



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

FACULTADE DE CIENCIAS DA SAÚDE

MESTRADO EN: ASISTENCIA E INVESTIGACIÓN SANITARIA

ESPECIALIDADE: INVESTIGACIÓN CLÍNICA

CURSO ACADÉMICO 2022-2023

TRABALLO FIN DE MESTRADO

**IMPACTO DE LOS ANTICOAGULANTES EN
LA INCIDENCIA DE COMPLICACIONES EN
PACIENTES SOMETIDOS A CATETERISMO
CARDIACO DERECHO**

Autor: Alfonso Fernández González

Tutor: Juan Manuel Vilar Fernández

Fecha de presentación: 21 de julio de 2023

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- CV: Coeficiente de variación
- FC: Frecuencia cardiaca
- GC: Gasto cardiaco
- GdP: Gradiente pulmonar diastólico
- GTP: Gradiente transpulmonar
- Hb: Hemoglobina
- HBPM: Heparina de bajo peso molecular
- HP: Hipertensión pulmonar
- INR: *International Normalized Ratio*; Índice internacional normalizado
- PAD: Presión en aurícula derecha
- PANI: Presión arterial no invasiva
- PAP: Presión arterial pulmonar
- PAPd: Presión arterial pulmonar diastólica
- PAPm: Presión arterial pulmonar media
- PAPs: Presión arterial pulmonar sistólica.
- PCP: Presión capilar pulmonar o presión de enclavamiento pulmonar
- PDVD: Presión diastólica de ventrículo derecho
- PMVD: Presión media de ventrículo derecho
- POAP: Presión de oclusión de la arteria pulmonar
- PSVD: Presión sistólica de ventrículo derecho
- PVC: Presión venosa central
- PVD: Presión de ventrículo derecho
- RIC: Rango intercuartílico
- RVP: Resistencias vasculares periféricas
- SaO₂: Saturación arterial de oxígeno.
- SEDAR: Sociedad Española de Anestesiología y Reanimación
- SpO₂: Saturación periférica de oxígeno
- SvO₂: saturación venosa mixta de oxígeno
- UW: Unidades Wood
- VO₂: consumo de O₂
- WSPH: *World Symposium on Pulmonary Hypertension* (WSPH)

RESUMEN

Introducción: El cateterismo cardiaco derecho es una herramienta fundamental para el diagnóstico, manejo y pronóstico de la hipertensión pulmonar, así como necesaria en la evaluación previa de los receptores para un trasplante cardiaco.

Material y métodos: El objetivo principal consiste en determinar si la anticoagulación terapéutica representa un factor de riesgo para el desarrollo de complicaciones hemorrágicas secundarias a la técnica en un hospital de tercer nivel. Se realizará un estudio observacional retrospectivo, analizando los datos de 309 pacientes sometidos a un cateterismo cardiaco derecho entre 2017 y 2021.

Resultados: La incidencia de complicaciones intraprocedimiento fue de un 5.57% (17/305) y posprocedimiento del 1,97% (6/305), siendo discretamente superior en términos relativos en el grupo de pacientes sin tratamiento anticoagulante (5,71% y 2,86%, respectivamente). No obstante, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, obteniéndose un p-valor de 0,9215 para las complicaciones intraprocedimiento y de 0,3062 para las complicaciones que acontecen tras el cateterismo.

Conclusiones: La anticoagulación terapéutica, por sí misma, no representa un factor de riesgo para el desarrollo de complicaciones de carácter hemorrágico en los pacientes sometidos a la realización de un cateterismo cardiaco derecho.

RESUMO

Introducción: O cateterismo cardíaco dereito é unha ferramenta fundamental para o diagnóstico, manexo e prognóstico da hipertensión pulmonar, así como necesaria na avaliación previa dos receptores de transplante cardíaco.

Material e métodos: O obxectivo principal é determinar se a anticoagulación terapéutica representa un factor de risco para o desenvolvemento de complicacións hemorráxicas secundarias á técnica nun hospital de terceiro nivel. Realizarase un estudo observacional retrospectivo, analizando os datos de 309 pacientes sometidos a cateterismo cardíaco dereito entre 2017 e 2021.

Resultados: A incidencia de complicacións intraprocedementos foi do 5,57% (17/305) e posprocedemento do 1,97% (6/305), sendo lixeiramente superior en termos relativos no grupo de pacientes sen tratamento anticoagulante (5,71% e 2,86%, respectivamente). Non obstante, non se atoparon diferenzas estatisticamente significativas, obtendo un p-valor de 0,9215 para as complicacións intraprocedimentais e de 0,3062 para as complicacións que se producen despois do cateterismo.

Conclusiones: A anticoagulación terapéutica, por si mesma, non representa un factor de risco para o desenvolvemento de complicacións de carácter hemorráxico nos pacientes sometidos a realización dun cateterismo cardíaco dereito.

ABSTRACT

Introduction: Right heart catheterization is a fundamental tool for the diagnosis, management, and prognosis of pulmonary hypertension, as well as necessary in the prior evaluation of receptors for heart transplantation.

Study design: The main objective is to determine if therapeutic anticoagulation represent a risk factor for the development of bleeding complications secondary to this technique in a third level hospital. The study design is an observational retrospective study, collecting data from patients undergoing a right heart catheterization between 2017 and 2020.

Results: The incidence of intraprocedural complications was 5.57% (17/305) and postprocedural was 1,97% (6/305), being slightly higher in relative terms in the group of patients without anticoagulant treatment (5,71% and 2,86%, respectively). However, there were not found significative stastically differences, obtaining a p-value of 0.9215 for intraprocedural complications and 0.3062 for complications which take place after the catheterization.

Conclusions: The anticoagulant treatment do not represent a risk factor for the development of bleeding complications in patients who undergo a right heart catheterization.

ÍNDICE

<u>ÍNDICE DE ABREVIATURAS</u>	<u>2</u>
<u>RESUMEN</u>	<u>3</u>
<u>RESUMO.....</u>	<u>4</u>
<u>ABSTRACT</u>	<u>5</u>
<u>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS</u>	<u>8</u>
ILUSTRACIONES	8
TABLAS.....	9
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	<u>10</u>
1.1. ¿EN QUÉ CONSISTE UN CATETERISMO CARDIACO Y CUÁL ES SU FUNCIÓN?	10
1.2. ¿CÓMO SE LLEVA A CABO LA TÉCNICA DEL CATETERISMO CARDIACO DERECHO?	13
1.3. CONTRAINDICACIONES Y COMPLICACIONES DEL CATETERISMO CARDIACO DERECHO.....	15
1.4. MEDIDAS Y CÁLCULOS COMUNES QUE SE REALIZAN DURANTE UN CATETERISMO CARDIACO DERECHO	16
1.5. RELACIÓN DEL CATETERISMO CARDIACO DERECHO Y LA ECOCARDIOGRAFÍA	19
1.6. ANTICOAGULACIÓN EN EL CATETERISMO CARDIACO DERECHO	22
<u>2. JUSTIFICACIÓN</u>	<u>24</u>
<u>3. OBJETIVOS.....</u>	<u>25</u>
<u>4. MATERIAL Y MÉTODOS.....</u>	<u>26</u>
4.1 ÁMBITO DE ESTUDIO	26
4.2 PERIODO DE ESTUDIO	26
4.3 TIPO DE ESTUDIO.....	27

4.4 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA	27
4.5 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	29
4.6 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	29
4.7 SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	29
4.8 MEDICIONES	29
4.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	32
4.10 ASPECTOS ÉTICOS	33
<u>5. RESULTADOS</u>	<u>34</u>
5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	34
5.1.1. VARIABLES DEMOGRÁFICAS.....	34
5.1.2. VARIABLES RELACIONADAS CON EL PACIENTE.....	39
5.1.3. VARIABLES RELACIONADAS CON EL PROCEDIMIENTO DEL CATETERISMO.....	41
5.1.4. VARIABLES RELACIONADAS CON EL RESULTADO DEL PROCEDIMIENTO.....	44
5.2. INFERENCIA ESTADÍSTICA.....	48
5.2.1. ESTUDIO DE LA RELACIÓN DE LA ANTICOAGULACIÓN CON LA PRESENCIA DE COMPLICACIONES INTRAPROCEDIMIENTO Y POSPROCEDIMIENTO.....	48
5.2.2. ESTUDIO DE LA CORRELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE PAPS ESTIMADOS MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA Y LOS OBTENIDOS A TRAVÉS DE MEDICIÓN DIRECTA EN UN CATETERISMO CARDIACO DERECHO.....	49
5.2.3. EVALUACIÓN DE LOS VALORES DE PAPS EN FUNCIÓN DEL SEXO DEL PACIENTE.	50
<u>6. DISCUSIÓN</u>	<u>53</u>
<u>7. CONCLUSIONES</u>	<u>56</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA.....</u>	<u>57</u>

TABLAS

Tabla 1. Clasificación hemodinámica de la hipertensión pulmonar (7).....	12
Tabla 2. Valores normales de los principales parámetros hemodinámicos obtenidos en un cateterismo cardiaco derecho (12).	17
Tabla 3. Tabla de edad de los pacientes incluidos en el estudio.....	34
Tabla 4. Anticoagulación de los pacientes según sexo	36
Tabla 5. Servicios remitentes y procedencia de los pacientes	37
Tabla 6. Estado de anticoagulación de los pacientes.....	38
Tabla 7. Variables relacionadas con el paciente.....	39
Tabla 8. Acceso empleado para la canulación venosa.....	41
Tabla 9. Variables relacionadas con el procedimiento	43
Tabla 10. Clasificación del grado de HTP según el mecanismo hemodinámico	45
Tabla 11. Complicaciones intraprocedimiento según la presencia de anticoagulación o no.	46
Tabla 12. Presencia de complicaciones postprocedimiento según la presencia de anticoagulación o no.....	47

1. INTRODUCCIÓN

El cateterismo cardiaco derecho es una prueba diagnóstica mínimamente invasiva a través de la cual se obtiene una medición directa de las presiones existentes en las cavidades cardiacas y en los vasos pulmonares e indirectamente de los flujos. Por lo tanto, resulta fundamental a la hora de aportar información sobre parámetros hemodinámicos de interés como la determinación del gasto cardiaco y la saturación central de oxígeno, la cuantificación de la severidad de valvulopatías y la detección de la presencia de *shunts* o cortocircuitos intracardiacos izquierda-derecha (1)(2).

1.1. ¿En qué consiste un cateterismo cardiaco y cuál es su función?

Aunque la aparición de nuevas técnicas de imagen cardiaca no invasivas y el desarrollo de las previamente existentes han supuesto una disminución de su empleo, continúa siendo la técnica “*gold standard*” para el diagnóstico, manejo y pronóstico de la hipertensión pulmonar y una herramienta imprescindible en la evaluación de los receptores previo a un trasplante cardiaco y/o pulmonar. También resulta de utilidad en la valoración de pacientes con insuficiencia cardiaca con fracción de eyección conservada o con cardiopatías congénitas en edad adulta, así como para la implantación de los dispositivos de asistencia ventricular y para comprobar su correcto funcionamiento posterior. Asimismo, permite efectuar un diagnóstico diferencial entre patologías tales como la pericarditis constrictiva y la miocardiopatía restrictiva (3)(4).

De entre sus principales utilidades, resulta de especial interés su empleo para el diagnóstico de la hipertensión pulmonar, patología resultante de la elevación de la presión arterial pulmonar media (PAPm) por encima de 20mmHg, tal cual se establece en el 6º *World Symposium on Pulmonary Hypertension* (WSPH), reduciéndose el punto de corte de

25mmHg que persistía vigente desde 1973, cuando se celebró el 1er WSPH (5). A pesar de lo poco conocida que puede resultar para la población general, la hipertensión pulmonar representa una patología con una elevada prevalencia (hasta el 1% de la población mundial y hasta superior al 10% en mayores de 65 años) (5).

No se trata de una entidad aislada, sino que su etiopatogenia resulta muy diversa puesto que son varios los mecanismos fisiopatológicos que influyen en su aparición, lo que resulta en una clasificación en cinco grupos que agrupan entidades similares en cuanto a su presentación clínica, mecanismos etiológicos, características hemodinámicas y manejo terapéutico. El grupo más prevalente es el 2 y representa, según la literatura existente, en torno al 50-80% de los casos de hipertensión pulmonar. En las Ilustraciones 1 y 2, se puede visualizar esta clasificación de la enfermedad en cinco grupos según su etiopatogenia (2)(3)(6).

1. HAP
<ul style="list-style-type: none"> 1.1 HAP idiopática 1.2 HAP hereditaria 1.3 HAP inducida por drogas o toxinas 1.4 HAP asociada a: <ul style="list-style-type: none"> 1.4.1 Enfermedad del tejido conectivo 1.4.2 Infección por VIH 1.4.3 Cardiopatía congénita 1.4.4 Esquistosomiasis 1.5 HAP respondedores a antagonistas del calcio 1.6 HAP con afectación de capilares/vénulas 1.7 HP persistente del recién nacido
2. HP por enfermedad del corazón izquierdo
<ul style="list-style-type: none"> 2.1 HP por insuficiencia cardiaca con FEVI preservada 2.2 HP por insuficiencia cardiaca con FEVI reducida 2.3 HP por valvulopatía 2.4 Enfermedad congénita/adquirida que conlleva HP poscapilar
3. HP por enfermedad pulmonar/hipoxia
<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Enfermedad pulmonar obstructiva 3.2 Enfermedad pulmonar restrictiva 3.3 Afectación restrictiva y obstructiva 3.4 Hipoxia sin enfermedad pulmonar 3.5 Alteraciones en el desarrollo pulmonar

Ilustración 1. Clasificación de la HTP según su mecanismo etiopatogénico (7).

4. HP por obstrucción de arterias pulmonares
4.1 HP tromboembólica crónica
4.2 Otras obstrucciones arteriales pulmonares
5. HP de mecanismo incierto o multifactorial
5.1 Enfermedades hematológicas
5.2 Enfermedades metabólicas y sistémicas
5.3 Otras
5.4 Cardiopatías congénitas complejas

HAP: hipertensión arterial pulmonar; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

Ilustración 2. Clasificación de la HTP según su mecanismo etiopatogénico (7).

Sin embargo, de cara al presente trabajo, resulta de mayor interés la clasificación hemodinámica de la hipertensión pulmonar que se establece en base a los resultados obtenidos de la realización de un cateterismo cardiaco derecho (6).

En base a ella, tal como se refleja en la Tabla 1, se pueden diferenciar dos grupos principales de hipertensión pulmonar (HP): por una parte, la hipertensión pulmonar precapilar, en la cual las presiones de llenado del ventrículo izquierdo están dentro de los límites de la normalidad y la presión de enclavamiento pulmonar o presión capilar pulmonar (PCP) es inferior o igual a 15mmHg.

Definición	Características	Grupos clínicos
Hipertensión pulmonar precapilar	PAPm > 20mmHg PCP ≤ 15 mmHg RVP ≥ 3 UW	1, 3, 4 y 5
Hipertensión pulmonar poscapilar aislada	PAPm > 20mmHg PCP > 15 mmHg RVP < 3 UW	2 y 5
Hipertensión pulmonar poscapilar combinada (precapilar y poscapilar)	PAPm > 20mmHg PCP > 15 mmHg RVP ≥ 3 UW	2 y 5

Tabla 1. Clasificación hemodinámica de la hipertensión pulmonar (7)

Por otra parte, se encuentra la hipertensión pulmonar poscapilar, en la cual se produce un aumento de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo y la PCP es mayor de 15mmHg. Esta última, a su vez, se puede clasificar en poscapilar aislada si las resistencias vasculares pulmonares (RVP) son inferiores a 3 unidades Wood (UW) y poscapilar combinada, en caso de que sean superiores a 3UW (7).

1.2. [¿Cómo se lleva a cabo la técnica del cateterismo cardiaco derecho?](#)

Generalmente, el abordaje empleado es a través de la canalización mediante técnica de Seldinger de una vena yugular interna bajo medidas de asepsia y anestesia local. En ocasiones, es necesario administrar fármacos como las benzodiazepinas o los opiáceos al paciente con el fin de proporcionar una sedación ligera pero es conveniente evitarlos porque pueden ocasionar una disminución artefactada de las presiones intracardiacas y una reducción en la saturación de oxígeno debido a la hipoventilación que inducen (2)

Se suele emplear este vaso porque se trata de una localización rápidamente accesible por referencias anatómicas y que permite unas tasas elevadas de éxito cuando se canula guiada por ecografía, lo cual disminuye las complicaciones. Durante todo el procedimiento, el paciente debe tener una monitorización electrocardiográfica continua y mediciones periódicas de la presión arterial. No obstante, su empleo supone una mayor radiación para el operador, en este caso, el anestesiólogo que realiza el procedimiento (3)

Por la vena canalizada se introduce un catéter que presenta un balón en su extremo distal que permite su paso a las cavidades cardiacas derechas y se encuentra centimetrado con el fin de determinar la localización de la punta del mismo en la aurícula derecha. Una vez situado allí, el catéter toma la dirección del flujo sanguíneo hacia la arteria

pulmonar, por lo que se procede a su inflado para obtener la presión capilar pulmonar (2, 6)

Existen, no obstante, otros accesos fácilmente disponibles como el femoral, por el cual la punta del catéter se avanza hacia la vena cava inferior hasta que se logra alcanzar la aurícula derecha. Sin embargo, existe riesgo de que el catéter se desplace de su trayectoria hacia venas hepáticas o renales, resultando en una mayor dificultad para acceder a la localización deseada (3). Asimismo, se puede llegar a la aurícula derecha por medio de una vena braquial, generalmente una antecubital. A través de la misma, se permite una manipulación más sencilla del catéter hacia la arteria pulmonar con un menor riesgo de complicaciones locales (fundamentalmente, sangrado o hematoma en el punto de punción), pero no permite llevar a cabo el método de termodilución que se emplea para medir el gasto cardiaco (8)

Tras alcanzar la arteria pulmonar, se debe efectuar una monitorización de la presión para confirmar que la punta del catéter se encuentra en una localización correcta, obteniendo la característica muesca dicrota que representa el cierre de la válvula pulmonar. Esta representación gráfica aparece en la Ilustración 3. Para ello, esta medición se ha de llevar a cabo al final de la espiración, dado que en este instante la presión intratorácica se aproxima a cero y los cambios de esta a lo largo del ciclo respiratorio se transmiten a la vasculatura pulmonar (3).

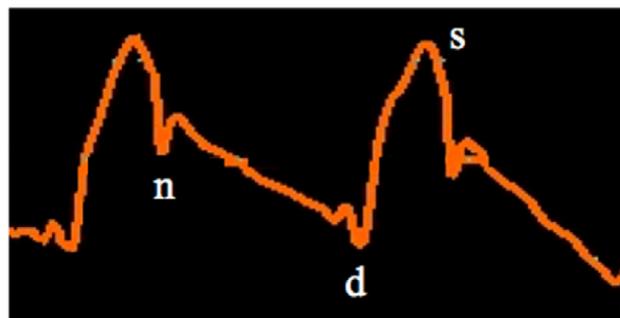


Ilustración 3. Curva de presión en la arteria pulmonar (3).

Una vez obtenida, se procede al avance del catéter con el balón inflado para obtener la presión de enclavamiento en la arteria pulmonar (PCP), en cuyo trazo se diferencian dos ondas prominentes “a” y “v” sin presentar la onda “c” típica de presiones auriculares, el cual está representado en la Ilustración 4 (3).

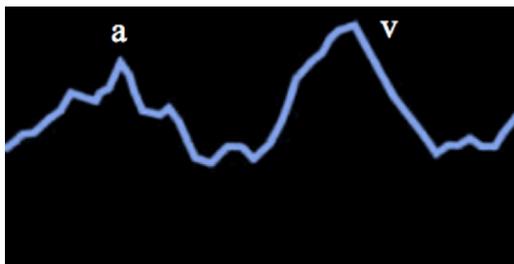


Ilustración 4. Curva de presión de enclavamiento en la arteria pulmonar (3).

1.3. Contraindicaciones y complicaciones del cateterismo cardiaco derecho.

El cateterismo cardiaco derecho es una técnica que, a pesar de que presenta una incidencia de complicaciones en torno al 1%, estas son bien conocidas y tratables médicamente, siendo la tasa de muerte secundaria al procedimiento es mínima, alrededor de un 0,055% (2). Otras complicaciones graves que pueden ocasionarse con la técnica son un neumotórax por punción accidental de la pleura, hemotórax, arritmias ventriculares, rotura valvular o cardiaca o la rotura de la arteria pulmonar. Por ello, es conveniente saber que la retirada del catéter introducido debe efectuarse tras desinflar el balón del extremo distal por el riesgo de rotura del vaso o infarto pulmonar. De igual manera, se ha de evitar el inflado y desinflado repetido del balón para evitar una perforación vascular (9).

Sin embargo, las complicaciones más frecuentes son leves, generalmente a nivel local en el punto de punción (sangrado, hematoma, infección) o embolias aéreas debido a la infusión de suero (9). Con el fin de disminuir la frecuencia de complicaciones locales, se debe evitar un ayuno prolongado (en torno a unas dos horas resulta suficiente) que ocasione una

depleción de volumen del paciente y dificulte la canalización venosa. Del mismo modo, la hipervolemia podría sobreestimar las presiones en la arteria pulmonar por la sobrecarga de volumen para una poscarga estática, lo que conduce a una elevación de la presión del pulso de la arteria pulmonar y conllevaría un diagnóstico erróneo del tipo de hipertensión pulmonar del paciente (2, 3)

En cuanto a las contraindicaciones de la técnica, se debe reseñar que no se debe canalizar un acceso venoso con infección local en el punto de punción y que otras como una trombocitopenia o una alteración severa hidroelectrolítica o del equilibrio ácido-base son contraindicaciones relativas y se debe individualizar la necesidad de realización del procedimiento según el paciente (10).

1.4. [Medidas y cálculos comunes que se realizan durante un cateterismo cardiaco derecho](#)

Una vez que se efectúa un cateterismo cardiaco derecho, se procederá a llevar a cabo una serie de mediciones para determinar los principales parámetros hemodinámicos que pueden obtenerse con dicha prueba (11). En primer lugar, directamente, al introducir el catéter a través del acceso venoso canalizado, se pueden obtener las mediciones de presión en las cámaras cardiacas y en los vasos pulmonares, así como la presión capilar pulmonar o presión de enclavamiento y la saturación venosa mixta de la arteria pulmonar, cuyos valores normales están representados en la Tabla 2. Si este último parámetro fuese superior al 75%, se procederá a realizar una serie oximétrica con el fin de detectar un *shunt* o cortocircuito intracardiaco inadvertido (12).

Parámetros	Valores normales
Presión aurícula derecha (PAD)	0-7mmHg
Presión ventrículo derecho (PVD) sistólica/diastólica	15-30/0-7mmHg
Presión arteria pulmonar (PAP) sistólica/diastólica	15-30/7-12mmHg
Presión capilar pulmonar (PCP): media de tres determinaciones de la onda "a" teleespiratoria	4-12mmHg
Saturación venosa mixta de la arteria pulmonar (SvO₂)	≤ 75%

Tabla 2. Valores normales de los principales parámetros hemodinámicos obtenidos en un cateterismo cardiaco derecho (12).

Posteriormente, se debe realizar la determinación del gasto cardiaco (GC), la cual puede efectuarse mediante distintas herramientas, siendo las más comunes la termodilución o el método de Fick (12).

Las mediciones por termodilución se basan en infundir un bolo de fluido (generalmente suero salino fisiológico al 0,9%) a una temperatura concreta por la luz proximal del catéter de la arteria pulmonar y se monitoriza el cambio de la temperatura en el extremo distal del catéter con un termóstato. El gasto cardiaco se calcula basado en la temperatura y la gravedad específica de la sangre y la temperatura, la gravedad y el volumen del líquido administrado. Por lo general, en el caso de la termodilución se efectúan hasta un total de tres mediciones, llevando a cabo la media de estas, siendo normal un gasto cardiaco entre 4 y 8 litros por minuto (8).

Por otra parte, el método de Fick lleva a cabo la determinación del gasto cardiaco a través de la medición del consumo de oxígeno (VO₂) mediante un espirómetro, el contenido de oxígeno en la sangre arterial (ya sea mediante pulsioximetría o una muestra de sangre arterial periférica) y

el contenido de oxígeno en la sangre venosa mixta (generalmente medida en la arteria pulmonar principal donde se produce el intercambio de sangre procedente de ambas venas cavas y del seno coronario), así como la hemoglobina (8, 13). Tras ello, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$GC = \frac{\text{Consumo de O}_2}{(SaO_2 - SvO_2) \times 1,36 \times Hb \times 10} = 4 - 8 \text{ L/min}$$

GC = Gasto cardiaco
SaO ₂ = Saturación arterial de O ₂
SvO ₂ = Saturación venosa de O ₂
Hb = Hemoglobina

$$\text{Índice cardiaco} = \frac{GC}{\text{superficie corporal}}$$

En la literatura actual, se ha demostrado una correlación adecuada entre las estimaciones de este parámetro hemodinámico obtenidas por ambos métodos aunque la termodilución tiende a sobreestimar el gasto cardiaco en pacientes con regurgitación tricúspidea severa y situaciones de bajo gasto (3)

Otro parámetro muy útil para el diagnóstico de hipertensión pulmonar son el gradiente transpulmonar (GTP), definido como la diferencia entre la presión arterial pulmonar media (PAPm) y la presión capilar pulmonar (PCP), siendo considerado como normal un valor inferior a 12mmHg (14).

$$GTP = PAPm - PCP$$

No obstante, es una medición dependiente de los cambios en el gasto cardiaco del paciente y de la distensibilidad de la arteria pulmonar; por lo que existe otro parámetro menos dependiente de ello, el gradiente pulmonar diastólico (GdP), cuyo cálculo implica la necesidad de realizar mediciones de presiones intracardiacas durante la diástole y debe tomar

valores inferiores a 7mmHg para ser considerado como un estudio dentro de los límites de la normalidad (14).

Asimismo, existen otros parámetros de interés que se pueden obtener a través de este procedimiento, como son las resistencias vasculares pulmonares, esenciales para la clasificación del tipo de hipertensión pulmonar que padece nuestro paciente. Estas resultan del cociente establecido entre el gradiente transpulmonar (GTP) y el gasto cardiaco (GC), siendo normales en aquellos casos cuyo valor no exceda de 3 Unidades Wood (UW) (7).

$$RVP = \frac{GTP}{GC}$$

Si las resistencias fueran superiores a 3 UW implica que se trata de una hipertensión pulmonar con componente precapilar asociado secundario al remodelado vascular pulmonar que se origina debido a la vasoconstricción y la elevada presión en el circuito pulmonar y que podría desembocar en la disfunción del ventrículo derecho, lo que conlleva una elevada morbimortalidad (15).

1.5. [Relación del cateterismo cardiaco derecho y la ecocardiografía](#)

Dado que el cateterismo cardiaco derecho supone una técnica invasiva para el paciente, se ha establecido la ecocardiografía como una herramienta fundamental para el cribado de los pacientes con sospecha de hipertensión pulmonar ya que permite, de forma indirecta, estimar variables hemodinámicas que son calculadas de una forma más exacta con el cateterismo e inferir la etiología más probable que ha ocasionado la enfermedad (12, 16).

Su uso se está extendiendo en los últimos años dado que se trata de una herramienta no invasiva y ampliamente disponible que no implica un elevado coste y que aporta información global acerca de la anatomía y

funcionalidad cardíaca global, tales como la dilatación de las cavidades (tanto derechas como izquierdas), el grado de disfunción ventricular, la presencia de enfermedad valvular asociada y la existencia o no de derrame pericárdica (16).

El modo más empleado para el análisis de la presión arterial pulmonar es el Doppler color en combinación con la imagen en dos dimensiones (2D), ya que permite estimar en el plano subcostal la presión en aurícula derecha (PAD) mediante la medición del diámetro de la vena cava inferior con el subsecuente colapso inspiratorio. Si el diámetro es superior a 2,1 cm y la vena se colapsa en inspiración menos de un 50% de su diámetro se estima una PAD elevada, por encima de 15mmHg. Si solo uno de estos dos parámetros se encuentra alterado, los valores estimados de PAD oscilan alrededor de 8mmHg y es conveniente llevar a cabo otras medidas como el cociente E/e' tricúspideo. Este se obtiene empleando el modo Doppler pulsado para determinar la velocidad de llenado tricúspidea al inicio de la diástole (onda E) y el Doppler tisular para determinar la velocidad de la relajación a nivel de la pared lateral del anillo tricúspideo (e'). Si este cociente E/e' se sitúa por encima de 6, se asocia a una PAD por encima de 10mmHg. Otros métodos menos precisos son la valoración del patrón de flujo de las venas hepáticas y la determinación del tamaño de la aurícula derecha (16, 17).

Asimismo, este modo permite estimar la presión sistólica del ventrículo derecho (PSVD) y la presión sistólica de la arteria pulmonar (PAPs). La PSVD se obtiene mediante la suma entre la PAD y el gradiente de presión sistólica entre ambas cavidades derechas. Este último parámetro se estima por medio de la velocidad máxima del jet de regurgitación tricúspidea, la cual si es superior a 2,8m/s indica presiones pulmonares elevadas y se puede observar en la Ilustración 5. En aquellos pacientes que no presenten estenosis pulmonar, defectos a nivel del septo

interventricular u obstrucción en el tracto de salida del ventrículo derecho, la PSVD es equivalente a la PAPs (17).

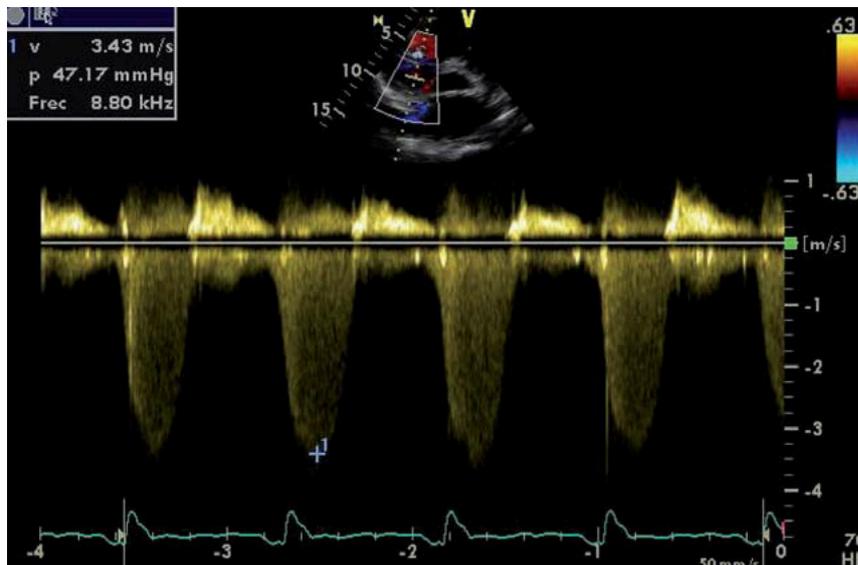


Ilustración 5. Velocidad máxima del flujo de regurgitación tricúspidea (16).

Además, otros parámetros de interés que pueden calcularse mediante ecocardiografía son la presión diastólica en la arteria pulmonar, la presión arterial pulmonar media mediante el análisis del flujo regurgitante pulmonar y el grosor y la funcionalidad del ventrículo derecho mediante el tiempo de relajación isovolumétrica o el índice de Tei que evalúa su función sistodiastólica (16).

Generalmente, la ecocardiografía es empleada previamente a la realización del cateterismo como una herramienta de cribado. Es, por ello, que se ha comparado en diferentes estudios la estimación de las variables hemodinámicas que se obtiene mediante la ecocardiografía con los valores reales que aporta el cateterismo cardiaco derecho. Entre ellos, cabe destacar el estudio REVEAL, el cual relejaba la existencia de un buen grado de correlación mediante un coeficiente (r) de 0,56 para los valores de la presión sistólica de la arteria pulmonar (PAPs) tras analizar los datos de 1883 pacientes con hipertensión pulmonar tipo I a quienes se les realizaron ambos procedimientos en un intervalo de tiempo no superior a un año (18). No obstante, otros estudios como el propuesto por D'Alto y colaboradores,

registran un mayor índice de correlación, resultando de $r=0,77$ para la medición de la PAPs y un $r=0,67$ para la presión arterial pulmonar media (PAPm) en un total de 161 pacientes a quienes se les realizaron ambas pruebas simultáneamente (19). Asimismo, existen metaanálisis como el elaborado por Janda que analizan un total de 29 estudios que engloban 1998 pacientes, en el que se obtuvo un $r=0,7$ para la PAPs en pruebas realizadas durante un periodo de tiempo máximo de 3 meses (20).

1.6. [Anticoagulación en el cateterismo cardiaco derecho](#)

La anticoagulación es un tratamiento que, en ocasiones, resulta un inconveniente a la hora de ejecutar determinados procedimientos invasivos dado que supone un incremento del riesgo hemorrágico, lo que obliga, en numerosos casos a la retirada del mismo el tiempo suficiente como para que el efecto del fármaco en nuestro organismo haya desaparecido. Sin embargo, la suspensión de la terapia anticoagulante conlleva, asimismo, un aumento en la incidencia de complicaciones tromboembólicas por la pérdida del efecto antitrombótico y la activación plaquetaria e hipercoagulabilidad que supone un procedimiento quirúrgico (21).

Anteriormente, los pacientes sometidos a cateterismos cardiacos derecho dejaban de tomar su tratamiento anticoagulante y realizaban una terapia puente con heparina, generalmente de bajo peso molecular, durante un periodo de tiempo suficiente ajustado según edad, vida media del anticoagulante o función renal, entre otros. Dicha terapia se suspendía 24 horas antes del procedimiento e incrementaba el riesgo hemorrágico basal durante la realización de la misma (21).

No obstante, se ha analizado en diversos ensayos clínicos y estudios observacionales que los cateterismos cardiacos izquierdos realizados por Cardiología vía transradial pueden ejecutarse sin necesidad de modificar la terapia anticoagulante de los pacientes, resultando en una técnica segura en este subgrupo de pacientes (21, 22).

Con respecto a los cateterismos cardiacos derechos, no existe evidencia científica de calidad en la literatura existente, pero se tiende a considerar que la técnica de cateterización es segura sin retirar la anticoagulación en aquellos pacientes con un índice internacional normalizado o INR < 3,5 y en quienes se efectúe el abordaje venoso a través de la yugular interna o las venas antecubitales, preferiblemente de forma ecoguiada con la finalidad de evitar punciones arteriales accidentales que puedan implicar complicaciones mayores (2, 3).

2. JUSTIFICACIÓN

En el Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla, actualmente, se siguen las indicaciones para suspender la anticoagulación de cara a procedimientos invasivos establecidas en el documento de “*Manejo perioperatorio de tratamiento antitrombótico en cirugía no urgente*”, realizado por facultativos especialistas en Anestesiología y Hematología en el año 2019 (23).

En este documento se establecen claramente instrucciones acerca de que las coronariografías diagnósticas transradiales y femorales y cateterismos terapéuticos realizados vía radial representan procedimientos de bajo riesgo hemorrágico, en los cuales el posible sangrado es clínicamente poco importante y asumible por el operador. No obstante, con respecto a los cateterismos cardiacos derechos, aunque el riesgo de sangrado es bajo, la potencial gravedad que puede suponer una hemorragia a nivel yugular, subclavio o femoral, hacen que estos deban ser manejados de manera similar a los procedimientos de riesgo intermedio.

Sin embargo, el perfeccionamiento de la técnica de canalización venosa por parte de los anestesiólogos y el auge de la ecografía como herramienta complementaria para facilitar el abordaje de la punción vascular, permite que dicho procedimiento pueda ser ejecutado con las mismas garantías y evitando así la necesidad de suspender la anticoagulación en los pacientes, con el riesgo tromboembólico que conlleva.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio consiste en determinar, mediante un estudio observacional de seguimiento retrospectivo, el impacto de la anticoagulación terapéutica en pacientes sometidos a la práctica de un cateterismo cardiaco derecho por parte del servicio de Anestesiología y Reanimación del hospital universitario Virgen del Rocío (Sevilla, España) a la hora de presentar una mayor incidencia de complicaciones, sobre todo de carácter hemorrágico.

Como objetivos secundarios, se analizará la correlación entre los valores de presión sistólica de la arteria pulmonar (PAPs) estimados por ecocardiografía y los valores reales obtenidos mediante medición directa por cateterismo cardiaco derecho para determinar si la tendencia existente en el hospital concuerda con los datos obtenidos en la literatura científica.

Asimismo, se pretende analizar la presencia de otros factores de riesgo adicionales en base a los datos demográficos obtenidos durante la realización del estudio.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Ámbito de estudio

El estudio se lleva a cabo en el servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor del Hospital General, perteneciente a la ciudad sanitaria del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla, el cual conforma el principal complejo hospitalario del Sistema Andaluz de Salud y uno de los más grandes de España.

Se trata de un hospital de tercer nivel que abarca todas las especialidades médicas y quirúrgicas existentes, así como actividad de trasplantes (cardíaco, hepático, renal y de córnea), siendo referencia para las provincias de Sevilla y Huelva e incluso, en algunas subespecialidades, para toda la Comunidad Autónoma.

Dado que estamos ante un centro trasplantador y que presenta una Unidad de Hipertensión Pulmonar, es imprescindible la realización de cateterismos cardíacos derechos para diagnosticar esta patología y con el fin de elaborar un estudio exhaustivo previo al trasplante cardíaco. En este complejo hospitalario, dicha práctica es llevada a cabo por médicos especialistas del servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital General en la Unidad de Cirugía Cardiotorácica.

4.2 Periodo de estudio

Se realizará un análisis de los cateterismos cardíacos derechos realizados por el servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital Universitario Virgen del Rocío (Sevilla) entre marzo de 2017 y noviembre de 2021. La recogida de los datos se efectúa a lo largo de los meses de marzo y abril de 2023.

4.3 Tipo de estudio

Se trata de un estudio observacional de seguimiento retrospectivo.

4.4 Estrategia de búsqueda bibliográfica

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en la base de datos sanitaria PubMed entre los meses de febrero y marzo de 2023. Se incluyeron, por lo tanto, ensayos clínicos, estudios observacionales, revisiones sistemáticas y narrativas, metaanálisis y guías de práctica clínica escritos en lengua inglesa y castellana y publicados entre los años 2010 y 2023.

Para ello, se efectuó una búsqueda en dos etapas. Para la primera fase, se combinaron los siguientes términos (Anticoagulation[MeSH] OR anticoagulation) AND right cateterization, obteniéndose un total de 156 resultados. En segundo lugar, se realizó la siguiente búsqueda: (Ecocardiography OR ecocardiogram) AND (right cateterization) AND (pulmonar hypertension). En este caso, se limitó a estudios de mayor calidad científica (ensayos clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas y metaanálisis), siendo 138 los artículos obtenidos.

Asimismo, se realizó una revisión manual de la lista de referencias bibliográficas de los estudios seleccionados para encontrar artículos relevantes que no se hubiesen obtenido tras la búsqueda previamente descrita.

Dentro de los artículos más relevantes incluidos en la bibliografía en relación con el objetivo principal y secundario del estudio, cabe reseñar:

Perez Zerpa D, Fernández A, Estigarribia J et al. Estimación de la presión arterial pulmonar mediante ecocardiografía. Rev Urug Cardiol. 2019;34:270-283. Doi: 10.29277//cardio.34.3.11.

Artículo de revisión donde se resumen los avances tecnológicos de la ecocardiografía que han incrementado la precisión en la estimación de la presión arterial pulmonar y en la evaluación anatómica y funcional de las cavidades derechas.

Krishnan A, Markham R, Savage M et al. Right Heart Catheterisation: How To Do It. Heart, Lung and Circulation. 2018;2722:1-8. Doi:10.1016/j.hlc.2018.08.005.

Artículo de revisión acerca de la técnica del cateterismo cardiaco derecho, cuyas mediciones hemodinámicas de forma invasiva continúan siendo el eje central en la toma de decisiones para el manejo de escenarios clínicos, tales como el diagnóstico y la clasificación de la hipertensión pulmonar, así como la evaluación de los pacientes previos a trasplante. Asimismo, se reflejan y desarrollan los distintos parámetros que se obtienen mediante esta técnica.

D' Alto, Romeo E, Argiento P et al. Accuracy and precision of echocardiography versus right heart catheterization for the assessment of pulmonary hypertension. International Journal of Cardiology 2013; 168 4058–4062.

Estudio observacional prospectivo en el cual se pretende estudiar la correlación entre los resultados de la presión sistólica de la arteria pulmonar estimada por ecocardiografía y la obtenida a través de la medición directa ejecutada por medio de un cateterismo cardiaco derecho. Para ello, se estudiaron 161 pacientes, a quienes se les realizó una ecocardiografía previa a la realización de un cateterismo cardiaco, obteniéndose un coeficiente de correlación (r) de 0,77 para la medición de la PAPs y de 0,67 para la presión arterial pulmonar media (PAPm).

[4.5 Criterios de inclusión](#)

Se incluyen en el estudio sujetos sometidos a la realización de un cateterismo cardiaco derecho por parte del servicio de Anestesiología y Reanimación entre los años 2017 y 2021 que, previamente, hubieran otorgado su consentimiento para que se efectuase un tratamiento de sus datos con una finalidad investigadora o científica.

[4.6 Criterios de exclusión](#)

El único criterio de exclusión fue el rechazo a la participación del estudio o la falta de firma de consentimiento informado al no aceptar el análisis de los datos obtenidos de la realización del procedimiento.

[4.7 Selección de la muestra](#)

Para seleccionar la muestra, se realiza un muestreo no aleatorizado de casos consecutivos de los sujetos sometidos a la realización de un cateterismo cardiaco derecho por parte del servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital Universitario Virgen del Rocío (Sevilla, España) entre los meses de marzo de 2017 y noviembre de 2021.

Finalmente, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, se obtiene una muestra conformada por 309 sujetos participantes en el estudio.

[4.8 Mediciones](#)

Variables demográficas:

- Edad: variable cuantitativa discreta, medida en años.
- Sexo: variable cualitativa dicotómica que toma los valores hombre o mujer.
- Servicio remitente: variable cualitativa nominal que toma 4 niveles según sea el servicio hospitalario que deriva al paciente para la realización del procedimiento (Cardiología, Neumología, Digestivo u

otros; siendo estos últimos predominantemente Medicina Interna y Reumatología).

- Procedencia: variable cualitativa dicotómica que indica si el paciente se realiza el cateterismo de forma ambulatoria o si tiene lugar durante un ingreso hospitalario.
- Anticoagulación: variable cualitativa que toma cuatro niveles en función de si el paciente se encontrase anticoagulado con acenocumarol o Warfarina, con heparina de bajo peso molecular, con un anticoagulante oral directo o nuevo anticoagulante (dabigatrán, edoxabán, apixabán o rivaroxabán) o que este no estuviese anticoagulado.

Variables relacionadas con el paciente:

- Altura: variable cuantitativa continua, medida en metros (m).
- Peso: variable cuantitativa continua, medida en kilogramos (kg).
- Superficie corporal: variable cuantitativa continua, medida en metros al cuadrado (m²).
- Presión sistólica arterial no invasiva (PANI): variable cuantitativa continua, medida mediante esfigmomanómetro en milímetros de mercurio (mmHg).
- Frecuencia cardiaca (FC): variable cuantitativa discreta, medida en pulsaciones o latidos por minuto (lpm) por pulsioximetría.
- Saturación periférica de oxígeno (SpO₂): variable cuantitativa discreta, medida en porcentaje en un intervalo de 0 a 100.
- Hemoglobina del paciente (Hb): variable cuantitativa continua, medida en g/dl según hemograma o gasometría venosa.

Variables relacionadas con el procedimiento del cateterismo.

- Acceso: variable cualitativa que toma cuatro niveles según se canalice una vía central yugular, subclavia, femoral o antebraquial.
- Ecocardiografía: variable cuantitativa discreta que toma el valor de la presión sistólica de la arteria pulmonar estimada mediante ecocardiografía, medida en mmHg.

- Presión venosa central (PVC): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Presión en aurícula derecha (PAD): variable cuantitativa discreta que se obtiene directamente a través del cateterismo cardiaco derecho, medida en mmHg.
- Presión sistólica del ventrículo derecho (PSVD): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Presión diastólica del ventrículo derecho (PDVD): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Presión media del ventrículo derecho (PMVD): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Presión sistólica de la arteria pulmonar (PAPs): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Presión diastólica de la arteria pulmonar (PAPd): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Presión media de la arteria pulmonar (PAPm): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Presión de oclusión de la arteria pulmonar (POAP): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Gradiente transpulmonar (GTP): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Gradiente diastólico pulmonar (GdP): variable cuantitativa discreta, medida en mmHg.
- Gasto cardiaco (GC) medido por termodilución: variable cuantitativa continua. Sus unidades son litros/minuto (l/min).
- Índice cardiaco (IC): variable cuantitativa continua que representa el gasto cardiaco entre la superficie corporal del paciente. Sus unidades son litros/minuto/m² (l/min/m²).
- Resistencias vasculares pulmonares (RVP): variable cuantitativa continua medida en UW, unidad estandarizada para este parámetro.

- Saturación venosa central de oxígeno (SvO₂): variable cuantitativa discreta, medida en porcentaje a través de monitorización continua por medio del catéter.

VARIABLES RELACIONADAS CON EL RESULTADO DEL PROCEDIMIENTO:

- Clasificación: variable cualitativa que toma cuatro niveles para calificar la hipertensión pulmonar como ausente, leve, moderada o severa.
- Grupo: variable cualitativa que toma tres niveles para determinar si la hipertensión pulmonar es precapilar, poscapilar o combinada (precapilar-poscapilar).
- Complicaciones intracateterismo: variable cualitativa dicotómica que refleja si se produjeron o no complicaciones durante el procedimiento.
- Complicaciones postcateterismo: variable cualitativa dicotómica que refleja si existió o no complicación alguna tras el procedimiento.

[4.9 Análisis estadístico](#)

El análisis estadístico de los datos recopilados se llevó a cabo mediante el paquete estadístico R versión 4.1 (www.r-project.org) un lenguaje de programación orientado a objetos y un sistema de análisis de datos. Es gratuito y se puede acceder al mismo mediante Licencia Pública General de GNU. R-Commander es la interfaz gráfica para el lenguaje de programación de R.

En primer lugar, se va a llevar a cabo un análisis descriptivo de los datos empleando las frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas, mientras que para las variables cuantitativas se obtienen las estimaciones de la media, mediana, desviación típica, coeficiente de variación y rango intercuartílico.

Posteriormente, se utilizan técnicas de inferencia estadística, tales como el test chi-cuadrado para estudiar la independencia de variables cualitativas y el test de Wilcoxon para estudiar la igualdad de medianas de una variable aleatoria continua en dos grupos de la muestra. Los grupos se obtienen en base a una variable dicotómica y se utiliza el test de Wilcoxon por no verificarse la hipótesis de normalidad. La relación lineal entre dos variables cuantitativas se estudiará mediante el cálculo del coeficiente de correlación lineal de Pearson. Para todos los contrastes de hipótesis, se empleará un nivel de significación de 0,05.

4.10 Aspectos éticos

A la hora de llevar a cabo el estudio, se deben tener en cuenta distintas consideraciones éticas. En primer lugar, la investigación se efectuará siguiendo las pautas de la Declaración de Helsinki sobre principios éticos para investigaciones biomédicas en seres humanos, llevada a cabo por la Asociación Médica Mundial en 1964 y ratificada posteriormente.

Asimismo, también se adaptará la investigación a la normativa legal española en cuanto a investigación biomédica con seres humanos, en particular, a la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y a la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos con el fin de garantizar la confidencialidad y privacidad de los pacientes.

De igual manera, se obtendrá, previo a la realización del procedimiento, el consentimiento informado, el cual se ofrecerá mediante información verbal y hojas de información donde se resume en qué consiste la técnica y si aceptan el tratamiento de los datos obtenidos a través de la técnica con fines científicos de investigación.

5. RESULTADOS

5.1. Análisis descriptivo

5.1.1. Variables demográficas

Edad

En primer lugar, vamos a analizar la edad de los pacientes que conforman el estudio. Para ello, crearemos una nueva variable “AnticoagulacionF” que divide la muestra en dos grupos: por una parte, los individuos que no están anticoagulados y, por otra parte, los individuos que sí toman tratamiento anticoagulante, ya sea con un fármaco vía oral (acenocumarol, warfarina o un anticoagulante de acción directa) como con heparina de bajo peso molecular. En la Tabla 3 se muestran estimaciones de la variable Edad en total y según los dos grupos de anticoagulación.

Anticoagulación	n	Media	Desviación típica	CV	RIC
SI	165	61,16364	13,12291	0,2145542	18
NO	144	59,05556	11,31233	0,1915541	14,25
TOTAL	309	60,18123	12,33776	0,2050101	16

Tabla 3. Tabla de edad de los pacientes incluidos en el estudio

Con respecto a las medidas empleadas en la Tabla 3, se indica:

- n: indica el número total de datos o tamaño muestral.
- Media: es la media aritmética, la medida de centralización más utilizada.
- Desviación típica: es la medida de dispersión empleada para el análisis de esta variable.
- CV: es el coeficiente de variación. Es una medida de dispersión relativa que se calcula como el cociente entre la desviación típica y la media.

- RIC: rango intercuartílico. Es una medida de dispersión que mide la diferencia entre el percentil 75 y el percentil 25, intervalo en el que se localizan el 50% de los datos intermedios, es decir, aquellos que no son los más grandes ni los más pequeños.

En la Tabla 3, se puede objetivar que existe un mayor porcentaje de la muestra que se encuentra anticoagulada y que la edad de estos pacientes era ligeramente superior que en el grupo de aquellos que no estaban con tratamiento anticoagulante. Asimismo, se observa que la edad media de los pacientes que forman parte del estudio se encuentra alrededor de los 60 años con una desviación típica de 12 años, lo cual aparece representado gráficamente mediante un histograma en la Ilustración 6, en la cual podemos visualizar que la distribución de la variable “edad”, la cual se aproxima a una distribución normal pero es algo asimétrica.

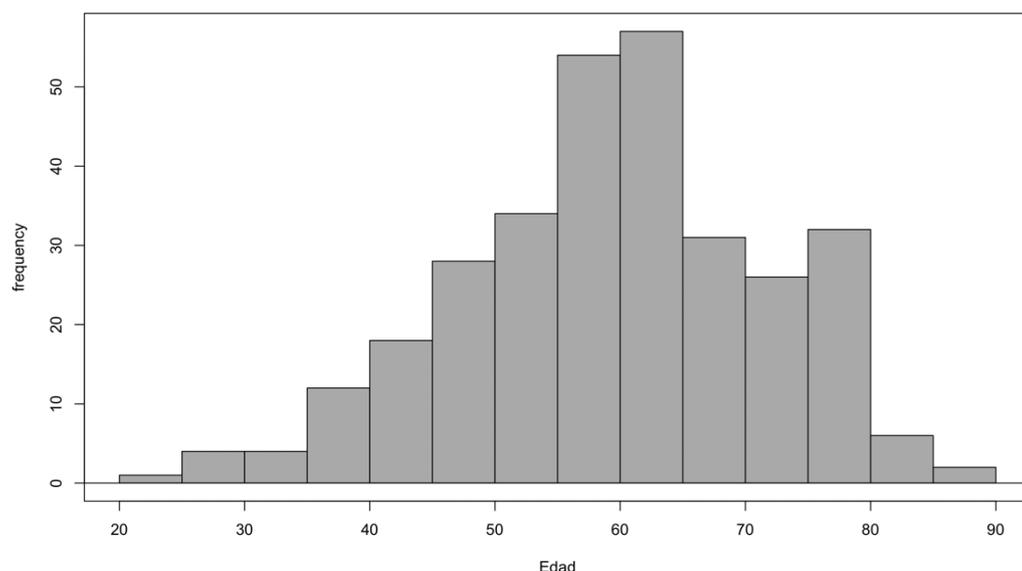


Ilustración 6. Histograma de la variable edad

Sexo

En la Tabla 4 se muestra las frecuencias de la variable AnticoagulaciónF según sexo, observándose una mayor frecuencia de anticoagulación en los varones, el 54,37% de sujetos de la muestra del estudio. En la Ilustración 7 se presenta el gráfico de barras de la variable AnticoagulaciónF según sexo.

Sexo	Anticoagulación	No anticoagulación	TOTAL
Hombre	96 (31,1%)	72 (23,3%)	168 (54,37%)
Mujer	69 (22,3%)	72 (23,3%)	141 (45,63%)
TOTAL	165 (53,4%)	144 (44,6%)	309 (100%)

Tabla 4. Anticoagulación de los pacientes según sexo

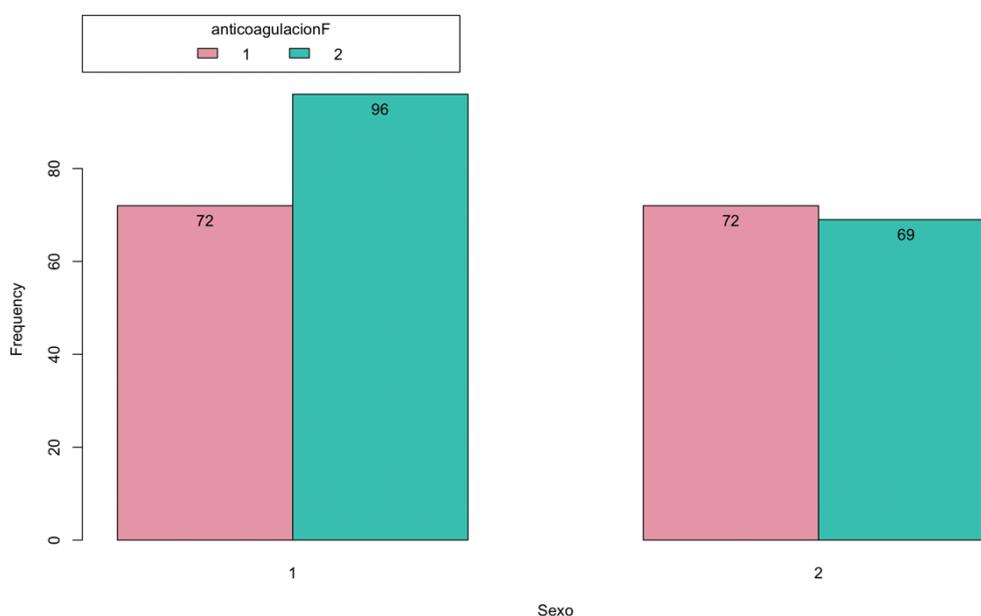


Ilustración 7. Gráfico de barras de anticoagulación según sexo

Servicio remitente y procedencia del paciente

En la Tabla 5, se muestran los principales servicios que remiten a los pacientes para la realización de un cateterismo cardiaco derecho, objetivándose que la mayoría de sujetos proceden de Cardiología o Neumología. Una tendencia claramente definida es que la mayoría de pacientes de Neumología acuden de forma ambulatoria para la realización del procedimiento, generalmente dentro del estudio de hipertensión pulmonar; no obstante, la mayor parte de los sujetos remitidos por

Cardiología se encuentran ingresados en el momento del cateterismo, normalmente encuadrado dentro del estudio pretrasplante cardiaco.

Servicio remitente	Ambulatorio	Ingresado	TOTAL
CARDIOLOGÍA	61 (19,7%)	82 (26,5%)	143 (46,3%)
NEUMOLOGÍA	118 (38,2%)	7 (2,3%)	125 (40,5%)
DIGESTIVO	16 (5,2%)	14 (4,5%)	30 (9,7%)
OTROS	10 (3,2%)	1 (0,3%)	11 (3,6%)
TOTAL	205 (66,3%)	104 (33,7%)	309 (100%)

Tabla 5. Servicios remitentes y procedencia de los pacientes

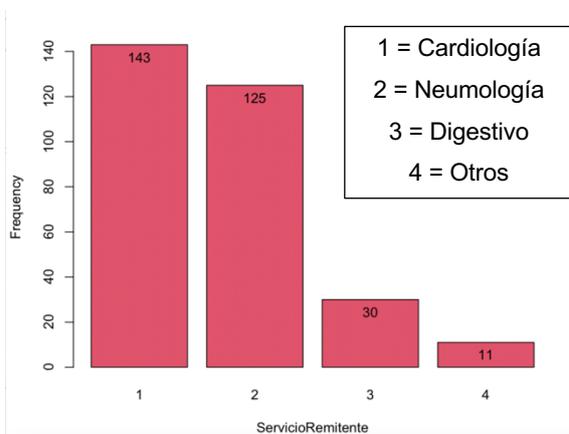


Ilustración 9. Servicio remitente

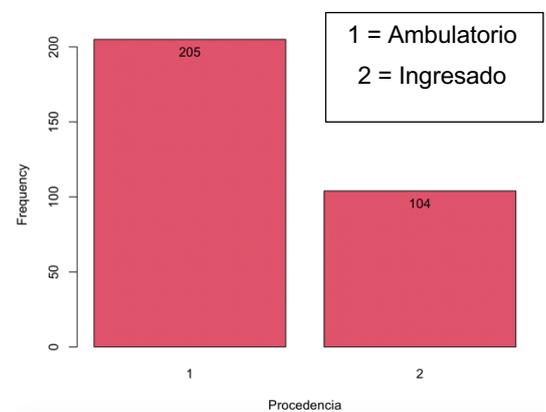


Ilustración 8. Procedencia del paciente

En las Ilustraciones 8 y 9, se representa mediante un diagrama de barras el servicio hospitalario que remite a los pacientes para la realización del cateterismo, así como la procedencia de los pacientes. En la Ilustración 10, se representa la procedencia de los pacientes según el servicio remitente.

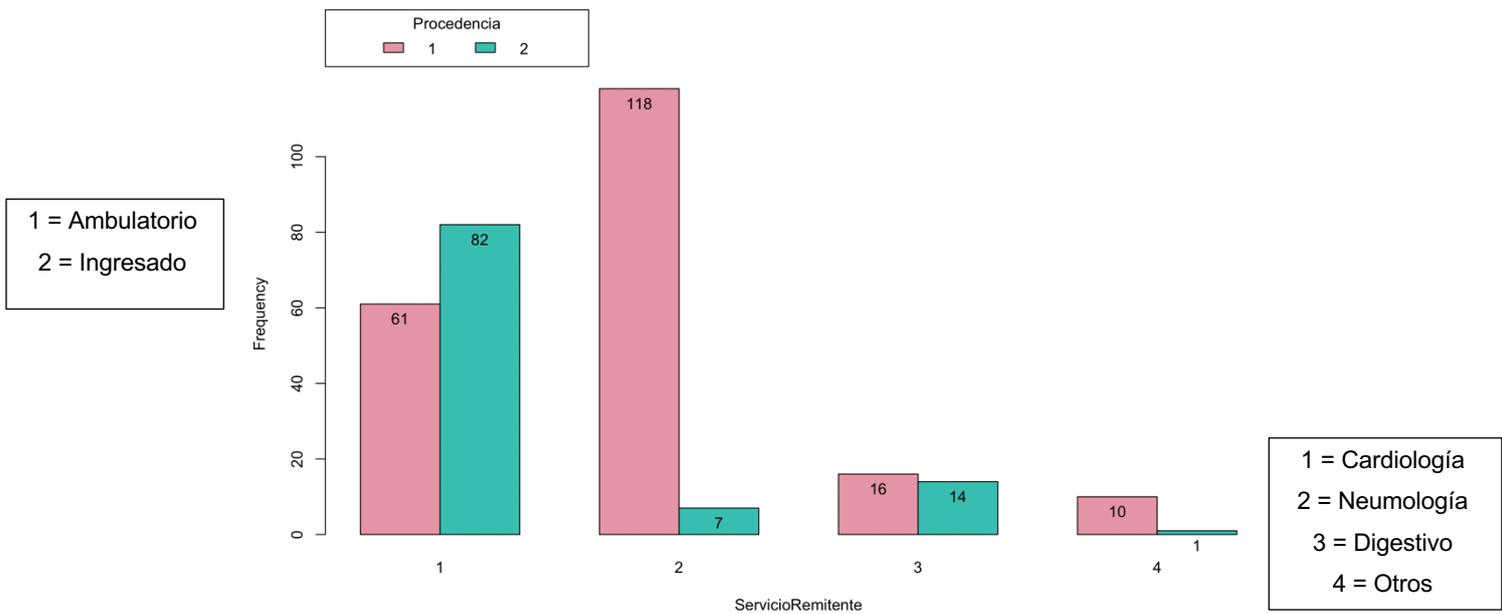


Ilustración 10. Gráfico de barras de procedencia del paciente según el servicio remitente

Anticoagulación

Estado de anticoagulación	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
No anticoagulación	140	45,90%
Acenocumarol/Warfarina	90	29,51%
Anticoagulantes orales de acción directa (ACOD)	51	16,72%
HBPM	24	7,07%

Tabla 6. Estado de anticoagulación de los pacientes

Con respecto a la anticoagulación de los pacientes, previamente en la Tabla 3 se ha podido objetivar que la mayoría de sujetos de la muestra que se realiza un cateterismo cardiaco derecho estaba en tratamiento anticoagulante en el momento del procedimiento, tal cual se observa en la distribución de la variable “AnticoagulaciónF”. En la Tabla 6, se muestra la distribución de frecuencias según tratamiento anticoagulante utilizado y se

observa que, dentro de los pacientes en tratamiento anticoagulante, la mayoría se encuentra en tratamiento con acenocumarol o warfarina. El gráfico de barras de la variable “Anticoagulación” se muestra en la Ilustración 11.

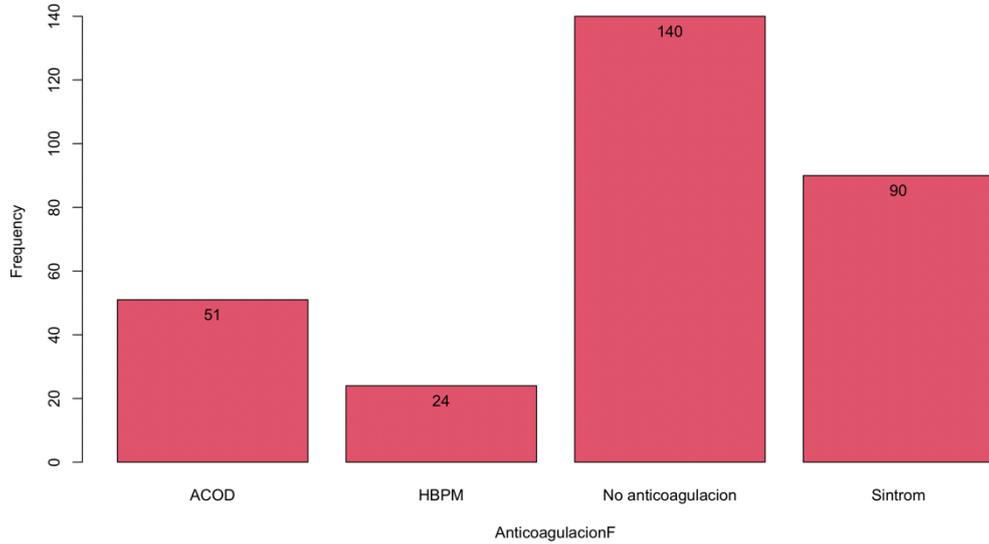


Ilustración 11. Gráfico de barras acerca del estado de anticoagulación

5.1.2. Variables relacionadas con el paciente

Paciente	Media	Mediana	Desviación típica	CV	RIC
Altura	1,663336	1,67	0,0974028	0,05855872	0,142
Peso	78,374098	78	17,8830747	0,22817583	24
PANI	130,466667	126	27,0376095	0,20723768	37,25
FC	75,320819	74	14,4224239	0,19147991	20
SpO2	97,041199	98	3,5064639	0,03613376	3
Hb	13,375309	13,4	2,3088868	0,17262306	3,2

Tabla 7. Variables relacionadas con el paciente

En la Tabla 7, se muestran las estimaciones de los principales parámetros de las variables cuantitativas recogidas en relación a aspectos somatométricos del paciente (altura y peso); parámetros de monitorización estándar establecidos por parte de la Sociedad Española de Anestesiología y Reanimación (SEDAR), en cuanto a presión arterial no invasiva, frecuencia cardiaca y saturación periférica de oxígeno, así como resultados de pruebas de laboratorio como la determinación de hemoglobina mediante hemograma o gasometría. Los histogramas de estas variables se representan en las Ilustraciones 12-17, lo que da una idea gráfica de las distribuciones de los mismos.

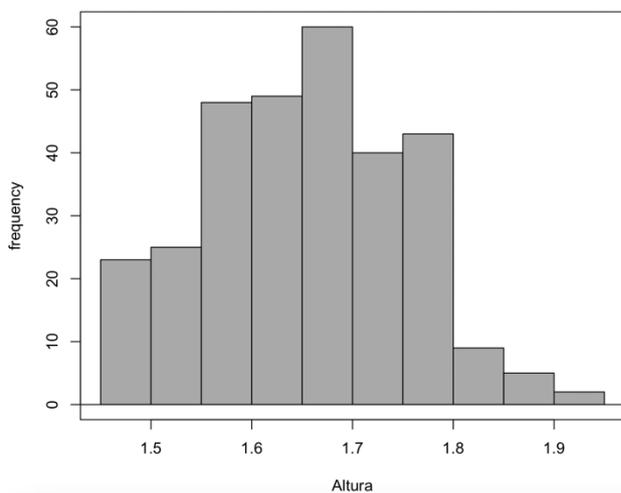


Ilustración 14. Histograma de la variable "Altura"

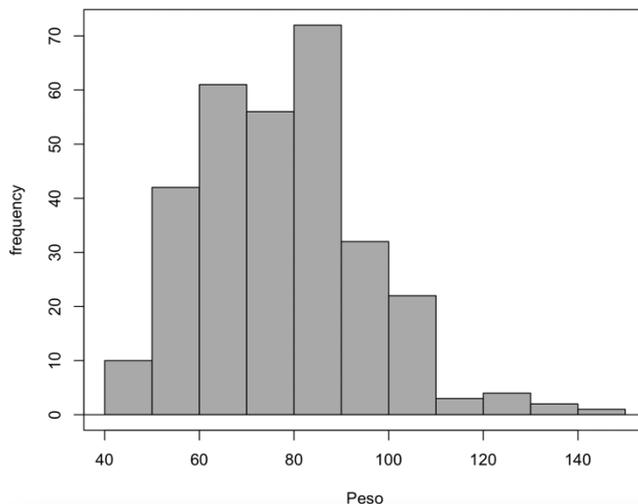


Ilustración 12. Histograma de la variable "Peso"

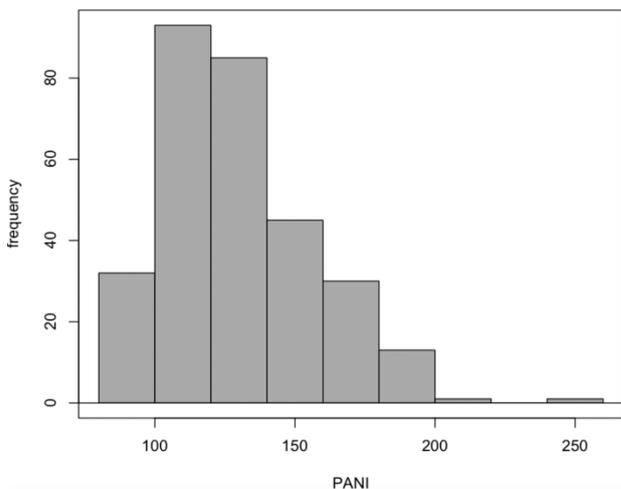


Ilustración 13. Histograma de la variable PANI

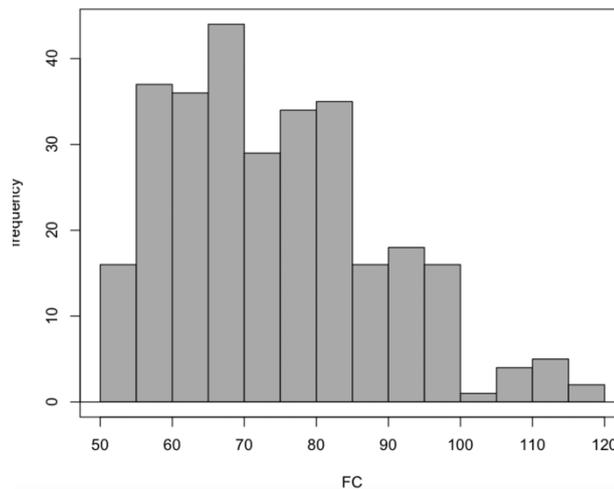


Ilustración 15. Histograma de la variable FC

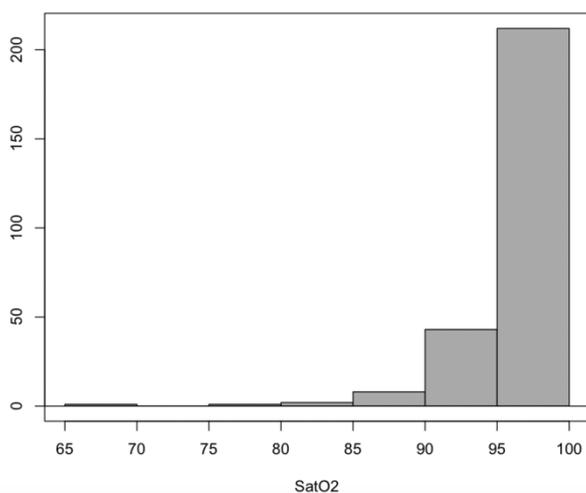


Ilustración 17. Histograma de la variable SpO2

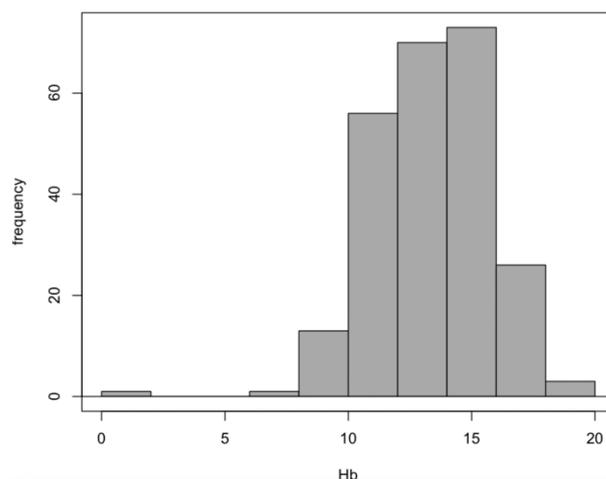


Ilustración 16. Histograma de la variable Hb

Del histograma de la variable “altura”, se puede deducir que la distribución de la misma se asemeja a la distribución normal. No obstante, para las variables “peso”, “PANI” y “FC” se puede apreciar la existencia de una asimetría positiva a la izquierda debido a la presencia de valores extremos positivos que sesgan la distribución de estas variables. En cambio, lo contrapuesto se puede visualizar en la representación gráfica de las variables “SpO2” y “Hb”, las cuales se caracterizan por presentar una asimetría negativa o a la derecha, debido a la existencia de valores extremos negativos.

5.1.3. Variables relacionadas con el procedimiento del cateterismo

Acceso

Acceso venoso central	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Yugular	296	96,1%
Subclavia	8	2,6%
Femoral	3	0,97%
Braquial	1	0,32%

Tabla 8. Acceso empleado para la canulación venosa

En la Tabla 8 y la Ilustración 18 se puede objetivar que, en el Hospital Universitario Virgen del Rocío, el acceso venoso más frecuentemente utilizado es el yugular ya que hasta el 96% de los cateterismos cardiacos derechos se efectúan por medio de esa vía.

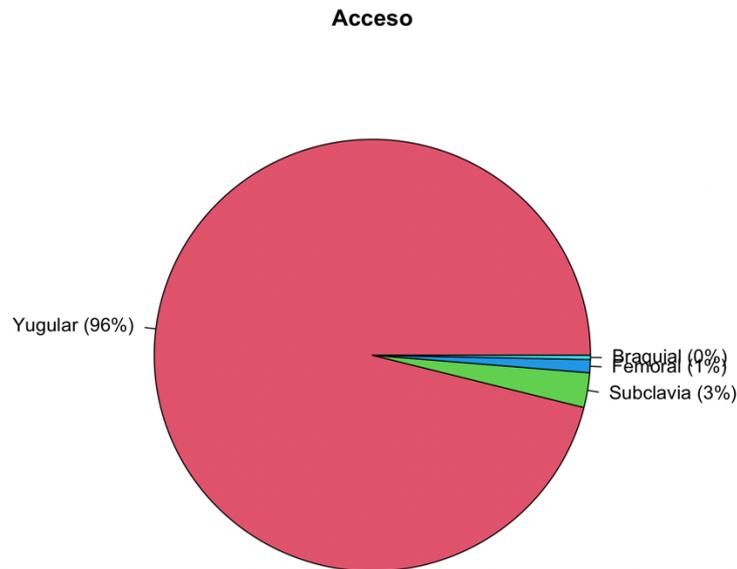


Ilustración 18. Diagrama de sectores de la variable "Acceso"

Parámetros hemodinámicos

En la Tabla 9 se muestran las estimaciones de las principales características de las variables relativas a las medidas que se toman al realizar el cateterismo cardiaco derecho, las cuales están explicadas en el apartado 1.4. de este trabajo. Asimismo, se incluye la variable PAPs mediante ecocardiografía, cuyo valor medio es de 52,685mmHg. Posteriormente, se estudiará la relación lineal entre PAPs con ecocardiografía con la PAPs por medio del cateterismo. Esta segunda variable presenta una media de 50,88mmHg en los sujetos de la muestra estudiada. En las Ilustraciones 19 y 20 se muestra el histograma de las dos variables PAPs (con ecocardiografía y con cateterismo cardiaco derecho).

Medida	Media	Mediana	Desviación típica	CV	RIC
Ecocardiografía (PAPs con Eco)	52,685185	50	20,252659	0,3844090	26,25
PVC	9,665574	9	5,880355	0,6083814	9
PAD	10,218954	9	6,086893	0,5956473	8
PVDs	49,377850	45	21,102626	0,4273703	29,5
PVDm	23,307190	22	9,876139	0,4237379	15
PAPs	50,882736	48	21,052826	0,4137519	33
PAPm	33,553746	33	13,121088	0,3910469	21
POAP	17,010033	16	8,136208	0,4783182	13
GC	4,948328	4,6	2,597912	0,5250081	2,4

Tabla 9. Variables relacionadas con el procedimiento

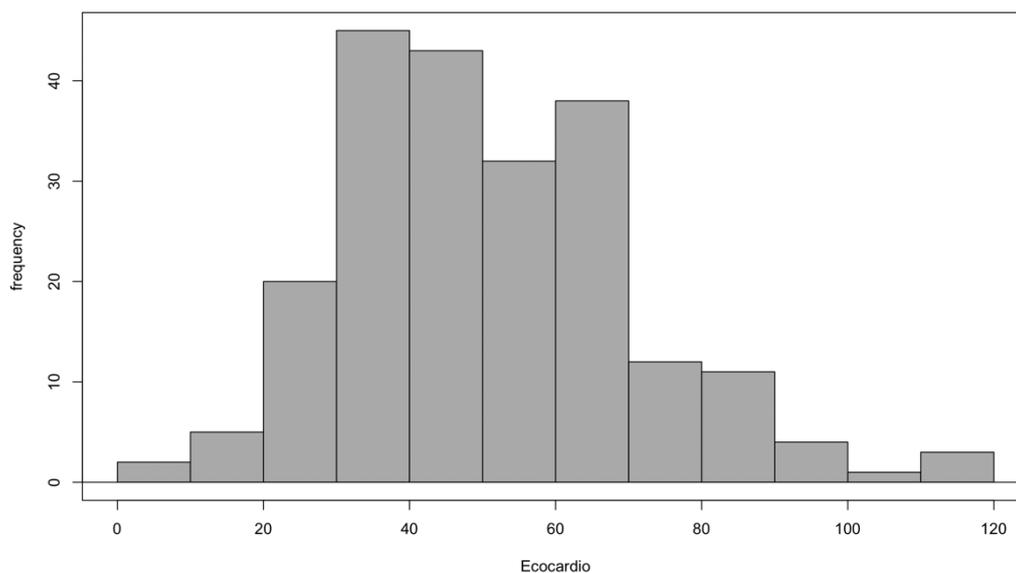


Ilustración 19. Histograma de la variable "Ecocardio"

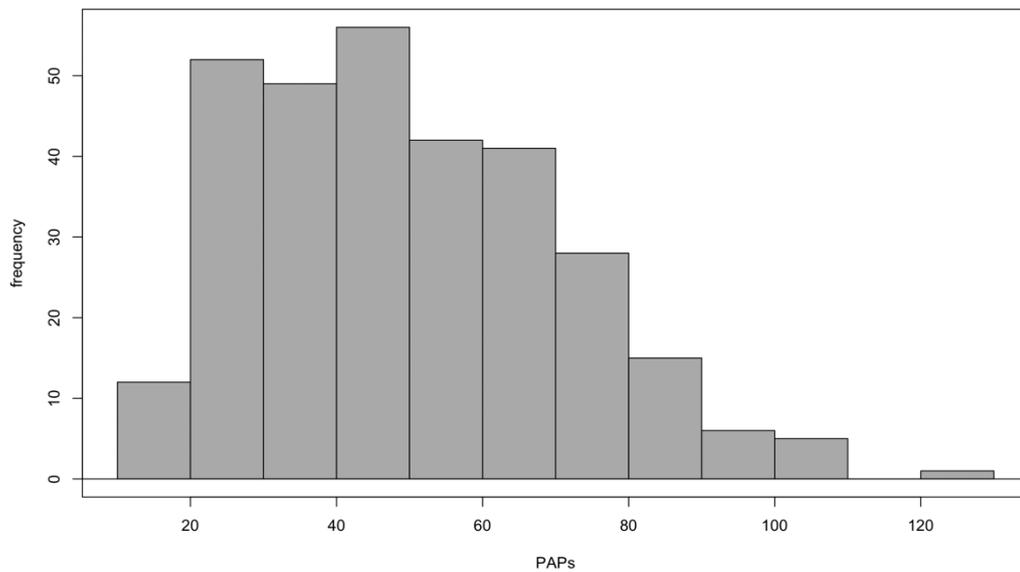


Ilustración 20. Histograma de la variable "PAPs"

5.1.4. Variables relacionadas con el resultado del procedimiento

Clasificación de la hipertensión pulmonar y grupo

En primer lugar, en la Tabla 10 se muestra la clasificación del grado de HTP en función del mecanismo hemodinámico que influye en su etiopatogenia. Se puede objetivar que hasta el 19,61% de los cateterismos cardiacos se realizan sobre sujetos que no presentan hipertensión pulmonar, siendo estos generalmente pacientes en estudio pretrasplante para descartar que presenten esta comorbilidad que contraindique, al menos, relativamente el implante del nuevo órgano. Asimismo, se puede apreciar que en la mayoría de sujetos con hipertensión pulmonar subyace un mecanismo poscapilar (60,59%).

En la Ilustración 21, se representan gráficamente mediante un diagrama de barras los resultados previamente expuestos en la Tabla 10, mientras que en la Ilustración 22 aparece reflejado que el mecanismo hemodinámico subyacente más prevalente es el poscapilar.

Clasificación	Precapilar	Poscapilar	Combinada	Total
No HTP	0	0	0	60 (19,61%)
Leve	26	55	3	92 (30,07%)
Moderada	9	49	9	67 (21,9%)
Severa	19	39	27	87 (28,43%)
Total	54 (22,88%)	143 (60,59%)	39 (16,53%)	100%

Tabla 10. Clasificación del grado de HTP según el mecanismo hemodinámico

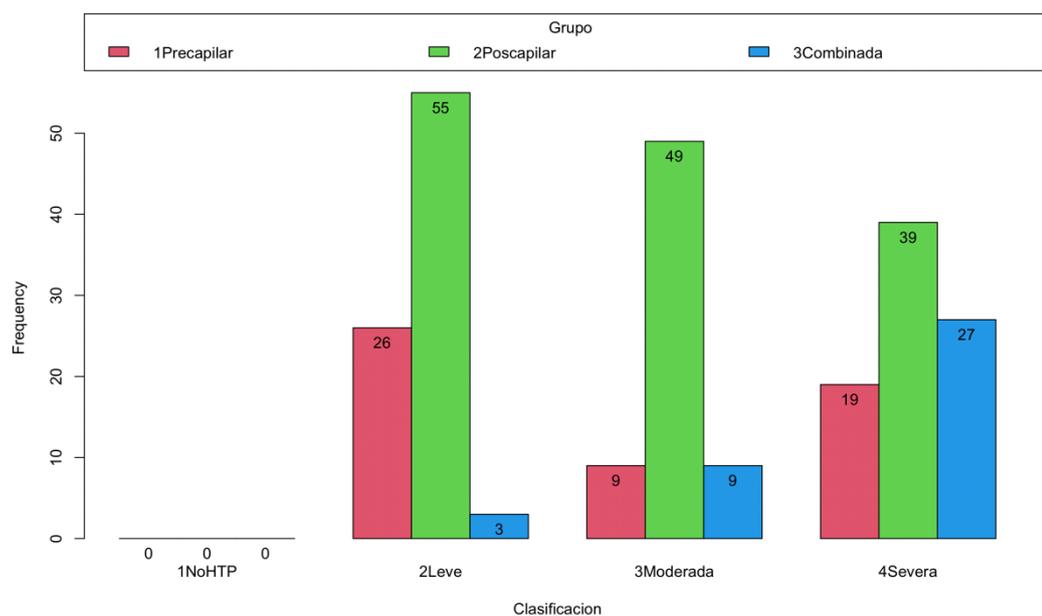


Ilustración 21. Diagrama de barras de la clasificación de la severidad de la HTP en función del mecanismo hemodinámico

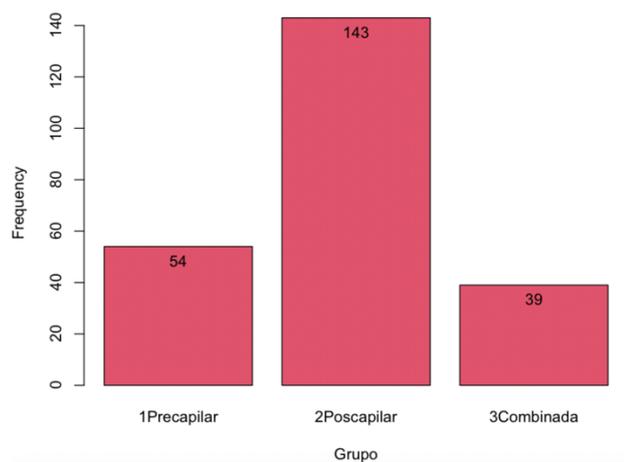


Ilustración 22. Clasificación hemodinámica de la HTP

Complicaciones y anticoagulación

En primer lugar, en la Tabla 11, se hace referencia a la presencia de las complicaciones secundarias al cateterismo cardiaco derecho durante el procedimiento. Como conclusiones de interés, se puede extraer que la anticoagulación per sé no representa un factor de riesgo para la presencia de complicaciones, dado que el resultado, en valores absolutos, es muy similar en el grupo de sujetos anticoagulados como en los que no lo están. Además, dentro del grupo de pacientes que se encontraban anticoagulados, las complicaciones se produjeron independientemente del tipo de anticoagulante empleado. Esto se representa gráficamente en el diagrama de barras de la Ilustración 23.

Anticoagulación	Complicaciones	No complicaciones	TOTAL
No	8 (5,71%)	132 (94,29%)	140
Sí	9 (5,43%)	156 (94,57%)	165
TOTAL	17 (5,57%)	288 (94,43%)	305

Tabla 11. Complicaciones intraprocedimiento según la presencia de anticoagulación o no.

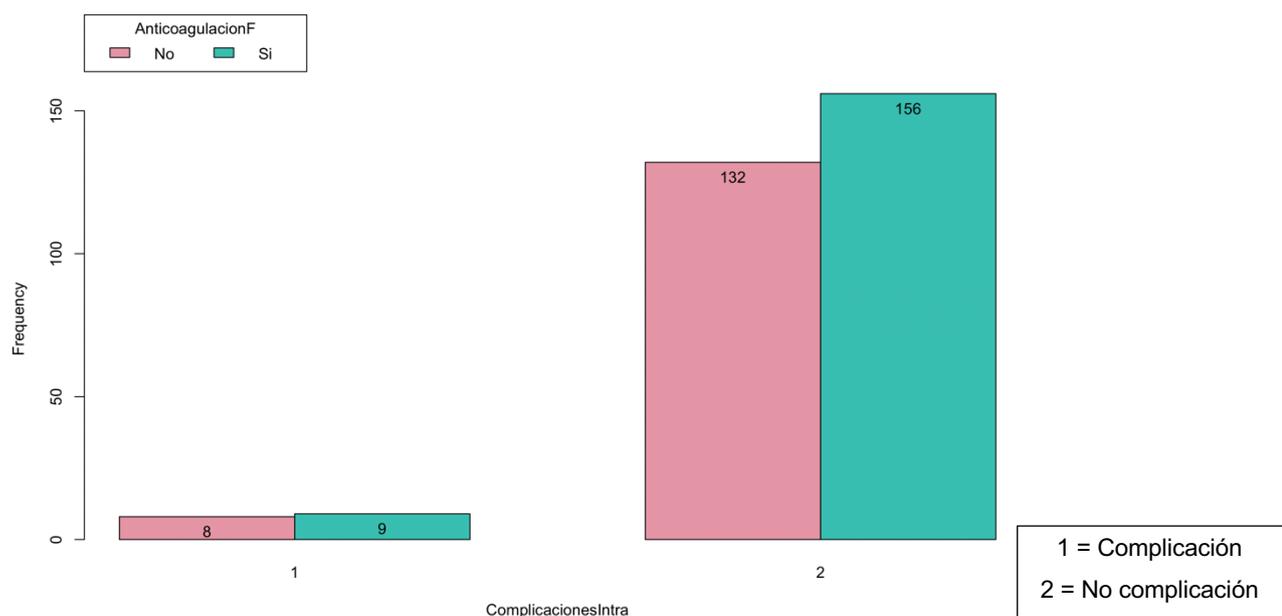


Ilustración 23. Diagrama de barras que representa las complicaciones intraprocedimiento según anticoagulación

En cuanto a las complicaciones postoperatorias, tal como aparece en la Tabla 12, estas fueron más frecuentes, en términos absolutos, en el grupo de pacientes no anticoagulados y, generalmente, fueron dadas por la presencia de neumotórax o hematoma del punto de punción. De igual modo, se representa mediante un diagrama de barras en la Ilustración 24.

Anticoagulación	Complicaciones	No complicaciones	TOTAL
No	4 (2,86%)	136 (97,14%)	140
Sí	2 (1,22%)	162 (98,78%)	164
TOTAL	6 (1,97%)	298 (98,03%)	304

Tabla 12. Presencia de complicaciones postprocedimiento según la presencia de anticoagulación o no

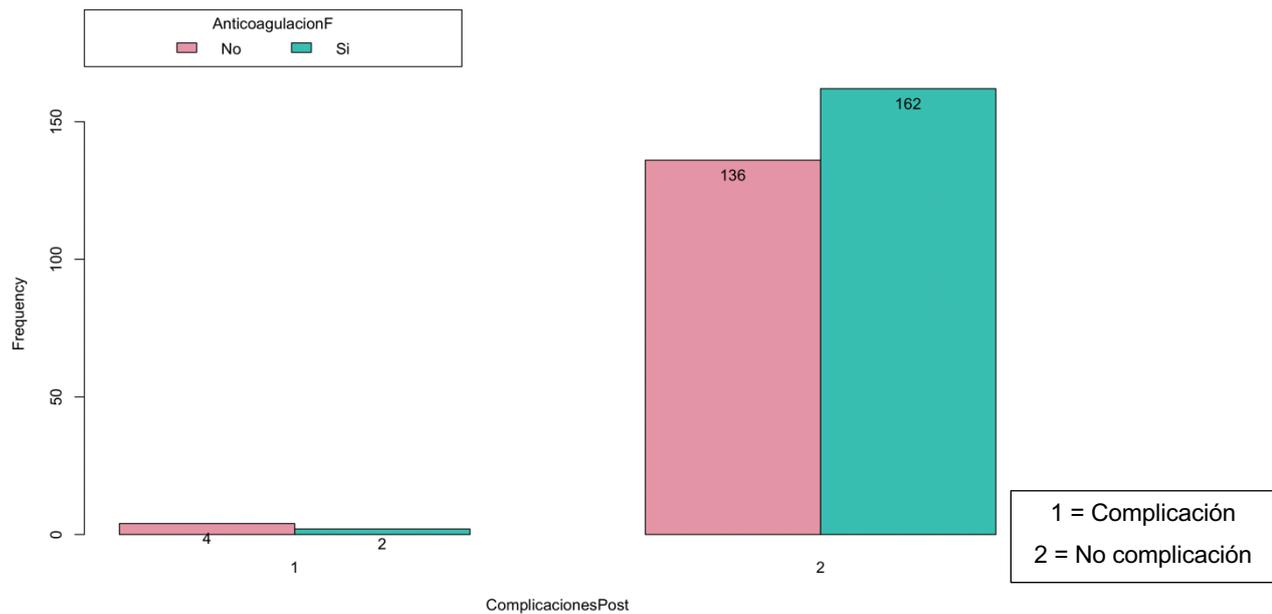


Ilustración 24. Presencia de complicaciones postprocedimiento según anticoagulación.

5.2. Inferencia estadística

5.2.1. Estudio de la relación de la anticoagulación con la presencia de complicaciones intraprocedimiento y posprocedimiento.

A continuación, se va a proceder a efectuar el análisis estadístico para determinar si la anticoagulación representase un factor de riesgo en cuanto a la presencia de complicaciones en los sujetos sometidos a un cateterismo cardiaco derecho. Para ello, se plantea el siguiente contraste de hipótesis:

- *H0: la probabilidad de tener una complicación durante un cateterismo cardiaco derecho o tras el procedimiento es independiente del estado de anticoagulación del paciente.*
- *H1: la probabilidad de que un sujeto desarrolle un acontecimiento adverso durante un cateterismo cardiaco derecho o tras el mismo es diferente en el grupo de sujetos anticoagulados que en el de aquellos que no lo están.*

La incidencia de complicaciones intra y posprocedimiento, en valores absolutos, queda reflejada en las Tablas 11 y 12, mientras que la representación gráfica se objetiva en las Ilustraciones 23 y 24. En el primer caso, las frecuencias muestrales 5,71% en los no anticoagulados y 5,43% en los anticoagulados son muy similares de donde se deduce la aceptación de H_0 . No obstante, en el segundo caso, se obtienen los valores de 2,86% en no anticoagulados y de 1,22% en anticoagulados, lo cual ya es una diferencia notable de forma relativa (más del doble) pero son frecuencias muy pequeñas y para que la diferencia fuese significativa se necesitaría un tamaño muestral muy grande.

Para llevar a cabo entre contraste de hipótesis entre dos variables cualitativas se emplea el test de chi-cuadrado, obteniéndose un p-valor de 0,9215 para las complicaciones intraprocedimiento y de 0,3062 para las complicaciones que acontecen tras el cateterismo; es decir, se acepta la hipótesis nula. Por lo tanto, no se puede establecer de forma significativa que la anticoagulación represente un factor de riesgo para la incidencia de complicaciones en sujetos que se realizan un cateterismo cardiaco derecho.

5.2.2. Estudio de la correlación entre los valores de PAPs estimados mediante ecocardiografía y los obtenidos a través de medición directa en un cateterismo cardiaco derecho

En este apartado, se procede a estudiar la relación entre los valores de PAPs obtenidos mediante la medición directa por cateterismo y los estimados a través de ecocardiografía. Para ello, en primer lugar, se representa gráficamente la muestra bidimensional de estas dos variables por medio de un diagrama de dispersión, como aparece en la Ilustración 25. En este gráfico, se observa la existencia de una relación entre las dos variables y que esta relación es lineal.

Posteriormente se realiza el siguiente contraste de hipótesis:

- H_0 : el coeficiente de correlación de Pearson (r) es 0, por lo tanto, no hay relación lineal.
- H_1 : el coeficiente de correlación de Pearson (r) es distinto a 0. Existe, por lo tanto, relación lineal.

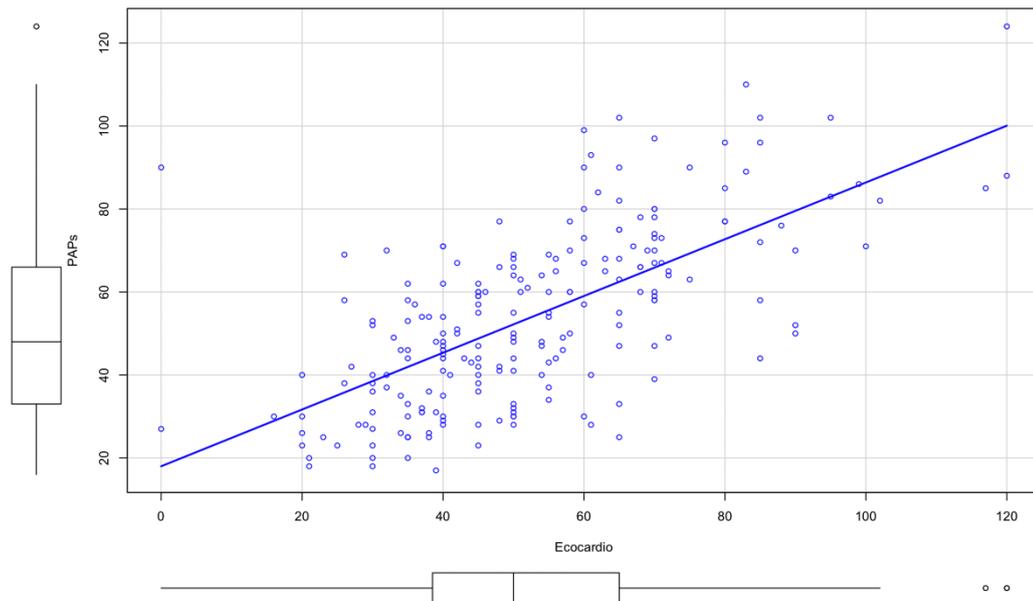


Ilustración 25. Diagrama de dispersión entre PAPs directa y PAPs estimada por ecocardiografía

En primer lugar, se calcula mediante el test de correlación el valor del coeficiente de correlación muestral y se obtiene $r=0,6565207$ con un intervalo de confianza al 95% de $(0,573 - 0,7265)$. Se realiza el contraste de hipótesis indicado y se obtiene un p-valor = $2,2 \times 10^{-16}$, prácticamente cero; por lo que se puede afirmar que existe relación lineal de forma estadísticamente significativa entre la PAPs estimada por ecocardiografía y la PAPs medida por cateterismo cardiaco derecho.

5.2.3. Evaluación de los valores de PAPs en función del sexo del paciente.

En este apartado, se va a estudiar si el sexo es un factor determinante sobre los valores de PAPs registrados de los pacientes de la muestra. En primer lugar, se debe analizar si la variable "PAPs" sigue una distribución

normal. Para ello, vamos a aplicar el test de Shapiro-Wilk para resolver el siguiente contraste de hipótesis:

- H_0 : la variable PAPs sigue una distribución normal.
- H_1 : la variable PAPs no sigue una distribución normal.

En este caso, el resultado del p-valor del test de Shapiro-Wilk es de 0,000001133; es decir, al 95% de confianza, se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta H_1 . Es decir, la variable PAPs no sigue una distribución normal. Esta idea se reafirma en la Ilustración 26 con la representación del gráfico Q-Q de cuantiles.

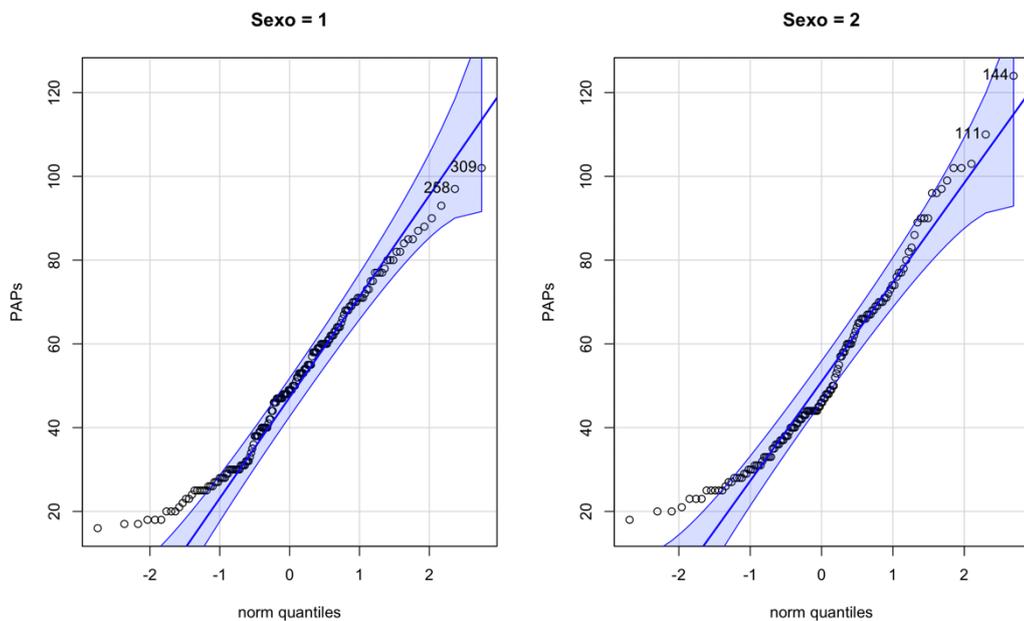


Ilustración 26. Gráfico Q-Q de distribución de la variable PAPs según sexo

Por lo tanto, vamos a aplicar un test no paramétrico como es el test de Wilcoxon para el contraste de hipótesis que se expone a continuación:

- H_0 : las medianas de la PAPs son iguales en ambos sexos.
- H_1 : las medianas de la PAPs son diferentes en función del sexo del paciente.

Si aplicamos el test de Wilcoxon, se aprecia que la mediana de la PAPs en varones es de 49mmHg mientras que en mujeres es de 46mmHg. No obstante, esta pequeña diferencia no es estadísticamente significativa puesto que el resultado del p-valor, al 95% de confianza, es 0,5388.

Esto se representa gráficamente por medio del diagrama de cajas que se adjunta como Ilustración 27.

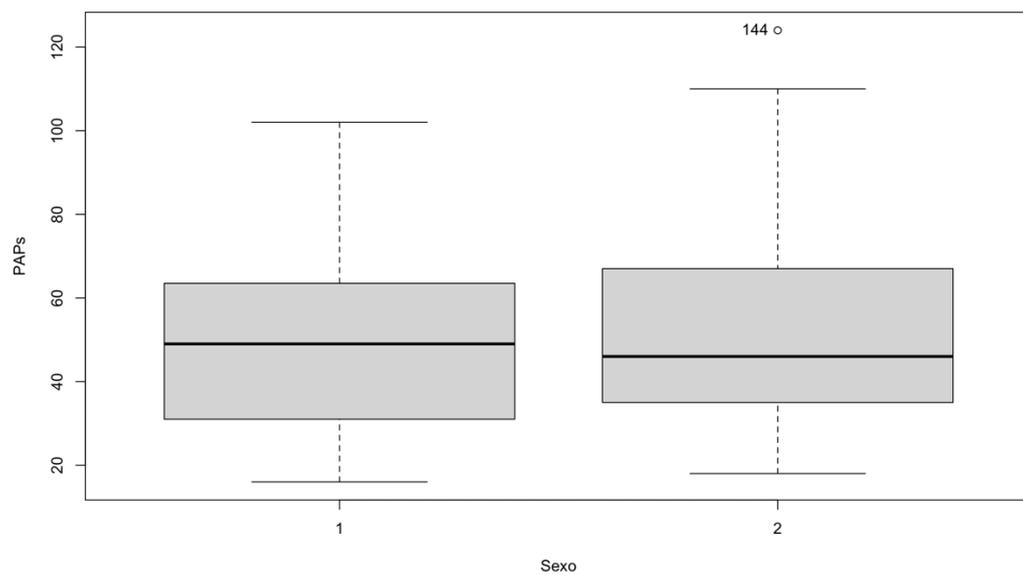


Ilustración 27. Diagrama de cajas de la variable PAPs según sexo.

6. DISCUSIÓN

Aunque su práctica se ha visto reducida en los últimos años como consecuencia del desarrollo y avance de las técnicas de imagen cardiológicas, el cateterismo cardiaco derecho continúa siendo una herramienta fundamental para la medición directa de diversos parámetros hemodinámicos que resultan de especial interés para el diagnóstico y manejo de patologías de la esfera cardiovascular (3). Es, por ello, que muchos de los pacientes se encuentran bajo tratamiento anticoagulante previo a la realización de este procedimiento (el 53,4% de los pacientes que conforman la muestra del estudio) y puede resultar de interés conocer de primera mano si es necesario suspender esta medicación, imprescindible para estos sujetos, o si se trata de una técnica lo suficientemente segura como para que pudiera ejecutarse con total seguridad sin necesidad de interrumpir la anticoagulación.

Además, cada vez es más común la presencia de pacientes anticoagulados con fármacos de acción directa (en torno al 30% de los sujetos de la muestra), para los que se están desarrollando nuevos reversiones que, en situaciones de emergencia, podrían comenzar a emplearse.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se objetiva que la incidencia global de complicaciones intraprocedimiento es del 5,57% y postprocedimiento del 1,97%, siendo incluso superior en el grupo de pacientes sin tratamiento anticoagulante (5,71% y 2,86%, respectivamente) que en el de sujetos que se encuentran tomando esta medicación (5,43% intracateterismo y 1,22% postcateterismo).

No obstante, estas diferencias no son estadísticamente significativas, por lo que no se puede establecer que la anticoagulación represente de forma fiable un factor protector para la incidencia de complicaciones secundarias al procedimiento. Estos resultados son

superponibles a los obtenidos en estudios basados en la realización de cateterismos cardíacos izquierdos vía transradial (21)(22).

Estas complicaciones son, en su mayor medida, operador-dependiente, consecuencia de errores técnicos atribuibles al propio procedimiento más que a otros factores subyacentes. Cabe destacar que, en la mayoría de los casos, se trataron de complicaciones leves que no supusieron riesgo alguno para el paciente, a excepción de un caso de neumotórax secundario a la canalización de la vía venosa central yugular y otro de ictus isquémico de la arteria cerebral media probablemente relacionado con la suspensión del tratamiento anticoagulante.

Asimismo, se ha analizado el acceso predominante empleado para la realización del cateterismo y en el 96% de los mismos, la vena canalizada es la yugular interna ya que su localización y su canulación guiada por ecografía permiten que se trate de un vaso accesible con una menor tasa de complicaciones.

Con respecto a las variables secundarias, se puede objetivar que la ecocardiografía resulta una herramienta útil para el cribado de los pacientes puesto que los resultados de la PAPs estimados por dicha prueba presentan una relación lineal positiva bastante óptima ($r = 0,67$) con los valores obtenidos de PAPs a través del cateterismo cardíaco derecho, siendo esta estadísticamente significativa. Estos valores concuerdan con los resultados obtenidos en los sujetos participantes del estudio REVEAL, el cual reflejaba un r de 0,56 y de la investigación llevada a cabo por D'Alto, en la cual se obtuvo un r de 0,77 (18)(19).

Las diferencias existentes entre los distintos valores pueden deberse a la falta de simultaneidad a la hora de la realización entre ambas pruebas, ya que, aunque en la mayoría de los casos la ecocardiografía se efectúa durante el ingreso de los pacientes en los días previos a la realización del

cateterismo, es común que en los pacientes ambulatorios dicha prueba se haya llevado a cabo con un tiempo prolongado de antelación. Asimismo, el estudio REVEAL contaba con una n de 1883 pacientes, mientras que el de D'Alto se realizó sobre 161 pacientes (18)(19). El estudio base de este Trabajo de Fin de Máster recoge datos de 309 pacientes, un dato intermedio entre los tamaños muestrales de ambos estudios.

Además, se debe hacer hincapié en que el sexo per sé no es un factor determinante en los valores de PAPs de los pacientes, existiendo una diferencia mínima no estadísticamente significativa entre los obtenidos en varones (49mmHg) que en mujeres (46mmHg).

Con el fin de determinar si realmente la anticoagulación se tratase de un factor protector para la incidencia de complicaciones en la realización de cateterismos cardiacos derechos, se deberían efectuar estudios experimentales, que cuenten con un mayor tamaño muestral, con el fin de obtener resultados fiables para establecer unas conclusiones más claramente establecidas.

7. CONCLUSIONES

1. La anticoagulación terapéutica, por sí misma, no representa un factor de riesgo para el desarrollo de complicaciones de carácter hemorrágico en los pacientes sometidos a la realización de un cateterismo cardiaco derecho aunque no se puede establecer de forma clara que sea segura su práctica sin la suspensión de dicho tratamiento.
2. La ecocardiografía representa una herramienta de cribado eficaz para la detección precoz de sujetos con hipertensión pulmonar, cuyos resultados posteriormente deberán ser confirmados mediante la realización de un cateterismo de cavidades derechas.
3. No existe relación entre el sexo y una mayor elevación de parámetros hemodinámicos como la presión sistólica de la arteria pulmonar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Grignola JC, Domingo E. Conceptos básicos en circulación pulmonar. *Rev Colomb Cardiol*. 2017;24(s1):3-10.
2. Krishnan A, Markham R, Savage M et al. Right Heart Catheterisation: How To Do It. *Heart, Lung and Circulation*. 2018;2722:1-8. Doi:10.1016/j.hlc.2018.08.005.
3. Callan P, Clark AL. Right heart catheterisation: indications and interpretation. *Heart*. 2016;102:1-11. Doi: 10.1136/heartjnl-2015-307786.
4. Galiè N, Humbert M, Vachiery JL, Gibbs S, Lang I, Torbicki A, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Respir J*. 2015;46:903-75.
5. Postigo A, Mombela T, Bermejo J, Fernández Aviles F. Hipertensión pulmonar. *Medicine – Programa de Formación Médica Continuada*. 2021;13(41):2359-70.
6. Simonneau G, Montani D, Celermajer DS et al. Haemodynamics definitions and updated clinical classification of pulmonary hypertension. *Eur Respir J*. 2019;53(1):1801913.
7. Ruiz Martín A. Definición y clasificación de la hipertensión pulmonar. En: *Protocolos de Actuación en Hipertensión Pulmonar*. Unidad Multidisciplinar de Hipertensión Pulmonar del Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid; Permanyer Editorial. 2022:p1-5.
8. Kouz K, Michard F, Bergholz A. Agreement between continuous and intermittent pulmonary artery thermodilution for cardiac output measurement in perioperative and intensive care medicine: a

- systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2021;25:125. Doi:10.1186/s13054-021-03523-7
9. Kolte D, Lakshmanan S, Jankowich MD et al. Mild Hypertension Is Associated With Increased Mortality: A Systematic Review and Meta-Analysis, *J Am Heart Assoc*. 2018;7:e009729. Doi: 10.1161/JAHA.118.009729
 10. Hoeper MM, Lee SH, Voswinckel R, Palazzini M et al. Complications of right heart catheterization procedures in patients with pulmonary hypertension in experienced centers. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48:2546-52.
 11. Rosenkranz S, Preston IR. Right heart catheterisation: best practice and pitfalls in pulmonary hypertension. *Eur Respir Rev*. 2015;24:642-652. Doi: 10.1183/16000617.0062-2015.
 12. Velázquez Martín MT, Olazábal Valiente AP. Diagnóstico hemodinámico: cateterismo cardiaco derecho y test agudo vasodilatador. En: *Protocolos de Actuación en Hipertensión Pulmonar*. Unidad Multidisciplinar de Hipertensión Pulmonar del Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid; Permanyer Editorial. 2022:p32-37
 13. Bradley A, Maron MD. Hemodynamics Should Be the Primary Approach to Diagnosis, Following and Managing Pulmonary Arterial Hypertension. *Can J Cardiol*. 2015;31(4):515-520. Doi: 10.1016/j.cja.2014.09.021.
 14. Pagnamenta A, Azzola A, Beghetti M et al. Invasive haemodynamic evaluation of the pulmonary circulation in pulmonary hypertension. *Swiss Med Wkly*. 2017;147:144-45.
 15. Haddad F, Zamanian R, Beraud AS et al. A Novel Non-Invasive Method of Estimating Pulmonary Vascular Resistance in Patients With Pulmonary Artery Hypertension. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(5):523-9.

16. Perez Zerpa D, Fernández A, Estigarribia J et al. Estimación de la presión arterial pulmonar mediante ecocardiografía. *Rev Urug Cardiol.* 2019;34:270-283. Doi: 10.29277//cardio.34.3.11.
17. Bossone E, D'Andrea A, D'Alto M, Citro R, Argiento P, Ferrara F et al. Echocardiography in pulmonary arterial hypertension: from diagnosis to prognosis. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26(1):1-14. Doi: 10.1016/j.echo.2012.10.009.
18. Harrison W, Aimee J, Dave P et al. REVEAL Registry: Correlation of Right Heart Catheterization and Echocardiography in Patients with Pulmonary Arterial Hypertension. *Congest Heart Fail.* 2011;17:56-63.
19. D'Alto, Romeo E, Argiento P et al. Accuracy and precision of echocardiography versus right heart catheterization for the assessment of pulmonary hypertension. *International Journal of Cardiology* 2013; 168 4058–4062.
20. Janda S, Shahidi N, Gin K et al. Diagnostic accuracy of echocardiography for pulmonary hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Heart.* 2011;97:612-622.
21. Sanmartin M, Pereira B, Rúa R et al. Seguridad del cateterismo diagnóstico transradial en pacientes anticoagulados de forma crónica con dicumarínicos. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60(9):988-91.
22. Hamon H, Mehta S, Steg PG et al. Impact of transradial and transfemoral coronary interventions on bleeding and net adverse clinical events in acute coronary syndromes. *Eurointervention.* 2011;7(1):91-97.
23. Padilla Morales V, Jiménez Bárcenas R. Manejo perioperatorio de tratamiento antitrombótico en cirugía no urgente. Comisión de Trombosis y Tratamiento Antitrombótico. Hospital Universitario Virgen del Rocío. 2019: 4-52.