulmonar</b>
<b>1 HTP persistente del recién nacido</b>
<b>2. Hipertensión Pulmonar debido a Enfermedad Cardíaca izquierda</b>
<b>2.1 Disfunción ventricular sistólica o diastólica, enfermedad valvular, cardiopatías con obstrucción del tracto de entrada o salida, cardiomiopatías congénitas.</b>
<b>3. Hipertensión Pulmonar debido a Enfermedad Pulmonar y/o Hipoxia</b>
<b>3.1 Enfermedad Pulmonar obstructiva crónica</b>
<b>3.2 Enfermedad Intersticial Pulmonar</b>
<b>3.3 Otras enfermedades con patrones obstructivos y restrictivos mixtos</b>
<b>3.4 Síndrome de Apnea del Sueño</b>
<b>3.5 Síndromes de hipo ventilación alveolar</b>
<b>3.6 Exposición cónica a altitud</b>
<b>3.7 Enfermedades Pulmonares del desarrollo</b>
<b>4. Hipertensión Pulmonar por tromboembolismo pulmonar crónico</b>
<b>5. Hipertensión Pulmonar con mecanismo incierto o multifactorial</b>
<b>5.1 Hematológicos: Anemia hemolítica crónica, Síndrome Mieloproliferativo, Esplenectomía</b>
<b>5.2 Enfermedades Sistémicas: Sarcoidosis, Histiocitosis pulmonar, linfangioleiomiomatosis</b>
<b>5.3 Enfermedades Metabólicas: Enfermedad Gaucher, Tiroideas</b>
<b>5.4 Otras: Obstrucción tumoral, fibrosis mediastínica, Falla renal crónica, HTP segmentaria</b>

*Traducida de 5th WSPH Nice 2013. Update Clinical Classification Simonneau G. et al. J Am Coll Cardiol 2013;62(25), Suppl D. (9)*

La base fisiopatológica que subyace al aumento de la resistencia vascular pulmonar (RVP) es la enfermedad vascular hipertensiva en arterias de pequeño tamaño y arteriolas

pulmonares. En su desarrollo participan múltiples factores celulares y moleculares que dan lugar al remodelado de la pared del vaso por cuatro mecanismos fundamentales, que son: **1.** La vasoconstricción. **2.** La proliferación celular. **3.** La trombosis. **4.** Los factores inmunitarios / inflamatorios. El origen es desconocido, pero se postula la existencia de una predisposición genética sobre la que deben actuar factores facilitadores y desencadenantes que dan lugar al inicio de la enfermedad. Una base genética poligénica sobre la cual se superponen factores facilitadores y gatillantes, inflamatorios y ambientales que permiten el desarrollo y progresión de la enfermedad. El efecto final de estos mediadores es un desbalance hacia los que favorecen la vasoconstricción, inflamación, la proliferación celular y la trombosis vascular frente a los que ejercen el mecanismo contrario. Se ha relacionado una excesiva vasoconstricción con la función o expresión anómala de los canales de potasio en el músculo liso vascular, así como también con la disfunción endotelial. La disfunción endotelial está involucrada con una menor producción de agentes vasodilatadores como el óxido nítrico (ON) y prostaciclina (PG), junto con la mayor expresión de sustancias vasoconstrictoras y proliferativas como la Endo-telina (ET) y el Tromboxano A2 (TxA2). El conocimiento de estos mediadores no sólo es importante para entender la historia natural de la enfermedad, sino porque son las dianas a las que se dirigen los diferentes tratamientos actuales y las nuevas líneas de investigación. En la actualidad se reconocen tres vías patogénicas, que son además blancos terapéuticos: Vía ON, vía PG y la vía de la ET. En los últimos años han habido grandes avances en este campo, fundamentalmente en el estudio de los genes BMPR2 (gen del receptor tipo II de la proteína morfogenética ósea), ALK1 (activin-receptor-like kinase1) y 5HTT (endoglina asociada a la telangiectasia hemorrágica familiar y el gen del transportador de serotonina), cuyo polimorfismo LL (dos alelos largos) parece ser más frecuente en pacientes con HAP que en los controles. El remodelado vascular lleva a una obstrucción progresiva del lecho pulmonar, con el aumento de la RVP y de la post carga del VD, que lleva a la hipertrofia y posterior dilatación del VD, lo cual lleva finalmente al deterioro funcional y falla cardiaca derecha. El pronóstico en la hipertensión arterial pulmonar (HAP) viene determinado por la interacción fisiopatológica entre el ritmo de progresión de los cambios obstructivos en la microcirculación pulmonar y la respuesta adaptativa del ventrículo derecho. (10, 11)

El uso de la tomografía computada (TC) ha incrementado el estudio de la vasculatura y el parénquima pulmonar en pacientes con HAP. La TC helicoidal ha mostrado una sensibilidad y especificidad del 90 y 96%, respectivamente, orienta el diagnóstico de HP, así como la causa de HP y la forma de HAP (12, 13).

Se utilizan equipos de TC con paneles de 4, 8, 16 y 64 detectores. La exploración siempre se realiza en apnea y puede realizarse en dirección cráneo-caudal, siguiendo la dirección de entrada del contraste intravenoso, o caudocraneal para visualizar de forma precoz los vasos distales de los lóbulos inferiores. El estudio debe incluir desde los troncos supraaórticos hasta la desembocadura de las venas suprahepáticas en la vena cava inferior. La colimación del corte debe ser la menor que permita el aparato, con reconstrucciones de 1 mm o menores y solapamiento del 50%, lo que permite reconstrucciones multiplanares de alta calidad. La dosis de radiación es de 100–120 KV y 70–200 mAs con modulación de dosis. Se utiliza contraste intravenoso no iónico, con una concentración de yodo de 350–370 mg/cc y tasa de inyección de 4 cc/s (14).

Hallazgos de hipertensión pulmonar en la tomografía computarizada.

*Alteraciones vasculares.* El calibre de la AP fue el primer signo radiológico que se valoró. El diámetro de la AP principal debe medirse en imágenes transversales, en el plano de su bifurcación ortogonal a su eje largo y justo lateral a la aorta ascendente, cuando es mayor o igual a 29 mm tiene un VPP de 0,97, un 87% sensibilidad y 89% de especificidad para HP, por lo que esta cifra se ha venido usando como indicadora de HP. El cociente diámetro pulmonar:aorta ascendente ( $\geq 1,0$ ), midiendo la arteria pulmonar al nivel de la bifurcación de ésta y la medida aórtica se hace mediante la media de dos diámetros perpendiculares realizada en el mismo nivel. Un cociente segmentario arteria:bronquio mayor de 1:1 en 3 o 4 lóbulos tiene una alta especificidad para esta enfermedad. Así mismo, el diámetro de la rama pulmonar derecha  $> 21$  mm apoya el diagnóstico de HP. Dentro de los vasos parenquimatosos, se ha señalado el fenómeno de la neovascularización que describe vasos periféricos, serpiginosos, finos que frecuentemente emergen de arteriolas centrilobulares, sin seguir la anatomía habitual de los vasos pulmonares (14-19).

*Signos cardíacos.* La alteración funcional del VD parece ser el mayor determinante de progresión de la enfermedad y del pronóstico, los cambios estructurales de las cámaras derechas incluyen hipertrofia y dilatación del VD, agrandamiento de la aurícula derecha (AD) y regurgitación funcional tricúspida, causada por dilatación del anillo valvular. El incremento progresivo de la presión del VD perjudica la estructura y función del ventrículo izquierdo (VI), que disminuye de tamaño y se distorsiona, diámetro ventrículo derecho / izquierdo  $> 1$ , siendo valorado en las imágenes axiales, determinándose como signo de sobre carga del VD. Hipertrofia del ventrículo derecho con un espesor  $>4$ mm. El septo

interventricular puede presentar enderezamiento o inversión izquierda cuando se alcanzan presiones muy altas, y produce disfunción del VI, con disminución de su volumen/minuto (gasto), situación muy grave, la inversión del septo, es signo de mal pronóstico. Dilatación de la VCI y venas suprahepáticas. El aumento de tamaño de la AD y la regurgitación de contraste a la VCI y suprahepáticas indica insuficiencia tricuspídea con 90% de sensibilidad y 100% de especificidad. La dilatación de las venas cavas y de la ácigos se ha valorado como marcador de hipertensión en el lado derecho; también se propone valorar la distensión del seno coronario, por encima de 11 mm se asocia con aumento de la presión en la AP, comprobado con cateterismo. Engrosamiento o derrame pericárdico, es más frecuente y más precoz observarlo en el receso anterior o aortopulmonar, donde forma la imagen de la parte inferior de un bikini, puede considerarse un signo indirecto de HP, particularmente si se asocia con aumento del diámetro de la AP. (14, 19-22).

Además de sugerir el diagnóstico, por los signos ya comentados, la TC es la herramienta más completa para hacer un diagnóstico diferencial del grupo de HP, valorando cuidadosamente los distintos órganos torácicos (parénquima pulmonar, mediastino y cámaras cardíacas), no solamente podemos diferenciar entre los distintos tipos de HP, sino también diagnosticar sus complicaciones o los resultados posquirúrgicos.

Alteraciones del parénquima pulmonar: asimetría en el calibre vascular. En algunos casos, la TC descubre nódulos pequeños o medios, difusos, sin predominio zonal y en número variable. Típicamente tienen una localización centrilobular y el estudio histológico demuestra su vecindad con arteriola/bronquiolo. El patrón en mosaico, visto en cualquier forma de HP, traduce la alteración vascular de pequeño vaso o alteraciones regionales de la perfusión. Enfermedad parenquimatosa difusa, pueden reconocerse alteraciones parenquimatosas de neumonía intersticial usual (NIU) o de colagenosis, que representan la segunda causa de HP por frecuencia, después de la idiopática.

Alteraciones mediastínicas: adenopatías e hipertrofia de arterias sistémicas (diámetro mayor de 1,4 mm).

Alteraciones vasculares: alteraciones en la pared y calibre de los vasos, pueden mostrar morfología en sacacorchos, los trombos crónicos se adhieren a la pared del vaso produciendo un contorno festoneado cuando se observa el vaso en su eje longitudinal o un ángulo obtuso con las paredes arteriales cuando se observa en su eje transversal. La recanalización incompleta de los trombos produce imágenes de membranas intraarteriales, y distales a ellas se ven dilataciones postestenóticas. Los trombos que no se reabsorben o recanalizan producen estenosis completa de ramas con imagen de fondo de saco. El papel

fundamental de la TC, ante la obstrucción arterial, es excluir otras causas de alteraciones gammagráficas similares a la HPTC como la enfermedad venooclusiva, el sarcoma de la AP, las vasculitis de grandes vasos, una compresión extrínseca vascular por carcinoma mediastínico, linfadenopatías, fibrosis mediastínica o trombosis venosa pulmonar (14).

Finalmente, la realización de un correcto diagnóstico clínico y radiológico, busca llevar a cabo un adecuado tratamiento, las guías actuales proponen como medidas generales y de soporte como se comenta a continuación: Los diuréticos, indicados en los pacientes con fracaso ventricular derecho y retención hídrica, se emplean diuréticos de asa o antagonistas de la aldosterona. Se recomienda la anticoagulación con antagonistas de la vitamina K en la HAP idiopática, hereditaria o debida a anorexígenos. Es aconsejable la oxigenoterapia si la  $PaO_2$  es  $< 60$  mmHg. También puede considerarse para la corrección de la desaturación durante el ejercicio. Se recomienda seguimiento regular de los niveles de hierro y administrar suplementos en caso necesario. El tratamiento específico incluyen: Bloqueantes de los canales del calcio: indicados en pacientes con HAP idiopática y prueba vasodilatadora positiva. Se recomienda emplear nifedipino, diltiazem o amlodipino a dosis elevadas. Antagonistas de los receptores de la endotelina: incluyen ambrisentán, bosentán y macitentan. Los 2 primeros pueden producir toxicidad hepática, por lo que es obligatorio el control mensual de enzimas hepáticas. Con macitentan se recomienda medir periódicamente el nivel de hemoglobina por el riesgo de anemia. Inhibidores de la fosfodiesterasa tipo 5, como el sildenafil y el tadalafino; y estimuladores de la guanilato ciclasa soluble, siendo el único disponible el riociguat, está contraindicada la administración conjunta de estos. Los análogos de la prostaciclina y agonistas de los receptores de la prostaciclina. Los tratamientos invasivos, podemos mencionar la septostomía auricular, indicada en pacientes con fallo del VD y síncope, o como tratamiento puente en espera de trasplante, debe evitarse en pacientes con presión de la AD  $> 20$  mmHg o con saturación de oxígeno  $< 85\%$  respirando aire ambiente. Y el trasplante pulmonar, habitualmente se realiza trasplante bipulmonar, está indicado en pacientes jóvenes sin comorbilidad asociada, cuando no existe respuesta al máximo tratamiento médico. Recientemente, se ha demostrado que un programa de rehabilitación altamente supervisado en centros expertos conduce a mejoras significativas en los síntomas, la calidad de vida, la capacidad de ejercicio e incluso puede mejorar la hemodinámica en pacientes estables seleccionados tratados con regímenes avanzados de fármacos dirigidos contra la HAP. Como consecuencia de estos prometedores resultados, la rehabilitación pulmonar realizada en un centro experto se ha incluido en guías recientes. (23, 24)



## JUSTIFICACIÓN

En los últimos años se han producido importantes avances en la atención clínica de la hipertensión pulmonar, especialmente en el tratamiento, que han dado lugar a una mejoría significativa en las expectativas de supervivencia de los pacientes con las más formas graves de la enfermedad. Estas innovaciones se han reflejado en guías de práctica clínica basadas en la evidencia elaborada por sociedades científicas internacionales.

En nuestro país se han realizado estudios documentando la carga epidemiológica y económica de la hipertensión arterial pulmonar. Esta información es de utilidad para el diseño de políticas públicas y para informar a los tomadores de decisiones al momento de priorizar intervenciones en salud y asignar recursos para atender y controlar problemas de salud en el país, sin embargo, en cuanto a los hallazgos en los estudios diagnósticos traspolados a la población mexicana, no se cuenta con amplia literatura, por ejemplo el aumento en el diámetro del tronco de la arteria pulmonar  $>29$  mm medido en la bifurcación de la arteria pulmonar en un corte axial vertical a su eje mayor se ha utilizado como valor de corte predictivo general, sin embargo estudios recientes sugieren 31,6 mm puede ser un punto de corte estadísticamente más sólido en pacientes sin enfermedad pulmonar intersticial, lo cual confiere una especificidad de hasta 93 %.

Actualmente el diagnóstico definitivo de hipertensión arterial pulmonar se realiza mediante cateterismo cardíaco derecho con presión arterial pulmonar media mayor de 25 mmHg (3.3 kPa) y presión capilar pulmonar menor de 15 mmHg con gasto cardíaco normal o bajo; es la prueba con mayor sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de esta enfermedad.

Con este estudio se busca caracterizar los hallazgos de la enfermedad por hipertensión pulmonar en la población mexicana, la frecuencia con la que estos se presentan y su asociación con otras enfermedades pulmonares.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La evaluación de los pacientes con sospecha de hipertensión pulmonar requiere de una serie de investigaciones para confirmar el diagnóstico, determinar la causa específica y evaluar el deterioro funcional y hemodinámico. La tomografía simple, contrastada y la angiotomografía pulmonar permiten identificar cambios en la vascularidad pulmonar sugestivos de hipertensión arterial pulmonar. Además, la tomografía de tórax es indispensable para evaluar el parénquima pulmonar e identificar posibles procesos causales ya que es bien conocido que las enfermedades pulmonares e hipoxia tales como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la enfermedad pulmonar intersticial, enfermedades con patrón mixto restrictivo y obstructivo, enfermedades pulmonares del desarrollo y el tromboembolismo pulmonar crónico entre otras conforman parte de los grupos de la clasificación de la hipertensión arterial pulmonar.

El aumento en el diámetro del tronco de la arteria pulmonar  $>29$  mm medido en la bifurcación de la arteria pulmonar en un corte axial vertical a su eje mayor se ha utilizado como valor de corte predictivo general, sin embargo estudios recientes sugieren 31,6 mm puede ser un punto de corte estadísticamente más sólido en pacientes sin enfermedad pulmonar intersticial, lo cual confiere una especificidad de hasta 93 %, sin embargo esta descrito que el agrandamiento del tronco pulmonar es un mal predictor de hipertensión pulmonar en pacientes con enfermedad pulmonar intersticial por su especificidad aproximada de 40%, que un diámetro  $<29$  mm no necesariamente excluye hipertensión pulmonar y la existencia de otros signos radiológicos como la proporción del diámetro del tronco de la arteria pulmonar con el diámetro de la aorta ascendente y la relación de diámetro arterial segmentario con diámetro bronquial de 1:1 -1,25 en o más en tres o cuatro lóbulos aumentan la especificidad.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Por lo anterior y al no encontrar bibliografía adecuada a nuestra población surge la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las principales patologías pulmonares en las cuales se encuentran con mayor frecuencia signos tomográficos sugestivos de hipertensión arterial pulmonar?

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Identificar los signos tomográficos de hipertensión arterial pulmonar como hallazgo incidental y correlacionarlos con las principales patologías pulmonares asociadas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer la distribución y prevalencia de las características personales (edad y sexo) de los pacientes que presenten como hallazgo incidental signos radiológicos de hipertensión arterial pulmonar.
- Determinar la prevalencia de los signos tomográficos sugestivos de hipertensión arterial pulmonar en la población a estudiar.
- Evaluar la prevalencia de las principales enfermedades pulmonares asociadas a signos tomográficos sugestivos de hipertensión arterial pulmonar.

## **HIPÓTESIS**

### Hipótesis de trabajo

- Los pacientes con patologías pulmonares incluidas en los grupos de la clasificación de Niza 2013 presentaran signos radiológicos sugestivos de hipertensión pulmonar con mayor frecuencia, que aquellos con patologías pulmonares no incluidas en los grupos mencionados.

### Hipótesis Nula

- Los pacientes con patologías pulmonares incluidas en los grupos de la clasificación de Niza 2013 no presentaran signos radiológicos sugestivos de hipertensión pulmonar con mayor frecuencia que aquellos con patologías pulmonares no incluidas en los grupos mencionados.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El diseño de estudio, es de tipo observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo, con un muestreo no probabilístico, por conveniencia. Se recopilarán del expediente los datos clínicos e imagenológicos de pacientes con patología pulmonar; en el Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional siglo XXI. En un periodo comprendido del del 01 de julio del 2023 al 31 de agosto del 2023. Las imágenes de tomografía simple, tomografía contrastada y angiotomografía de tórax, serán evaluadas para identificar a los pacientes con medición del tronco de la arteria pulmonar  $>29$  mm, en ellos se buscarán los signos radiológicos adicionales: proporción del diámetro del tronco de la arteria pulmonar con el diámetro de la aorta ascendente y la relación de diámetro arterial segmentario con diámetro bronquial sugestivos de hipertensión pulmonar y se documentarán las patologías pulmonares asociadas.

Se tabularán los datos registrados y calculados en una base de datos. La obtención de datos se hará en forma manual, los cuales serán transcritos a una base de datos diseñada ex profeso, en una hoja de cálculo. Posteriormente se exportará al programa estadístico SPSS. Los datos generales se analizarán utilizando estadística descriptiva; media, desviación estándar y rangos de valores, para las variables cuantitativas; porcentajes y frecuencias para las variables categóricas. Los resultados se presentarán en forma de tablas o gráficos.

### **DISEÑO METODOLÓGICO:**

#### **Tipo de diseño:**

De acuerdo al grado de control de la variable: **Observacional**

De acuerdo al objetivo que se busca: **Descriptivo**

De acuerdo al momento en que se obtendrá o evaluarán los datos: **Retrospectivo**

De acuerdo al número de veces que se miden las variables: **Transversal**

### **UNIVERSO DE TRABAJO**

Se incluirán los estudios de tomografía de tórax simple, con contraste endovenoso y angiotomografía pulmonar solicitados por cualquier tipo de patología pulmonar realizados en la institución, recolectando la muestra durante el período del 01 de julio del 2023 al 31 de agosto del 2023.

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Pacientes de cualquier genero.
- Pacientes mayores de 18 años.
- Pacientes con medición del tronco de la arteria pulmonar >29 mm.
- Pacientes que acudieron al área de tomografía y se realizaron un estudio de tórax simple, contrastado o angiotomografía.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Pacientes pediátricos.
- Pacientes con medición del tronco de la arteria pulmonar <29 mm.
- Pacientes con estudio de imagen incompleto.

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- Información personal incompleta.
- Estudio de imagen no valorable.

## TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se incluirán todos los pacientes que fueron sometidos a estudio de tomografía simple, con contraste endovenoso o angiotomografía de tórax, que presenten diámetro de la arteria pulmonar mayor de 29 mm, revisando los expedientes clínicos e imagenológicos de 01 julio a 31 de agosto del 2023 o hasta completar la muestra, en el Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional siglo XXI.

El muestreo será no aleatorizado y el tamaño de la muestra se calculará en base a la fórmula para estudio de una prueba diagnóstica para determinar sus valores de sensibilidad y especificidad, donde se espera una sensibilidad del 95%.

$$\text{Tamaño de Muestra} = Z^2 * (p) * (1-p) / c^2$$

Donde:

Z = Nivel de confianza (95% o 99%)

p = .5

c = Margen de error (.04 = ±4)

N= 120 por cálculo de pérdidas insensibles.

Se necesitan 120 expedientes de pacientes con diagnóstico o sospecha de hipertensión pulmonar, con estudio de tomografía simple, con contraste endovenoso o angiotomografía de tórax.

## TIPO DE MUESTREO

**No probabilístico:** La probabilidad de selección de cada unidad de la población no es conocida. La muestra es escogida por medio de un proceso arbitrario. Se utiliza con frecuencia cuando no se conoce el marco muestral, como es el caso de este estudio.

**Por casos consecutivos:** Consiste en elegir a cada unidad que cumpla con los criterios de selección dentro de un intervalo de tiempo específico o hasta alcanzar un número definido de pacientes.

## TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

La evaluación se realizará en un periodo comprendido del del 01 de julio del 2023 al 31 de agosto del 2023. Las imágenes de tomografía simple, tomografía contrastada y angiotomografía de tórax, en pacientes que presenten diagnóstico de patología pulmonar que cumplan con los criterios de inclusión mencionados, prioritariamente identificando a los pacientes con medición del tronco de la arteria pulmonar >29 mm, y quienes de estos presentan el resto de signos asociados.

## CUADRO DE DEFINICIÓN DE VARIABLES

<i>Variable</i>	<i>Tipo</i>	<i>Definición Conceptual</i>	<i>Definición Operacional</i>	<i>Indicador</i>	<i>Escala de medición</i>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>					
Medición del tronco de la arteria pulmonar	Cuantitativa	Amplitud del tronco de la arteria pulmonar.	Medición de la amplitud de la arteria pulmonar en el estudio de tomografía en plano axial, tomando como base aquellos con diámetro >29 mm.	Medición en milímetros.	Continua
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>					
Relación diámetro del tronco de la arteria pulmonar con el diámetro de la aorta ascendente.	Cuantitativa	Ratio entre la arteria pulmonar principal y la aorta ascendente	Cálculo de la relación entre arteria pulmonar y la aorta ascendente en el estudio de tomografía en plano axial.	Ratio > 1	Continua
Relación de diámetro arterial segmentario con diámetro bronquial	Cuantitativa	Ratio entre el diámetro de arterias pulmonares segmentarias y bronquios	Cálculo de la relación entre las arterias pulmonares segmentarias y los bronquios, en el estudio de tomografía, realizado en al menos 3 a 4 lóbulos.	Ratio $\geq 1$ en 3-4 lóbulos	Continua
Patologías pulmonares	Cualitativa	Entidades que comprometen el funcionamiento adecuado del pulmón	Identificación de patológicas como causa principal o secundaria de la hipertensión pulmonar.	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica Enfermedad pulmonar intersticial Otras enfermedades con patrones obstructivos y restrictivos mixtos Tromboembolismo pulmonar crónico Enfermedades pulmonares del desarrollo Enfermedades sistémicas Otros	Nominal
<b>COVARIABLES</b>					
Género	Cualitativa	Se refiere a las características biológicas y fisiológicas que definen a varones y mujeres	Se clasificará el sexo de cada uno de los integrantes del estudio en dos categorías.	Femenino Masculino	Nominal
Edad	Cuantitativa	Número de años cumplidos de una persona	Tomada de la solicitud.	Años	Continua

## DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Se expondrá el presente proyecto de protocolo de investigación a las autoridades competentes para su aprobación, una vez aprobado, el investigador acudirá al expediente clínico radiológico, con la finalidad de recabar los datos de importancia para esta investigación:

- El investigador verificará que cumplan con los criterios de inclusión antes mencionados.
- Se recopilarán las imágenes de tomografía simple, con contraste endovenoso o angiotomografía con la que cuenten los pacientes.
- Se procederá a la aplicación del instrumento de recolección de datos.
- Los resultados del estudio de imagen serán interpretados y evaluados por el investigador, con la finalidad de realizar la medición del tronco de la arteria pulmonar y buscar los signos radiológicos adicionales como la proporción del diámetro del tronco de la arteria pulmonar con el diámetro de la aorta ascendente y la relación de diámetro arterial segmentario con diámetro bronquial sugestivos de hipertensión pulmonar y se documentaran las patologías pulmonares asociadas.
- Toda la información será traspalada a una hoja prediseñada de Excel para exportarla al programa estadístico SPSS versión 25 para Windows.
- El investigador responsable, está obligado a presentar los resultados obtenidos de esta investigación, así como la protección de datos personales de los pacientes incluidos.



## INSTRUMENTOS

Para la recolección de datos se utilizará un instrumento autogestionado en el cual se incluyen datos personales del paciente como lo son edad, sexo y se incluyen las variables referentes a la investigación.

<b>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL                      HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI                      INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN</b>					
<u>TEMA: HALLAZGOS RADIOLÓGICOS DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL                      PULMONAR POR TOMOGRAFÍA DE TÓRAX Y LAS PATOLOGÍAS                      PULMONARES ASOCIADAS</u>					FOLIO:
Edad: años		Genero:	Masculino	Femenino	
Medición del tronco de la arteria pulmonar:	mm	Ratio diámetro arteria pulmonar/ Diámetro aorta ascendente			
Ratio diámetro arteria segmentaria/ Diámetro bronquial					
Patologías pulmonares:					
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica		Enfermedad pulmonar intersticial		Enfermedades pulmonares del desarrollo	
Otras enfermedades con patrones obstructivos y restrictivos mixtos		Tromboembolismo pulmonar crónico		Enfermedades sistémicas	
Otras					

## **ANALISIS DE RESULTADOS**

La obtención de datos se hará en forma manual, los cuales serán transcritos a una base de datos diseñada ex profeso, en una hoja de cálculo. Posteriormente se exportará al programa estadístico SPSS (IBM, Chicago IL. USA) V.25 para Windows. Los datos generales se analizarán utilizando estadística descriptiva; media, desviación estándar y rangos de valores, para las variables cuantitativas; porcentajes y frecuencias para las variables categóricas. Los resultados se presentarán en forma de tablas. De ser necesario se utilizarán histogramas.

## **ASPECTOS ETICOS**

El presente protocolo se someterá a su aprobación y análisis por el comité local de Investigación en salud, de esta sede hospitalaria. Este protocolo de investigación cumple con las consideraciones emitidas en el Código de Núremberg, la Declaración de Helsinki, promulgada en 1964 y sus diversas modificaciones, incluyendo la actualización de Fortaleza, Brasil 2013, así como las pautas internacionales para la investigación médica con seres humanos, adoptadas por la OMS y el Consejo de Organizaciones Internacionales para la investigación con seres humanos, en México cumple con lo establecido por la Ley General de Salud y el IFAI, en materia de investigación para la Salud. El presente protocolo se apega a la “Ley federal de protección de datos personales en posesión de los particulares” publicada el 5 de julio del año 2010 en el Diario Oficial de la Federación: Capítulo I, Artículo 3 y sección VIII en sus disposiciones generales la protección de los datos. La confidencialidad de los datos del paciente será garantizada mediante la asignación de números o claves que solo los investigadores identifiquen, para brindar la seguridad de que no se identificará al sujeto y que se mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad.

Este protocolo se ajusta a las normas éticas e institucionales de este Hospital con apego al Reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación en Salud: título segundo, Capítulo I, Artículo 17, Selección I. El presente protocolo de investigación se clasifica como sin riesgo, por lo que no requiere consentimiento informado, pero sí de una carta compromiso de responsabilidad y confidencialidad por el uso de los datos de los expedientes físicos y/o electrónicos para obtener el dictamen favorable por el Comité de ética Institucional.

El valor científico de este protocolo es caracterizar adecuadamente los hallazgos

tomográficos que sugieren el diagnóstico de hipertensión pulmonar en pacientes que acuden a nuestro hospital por diferentes patologías pulmonares, también consta en determinar cuáles de los hallazgos ya descritos en la literatura son los más frecuentemente observados en nuestra población, así como identificar que patologías pulmonares se asocian a estos cambios anatómicos valorados en los estudios de tomografía de tórax contrastado.

Las contribuciones y beneficios del estudio serán tanto para el paciente, ya que contará con una corroboración diagnóstica de los hallazgos clínicos, por lo que se podrá realizar un correcto y oportuno manejo terapéutico, así como para la sociedad, ya que podremos conocer de manera global enfocados a una población de características similares cuáles son los hallazgos tomográficos que se presentan con mayor frecuencia en esta patología, así como las enfermedades pulmonares asociadas o que pueden producir la enfermedad, dicho beneficio es mucho mayor que el riesgo. Al ser un estudio retrospectivo de revisión de expedientes o base de imágenes, los autores no estuvieron en contacto con los participantes, ni tampoco les suministraron medio de contraste.

Es importante mencionar que la selección de pacientes será imparcial sin sesgo social, racial, preferencia sexual y cultural, respetando en todo momento la libertad y autonomía de los participantes.

## **RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD**

No amerita el uso de recursos externos para la realización de la investigación ya que se cuenta con el equipo necesario y personal capacitado en la unidad para su realización, se revisará el expediente clínico de pruebas que se realicen de forma rutinaria y se capturaran los datos en una hoja de cálculo sin implicar el uso de otro recurso material.

Este estudio es factible para su realización ya que se cuenta con el equipo radiológico, el personal capacitado y la cantidad necesaria de pacientes para obtener el número adecuado de la muestra.

### **Recursos humanos.**

- Investigador tesista: Dr. Palacios Botello Eduardo médico Residente del tercer año
- Asesor temático: Dra. Abril Elena Maciel Fierro. Médico Adscrito al servicio de Tomografía Vespertino.

### **Recursos Físicos:**

Equipos de tomografía del servicio de imagenología, del Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional siglo XXI.

Expedientes clínicos del servicio de imagenología, del Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional siglo XXI.

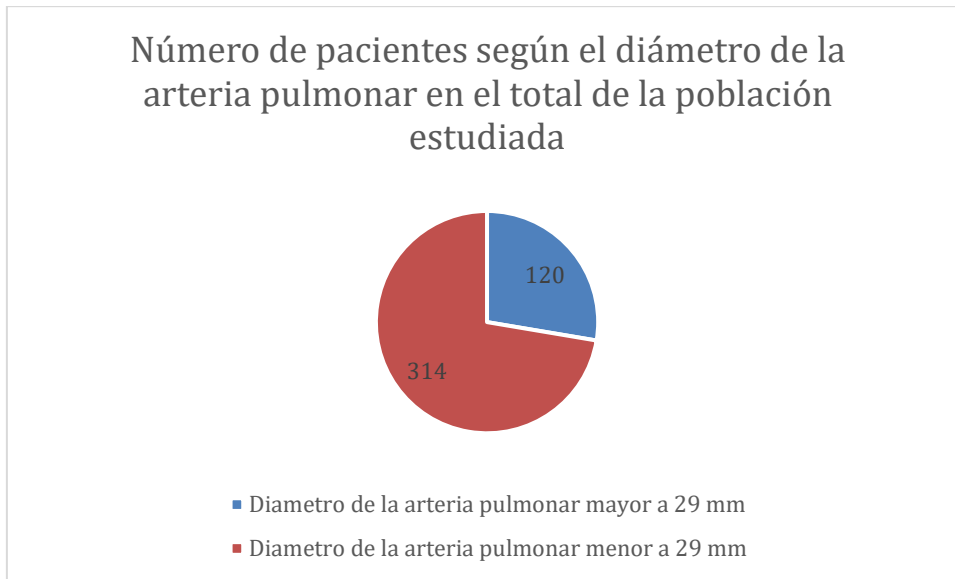
### **Recursos Materiales:**

Financieros: A cargo del Investigador.

Materiales: Computadora, impresora, tóner, hojas blancas y plumas.

## RESULTADOS:

El total de pacientes en quienes se realizó tomografía de tórax en el periodo estudiado fue de 434, en los cuales 120 pacientes (27.6%) presentaron un diámetro de la arteria pulmonar mayor a 29 mm.

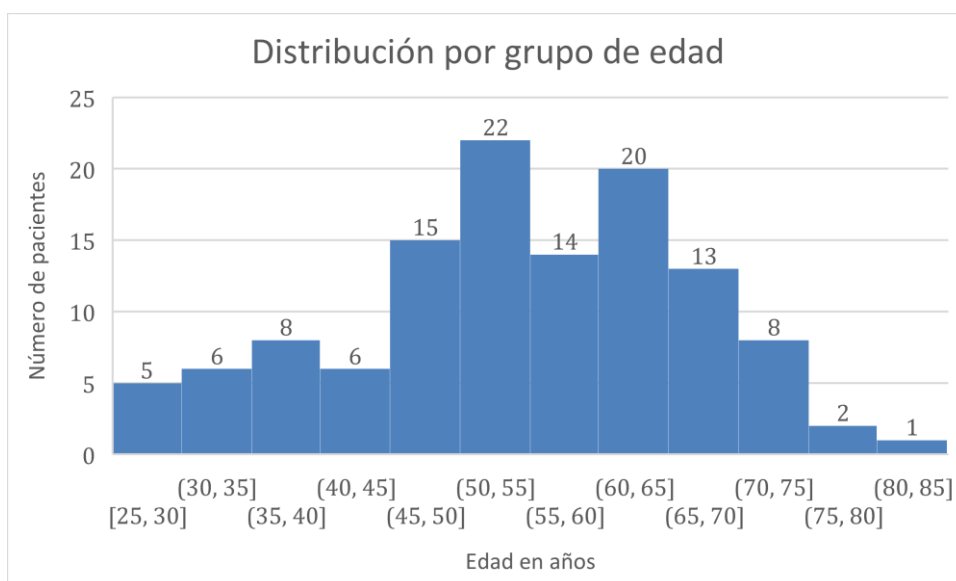


**Figura 1:** Número de pacientes según el diámetro de la arteria pulmonar en el total de la población estudiada.

### Distribución por sexo y edad:

Entre los 120 pacientes incluidos, 68 eran del género femenino (56.66%) y 52 del género masculino (43.33%). El intervalo de edad fue de los 26 a los 83 años con una media de 48 años.

### Distribución por grupo de edad:

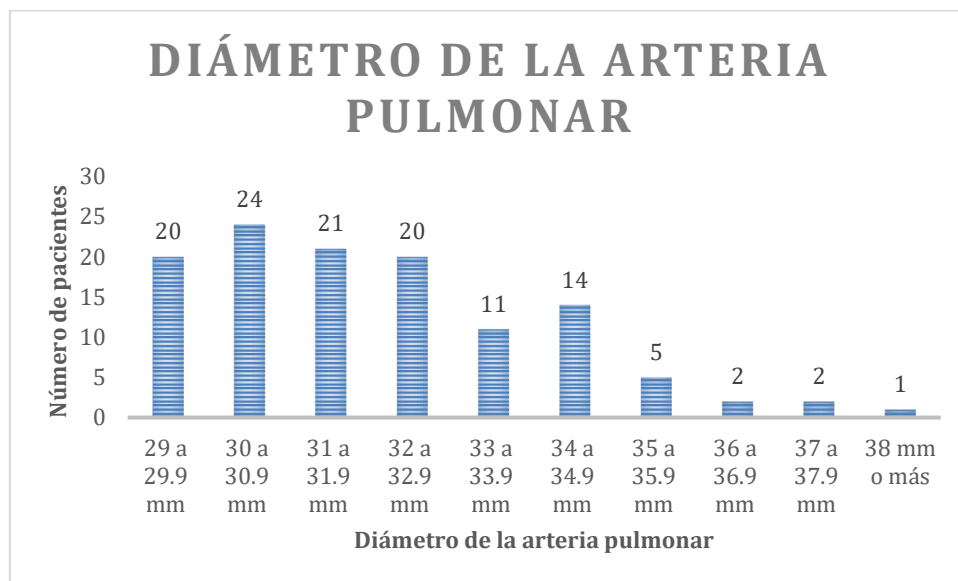


**Figura 2:** Número de pacientes con diámetro de la arteria pulmonar mayor a 29 mm por grupo de edad.

El aumento en el diámetro de la arteria pulmonar mayor a 29 mm se observó en 22 pacientes (18.3%) en el grupo de edad de 50 a 55 años, en 20 pacientes (16.6%) en el grupo de edad de los 60 a 65 años, siendo estos grupos de edad en los cuales se encontró con mayor frecuencia.

**Diámetro de la arteria pulmonar:**

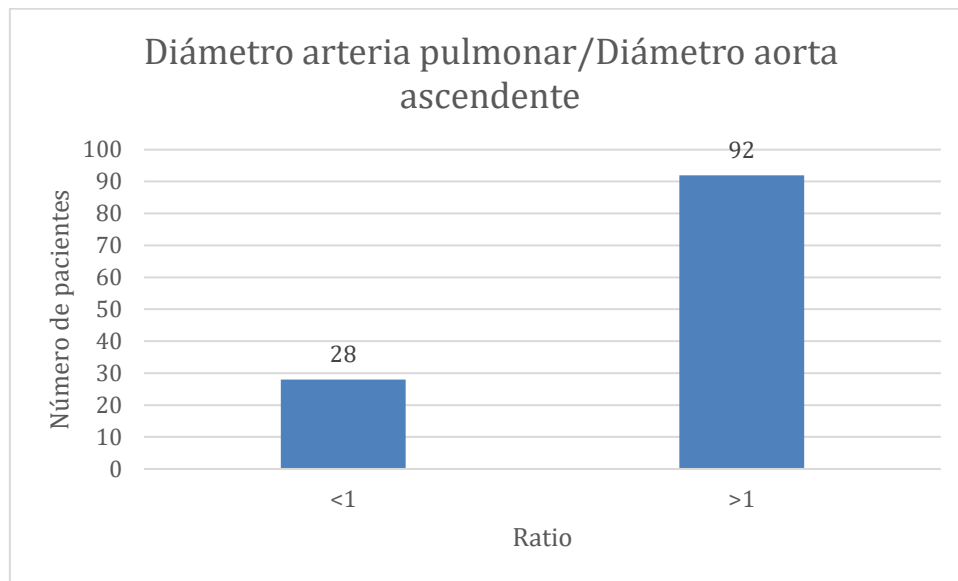
El diámetro de la arteria pulmonar medido tuvo la siguiente distribución:



**Figura 2:** Numero de pacientes por rango del diámetro de la arteria pulmonar.

Se observó un diámetro de 30 a 30.9 mm en 24 pacientes (20%), de 31 a 31.9 mm en 21 pacientes (17.5%), de 29 a 29.9 mm y 32 a 32.9 mm en 20 pacientes (16.6%) respectivamente.

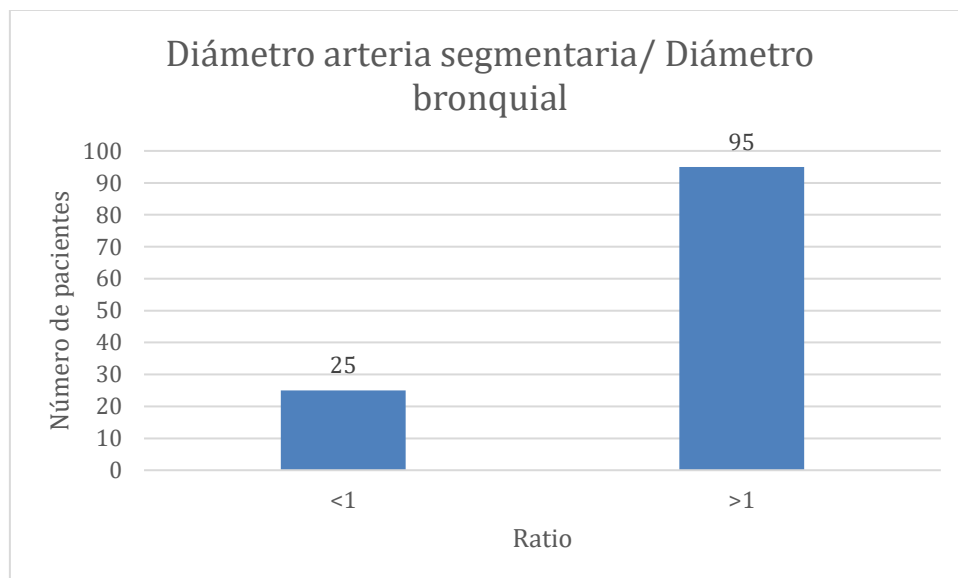
**Relación entre el diámetro de la arteria pulmonar y el diámetro de la aorta ascendente:**



**Figura 3:** Numero de pacientes con ratio mayor y menor a 1 en la relación del diámetro de la arteria pulmonar y el diámetro de la aorta ascendente.

De los 120 pacientes estudiados, 92 pacientes (76.6%) presento una relación del diámetro de la arteria pulmonar en relación a la aorta ascendente mayor a 1.

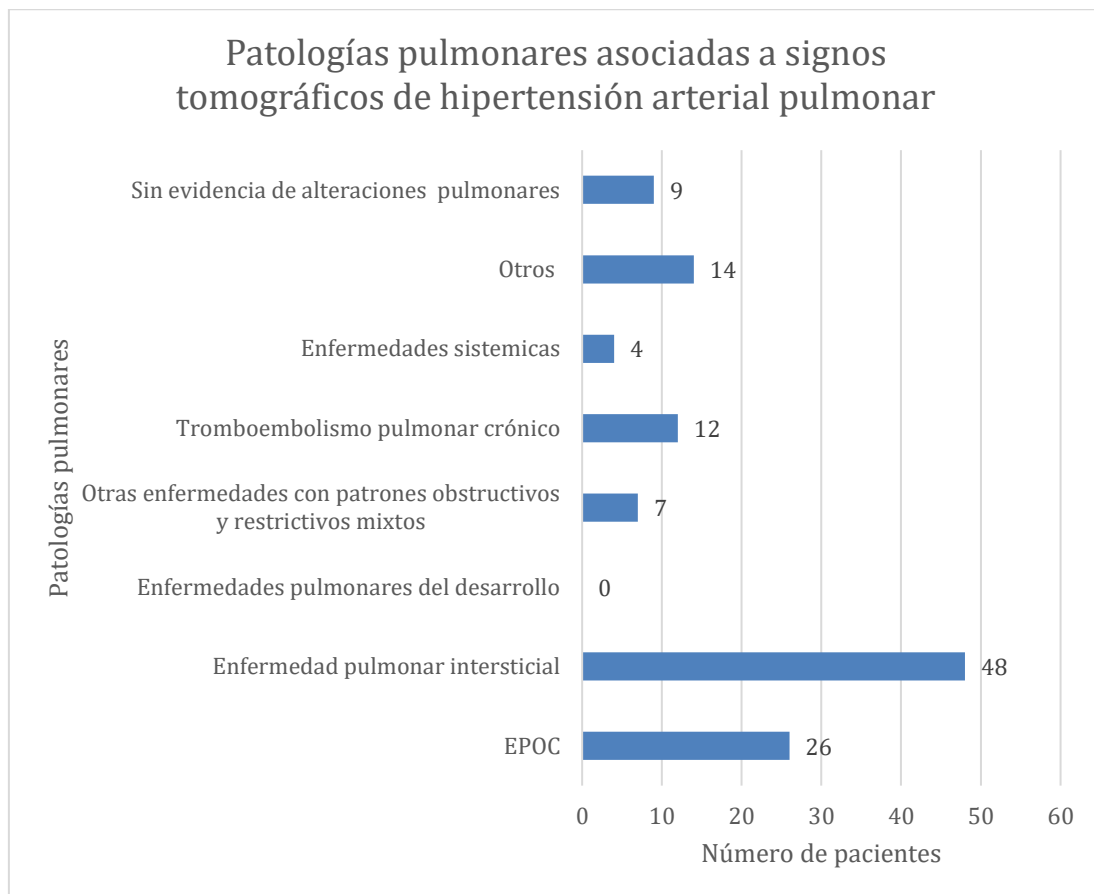
**Relación entre el diámetro de la arteria segmentaria y el diámetro bronquial:**



**Figura 4:** Número de pacientes con ratio mayor y menor a 1 en la relación del diámetro de la arteria segmentaria y el diámetro bronquial.

De los 120 pacientes estudiados, 95 pacientes (79.1%) presento una relación del diámetro de la arteria segmentaria en relación con el diámetro bronquial mayor a 1.

## Patologías pulmonares asociadas a aumento en el diámetro de la arteria pulmonar:



**Figura 5:** Número de pacientes con patologías pulmonares asociadas a signos tomográficos de hipertensión arterial pulmonar.

De los 120 pacientes estudiados, 48 pacientes (40%) presentaron hallazgos tomográficos en relación a enfermedad pulmonar intersticial, 26 pacientes (21.6%) presentaron hallazgos tomográficos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y 12 pacientes (10%) presentaron hallazgos tomográficos de tromboembolismo pulmonar crónico. Cabe destacar que 14 pacientes (11.6%) presentaron otros hallazgos tales como edema pulmonar y hallazgos sugestivos de proceso infeccioso pulmonar. En 9 pacientes (7.5%) no se observaron alteraciones pulmonares en tomografía de tórax.



## DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

La prevalencia de un diámetro de la arteria pulmonar en el tiempo de estudio mayor a 29 mm fue de 27.6%, se debe considerar que el universo de estudio es en un hospital de tercer nivel.

De los 120 pacientes con diámetro de la arteria pulmonar mayor a 29 mm, de los cuales se encontró un discreto predominio en el sexo femenino de 56.66%. En el grupo de edad entre los 45 a los 70 años se encontró el 70% de los pacientes estudiados.

El 70.8% de los pacientes presento un diametro entre 29 a 32.9 mm, solo 1 paciente presento un diámetro de 38 mm.

La relación entre el diámetro de la arteria pulmonar y el diámetro de la aorta ascendente, así como el de la arteria segmentaria y el diámetro bronquial, mayores a 1, se observaron en el 76.6% y 79.1% de los pacientes estudiados respectivamente. El cociente diámetro pulmonar : aorta ascendente y el cociente segmentario arteria : bronquio mayor 1 tienen una alta especificidad para esta enfermedad.

Además de sugerir el diagnóstico, por los signos ya comentados, la tomografía permite hacer un diagnóstico diferencial del grupo de hipertensión arterial pulmonar, en el presente estudio se encontró que un 40% presentaron hallazgos tomográficos en relación a enfermedad pulmonar intersticial, 21.6% de enfermedad pulmonar obstructiva crónica y 10% presentaron hallazgos tomográficos de tromboembolismo pulmonar crónico. Los hallazgos anteriormente comentados se encuentran en los grupos de la clasificación de hipertensión arterial pulmonar Niza 2013. En conjunto el 92.5% de los pacientes estudiados presentaron alteraciones pulmonares en la tomografía de tórax. Lo anterior acorde a lo propuesto en la hipótesis de trabajo.

## **CONCLUSIONES:**

Los hallazgos tomográficos sugestivos de hipertensión arterial pulmonar en la tomografía de tórax y sus diversas modalidades además de mostrar una alta sensibilidad y especificidad ya conocida en la detección no invasiva de la hipertensión arterial pulmonar nos orientan sobre la causa asociada.

Las patologías pulmonares tales como la enfermedad pulmonar intersticial, los hallazgos en relación a enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el tromboembolismo pulmonar crónico fueron las patologías pulmonares principales asociadas a signos tomográficos de hipertensión arterial pulmonar. Todas las anteriores se incluyen

## REFERENCIAS

1. Davies M, Guest PJ. Developmental abnormalities of the great vessels of the thorax and their embryological basis. *Br J Radiol.* 2003;76:491---502.
2. Spizarny DL, Stone CH. Developmental lung anomalies in the adult: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics.* 2002;22:S25---43.
3. Bueno, J., Flors, L., & Mejía, M. (2017). Anomalías congénitas de las arterias pulmonares: espectro de hallazgos en tomografía computarizada. *Radiología*, 59(3), 209–217. doi:10.1016/j.rx.2016.09.008
4. Postigo, A., Mombiola, T., Bermejo, J., & Fernández-Avilés, F. (2021). Hipertensión pulmonar. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 13(41), 2359-2370.
5. Luna-López R, Ruiz Martín A, Escribano Subías P. Pulmonary arterial hypertension. *Med Clin (Barc).* 2022 Jun 24;158(12):622-629. English, Spanish. doi: 10.1016/j.medcli.2022.01.003. Epub 2022 Mar 9. PMID: 35279313.
6. Barberà, J. A., Escribano, P., Morales, P., Gómez, M. Á., Oribe, M., Martínez, Á., ... Subirana, M. T. (2008). *Estándares asistenciales en hipertensión pulmonar. Revista Española de Cardiología*, 61(2), 170–184. doi:10.1157/13116205
7. Subías, P. E., Mir, J. A. B., & Suberviola, V. (2010). *Evaluación diagnóstica y pronóstica actual de la hipertensión pulmonar. Revista Española de Cardiología*, 63(5), 583–596. doi:10.1016/s0300-8932(10)70120-2
8. Mazzei<sup>1</sup>, J. A. (2013). Hipertensión pulmonar en las enfermedades respiratorias crónicas: Prueba de marcha de 6 minutos: técnica y utilidad en el diagnóstico funcional, pronóstico y seguimiento. *Insuficiencia cardíaca*, 8(3), 125-133.
9. García-Aguilar, H., Flores-Arizmendi, A., Antúnez-Sánchez, S., & Salgado-Sandoval, A. (2015). Hipertensión arterial pulmonar. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 20(3), 302-311.
10. Zagolin, M., & Llancaqueo, M. (2015). Hipertensión pulmonar: importancia de un diagnóstico precoz y tratamiento específico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(3), 344-356.
11. García-Río F, Alcázar-Navarrete B, Castillo-Villegas D, Cilloniz C, García-Ortega A, Leiro-Fernández V, Lojo-Rodríguez I, Padilla-Galo A, Quezada-Loaiza CA, Rodríguez-Portal JA, Sánchez-de-la-Torre M, Sibila O, Martínez-García MA. Biological Biomarkers in Respiratory Diseases. *Arch Bronconeumol.* 2022 Apr;58(4):323-333. English, Spanish. doi: 10.1016/j.arbres.2022.01.003. Epub 2022 Jan 17. PMID: 35312522.

12. Robledo, G. C., Gutiérrez, Y. M., de la Escosura Romero, G., Pérez, E. T., & Sabido, R. C. (2004). Diagnóstico de la hipertensión pulmonar. *Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*, 17(S1), 28-39.
13. Orzáiz, B. A., Azofra, A. S., Pérez, T. A., & Pérez, F. J. G. (2018). Hipertensión pulmonar en el adulto. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 12(68), 3982–3989. doi:10.1016/j.med.2018.11.012
14. Nistal, M. S. (2010). Hipertensión pulmonar: aportación de la TCMD al diagnóstico de sus distintos tipos. *Radiología*, 52(6), 500-512.
15. Blanhir, J. E. M., Cerda, R. C., & María de Jesús, R. (2006). Proceso diagnóstico en la hipertensión arterial pulmonar. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax*, 65(S4), 28-42.
16. Aguilar, J., Infantas, A., Loaiza, A., Laimes, R., More, D., Carrasco, C., & Gayoso, O. Presencia de signos de hipertensión pulmonar en TEM de tórax de pacientes con antecedente de secuela pulmonar por tuberculosis. *REVISTA DE LA SOCIEDAD PERUANA DE RADIOLOGÍA*, 9.
17. Galiè, N., Humbert, M., Vachiery, J. L., Gibbs, S., Lang, I., Torbicki, A., ... & Zamorano, J. L. (2016). Guía ESC/ERS 2015 sobre diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar. *Revista española de cardiología*, 69(2).
18. Vélez, F. F., Abad, G. S., & Jaume, M. R. (2018). Análisis del ratio arteria pulmonar-aorta como factor pronóstico de mortalidad en población infectada por el VIH. *Medicina balear*, 33(2), 11-18
19. Hajiahmadi S, Tabesh F, Shayganfar A, Shirani F, Ebrahimian S. Pulmonary artery obstruction index, pulmonary artery diameter and right ventricle strain as prognostic CT findings in patient with acute pulmonary embolism. *Radiologia (Engl Ed)*. 2021 Apr 14;S0033-8338(21)00076-X. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rx.2021.02.008. Epub ahead of print. PMID: 33865608.
20. Hajiahmadi S, Tabesh F, Shayganfar A, Shirani F, Ebrahimian S. Pulmonary artery obstruction index, pulmonary artery diameter and right ventricle strain as prognostic CT findings in patient with acute pulmonary embolism. *Radiologia (Engl Ed)*. 2023 May-Jun;65(3):200-212. doi: 10.1016/j.rxeng.2021.04.001. Epub 2022 Jun 2. PMID: 37268362.
21. Pérez Núñez M, Alonso Charterina S, Pérez-Olivares C, Revilla Ostolaza Y, Morales Ruiz R, Enguita Valls AB, Tenorio JA, Gallego Zazo N, De Pablo Gafas A, Lapunzina P, Rodríguez Chaverri A, Escribano Subías P. Radiological Findings in Multidetector Computed Tomography (MDCT) of Hereditary and Sporadic Pulmonary Ven-

- Occlusive Disease: Certainties and Uncertainties. *Diagnostics* (Basel). 2021 Jan 19;11(1):141. doi: 10.3390/diagnostics11010141. PMID: 33477983; PMCID: PMC7835925.
22. Oddo, J. E., Nuño, A. U., Murgiondo, A. G., Lopetegui, E. G., Mancisidor, K. B., & Eraso, J. V. (2018). HIPERTENSIÓN PULMONAR: UN RETO VIGENTE PARA UNA VIEJA CONOCIDA. ¿ QUÉ APORTA LA IMAGEN?. *Seram*.
23. Barberà, J. A., Román, A., Gómez-Sánchez, M. Á., Blanco, I., Otero, R., López-Reyes, R., ... Escribano, P. (2018). *Guía de diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar: resumen de recomendaciones*. *Archivos de Bronconeumología*, 54(4), 205–215. doi:10.1016/j.arbres.2017.11.014.
24. Keusch S, Turk A, Saxer S, Ehlken N, Grunig E, Ulrich S, On Behalf Of The Swiss Society Of Pulmonary Hypertension. Rehabilitation in patients with pulmonary arterial hypertension. *Swiss Med Wkly*. 2017 Jul 7;147:w14462. doi: 10.4414/smw.2017.14462. PMID: 28695558.

## ANEXOS.

### Anexo 1. Cronograma de actividades.

#### TITULO: HALLAZGOS TOMOGRAFICOS DE HIPERTENSION ARTERIAL PULMONAR

MES Actividades.	ABRIL 23	MAYO 23	JUNIO 23	JULIO 23	AGOSTO 23	SEPT 23
Elaboración de protocolo de investigación.	Realizado	Realizado				
Autorización del SIRELCS			Realizado			
Recolección de datos de expedientes clínicos				Realizado	Realizado	
Análisis de la Información.					Realizado	
Redacción de Resultados conclusiones y discusión de la investigación.					Realizado	
Publicación de tesis						Planeado

Realizado

Planeado.

## Anexo 2. Excepción carta de consentimiento informado

 **GOBIERNO DE MÉXICO** 

Fecha: 06 de junio de 2023

**SOLICITUD DE EXCEPCION DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de **Hospital de Especialidades siglo XXI Bernardo Sepúlveda** que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación: **"HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR"**, es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos:

- a) Edad del paciente
- b) Sexo del paciente
- c) Estudios de tomografía de tórax

**MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION DE DATOS**

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **"HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR"**, cuyo propósito es producto **comprometido (tesis)**.


Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente  
Nombre: Eduardo Palacios Botello.  
Categoría contractual: Residente 4° año Imagenología Diagnóstica y Terapéutica.  
Investigador(a) Responsable: DRA. ELENA ABRIL MACIEL FIERRO MBRX.



 **2022 Ricardo Flores Magón**  
Año de Magón

### Anexo 3. Carta de no inconveniencia.

	<b>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL</b> SALUD Y SOLIDARIDAD SOCIAL	<b>Carta de no inconveniencia</b>
Fecha: <u>26 de abril del 2023.</u>		
Comité Local de Investigación en Salud Comité de Ética en Investigación Presente		
En mi carácter de Director (a) General del <b>HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI</b> , declaro que no tengo inconveniente en que se lleve a cabo en esta Unidad, el protocolo de investigación con título " <b>HALLAZGOS TOMOGRÁFICOS DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL PULMONAR</b> ", que será realizado por la <b>DRA. ABRIL ELENA MACIEL FIERRO</b> , médico de base del servicio de imagenología diagnóstica y terapéutica, como Investigador (a) Responsable, siendo un estudio de tipo observacional, descriptivo, transversal, prospectivo, en el servicio de Imagenología Diagnóstica y terapéutica en caso de que sea aprobado por ambos Comités de Evaluación. El estudio no requiere recursos financieros.		
Sin otro particular, reciba con el presente un saludo cordial.		
Atentamente		
 <b>DRA. NATIVIDAD NERI MUÑOZ</b> DIRECTORA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI		
