

**FACTORES ASOCIADOS AL USO DE ASISTENCIA VENTRICULAR INTRAOPERATORIA EN
TRASPLANTE PULMONAR EN LA FUNDACION CARDIOINFANTIL, BOGOTÁ – COLOMBIA.
EXPERIENCIA DE 5 AÑOS.**

Dra. Laura Patricia Gutiérrez Soriano

Fellow de Anestesia Cardiovascular

Fundación Cardioinfantil

Dr. Juan Carlos Kling Gómez

Anestesiólogo Cardiovascular

Fundación Cardioinfantil

FUNDACIÓN CARDIOINFANTIL

INSTITUTO DE CARDIOLOGIA

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGÍA

Identificación del proyecto

Institución académica: Universidad del Rosario

Dependencia: Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud

Título de la investigación: Factores perioperatorios involucrados en la toma de decisión para la utilización de asistencia ventricular intraoperatoria en Trasplante Pulmonar en la Fundación Cardioinfantil, Bogotá – Colombia. Experiencia de 5 años.

Instituciones participantes: Fundación Cardioinfantil – Instituto de Cardiología

Tipo de investigación: Estudio Descriptivo - Retrospectivo

Investigador principal

Laura Patricia Gutiérrez Soriano

Anestesióloga Fundación Cardioinfantil

Fellow en Anestesia Cardiorácica

laurasoriano28@gmail.com

Investigadores asociados

Dr. Juan Carlos Kling Gómez, MD

Anestesiólogo Cardiovascular Fundación Cardioinfantil

Asesor clínico o temático: Dr. Juan Carlos Kling Gómez, MD

Asesor metodológico: Dr. Juan Carlos Kling Gómez, MD

Responsabilidad Institucional

“La Universidad del Rosario no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	7
1.1. Planteamiento del problema.....	8
1.2. Justificación.....	8
2. Marco Teórico	9
3. Pregunta de investigación	14
4. Objetivos	14
4.1. Objetivo general	14
4.2. Objetivos específicos	14
5. Metodología.....	15
5.1. Tipo y diseño de estudio:	15
5.2. Población.....	15
5.3. Tamaño de muestra	15
5.4. Criterios de selección	15
5.4.1. Criterios de inclusión	15
5.4.2. Criterios de exclusión	15
5.5. Variables	16
5.6. Plan de análisis	17
5.7. Control de Sesgos.....	17
5.8. Proceso de recolección de la información.....	18
6. Aspectos éticos	20
7. Administración del proyecto	21
7.1. Cronograma	21
7.2. Presupuesto	21
8. Resultados	22
9. Discusión	40
10. Limitaciones del Estudio.....	45
11. Conclusiones.....	46
12. Referencias	47
13. Anexos.....	51

Resumen

Introducción: En muchos centros alrededor del mundo se usa de manera rutinaria asistencia extracorpórea en Trasplante Pulmonar. En los que no, se estima que cerca del 30 – 40% de los pacientes requerirán algún tipo de asistencia extracorpórea advertida o no advertida. Es importante determinar tempranamente cual es el criterio mas relevante para el uso de asistencia extracorpórea en Trasplante Pulmonar.

Métodos: Se revisaron las historias de pacientes llevados a Trasplante Pulmonar de Enero 2014 a Mayo 2019(n=29). Se tomaron datos de la valoración pretrasplante que incluían test de caminata, gases arteriales y función biventricular. También se registraron datos obtenidos al inicio de la cirugía como función biventricular, presión de arteria pulmonar y gasimetría arterial. Adicionalmente se registraron las variaciones transoperatorias de estas variables y el impacto metabólico del uso de asistencia ventricular no advertida. Se realizó descripción de las características demográficas y clínicas con medidas de tendencia central. Se realizó un análisis para determinar el factor mas importante para uso de asistencia extracorpórea en Trasplante Pulmonar.

Resultados:El 20.6% de los pacientes presentaron cambios ecocardiográficos en la función ventricular derecha al momento de la inducción con respecto al ecocardiograma prequirúrgico. Todos los pacientes con disfunción ventricular derecha moderada o severa al inicio de la cirugía requirieron asistencia ventricular intraoperatoria y tuvieron compromiso metabólico con lactatos superiores.

Conclusiones: El factor mas importante para el uso de asistencia ventricular intraoperatoria en Trasplante Pulmonar es el compromiso moderado o severo de la función ventricular derecha evaluada mediante ecocardiografía transesofágica después de la inducción anestésica.

Palabras Clave: Trasplante Pulmonar, Oxigenación por Membrana extracorpórea, Circulación Extracorpórea, Función Ventricular Derecha.

Abstract

Background: Extracorporeal assistance in Lung Transplantation is routinely used in many centers around the world. In those who do not, it is estimated that about 30-40% of patients will require some type of extracorporeal assistance. It is important to determine in advance what is the most relevant criteria for the use of extracorporeal assistance in Lung Transplantation.

Methods: The medical records of patients who undergo Lung Transplant were review from January 2014 to May 2019 (n=29). Data from the pre-transplant assessment were also taken, including walk test, arterial blood gases and biventricular function. Data at the beginning of the surgery like biventricular function, pulmonary artery pressure and arterial blood gas were recorded on the process. The transoperative variations of these variables and the metabolic impact of the used of ventricular assistance were also recorded. Demographic and characteristics were described with measures of central tendency. An analysis was performed to determine the most important factor for the use of extracorporeal assistance in Lung Transplantation

Results: The 20.6% of the patients had echocardiographic changes in the right ventricular function at the time of induction in regards to the pre-surgical echocardiography. All the patients with moderate or severe right ventricular dysfunction at the beginning of surgery required intraoperative ventricular assistance and also had metabolic compromise with higher lactate.

Conclusions: The most important thing to decide intraoperative ventricular assistance in Lung Transplantation is the moderate or severe compromise of the right ventricular function evaluated by transesophageal echocardiography after anesthetic induction.

Keywords: Lung Transplantation, Extracorporeal Membrane Oxygenation, Cardiopulmonary Bypass, Right Ventricular Function.

1. Introducción

El Trasplante Pulmonar (TP) se ha convertido en una opción de manejo para pacientes con enfermedad pulmonar terminal (1). Los resultados de los pacientes llevados a trasplante pulmonar han mejorado de manera significativa en el tiempo logrando de esta manera disminuir la mortalidad (2). Esto es en parte, no solo a una selección mas cuidadosa y mejor optimización de los pacientes previo a trasplante, sino al uso de asistencias circulatorias extracorpóreas en el perioperatorio (3).

Muchos centros utilizan asistencia extracorpórea de rutina para la realización de los TP, mientras que otros lo realizan de rutina sin ningún tipo de asistencia; sin embargo, en estos últimos cerca del 30 – 40% de los pacientes van a requerir soporte circulatorio extracorpóreo bien sea de manera advertida o inadvertida (4). Los mecanismos mas conocidos de asistencia durante TP ya sea en el intra o en el postoperatorio son la Circulación Extracorpórea y el ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenator) por sus siglas en inglés. Este soporte perioperatorio previene la inestabilidad hemodinámica, evita la lesión por hiperperfusión del primer pulmón, mejorar la exposición quirúrgica y disminuye los tiempos operatorios, entre otros (5).

Es mandatorio para el equipo multidisciplinario conocer cuales son los factores preoperatorios e intraoperatorios para predecir de manera planeada la utilización de asistencia ventricular extracorpórea en Trasplante Pulmonar. Aunque no hay guías ni protocolos establecidos, muchos estudios mencionan las variables mas relevantes para decidir el uso de asistencias extracorpóreas en TP. Se ha demostrado que existe una diferencia metabólica y hemodinámica entre el uso electivo comparado con el uso no planeado de asistencia ventricular extracorpórea. Esto ha logrado modificar el pronóstico, pues al ser inadvertida su utilización, los criterios hemodinámicos son muy permisivos haciendo que la asistencia se inicie de manera muy tardía (6).

Con el presente estudio se evidencian los factores más importantes tenidos en cuenta a la hora de decidir la instauración de asistencia ventricular durante trasplante pulmonar para de esta manera hacer una detección más temprana de estos pacientes y un pronto inicio de la asistencia disminuyendo así los efectos deletéreos de su retraso.

1.1 Planteamiento del Problema

Existen indicadores preoperatorios para predecir el uso de asistencia extracorpórea durante el Trasplante Pulmonar y variables intraoperatorias para instaurar bypass no advertido. Se estima de manera global que alrededor del 50% de los trasplantes pulmonares requerirán algún tipo de asistencia extracorpórea pre, intra o postoperatoria. Sin embargo, los factores intraoperatorios para el uso de asistencia son diversos y varían entre los diferentes centros. Siendo el uso de asistencia no planeada o urgente uno de los factores que aumentan la morbimortalidad de estos pacientes. Por este motivo es importante describir los criterios que llevaron a usar asistencia extracorpórea en los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar en la Fundación Cardioinfantil. Bogotá – Colombia.

1.2 Justificación

El comportamiento hemodinámico y metabólico intraoperatorio de los pacientes llevados a Trasplante pulmonar con uso planeado de asistencia ventricular extracorpórea previene la inestabilidad hemodinámica, evita la lesión por hiperperfusión del primer pulmón, mejora la exposición quirúrgica y disminuye los tiempos operatorios, entre otros. La no utilización de asistencia ventricular extracorpórea genera impacto hemodinámico y metabólico en los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar.

Con este estudio se busca describir los factores mas importantes que llevaron al uso asistencia ventricular en los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar de la Fundación Cardioinfantil y de esta manera identificar los pacientes que tempranamente se benefician del uso de asistencia extracorpórea, logrando disminuir el impacto metabólico y hemodinámico de la asistencia no planeada.

2. Marco Teórico

El Trasplante Pulmonar es una alternativa terapeutica en pacientes con patología pulmonar en estadio final de la enfermedad que son refractarios a manejo medico (7). Cada vez es mayor el numero de trasplantes pulmonares que se realizan alrededor del mundo. Sin embargo, debido a la escasa cantidad de donantes, la lista de espera para trasplante pulmonar aumenta progresivamente. La mortalidad de los pacientes en lista de espera se estima en un 20% durante el primer año y un 40% a partir del segundo año. El puntaje de asignación pulmonar, o LAS por sus siglas en Ingles (Lung Allocation Score), fue adoptado en 2005 por la UNOS (United Network for Organ Sharing) para priorizar los candidatos que estuvieran con mayor riesgo de morir y en quienes se considerara un beneficio mayor al esperado con el trasplante pulmonar (8). En nuestro medio aun no se ha creado este patrón de selección y de ahí la mortalidad en lista de espera.

2.1 Lista de Espera y Criterios para Trasplante Pulmonar

El tiempo optimo para lista de espera varia alrededor del mundo. La recomendación actual es entrar en lista a los pacientes tan pronto muestren una respuesta clínica inadecuada a la terapia médica óptima, incluyendo prostanoides parenterales, severo compromiso hemodinamico (Indice cardiaco < 2 L o presión de auriculares derecha > 15 mmHg), caminata de 6 minutos con distancia < 350 m o signos de falla cardiaca derecha. Los pacientes no deberían ser puestos en lista de espera activa para trasplante pulmonar hasta que no se hayan agotado todas las otras opciones de tratamiento y el riesgo beneficio favorezca el procedimiento quirúrgico sobre el manejo médico (9). De igual manera una vez entrados en lista de espera, se debería realizar una valoración multidisciplinaria periódica con el fin de detectar progresión de la enfermedad sistémica y/o pulmonar que cambie la condición pre o intraoperatoria del trasplante pulmonar.

2.2 Uso de Tecnologías Extracorpóreas en Trasplante Pulmonar

El uso de tecnologías extracorpóreas se ha extendido en los últimos 20 años. El soporte vital extracorporeo, conocido como ECMO (Membrana de oxigenación extracorpórea) es un dispositivo

que genera intercambio gaseoso de manera externa en al cuerpo generando soporte cardiorespiratorio para pacientes con falla cardiaca y/o respiratoria severa (10,11). Teniendo en cuenta que las principales causas de mortalidad en el periodo postoperatorio inmediato de Trasplante Pulmonar son la disfuncion primaria del injerto y las alteraciones cardiovasculares, el uso de estas tecnologías extracorporeas permite disminuir la morbimortalidad de los pacientes llevados a trasplante pulmonar. De los pacientes que son trasplantados, hasta el 25% desarrollan disfuncion primaria del injerto, lo cual aumenta 8 veces la mortalidad a 30 días (12).

En el periodo pretrasplante pulmonar, de acuerdo a la ELSO (Extracorporeal Life Support Organization por sus siglas en ingles) de 2016, aproximadamente 10,601 adultos han sido tratados con ECLS para falla respiratoria desde 1990 con una sobrevivida cercana al 58%. De la base de datos comprendida desde 1990 – 2016, se incluyero 1066 pacientes de trasplante pulmonar o en lista de espera para trasplante pulmonar, fueron soportados con ECLS en el periodo pre, Peri o postoperatorio con una sobrevivida global del 65% a la salida del hospital (10). El requerimiento de soporte mecánico extracorporeo durante el trasplante pulmonar, depende de la función ventricular derecha, el grado de hipertensión pulmonar, y la capacidad de tolerar o no la ventilación unipulmonar (7).

2.3 ECMO vs Bypass Cardiopulmonar en Trasplante Pulmonar

Se estima que alrededor del 50% de los trasplantes pulmonares alrededor del mundo usan bypass cardiopulmonar, sin embargo el uso de ECMO ha ido aumentando en los ultimo años. El uso de ECMO en trasplante pulmonar mejora la oxigenación y ventilación. A diferencia del uso de BCP, requiere menos anticoagulacion y el circuito es mas pequeño. De igual manera, el uso de ECMO disminuye la tasa de complicaciones pulmonares y renales. Permite realizar una reperfusion controlada, prevenir el y se protegen los injertos pulmonares de lesión por hiperperfusión (13, 14). Adicionalmente mejora la estabilidad hemodinamica intraoperatoria y con eso se previene la acidosis. Ademas de otorgar un soporte inmediato de oxigeno en pacientes severamente hipoxemicos y/o acidoticos, brinda protección pulmonar, ya que permite usar estrategias de ventilación mecánica menos lesivas mediante la disminucion de las presiones en vía aérea y de la concentración de oxigeno suministrada.

Bates y cols, reportan su experiencia con el uso rutinario de BPC y esternotomia media en TP en 208

pacientes. Si bien los resultados a corto plazo demostraron ser mejores con el uso de BPC; a largo plazo (3 años) la supervivencia fue similar en los dos grupos. Sin embargo hacen énfasis en los beneficios de instauración temprana de BPC con esternotomía media, que incluyen tiempo de isquemia fría menor durante la implantación de los injertos, mayor control hemodinámico y reperfusión controlada, se evita la ventilación unipulmonar de el injerto pulmonar recién implantado y la ventaja que incluye auriculotomía izquierda para la implantación de los venas pulmonares sin ser necesario uso de clamp (15).

Varios estudios han comparado la eficacia de uso de ECMO vs BPC en TP, si bien, la calidad de la evidencia debe interpretarse con cuidado debido a la falta de estudios aleatorizados controlados, Dimitrios y Cols, en un metanálisis que incluyó 786 pacientes, sugieren que el uso de ECMO intraoperatorio está asociado con mayor eficacia y seguridad con respecto a resultados a corto plazo comparado con uso de BPC (16).

2.4 Criterios para uso de ECMO en Trasplante Pulmonar y Complicaciones

El empleo de ECMO en TP puede instaurarse en 3 periodos del perioperatorio: como puente a trasplante, que por disponibilidad de donantes no aplica en nuestro medio y en el cual no se centra la revisión. Los otros dos periodos incluyen el intraoperatorio y el postoperatorio. Desafortunadamente, no existen guías universalmente aceptadas y las decisiones individuales de cada caso son adoptadas por cada institución y su protocolo. La selección inapropiada de pacientes y el retraso en la instauración del ECMO han sido predictores de mal pronóstico. Estos dispositivos extracorpóreos deben implantarse de una forma precoz para evitar un importante deterioro clínico y tener mayor probabilidad de reversibilidad del daño pulmonar y multiorgánico (1, 10).

El uso de ECMO intraoperatorio no está exento de complicaciones, como sangrado y complicaciones vasculares. Por lo tanto, aparte de los pacientes con ECMO preoperatorio o pacientes con hipertensión pulmonar que requieren a priori uso de ECMO intraoperatorio, la indicación de ECMO intraoperatoria en el resto de los pacientes debe ser evaluada cuidadosamente y las condiciones cardiopulmonares deben ser optimizadas al inicio del trasplante (17).

En el periodo preoperatorio inmediato se deben tener en cuenta criterios respiratorios y hemodinámicos para definir el uso de ECMO previo a la implantación de los injertos pulmonares. Ver tabla (2). Condiciones como hipercapnia refractaria, hipertensión pulmonar refractaria a manejo medico o falla respiratoria hipoxemica (usualmente PaCo2 > 80 mmHg y PAFI < 80 mmHg) son indicaciones de ECMO intraoperatorio. La disfuncion primaria del injerto que tiene una incidencia de 13% - 35%, caracterizada por hipercapnia, presiones de arteria pulmonar elevadas, infiltrados en la radiografía de tórax y disminución de la compliance pulmonar en las primeras 72 horas post trasplante son indicaciones de asistencia extracorporea en el postoperatorio o tambien conocido como ECMO de rescate post trasplante pulmonar (14,18,19).

Tabla 1. Criterios de Membrana de Oxigenación Extracorpórea en Trasplante Pulmonar

Criterios Respiratorios	Entrada Rápida	PaO2 < 50 mmHg durante 2 horas FiO2 1 PEEP > 5 cm H2O
	Entrada Lenta	PaO2 < 50 mmHg durante 12 horas FiO2 > 0.6, PEEP > H2O
	Otros Criterios	Shunt Intrapulmonar > 30% con FiO2 > 0.6 y Compliance < 0,5 mL/cmH2O/kg
Patología Obstructiva de Vía aérea	Hipercapnia Severa no corregible pH < 7 Presión Teleinspiratoria > 45 mmHg	
Criterios Hemodinámicos	Índice Cardíaco < 1,8 – 2 l/m/m2 Presión en Cuña > 20 mmHg Presión Arterial < 90 mmHg	

Tomado de Vicente R. 2013;37(2):110-5.

De esta manera, varios estudios han descrito el impacto que tiene el uso de asistencias ventriculares extracorporeas en Trasplante Pulmonar. Dalibon y cols, en una serie de casos, describen la experiencia con el uso de BPC planeado VS no planeado en TP. De los 140 pacientes llevados a TP, 23 pacientes (16%) fueron realizados con BPC. De estos, 11 casos fueron planeados y 12 casos fueron no planeados. De los casos que no fueron planeados las causas mas comunes para uso de BPC fueron las dificultades tecnicas para la neumonectomía y la falla ventricular derecha (20).

Fuera de las indicaciones previamente descritas para uso de asistencia extracorporea en trasplante pulmonar, el uso de BPC tiene una indicación adicional y es el trasplante bipulmonar en bloque (21). Sin embargo se ha documentado una disfuncion del injerto mas temprana debido a la activación de mediadores inflamatorios, aumento de los tiempos quirúrgicos y de isquemia, mayor ventilación

postoperatoria, aumento de edema pulmonar y aumento de la mortalidad, así como aumento del sangrado debido a la heparinización sistémica. Adicionalmente tiene una desventaja y es su imposibilidad para continuar con el soporte circulatorio en el periodo postoperatorio (5,7). Por las ventajas de el uso de BPC mencionadas previamente, el ECMO ha reemplazado el uso de BPC como a primera opción en soporte intraoperatorio durante trasplante pulmonar en muchos centros alrededor del mundo (14,22).

2.5 Contraindicaciones para uso de ECMO en Trasplante Pulmonar

Las contraindicaciones para el uso de ECMO se encuentran ampliamente descritas en la literatura. Patologías terminales, lesiones de sistema nervioso central irreversibles, procedimientos de Neurocirugía recientes o hemorragia intracraneal, inmunodeficiencia, disfunción miocárdica crónica no candidato a trasplante, falla orgánica múltiple, patologías orgánicas crónicas tipo cirrosis o falla renal, maniobras avanzadas de reanimación sin adecuada perfusión tisular, disecciones aórticas no corregidas, baja red de apoyo o patologías psiquiátricas, han sido catalogadas dentro de las contraindicaciones absolutas para el uso de ECMO (23-26). La presencia de insuficiencia aórtica severa es una contraindicación absoluta para el uso de ECMO. El grado de insuficiencia puede empeorarse debido a un aumento en la poscarga del ventrículo izquierdo. Sin embargo la eficacia del ECMO en insuficiencia aórtica moderada continúa siendo tema controversial (26).

Cada vez es más frecuente el uso de asistencia extracorpórea en pacientes llevados a trasplante pulmonar. Una valoración multidisciplinaria periódica y tener absoluta claridad de las indicaciones para entrar estos pacientes en ECMO en el periodo preoperatorio inmediato es de vital importancia para desenlaces favorables en el postoperatorio.

3. Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los criterios que determinan la instauración de asistencia ventricular extracorpórea, ya sea ECMO o Bypass Cardiopulmonar, durante la realización de Trasplante Pulmonar en la Fundación Cardioinfantil?

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

- Describir cuales son los criterios y valores umbrales para la instauración de asistencia extracorpórea en los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar en la Fundación Cardioinfantil.

4.2 Objetivos Específicos

- Describir la relación que existe entre las diferentes patologías pulmonares y el uso de asistencia circulatoria extracorpórea intraoperatoria.
- Describir el comportamiento del lactato al final del procedimiento en los pacientes que usaron asistencia ventricular extracorpórea y mencionar si se observó diferencia en los pacientes en que no requirieron el soporte extracorpóreo.
- Mencionar la relación entre los metros caminados y el porcentaje de desaturación en el Test de caminata de 6 minutos en los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar con uso de asistencia ventricular extracorpórea.
- Establecer la relación entre la presión de arteria pulmonar y la función ventricular izquierda reportada en Ecocardiograma y Cateterismo con la necesidad de asistencia ventricular intraoperatoria.
- Establecer la relación entre la presión de arteria pulmonar y la función ventricular izquierda durante la Inducción Anestésica con la necesidad de asistencia ventricular intraoperatoria.
- Describir los criterios intraoperatorios que obligan a utilizar asistencia ventricular intraoperatoria en pacientes en los cuales no se encontraba indicado su uso.

5. Metodología

5.1 Tipo de Estudio: Descriptivo, Serie de Casos

5.2 Población de Referencia: Pacientes de la Fundación Cardioinfantil

5.3 Tamaño de Muestra: La muestra la constituirá el 100% de los Trasplantes pulmonares realizados en la Fundación Cardioinfantil de Bogotá – Colombia, realizados en el periodo comprendido entre enero de 2014 y marzo de 2019

5.4 Criterios de Selección

5.4.1 Criterios de Inclusión

- Pacientes sometidos a Trasplante pulmonar en la Fundación Cardioinfantil de Bogotá – Colombia, realizados en el periodo comprendido entre enero de 2014 y marzo de 2019

5.4.2 Criterios de Exclusión

- Pacientes candidatos a Trasplante pulmonar quienes fallezcan o sean cancelados luego de la inducción anestésica.

5.5 Variables

Variables					
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Unidad de Medida
Sexo	Genero sexual del paciente	Masculino o Femenino	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Femenino= 0 Masculino=1
Edad	Tiempo de vida del paciente	Años de vida desde el nacimiento	Cuantitativa	Continua	Años
ECMO Intraoperatorio	Asistencia circulatoria extracorpórea	Membrana de Oxigenación Extracorpórea	Cualitativa	Nominal	No= 0 Si = 1
Bypass Intraoperatorio	Asistencia circulatoria extracorpórea	Circulación Extracorpórea	Cualitativa	Nominal	No= 0 Si= 1
Oxígeno en Test de Caminata	Consumo de oxígeno del paciente previo al trasplante	Consumo de oxígeno por minuto en test de caminata de 6 minutos.	Cuantitativa	Continuo	Litros/minuto
Presión Arterial Oxígeno	Presión arterial de O2 antes del trasplante	Presión parcial de oxígeno medido en sangre arterial	Cuantitativa	Continuo	Milímetros de Mercurio (mmHg)
Presión Arterial de CO2	Presión arterial de CO2 antes del trasplante	Presión parcial de dióxido de carbono medido en sangre arterial	Cuantitativa	Continuo	Milímetros de Mercurio (mmHg)
Saturación de Oxígeno	Saturación arterial de Oxígeno antes del trasplante	Porcentaje de Saturación de hemoglobina con Oxígeno	Cuantitativa	Continuo	Porcentaje (%)
Función Ventricular Derecha	Función del Ventrículo derecho antes del trasplante	Función sistólica y diastólica del ventrículo derecho	Cualitativa	Nominal	Normal = 0 Dsiminuida = 1
Función Ventricular Izquierda	Función del Ventrículo izquierdo antes del trasplante	Función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo	Cuantitativa	Continuo	Porcentaje (%)
Presión Arteria Pulmonar	Presión arterial pulmonar antes del trasplante	Presión arterial pulmonar sistólica, diastólica y media	Cuantitativa	Continua	Milímetros de mercurio (mmHg)
pH	Ph en sangre arterial previo al Trasplante	Concentración de Hidrogeniones en sangre arterial	Cuantitativa	Continua	Log10. Logaritmo Negativo de Base 10

5.6 Plan de Análisis

El análisis estadístico descriptivo fue expresado en medidas simples de composición, distribución de variables y porcentajes. Para algunas de las variables se proporcionaron, razones, promedios, y medidas de tendencia central y de dispersión, moda media, mediana y desviación estándar. Además, se realizarán medidas de asociación para establecer la significancia estadística entre algunas variables. Las comparaciones entre grupos fueron realizadas con análisis de varianza, test de U de Mann Whitney o test de Fischer según sean apropiados. Un valor de $p < 0,05$ será considerado estadísticamente significativo. El análisis estadístico será realizado en el software epidemiológico Epi Info versión 7.

5.7 Control de Sesgos

El presente estudio por su naturaleza está sujeto a presentar sesgos de selección e información. El sesgo de selección se intentó minimizar incluyendo todos los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar en la Fundación Cardioinfantil desde el inicio del programa en Enero 2015, con el fin de que el número de casos seleccionados permitieran efectivamente evidenciar las características objeto de estudio.

Para disminuir al máximo el sesgo de selección se formularon unos criterios de selección específicos y se empleó el instrumento de recolección de datos estandarizado que solo fue manejado por los investigadores quienes se encargaron de la recolección de los datos, la tabulación de los mismos y la presentación de los resultados. De igual manera el análisis estadístico fue realizado por un epidemiólogo profesional experto, ajeno al contexto clínico del estudio para disminuir riesgo de sesgo y error.

5.8 Proceso de recolección de Información

Una vez obtenida la aprobación del Comité de Ética e Investigación de la Fundación Cardioinfantil, se revisarán las historias clínicas de los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar desde Enero 2014 hasta Marzo de 2019.

La recolección de la información se llevará a cabo por la investigadora principal, en formato en físico (Anexo 1). Se revisará una a una las historias clínicas de cada uno de los pacientes sometidos a Trasplante pulmonar en la Fundación Cardioinfantil de Bogotá. Una vez completada la revisión de la totalidad de las historias, se procederá a validar la información en Epi Info 7 para posteriormente realizar análisis estadístico.

La revisión de las historias se realizará únicamente por el investigador principal, quien tiene acceso a la historia clínica electrónica de Servinte Clinical Suit. Se revisarán registros de Anestesia, nota operatoria e historia clínica de Unidad de Cuidado Intensivo. Adicionalmente se revisarán los paraclínicos del estudio pretrasplante, incluido test de Caminata de 6 minutos, para lo cual se contará con acceso a dicha historia en físico por parte de Fundación Neumológica Colombiana y Unidad de Cuidado Intensivo.

Para la evaluación de los Ecocardiograma y Cateterismo Cardíaco pretrasplante, se realizará la revisión en los estudios pretrasplante de cada paciente y adicionalmente se corroborará con la información encontrada en el servidor Estensa 2.0, para lo cual se cuenta con acceso institucional.

Los momentos de medición de paraclínicos e imágenes diagnósticas se realizarán de la siguiente manera:

Datos prequirúrgicos:

- Último Ecocardiograma Transtorácico/Transesofágico realizado en la Fundación Cardioinfantil previo al Trasplante Pulmonar
- Último Cateterismo Cardíaco realizado en la Fundación Cardioinfantil previo al Trasplante Pulmonar

Último Test de Caminata realizado en la Fundación Neumológica Colombiana previo al Trasplante Pulmonar.

Datos Transoperatorios:

- Inducción Anestésica: Desde la monitorización del paciente según las recomendaciones de la ASA, mas monitoria invasiva adicional pertinente al Trasplante Pulmonar, hasta la parada de Seguridad e Inicio de Cirugía.
- Primeros Gases Arteriales tomados con la Inducción Anestésica
- Hallazgos de ECO TE realizados en el periodo correspondiente a la Inducción Anestésica descrito en el record de Anestesia que incluyen: Función ventricular derecha e Izquierda, FEVI.
- Primer Valor de Presión Sistólica de Arteria Pulmonar reportado en record de Anestesia una vez puesto catéter de Swan Ganz en el periodo de Inducción Anestésica.
- Últimos Gases Arteriales tomados al finalizar la Cirugía reportados en el record de Anestesia. Previo al Traslado a la Unidad de Cuidado Intensivo Medico

En los casos en los que por algún motivo no se encuentre la historia clinica completa de manera electronica, se procederá a solicitar la historia clinica en archivo con respectiva autorización de Jefe de Departamento.

La recolección de la información proveniente de las historias clinicas, sera de carácter netamente investigativo.

6. Aspectos Éticos

Dado que se trata de un proyecto de investigación de carácter descriptivo, retrospectivo que emplea el registro de datos a través de procedimientos comunes y sin modificar conductas anestésicas ni quirúrgicas usuales, según el Artículo N. 11, Resolución 008430 de 1993 del REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE SALUD EN MATERIA DE INVESTIGACIÓN PARA LA SALUD, Título II, Capítulo 1, se consideró este proyecto de investigación como una “investigación de riesgo mínimo”. Se sometió el protocolo a evaluación y aprobación por parte del Comité de Ética de la Fundación Cardioinfantil para poder autorizar su ejecución. Así mismo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Parágrafo primero del Título II, Capítulo 1 de la misma resolución, el comité de ética determinó que por ser una investigación con riesgo mínimo que no implicaba cambios en las conductas sobre el paciente, no requería consentimiento informado escrito.

Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los participantes y se codificó la información en la base de datos de tal manera que no fuera identificable información sensible o personal del paciente. Se garantizó la protección de los registros físicos, a los cuales no tuvieron acceso personas diferentes a los autores involucrados en el proyecto y los cuales no tuvieron identificadores personales de los participantes. No se utilizó la información y datos recolectados para fines diferentes a los del presente estudio.

7. Administración del Proyecto

7.1 Cronograma

	04/19	05/19	06/19	07/19	08/19	09/19	10/19	11/19	12/19
Revisión de la Bibliografía y Elaboración del Protocolo									
Revisión de Historias y Recolección de datos									
Tabulación y Análisis de Datos									
Publicación de Resultados									

7.2 Presupuesto

DETALLE	COSTO
Gastos de papelería	\$ 200.000
Asesoría Metodológica	\$ 0
Análisis Estadístico	\$ 1.000.000
Imprevistos	\$ 500.000
Total:	\$ 1.700.000

8. Resultados

Descripción General

En el periodo comprendido entre Enero de 2015 y Mayo de 2019 se realizaron en la Fundación Cardioinfantil 29 Trasplantes Pulmonares, de los cuales el 58.62% (n=17) fueron hombres y 41.38% (n=12) mujeres, con edades comprendidas entre los 19 y los 67 años (Media:49.9, DS:12.1). La indicación mas frecuente para Trasplante Pulmonar fue la Fibrosis pulmonar en un 55.17% (16 pacientes) seguido de EPOC tipo Enfisema 17, 24% (5 pacientes) y Linfangoileiomatosis 10,34% (3 Pacientes). De los trasplantes realizados 17.24% fueron unipulmonares (n=5) y 82.76% bipulmonares (n=24). Tabla 2. En dos pacientes se cambió la conducta intraoperatoria de trasplante bipulmonar a trasplante unipulmonar. El primero por desaturación luego de la reperusión del primer injerto. El segundo por no tolerar el clampeo para la implantación del segundo injerto. Para ese periodo de tiempo aun no se disponía de asistencia ventricular extracorpórea en la institución, por esta razón la mitad de los pacientes que requirieron asistencia fueron realizados con bypass cardiopulmonar.

Tabla 2. Descripción General

Características	Con Asistencia (n = 6)	Sin Asistencia (n = 23)
Género		
<i>Hombres</i>	5 (17,24)	12 (41,37)
<i>Mujeres</i>	1(3,45)	11 (37,93)
Edad Promedio, ± DS años.	48 ± 12,1	50 ± 10,2
Diagnóstico		
<i>Bronquiolitis</i>	0	2 (6,90)
<i>EPOC Enfisema</i>	0	11 (17,24)
<i>Fibrosis Pulmonar</i>	5 (17,25)	11 (37,92)
<i>Fibrosis Quística</i>	1 (3,45)	0
<i>Linfangoileiomatosis</i>	0	3 (10,45)
<i>Proteinosis Alveolar</i>	0	1 (3,45)
<i>Sarcoidosis</i>	0	1 (3,45)
Tipo Trasplante		
<i>Bipulmonar</i>	6(20,69)	18 (62,07)
<i>Unipulmonar</i>	0	5 (17,24)
Isquemia Fria		
<i>Primer Pulmón (min) ±</i>	274 ± 138	279 ± 80
<i>Segundo Pulmón (min)±</i>	380 ± 190	295 ± 172
Ventilación Mecánica POP (Dias)	5,5 ± 2	3 ± 1

Criterios Prequirúrgicos para utilización de asistencia ventricular

1. *Requerimiento de Oxígeno y Metros alcanzados en test de Caminata en relación a uso de asistencia ventricular extracorpórea.*

El promedio de requerimiento de oxígeno suplementario durante el test de caminata fue de 3 Litros, (Media: 2, DS \pm 3.33) con un rango de 0 a 15 litros. Al cruzar los requerimientos de oxígeno en el test de caminata con la necesidad de asistencia ventricular se encontró un chi cuadrado de 6,5095 con un df de 5 y una probabilidad de 0,2597. Solo dos pacientes tuvieron requerimientos de oxígeno superiores a 5lts, donde fue necesario incrementar la fracción inspirada a 40% y 50% con ventury. Los dos pacientes se encuentran vivos y solo uno de ellos requirió uso de asistencia ventricular intraoperatoria (Bypass Cardiopulmonar) debido a inestabilidad hemodinámica y dificultad para el mantenimiento de la ventilación y la oxigenación durante la implantación del injerto. Con los anteriores requerimientos de oxígeno durante el test de caminata se alcanzó un promedio de 446mts (Media:442, DS \pm 117) con un rango entre 146 y 681mts. (Tabla 3).

Los metros alcanzados en el test de caminata y la necesidad de asistencia ventricular reflejó un chi cuadrado de 25.0303 con un df de 25 y una probabilidad de 0,4607. Durante la realización del test se registró un cambio promedio en la saturación basal de 20 (Media:22, DS \pm 8.9) con respecto al valor basal, encontrando valores mínimos de saturación al final del test de ejercicio entre 45 y 83% (Promedio:70%). Las saturaciones mínimas se encontraron entre 45% y 83% (Prom:70%, Media: 72, DS \pm 7.9) sin encontrar correlación con la necesidad de utilización de asistencia ventricular. Todos los pacientes con saturaciones mínimas en el test de ejercicio inferiores a 68% pudieron se realizaron sin asistencia ventricular. (Tabla 3)

Los tiempos transcurridos entre la realización del Ecocardiograma y el Test de Caminata en el estudio pretrasplante y el Trasplante Pulmonar, tuvieron una amplia variabilidad entre los pacientes. (Tabla 3)

Tabla 3. Test de caminata y Uso de Asistencia Ventricular Extracorpórea

Variables	Con Asistencia (n=6)			Sin Asistencia (n=23)		
	Promedio	Media	DS	Promedio	Media	DS
Test de Caminata						
Requerimiento O2 (Litros)	4,3	3	±3,8	2,5	2	±3,1
Metros Alcanzados (mts)	443	409	±120	447	459	±119
Tiempo Transcurrido	Promedio	Media	DS			
Ecocardiograma (meses)	7,4	5	±6,7			
Test de caminata (meses)	11,5	9	±10,7			

2. Grado de Hipertensión Pulmonar y Disfunción Ventricular derecha preoperatoria

En cuanto al grado de hipertensión pulmonar preoperatoria y la necesidad de utilizar asistencia ventricular intraoperatoria no se encontró ninguna relación estadísticamente significativa ($p=0,499$). Se encontró una Presión arterial pulmonar media prequirúrgica medida por cateterismo entre 18 y 54mmHg (Media: 32.5, DS±8.2), y no se correlacionó con el uso de asistencia, pues los pacientes con las presiones de arterias pulmonares mas altas (mayores a 45mmHg) fueron realizados exitosamente sin asistencia ventricular. (Tabla 4)

El 65.52% de los pacientes tenía una función ventricular derecha normal por ecocardiografía en su última valoración pretrasplante, un 24.14% un compromiso leve de la función ventricular y tan solo el 10.35% tenía compromiso moderado o severo de la función ventricular derecha. (Tabla 4). No se encontró relación entre la función ventricular derecha preoperatoria y la necesidad de asistencia ventricular (Chi cuadrado: 13,6041, df: 3, probabilidad: 0,0035). El 50% de los pacientes que fueron sometidos a asistencia tenían función ventricular preoperatoria normal. (Tabla 4)

El único paciente con compromiso severo de la función ventricular izquierda preoperatoria por ecocardiografía fue sometido a asistencia ventricular con bypass cardiopulmonar con éxito y se encuentra vivo.

Tabla 4. Hipertensión Pulmonar y Función Ventricular Derecha Preoperatoria

Criterios Preoperatorios	Con Asistencia n=6 (%)	Sin Asistencia n=23 (%)
Presión Arteria Pulmonar		
<i>Normal</i>	0	4 (17,39)
<i>HTP Leve</i>	1 (16,67)	8 (34,78)
<i>HTP Moderada</i>	4 (66,67)	9 (39,13)
<i>HTP Severa</i>	1 (16,67)	2 (8,70)
Disfunción Ventricular Derecha		
<i>Normal</i>	3 (50)	16 (69,57)
<i>Compromiso Leve</i>	0	7 (30,43)
<i>Compromiso Moderado</i>	2 (33,33)	0
<i>Compromiso Severo</i>	1 (16,67)	0

Evaluación post-inducción anestésica

1. Tipo de Asistencia Ventricular

En la Fundación Cardioinfantil no se utiliza de rutina la asistencia ventricular para la realización de los trasplantes pulmonares, solo en aquellos pacientes que por su condición así lo requieren. El 20.69% de los pacientes (n=6) requirió algún tipo de asistencia ventricular mientras que en el 79.31% (n=23) se realizó la cirugía sin asistencia ventricular. En aquellos pacientes en los que se utilizó asistencia ventricular, el 50% (n=3) fueron realizados con ECMO y 50% (n=3) con bypass cardiopulmonar. De los pacientes estudiados, ninguno tenía instaurado ECMO preoperatorio y de los 3 que recibieron asistencia ventricular con bypass cardiopulmonar, uno se extendió con ECMO al postoperatorio. De los 3 que recibieron ECMO, uno fue retirado antes de salir de sala de cirugía.

De los pacientes trasplantados, 2 tenían algún tipo de contraindicación (Relativa) para la instauración de asistencia ventricular, que consistía en algún grado de insuficiencia valvular aortica al momento de la evaluación ecocardiográfica luego de la inducción anestésica. De estos dos pacientes, el primero pudo ser realizado con éxito sin asistencia ventricular, y el segundo requirió a pesar de la insuficiencia valvular aortica de grado moderado la instauración de asistencia ventricular (Tipo ECMO) por inestabilidad hemodinámica durante la implantación del injerto; en los dos casos el procedimiento quirúrgico fue exitoso y al día de hoy se encuentran vivos.

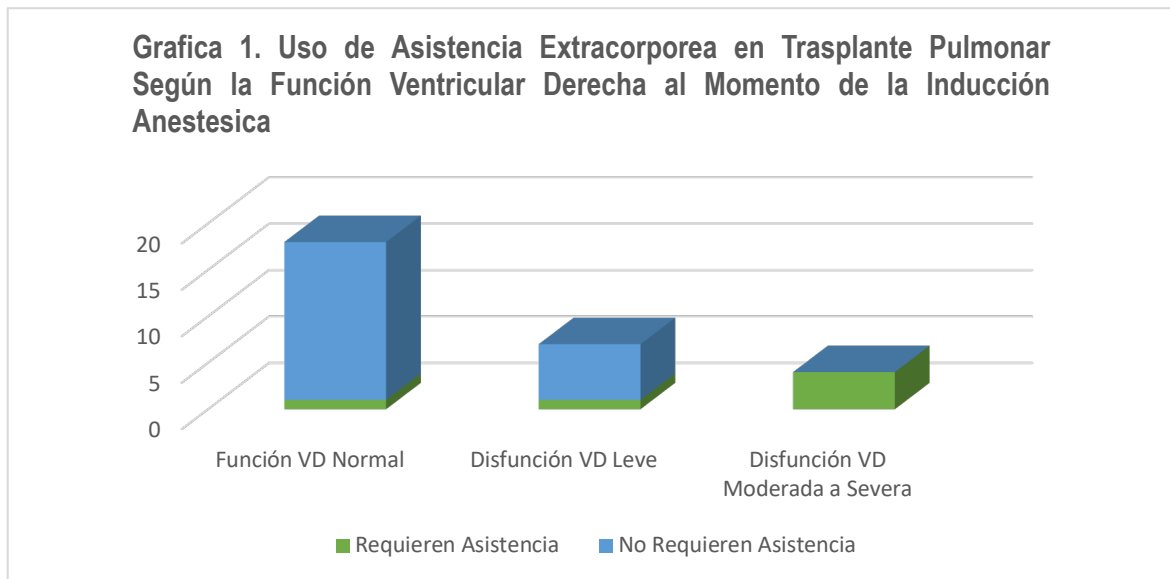
2. Grado de Disfunción Ventricular Derecha post inducción Anestésica

Los hallazgos por Ecocardiograma Transesofágico posterior a la inducción anestésica evidenciaron que en 5 de los 6 pacientes que requirieron asistencia ventricular se encontró algún grado de disfunción ventricular derecha, alcanzado significancia estadística con $p=0,004$. (Tabla 4).

Se utilizó asistencia ventricular extracorpórea en el 100% de los pacientes con disfunción ventricular derecha moderada y severa, mientras que solo uno de los pacientes con disfunción leve y uno con función ventricular normal requirieron de asistencia. (Grafica 1).

Tabla 4. Disfunción Ventricular Derecha post Inducción y Uso de Asistencia

Evaluación Post Inducción	Con Asistencia n=6	Sin Asistencia n=23
Disfunción Ventricular Derecha		
<i>Normal</i>	1 (16,67)	17 (73,91)
<i>Compromiso Leve</i>	1 (16,67)	6 (26,09)
<i>Compromiso Moderado</i>	2 (33,33)	0
<i>Compromiso Severo</i>	2 (33,33)	0



Al comparar la función ventricular de la valoración pretrasplante con la reportada en el ECO TE post inducción anestésica, se encontró que en el 72.42% (22 pacientes) mantenían la misma función prequirúrgica, mientras que en el 27.58% (7 pacientes) cambió el grado de función ventricular. Todos los pacientes que tenían disfunción moderada o severa en la valoración preoperatoria requirieron uso de asistencia extracorpórea. De igual manera, los pacientes que presentaron deterioro en la función ventricular derecha a moderada o severa en la valoración postinducción anestésica requirieron utilización de asistencia ventricular intraoperatoria. (Tabla 5)

Tabla 5. Variaciones de la Función Ventricular Derecha Prequirúrgica con Respecto a la Quirúrgica

Sin Cambios Ecocardiograficos (n=22)	Con Asistencia (n=3)	Sin Asistencia (n=19)
<i>Compromiso Severo</i>	1	0
<i>Compromiso Moderado</i>	1	0
<i>Compromiso Leve</i>	0	4
<i>Normal</i>	1	15
Con cambios Ecocardiograficos (n=7)	Con Asistencia (n=3)	Sin Asistencia (n=4)
<i>Compromiso Severo</i>	1	0
<i>Compromiso Moderado</i>	1	0
<i>Compromiso Leve</i>	1	2
<i>Normal</i>	0	2

3. Hipertensión Pulmonar post inducción Anestésica (Medida con Swan Ganz)

Al analizar la presión arterial pulmonar media medida con Swan Ganz en la valoración postinducción anestésica se encontró un promedio de 36mmHg, (Media: 34, DS \pm 14) con un rango entre 17 y 70 mmHg. Al correlacionar los valores de la presión de arteria pulmonar media con la necesidad de utilizar asistencia transoperatoria no se encontró significancia estadística. (Chi cuadrado: 25,9529, df: 22, probabilidad: 0,2537). Al hacer el análisis independiente entre aquellos que requirieron asistencia ventricular se observó que no necesariamente las presiones arteriales pulmonares medias mas altas se relacionaron con el uso de asistencia. Esto explicado por un paciente con presión de arteria pulmonar media de 65 mmHg que no requirió uso asistencia ventricular y paciente con 29 mmHg en que requirió asistencia extracorpórea. (Tabla 6)

4. Presión arterial media sistémica:

Al observar el comportamiento de la presión arterial media sistémica transoperatoria y en el periodo previo a la instauración de la asistencia ventricular se encontró que la presión arterial media mínima registrada en estas fases del procedimiento es en promedio 54mmHg (Media: 50mmHg, DS \pm 13.9) con un rango entre 38 y 85 mmHg, sin correlacionarse con el uso de asistencia extracorpórea. (Tabla 6)

5. Gasimetría Transoperatoria

En cuanto a la saturación arterial mínima de oxígeno (SaO₂ min) alcanzada por gasimetría durante el procedimiento quirúrgico se encontró un promedio de 84% (Media: 86%, DS \pm 12) Rango: 53 a 99%, y no se correlacionó la caída de la saturación arterial con la utilización de asistencia ventricular intraoperatoria (Chi cuadrado: 18,9101, df: 16, probabilidad: 0,2734). La presión arterial de oxígeno mínima (PaO₂ min) durante el procedimiento fue de 73 mmHg (Media:58 mmHg, DS \pm 59) Rango 36 a 346 mmHg y no mostró relación con el uso de asistencia ventricular. (Tabla 6)

La presión arterial de CO₂ máxima (PaCO₂ max) alcanzada durante el procedimiento fue de 59 mmHg (Media:58,6 mmHg, DS \pm 23,6) Rango 37 a 156 mmHg y no se encontró relación con la utilización de asistencia ventricular (Chi cuadrado: 18,342, df: 19, probabilidad: 0,4997). Como era de esperarse los valores máximos de CO₂ fueron alcanzados en aquellos pacientes que no fueron sometidos a asistencia ventricular, sin que este fuese un factor independiente para la utilización de asistencia ventricular. Niveles de PaCO₂ de 156 mmHg pudieron ser normalizados una vez reperfundido el injerto sin que el paciente requiriera asistencia ventricular. (Tabla 6)

El impacto metabólico de la cirugía evidenció un pH final promedio de 7.24 (Media: 7.24, DS \pm 0.09) Rango: 7.03 a 7.4, sin encontrar diferencia en los pH de salida en los diferentes grupos (Chi cuadrado: 14,3652, df: 18, probabilidad: 0,705). (Tabla 6). Tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa en el valor de pH y mortalidad. (Tabla 7) Los niveles de lactato al finalizar la cirugía fueron en promedio 5.2 (Media:5.2, DS \pm 2.7) con un rango entre 1.01 y 13.02. Al cruzar los valores de lactato al finalizar la cirugía con la necesidad de asistencia ventricular no se encontró correlación (Chi

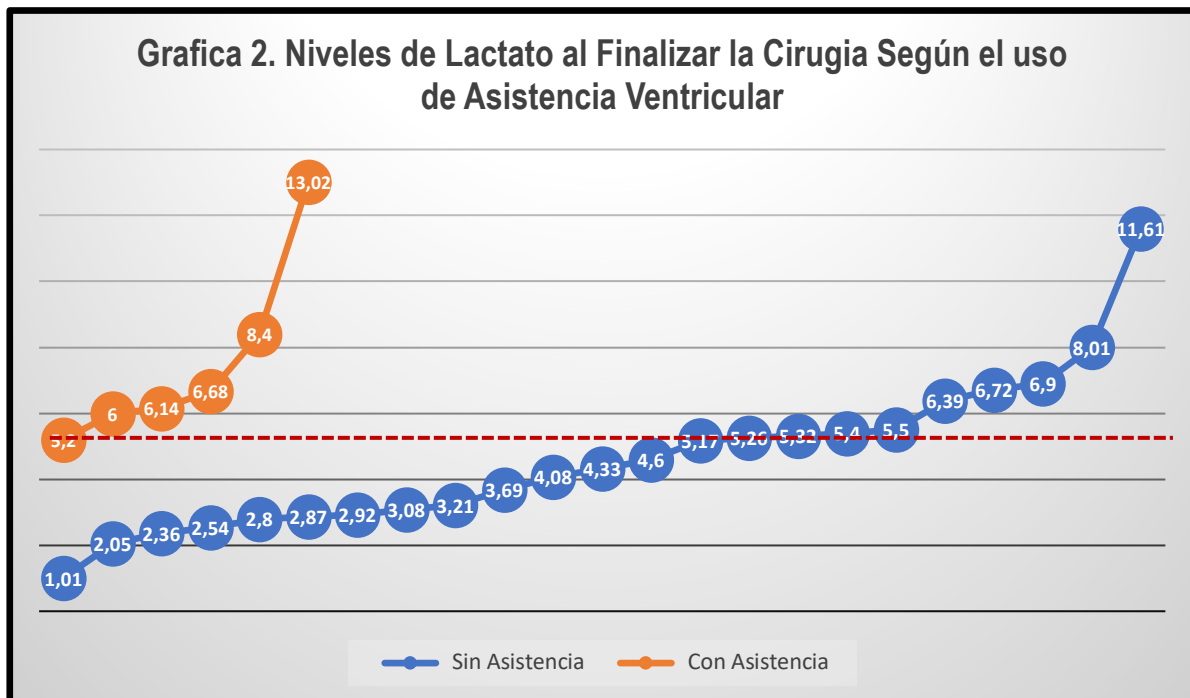
cuadrado: 29, df: 28, probabilidad: 0,4125), En el grupo de los pacientes sometidos a asistencia ventricular todos los valores de lactato al finalizar la cirugía fueron superiores a 6, mientras que en el grupo de los pacientes sin asistencia ventricular tan solo el 19% se encontró por encima de dicho valor. (Grafica 2)

Tabla 6. Variables Hemodinámicas y Gasimetría Intraoperatoria en relación a uso de Asistencia.

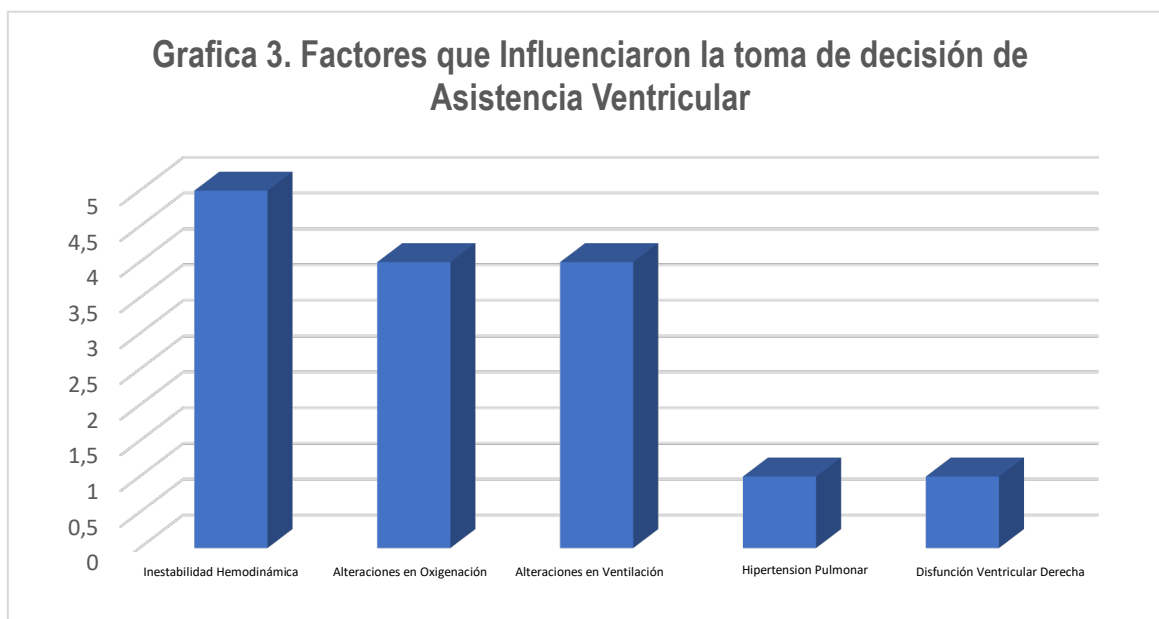
Variables	Con Asistencia (n=6)					Sin Asistencia (n=23)				
	Promedio	Media	±DS	Min	Max	Promedio	Media	±DS	Min	Max
PAPm	46	46	15,2	29	56	32	31	12,6	17	65
SatO2 Min	72	70	15,2	53	89	86	89	10,3	66	99
PaO2 Min	51,2	51	8,49	41	62	77,2	58	64,4	36	346
pH Salida	7,21	7,2	0,06	7,1	7,2	7,25	7,25	0,09	7,03	7,4
Lactato	7,5	6,4	2,8	5,2	13	4,6	4,3	2,3	1	11,6

Tabla 7. pH al Finalizar la Cirugía y Mortalidad

	Promedio	Media	Desv Estand ±	Mínima	Máxima
Muertos en UCI	7,24	7,24	0,04	7,2	7,3
Muertos luego del Egreso	7,27	7,25	0,12	7,16	7,4
Pacientes Vivos	7,24	7,23	0,08	7,1	7,4



En cuanto al momento de la toma de decisión del uso de asistencia ventricular, tan solo en dos casos fue planeada, uno de manera prequirúrgica por disfunción ventricular derecha severa y el segundo inmediatamente luego de la inducción anestésica por presión de arteria pulmonar casi sistémica con disfunción ventricular derecha moderada. En los 4 pacientes restantes la decisión se tomó durante el transoperatorio debido a uno o más factores que comprometieron el estado del paciente durante la implantación del injerto, dentro de los cuales la principal causa fue inestabilidad hemodinámica, la cual se presentó en el 100% de los casos de asistencia ventricular inadvertida y estuvo acompañada de alteraciones de la oxigenación y de la ventilación en el 80% de los casos. (Grafica 3)



Mortalidad

De los Trasplantes realizados, el 13.79% (n=4) murieron y el 86.21% restante (n=25) fueron exitosos. Los cuatro pacientes que murieron lo hicieron en cuidado intensivo en el postoperatorio. De los pacientes dados de alta, a la fecha han muerto 3 pacientes los cuales tuvieron una sobrevida de 3,18 y 28 meses. En cuanto a la mortalidad por Patología global, 37,5% de los pacientes con Fibrosis Pulmonar han fallecido a la fecha. Dando esto una mortalidad al año del 25% y a los cinco años del 37,5%.

9. Discusión

El enfoque de Trasplante Pulmonar a nivel mundial varía desde la no utilización de bypass cardiopulmonar o ECMO, hasta su utilización de manera rutinaria. Diferentes grupos han demostrado la superioridad del ECMO sobre Bypass cardiopulmonar, con menores tasas de complicaciones postoperatorias y mejores tasas de sobrevida y sangrado en los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar con utilización de ECMO (17,27).

El alcance de este estudio retrospectivo es la documentación de los criterios utilizados en la Fundación Cardioinfantil en trasplante hepático para la utilización de asistencia ventricular intraoperatoria, los cuales evidencian que no se utiliza de rutina la asistencia ventricular, excepto en aquellos pacientes que presentan compromiso severo de la función ventricular derecha o izquierda, o que presentan algún grado casi sistémico de la presión de arteria pulmonar. Nuestra incidencia de asistencia ventricular en Trasplante Pulmonar, fue de 20,69%. Incidencia que comparada con la literatura, varía dependiendo del volumen de pacientes y la experiencia de los centros con el uso de ECMO rutinario, como lo describen Moser y cols, en un estudio que incluyó 41 pacientes, de los cuales todos fueron manejados con ECMO intraoperatorio (2).

El uso de Bypass Cardiopulmonar (BPC) no planeado en Trasplante Pulmonar se ha descrito secundario a compromiso hemodinámico o por dificultad para la disección quirúrgica, convirtiéndose de esta manera en asistencias no planeadas/urgentes que aumentan el impacto metabólico al final de la cirugía, aumentando de esta manera el riesgo de mortalidad. Dalibon y cols, en un estudio de 140 pacientes llevados a Trasplante Pulmonar, describen que la principal razón para el uso de BPC fueron la hipertensión pulmonar primaria o secundaria y dificultad con la disección del injerto. Al igual que en este estudio, en los casos en los que se usó asistencia ventricular de manera no planeada, la falla ventricular derecha fue una indicación menos frecuente (20).

La tasa de BPC no planeado en trasplante unipulmonar es cerca del 6% según Dalibon y cols. Con una incidencia de BPC no planeado que varía del 2 – 36%. En los casos de trasplante bipulmonar, en este estudio reportan 8 (11%) de casos de BPC no planeado: 4 casos por disfunción ventricular derecha aguda y 4 por dificultades técnicas durante la disección y exposición quirúrgica (20).

Con el tiempo, el uso de ECMO en Trasplante Pulmonar se ha situado en el primer lugar de asistencia ventricular trans y postoperatoria. Sin embargo, el uso de BPC no puede descartarse en su totalidad, pues en casos en los que no se disponga de ECMO o se contraindique su uso, se debe recurrir al uso de BPC. Cabe mencionar que la tecnica utilizada, no impacta ni crea una diferencia significativa en el resultado quirurgico y sobrevida de estos pacientes.

En diferentes modelos multivariados, se ha descrito que la etiologia de la patologia pulmonar no es un predictor para requerir asistencia circulatoria extracorporea. Encontrando una incidencia mas baja de asistencia en pacientes con enfermedades obstructivas, donde el 30% de los pacientes con EPOC y 71% de pacientes con fibrosis pulmonar requirieron soporte extacorporeo (28). Para el año 2000, La Fibrosis pulmonar idiopatica era el 15% de la indicacion de Trasplante Pulmonar, en el 2009 aumentó al 37%, reemplazando a la enfermedad pulmonar obstructiva y hoy en dia es la indicacion mas comun para Trasplante Pulmonar, teniendo la sobrevida mas pobre a 1 y a 5 años. Datos que se correlacionan con nuestros resultados, donde la fibrosis pulmonar fue la patologia mas frecuente para uso de asistencia, con una mortalidad a 1 año del 25% y a 5 años del 37,5% (29).

El tiempo promedio de tiempo entre el ultimo ecocardiograma preoperatorio y el dia de la cirugia está estimado en 1 mes (Rango de 0 – 3 meses) (30). En este estudio el promedio encontrado en tiempo desde el ultimo ecocardiograma preoperatorio y la cirugia fue de 7.4 meses, datos que si bien no se correlacionan con lo reportado en la literatura, si cabe mencionarlo debido al deterioro que pueden presentar los pacientes en este periodo de tiempo y que marca la diferencia en el momento del Trasplante Pulmonar.

No existen ensayos clinicos aleatorizados que evaluen si el Trasplante Pulmonar debe realizar con o sin soporte extracorpóreo, ya sea ECMO o BPC. La mayoría de los estudios son observacionales retrospectivos con muestras que varian de 26 – 306 pacientes, con resultados que van desde no mostrar diferencias estadisticamente significativas, hasta sugerir su uso en condiciones como hipertension pulmonar severa refractaria, falla ventricular derecha o inestabilidad hemodinamica durante el test de clampeo de la arteria pulmonar (31).

En aquellos centros en los cuales no se utiliza de rutina la asistencia ventricular se han descrito criterios preoperatorios e intraoperatorios para el uso de ECMO/Bypass. Dentro de los criterios preoperatorios, Shah y cols describen que el Test de caminata de 6 minutos, el requerimiento de oxígeno preoperatorio con el ejercicio y la fracción de eyección del ventrículo derecho predicen de manera significativa el uso de asistencia ventricular durante Trasplante Unipulmonar. En pacientes que son llevados a Trasplante Bipulmonar, reportan que no son claros los parámetros que predicen el uso de PBC. Según lo reportado en la literatura se establece como variable independiente la presión media de arteria pulmonar elevada, donde hipertensión pulmonar (PA mmHg > 35 mmHg) se asoció de manera significativa con el uso soporte extracorporeo en trasplante pulmonar, otro de los predictores descritos, y que se correlaciona con nuestros hallazgos fue la disfunción ventricular moderada a severa del ventrículo derecho en el postoperatorio (28).

Triantafyllou y cols, en su estudio retrospectivo de 162 pacientes llevados a trasplante pulmonar, no encontraron factores preoperatorios predictores de necesidad de asistencia extracorporea en el intraoperatorio. La edad, la presión media de la arteria pulmonar y el oxígeno preoperatorio no difirieron entre los pacientes que requirieron asistencia extracorporea y los que no (32).

Contrario a lo reportado por Martinu y cols, en este estudio no se encontró relación entre el Test de Caminata de 6 minutos expresado como requerimiento de oxígeno o como metros alcanzados y sobrevivida en pacientes llevados a trasplante pulmonar (33,34). Tampoco se encontró el Test de Caminata preoperatorio como predictor para uso de asistencia ventricular extracorpórea en los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar, y esto puede ser atribuido a que el tiempo promedio de tiempo entre el último test de caminata prequirúrgico y el día de la cirugía fue de 11,4 meses, lo que muy seguramente hace que los hallazgos del test no se correlacionen con el estado real del paciente en el momento de ser llevado a cirugía.

Las variables Hemodinámicas intraoperatorias asociadas al uso de soporte extracorporeo son PAPm elevadas y las características ecocardiográficas de disfunción del VD, como hipertrofia del VD, dilatación del VD, movimiento anormal del septum interventricular, disfunción sistólica del VD e Insuficiencia tricuspídea severa. El uso de soporte Extracorporeo se usó en el 100% de los pacientes con disfunción ventricular severa, insuficiencia tricuspídea moderada y severa (28). Estos hallazgos,

como los reportados previamente coinciden con lo reportado en este estudio retrospectivo, donde uno de los predictores de soporte extracorporeo tambien incluye la disfunción ventricular derecha.

Practicamente la totalidad de los estudios concuerdan en que las indicaciones no advertidas mas frecuentes del uso de asistencia ventricular son la inestabilidad hemodinamica, los trastornos severos en oxigenacion y las dificultades con la ventilacion durante el test de clampeo o durante la implantacion del injerto, sin embargo no existen en la literatura aquellos valores críticos que sean indicación de asistencia extracorpórea (20,36,36). Nuestros hallazgos coinciden con estas indicaciones intraoperatorias reportadas en la literatura, y al evaluar de manera individual en comportamiento de la presión arterial media, la saturación de oxígeno y los valores de PaCO₂ no se puede establecer puntualmente cuales son esos valores críticos o rangos determinantes del uso de asistencia extracorpórea en trasplante pulmonar, ya que oscilan mucho según la fase quirúrgica y por ende deben ser interpretados en cada momento del procedimiento.

Estos episodios intraoperatorios de inestabilidad hemodinamica bien sean temporales o refractarios al manejo medico son manejados como se describe en la literatura con Norepinefrina como primera elección y asociado a Milrinone cuando no se encuentra mejoría en la función ventricular derecha; reservado para aquellos pacientes con compromisos hemodinámicos refractarios al manejo medico.

La hipertension pulmonar severa persé no fue indicación para usar asistencia ventricular en Trasplante Pulmonar mientras no tenga compromiso de la función ventricular derecha, sin embargo a diferencia de lo reportado en la literatura, pacientes con PAPm > 35 mmHg se asociaron de manera significativa con el uso de soporte extracorporeo (28). Lodhi y Cols evaluaron 96 pacientes llevados a Trasplante Pulmonar, en el analisis multivariado reportaron una PAP > 50 mmHg se asocio al uso de soporte extracorpóreo intraoperatorio, donde cada aumento de 5 mmHg de presión aumenta el OR de requerir soporte mecanico circulatorio en un 1.33 (36).

Cuando se evalua la relación entre el Ecocardiograma prequirurgico y los hallazgos reportados en el Ecocardiograma TE (ECOTE) luego de la inducción anestésica, se observa que los pacientes cuya función ventricular previa es normal y no cambia hasta el día de la cirugía, no requieren uso de soporte extracorpóreo. Lo mismo sucede con los que en el preoperatorio se documenta disfunción leve del ventriculo derecho y el día de la cirugía continúan con el mismo grado de disfunción. Por otro lado, los

pacientes que presentan algún grado de deterioro entre estos dos momentos de valoración ecocardiográfica, es de considerar la posible utilización de asistencia extracorpórea. Definitivamente los que deterioren hasta disfunción severa del ventriculo derecho van a requerir asistencia extracorporea intraoperatoria. Es por esto, que el deterioro de la funcion ventricular derecha documentada el dia del Trasplante, sea quizás el principal predictor de necesidad de Asistencia Ventricular.

Cuando se evalúan los reportes de los gases arteriales, saturación de oxígeno y valores de PaCO₂, no se encuentra asociación entre valores intraoperatorios y el uso de asistencia extracorpórea. Que al igual que reportado en la literatura, tampoco se describen como predictores para uso de asistencia extracorpórea en Trasplante Pulmonar, pues son muy variables durante todo el transoperatorio y dependen directamente del estado hemodinámico del paciente en los diferentes momentos del Trasplante (36).

No hay reportado en la literatura hallazgos especificos en cuanto al equilibrio acido base en Trasplante Pulmonar con uso de asistencia ventricular extracorpórea. Sin embargo, lo observado en este estudio retrospectivo podria sugerir que la similitud entre el estado acido-basico evidenciado con el pH al final de la cirugía es explicada debido a que el impacto transoperatorio en el estado metabolico se presenta en todos los pacientes, incluso en aquellos que son puestos en asistencia, pues el uso de asistencia es no planeada y una vez instaurado el soporte extracorpóreo, el tiempo es corto para normalizar el compromiso metabolico. Esta similitud en estado metabolico, no generó impacto en resultados de mortalidad.

Uno de los factores de riesgo para distensión del ventriculo izquierdo durante el uso de ECMO es la insuficiencia aortica (37). Si bien, la insuficiencia aortica está descrita como una contraindicación relativa para el uso de soporte extracorpóreo, esta se incluye solo en casos de insuficiencia aortica catalogada como mas que moderada. Sin embargo, para casos de insuficiencia aortica leve a moderada, se deberia considerar un vent durante el soporte ECMO para prevenir la distensión ventricular (38).

En este estudio, dos pacientes presentaron algun grado de insuficiencia aortica, uno de los cuales cumplía con criterios para asitencia extracorporea al realizar la inducción anestésica (hipertension

pulmonar casi sistémica), sin embargo por la insuficiencia aórtica moderada se decidió continuar sin asistencia, presentando durante el transoperatorio hipertensión pulmonar suprasistémica, con dificultad para la ventilación y oxigenación asociado a inestabilidad hemodinámica, motivo por el cual se inició asistencia en el intraoperatorio. En este caso, el uso de ECMO en insuficiencia aórtica moderada no afectó el desenlace final, tampoco se documentó distensión ventricular izquierda, hechos que se correlacionan con lo reportado en la literatura, donde solo las insuficiencias aórticas severas tienen contraindicación absoluta para uso de ECMO (26).

Por todos los hallazgos anteriormente mencionados, encontramos que si bien, estos criterios son importantes en el preoperatorio, es aún más importante la evaluación exhaustiva en el momento de la inducción anestésica, por esta razón nuestra recomendación es la reevaluación ecocardiográfica hemodinámica con PAP y gases arteriales al finalizar la inducción anestésica, pues en ocasiones se observa que hay cambios significativos con respecto al último paraclínico tomado y a la última evaluación pretrasplante, condición que obliga a cambiar la conducta intraoperatoria inicial de realizar el Trasplante Pulmonar con o sin soporte extracorpóreo.

10. Limitaciones del Estudio

Al tener un número tan limitado de casos, obliga a hacer un estudio descriptivo. Con las limitaciones que ello conlleva al momento de comparar los diferentes grupos. De igual manera, debido a que de rutina no se realizan los Trasplantes Pulmonares con asistencia ventricular, en la mayoría de los pacientes que la requieren, la asistencia se realiza de manera no planeada en el intraoperatorio, lo que hace que la muestra sea muy pequeña.

11. Conclusión

Es de vital importancia la evaluación pretrasplante de los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar para determinar si son candidatos a uso de asistencia ventricular en el transoperatorio y realizarlo de manera planeada, pues el uso no planeado y/o urgente de la asistencia ventricular genera impacto en el estado metabólico y en la estabilidad hemodinámica intraoperatoria con compromiso del injerto por el tiempo que toma su instauración. Es por esto que es necesario realizar valoraciones pretrasplante en intervalos de tiempo mas cortos para detectar el deterioro del paciente antes de la cirugía.

Todos los pacientes llevados a Trasplante Pulmonar requieren una evaluación detallada de la función ventricular derecha y geometría ventricular mediante el uso de Ecocardiograma Transesofágico luego de la inducción anestésica. Si bien, se evaluaron parametros hemodinamicos y gasimetricos en el intraoperatorio, no se encontraron valores umbrales especificos para la instauración de la asistencia en el intraoperarorio, y el único factor con relevancia estadística para uso de Asistencia Ventricular en pacientes llevados a Trasplante Pulmonar fue la evaluación de la función ventricular derecha post inducción anestésica y su correlación con los ecocardiogramas previos.

12. Referencias

1. Vicente R, Moreno I, Soria A, Ramos F, Torregrosa S. Extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation &. *Med Intensiva*. 2013;37(2):110–5.
2. Moser B, Jaksch P, Taghavi S, Muraközy G, Lang G, Hager H, et al. Lung transplantation for idiopathic pulmonary arterial hypertension on intraoperative and postoperatively prolonged extracorporeal membrane oxygenation provides optimally controlled reperfusion and excellent outcome. *Eur J Cardio-thoracic Surg*. 2018;53(1):178–85.
3. Sellers D, Cassar-Demajo W, Keshavjee S, Slinger P. The Evolution of Anesthesia for Lung Transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [Internet]. Elsevier Inc.; 2017;31(3):1071–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2016.11.034>
4. Bermudez CA, Shiose A, Esper SA, Shigemura N, D’Cunha J, Bhama JK, et al. Outcomes of intraoperative venoarterial extracorporeal membrane oxygenation versus cardiopulmonary bypass during lung transplantation. *Ann Thorac Surg* [Internet]. Elsevier Inc; 2014;98(6):1936–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.06.072>
5. Li X, Gao C, Zhu J, Xu M, Ji B, Xu L. Perioperative Use of ECMO During Double Lung Transplantation. *ASAIO J*. 2009;55(3):255–8.
6. Gras C, Dieck T, Ahrens J, Sohnmeyer I, Macke S, Leo C, et al. Anaesthesiologic management and intraoperative risk factors in lung transplantation - First 19 years of a single centre experience. *Acta Anaesthesiol Belg*. 2017;68(3):117–29.
7. Bennett SC, Beal EW, Dumond CA, Preston T, Ralston J, Pope-harman A, et al. Mechanical circulatory support in lung transplantation: Cardiopulmonary bypass, extracorporeal life support, and ex-vivo lung perfusion. *World J Respirol* © 2015. 2015;5(2):78–93.
8. Munshi L. Lung Transplant and Extracorporeal Membrane Oxygenation More Is Better and Better Together ? The Misapplication of Severity-of-Illness Scores toward Clinical Decision Making. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015;l:255–6.
9. Bartolome S, Hoepfer MM, Klepetko W. Advanced pulmonary arterial hypertension: Mechanical support and lung transplantation. *Eur Respir Rev* [Internet]. 2017;26(146). Available from: <http://dx.doi.org/10.1183/16000617.0089-2017>
10. Sharma NS, Hartwig MG, Hayes Jr D. Extracorporeal membrane oxygenation in the pre and post lung transplant period. *Ann Transl Med*. 2017;5(4):74–74.

11. Nicoara A, Anderson-Dam J. Anesthesia for Lung Transplantation. *Anesthesiol Clin* [Internet]. Elsevier Inc; 2017;35(3):473–89. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anclin.2017.05.003>
12. Tomasi R, Betz D, Schlager S, Kammerer T, Hoechter DJ, Weig T, et al. Intraoperative Anesthetic Management of Lung Transplantation: Center-Specific Practices and Geographic and Centers Size Differences. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [Internet]. Elsevier; 2018;32(1):62–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2017.05.025>
13. Schaheen LW, D’Cunha J. Extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation: No longer a four-letter word. *J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. The American Association for Thoracic Surgery; 2018;155(5):2191–2. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.01.029>
14. Gulack BC, Hirji SA, Hartwig MG. Bridge to lung transplantation and rescue post-transplant: The expanding role of extracorporeal membrane oxygenation. *J Thorac Dis*. 2014;6(8):1070–9.
15. Bates M, Factor M, Parrino PE, Bansal A, Rampolla R, Seoane L, et al. Lung Transplantation and the Routine Use of Cardiopulmonary Bypass and Median Sternotomy: Experience at the Ochsner Multi-Organ Transplant Institute. *Ochsner J* [Internet]. 2017;17(1):38–41. Available from: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=prem&NEWS=N&AN=28331446>
16. Svokos AA, Tasiopoulou VS, Zacharoulis D, Magouliotis DE, Svokos KA. Extracorporeal membrane oxygenation versus cardiopulmonary bypass during lung transplantation: a meta-analysis. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. Springer Japan; 2017;66(1):38–47.
17. Ius F, Sommer W, Tudorache I, Avsar M, Siemeni T, Salman J, et al. Five-year experience with intraoperative extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation: Indications and midterm results. *J Hear Lung Transplant* [Internet]. Elsevier; 2016;35(1):49–58. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.healun.2015.08.016>
18. Castleberry AW, Hartwig MG, Whitson BA. Extracorporeal membrane oxygenation post lung transplantation. *Curr Opin Organ Transplant*. 2013;18(5):524–30.
19. Oto T, Rosenfeldt F, Rowland M, Pick A, Rabinov M, Prevolos A, et al. Extracorporeal membrane oxygenation after lung transplantation: Evolving technique improves outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2004;78(4):1230–5.
20. Moutafis M, Bisson A, Geffroy A, Stern M, Dalibon N, Fischler M, et al. Use of Cardiopulmonary Bypass for Lung Transplantation: A 10-Year Experience. *J Cardiothorac Vasc Anesth*.

- 2006;20(5):668–72.
21. Castillo M. Anesthetic management for lung transplantation. *Curr Opin Anaesthesiol* [Internet]. 2011;24(1):32–6. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00001503-201102000-00008>
 22. Zwischenberger VMB and JB. ECMO in Lung Transplantation: A Review. *Clin Surg* [Internet]. 2016;1(March 2012):1–2. Available from: <http://clinicsinsurgery.com/>
 23. George Makdisi IW. Extra Corporal Membrane Oxygenation (ECMO) review of a lifesaving technology. *J Thorac Dis* [Internet]. 2015;7(7):166–76. Available from: www.jthoracdis.com
 24. Chauhan S, Subin S. Extracorporeal membrane oxygenation-An anesthesiologist's perspective-Part II: Clinical and technical consideration. *Ann Card Anaesth*. 2012;15(1):69–82.
 25. Allen S, Holena D, McCunn M, Kohl B, Sarani B. A review of the fundamental principles and evidence base in the use of Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) in critically ill adult patients. *J Intensive Care Med*. 2011;26(1):13–26.
 26. Pappalardo F, Regazzoli D, Mangieri A, Ajello S, Melisurgo G, Agricola E, et al. Hemodynamic and echocardiographic effects of aortic regurgitation on femoro-femoral veno-arterial ECMO. *Int J Cardiol* [Internet]. Elsevier Ireland Ltd; 2016;202:760–2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.10.062>
 27. Hoetzenecker K, Schwarz S, Muckenhuber M, Benazzo A, Frommlet F, Schweiger T, et al. Intraoperative extracorporeal membrane oxygenation and the possibility of postoperative prolongation improve survival in bilateral lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. The American Association For Thoracic Surgery; 2018;155(5):2193–2206.e3. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2017.10.144>
 28. Shah PR, Boisen ML, Winger DG, Marquez J, Bermudez CA, Bhama JK, et al. Extracorporeal Support During Bilateral Sequential Lung Transplantation in Patients With Pulmonary Hypertension: Risk Factors and Outcomes. *J Cardiothorac Vasc Anesth* [Internet]. Elsevier; 2017;31(2):418–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2016.08.021>
 29. George TJ, Arnaoutakis GJ, Shah AS. Lung transplant in idiopathic pulmonary fibrosis. *Arch Surg* [Internet]. 2011;146(10):1204–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.2011.239>
 30. Kusunose K, Tsutsui RS, Bhatt K, Budev MM, Popovic ZB, Griffin BP, et al. Prognostic value of RV function before and after lung transplantation. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014;7(11):1084–94.

31. Nagendran M, Maruthappu M, Sugand K. Should double lung transplant be performed with or without cardiopulmonary bypass? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2011;12(5):799–804.
32. Triantafillou AN, Pasque MK, Huddleston CB, Pond CG, Cerza RF, Forstot RM, et al. Predictors, frequency, and indications for cardiopulmonary bypass during lung transplantation in adults. *Ann Thorac Surg* [Internet]. The Society of Thoracic Surgeons; 2010;57(5):1248–51. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975\(94\)91367-6](http://dx.doi.org/10.1016/0003-4975(94)91367-6)
33. Wickersham IR, Lyon DC, Barnard RJO, Mori T, Conzelmann K, Young J a T, et al. NBaseline 6-Min Walk Distance Predicts Survival in Lung Transplant Candidates. *NIH Public Access Author*. 2009;53(5):639–47.
34. Dudley KA, El-Chemaly S. Cardiopulmonary Exercise Testing in Lung Transplantation: A Review. *Pulm Med*. 2012;2012:1–7.
35. Bennett SC. Mechanical circulatory support in lung transplantation: Cardiopulmonary bypass, extracorporeal life support, and ex-vivo lung perfusion . *World J Respirol*. 2015;5(2):78.
36. Lodhi S, Tonelli AR, Akindipe OA. Predictors for the use of Cardiopulmonary Byoass in Lung Transplantation. *Chest* [Internet]. The American College of Chest Physicians; 2009;136(4):17S–g1, 17S–g2. Available from: http://dx.doi.org/10.1378/chest.136.4_MeetingAbstracts.17S-g
37. Rupperecht L, Flörchinger B, Schopka S, Schmid C, Philipp A, Lunz D, et al. Cardiac decompression on extracorporeal life support: A review and discussion of the literature. *ASAIO J*. 2013;59(6):547–53.
38. Schmidt M, Bréchet N, Combes A. Ten situations in which ECMO is unlikely to be successful. *Intensive Care Med*. 2016;42(5):750–2.

13. ANEXO 1. Instrumento de Recolección de Datos.

TRASPLANTE PULMONAR Y USO DE ASISTENCIA VENTRICULAR EXTRACORPORA INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS						
DATOS GENERALES						
Iniciales		Historia Clínica		Paciente N.		
Edad		Cedula				
Genero						
DATOS DEL TRASPLANTE						
Fecha del Trasplante						
Tipo de Trasplante	Bipulmonar	Unipulmonar				
Patología de Base						
DATOS PREQUIRURGICOS						
Gases Arteriales		Ecocardiograma		Test Caminata		Cateterismo
Fecha		Fecha		Fecha		Fecha
pH		Función V. Derecho		Oxigeno	Lt/min	PAP
PaO2		Función V. Izquierdo		Saturación Basal		PCP
PaCo2		PAP:		Desaturación Hasta		PAD
SatO2		FEV1:		Metros		
Lactato						
ANTECEDENTES - CONTRAINDICACIONES PARA USO DE ASISTENCIA VENTRICULAR						
insuficiencia Aortica		Mayor de 65 años				
Enfermedad Vascular Periferica		Contraindicación para Anticoagulación				
DATOS TRANSOPERATORIOS						
Anestesiologo		Cateter Peridural				
Duración Cirugía		Uso de Oxido nitrico				
Tiempo Isquemia Primer Pulmon		Sangrado				
Tiempo Isquemia Segundo Pulmon						
VASOPRESORES						
Noradrenalina		Dopamina		Adrenalina		
Milrinone		Vasopresina		Dobutamina		
TRANSFUSIONES						
Globulos Rojos:		Plaquetas:		Crios:		Plasma:
ASISTENCIA VENTRICULAR EXTRACORPORA						
Asistencia Intraoperatoria preoperatoria: SI NO						
Tipo Asistencia		Decision de Asistencia				
ECMO		Planeada Preoperatoria				
CEC		A la Inducción Anestésica				
		En el Transoperatorio				
Duración de la Asistencia						
Motivo Asistencia						
Inestabilidad Hemodinamica			Alteracion de la Ventilacion			
Hipertension Pulmonar			Disfuncion Ventricular			
Compromiso de la Oxigenación						
GASES ARTERIALES						
	Ingreso	Egreso	Valores Minimios	Valores Maximos	Observaciones	
pH						
PaO2						
PaCo2						
SatO2						
Lactato						
Presion Arterial Media						
ECO TE INDUCCION ANESTESICA			NIRS			
Funcion VD	PAP:	NIRS Ingreso	Derecho	Izquierdo		
Funcion VI	FEV1:	NIRS mas Bajo	Derecho	Izquierdo		
CONSIDERACIONES POSTOPERATORIAS						
Dias de Hospitalizacion total:			Fecha de Salida			
Dias de Hospitalizacion post trasplante:			Estado actual			
Dias de intubación:			Vivo	Muerto		
Disfuncion Primaria del Injerto:			Causa de la muerte			

