

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CORRELACIÓN Y CONCORDANCIA ENTRE ECOCARDIOGRAFÍA Y
CATETERISMO CARDIACO DERECHO PARA LA DETERMINACIÓN DE
LA PRESIÓN SISTÓLICA DE LA ARTERIA PULMONAR, DURANTE EL
PERÍODO 2015-2018, EN EL SERVICIO DE CARDIOLOGÍA DEL
HOSPITAL RAFAEL ÁNGEL CALDERÓN GUARDIA.

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del
Programa de Estudios de Posgrado de Cardiología: “Dr.
Roger Vanegas Barrios” para optar por el título de
Especialista en Cardiología

JUAN FRANCISCO CRUZ PÉREZ

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2018

Dedicatoria

A Dios porque sin él no somos nada.

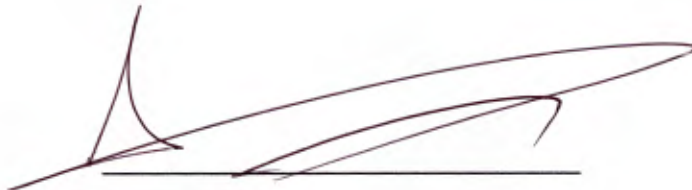
A mi madre que desde niño me inculcó el amor y respeto a Dios.

A mi esposa por su amor y apoyo incondicional.

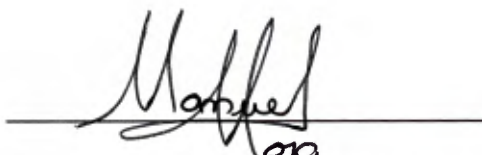
A mis maestros, por todo lo que me enseñaron a lo largo de la carrera.

Francisco


“Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Cardiología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Cardiología”



Dr. Andrés Ulate Retana
Tutor Académico



Dr. Manuel Antonio Mora Ureña
Lector de tesis



Dr. Andrés Benavides Santos
Coordinador Nacional Posgrado de Cardiología



Juan Francisco Cruz Pérez
Candidato

Tabla de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Resumen.....	v
Lista de Cuadros.....	vi
Lista de Gráficas.....	vii
Lista de Abreviaturas.....	ix
Introducción.....	1
Marco Teórico.....	4
Objetivos.....	19
Marco Metodológico.....	20
Resultados.....	24
Discusión.....	43
Conclusión.....	44
Cuadros.....	45
Gráficos.....	47
Anexos.....	59
Bibliografía.....	62

Resumen

Introducción: la hipertensión pulmonar es una enfermedad infrecuente su padecimiento implica una alta morbimortalidad, por lo que se vuelve necesario contar con herramientas que nos permitan de manera confiable diagnosticar y optimizar el tratamiento en este tipo de patología, tales como el cateterismo cardiaco derecho y la ecocardiografía.

Objetivo General: Establecer el grado de correlación y concordancia en los valores de presión sistólica de la arteria pulmonar obtenidos mediante ecocardiografía transtorácica y cateterismo cardiaco derecho en la población de estudio

Metodología: Se realizará un estudio observacional longitudinal retrospectivo descriptivo e inferencial.

Resultados: El coeficiente de correlación de Pearson para la PSAP medida por ambos métodos fue de 0.7 (alta correlación) y para PAPm fue de 0.68 (moderada correlación), siendo concordantes (según índice de kappa) estos valores sin importar el subtipo de hipertensión pulmonar y los días de diferencia entre ambos estudios.

Conclusión: El presente estudio muestra que existe una adecuada correlación y concordancia en la determinación de la PSAP por ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. De la misma manera evidencia que el ecocardiograma podría ser un método adecuado de tamizaje y/o seguimiento en pacientes con sospecha o ya diagnosticados de hipertensión pulmonar por sus características no invasivas y su alta sensibilidad.

Lista de Cuadros

Cuadro 1: Costa Rica. Estadísticas descriptivas de la edad (años) de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.....	45
Cuadro 2: Costa Rica. Estadísticas descriptivas de la distancia recorrida (mm) del anillo lateral tricuspido “TAPSE” en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.....	45
Cuadro 3: Costa Rica. Estadísticas descriptivas de la presión arterial pulmonar diastólica mínima (PAPdc) en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 58 pacientes).....	46
Cuadro 4: Relación entre la HTAP por medio de la prueba de cateterismo y la HTAP por ecocardiograma. Pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes).....	47

Lista de gráficos

Gráfico 1: Costa Rica. Distribución absoluta y relativa del sexo de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.....	47
Gráfico 2: Costa Rica. Estadísticas descriptivas de la edad (años) de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.....	47
Gráfico 3: Costa Rica. Distribución relativa del IMC (kg/m ²) de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.	48
Gráfico 4: Costa Rica. Estadísticas descriptivas de la distancia recorrida (mm) del anillo lateral tricuspido “TAPSE” en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.	48
Gráfico 5: Costa Rica. Distribución relativa de la Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo. FEVI (%) de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes) ...	49
Gráfico 6: Costa Rica. Severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)	49
Gráfico 7: Costa Rica. Relación entre la severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes) ...	50
Gráfico 8: Costa Rica. Relación entre la severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes) ...	51
Gráfico 9: Costa Rica. Relación entre la Presión Arterial Pulmonar Sistólica (PAPs) en mmHg medida por ecocardiograma y la Presión Arterial Pulmonar Sistólica (PAPsc) en mmHg medida por cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes) ...	52

Gráfico 10: Costa Rica. Relación entre la Presion Arterial Pulmonar media (PAPm) en mmHg medida por ecocardiograma y la Presión Aterial Pulmonar media (PAPmc) en mmHg medida por cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)	53
Gráfico 11: Costa Rica. Estadísticas descriptivas de la presión arterial pulmonar diastólica mínima (PAPdc) en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 58 pacientes) ...	54
Gráfico 12: Costa Rica. Relación entre la severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo, según tiempo entre las dos pruebas. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.....	54
Gráfico 13: Costa Rica. Etiología de la hipertensión pulmonar en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.....	55
Gráfico 14: Costa Rica. Tipo de hipertensión pulmonar (Dana Point). Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.....	56
Gráfico 15: Costa Rica. Relación entre la severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo, según tipo de HTA pulmonar. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho.....	56
Gráfico 16: Costa Rica. Comorbilidades en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)	57
Gráfico 17: Relación entre la HTAP por medio de la prueba de cateterismo y la HTAP por ecocardiograma. Pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes).....	58

Lista de Abreviaturas

AD: Aurícula derecha.

AP: Arteria pulmonar.

ARE: Antagonistas de receptores de endotelina.

BCC: Bloqueadores de canales de calcio.

CCD: Cateterismo cardiaco derecho.

DLCO: Capacidad de difusión pulmonar de monóxido de carbono.

ECG: Electrocardiograma.

QTc: Intervalo QT corregido.

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

EVOP: Enfermedad venooclusiva pulmonar.

HAP: Hipertensión arterial pulmonar.

HAPI: Hipertensión arterial pulmonar idiopática.

HCP: Hemangiomas capilar pulmonar.

HP: Hipertensión Pulmonar.

HPTC: Hipertensión pulmonar por enfermedad tromboembólica crónica.

IMC: Índice de masa corporal.

IPDE-5: Inhibidores de fosfodiesterasa 5.

PAD: Presión auricular derecha.

PAP: Presión arterial pulmonar

PAPm: Presión arterial pulmonar media.

PAPs: Presión arterial pulmonar sistólica.

PaCO₂: Presión parcial de dióxido de carbono en sangre arterial.

PaO₂: Presión parcial de oxígeno en sangre arterial.

PEP: presión de enclavamiento pulmonar.

RMC: Resonancia magnética cardíaca.

VCI: Vena cava inferior.

VI: Ventrículo izquierdo.

VRT: Velocidad pico de regurgitación tricuspídea.

V/Q: ventilación/ perfusión.

TAPSE: Desplazamiento del anillo lateral tricuspídeo

1. Introducción

La hipertensión pulmonar (HP) es una condición fisiopatológica que se puede encontrar en un amplio espectro de enfermedades, que tienen en común un remodelado de la vasculatura pulmonar, llevando a alteraciones hemodinámicas como un aumento de la resistencia vascular pulmonar (RVP) y de la presión arterial pulmonar (PAP). Puede aparecer a cualquier edad, aunque predomina en la adultez, provoca discapacidad y una elevada mortalidad en quien la padece. Su diagnóstico es habitualmente tardío por sus síntomas inespecíficos como disnea, astenia, dolor torácico, tos, síncope, edemas podálicos, dolor abdominal, entre otros, por lo que es importante tener la sospecha clínica, dirigir los estudios en busca de confirmación e implementar los tratamientos adecuados a fin de evitar el deterioro clínico del paciente. La HTP la podemos definir como una presión arterial pulmonar media (PAPm) en reposo mayor o igual a 25 mmHg medida por cateterismo cardiaco derecho. El cateterismo cardiaco derecho es el método confirmatorio por elección, sin embargo, es de carácter invasivo, con un grado de morbimortalidad no despreciable, de alto costo y solo realizable en centros especializados, limitando con esto su uso. Por su parte la ecocardiografía 2D y el uso de técnicas doppler nos permiten estimar de forma no invasiva estas variables hemodinámicas importantes para el abordaje inicial y el tamizaje de estos pacientes, además nos ofrece como ventajas que se trata de una técnica inocua, de bajo costo, mayor disponibilidad y nos permite obtener otros datos importantes de la estructura y función del corazón.

A nivel nacional no hay estudios que evalúen la correlación y concordancia de la presión arterial pulmonar sistólica entre el ecocardiograma y el cateterismo cardiaco derecho. A nivel internacional se encontraron varios estudios con resultados en su mayoría a favor, pero también en contra de dicha relación.

Entre los estudios de correlación tenemos el de Bahram y colaboradores, un estudio prospectivo, en el que se analizaron en total 420 pacientes con estenosis mitral reumática sintomática que fueron sometidos a ecocardiograma y a cateterismo cardiaco derecho en menos de 24 horas de diferencia entre estudios, se determinó la presión arterial pulmonar sistólica y media mostrando ambas una buena correlación entre métodos con una $r = 0,89$ ($p < 0,001$) y $r = 0.92$ ($p < 0,001$) respectivamente (1). El estudio realizado por Mogollón y et al en pacientes candidatos a trasplante cardiaco encontró un índice de correlación de Pearson entre la presión sistólica de arteria pulmonar determinada por ecocardiografía y cateterismo derecho de 0,69 ($p < 0,001$) (2). Un metanálisis que incluyo en total 29 estudios, de los cuales 79% fueron prospectivos y un 79% fueron publicados entre el 2000 y 2009, con una muestra total de 1998 pacientes evidenció un índice de correlación de 0.70 entre la determinación de la PAPs por cateterismo y ecocardiograma (3). En cuanto a la evaluación de concordancia son pocos los estudios que evalúan dicho aspecto, en el estudio realizado por Rich D y colaboradores con una muestra de 160 pacientes mostró una correlación moderada entre el método invasivo y ultrasonográfico para determinar la PAPs, mientras que encontró una pobre concordancia entre métodos que podría llegar a subestimar la PAPs medida por ecocardiografía en 32.4 mmHg y sobreestimar en 38. 6 mmHg (4). De igual forma Fischer et al concluyo que la ecocardiografía Doppler puede ser inexacta en la estimación de la presión de la arteria pulmonar, en pacientes que están siendo evaluados por hipertensión pulmonar siendo la magnitud de la subestimación de la presión mayor que la sobreestimación (-30 ± 16 vs. $+19 \pm 11$ mm Hg; $P = 0.03$) (5).

I. Justificación

A pesar de que la hipertensión pulmonar es una enfermedad infrecuente su padecimiento implica una alta morbimortalidad, por lo que se vuelve necesario contar con herramientas que nos permitan de manera confiable diagnosticar y optimizar el tratamiento en este tipo de patología.

En Costa Rica y el resto del mundo se utiliza la ecocardiografía como estudio de tamizaje y el cateterismo cardiaco derecho como prueba confirmatoria, sin embargo, tras su búsqueda en el repositorio del SIBDI-UCR, queda en evidencia que no se ha realizado un estudio a nivel local como parte de un proyecto de graduación que valoren los índices de correlación y concordancia entre la ecocardiografía y el cateterismo cardiaco derecho en variables hemodinámicas como la presión sistólica arterial pulmonar y media necesarias para el diagnóstico y seguimiento de esta patología. Con el presente estudio se espera medir la capacidad de ambas pruebas en obtener resultados similares de una misma variable cuando se aplican a un mismo sujeto, con el fin de determinar si la ecocardiografía puede ser utilizada en nuestro medio como una prueba de tamizaje y de seguimiento en estos pacientes.

2. Marco Teórico

Definición

Hipertensión Pulmonar (HP) se define como una presión arterial pulmonar media (PAPm) \geq 25 mmHg durante el reposo, esta medición calculada mediante cateterismo cardiaco derecho (CCD). Además, se define como PAPm normal durante reposo: 14 ± 3 mmHg, con un límite superior de la normalidad de aproximadamente 20 mmHg, de manera que el rango de PAPm entre 21-24 mmHg no presenta una importancia clínica clara y debe analizarse individualmente en cada paciente. (6,7)

Clasificación.

La clasificación de HP se ha definido de acuerdo mecanismos fisiopatológicos presentación clínica y opciones terapéuticas en cinco grupos, de manera que en cada grupo se reúnan enfermedades que presentan estas características en común. (8)

Tabla 1. Clasificación de hipertensión pulmonar en 5 grupos, según Dana Point 2008.

Clasificación de hipertensión pulmonar: Dana Point 2008 (9)	
Grupo 1. Hipertensión arterial pulmonar (HAP)	Idiopática (HAPI) Hereditaria Inducida por drogas y toxinas Asociada con HAPA: Enfermedades vasculares del colágeno, enfermedades cardíacas congénitas, hipertensión portal, infección por VIH, esquistosomiasis, anemia hemolítica crónica.

	<p>Hipertensión pulmonar persistente del recién nacido</p> <p>1'. Enfermedad venooclusiva pulmonar (EVOP) y/o hemangiomatosis capilar pulmonar (HCP)</p>
Grupo 2. Hipertensión pulmonar debida a enfermedad cardíaca izquierda	<p>Disfunción sistólica</p> <p>Disfunción diastólica</p> <p>Enfermedad valvular</p>
Grupo 3. Hipertensión pulmonar asociada a enfermedades respiratorias y/o a hipoxemia	<p>Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)</p> <p>Enfermedad pulmonar intersticial.</p> <p>Otras enfermedades pulmonares con patrón mixto restrictivo y obstructivo</p> <p>Síndrome de apneas durante el sueño</p> <p>Hipoventilación alveolar</p> <p>Exposición crónica a grandes alturas</p> <p>Displasias pulmonares</p>
Grupo 4. Hipertensión pulmonar por enfermedad tromboembólica crónica (HPTC)	
Grupo 5. Hipertensión pulmonar con mecanismos multifactoriales no claros	<p>Desórdenes hematológicos: trastornos mieloproliferativos, esplenectomía</p> <p>Trastornos sistémicos: sarcoidosis, histiocitosis de células de Langerhans: linfangioleiomiomatosis, vasculitis.</p> <p>Trastornos metabólicos: enfermedades por depósito de glucógeno, enfermedad de Gaucher, desórdenes tiroideos.</p>

	Otros: obstrucción tumoral, mediastinitis fibrosante, insuficiencia renal crónica en diálisis.
--	--

Epidemiología

Actualmente existe poca información acerca de la incidencia mundial de HP; sin embargo, en el reino unido se calcula que la prevalencia es de 97 casos/ millón de habitantes, con una relación mujeres/varones de 10/8. Por otro lado, en Estados Unidos la tasa de muerte estandarizada por edad oscila entre 4,5 y 12,3 casos por 100.000 habitantes (10, 11).

Según un estudio realizado con 4 579 pacientes por un laboratorio de ecocardiografía para determinar la prevalencia de HP (definida por una PAP sistólica > 40 mmHg), esta fue de 10,5%, lo que corresponde a 483 casos con HP; al realizar la distribución de prevalencias por grupo se obtiene que: el 78,7% padecía cardiopatía izquierda (grupo 2), el 9,7% sufría de enfermedades pulmonares e hipoxemia (grupo 3), el 4,2% tenía HAP (grupo 1) y el 0,6%, HPTC (grupo 4) y fue imposible definir el diagnóstico del 6,8% restante (grupo 5). (12)

Presentación clínica

Los síntomas de la HP están relacionados principalmente con la disfunción del ventrículo derecho, además cabe decir que sus síntomas son inespecíficos. Los síntomas típicos iniciales son falta de aire, fatiga, debilidad, angina y síncope; los cuales están estimulados por el ejercicio, de forma que los síntomas que se presentan durante el reposo ocurren en enfermedades avanzadas. Además, otros síntomas se presentan con menor frecuencia, como tos seca, náuseas y vómitos inducidos por el esfuerzo. Los síntomas en reposo ocurren solo en casos de enfermedad avanzada (6)

Diagnóstico.

Cuando un paciente presenta una historia clínica y examen físico que genera la sospecha de presentar HP, se debe realizar una amplia serie de pruebas necesarias tanto para confirmar o descartar la enfermedad, así como aclarar la gravedad de la patología y determinar la causa y el grupo al que pertenece según la clasificación de HP; además, es importante recordar que se debe contar con el conocimiento de un equipo multidisciplinario con conocimientos en cardiología, neumología, entre otros, esto sobre todo en los casos de HP que parecen tener más de una causa. (6)

Electrocardiograma (ECG).

Esta es una prueba útil en el estudio de estos pacientes, ya que puede aportar evidencia que sugiera HP; sin embargo, la presencia de ECG normal, no descarta el diagnóstico, además los cambios electrocardiográficos se suelen dar en patología más avanzada y de mayor gravedad. Cambios que podemos observar en el ECG son P pulmonares, desviación del eje a la derecha, hipertrofia del VD, patrón de sobrecarga de presión del VD, bloqueo completo de rama derecha y prolongación del intervalo QT corregido (QTc). También pueden presentar arritmias supraventriculares como flutter y fibrilación auricular, mientras que las arritmias ventriculares son raras. Dentro de los diagnósticos diferenciales según estos cambios electrocardiográficos esta la isquemia miocárdica anterolateral. (13,14)

Radiografía torácica.

En los pacientes con HAP se pueden observar hallazgos radiográficos que incluyen dilatación arterial pulmonar central, pérdida de vasos sanguíneos periféricos, y en casos más avanzados agrandamiento de la aurícula derecha (AD) y VD. En pacientes con HAPI, la radiografía torácica es anormal en el 90% de los casos al momento del diagnóstico.

También la radiografía puede aportar datos sugerentes de patología pulmonar (grupo 3 de HP) o congestión venosa pulmonar causada por ECI (grupo 2 de HP), obteniendo así una posible etiología de la enfermedad. Es importante recordar que una radiografía normal no descarta la HP y en general tampoco es un buen indicador de gravedad. (6, 15)

Pruebas de función pulmonar y gases arteriales.

Los pacientes con HAP a menudo presentan una reducción de volúmenes pulmonares de leve a moderada, dependiendo de la gravedad de la enfermedad y en la mayoría de los casos una capacidad de difusión pulmonar de monóxido de carbono (DLCO) disminuida. Además, presentan una presión parcial de oxígeno en sangre arterial (PaO₂) normal o ligeramente disminuida y la presión parcial de dióxido de carbono en sangre arterial (PaCO₂) está disminuida; esto debido al estado de hiperventilación que presentan estos pacientes. (16)

En EPOC se observa evidencia de obstrucción irreversible al flujo aéreo, presentando aumento de los volúmenes residuales y DLCO disminuida. En los gases arteriales presentan PaO₂ disminuida con PaCO₂ normal o aumentada. Pacientes con enfermedad intersticial presentan volúmenes pulmonares disminuidos con DLCO disminuida. (17)

Ecocardiograma.

El ecocardiograma resulta ser fundamental en el estudio inicial de la HP. Mediante la ecocardiografía se pueden observar los cambios en el corazón secundarios a HP y determinar la PAP con mediciones de Doppler de onda continua. Este es un buen estudio a realizar en caso de sospecha de HP; no obstante, cuando se considere el tratamiento de la HP, la ecocardiografía no es suficiente para tomar una decisión respecto a este, y es necesario el cateterismo cardiaco. (18, 19)

El cálculo de la PAP se realiza con la ecuación simplificada de Bernoulli, que se basa en la velocidad pico de regurgitación tricuspídea (VRT) y la presión auricular derecha (PAD). $PAPs = 4 \times (VRT)^2 + PAD$. (6)

Para calcular la PAP ecocardiográficamente se debe observar el diámetro de la vena cava inferior (VCI), así como su colapso en inspiración, de forma que si el diámetro de la VCI esta no está dilatado ($< 2,1$ cm) y al inspirar presenta un colapso de más del 50%, la PAD es normal (3 mmHg, con intervalo de 0-5 mmHg); por otro lado, si la VCI esta dilatada ($> 2,1$ cm), con menos del 50% de colapso con inspiración profunda o menos del 20% de colapso en inspiración superficial, la PAD es de 15 mmHg (rango de 10-20 mmHg). Existen algunos casos en los que la dilatación y colapso de VCI no cumplen con el paradigma, en dichos casos se puede emplear un valor intermedio de 8 mmHg (intervalo, 5-10 mmHg). A menudo se suele usar un valor fijo de PAD de 5 o 10 mmHg, sin embargo, esto aumenta los errores de medición de la PAP. (6)

En la guía ESC/ERS 2015 sobre diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar, se propone que mediante la medición de VRT en reposo y la presencia de otros hallazgos ecocardiográficos compatibles con HP, se pueda determinar la probabilidad de presentar dicha enfermedad. Esto es muy importante en el contexto clínico ya que nos ayuda a decidir si hay o no indicación de CCD. (6)

Tabla 2. Probabilidad ecocardiográfica de presentar HP, en pacientes con sospecha clínica de presentar enfermedad. (6)

Velocidad pico de la regurgitación tricuspídea (m/s)	Presencia de otros signos ecocardiográficos de HP*	Probabilidad ecocardiográfica de hipertensión pulmonar
$\leq 2,8$ o no medible	No	Baja
$\leq 2,8$ o no medible	Sí	Intermedia
2,9-3,4	No	
2,9-3,4	Sí	Alta
$> 3,4$	No requeridos	

Tabla 3. Signos ecocardiográficos que indican hipertensión pulmonar empleados para evaluar la probabilidad de hipertensión pulmonar además de la medición de la velocidad de regurgitación tricuspídea. (6)

A. Ventrículos*	B. Arteria pulmonar*	C. Vena cava inferior y aurícula derecha*
Relación dimensión VD/VI basal > 1,0	Tiempo de aceleración del Doppler del tracto de salida del VD < 105 ms o muesca mesosistólica	Diámetro de la vena cava inferior > 21 mm con disminución del colapso inspiratorio (< 50% con inspiración profunda o < 20% con inspiración calmada)
Aplanamiento del septo interventricular (índice de excentricidad del VI > 1,1 en sístole o diástole)	Velocidad de regurgitación pulmonar en protodiástole > 2,2 m/s	Área de la aurícula derecha (telesistólica) > 18 cm ²
	Diámetro de la AP > 25 mm	

**Deben estar presentes signos ecocardiográficos de al menos 2 categorías diferentes (A, B o C) de la lista para modificar el nivel de probabilidad ecocardiográfica de hipertensión pulmonar.

Además, esta guía ha planteado un plan de manejo diagnóstico de acuerdo a la probabilidad de presentar HP según los hallazgos ecocardiográficos, además de tomar en cuenta si el paciente presenta o no factores de riesgo de enfermedad, para de esta forma tener un panorama más claro de las pruebas que se deben realizar y no someter a todos pacientes a CCD de forma innecesaria. (6)

Tabla 4. Propuesta de manejo diagnóstico en hipertensión pulmonar según los hallazgos ecocardiográficos. (6)

Probabilidad ecocardiográfica de HP	Sin factores de riesgo o enfermedades asociadas con HAP o HPTC ^d	Clase ^a	Nivel ^b	Con factores de riesgo o enfermedades asociadas con HAP o HPTC ^c	Clase ^a	Nivel ^b
Baja	Se debe considerar un diagnóstico alternativo	IIa	C	Se debe considerar seguimiento ecocardiográfico	IIa	C
Intermedia	Se debe considerar un diagnóstico alternativo y seguimiento ecocardiográfico	IIa	C	Se debe considerar ampliar el estudio de HP incluyendo CCD ^e	IIa	B
	Se puede recomendar ampliar el estudio de HP ^e	IIb				
Alta	Se recomienda ampliar el estudio de HP (incluyendo CCD ^e)	I	C	Se recomienda ampliar el estudio de HP ^e incluyendo CCD	I	C

a Clase de recomendación.

b Nivel de evidencia.

c Referencias que respaldan las recomendaciones.

d Estas recomendaciones no se aplican a pacientes con enfermedad difusa del parénquima pulmonar o cardiopatía izquierda.

e En función de la presencia de factores de riesgo de HP de los grupos 2, 3 o 5.

Gammagrafía pulmonar de ventilación/perfusión (V/Q)

En pacientes con HP con sospecha de HPTC como causa, el método diagnóstico de elección es la gammagrafía pulmonar, debido a que presenta mayor sensibilidad que el angioTAC. (20) Una gammagrafía V/Q normal o de probabilidad baja excluye eficazmente la HPTC con una sensibilidad del 90-100% y una especificidad del 94-100%; no obstante, muchas gammagrafías V/Q no son diagnósticas. (6)

Tomografía computarizada de alta resolución, tomografía computarizada de contraste y angiografía pulmonar

La TAC es una técnica de imagen que nos puede aportar información acerca de cambios compatibles con HP, en un paciente en el que tenemos sospecha debido a su cuadro clínico. Además, puede mostrar alteraciones vasculares, cardíacas, parenquimatosas y mediastinales que nos aporta información acerca de la posible causa de la enfermedad. Sin embargo, no permite dar un diagnóstico definitivo de HP. (21)

Resonancia magnética cardíaca (RMC).

En pacientes con sospecha de HP, la presencia de realce tardío de gadolinio, distensibilidad reducida de la AP y flujo retrógrado tiene alto valor predictivo de HP; no obstante, ninguna medición única por RMC puede excluir el diagnóstico de HP. (22,23)

Cateterismo cardíaco derecho.

El CCD es de suma importancia en HP ya que es imprescindible para realizar su diagnóstico, además de evaluar el compromiso hemodinámico del paciente y analizar la vasorreactividad de la circulación pulmonar. Es importante que este procedimiento se realice en centros con experiencia, ya que en estos casos las tasas de morbilidad y mortalidad son bajas: 1,1% y 0,055% respectivamente. (24)

La medición de la presión diastólica final del VI es importante para evitar la clasificación errónea de pacientes con una presión de enclavamiento pulmonar (PEP) elevada cuando esta es inesperada o pudiese estar equivocada (ausencia de factores de riesgo de IC con FEVI conservada, tamaño normal de la AI y ausencia de marcadores ecocardiográficos de presiones de llenado del VI elevadas). (6)

Es importante realizar el CCD en aquellos pacientes que presenten una alta probabilidad de HP tanto por clínica, como por estudios de imagen (especialmente en el ecocardiograma), esto debido a que el CCD debe dar respuesta a preguntas específicas que surjan en otras pruebas diagnósticas y evitar un procedimiento innecesario si se descubre un diagnóstico alternativo, que pudiese haber sido detectado mediante otras pruebas menos invasivas. (6)

Se debe medir la PAP, la PEP, la presión en el VD y en la AD. Cuando se usa un catéter de balón, este se debe inflar en la AD desde donde se avanza hasta alcanzar la posición de la PEP, es importante no inflar y desinflar el balón dentro de las arterias pulmonares repetidamente, debido a que puede generar ruptura de las mismas. La PEP es un subrogado de la presión de la AI y se debe registrar como la media de 3 mediciones. Se debe tomar una muestra de sangre en la posición de enclavamiento para medir la saturación de oxígeno y compararla con la saturación en sangre sistémica, ya que de ser la verdadera PEP, ambas saturaciones deben ser iguales. La medición de presión debe realizarse siempre al final de la espiración. (6, 25)

Las pruebas de vasorreactividad pulmonar se realiza con óxido nítrico (NO) inhalado a 10-20 partes por millón (ppm), esto en pacientes con HAPI, HAPH o HAPD para identificar a los pacientes candidatos a tratamiento con altas dosis de bloqueadores de los canales del calcio (BCC). Una respuesta aguda positiva se define como una reducción de la PAPm ≥ 10 mmHg para alcanzar un valor absoluto de PAPm ≤ 40 mmHg con un GC invariable o aumentado. Solo un 10% de los pacientes con HAPI cumplen estos criterios. (6)

Ecocardiograma versus Cateterismo cardiaco derecho.

Según la definición de HP esta es una enfermedad en la cual es necesaria la realización de CCD y la determinación de presiones pulmonares mediante este método para lograr definir la presencia o no de enfermedad, en un paciente con sospecha clínica; sin embargo, también es importante tomar en cuenta que este es un procedimiento invasivo y conlleva mayor probabilidad de complicaciones y morbimortalidad, por lo que en la actualidad se intenta realizar determinaciones de presiones pulmonares mediante otros métodos alternativos menos invasivos.

Al correlacionar las mediciones de presión pulmonar sistólica (PPs) según ecocardiograma y CCD (Gold standard), se ha comprobado que esta medida es adecuada (0.57-0.85). Sin embargo, se ha demostrado que en alrededor de 48% de los casos (en especial cuando el registro doppler es de mala calidad) se sobreestima la PPs al realizar la medición por ecocardiograma, esta diferencia puede ser de hasta 10 mmHg. (26, 27)

En pacientes con PPs de > 35 mmHg aproximadamente en un 80% presentan regurgitación tricuspídea, de forma que la capacidad de lograr un registro valido que pueda ser analizado depende de la enfermedad subyacente. (28)

Se ha encontrado que la medición de PPs se ve alterada por características propias del paciente como lo son la edad y el índice de masa corporal (IMC), de forma que se determina PPs > 40 mmHg en el 6% de los individuos mayores de 50 años y en el 5% de los pacientes que presentan un IMC mayor de 30. (26, 28). Por todo lo mencionado anteriormente queda claro que a pesar de tener correlación entre ambas tomas (ecocardiograma y CCD), no podemos definir con seguridad y precisión la HP mediante método doppler únicamente.

Es importante que al realizar un estudio ecocardiográfico en un paciente con sospecha de HP, se deben considerar otros factores ecocardiográficos como: la presencia de dilatación de las cámaras derechas, el aplanamiento o inversión del septo interventricular hacia el ventrículo izquierdo (VI), la presencia de colapso mesosistólico y de un tiempo de aceleración menor de 80 ms del flujo pulmonar, debido a que dichos factores refuerzan las posibilidades de que el paciente tenga HP significativa. (8)

Tratamiento.

Medidas generales.

Se recomienda la realización de ejercicio físico en los pacientes con HP debido a que en varios estudios clínicos aleatorizados se demuestra, que los pacientes al realizar actividad física presentan mejoría en la fatiga, la función cardiopulmonar y la calidad de vida. Sin embargo, todos estos estudios realizados han sido realizados con una muestra pequeña y aun deja muchos aspectos importantes sin aclarar, como lo son el nivel óptimo de intensidad en el ejercicio, la duración del mismo, las características de la supervisión del paciente mientras realiza ejercicio; además tampoco deja claro el mecanismo por el que mejoran dichos síntomas ni sus efectos sobre el pronóstico. (6,29,30)

El embarazo en estas pacientes siempre se ha asociado a altas tasas de mortalidad, entre otras complicaciones, por lo que se recomienda evitarlo y utilizar algún método de planificación; entre los más recomendados esta la anticoncepción con progesterona (acetato de medroxiprogesterona) y el dispositivo intrauterino de levonorgestrel. En los casos en los que ocurra embarazo se recomienda interrumpir el embarazo, debido al riesgo que corren tanto la paciente como el hijo. En caso de continuar con el embarazo se recomienda mantener un control estricto de la enfermedad y un buen control prenatal. (31,32).

En los pacientes con HP es muy importante el apoyo psicosocial para el paciente y su familia, pueden requerir el apoyo de profesionales en psiquiatría y psicología, servicio social, además del servicio de cuidados paliativos en el momento que sea necesario. (33)

Tratamiento farmacológico específico.

Bloqueadores de canales de calcio (BCC): los más utilizados en ensayos clínicos son nifedipino y diltiazem. En la elección del BCC se debe tomar en cuenta la frecuencia cardíaca del paciente, de manera que la presencia de bradicardia relativa favorece el uso de nifedipino y amlodipino, mientras que la taquicardia relativa favorece el uso de diltiazem (34,35). Las dosis altas de BCC son las que han demostrado mejoría de la enfermedad, sin embargo, se recomienda iniciar con dosis bajas e ir aumentando. Se indica tratamiento con BCC a aquellos pacientes con HAPI, HAPH y HAPD que muestren vasoreactividad positiva en el CCD, además se debe repetir el CCD 3 meses posterior al inicio del tratamiento por motivos de seguridad y para valorar eficacia; en caso de que los resultados no sean óptimos, se recomienda agregar otro medicamento. Los pacientes que presenten prueba de vasoreactividad negativa, no deben recibir BCC, debido a los posibles efectos adversos. (34,35).

Antagonistas de receptores de endotelina (ARE): se ha visto que las concentraciones de endotelina en plasma se encuentran aumentadas en los pacientes con HP; sin embargo, no se ha demostrado si esta es una causa o una consecuencia de la enfermedad. Los ARE se han utilizado con el fin de bloquear el efecto de la endotelina, ya que la endotelina tiene un efecto vasoconstrictor y al estar en concentraciones elevadas este es el efecto que predomina. (36)

Inhibidores de fosfodiesterasa 5 (IPDE-5): Se ha demostrado que la fosfodiesterasa-5 se encuentra en grandes concentraciones en la circulación pulmonar y debido a que presenta un efecto vasoconstrictor se ha planteado como blanco terapéutico en la HP, por lo anterior se ha valorado el uso de IPDE-5 con el fin de obtener su efecto vasodilatador y antiproliferativo. (37,38) Los IPDE-5 aprobados para el tratamiento de la disfunción eréctil son el sildenafil, el tadalafilo y el vardenafilo, los cuales producen una importante vasodilatación pulmonar, y sus efectos máximos se observan a los 60, 75-90 y 40-45 min respectivamente. (39)

Análogos de prostaciclina: la prostaciclina posee efecto vasodilatador, inhibidor de agregación plaquetaria y antiproliferativo, además se ha visto una reducción de expresión de la prostaciclina sintasa, por lo que al utilizar análogos de prostaciclina logramos compensar este efecto y obtener los beneficios fisiológicos de la prostaciclina. (40)

Trasplante pulmonar.

Esta es una opción terapéutica considerada en aquellos pacientes que no responden o que presentan una respuesta pobre a la terapia farmacológica, además de los pacientes con estadios avanzados de la enfermedad; sin embargo, las listas de espera son largas debido a la poca cantidad de donantes. (41) Se estima que la mortalidad post trasplante ha mejorado en los últimos años, actualmente se calcula que la mortalidad a 5 años del trasplante por HP es de 52-75% y de 45-66% a los 10 años. (42)

Pronóstico según el tipo de hipertensión pulmonar

La HP es una enfermedad progresiva que puede ser fatal si no se trata. La velocidad de progresión de esta enfermedad varía según el tipo y gravedad de HP que presenta el paciente, en términos generales los pacientes con HP del grupo 1 y aquellos que se encuentran sin tratamiento tienen un pobre pronóstico. (43)

La supervivencia estimada para los pacientes del grupo 1 son: 85% al año, 68% a los tres años, 57% a los cinco años y 49% a los siete años; sin embargo, el pronóstico podría mejorar al recibir el tratamiento óptimo (44)

Los factores asociados con un mal pronóstico son: la edad mayor de 50 años, el sexo masculino, la clase funcional III o IV, la incapacidad para mejorar la clase funcional con la terapia médica, los índices de insuficiencia ventricular derecha, la HAP asociada a la enfermedad del tejido conectivo y otros. (45)

En los pacientes de los grupos 2 a 5 el pronóstico varía según el curso de la enfermedad subyacente, la gravedad de la HP y la respuesta al tratamiento, de manera que debe valorarse individualmente según el paciente. (46)

3. Objetivos

1. Objetivo general:

1. Establecer el grado de correlación y concordancia en los valores de presión sistólica de la arteria pulmonar obtenidos mediante ecocardiografía transtorácica y cateterismo cardiaco derecho en la población de estudio.

2. Objetivos específicos

1. Describir las características demográficas, clínicas, ecocardiográficas y hemodinámicas en la población de estudio.
2. Clasificar la hipertensión pulmonar según su severidad hemodinámica en la población de estudio.
3. Identificar los tipos clínicos de hipertensión pulmonar más frecuentes según la clasificación de Dana Point en la población de estudio.
4. Determinar el índice de correlación y concordancia entre la presión sistólica de la arteria pulmonar medida por ecocardiografía y por cateterismo cardiaco en la población en estudio.

4. Marco Metodológico

I. Tipo de estudio

Se realizará un estudio observacional longitudinal retrospectivo descriptivo e inferencial.

II. Población y muestra

Se incluirá la totalidad de pacientes sometidos a cateterismo cardiaco derecho por sospecha clínica y/o ecocardiográfica de hipertensión pulmonar durante abril del 2015 hasta abril del 2018, en el servicio de cardiología del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia. Según la base de datos del servicio de hemodinamia se espera un aproximado de 50 pacientes.

III. Criterios de inclusión

- **Rango de edad:** 13 años en adelante
- **Sexo:** femenino o masculino
- **Etnia:** sin distinción de etnia
- **Inclusión de clases especiales o participantes vulnerables:** la selección de individuos no implicará la exclusión de clases vulnerables siempre y cuando cumplan los otros criterios de inclusión, ya que se trata de reportar la casuística completa en el período de estudio
- **Pruebas de laboratorio y Gabinete:** no aplica
- **Otros:** ecocardiograma transtorácico previo al cateterismo cardiaco derecho con medición de la presión arterial sistólica pulmonar.

IV. Criterios de exclusión

- Pacientes con **registros no legibles** donde no se pueda obtener información.
- Pacientes en quienes **no haya sido posible la medición de alguna de las variables** del estudio.
- Pacientes en uno de los dos estudios, bajo la influencia del tratamiento de hipertensión pulmonar.

V. Consideraciones Estadísticas

Los datos que se recogerán en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho para la determinación de la presión sistólica de la arteria pulmonar, durante el período 2015-2018, en el Servicio de Cardiología del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, fungirán como una muestra aleatoria debido al comportamiento natural de la enfermedad en estudio, con lo cual se puede decir que los pacientes aparecen de manera aleatoria, así se hallan tomado del registro del hospital.

Método para el análisis de datos

Análisis descriptivo

Las variables cualitativas (nominales u ordinales), se analizarán por utilizando tablas de frecuencias simples y tablas de asociación o contingencia; es decir, porcentajes o proporciones marginales (por filas o columnas) o con respecto al total de pacientes en la “muestra”.

Las variables cuantitativas (discretas y continuas), se analizarán por medio de estadísticos de tendencia central (mínimo, promedio, máximo, cuartiles, etc.) y por medio de estadísticos de variabilidad (rango, desviación estándar, rango intercuartílico, coeficiente de variación, etc.)

Esta información se resumirá mediante gráficos y/o cuadros con sus respectivas interpretaciones.

Análisis inferencial

Todas las pruebas tendrán un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$; es decir el valor del error tipo I.

La prueba chi-cuadrado se utilizará para medir la asociación entre dos variables cualitativas, con la magnitud y dirección de dicha asociación donde aplique.

La correlación entre dos variables cuantitativas continuas (presión sistólica de la arteria pulmonar medida por ecocardiografía y por cateterismo), se determinará mediante el **coeficiente de correlación de Pearson** con su respectivo diagrama de dispersión.

Para comparar una variable continua con una variable cuantitativa se utilizar la prueba t-student, si la variable cuantitativa tiene dos categorías y el análisis de varianza si la variable cuantitativa tiene tres o más categorías, verificando el cumplimiento de supuestos del modelo.

La **concordancia (variables cualitativas)** entre los dos métodos en estudio (presión sistólica de la arteria pulmonar medida por ecocardiografía y por cateterismo), se analizará mediante el **índice de Kappa** que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada.

Finalmente, se ajustarán modelos multivariados para las variables presión sistólica de la arteria pulmonar medida por ecocardiografía y por cateterismo con relación a las demás variables independientes, tales como (sexo, edad, hipertensión pulmonar, comorbilidades, etc.) y así explicar los cambios de estas dos variables cuantitativas continuas.

Mediciones y estimaciones

De acuerdo a lo anterior, se estimarán magnitudes de asociación, de correlación y promedios por grupos, con sus respectivos valores de probabilidad asociados (valores de p).

Entrada de datos:

La recolección de los datos se hará en el software Epi-info 7, tal y como se muestra en las figuras 1 y 2 (anexo)

5. Resultados

1 ANÁLISIS GENERAL

Para los siguientes análisis, los 59 pacientes fungirán como una muestra aleatoria debido al comportamiento natural de la enfermedad en estudio, con lo cual se puede decir que los pacientes aparecen de manera aleatoria, así se hallan tomado del registro del hospital.

1.1 Características de los pacientes

El 72,9% de los pacientes en el estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fueron mujeres, con un intervalo de confianza del 95% (61,5% - 84,2%); es decir, con un 95% de confianza, el porcentaje de pacientes mujeres en la población en el estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho entre los años 2015 al 2018 del HCG, estará entre el 61,5% y el 84,2%; estadísticamente, la proporción de mujeres es mayor que la de hombres en la población en estudio. ($p = 0,000$). (Gráfico 1)

El promedio de la edad de los pacientes en el estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fue $53,8 \pm 14,5$ años, el más joven tenía 17,0 años y el más adulto 78,0 años, el 75% de los pacientes tenía 44,2 años o más; el promedio de edad de las pacientes mujeres en el estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fue $56,4 \pm 12,9$ años, con un rango de edad de entre 49,0 años y 66,0 años, el 75% de las pacientes tenían 33,0 años o más; el promedio de edad de los pacientes hombres en el estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fue $46,3 \pm 16,5$ años, con un rango de edad de entre 33,0 años y 76,0 años, el 75% de las pacientes tenían 33,0 años o más.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 5% entre estos dos promedios; es decir, el promedio de la edad de las mujeres en el estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho es mayor estadísticamente que el promedio de la edad de los hombres en el estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. ($p = 0,0184$) (Gráfico 2)

La prueba de Levene de homogeneidad de varianzas, resulta no significativa al 5% ($p = 0,3099$); es decir, se cumple el supuesto de igualdad de varianzas. (Cuadro 1)

El 98,3% (58 pacientes) eran de nacionalidad costarricense. El 50,0% de los pacientes en estudio presentaron obesidad. (Gráfico 3)

1.2 Variables ecocardiográficas

1.2.1 TAPSE

El promedio de la distancia recorrida del anillo lateral tricuspídeo “TAPSE” en los pacientes del estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fue $20,3 \pm 6,0$ mm, con un rango entre 10,0 mm y 34,5 mm, en el 75% de los pacientes esta distancia recorrida fue 16,0 mm o más; el promedio de la distancia recorrida del anillo lateral tricuspídeo “TAPSE” de las pacientes mujeres del estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fue $20,2 \pm 5,3$ mm, con un rango entre 10,0 mm y 31,0 mm, en el 75% de las pacientes esta distancia recorrida fue 17,0 mm o más; el promedio de la distancia recorrida del anillo lateral tricuspídeo “TAPSE” de los pacientes hombres del estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fue $20,4 \pm 7,8$ mm, con un rango entre 11,0 mm y 34,5 mm, en el 75% de los pacientes esta distancia recorrida fue 13,0 mm o más.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 5% entre estos dos promedios; es decir, el promedio del "TAPSE" de las mujeres en el estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho es igual estadísticamente que el promedio del "TAPSE" de los hombres en el estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. ($p = 0,9285$) (Gráfico 4) (Cuadro 2)

La prueba de Levene de homogeneidad de varianzas, resulta significativa al 5% ($p = 0,0483$); es decir, no se cumple el supuesto de igualdad de varianzas; por lo tanto, se utilizó la prueba Welch Anova que supone varianzas desiguales y se obtuvo la misma conclusión ($p = 0,9405$); es decir, el promedio de los valores del "TAPSE" es igual estadísticamente por sexo.

1.2.2 Fracción de eyección (FEVI)

Los porcentajes de la Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo (FEVI), presentan asimetría a izquierda o negativa (-1, 05); es decir, los porcentajes del FEVI se presentan mayoritariamente del 50% hacia arriba; el promedio de la FEVI fue $59,1 \pm 9,6$ %, con un rango de 25,0% a 75,0%; el 75% de los pacientes tuvieron porcentajes de la FEVI de 55,0% o más. (Gráfico 5)

1.3 Severidad de la hipertensión pulmonar

La severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y por cateterismo, se presentó principalmente en grado severo para ambos métodos. (Gráfico 6)

1.4 Concordancia

Las hipótesis a probar son:

Ho: Kappa = 0

Ha: Kappa > 0

La máxima concordancia posible del índice Kappa corresponde a $K = 1$. El valor $K = 0$ se obtiene cuando la concordancia observada es igual a la esperada a causa exclusivamente del azar. Si la concordancia observada es mayor que la esperada simplemente a causa del azar, $K > 0$; mientras que, si es menor, entonces $K < 0$. El mínimo valor de K depende de las distribuciones marginales. Para interpretar el valor se utiliza la siguiente escala:

Landis and Koch (1977)

Coefficiente	Interpretación
< 0.00	Pobre
0.00 to 0.20	Leve
0.21 to 0.40	Justa
0.41 to 0.60	Moderada
0.61 to 0.80	Substancial
0.81 to 1.00	Muy buena

Para determinar la concordancia entre los valores de la severidad pulmonar por ecocardiografía y los valores de la severidad pulmonar por cateterismo, se utilizó el índice de Kappa.

Si cada prueba se hubiese realizado por azar, la concordancia esperada de las dos pruebas hubiese sido del 29,2%, mientras que las dos pruebas realmente concordaron el 66,1%, con un valor de $k = 0,5209$ y un valor de $p = 0,0000$, con lo que se concluye que el acuerdo no es debido al azar; es decir, las categorías de los valores de severidad pulmonar por ecocardiografía y por cateterismo presentan concordancia moderada del 66,1%. (Gráfico 7)

De acuerdo con el total de pacientes, el nivel de severidad de HTA pulmonar que más coincidió en las dos pruebas; fue el severo, con el 37,2%, seguido del normal con el 16,9%. Cabe destacar que la concordancia se mide en la diagonal de las severidades de las dos presiones arteriales pulmonares medidas por los dos métodos. (Gráfico 7)

Del 100,0% de los pacientes con HTA pulmonar por ecocardiografía en grado severo, el 88,0% de los pacientes también lo presentaron por cateterismo, y del 100,0% de los pacientes con presión arterial pulmonar sistólica por ecocardiografía en grado normal, el 47,6% de los pacientes también lo presentaron normal por cateterismo. (Gráfico 8)

1.5 Presión arterial pulmonar

1.5.1 Presión arterial pulmonar sistólica

Se realiza una gráfica de dispersión entre las variables PAPs medida por ecocardiograma y la variable PAPsc medida por cateterismo, esta gráfica muestra que las dispersiones de puntos pueden ajustarse a una línea recta; es decir, que hay una relación lineal entre las dos variables. (Gráfico 9)

Se ajustó un modelo de regresión lineal simple donde la variable dependiente fue la PAPs y la variable independiente la PAPsc.

El valor de probabilidad de la prueba F (136,9) dice que el modelo global es significativo; así como los valores de p de la variable independiente y la constante también son significativos; es decir, la variable independiente explica a la variable dependiente; a su vez el R^2 ajustado = 0,7009; es decir, el **70,1%** de la variación de la PAPs es explicada por la regresión lineal con la variable PAPsc y la función estimada que relaciona las dos variables es:

$$PAPs = 15,6 + 0,80 PAPsc$$

Es decir, por cada unidad que aumente el valor de la PAPsc, el valor de la PAPs aumentará 0,80 veces más.

Source	SS	df	MS	Number of obs =	59
-----+-----				F (1, 57)	= 136.91
Model	31927.0432	1	31927.0432	Prob > F	= 0.0000
Residual	13292.504	57	233.201824	R-squared	= 0.7060
-----+-----				Adj R-squared	= 0.7009
Total	45219.5471	58	779.647364	Root MSE	= 15.271

PAPs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----+-----					
PAPsc	.7976161	.068168	11.70	0.000	.6611121 .9341202
_cons	15.56504	4.766021	3.27	0.002	6.021244 25.10883
-----+-----					

1.5.1.1 Cumplimiento de supuestos

- Normalidad de los errores

H_0 : Residuos \approx Normales

H_a : Residuos \neq Normales

Shapiro-Francia W' test for normal data

Variable	Obs	W'	V'	z	Prob>z
-----+-----					
Residuos	59	0.93579	3.812	2.556	0.00529

Con el valor de $p < 0,05$ existe suficiente evidencia para rechazar H_0 ; es decir los residuos no se distribuyen normalmente.

- Heterocedasticidad
 - H_0 : La varianza de los errores es constante
 - H_a : La varianza de los errores no es constante

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

H_0 : Constant variance

Variables: fitted values of PAPS

$\chi^2(1) = 20.42$

Prob > $\chi^2 = 0.0000$

Con el valor de $p < 0,05$, entonces se rechaza la hipótesis nula; es decir, no se cumple el supuesto de que la varianza de los errores es constante.

Como el modelo anterior no cumple con los dos principales supuestos del modelo, se utilizó la regresión robusta, que es una forma de análisis de la regresión diseñada para eludir algunas limitaciones tradicionales de los métodos paramétricos. El análisis de regresión busca encontrar la relación entre una o más variables independientes y una variable dependiente. Algunos métodos utilizados de regresión, como mínimos cuadrados ordinarios, tienen propiedades favorables si sus supuestos subyacentes se cumplen para los datos estudiados, pero pueden dar resultados engañosos si esos supuestos no son ciertos; se dice que el método de mínimos cuadrados ordinarios no es robusto a violaciones de los supuestos. Los métodos de regresión robusta están diseñados para no ser excesivamente afectados por violaciones de los supuestos.

En particular, las estimaciones con los mínimos cuadrados son altamente no robustos a los valores atípicos. Si bien no existe una definición exacta de un valor atípico o de una observación atípica, los valores atípicos son observaciones que no siguen el patrón de las otras observaciones. Esto no es normalmente un problema si el valor atípico es simplemente una observación extrema extraída de la cola de una distribución normal, pero si los resultados atípicos de error de medición no normal o alguna otra violación de supuestos del método de mínimos cuadrados ordinarios estándar, entonces se compromete la validez de los resultados de la regresión si se utiliza una técnica de regresión no-robusta.

El valor de probabilidad de la prueba F (62,5) dice que el modelo global es significativo; así como los valores de p de la variable independiente y la constante también son significativos; es decir, la variable independiente explica a la variable dependiente; a su vez el R^2 ajustado = 0,7060; es decir, el **70,6%** de la variación de la PAPs es explicada por la regresión lineal con la variable PAPsc y la función estimada que relaciona las dos variables es:

$$PAPs = 15,6 + 0,80 PAPsc$$

Es decir, por cada unidad que aumente el valor de la PAPsc, el valor de la PAPs aumentará 0,80 veces más.

```

Linear regression robusta          Number of obs   =    59

                                F(1, 57)           =   62.52

                                Prob > F            =   0.0000

                                R-squared            =   0.7060

                                Root MSE         =   15.271

```

Robust

PAPs	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
PAPsc	.7976161	.1008776	7.91	0.000	.5956123	.99962
_cons	15.56504	5.541863	2.81	0.007	4.467648	26.66242

1.5.2 Presión arterial pulmonar media

Se realiza una gráfica de dispersión entre las variables PAPm medida por ecocardiograma y la variable PAPmc medida por cateterismo, esta gráfica muestra que la dispersión de puntos puede ajustarse a una línea recta; es decir, que hay una relación lineal entre las dos variables. (Gráfico 10)

Se ajustó un modelo de regresión lineal simple donde la variable dependiente fue la PAPm y la variable independiente la variable PAPmc.

El valor de probabilidad de la prueba F (98,68) dice que el modelo global es significativo; así como los valores de p de la variable independiente y la constante también son significativos; es decir, la variable independiente explica a la variable dependiente; a su vez el R^2 ajustado = 0,6274; es decir, el **62,7%** de la variación de la PAPm es explicada por la regresión lineal con la variable PAPmc y la función que relaciona las dos variables es:

$$PAPm = 12,7 + 0,75 PAPmc$$

Es decir, por cada unidad que aumente el valor de la PAPmc, el valor de la PAPm aumentará 0,75 veces más.

Source	SS	df	MS	Number of obs =	59
-----+-----				F(1, 57)	= 98.68
Model	10657.1067	1	10657.1067	Prob > F	= 0.0000
Residual	6155.90893	57	107.998402	R-squared	= 0.6339
-----+-----				Adj R-squared	= 0.6274
Total	16813.0156	58	289.879579	Root MSE	= 10.392

PAPm	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
-----+-----					
PAPmc	.7484582	.0753454	9.93	0.000	.5975817 .8993348
_cons	12.69767	3.283775	3.87	0.000	6.122022 19.27331

1.5.2.1 Cumplimiento de supuestos

- Normalidad de los errores

H_0 : Residuos \approx Normales

H_a : Residuos \neq Normales

Shapiro-Francia W' test for normal data

Variable	Obs	W'	V'	z	Prob>z
-----+-----					
Residuos	59	0.95635	2.591	1.819	0.03446

Con el valor de $p < 0,05$ existe suficiente evidencia para rechazar H_0 ; es decir los residuos no se distribuyen normalmente.

- Heterocedasticidad
 - H_0 : La varianza de los errores es constante
 - H_a : La varianza de los errores no es constante

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

H_0 : Constant variance

Variables: fitted values of PAPm

chi2(1) = 20.18

Prob > chi2 = 0.0000

Como el valor de p es menor que $0,05$, entonces se rechaza la hipótesis nula; es decir, no se cumple el supuesto de que la varianza de los errores es constante.

El valor de probabilidad de la prueba F (46,1) dice que el modelo global es significativo; así como los valores de p de la variable independiente y la constante también son significativos; es decir, la variable independiente explica a la variable dependiente; a su vez el R^2 ajustado = 0,6339; es decir, el **63,4%** de la variación de la PAPm es explicada por la regresión lineal con la variable PAPmc y la función que relaciona las dos variables es:

$$PAPm = 12,7 + 0,75 PAPmc$$

Es decir, por cada unidad que aumente el valor de la PAPmc, el valor de la PAPm aumentará 0,75 veces más.

Linear regression robusta Number of obs = 59

F(1, 57) = 46.10

Prob > F = 0.0000

R-squared = 0.6339

Root MSE = 10.392

| Robust

PAPm | Coef. Std. Err. t P>|t| [95% Conf. Interval]

-----+-----

PAPmc | .7484582 .1102368 6.79 0.000 .5277129 .9692036

_cons | 12.69767 3.781238 3.36 0.001 5.125868 20.26947

1.5.3 Presión arterial pulmonar diastólica mínima

El promedio de la presión arterial pulmonar diastólica mínima en los pacientes del estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fue $26,3 \pm 12,8$ mm de Hg, con un rango entre 6,0 mm de Hg y 66,0 mm de Hg, en el 75% de los pacientes tuvo una presión arterial pulmonar diastólica mínima de 35,0 mm de Hg o menos; el promedio de la presión arterial pulmonar diastólica mínima en los pacientes femeninos del estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fue $28,1 \pm 13,9$ mm de Hg, con un rango entre 6,0 mm de Hg y 66,0 mm de Hg, en el 75% de los pacientes tuvo una presión arterial pulmonar diastólica mínima de 36,2 mm de Hg o menos; el promedio de la presión arterial pulmonar diastólica mínima en los pacientes masculinos del estudio de ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho fue $21,4 \pm 7,5$ mm de Hg, con un rango entre 10,0 mm de Hg y 34,0 mm de Hg, en el 75% de los pacientes tuvo una presión arterial pulmonar diastólica mínima de 27,2 mm de Hg o menos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 5% entre estos dos promedios; es decir, el promedio de la presión arterial pulmonar diastólica mínima en los pacientes femeninos es igual estadísticamente que el promedio de la presión arterial pulmonar diastólica mínima en los pacientes masculinos. ($p = 0,0718$) (Gráfico 11) (Cuadro 3)

La prueba de Levene de homogeneidad de varianzas, resulta significativa al 5% ($p = 0,0133$); es decir, no se cumple el supuesto de igualdad de varianzas; por lo tanto, se utilizó la prueba Welch Anova que supone varianzas desiguales y se obtuvo la misma conclusión ($p = 0,0222$); es decir, el promedio de la presión arterial pulmonar diastólica mínima es diferente estadísticamente por sexo, lo que cambió la conclusión anterior.

1.6 Tiempo en días entre el ecocardiograma y el cateterismo

La variable tiempo (días) entre la prueba de ecocardiograma y el cateterismo, se agrupó en tres grupos:

- Temprano (tiempo entre las dos pruebas menor o igual a 30 días)
- Tardía (tiempo entre las dos pruebas mayores de 30 días y menores o iguales a un año)
- Muy Tardía (tiempo entre las dos pruebas mayores de un año, 366 días y más)

El 78,0% de los pacientes en estudio, se realizó el cateterismo entre un mes después hasta más de un año, luego de realizarse el ecocardiograma. En los pacientes en que este tiempo fue 30 días o menos, en el 84,6% (11 pacientes) la severidad de la HTA pulmonar por ecocardiografía y cateterismo fue severa. (Gráfico 12)

Para determinar la concordancia entre los valores de la severidad pulmonar por ecocardiografía y los valores de la severidad pulmonar por cateterismo, en función del tiempo entre las dos pruebas (en cada una de las tres categorías de tiempo), se utilizó el índice de Kappa.

1.6.1 Tiempo de 30 días o menos entre el ecocardiograma y el cateterismo

Si cada prueba se hubiese realizado por azar, la concordancia esperada de las dos pruebas hubiese sido del 72,8%, mientras que las dos pruebas realmente concordaron el 93,3%, con un valor de $k = 0,7174$ y un valor de $p = 0,0003$, con lo que se concluye que el acuerdo no es debido al azar; es decir, las categorías de los valores de severidad pulmonar por ecocardiografía y por cateterismo presentan concordancia sustancial del 93,3%. (Gráfico 12)

De acuerdo con el total de pacientes cuyo tiempo entre las dos pruebas fue de 30 días o menos, el nivel de severidad de HTA pulmonar que más coincidió en las dos pruebas; fue el severo, con el 84,6%. Cabe destacar que la concordancia se mide en la diagonal de las severidades de las dos hipertensiones arteriales medidas por los dos métodos. (Gráfico 12)

1.6.2 Tiempo mayor de 30 días, pero menor o igual a un año entre el ecocardiograma y el cateterismo

Si cada prueba se hubiese realizado por azar, la concordancia esperada de las dos pruebas hubiese sido del 29,2%, mientras que las dos pruebas realmente concordaron el 66,7%, con un valor de $k = 0,5291$ y un valor de $p = 0,0003$, con lo que se concluye que el acuerdo no es debido al azar; es decir, las categorías de los valores de severidad pulmonar por ecocardiografía y por cateterismo presentan concordancia moderada del 66,7%. (Gráfico 12)

De acuerdo con el total de pacientes cuyo tiempo entre las dos pruebas fue de más de 30 días, pero menos o igual a un año, los niveles de severidad de HTA pulmonar que más coincidió en las dos pruebas; fue el leve y el severo, con el 25,9%. Cabe destacar que la concordancia se mide en la diagonal de las severidades de las dos hipertensiones arteriales medidas por los dos métodos. (Gráfico 12)

1.6.3 Tiempo mayor de un año entre el ecocardiograma y el cateterismo

Si cada prueba se hubiese realizado por azar, la concordancia esperada de las dos pruebas hubiese sido del 24,4%, mientras que las dos pruebas realmente concordaron el 47,4%, con un valor de $k = 0,3040$ y un valor de $p = 0,0083$, con lo que se concluye que el acuerdo no es debido al azar; es decir, las categorías de los valores de severidad pulmonar por ecocardiografía y por cateterismo presentan concordancia justa del 47,4%. (Gráfico 12)

De acuerdo con el total de pacientes cuyo tiempo entre las dos pruebas fue de más de un año, los niveles de severidad de HTA pulmonar que más coincidió en las dos pruebas; fue la severa, con el 21,0%. Cabe destacar que la concordancia se mide en la diagonal de las severidades de las dos hipertensiones arteriales medidas por los dos métodos. (Gráfico 12)

1.7 Variables clínicas

1.7.1 Etiología de la hipertensión pulmonar

Las principales etiologías presentadas en la población en estudio fueron: Idiopática, Colagenopatía y el Tromboembolismo Pulmonar Crónico; las dos primeras tuvieron más prevalencia en los hombres y la tercera en las mujeres. (Gráfico 13)

1.7.2 Tipo de hipertensión pulmonar (Dana Point)

El tipo de hipertensión pulmonar (Dana Point) que más se presentó fue el tipo I, en aproximadamente el 70,0 de los pacientes y con más prevalencia en las mujeres. (Gráfico 14)

Para determinar la concordancia entre los valores de la severidad pulmonar por ecocardiografía y los valores de la severidad pulmonar por cateterismo, en función del tipo de hipertensión pulmonar (I, II, III, IV), se utilizó el índice de Kappa.

1.7.2.1 Ecocardiograma y cateterismo, según tipo de hipertensión I

Si cada prueba se hubiese realizado por azar, la concordancia esperada de las dos pruebas hubiese sido del 39,2%, mientras que las dos pruebas realmente concordaron el 75,0%, con un valor de $k = 0,5891$ y un valor de $p = 0,0000$, con lo que se concluye que el acuerdo no es debido al azar; es decir, las categorías de los valores de severidad pulmonar por ecocardiografía y por cateterismo presentan concordancia moderada del 75,0%. (Gráfico 15)

De acuerdo con el total de pacientes con tipo de hipertensión I, el nivel de severidad de HTA pulmonar que más coincidió en las dos pruebas; fue el severo, con el 50,0%. Cabe destacar que la concordancia se mide en la diagonal de las severidades de las dos hipertensiones arteriales medidas por los dos métodos. (Gráfico 15)

1.7.2.2 Ecocardiograma y cateterismo, según tipo de hipertensión II

Si cada prueba se hubiese realizado por azar, la concordancia esperada de las dos pruebas hubiese sido del 55,6%, mientras que las dos pruebas realmente concordaron el 100,0%, con un valor de $k = 1,000$ y un valor de $p = 0,0416$, con lo que se concluye que el acuerdo no es debido al azar; es decir, las categorías de los valores de severidad pulmonar por ecocardiografía y por cateterismo presentan concordancia muy buena del 100,0%. (Gráfico 15)

De acuerdo con el total de pacientes con tipo de hipertensión II, el nivel de severidad de HTA pulmonar que más coincidió en las dos pruebas; fue el leve, con el 66,7%. Cabe destacar que la concordancia se mide en la diagonal de las severidades de las dos hipertensiones arteriales medidas por los dos métodos. (Gráfico 15)

1.7.2.3 Ecocardiograma y cateterismo, según tipo de hipertensión III

Si cada prueba se hubiese realizado por azar, la concordancia esperada de las dos pruebas hubiese sido del 25,0%, mientras que las dos pruebas realmente concordaron el 50,0%, con un valor de $k = 0,3333$ y un valor de $p = 0,0228$, con lo que se concluye que el acuerdo no es debido al azar; es decir, las categorías de los valores de severidad pulmonar por ecocardiografía y por cateterismo presentan concordancia justa del 50,0%. (Gráfico 15)

De acuerdo con el total de pacientes con tipo de hipertensión III, el nivel de severidad de HTA pulmonar que más coincidió en las dos pruebas; fue el severo, con el 50,0%. Cabe destacar que la concordancia se mide en la diagonal de las severidades de las dos hipertensiones arteriales medidas por los dos métodos. (Gráfico 15)

1.7.2.4 Ecocardiograma y cateterismo, según tipo de hipertensión IV

Si cada prueba se hubiese realizado por azar, la concordancia esperada de las dos pruebas hubiese sido del 30,6%, mientras que las dos pruebas realmente concordaron el 85,7%, con un valor de $k = 0,7941$ y un valor de $p = 0,0003$, con lo que se concluye que el acuerdo no es debido al azar; es decir, las categorías de los valores de severidad pulmonar por ecocardiografía y por cateterismo presentan concordancia substancial del 85,7%. (Gráfico 15)

De acuerdo con el total de pacientes con tipo de hipertensión I, el nivel de severidad de HTA pulmonar que más coincidió en las dos pruebas; fue el severo, con el 42,8%. Cabe destacar que la concordancia se mide en la diagonal de las severidades de las dos hipertensiones arteriales pulmonares medidas por los dos métodos. (Gráfico 15)

1.7.3 Comorbilidades

Las dos principales comorbilidades presentadas en los pacientes en estudio, fueron la Hipertensión y las Colagenopatías; además en las primeras cinco comorbilidades, la prevalencia fue mayor en las mujeres. En cada una de las comorbilidades (total y por sexo) lo que está expuesto es lo relacionado a la presencia, el complemento (que no aparece) sería la ausencia. (Gráfico 16).

1.7.4. Sensibilidad y especificidad del ecocardiograma

La sensibilidad de la prueba fue del 91.3% con una especificidad del 30.8%. Se obtuvo un valor predictivo positivo del 82.4% y un valor predictivo negativo del 50%, con una proporción de falsos positivos del 69.2% y falsos negativos del 8.7%. El valor global de la prueba (exactitud) del 78%. (Gráfico 17 y cuadro 4).

6. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que existe una correlación alta de acuerdo al índice de Pearson en la medición de la PSAP por ecocardiograma y por cateterismo cardiaco derecho, de igual manera hay una correlación moderada en la medición de la PAPm por ambos métodos.

Un hallazgo importante a considerar es como, entre menor sea el tiempo de separación entre ambas pruebas, observamos una mayor concordancia entre los métodos diagnósticos, siendo la concordancia más alta observada entre el intervalo de tiempo de menos de 30 días; de igual manera se observó una mayor concordancia en aquellos pacientes en donde la PSAP por ecocardiograma había dado valores de severidad y cabe destacar que la concordancia no se vio afectada por el tipo de hipertensión pulmonar según la clasificación de Dana Point.

Dentro de las características clínicas sobresale en el estudio el predominio del sexo femenino y la gran mayoría de pacientes se encontró en el subtipo 1. Además, la etiología más frecuente detectada como causante de la HTAP fue el tromboembolismo pulmonar crónico, seguido de las colagenopatías y la etiología no determinada (idiopática).

Las comorbilidades más frecuentemente asociadas a los pacientes del estudio fue la HTA y el tabaquismo en el sexo masculino y en el sexo femenino predomina las colagenopatías.

Es importante mencionar la alta sensibilidad que mostró el ecocardiograma como método diagnóstico de hipertensión arterial pulmonar, permitiéndonos detectar a los verdaderos enfermos con un alto porcentaje.

7. Conclusiones

El presente estudio muestra que existe una adecuada correlación y concordancia en la determinación de la PSAP por ecocardiografía y cateterismo cardiaca derecho. De la misma manera evidencia que el ecocardiograma podría ser un método adecuado de tamizaje y/o seguimiento en pacientes con sospecha o ya diagnosticados de hipertensión pulmonar por sus características no invasivas y su alta sensibilidad.

Este estudio tiene limitaciones metodológicas importantes como para poder extrapolar los datos a la población general, entre las que cabe destacar que se trata de un estudio retrospectivo, muestra pequeña, no aleatorizada, con un corto tiempo de seguimiento, sin embargo, puede servir como punto de partida para ampliar datos no solo desde el punto de vista de los test diagnósticos, sino también para evaluar otras características de la población o de la enfermedad.

8. Cuadros

Cuadro 1: Estadísticas descriptivas de la edad (años) de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 58 pacientes)

Sexo	Pacientes	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Q1	Q2	Q3	I. de C. al 95%		Prueba F	Prueba Levene
									Límite inferior	Límite superior	Valor de p	
Total	58	53,8	14,5	17,0	78,0	44,2	54,5	65,0				
Femenino	43	56,4	12,9	26,0	78,0	49,0	61,0	66,0	52,2	60,7	0,0184	0,3099
Masculino	15	46,3	16,5	17,0	76,0	33,0	47,0	58,0	39,2	53,5		

Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Cuadro 2: Estadísticas descriptivas de la distancia recorrida (mm) del anillo lateral tricuspídeo "TAPSE" en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)

TAPSE (mm)	Pacientes	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Q1	Q2	Q3	I. de C. al 95%		Prueba F	Prueba Levene
									Límite inferior	Límite superior	Valor de p	
Total	59	20,3	6,0	10,0	34,5	16,0	20,0	25,0				
Femenino	43	20,2	5,3	10,0	31,0	17,0	20,0	25,0	18,4	22,1	0,9285	0,0483
Masculino	16	20,4	7,8	10,0	34,5	13,0	19,0	25,7	17,4	23,4		

Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Cuadro 3: Estadísticas descriptivas de la presión arterial pulmonar diastólica mínima (PAPdc) en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 58 pacientes)

PAPdc (mmHg)	Pacientes	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Q1	Q2	Q3	I. de C. al 95%		Prueba a F	Prueba Levene
									Límite inferior	Límite superior		
Total	58	26,3	12,8	6,0	66,0	16,0	22,5	35,0				
Femenino	42	28,1	13,9	6,0	66,0	16,7	22,5	36,2	24,2	32,0		
Masculino	16	21,4	7,5	10,0	34,0	14,2	22,0	27,2	15,1	27,6	0,0718	0,0133

Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

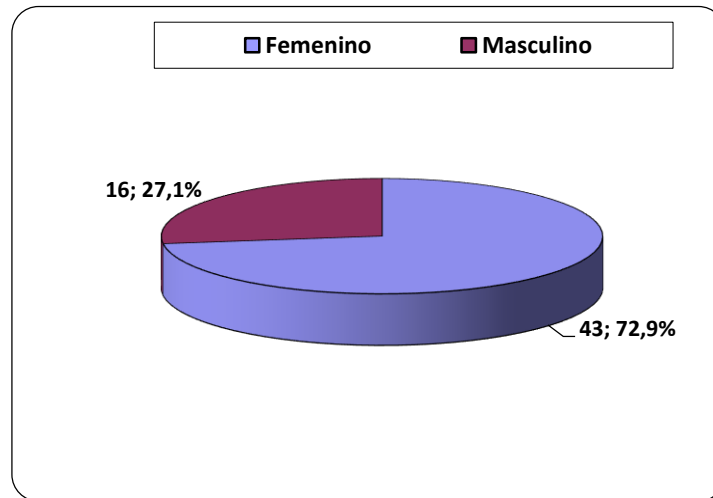
Cuadro 4: Relación entre la HTAP por medio de la prueba de cateterismo y la HTAP por ecocardiograma. Pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)

Puntaje diagnóstico en relación a la condición del paciente	Verdadero Diagnóstico		
	Enfermo	Sano	
Prueba Diagnóstica	Positiva	42	9
	Negativa	4	4
Medidas	Porcentaje	I. de C. al 95%	
Sensibilidad	91,3	79,7	96,7
Especificidad	30,8	12,7	57,6
Valor predictivo positivo	82,4	69,7	90,4
Valor predictivo negativo	50,0	21,5	78,5
Proporción de falsos positivos	69,2	42,4	87,3
Proporción de falsos negativos	8,7	3,4	20,3
Valor global de la prueba (Exactitud)	78,0	65,9	86,6

Fuente: Expediente pacientes. HCG

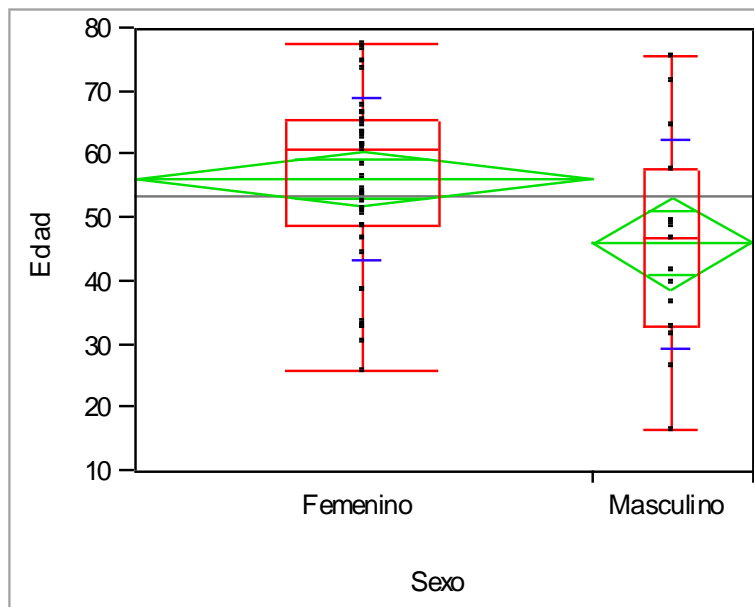
9. Gráficos

Gráfico 1: Distribución absoluta y relativa del sexo de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



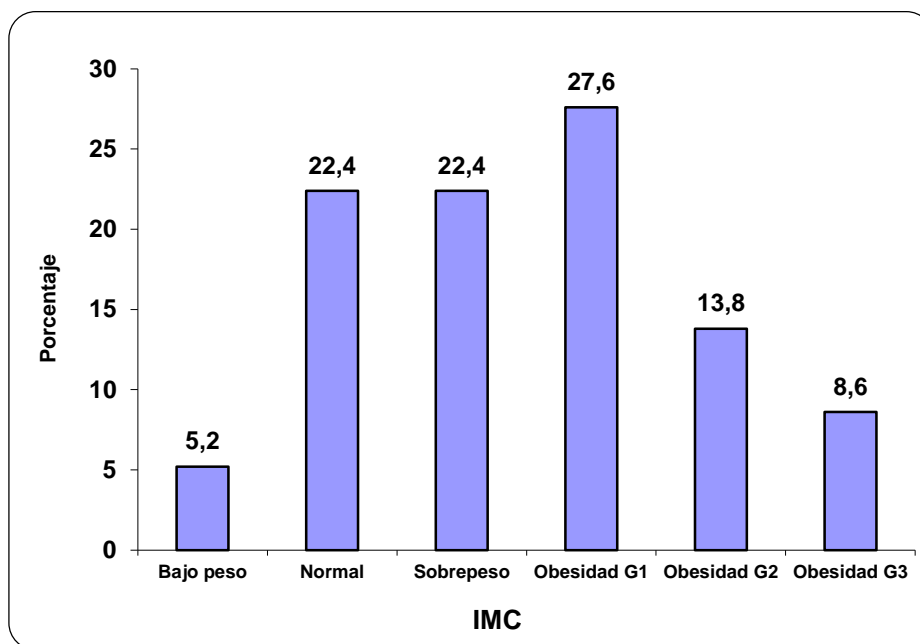
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 2: Estadísticas descriptivas de la edad (años) de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 58 pacientes)



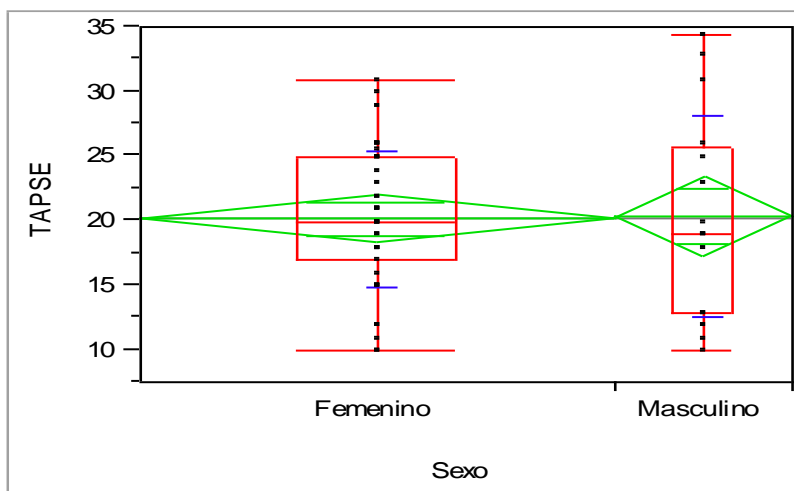
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 3: Distribución relativa del IMC (kg/m²) de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 58 pacientes)



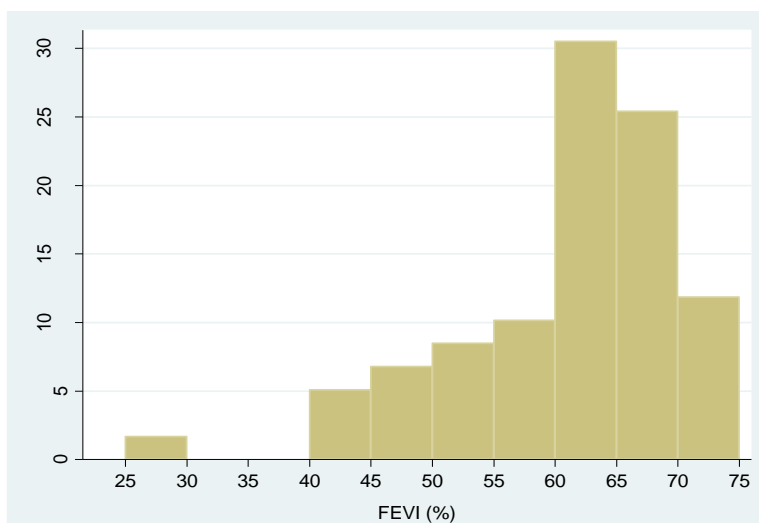
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 4: Estadísticas descriptivas de la distancia recorrida (mm) del anillo lateral tricuspídeo "TAPSE" en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



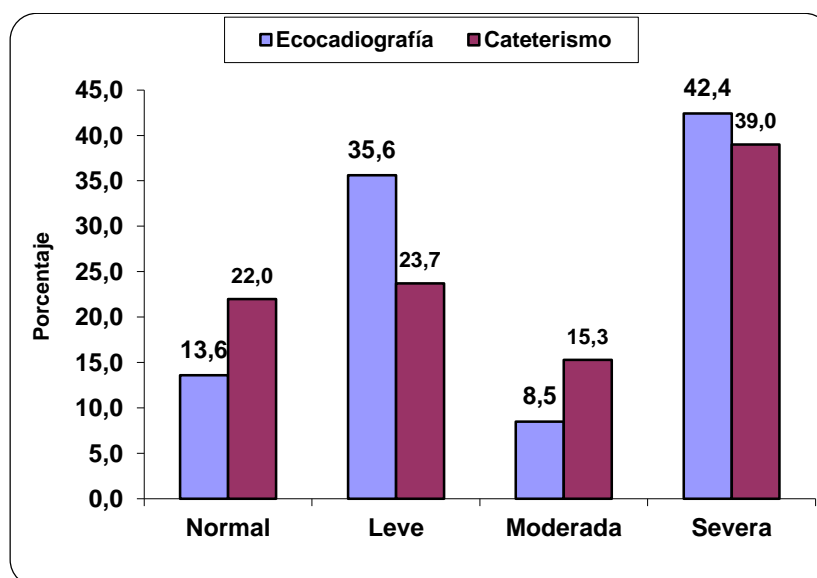
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 5: Distribución relativa de la Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo. FEVI (%) de los pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



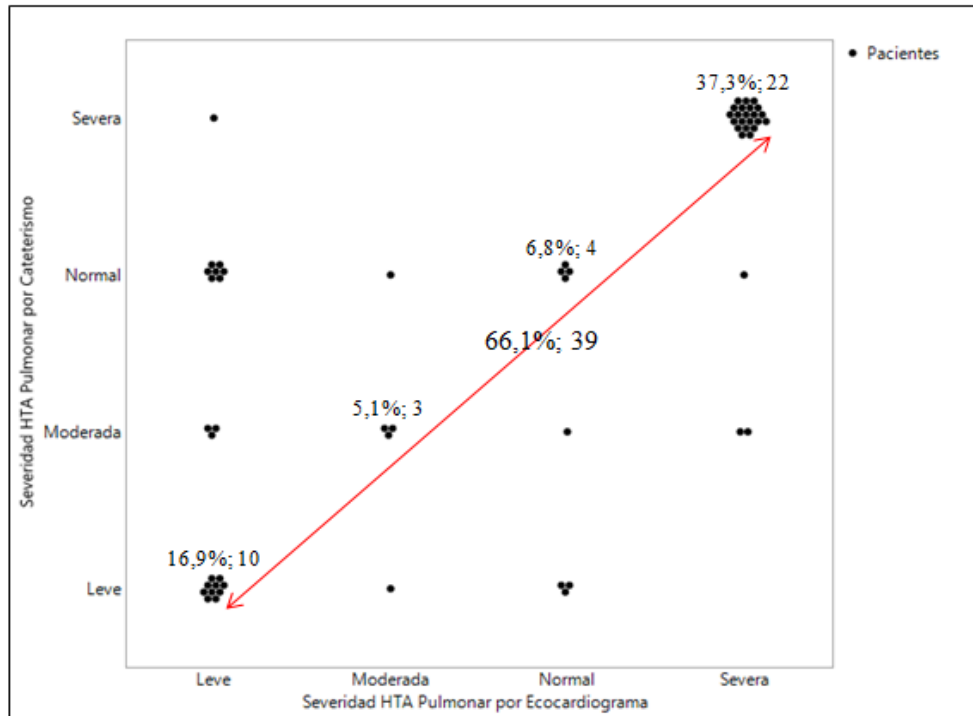
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 6: Severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



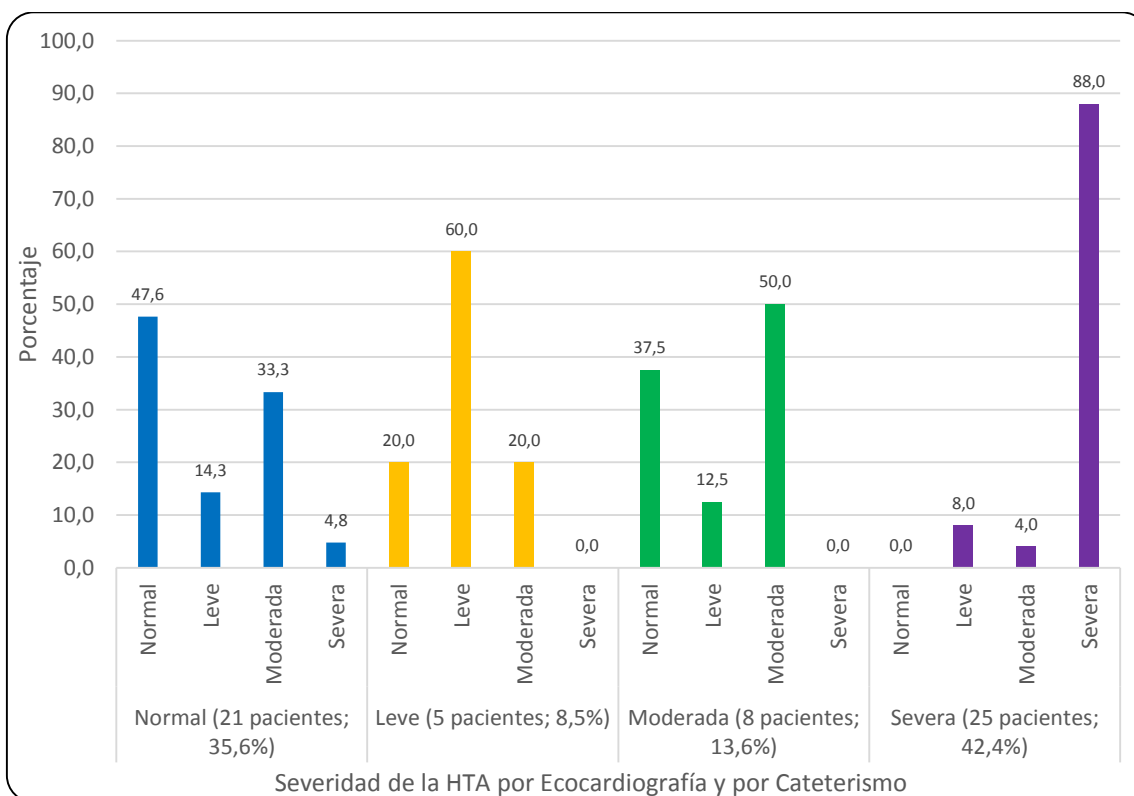
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 7: Relación entre la severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



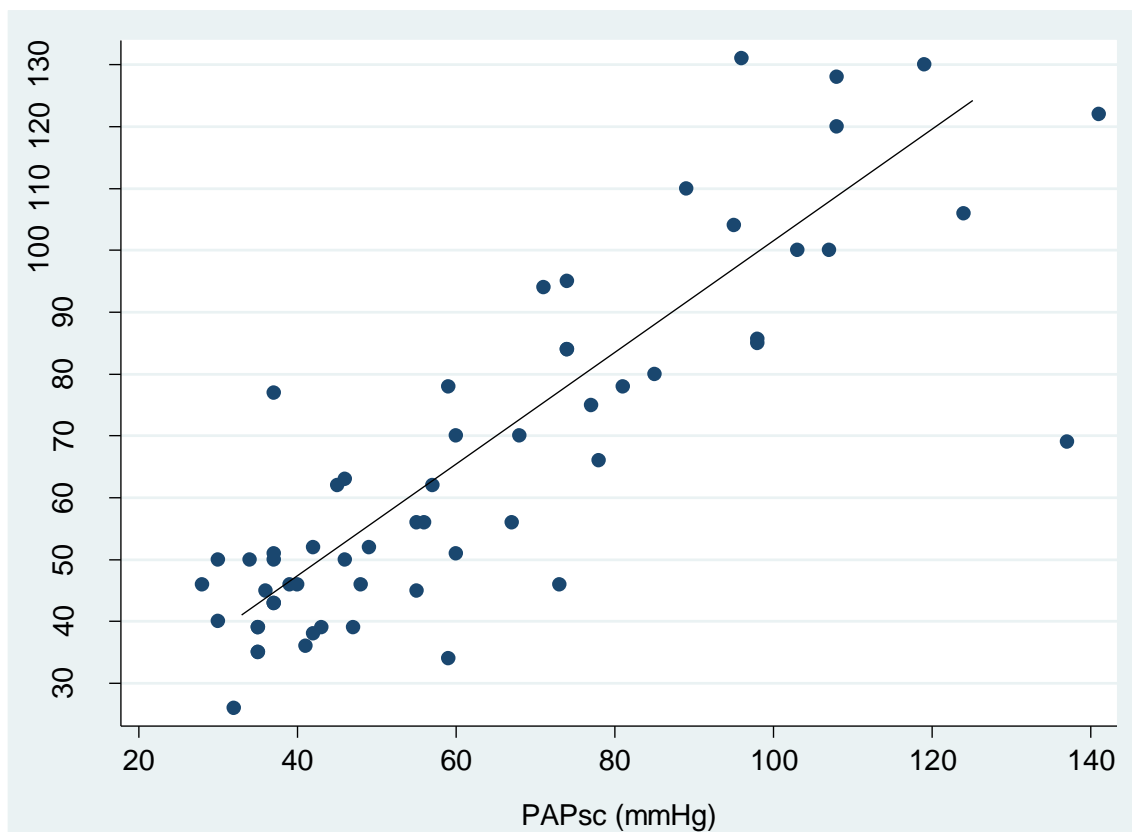
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 8: Relación entre la severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



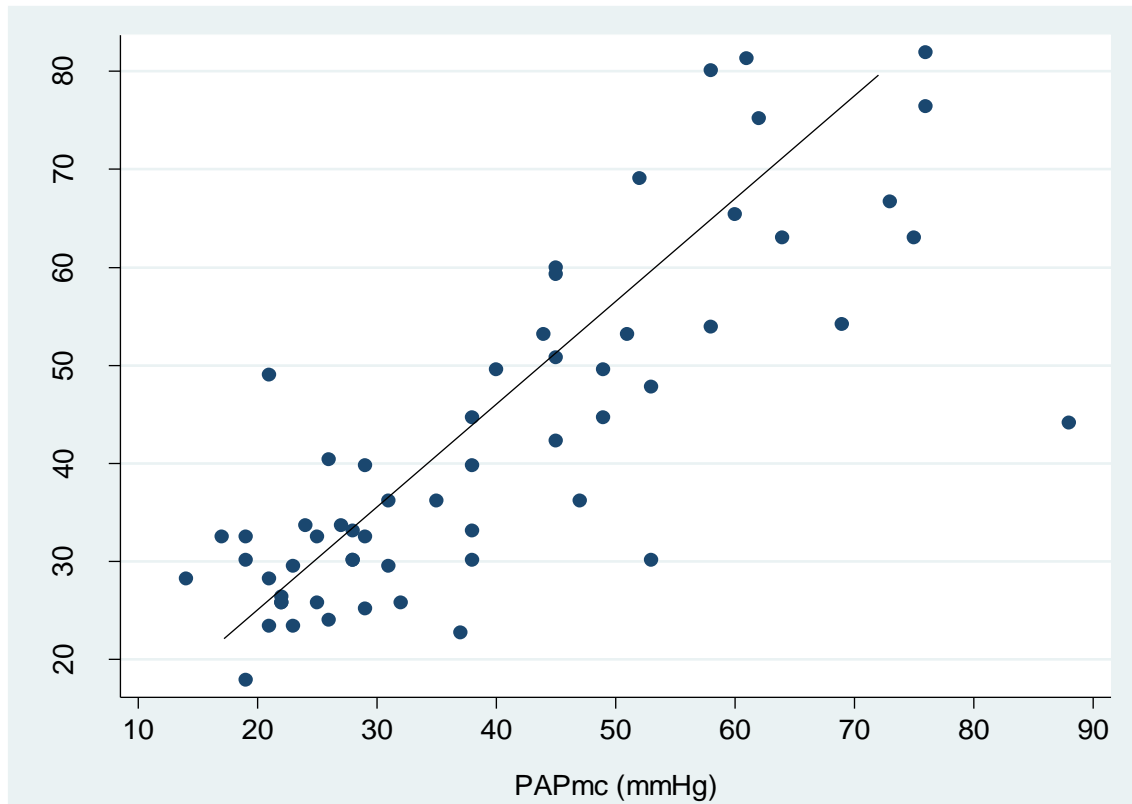
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 9: Costa Rica. Relación entre la Presión Arterial Pulmonar Sistólica (PAPs) en mmHg medida por ecocardiograma y la Presión Arterial Pulmonar Sistólica (PAPsc) en mmHg medida por cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



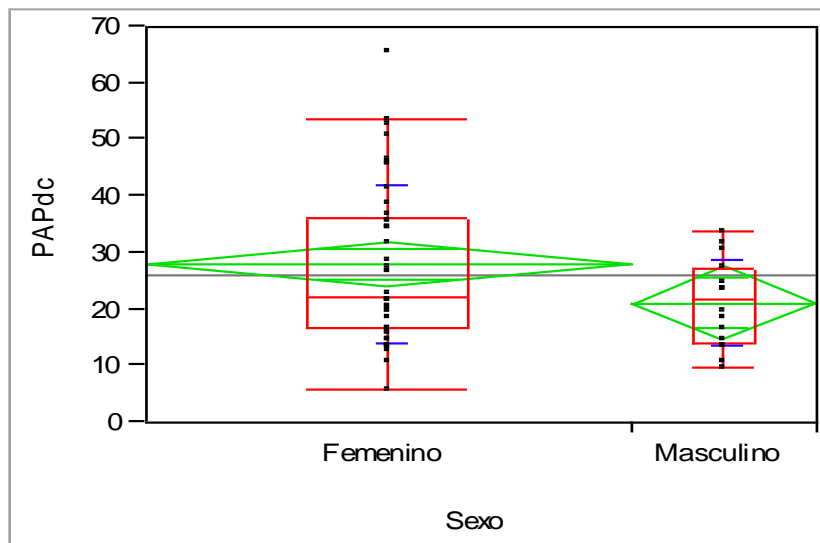
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 10: Relación entre la Presión Arterial Pulmonar media (PAPm) en mmHg medida por ecocardiograma y la Presión Arterial Pulmonar media (PAPmc) en mmHg medida por cateterismo. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



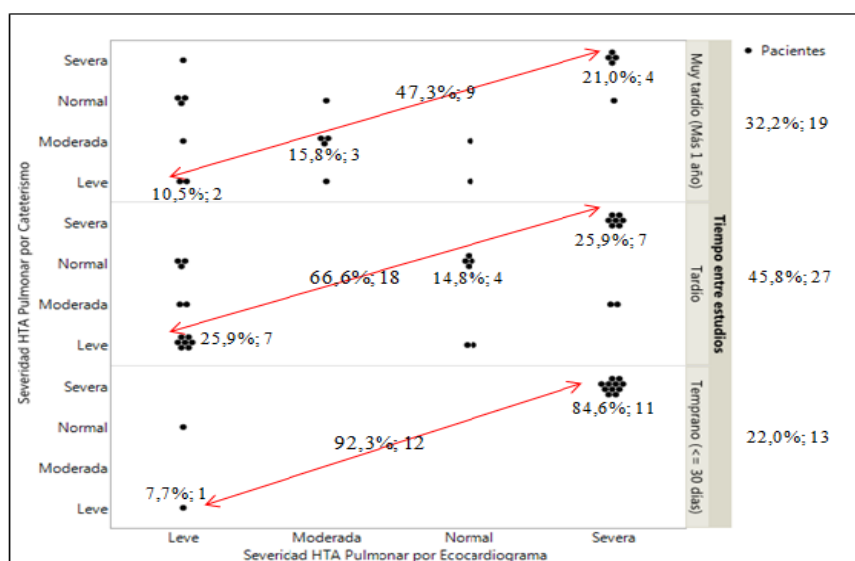
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 11: Estadísticas descriptivas de la presión arterial pulmonar diastólica mínima (PAPdc) en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 58 pacientes)



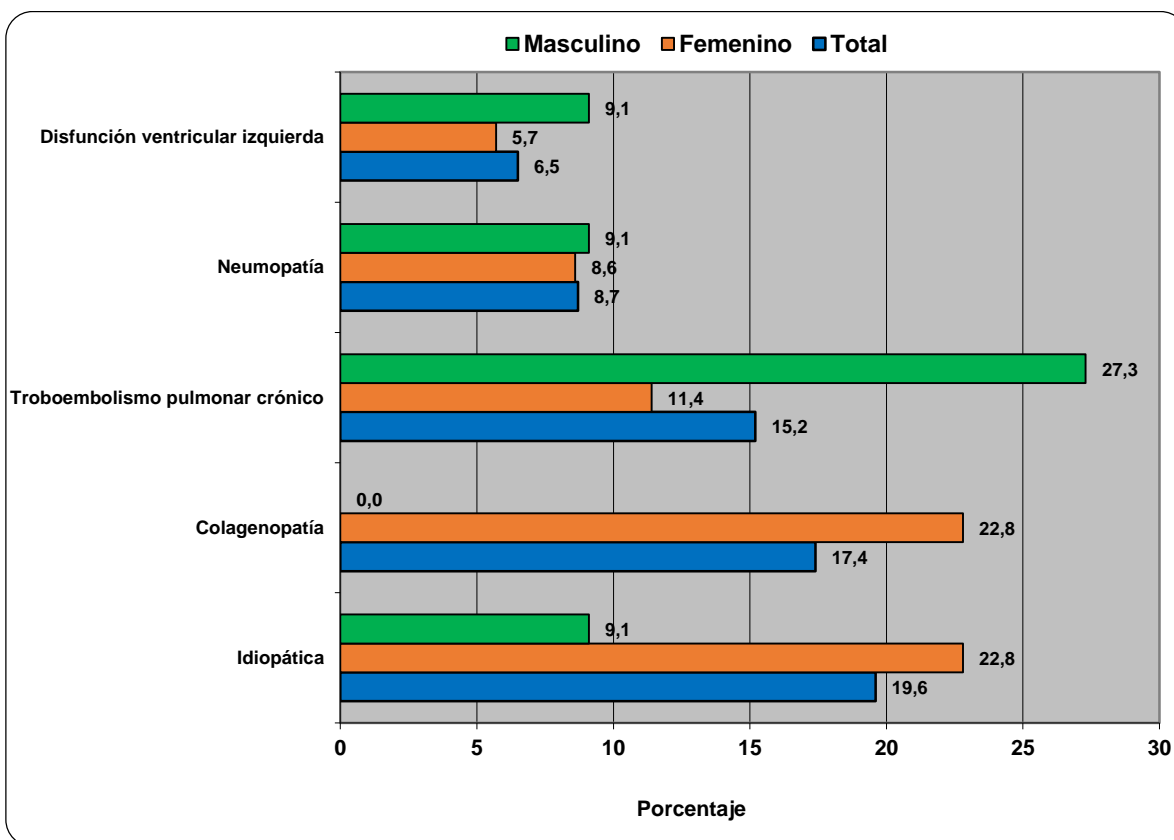
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 12: Relación entre la severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo, según tiempo entre las dos pruebas. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



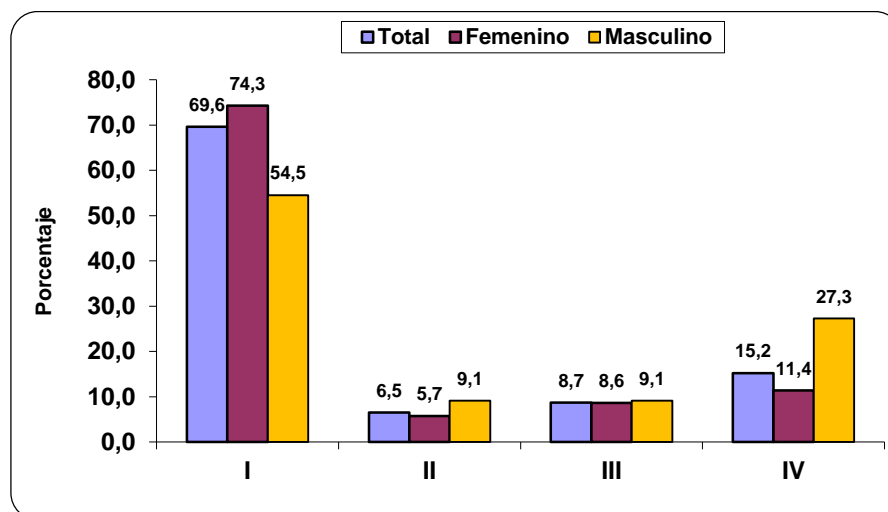
Fuente: Expedientes pacientes. HCG

Gráfico 13: Etiología de la hipertensión pulmonar en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 46 pacientes)



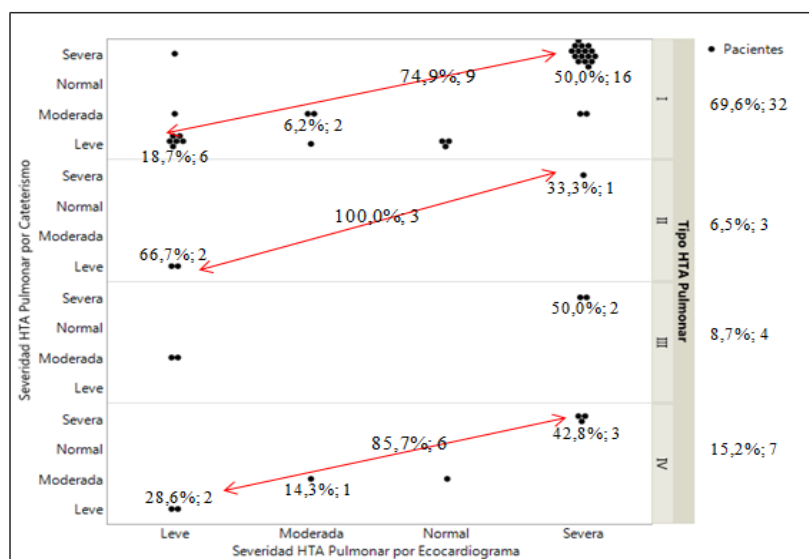
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 14: Tipo de hipertensión pulmonar (Dana Point). Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



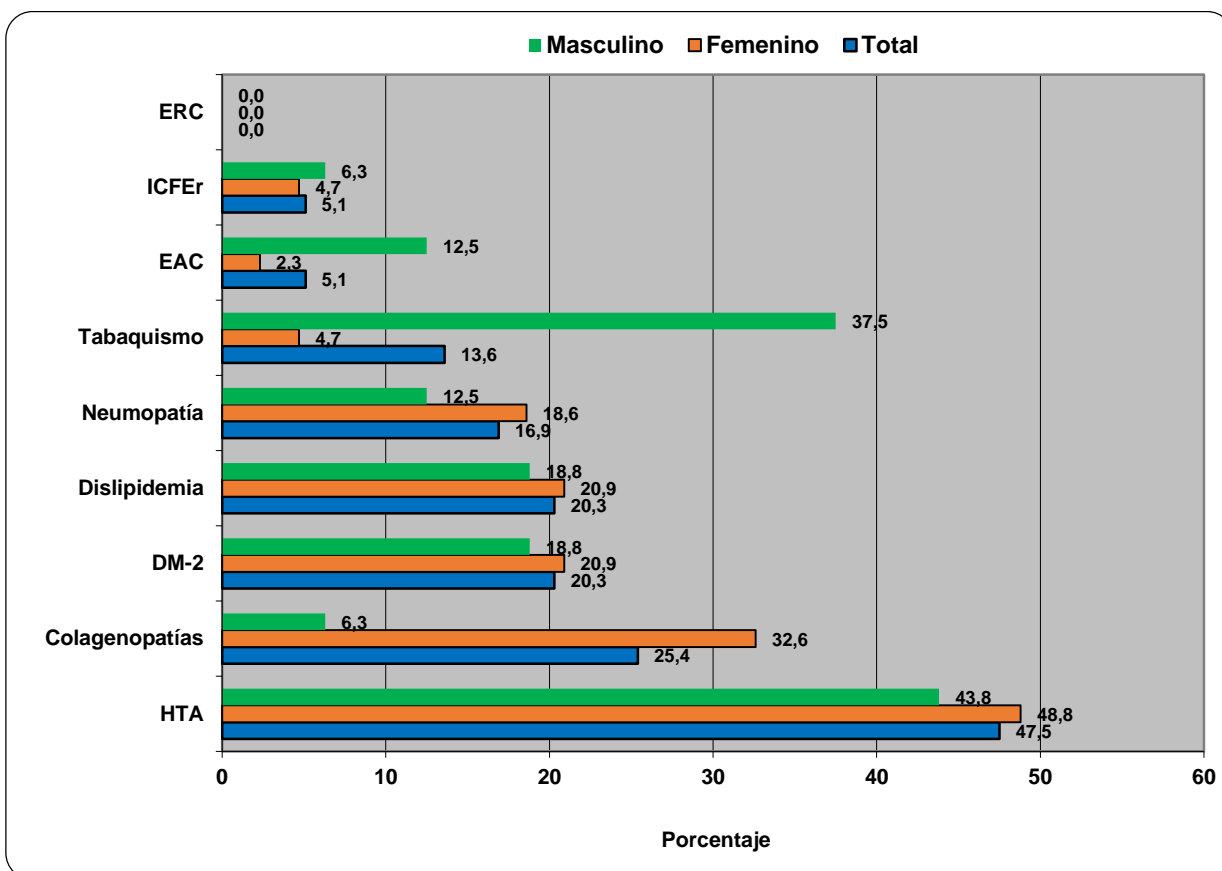
Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 15: Relación entre la severidad de la hipertensión pulmonar medida por ecocardiografía y cateterismo, según tipo de HTA pulmonar. Pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 46 pacientes)



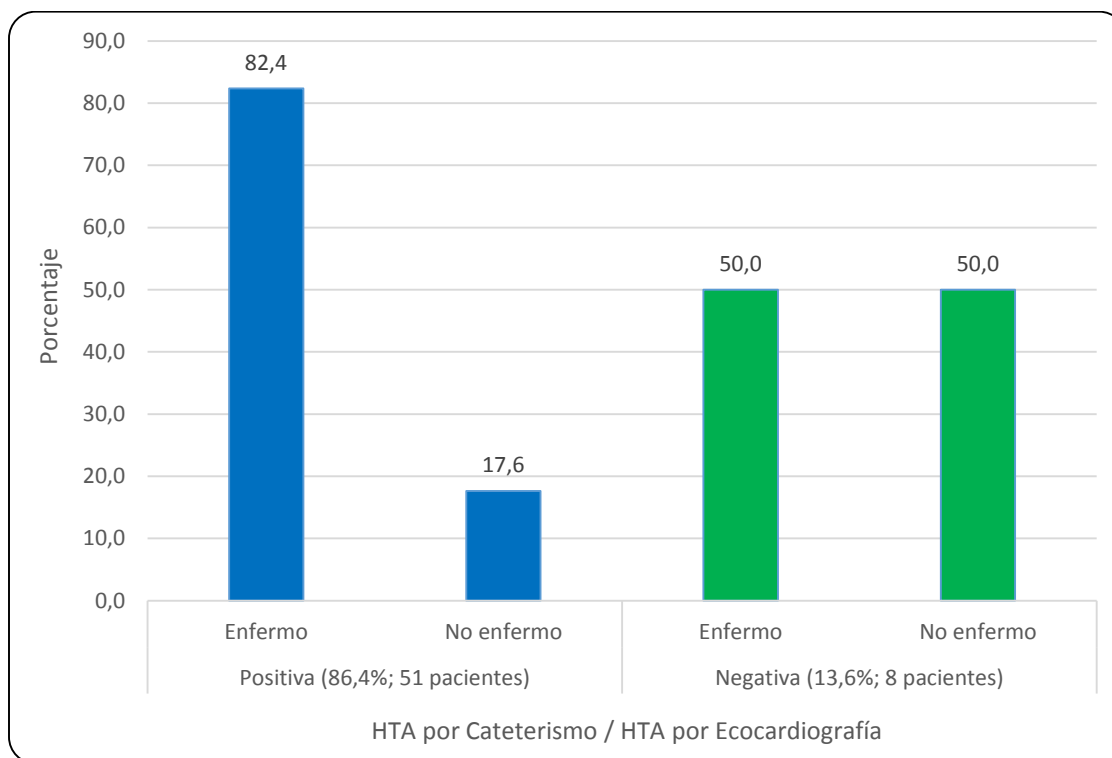
Fuente: Expedientes pacientes. HCG

Gráfico 16: Comorbilidades en los pacientes del estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



Fuente: Expedientes pacientes. HCG.

Gráfico 17: Relación entre la HTAP por medio de la prueba de cateterismo y la HTAP por ecocardiograma. Pacientes en el estudio de correlación y concordancia entre ecocardiografía y cateterismo cardiaco derecho. HCG. 2015 a 2018. (n = 59 pacientes)



Fuente: Expedientes pacientes. HCG

10. Bibliografía

1. Bahram S, Babak K, Alireza M, et al. Correlation between Pulmonary Artery Pressure Measured by Echocardiography and Right Heart Catheterization in Patients with Rheumatic Mitral Valve Stenosis (A Prospective Study). *Echocardiography*. 2016 Jan;33(1):7-13
2. Mogollón M, Escorresca A, Cabeza M, et al. Correlation of Echocardiographic and Hemodynamic Parameters in Pulmonary Hypertension Assessment Prior to Heart Transplantation. *Transplant Proceedings Journal*. 2008. 40: 3023-3024.
3. Janda S, Shahidi N, Gin K, Swiston J. Diagnostic accuracy of echocardiography for pulmonary hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Heart* 2011;97:612e622
4. Rich JD, Shah SJ, Swamy RS, Kamp A, Rich S. Inaccuracy of Doppler echocardiographic estimates of pulmonary artery pressures in patients with pulmonary hypertension: implications for clinical practice. *Chest*. 2011;139:988–993
5. Fisher MR, Forfia PR, Chamera E, Houston-Harris T, Champion HC, Girgis RE, Corretti MC, Hassoun PM. Accuracy of Doppler echocardiography in the hemodynamic assessment of pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;179:615–621
6. Galiè, N., Humbert, M., Vachiery, J. L., Gibbs, S., Lang, I., Torbicki, A., ... & Ghofrani, A. (2016). Guía ESC/ERS 2015 sobre diagnóstico y tratamiento de la hipertensión pulmonar. *Revista Española de Cardiología*, 69(2), 177e1-177e62.
7. Simonneau G, Gatzoulis MA, Adatia I, et al. Updated clinical classification of pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol* 2013; 62: D34.

8. Galiè N, Hoeper M, Humbert M, Torbicki A, Vachiery JI, Barberà JA, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Heart J*. 2009;30:2493-537.
9. 4^e World symposium on pulmonary hypertension, Dana Point EU 2008
10. Peacock AJ, Murphy NF, McMurray JJV, Caballero L, Stewart S. An epidemiological study of pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir J*. 2007;30:104–9.
11. Humbert M, Sitbon O, Chaouat A, Bertocchi M, Habib G, Gressin V, et al. Pulmonary arterial hypertension in France: results from a national registry. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;173:1023-30.
12. Gabbay E, Yeow W, Playford D. Pulmonary arterial hypertension (PAH) is an uncommon cause of pulmonary hypertension (PH) in an unselected population: the Armadale echocardiography study. *Am J Resp Crit Care Med*. 2007;175:A713.
13. Olschewski H, Simonneau G, Galiè N, Higenbottam T, Naeije R, Rubin LJ, Nikkho S, Sitbon O, Speich R, Hoeper M, Behr J, Winkler J, Seeger W, for the AIR Study Group. Inhaled iloprost in severe pulmonary hypertension. *N Engl J Med*. 2002;347:322–9.
14. McLaughlin VV, Oudiz RJ, Frost A, Tapson VF, Murali S, Channick RN, Badesch DB, Barst RJ, Hsu HH, Rubin LJ. Randomized study of adding inhaled iloprost to existing bosentan in pulmonary arterial hypertension. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;174:1257–63
15. McLaughlin V, Rubin L, Benza RL, Channick R, Vosswinkel R, Tapson V, Robbins I, Olschewski H, Seeger W. Addition of inhaled treprostinil to oral therapy for pulmonary arterial hypertension: a randomized controlled clinical trial. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55:1915–22.
16. Tapson VF, Jing ZC, Xu KF, Pan L, Feldman J, Kiely DG, Kotlyar E, McSwain CS, Laliberte K, Arneson C. Oral treprostinil for the treatment of pulmonary arterial hypertension in patients on background endothelin receptor antagonist and/or phosphodiesterase type 5 inhibitor therapy (the FREEDOM-C2 study): a randomized controlled trial. *Chest*. 2013;144:952–8.

17. Simonneau G, Torbicki A, Hoeper MM, Delcroix M, Karlocai K, Galie N, Degano B, Bonderman D, Kurzyna M, Efficace M, Giorgino R, Lang IM. Selexipag, an oral, selective prostacyclin receptor agonist for the treatment of pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir J*. 2012;40:874–80.
18. Paul GA, Gibbs JS, Boobis AR, Abbas A, Wilkins MR. Bosentan decreases the plasma concentration of sildenafil when coprescribed in pulmonary hypertension. *Br J Clin Pharmacol*. 2005;60:107–12.
19. Wrishko RE, Dingemans J, Yu A, Darstein C, Phillips DL, Mitchell MI. Pharmacokinetic interaction between tadalafil and bosentan in healthy male subjects. *J Clin Pharmacol*. 2008;48:610–8.
20. Lahm T, Chakinala MM. World Health Organization group 5 pulmonary hypertension. *Clin Chest Med*. 2013;34:753–78.
21. Bogaard HJ, Al Hussein A, Farkas L, Farkas D, Gomez-Arroyo J, Abbate A, Voelkel NF. Severe pulmonary hypertension: the role of metabolic and endocrine disorders. *Pulm Circ*. 2012;2:148–54.
22. Oudiz RJ. Pulmonary hypertension associated with left-sided heart disease. *Clin Chest Med*. 2007;28:233–41.
23. Condliffe R, Kiely D, Peacock AJ, Corris PA, Gibbs JS, Vrapai F, Das C, Elliot CA, Johnson M, DeSoyza J, Torpy C, Goldsmith K, Hodgkins D, Hughes RJ, Pepke-Zaba J, Coghlan JG. Connective tissue disease-associated pulmonary arterial hypertension in the modern treatment era. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;179:91–2.
24. Krowka MJ, Swanson KL, Frantz RP, McGoon MD, Wiesner RH. Portopulmonary hypertension: results from a 10-year screening algorithm. *Hepatology*. 2006;44:1502–10.
25. Kovacs G, Avian A, Pienn M, Naeije R, Olschewski H. Reading pulmonary vascular pressure tracings. How to handle the problems of zero leveling and respiratory swings. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190:252–7.
26. Subias, 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.

27. Fisher MR, Forfia PR, Chamera E, Houston-Harris T, Champion HC, Girgis RE, et al. Accuracy of Doppler echocardiography in the hemodynamic assessment of pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;179:615-21.
28. McQuillan BM, Picard MH, Leavitt M, Weyman AE. Clinical correlates and reference intervals for pulmonary artery systolic pressure among echocardiographically normal subjects. *Circulation*. 2001;104:2797-802.
29. Weinstein AA, Chin LMK, Keyser RE, Kennedy M, Nathan SD, Woolstenhulme JG, Connors G, Chan L. Effect of aerobic exercise training on fatigue and physical activity in patients with pulmonary arterial hypertension. *Respir Med*. 2013;107:778–84.
30. Chan L, Chin LM, Kennedy M, Woolstenhulme JG, Nathan SD, Weinstein AA, Connors G, Weir NA, Drinkard B, Lamberti J, Keyser RE. Benefits of intensive treadmill exercise training on cardiorespiratory function and quality of life in patients with pulmonary hypertension. *Chest*. 2013;143:333–43
31. Thorne S, Nelson-Piercy C, MacGregor AJ, Gibbs S, Crowhurst J, Panay N, Rosenthal E, Walker F, Williams D, de Swiet M, Guillebaud J. Pregnancy and contraception in heart disease and pulmonary arterial hypertension. *J Fam Plann Reprod Health Care*. 2006;32:75–81.
32. Bendayan D, Hod M, Oron G, Sagie A, Eidelman L, Shitrit D, Kramer MR. Pregnancy outcome in patients with pulmonary arterial hypertension receiving prostacyclin therapy. *Obstet Gynecol*. 2005;106:1206–10.
33. Guillevin L, Armstrong I, Aldrighetti R, Howard LS, Ryfstenius H, Fischer A, Lombardi S, Studer S, Ferrari P. Understanding the impact of pulmonary arterial hypertension on patients' and carers' lives. *Eur Respir Rev*. 2013;22:535–42.
34. Rich S, Kaufmann E, Levy PS. The effect of high doses of calcium-channel blockers on survival in primary pulmonary hypertension [see comments]. *N Engl J Med*. 1992;327:76–81.
35. Sitbon O, Humbert M, Jaïs X, Loos V, Hamid AM, Provencher S, Garcia G, Parent F, Herve P, Simonneau G. Long-term response to calcium channel blockers in idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Circulation*. 2005;111:3105–11.

36. Galié N, Manes A, Branzi A. The endothelin system in pulmonary arterial hypertension. *Cardiovasc Res*. 2004;61:227–37
37. Wharton J, Strange JW, Moller GMO, Growcott EJ, Ren X, Franklyn AP, Phillips SC, Wilkins MR. Antiproliferative effects of phosphodiesterase type 5 inhibition in human pulmonary artery cells. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005;172:105–13.
38. Tantini B, Manes A, Fiumana E, Pignatti C, Guarnieri G, Zannoli R, Branzi A, Galiè N. Antiproliferative effect of sildenafil on human pulmonary artery smooth muscle cells. *Basic Res Cardiol*. 2005;100:131–8.
39. Ghofrani HA, Voswinckel R, Reichenberger F, Olschewski H, Haredza P, Karadas B, Schermuly RT, Weissmann N, Seeger W, Grimminger F. Differences in hemodynamic and oxygenation responses to three different phosphodiesterase-5 inhibitors in patients with pulmonary arterial hypertension: a randomized prospective study. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:1488–96
40. Galiè N, Manes A, Branzi A. Prostanoids for pulmonary arterial hypertension. *Am J Respir Med*. 2003;2:123–37.
41. McLaughlin VV, Shillington A, Rich S. Survival in primary pulmonary hypertension: the impact of epoprostenol therapy. *Circulation*. 2002;106:1477– 82
42. de Perrot M, Granton JT, McRae K, Pierre AF, Singer LG, Waddell TK, Keshavjee S. Outcome of patients with pulmonary arterial hypertension referred for lung transplantation: a 14-year single-center experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;143:910–8.
43. Hyduk A, Croft JB, Ayala C, et al. Pulmonary hypertension surveillance--United States, 1980-2002. *MMWR Surveill Summ* 2005; 54:1.
44. Benza RL, Miller DP, Barst RJ, et al. An evaluation of long-term survival from time of diagnosis in pulmonary arterial hypertension from the REVEAL Registry. *Chest* 2012; 142:448.
45. Nickel N, Golpon H, Greer M, et al. The prognostic impact of follow-up assessments in patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir J* 2012; 39:589.

46. Rubin L, Hopkins W. Classification and prognosis of pulmonary hypertension in adults. UptoDate 2018

11. Anexos

Figura 1. Hoja de recolección datos digital mediante el software Epi-info 7

The screenshot displays the Epi-Info 7 software interface. The title bar reads "Epi-Info 7 - Diseñador de formularios - [F:\Ecodiagnostico y Cateterismo Fco Cruz\Correlacion\Concordancia\Correlacion\Concordancia.ppt\Concordancia\Correlacion\Page 1]". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Formularios", "Insertar", "Formato", "Herramientas", and "Ayuda". The toolbar contains "Nuevo proyecto", "Abrir proyecto", "Cerrar Proyecto", "Deshacer", "Rehacer", "Código Check", and "Grabar Datos".

The "Explorador del Proyecto" (Project Explorer) on the left shows a tree structure with folders for "CorrelacionConcordancia", "ConcordanciaCorrelacion", and "Page 1", and a "Campos" (Fields) list containing various input types like "Etiqueta / Título", "Texto", "Número", "Fecha", "Casilla", "Opción", "Botón de Comando", "Imagen", "Cuadrícula", "Valores Legales", "Código-descripción", "Relacionar", "Grupo", "Plantilla", "Fields", and "Projects".

The main workspace displays a form titled "Correlación y Concordancia" on a dotted grid background. The form fields are as follows:

- Initials Patient:
- Patient Code:
- Age:
- Sex:
- PAPs:
- PAPm:
- FEVI:
- TAPSE:
- PAPsc:
- PAPmc:
- PAPdc:
- Severity HTA Pulmonary:
- Type HTA Pulmonary:
- Study time (days):

The status bar at the bottom shows "Listo" on the left, "es-CO 7.2.1.0 CAPS NUM INS" in the middle, and "5:46 15/05/2018" on the right. The Windows taskbar at the very bottom shows various application icons and the system clock.

Figura 2. Hoja de recolección de datos digital mediante el software Epi-info 7.

The screenshot displays the Epi-Info 7 software interface for creating a digital data collection form. The window title is "Epi Info 7 - Diseñador de formularios - [F:\Eccardiografia y Cateterismo Fco Cruz\CorrelacionConcordancia\CorrelacionConcordancia.prj\ConcordanciaCorrelacion\Page1]". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Formularios", "Insertar", "Formato", "Herramientas", and "Ayuda". The toolbar contains icons for "Nuevo proyecto", "Abrir proyecto", "Cerrar Proyecto", "Deshacer", "Rehacer", "Código Check", and "Grabar Datos".

The "Explorador del Proyecto" (Project Explorer) on the left shows the project structure: "CorrelacionConcordancia" > "ConcordanciaCorrelacion" > "Page 1" > "Campos". The "Campos" list includes: "Etiqueta / Título", "Texto", "Texto (Mayúscula)", "Multilínea", "Número", "Número de teléfono", "Fecha", "Hora", "Fecha / Hora", "Casilla", "Sí/No", "Opción", "Botón de Comando", "Imagen", "Espejo", "Cuadrícula", "Valores Legales", "Código-descripción", "Códigos", "Relacionar", "Grupo", "Plantilla", "Fields", and "Projects".

The main workspace shows the form layout for "ConcordanciaCorrelacionPage1". The form fields are:

- PAPmc:
- PAPdc:
- Severidad HTA Pulmonar:
- Tipo HTA Pulmonar:
- Tiempo estudios (días):
- HTA:
- DM 2:
- Tabaquismo:
- Obesidad:
- Dislipidemia:
- EAC:
- ERC:

The status bar at the bottom shows "Listo" and "es-ES 7.2.1.0 CAPS NUM INS". The Windows taskbar at the bottom right shows the time "5:46" and date "15/05/2018".

Figura 3. Componentes del gráfico de caja (Box Plot)

