

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS



**“TRASPLANTE BIPULMONAR EN PACIENTE ADULTO:  
PROPUESTA DE MANEJO ANESTÉSICO”**

Trabajo Final de Graduación sometido a consideración del Comité de la Especialidad en Anestesiología y Recuperación para optar por el Título y Grado de Especialista en Anestesiología y Recuperación

Roberto Marat Alfaro Kostyuk

Ciudad Rodrigo Facio, Costa Rica 2021

## **Dedicatoria**

*A mi mama. A mi hermana. Por todo.*

## **Agradecimientos**

*A mi madre y hermana por estar.*

*A los asistentes, residentes, compañeros y amigos que de una u otra manera han contribuido a lo que hoy soy y a lo que quiero ser.*

*A la Dra. Vargas Rumoroso y a la Dra. Vaca Rojas por su infinita paciencia a pesar de que las fechas límite y cronogramas no lo sean.*

Este trabajo final de graduación fue aceptado por la Subcomisión de la Especialidad en Anestesiología y Recuperación del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Anestesiología y Recuperación.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

**PPEM** Programa de Posgrado en Especialidades Médicas

**TRIBUNAL DEFENSA ORAL DEL TFG  
POSGRADO ANESTESIOLOGÍA Y RECUPERACIÓN**

Nombre:

Firma:

Dr. Karla Vargas Rumoroso  
Tutor de la Investigación o representante

*[Handwritten signature]*  
\_\_\_\_\_

Dr. (a): Alejandra Picado Jiménez  
Lector de la Investigación o representante

*[Handwritten signature]*  
\_\_\_\_\_

Dr. Esteban Navarro Chaverri  
Representante Postgrado Anestesiología y Recuperación

*[Handwritten signature]*  
\_\_\_\_\_

Dra. Lydiana Ávila o representante  
PPEM

\_\_\_\_\_

Dr. Silvia Quesada o representante  
SEP

\_\_\_\_\_

Dr. Alfaro Kostyuk Roberto Marat.  
Estudiante

*[Handwritten signature]*  
\_\_\_\_\_

Observaciones: *Dr. Harry Herrera sustituye a Dr. Esteban Navarro.*  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

SEP Sistema de  
Estudios de Posgrado

**Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.**

Yo, Roberto Marat Alfaro Kostyuk, con cédula de identidad 1-1556-0009, en mi condición de autor del TFG titulado Trasplante Bipulmonar en Paciente Adulto: Propuesta de Manejo Anestésico

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI  NO \*

\*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: \_\_\_\_\_ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

**INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:**

Nombre Completo: Roberto Marat Alfaro Kostyuk

A90187

Número de Carné: \_\_\_\_\_ Número de cédula: 1-1556-0009

Correo Electrónico: rmak6@hotmail.com

Fecha: 28/11/21 Número de teléfono: 8704-68-59

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Dra. Karla Vargas Rumoroso

**FIRMA ESTUDIANTE**

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.



*M. L. Vilma Isabel Sánchez Castro*  
*Bachiller y Licenciada en Filología Española. U. C. R.*

---



### **A QUIEN INTERESE**

Yo, Vilma Isabel Sánchez Castro, Máster en Literatura Latinoamericana, Bachiller y Licenciada en Filología Española, de la Universidad de Costa Rica; con cédula de identidad 6-054-080; inscrita en el Colegio de Licenciados y Profesores, con el carné N° 003671, hago constar que he revisado el documento completo, aprobado por el tutor y los lectores. Y he corregido en él los errores encontrados en ortografía, redacción, gramática y sintaxis. El cual se intitula

**TRASPLANTE BIPULMONAR EN PACIENTE ADULTO: PROPUESTA DE  
 MANEJO ANESTÉSICO  
 DE  
 ROBERTO MARAT ALFARO KOSTYUK  
 ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA Y RECUPERACIÓN  
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
 SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
 PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS**

Se extiende la presente certificación a solicitud del interesado en la ciudad de San José a los siete días del mes de agosto de dos mil veinte y uno. La filóloga no se hace responsable de los cambios que se le introduzcan al trabajo posterior a su revisión.

*Vilma Sánchez Castro*  
 M.L. Vilma Isabel Sánchez Castro  
 Máster en Literatura Latinoamericana. UCR.  
 Bachiller y Licenciada en Filología Esp. UCR.  
 Cédula 600540080-Carné 003671

---

*Teléfonos 2227-8513. Cel 8994-76-93 Apartado 563-1011 Y griega*  
*Correo electrónico: vilma\_sanchez@hotmail.com-info@chavesysanchezfilologos*  
*Página Web: Chaves y Sanchez filólogos*  
*Waze Chaves y Sánchez filólogos*

## Índice general

Dedicatoria .....	i
Agradecimientos.....	i
Índice general.....	v
Resumen .....	ix
Summary .....	x
Índice tablas .....	xi
Índice de figuras .....	xiii
Abreviaturas .....	xiv
Capítulo 1. Introductorio .....	1
Justificación .....	1
Pregunta de investigación.....	2
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos .....	2
Metodología .....	3
Capítulo 2. Generalidades.....	4
Reseña histórica .....	4
Experiencia internacional.....	4
Experiencia nacional.....	5
Enfermedad Pulmonar Terminal .....	6

Epidemiología .....	6
Lista de trasplante pulmonar .....	7
Inclusión en lista de espera .....	7
Contraindicaciones .....	8
Indicaciones y otras consideraciones según patología .....	11
Circunstancias especiales .....	16
Terapias puente .....	18
Retiro de lista de espera .....	20
Trasplante y COVID 19.....	20
Capítulo 3. Preoperatorio .....	23
Consideraciones del donador .....	23
Manejo y optimización del donador .....	23
Métodos de conservación .....	24
Consideraciones del receptor .....	25
Valoración preanestésica.....	25
Profilaxis antibiótica .....	26
Inicio de terapia de inmunosupresión .....	27
Otras consideraciones .....	27
Consentimiento informado .....	28
Capítulo 4. Transoperatorio.....	29

Técnicas quirúrgicas .....	29
Monitorización.....	31
Ultrasonografía perioperatoria .....	33
Fluidoterapia .....	34
Manejo de sangrado y transfusión perioperatoria.....	34
Inducción y mantenimiento anestésico .....	35
Vía Aérea.....	37
Ventilación .....	38
Ventilación pulmones nativos .....	38
Ventilación pulmones trasplantados .....	38
Soporte extracorpóreo .....	39
Consideraciones farmacológicas para ECMO .....	43
Soporte hemodinámico farmacológico.....	44
Consideraciones específicas relacionadas a patologías.....	45
Capítulo 5. Postoperatorio.....	48
Plan analgésico.....	48
Analgésia regional .....	48
Prevención de náuseas y vómitos postoperatorios.....	49
Retiro de VMA, ECMO y traslado a UCI .....	50
ECMO.....	50



VMA.....	50
Complicaciones postoperatorias .....	51
Capítulo 6. Medicamentos de uso común disponibles en la CCSS.....	55
Inducción y mantenimiento anestésico .....	55
Otros agentes anti-nociceptivos.....	56
Relajación neuromuscular .....	56
Vasoactivos.....	57
Antifibrinolíticos.....	58
Profilaxis antiemética .....	58
Capítulo 7. Discusión .....	60
Capítulo 8. Conclusiones .....	62
Bibliografía .....	63
Anexos .....	80
Ficha técnica: donador.....	80
Ficha técnica: receptor trasplante pulmonar .....	81

## Resumen

**Introducción:** El trasplante bipulmonar y lo que ha sido la evolución del procedimiento en sí, tiene un inicio tórpido y con malos resultados iniciales a nivel internacional. Sin embargo, gracias a los avances médicos y tecnológicos, sin olvidar la legalidad y su regulación, se logró retomar el interés en la optimización de los pacientes con patología pulmonar terminal, no solo desde el punto de vista quirúrgico, sino en el manejo interdisciplinario perioperatorio, donde toma relevancia los criterios de selección y contraindicaciones, la optimización no solo del receptor sino del donador, el adecuado manejo del paciente en sala de operaciones para posteriormente el traslado a una Unidad de Cuidados Intensivos; siendo un procedimiento que aumenta en volumen y calidad lo que es la Seguridad Social costarricense. Se hace una propuesta de manejo anestésico.

**Objetivo general:** Describir el manejo anestésico de pacientes candidatos a trasplante bipulmonar, para posteriormente realizar una guía de manejo anestésico aplicable en la Unidad de Trasplantes del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia.

**Metodología:** Revisión bibliográfica mediante búsqueda en bases de datos de publicaciones médicas reconocidas, se incluirán solo referencias de no más de 10 años de publicación en idioma inglés o español.

**Conclusión:** La individualización es la clave para obtener mejores resultados. Se incluye, el proceso de selección, recalcar que el mismo es dinámico y se debe de actualizar y revisar periódicamente, el manejo médico adecuado antes de ser candidato a trasplante, o evitarlo en el mejor de los casos, un adecuado manejo interdisciplinario transoperatorio es vital, disminuir y prever las posibles complicaciones, sin olvidar cosas esenciales como es el manejo analgésico, ya que, el objetivo final es mejorar la calidad de vida de los pacientes.

## Summary

**Introduction:** The double lung transplant and what has been the evolution of the procedure itself, has a torpid onset and with poor initial results at the international level. However, thanks to medical and technological advances, without forgetting legality and its regulation, it was possible to regain interest in the optimization of patients with terminal pulmonary disease, not only from a surgical point of view, but also in perioperative interdisciplinary management, where selection criteria and contraindications take relevance, the optimization not only of the recipient but also of the donor, the adequate management of the patient in the operating room for later transfer to an Intensive Care Unit; Being a procedure that increases in volume and quality in the Costa Rican Social Security, a proposal of anesthetic management is made.

**General objective:** Describe the anesthetic management of patients who are candidates for double lung transplantation, to later develop an anesthetic management guide applicable in the Transplant Unit of the Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia Hospital.

**Methodology:** Bibliographic review by searching databases of recognized medical publications, only references of no more than 10 years of publication in English or Spanish will be included.

**Conclusion:** Individualization is the key to obtaining better results. The selection process is included, emphasizing that it is dynamic and must be updated and reviewed periodically, the appropriate medical management before being a candidate for transplantation, or avoiding it in the best of cases, adequate interdisciplinary intraoperative management is vital: reduce and anticipate possible complications, without forgetting essential things such as analgesic management, since the final objective is to improve the quality of life of patients.

## Índice tablas

Tabla 1. Contraindicaciones absolutas para realización de trasplante pulmonar ...	9
Tabla 2. Contraindicaciones relativas para la realización de trasplante pulmonar	10
Tabla 3. Indicadores en Neumopatías Intersticiales para referencia a centro especializado.....	11
Tabla 4. Criterios de inclusión en lista de espera para neumopatías intersticiales .....	12
Tabla 5. Indicadores para Neumopatías supurativas para referencia a centro especializado. ....	12
Tabla 6. Criterios de inclusión en lista de espera para neumopatías supurativas.	13
Tabla 7. Consideraciones en neumopatías supurativas y patógenos documentados .....	13
Tabla 8. Índice BODE. ....	14
Tabla 9. Indicadores para Neumopatías Obstructivas para referencia a centro especializado .....	15
Tabla 10. Criterios de inclusión en lista de espera para neumopatías obstructivas .....	15
Tabla 11. Indicadores para Neumopatías vasculares para referencia a centro especializado .....	15
Tabla 12. Criterios de inclusión en lista de espera para neumopatías vasculares	16
Tabla 13. Criterios para pacientes con enfermedad oncológica pulmonar para referencia a centro especializado .....	18
Tabla 14. Criterios de inclusión en lista de trasplante en patología oncológica pulmonar .....	18
Tabla 15. Indicaciones para la colocación de terapia puente .....	20
Tabla 16. Contraindicaciones para la colocación de terapia puente .....	20

Tabla. 17. Técnicas de ECLS y sus indicaciones.....	40
Tabla. 18. Comparación CEC; ECMO y fuera de bomba .....	42
Tabla 19. Consideraciones específicas asociadas a neumopatías .....	46
Tabla 20. Recomendaciones de manejo específicas .....	47
Tabla 21. Grado de disfunción primaria de injerto.....	51
Tabla 22. Complicaciones postoperatorias .....	52

## Índice de figuras

Figura 1. Toracotomía tipo Clamshell.....	30
Figura 2. ECMO VA.....	40
Figura 3. Otras configuraciones de ECMO VA.....	41
Figura 4. ECMO VV.....	41
Figura 5. Propuesta manejo paciente donador en HRACG-CCSS.....	80
Figura 6. Propuesta manejo paciente receptor trasplante pulmonar en HRACG- CCSS 1 .....	81
Figura 7. Propuesta manejo paciente receptor trasplante pulmonar en HRACG- CCSS 2. ....	82
Figura 8. Propuesta manejo paciente receptor trasplante pulmonar en HRACG- CCSS 3. ....	82

## Abreviaturas

AGO: Antecedentes Ginecobstétricos

AINE: Anti Inflamatorios No Esteroideo

APNP: Antecedentes personales no patológicos

APP: antecedentes personales patológicos

AQxA: antecedentes quirúrgicos y anestésicos

ASA: American Society of Anesthesiologists

BIS: índice Biespectral

BNM: Bloqueadores Neuromusculares

CEC: Circulación extracorpórea

CVC: Catéter venoso central

ECLS: Soporte Vital Extracorpóreo (siglas en inglés)

ECMO: Oxigenación por Membrana de Oxigenación Extracorpórea (siglas en inglés)

EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

ERAS: Recuperación Acelerada Después de Cirugía (Siglas en inglés)

ETCO<sub>2</sub>: Dióxido de Carbono al Final de Volumen Tidal. (siglas en inglés)

ETE: Ecografía Transesofágica

FiO<sub>2</sub>: Fracción inspirada de oxígeno

HTP: Hipertensión pulmonar

IV: Intravenoso

NVPO: Náuseas y Vómitos Postoperatorios

PANI: Presión arterial no invasiva

PaO<sub>2</sub>: presión arterial de oxígeno

PaCO<sub>2</sub>: presión arterial de dióxido de carbono

PEEP: Presión Positiva al Final de la Espiración (siglas en inglés)

ROTEM: Tromboelastometría rotacional

TAPSE: Excursión Sistólica Plano Anular Tricúspideo (siglas en inglés)

TET: Tubo endotraqueal

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos

VA: venoarterial

VMA: Ventilación Mecánica Asistida

VO: Vía oral

VV: Venovenoso



## Capítulo 1. Introductorio

### Justificación

Desde la década de los sesenta, la bibliografía describe los primeros intentos de la realización del trasplante pulmonar, no siendo hasta 20 años después el primero considerado exitoso <sup>(2)(13)(63)(75)</sup> y en Costa Rica los primeros casos exitosos en paciente adulto a partir del año 2013 <sup>(26)</sup>. Al ser un tema relativamente nuevo y con pocos casos realizados a nivel nacional, con un complejo manejo perioperatorio interdisciplinario de estos pacientes<sup>(47)(54)</sup>, la importancia radica en que al ir en un marcado aumento la cantidad de procedimientos realizados, no solo a nivel mundial, sino en nuestra Seguridad Social, así como en la mejoría de resultados y nuevos se debería de contar con una adecuada guía, la cual involucraría a profesionales de diversas ramas de la salud, personal de enfermería, trabajo social y psicología, cirujanos de tórax, médicos especialistas en cuidados intensivos, infectología, fisiatría, medicina extracorpórea y anestesiología y recuperación.<sup>(1)(71)</sup>

El trabajo inicia desde la selección adecuada de pacientes para el procedimiento, con las consideraciones biopsicosociales y éticas de cada caso<sup>(14)(64)</sup>, la evaluación preoperatoria donde también se incluyen las terapias puente<sup>(62)</sup>, como la Oxigenación por Membrana Extracorpórea (ECMO por sus siglas en inglés) inmunización previa, así como medicación de inmunosupresión que se utilizará e inicio de antibioticoterapia.<sup>(2)(13)(28)(34)(56)(80)</sup>

El manejo dentro de sala de operaciones incluye la inducción y mantenimiento anestésico, el manejo de la vía aérea, la monitorización hemodinámica, la ventilación mecánica, estado ácido base y manejo de fluidos; se debe tomar en cuenta el tipo de procedimiento quirúrgico, la necesidad de circulación extracorpórea o ECMO y el manejo de complicaciones durante el procedimiento.<sup>(1)(7)(34)(61)(71)</sup>

Dentro del plan anestésico se debe de incluir la profilaxis antiemética y el manejo de la analgesia con diferentes métodos, incluidos medicamentos por vía

intravenosa, analgesia neuroaxial y técnicas de anestésica locorreional, a lo que posteriormente se agregan las complicaciones propias del procedimiento, médicas y quirúrgicas, así como lo que es sedación, analgesia y anestesia fuera de sala de operaciones en casos necesarios y posterior planeamiento de retiro de ventilación mecánica u oxigenación y soporte extracorpóreo. <sup>(1)(24)(28)(34)(56)</sup>

Al describir el manejo de este tipo de procedimientos, se realizará una guía de manejo perioperatorio con el objetivo de crear un documento base para estandarizar el manejo de estos pacientes, con la esperanza de lograr una optimización del manejo, esto como un intento de lograr una mejoría en resultados.

### **Pregunta de investigación**

¿Cuál es el manejo anestésico de los pacientes adultos receptores de trasplante bipulmonar?

### **Objetivo general**

Describir el manejo anestésico de pacientes candidatos a trasplante bipulmonar, para posteriormente realizar una guía de manejo anestésico aplicable en la Unidad de Trasplantes del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia.

### **Objetivos específicos**

Definir las indicaciones para trasplante pulmonar, así como los criterios de idoneidad de órganos del donador.

Describir el manejo y optimización preoperatoria tanto del paciente receptor como del donador.

Establecer las consideraciones anestésicas relevantes durante el manejo en sala de operaciones.

Documentar consideraciones de importancia en el postoperatorio de los pacientes receptores en la Unidad de Cuidados Intensivos con énfasis en las posibles complicaciones de los pacientes sometidos a trasplante pulmonar.

## **Metodología**

Revisión bibliográfica mediante búsqueda en bases de datos de publicaciones médicas reconocidas (Pubmed, Google Scholar, Medline, Embase) y las accesibles por parte del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica, acerca del tópico, así como guías, consensos y publicaciones oficiales de Autoridades en el tema a nivel internacional; la información utilizada será de no más de 10 años de publicación en idioma inglés y español.

## Capítulo 2. Generalidades

### Reseña histórica

#### *Experiencia internacional*

El inicio del interés por el trasplante órgano sólido, atribuido, muy interesantemente, por Panchabhai y colaboradores, remonta hasta las creencias hindúes, donde describen a Lord Ganesha quien recibió una cabeza de elefante por una decapitación, asociado con lo que se podrían describir efectos adversos a los esteroides. En los años 1900s se describen técnicas quirúrgicas de cirugía vascular, lo cual sienta las bases del trasplante de órganos y posteriormente se describen intentos de trasplante pulmonar en animales, los cuales tuvieron diversas complicaciones asociadas. <sup>(75)</sup>

Sería hasta la década de los años sesenta, en los Estados Unidos, cuando se realiza el primer intento de trasplante pulmonar por James Hardy, el cual se realiza en medio de muchas situaciones que hoy serían controversiales, como el hecho de tener un proceso infeccioso activo y oncológico avanzado, así como otras consideraciones médico legales que totalmente anularían este tipo de proceso, sin embargo, el paciente fallece debido a insuficiencia renal sin asociar rechazo de órgano; posteriormente se realizan muchos intentos en pacientes adultos tanto como pediátricos, sin embargo, con poco éxito. En los años setenta, descrito por Fritz Derom, se realiza un nuevo trasplante con sobrevida de diez meses y medio, pero se cuestiona el éxito por pasar la mayor parte de su escasa vida postoperatoria internado. La mayoría de los fallecimientos se asocian a secuelas de lesiones en las anastomosis bronquiales. <sup>(2)(13)(63)(75)</sup>

Disminuye el interés en dicho procedimiento hasta el 9 de marzo de 1981, se realiza el primer trasplante corazón-pulmón por el Dr. Bruce Reitz en la Universidad de Stanford y en 1986 se realiza en Toronto, Canadá el primer trasplante bipulmonar exitoso por el Dr. Alexander Patterson y Dr. Joel Cooper, esto sumado a la mejora de técnicas quirúrgicas de anastomosis de vías aéreas e incisión quirúrgica como tal y terapias de inmunosupresión; asociado al aumento del espectro de pacientes

candidatos a trasplante y diferentes clasificaciones para valorar la viabilidad o no de la realización del procedimiento, así como el surgimiento de terapias puente como es la Oxigenación por Membrana Extracorpórea se aumenta considerablemente la cantidad de procedimientos realizados a nivel mundial, actualmente con mayor cantidad de pulmón y corazón aislados, en comparación con trasplante en bloque corazón-pulmón. <sup>(97)(63)(75)</sup> A nivel de países en vías de desarrollo se mantiene una referencia tardía a centros especializados, no equipos interdisciplinarios perioperatorios entrenados en el tema, así como la disponibilidad de nuevas técnicas de conservación y terapias puente como el ECMO, sin embargo, se ha visto una mejoría en los resultados, ligado al aumento en el volumen de procedimientos que se realizan y a pesar de existir un subregistro de estos a nivel de publicaciones científicas. <sup>(70)</sup>

### ***Experiencia nacional***

En abril del año 2014 se crea la Ley 9222: Ley de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos Humanos. Por decretos ejecutivos se crea el reglamento para dicha Ley en setiembre del año 2016 y posteriormente se agregan nuevas normas como lo es la Distribución y Asignación de órganos de donador cadavérico. <sup>(26)(30)</sup>

Sin embargo, en Costa Rica, el trasplante de órgano sólido inicia en 1969 con lo que es el trasplante renal a nivel de clínica privada, sin embargo, posteriormente la Seguridad Social del país tomó fuerzas en dicho tema. En lo que respecta a pulmón, en 1993 se realiza el primer caso de trasplante corazón-pulmón en el Hospital Nacional de Niños. <sup>(26)</sup>

En el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, según las estadísticas del Servicio de Cirugía de Tórax y Cirugía Cardiovascular, el programa de trasplante pulmonar inicia en el año 2008, con un primer caso corazón-pulmón, el cual culmina con fallecimiento un mes posterior. Sería hasta cinco años después, año 2013 cuando se realiza el primer caso de trasplante unipulmonar exitoso, donde hasta el día de hoy se encuentra vivo. Entre el año 2014 y 2018 se realizan siete

intervenciones: tres trasplantes unipulmonares, dos bipulmonares y dos bloques cardiopulmonares, siendo uno de los trasplantes bipulmonares el que sobrevive nueve meses, el resto, la sobrevive entre uno y cinco meses. Desde el año 2019 solo se consuman trasplantes bipulmonares, realizando dos casos ese año, pacientes que se encuentran con manejo médico ambulatorio.<sup>(26)</sup> Posteriormente en febrero y junio del año 2020 se hacen dos nuevos procedimientos, con una sobrevive del primero de tres meses y el siguiente de cuatro días. En diciembre 2020 se efectúa un nuevo trasplante bipulmonar exitoso, dado de alta de manejo intrahospitalario. El caso más reciente se realiza en abril del año 2021 el cual para el mes de julio del mismo año se encontraba fuera del Área de Cuidados Intensivos, pero aún con manejo intrahospitalario. En lo que es la divulgación científica alrededor de estos datos queda todavía pendiente como tal.

El programa cuenta con un trabajo en conjunto del Servicio de Neumología, Cirugía de Tórax, Anestesiología y Recuperación, Terapia Respiratoria, Terapia Física, Trabajo Social, Enfermería y la Unidad de Cuidados Intensivos Quirúrgicos, la cual actualmente ha recibido un cambio en la nomenclatura por Unidad de Cuidados Intensivos Cardiorrespiratorios y Trasplante, lugar donde los pacientes son trasladados para la continuación del manejo postoperatorio hasta el traslado a salón o egreso directo al hogar. El Servicio de Emergencias, Neurología y Neurocirugía también tienen un papel importante en la detección de posibles donadores.

## **Enfermedad Pulmonar Terminal**

### ***Epidemiología***

Dentro de las enfermedades no transmisibles, las enfermedades respiratorias crónicas (patologías no solo asociadas a parénquima, sino a las vías respiratorias también), incluyendo patologías como desde el asma, Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, enfermedades ocupacionales, enfermedades intersticiales, sarcoidosis y neumoconiosis, contribuyen a las causas de mayor mortalidad y morbilidad mundial, donde para el año 2017 se calcula que un 7.4% de la población posee algún tipo de estas patologías: quinientos cuarenta y cinco millones, cifra que bastante considerable, que en números absolutos ha aumentado, sin embargo,

estandarizado por edad impresiona disminución, incluyendo a la región de Latinoamérica. <sup>(91)</sup>

La importancia no solo radica en la morbimortalidad, sino que todo esto conlleva a mayores gastos en salud pública, que pesar de que algunas son prevenibles e incluso tratables inicialmente, no necesariamente llevan la atención necesaria y las complicaciones asociadas suelen llevar a más gasto e incluso a la discapacidad, morbilidad y mortalidad prematura. <sup>(53)(91)</sup>

A nivel de Costa Rica, según las estadísticas vitales por parte del Instituto Nacional de Estadística y Censo, datos preliminares del 2020, no existe un dato preciso sobre patologías pulmonares crónicas específico, ya que, los mismas clasificaciones podrían llevar a suposiciones no correctas, sin embargo, si se incluye como “grande grupo de causa de muerte” las enfermedades respiratorias, este equivale a 6.3% de los fallecidos en dicho año, probablemente con un gran subregistro de diferentes patologías más específicas. <sup>(42)</sup>

## **Lista de trasplante pulmonar**

### ***Inclusión en lista de espera***

En lo que respecta al estadiaje de condición terminal y la indicación de trasplante pulmonar difiere entre patologías, por lo que se describirán las contraindicaciones primeramente y luego las indicaciones respectivas según el Consejo de Trasplante de Pulmón de la Sociedad Internacional para el Trasplante de Corazón y Pulmón. <sup>(1)(37)(71)(98)(102)</sup>

A manera general, para ser considerado dentro de un programa de trasplante de pulmón al paciente debe cumplir con tres criterios; alta probabilidad de fallecimiento en dos meses sin trasplante, alta probabilidad de supervivencia de 90 días post trasplante y alta probabilidad de supervivencia a cinco años si hay adecuada función del injerto. <sup>(1)(98)</sup>

En otras latitudes se utilizan diversas escalas para decidir la priorización de pacientes en la lista de espera, donde se incluyen características como la función pulmonar, uso de oxígeno, edad, disnea, hipertensión pulmonar, afectación radiológica, incluso se toma en cuenta la distancia entre el sitio donde se encuentra el donador y el receptor y la duración del traslado; siempre se debería de tomar en cuenta la fragilidad del paciente y la capacidad de rehabilitación y mejora de calidad de vida posterior. <sup>(1)(41)(71)(98)</sup>

### ***Contraindicaciones***

En lo que respecta a las contraindicaciones para la realización de un procedimiento, usualmente son circunstancias con las que cierta intervención no obtendrá los beneficios esperados, o incluso conlleva a más riesgos, complicaciones y resultados adversos no deseados. A pesar de eso, a la hora de la evaluación de un posible candidato, las mismas, usualmente pueden flexibilizarse según el contexto clínico actual, siempre sopesando el balance riesgo beneficio y las consideraciones éticas del caso, donde contraindicaciones relativas pueden convertirse en absolutas y así no incurrir en medidas no fructíferas que llevarán a un gasto de recurso humano y económico, sin ayudar a mejorar las condiciones del paciente y su entorno; por otra parte, una contraindicación absoluta puede convertirse en relativa en caso de que la misma logre ser corregida y tratada, e incluso que se logre mejorar posterior a la realización del procedimiento. <sup>(1)(37)(71)(99)</sup>



### Contraindicaciones absolutas

Ver tabla 1 para resumen de estas según bibliografía revisada.

#### **Tabla 1. Contraindicaciones absolutas para realización de trasplante pulmonar**

- Enfermedad oncológica activa o reciente (dos a cinco años).
- Disfunción importante de otro órgano: corazón, hígado, riñón o cerebro, sin llegar a ser optimizable, a menos que se pueda realizar un trasplante múltiple.
- Enfermedad aterosclerótica no corregida con sospecha o confirmación de daño a órgano blanco.
- Inestabilidad médica aguda
- Diátesis hemorrágica no corregible
- Infección crónica por gérmenes muy virulentos y/o resistentes
- Infección activa de *Mycobacterium tuberculosis*.
- Deformidad importante que pueda causar una restricción grave
- Índice de masa corporal igual o superior a 35.
- Paciente que no son adecuados con respecto a la toma de tratamientos y recomendaciones
- Trastorno conductual con lo que el paciente no pueda seguir un tratamiento adecuado.
- No tener unas adecuadas redes de apoyo.
- Bajo potencial de rehabilitación
- Abuso o dependencia de sustancias

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

### *Contraindicaciones relativas*

Las mismas según la bibliografía revisada se resumen en Tabla 2.

**Tabla 2. Contraindicaciones relativas para la realización de trasplante pulmonar**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad mayor a 65 años               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ más relacionado con probabilidad de más comorbilidades.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de masa corporal entre 30 y 34.9</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desnutrición progresiva grave</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteoporosis grave</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirugía torácica previa</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paciente en ventilación mecánica o con soporte vital extracorpóreo,               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Debe tener una adecuada evaluación continua y dar seguimiento, ya que, es un estado dinámico.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colonización o infección por bacterias, hongos y micobacterias.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paciente con Hepatitis B o C:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Posible en caso de cursar sin repercusión clínica y poseer una unidad de hepatología experimentada.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes infectados con virus de inmunodeficiencia humana:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Considerar estado clínico</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedad aterosclerótica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comorbilidades y su estado actual               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Epilepsia, diabetes, enfermedad ulcero-péptica y enfermedad veno-oclusiva pulmonar.</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

### ***Indicaciones y otras consideraciones según patología***

A la hora de que un paciente con patología pulmonar es valorado por su padecimiento crónico ya sea a nivel Privado de Salud o dentro de la Seguridad Social en un centro descentralizado, los médicos tratantes deben de estar al tanto de su condición y evolución, esto con el objetivo de que sean referidos a un centro de salud que cuente con un equipo de trasplante, en el caso de trasplante pulmonar, en la CCSS el HRACG es el autorizado para ello, para valorar posteriormente la necesidad de inclusión en la lista de espera para trasplante. Ambas situaciones ocurren en diferentes circunstancias y las mismas pueden diferir entre patologías, por lo cual es necesario enumerarlas y tenerlas en cuenta al evaluar paciente neumópatas. Se pueden clasificar como neumopatías intersticiales, supurativas, obstructivas y vasculares pulmonares, sin embargo, también existe un grupo con otras consideraciones adicionales, como es trasplante simultáneo de varios órganos, retrasplante y paciente en terapias puente. <sup>(37)(71)(98)</sup>

#### *Neumopatías intersticiales*

**Tabla 3. Indicadores en Neumopatías Intersticiales para referencia a centro especializado.**

- Signos histopatológicos o radiológicos de Neumonitis Intersticial Usual o Neumonitis Intersticial no Específica fibrosante
- Función pulmonar anormal
  - Capacidad vital forzada a menos del 80% predicho o capacidad de difusión de monóxido de carbono menor a 40% de lo predicho
- Disnea o limitación funcional
- Necesidad de oxigenoterapia

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

**Tabla 4. Criterios de inclusión en lista de espera para neumopatías intersticiales**

- Capacidad vital forzada que disminuye un 10%
- Disminución de capacidad de difusión de monóxido de carbono en un 15%
- Prueba de marcha de 6 minutos:
  - Desaturación hasta 88%.
  - Menos de 250m.
  - Disminución de 50m con respecto a previas.
- Hipertensión pulmonar documentada
- Hospitalización por deterioro respiratorio incluyendo neumotórax.

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(978)</sup>

#### *Neumopatías supurativas*

Dentro de esta clasificación se encuentra la fibrosis quística, la cual cuenta con muy mal pronóstico y a su vez, por las características de su cuadro clínico, se asocia con patología infecciosa, lo cual se debe considerar siempre en ellos.<sup>(37)(71)(98)</sup>

**Tabla 5. Indicadores para Neumopatías supurativas para referencia a centro especializado.**

- Reducción del volumen espirado forzado en 1 segundo en 30% en un paciente con patología avanzada o reducción rápida a pesar de adecuado tratamiento con infección con micobacteria no tuberculosa o *Burkholderia*.
- Distancia recorrida en prueba de 6 minutos menor a 400m
- Hipertensión pulmonar sin exacerbación hipóxica
  - Presión sistólica arteria pulmonar mayor a 35mmHg por ecocardiografía
  - Presión media arteria pulmonar mayor a 25mmHg por cateterismo derecho.
- Deterioro clínico

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

**Tabla 6. Criterios de inclusión en lista de espera para neumopatías supurativas.**

- Insuficiencia respiratoria crónica:
  - PaO<sub>2</sub> menor a 60mmHg y PCO<sub>2</sub> mayor a 50mmHg.
- Ventilación no invasiva a largo plazo
- Hipertensión pulmonar
- Hospitalización frecuente
- Deterioro rápido
- Clase funcional IV

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

*Consideraciones infectocontagiosas específicas*

**Tabla 7. Consideraciones en neumopatías supurativas y patógenos documentados.**

Enfermedad micobacteriana no tuberculosa

- Se debe de evaluar en todo paciente con fibrosis quística e iniciarse tratamiento antes de ser incluidos en lista de espera
- Si progresa a pesar de tratamiento se considera contraindicación para el trasplante.

Infección por *Burkholderia*

- Pacientes con deterioro más rápido y peores resultados postoperatorios.
- Se debe de evaluar en estos pacientes antes de ser ingresados a la lista de espera.

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

*Enfermedades obstructivas*

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica con y sin déficit de anti-tripsina alfa 1, son las patologías que a nivel mundial abarcan un 40% de los procedimientos de este tipo. Este tipo de pacientes se debe considerar y evaluar previamente lo que

es la reducción del volumen pulmonar vía broncoscopía o quirúrgicamente, lo cual podría mejorar su estado funcional con lo que podrían ser incluidos nuevamente a lista de trasplante. <sup>(37)(71)(98)</sup>

Parte de los criterios utilizados es el índice BODE (tabla 8) descrito en el 2004, pero que se ha sido de utilidad en los pacientes candidatos a trasplante, posee una puntuación del 0 a 10, entre mayor el número peor condición. <sup>(18)(98)</sup>

**Tabla 8. Índice BODE.**

- B: Índice de masa corporal
  - 0: mayor a 21
  - 1: menor o igual 21
- O: Obstrucción de las vías aéreas: %VEF1
  - 0: Mayor o igual a 65
  - 1: 50 – 64
  - 2: 36 – 49
  - 3: Menor o igual a 35
- D: Disnea
  - 0: sin disnea o grado 1
  - 1: grado 2
  - 2: grado 3
  - 3: grado 4
- E: capacidad de ejercicio en caminata de 6 minutos
  - 0: mayor o igual a 350m
  - 1: entre 250 y 349m
  - 2: 150 y 249m
  - 3: Menor o igual a 149m

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(18)(98)</sup>

**Tabla 9. Indicadores para Neumopatías Obstructivas para referencia a centro especializado**

- Deterioro continuo a pesar de adecuada terapia.
- Índice BODE entre 5 y 6
- PaCO<sub>2</sub> mayor a 50mmHg y PaO<sub>2</sub> menor a 60mmHg
- VEF1 menor a 25%

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

**Tabla 10. Criterios de inclusión en lista de espera para neumopatías obstructivas**

- Índice BODE mayor o igual a 7
- VEF1 menor a 15-20%
- Tres o más exacerbaciones en un año
- Exacerbación grave aguda con hipercapnia
- Hipertensión pulmonar de moderada a grave

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

*Enfermedades vasculares pulmonares*

Pacientes con Hipertensión Arterial Pulmonar Idiopática, actualmente tienen mejores tratamientos médicos, por lo que la inclusión a la lista se demora debido a la eficacia de estos. <sup>37)(71)(97)</sup>

**Tabla 11. Indicadores para Neumopatías vasculares para referencia a centro especializado**

- Clase funcional NYHA III o IV
- Enfermedad de progresión rápida
- Enfermedad veno-oclusiva pulmonar o hemangiomatosis capilar pulmonar

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

### **Tabla 12. Criterios de inclusión en lista de espera para neumopatías vasculares**

- Clase funcional NYHA III o IV con adecuado tratamiento sin mejoría
- Índice cardiaco menor a 2 litros por minuto por metro cuadrado
- Presión auricular derecha por encima de 15mmHg
- Prueba de la marcha de 6 minutos con menos de 350 metros
- Hemoptisis, derrame pericárdico, insuficiencia cardiaca derecha.

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

### ***Circunstancias especiales***

#### *Trasplante unipulmonar*

Contraindicado en el contexto de patologías supurativas e infecciosas para no contaminar el nuevo injerto, sin embargo, en otras patologías no hay evidencia de diferencia en cuanto a riesgo beneficio con respecto al trasplante bipulmonar, excepto tal vez en menor sobrevida por lo que aun así podría ser considerada una opción válida en casos de EPOC o pacientes de edad avanzada, incluso podría tomarse en cuenta para lograr realizar dos trasplantes en pacientes adecuadamente seleccionados y así aprovechar el beneficio del procedimiento. <sup>(6)((37)(81)(98)</sup>

#### *Retrasplante pulmonar*

Pequeño porcentaje de los trasplantes son por la necesidad de un nuevo trasplante pulmonar, las indicaciones y contraindicaciones deberían ser las mismas consideradas en la primera ocasión, sin embargo, se deben de tomar en cuenta el estado actual del paciente y sus comorbilidades y exacerbaciones de patología previas o adquiridas en el proceso. <sup>(98)</sup>

En caso de haber sido unipulmonar se debe valorar si se retira el injerto o se trasplanta el contralateral, donde la evidencia es contradictoria; con mayor frecuencia se realizan retrasplantes bilaterales, así como es más frecuente el bilateral inicial. <sup>(98)</sup>



## *Trasplante simultáneo de múltiples órganos*

### *Corazón-pulmón*

Reservado para paciente con patología pulmonar intrínseca o hipertensión arterial pulmonar grave sumado a patologías congénitas irreparables o función cardiaca deteriorada irreversible, pero a su vez se trata de evitar la realización de este tipo de procedimiento por los resultados no tan prometedores en comparación con trasplante cardiaco o trasplante pulmonar aislado, por ejemplo el uso de soporte extracorpóreo para evitar falla ventricular derecha posterior al trasplante cardiaco; o en el caso pulmonar, la realización de revascularización coronaria o reemplazo valvular en conjunto con el trasplante bipulmonar. <sup>(98)</sup>

### *Pulmón-riñón*

Trasplantes renales se realizan por un fallo secundario y no son frecuentes en etapas tempranas. Combinación con peores resultados por falla del injerto pulmonar, con mejoría si se realiza de donador vivo (menor tiempo de espera). <sup>(98)</sup>

### *Pulmón-hígado*

Pocos casos descritos, por ejemplo, en fibrosis quística o deficiencia de alfa tripsina 1, donde hay compromiso hepático y pulmonar. Se debe evidenciar cirrosis por biopsia y un gradiente portal de 10mmHg. Se contraindica en hipoalbuminemia, coagulopatía con INR mayor a 1.8, encefalopatía o ascitis grave. Se deben de tomar en cuenta comorbilidades, posibilidad de fallo hepático en el postquirúrgico en caso de realizar solo pulmones o viceversa, así como tomar en cuenta el riesgo de sangrado. <sup>(98)</sup>

### *Disfunción esofágica/esclerodermia*

Esclerosis sistémica es un punto controversial, sin embargo, se debe de tomar en cuenta patología renal y esofágica previamente, para disminuir el riesgo de aspiración. <sup>(98)</sup>

*Adenocarcinoma in situ o mínimamente invasivo*

**Tabla 13. Criterios para pacientes con enfermedad oncológica pulmonar para referencia a centro especializado**

- Compromiso respiratorio restrictivo
- Disminución de calidad de vida
- Fracaso terapéutico

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

**Tabla 14. Criterios de inclusión en lista de trasplante en patología oncológica pulmonar**

- Previamente biopsia y evaluación de imágenes para descartar nueva patología o enfermedad metastásica, se debe repetir cada tres meses.
- Se debe tener receptor de reserva al momento de realizar la cirugía: se suspende el procedimiento si se encuentra invasión oncológica.

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(37)(71)(98)</sup>

***Terapias puente***

Son aquellas acciones terapéuticas iniciadas con el objetivo de aumentar el tiempo de vida de los pacientes en espera de un trasplante, brindando soporte ventilatorio, hemodinámico o ambas para tratar un estado de descompensación agudo sobreagregado a su condición crónica. <sup>(13)(56)(62)(98)</sup>

Dentro de esta categoría entra la ventilación mecánica asistida (se excluye la ventilación no invasiva), la eliminación extracorpórea de dióxido de carbono para casos de hipercapnia únicamente y la Oxigenación por Membrana Extracorpórea, de la cual se cuenta con dos configuraciones: veno-venosa para dar únicamente soporte ventilatorio (oxigenación y eliminación de CO<sub>2</sub>) y una veno-arterial que

también se encarga de dar soporte hemodinámico, esto según el caso y la condición de cada individuo, sin embargo, no existen guías actualmente que definan el uso de estas terapias, por lo que estos pacientes deben de individualizarse y evaluarse continuamente para definir si continua siendo candidato para trasplante o si se retira de la lista, pero más importante aún es valorar el inicio de la misma; estos pacientes deben de estar ya evaluados para definir manejo a seguir. Se hace énfasis en que el hecho de tener ECMO, no implica que debe ser trasplantado. <sup>(13)(39)(62)(71)(98)</sup>

La tendencia mundial es una disminución de la VMA como terapia puente y aumento del ECMO, donde incluso se habla del ECMO despierto, donde el paciente continúa realizando rehabilitación y no tiene alteración del sensorio ni relajación neuromuscular, donde incluso se habla de estudios con mejores resultados, sin embargo, también se menciona un aumento en la estancia hospitalaria. Pacientes con configuración VV tienen mejores resultados que VA, probablemente por su condición previa, incluso con datos de hipertensión pulmonar se recomienda el uso de VA. Inicialmente tenían resultados peores, sin embargo, gracias al avance médico, actualmente poseen una sobrevida aceptable, aunque si menor a aquellos que no se les coloca ECMO. <sup>(10)(39)</sup>

#### **Tabla 15. Indicaciones para la colocación de terapia puente**

- Paciente joven
- Ausencia de disfunción multiorgánica
- Buen potencial de rehabilitación

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(13)(39)(56)(62)(71)(98)</sup>

---

**Tabla 16. Contraindicaciones para la colocación de terapia puente**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paciente no elegible para trasplante</li> <li>• Shock séptico</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disfunción multiorgánica</li> <li>• Trombocitopenia inducida por heparina o contraindicación para anticoagulación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paciente con evento cerebral isquémico o hemorragia intracraneal</li> <li>• Ventilación mecánica prolongada</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad avanzada</li> <li>• Obesidad</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pronóstico desfavorable</li> </ul>

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas <sup>(13)(39)(56)(62)(71)(98)</sup>

### ***Retiro de lista de espera***

Se debe de mantener una evaluación continua de los pacientes candidatos, en busca de aparición de una contraindicación absoluta o relativa, principalmente aquellos con ventilación mecánica o soporte vital extracorpóreo; a su vez, en pacientes con mal control médico o sin control alguno previo, al haber una mejoría clínica posterior a una optimización de su tratamiento médico también se debe valorar el retiro de la lista y diferir el procedimiento temporalmente. En casos donde exista mejoría del estado funcional en pacientes con patología ya evolucionada se podría considerar el reingreso a la lista de espera, así como deterioro agudo y progresivo de pacientes con patología de relativo reciente diagnóstico. <sup>(13)(62)(98)</sup>

### ***Trasplante y COVID 19***

Al ser el SARS-CoV-2 causante de una patología que ha llevado a una pandemia con millones de pacientes infectados a nivel mundial, con un espectro desde lo asintomático hasta un Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo con

requerimiento de ventilación mecánica prolongada e incluso ECMO, esto llegando a ser una condición irreversible. No es usual el uso de trasplante para casos agudos infecciosos, sumado a las complicaciones ya conocidas por la patología misma o por sobreinfección con otros patógenos, el mal estado clínico del paciente y las posibles complicaciones y secuelas tardías teóricas, hacen que no sea un escenario ideal el trasplante pulmonar en pacientes con neumopatía asociada a COVID 19.<sup>(12)</sup>

A pesar de ser un tema nuevo para la comunidad científica ya se ha publicado una serie de casos, donde recopilan la información relacionada con los primeros 12 trasplantes pulmonares relacionados con COVID-19, en centros de alto volumen y experiencia a nivel mundial: Austria, Estados Unidos de América, India e Italia (sorpresivamente no documentación canadiense quienes son pioneros en este tema), con el objetivo de realizar una propuesta de criterios para la adecuada selección de estos pacientes, con la justificación de que la patología no impresionaba dar tregua a los servicios de salud.<sup>(12)</sup>

Las recomendaciones brindadas por el panel de expertos no distan de las usualmente utilizadas para la selección de candidatos, a nivel general se considera la edad, IMC, el fallo de órgano único (sin embargo, dejan un portillo para trasplante múltiple a futuro), la condición basal del paciente y la ausencia de patología oncológica y hacen énfasis en el estado socioeconómico del paciente, en caso de aplicar, cuestiones de seguros y apoyo financiero y el apoyo de cuidadores primarios y secundarios, donde los mismos también entran en juego a la hora de decisiones informadas con respecto a los objetivos del paciente y el consentimiento informado para la realización del procedimiento quirúrgico, en este punto recomiendan, hasta donde sea clínicamente posible, la evaluación del estado neurocognitivo en paciente despierto y colaborador, incluso realizando terapia física, ya que, el potencial de rehabilitación siempre es un punto relevante, de no ser posible, debe ser evaluado por servicios expertos en el tema junto a estudios de imágenes.<sup>(12)</sup>

Propiamente con el estado infeccioso y pulmonar, se recomiendan dos pruebas de PCR negativas en muestra de lavado bronquio alveolar, obtenidas con

una diferencia de 24 horas, esto posterior a cuatro semanas de inicio de síntomas; hisopados nasofaríngeos solo en caso de tener condiciones preexistentes de inmunosupresión o en casos donde los pacientes no se encuentren con ventilación mecánica ni tengan traqueostomía. Cultivos virales se recomiendan en caso de estar disponibles (tomado de muestras de lavado bronquio alveolar). Esto sumado a evidencia de daño pulmonar irreversible luego de más de cuatro semanas de evolución de síntomas, sin que se logre retirar ventilación mecánica o soporte extracorpóreo, esto definido por al menos dos médicos de dos diferentes especialidades; si se observa alguna mejora, sin importar tiempo de evolución, no se debe considerar trasplante pulmonar. <sup>(12)</sup>

A nivel país, según los Lineamientos Nacionales por Infección del SARS-CoV-2 COVID-19 en proceso de selección de donación y trasplantes en Costa Rica, de febrero del año 2021, elaborado por el Ministerio de Salud, con colaboración de la CCSS, no se han realizado trasplantes relacionados con esta entidad, sin embargo, se debe de tomar en cuenta para el resto de la logística. En el documento se reafirma la necesidad de continuar con el programa de trasplante y se recalca la necesidad de la valoración del riesgo y beneficio (situación clínica del paciente versus estado nacional de la pandemia y disponibilidad de recursos). Se debe de educar a los posibles receptores y deben de mantener aislamiento debido a que todo paciente receptor debe de tener prueba de PCR negativa previo ingreso a sala de operaciones. A los donadores cadavéricos se les debe de tomar esta prueba también, sin excepción, asimismo, si la prueba es positiva, no concluyente o tiene alta sospecha de infección a pesar de PCR negativa, se descarta como donador. Donadores previamente infectados deben de cumplir un periodo mínimo de 14 días, pero de 21 días para ser donadores de pulmones sumado a una tomografía axial computarizada para valorar la viabilidad de estos. <sup>(67)</sup>

## Capítulo 3. Preoperatorio

### Consideraciones del donador

#### *Manejo y optimización del donador*

En la literatura se documentan dos tipos de donadores cadavéricos los asociados a muerte cardiaca y muerte neurológica; donde esta primera clasificación se divide en categorías, donde la categoría I, II y V se subdividen como no controladas, siendo fallecimiento al llegar al nosocomio, resucitación no exitosa y paro cardiaco en paciente hospitalizado, respectivamente. Las categorías III y IV se definen como controladas, siendo posibles mejores candidatos a donación, siendo pacientes que se espera paro cardiaco y paro cardiaco posterior a muerte neurológica. Esta clasificación surge como una manera de expandir o aumentar la cantidad de donación de órganos, sin embargo, en la legislación costarricense no está incluida, solamente la muerte neurológica. <sup>(23)(30)(101)</sup>

Al verificar la muerte neurológica, se debe obtener el consentimiento informado por parte de los familiares, se deben completar estudios de serologías, radiografía de tórax y toma de esputo y suspender medicamentos y órdenes innecesarias. Se continua el soporte fisiológico, por lo cual es menester que se encuentre con una línea arterial para monitorización de la presión arterial de manera invasiva (meta de presión arterial media entre 60 y 80mmHg) y catéter venoso central para la toma de la presión venosa central (meta entre 6 y 10mmHg) y a su vez para infusión de agentes vasoactivos e inotrópicos en caso necesario, a su vez estos pacientes tienen riesgo de depleción de volumen por lo que se debe mantener soluciones de mantenimiento, las cuales se deben de adaptar a la situación electrolítica en que se encuentren. Procurar mantener un gasto urinario entre 0.5 a 2.5ml/kg/h. <sup>(23)</sup>

Se debe mantener ventilación protectora, con PEEP de 8 a 10 cmH<sub>2</sub>O con una presión pico menor a 35cmH<sub>2</sub>O, sumado a un volumen tidal entre 6 y 8ml por kilogramo de peso ideal, con un objetivo de PaO<sub>2</sub> entre 80 y 100mmHg y saturación por encima de 95% con una PaCO<sub>2</sub> entre 35 y 45. Se debe colocar un bolo de

metilprednisolona de 15mg/kg en bolo y mantener un adecuado control glicémico. Dicha monitorización y control se debe mantener desde previa declaración, hasta la evisceración completa, por lo que se recomienda manejo en una Unidad de Cuidado Intensivo. <sup>(23)</sup>

Se aceptan los pulmones si el paciente tiene un índice PaO<sub>2</sub>/Fio<sub>2</sub> por encima de 400 con una fracción inspirada de oxígeno del 100% con PEEP entre 5 y 8, donador menor de 55 años, con historia de fumado menor a 20 paquetes por año, con radiografía normal, broncoscopia con escasas secreciones y esputo sin microorganismos a la tinción Gram. <sup>(23)</sup>

Se puede negar la donación si durante la evisceración no se logran reclutar los pulmones, se deteriora la función pulmonar, se observa malignidad primaria o metastásica, trauma no observado por imágenes radiológicas o si aparecen datos que indican incompatibilidad con el receptor, o la simple negación posterior de los familiares. <sup>(23)</sup>

### ***Métodos de conservación***

Actualmente, a manera de protocolo se utiliza una preservación estática fría, que consiste en soluciones de baja temperatura con el objetivo de disminuir los daños de la actividad metabólica en situación de isquemia, sin embargo la misma no es inocua e igualmente se asocia con lesión del injerto (por lo que el tiempo de isquemia se vuelve un dato relevante en estos pacientes), ha habido avances en las soluciones utilizadas para disminuir ese daño, sin embargo un nuevo método, conocido como perfusión *ex vivo* o *ex situ*, utilizado previamente en otros países para valorar órganos con duda de su viabilidad, actualmente se utiliza como método de tratamiento de pulmones para convertirlos en injertos viables e incluso protocolariamente a todos los órganos, esto siempre teniendo en la mira el aumento de los injertos trasplantables y la mejora de la calidad de los mismos. El mismo consiste en mantener a los mismos no solo irrigados con soluciones más adecuadas, sino que se mantienen con una ventilación protectora, disminuyendo las posibles lesiones causadas por isquemia. <sup>(20)(55)(68)(101)</sup>



## **Consideraciones del receptor**

### ***Valoración preanestésica***

Todo paciente al ser tratado por personal del área de la salud, ha de cumplir una historia clínica, donde es necesario documentar la evolución y sintomatología del paciente, el uso actual de oxigenoterapia o exacerbaciones previas y capacidad funcional, sumado a una intervención de prehabilitación de su estado en conjunto con mejoría de su estado nutricional, sin dejar de lado la evaluación exhaustiva de su estado psicológico así como su entorno social y redes de apoyo, a su vez brindar la educación al paciente y familiar y manejar las expectativas de los involucrados.<sup>(37)(71)(80)</sup>

En el tema de evaluación pulmonar se deben de tomar en cuenta la capacidad de difusión de monóxido de carbono, test de caminata de seis minutos, pruebas de función pulmonar, evaluación cuantitativa de la relación de ventilación y perfusión; indicados los estudios de imagen como tomografía axial computarizada y radiografía de tórax, todo lo previo sumado a la gasometría arterial.<sup>(37)(71)(80)</sup>

Con respecto a evaluación cardiovascular, se debe de tener cateterismo cardiaco derecho e izquierdo según la condición del paciente, así como la ecocardiografía reciente y electrocardiograma. Estudios de imagen como Angiotac coronario o resonancia magnética también deben ser considerados. A nivel de circulación periférica se deben de tomar en cuenta la ultrasonografía Doppler carotídea.<sup>(37)(71)(80)</sup>

A nivel gastrointestinal, se debe de tomar en cuenta la valoración esofágica y de motilidad de este, también el vaciamiento gástrico; en cuestión de estudios de imagen, se debe de realizar tomografía en caso necesario, ultrasonografía abdominal, con énfasis en zona hepática y la colonoscopia como tamizaje oncológico.<sup>(37)(71)(80)</sup>

Los pacientes deben de contar con evaluación ginecológica y urológica, así como valoración odontológica para descartar foco séptico de origen dental, así como por especialistas en otorrinolaringología para descartar procesos sépticos

relacionados, esto principalmente en pacientes portadores de fibrosis quística.<sup>(37)(71)(80)</sup>

Se deben de tomar diferentes estudios de laboratorio, incluidos los básicos de rutina, hemograma, pruebas de función renal, pruebas de coagulación, pruebas de función hepática, electrolitos, glucosa, perfil lipídico y pruebas de función tiroidea, grupo sanguíneo y antígeno leucocitario humano (HLA); se deben de incluir estudios de patologías autoinmunes como es el factor reumatoideo, anticuerpos anti-ADN, ANCA-C y ANCA-P, ANA, ENA. A su vez el aspecto infectocontagioso debe ser evaluado adecuadamente, es necesaria la toma de serologías virales por Epstein Bar, Citomegalovirus, Varicela Zoster, Hepatitis A, B y C, Virus de Inmunodeficiencia Humana, Herpes simplex, toxoplasmosis, así como tamizaje por patología tuberculosa. Se deben de tomar esputos o lavados bronco-alveolares, tinción de Gram y cultivos de estos. Se debe constatar el esquema de vacunación.<sup>(37)(71)(80)</sup>

### ***Profilaxis antibiótica***

Según las guías clínicas realizadas por la Sociedad Americana de Farmacéuticos del Sistema de Salud, la Sociedad Americana de Enfermedades Infecciosas, la Sociedad de Infecciones Quirúrgicas y la Sociedad para la Epidemiología en Salud de América, se recomienda la profilaxis usual: cefalosporinas de primera generación, sin embargo, debido a las altas incidencias de infecciones por patógenos más virulentos, asociado al compromiso inmunológico del paciente, se coloca vancomicina y se agrega una cefalosporina de tercera generación o cefepime, en caso de alergia a los betalactámicos se puede realizar el cambio por levofloxacina; estos medicamentos se deben colocar al menos 60 minutos antes de la incisión quirúrgica, en caso de la vancomicina y levofloxacina este tiempo se extiende a 120 minutos, la duración del tratamiento no está definida, pero según la Sociedad Americana de Trasplante, se debe continuar por 48 a 72 horas; la profilaxis a largo plazo se realiza con trimetopirn sulfametoxazol. En caso de colonización previa se recomienda el uso de ceftazidime o como sustituto piperacilina-tazobactam o cefepime.<sup>(72)(74)</sup>

Profilaxis antifúngica no se encuentra con adecuada evidencia, pero se sugiera la utilización de asoles sistémicos como voriconazol, fluconazol o posaconazole, o el uso de Anfotericina B liposomal inhalada. Terapias profilácticas antivirales se utiliza en ganciclovir. <sup>(71)(72)(74)</sup>

Además, de la terapia farmacológica, se debe de mantener una adecuada preparación de la piel, el cambio del campo quirúrgico estéril luego de muchas horas de cirugía, el lavado de la cavidad pleural en caso de haberse documentado agentes infecciosos previamente. Se debe de cambiar el broncoscopio y sondas de aspiración previamente utilizadas y valorar drenaje en pacientes con abundante tejido adiposo. <sup>(72)</sup>

### ***Inicio de terapia de inmunosupresión***

Se debe de iniciar el Tacrolimus 1mg sublingual (0.5mg en adulto mayor) a la hora de la confirmación de la realización del procedimiento, en sala de operaciones la colocación de Basiliximab 20mg y 1g de micofenolato, también metilprednisolona 500mg intravenoso por cada injerto; existe literatura que recomienda la utilización de globulinas anti linfocíticas en preoperatorio o postoperatorio inmediato. A pesar del uso de estos medicamentos, incluso de manera rutinaria en algunos centros, con aparentes buenos resultados, no existe un consenso en la utilización de los mismo, ya que, no existen estudios clínicos que evalúen adecuadamente la evidencia. <sup>(43)(71)</sup>

### ***Otras consideraciones***

El día del procedimiento, se debe de reevaluar el estado clínico del paciente y su deterioro para confirmar si continúa siendo candidato. Se deben de tomar nuevamente una historia clínica dirigida preanestésica definiendo eventos anestésicos previos y complicaciones asociadas, la medicación y reacciones adversas, así como el ayuno actual. Es menester la evaluación de la vía aérea y

posibles predictores de dificultad para la ferulización de esta, así como la dificultad de accesos vasculares, ya que, todo esto involucra el aumento de tiempo anestésico y posible impacto en el tiempo de isquemia de los injertos. <sup>(71)(80)</sup>

Se deben de tomar en cuenta los medicamentos de uso crónico, con respecto a los agentes anticoagulantes, los cuales previamente deberían de ser de acción corta o fácilmente reversibles, ya que, usualmente son procedimientos con poco tiempo de preparación previo. También el uso crónico de opioides, ya que, los mismos pueden significar un manejo postoperatorio de la analgesia más difícil y se debe de anticipar. <sup>(80)</sup>

Previamente se debe de discutir con el equipo quirúrgico sobre la tolerancia de la ventilación unipulmonar y decidir cual pulmón se trasplantará inicialmente, usualmente el pulmón más afectado, esto debido a que un pulmón no funcional con baja perfusión durante la exclusión del pulmón contralateral, puede resultar en hipoxemia o en deterioro hemodinámico por falla de ventrículo derecho a la hora de restringir flujo a la arteria pulmonar, esto mismo asociado a pacientes portadores de hipertensión pulmonar, por lo que previamente se debe decidir es uso de inotrópicos y vasopresores o el uso de soporte extracorpóreo ya sea mediante ECMO o CEC, la cual se puede colocar electivamente o en caso de emergencia durante cualquier punto del procedimiento, por lo que se debe mantener una comunicación interdisciplinaria en todo momento; dentro de la discusión se debe de decidir el momento adecuado para la colocación de la monitorización invasiva y accesos vasculares. <sup>(3)(80)</sup>

### ***Consentimiento informado***

Se debe de comunicar al paciente los potenciales riesgos del procedimiento asociados al proceso transoperatorio y posteriormente a nivel de cuidados intensivos, incluyendo invasiones y monitorización con ecografía transesofágica, las complicaciones en manejo de la vía aérea, lesión renal, infecciones, consciencia transoperatoria y fallecimiento. <sup>(80)</sup>

## Capítulo 4. Transoperatorio

### Técnicas quirúrgicas

Al inicio, todos los trasplantes pulmonares realizados, así como los bloques cardiopulmonares, se realizaban por medio de una esternotomía, inclusive hoy aunque en menor proporción; se describe que una de las probables principales razones, es que inicialmente este tipo de procedimiento creció a manos de personal quirúrgico entrenado en cirugía torácica cardiovascular (podría decirse, atrevidamente, que también personal enfocado en Anestesia y Perfusión también), siendo esta la incisión y manejo usual de cada día en cirugía cardíaca, por lo que esta misma aseveración aplica para lo que es la colocación de circulación extracorpórea, siendo un hecho obligatorio la colocación de este circuito para asegurar la adecuada oxigenación del paciente en la mesa quirúrgica. <sup>(3)(91)(95)(98)</sup>

Todas estas decisiones en el manejo médico y quirúrgico acarrearán sus ventajas y desventajas, siendo la ventaja de la experiencia previa un tema de difícil manejo a la hora de realizar cambios, pero a nivel de desventajas siempre existe la motivación de lograr mejores resultados a pesar de la inicial curva de aprendizaje, la resistencia al cambio y el sano escepticismo al proponer manejos diferentes.

El trasplante también se puede realizar mediante toracotomía unilateral en caso de que sea unipulmonar o mediante un acceso anterolateral por toracotomía bilateral a nivel de cuarto espacio intercostal (podría valorarse quinto espacio en el lado izquierdo) en caso de ser bipulmonar y que el paciente tenga una caja torácica amplia, donde incluso podría canular para CEC o ECMO central en caso necesario. Por último, el acceso por toracotomía bilateral con esternotomía transversa, o tipo *clamshell* (Ver Figura 1), en concha de almeja por su símil con la misma, la cual mantiene una mejor exposición a los hilios pulmonares, así como el corazón, siendo la idea para canulación de soporte extracorpóreo la cual ha aumentado su popularidad. Las diferencias entre los accesos quirúrgicos todavía no se ha logrado documentar fielmente, sin embargo, se menciona que la toracotomía bilateral tiene aparentemente mejores resultados en cuestión de estadía en UCI, VMA y menor

sangrado, sin embargo, con mayor dolor en el postoperatorio, donde incluso si no se tenía analgesia epidural (colocada de manera opcional) se le colocaba, sin embargo, el estudio es retrospectivo y no se toma en cuenta anestesia regional y tampoco se conoce si los mejores resultados se asocian a la analgesia epidural, ya que, si se tiene claro que mal manejo analgésico en cirugía torácica se asocia a complicaciones como prolongación de ventilación mecánica, mal manejo de secreciones, infecciones, llevando a resultados subóptimos. <sup>(3)(35)(99)</sup>

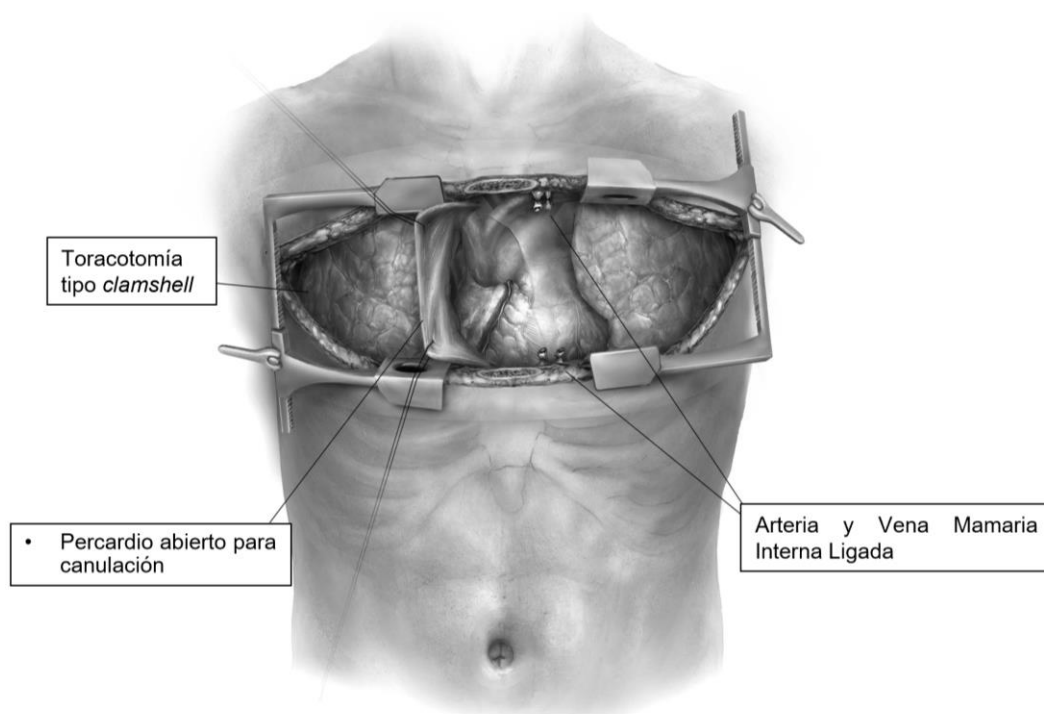


Figura 1. Toracotomía tipo Clamshell. Fuente:

Modificado de fuente bibliográfica (3)

Otro de los cambios a nivel quirúrgico ha sido el trasplante secuencial, donde usualmente se trasplanta inicialmente el pulmón más deteriorado y seguidamente el segundo (a menos que haya una situación especial, como diferente calidad de pulmones del donador por trauma u otra razón, se trasplantará el de mejor calidad), por lo tanto, también mediante la ventilación unipulmonar se trata de evitar la colocación de CEC y ECMO en caso de lograr una adecuada ventilación y

estabilidad hemodinámica, sumado a que se evita la realización de una anastomosis quirúrgica traqueal, la cual conlleva a más complicaciones debido a la asociación de irrigación en dicho sitio del injerto. <sup>(3)(99)</sup>

La neumonectomía se realiza de manera usual con las grapas en la vasculatura lo más periférico posible, donde posteriormente los cirujanos deben de realizar una hemostasia adecuada, ya que, luego hay sitios que son mucho más difíciles de alcanzar y en caso de tener patología infecciosa asociada, se procede con el lavado de la cavidad; siempre tomando en cuenta cuidado no lesionar nervio frénico y el nervio laríngeo recurrente, pero más aún al tener adherencias o pleurodesis previas. Se procede, anatómicamente de posterior hasta anterior, con la anastomosis bronquial y seguidamente la anastomosis de atrio izquierdo del donador y receptor y por último la arteria pulmonar, momento donde siempre se debe revisar el catéter de la arteria pulmonar para que el mismo no sea afectado durante el procedimiento. Durante este momento ya se debe de haber consumado el inicio de la terapia inmunosupresora para posteriormente un purgado anterógrado y retrógrado del injerto y luego iniciar ventilación protectora sin reclutamiento manual con una reperfusión controlada de por lo menos 10 minutos y con mayor razón si no se realiza con soporte mecánico y posteriormente se continua con el lado contralateral y luego la colocación de sondas de tórax y otros drenajes en caso de ser necesarios. <sup>(3)(71)(99)</sup>

## **Monitorización**

Según la ASA, Sociedad Americana de Anestesiólogos por sus siglas en inglés, existen dos estándares con respecto al cuidado relacionado con el acto anestésico, el primero es la permanencia en todo momento de personal calificado en Anestesiología. El segundo, es la evaluación continua de la oxigenación, la ventilación, el estado circulatorio y la temperatura; lo que significa que se debe de tener una oximetría de pulso continua con sonido y alarma, junto a la monitorización de la FiO<sub>2</sub> utilizada, adecuada iluminación y acceso al paciente para evaluarlo

clínicamente, se debe mantener capnografía con una alarma para el CO<sub>2</sub> al final de la exhalación, se debe contar con ventilador mecánico con la monitorización de parámetros aplicados así como la detección de desconexión. En cuanto a la circulación se debe de mantener electrocardiograma continuo junto con toma de presión arterial determinada (y evaluada) cada cinco minutos, sumado a algún otro método que brinde frecuencia cardiaca. Por último, un termómetro, esto para mantener en normotermia al paciente. <sup>(5)</sup>

Para el caso de los pacientes que ingresan para trasplante pulmonar, se debe de colocar un acceso venoso central, una línea arterial y un catéter en la arteria pulmonar para la monitorización hemodinámica, sumado a la utilización de la ecocardiografía transesofágica. También se debe de tomar en cuenta el riesgo de sangrado por lo que se recomienda tener accesos vasculares de adecuado calibre en caso necesario. El momento en el cual se deben de colocar varía según la condición clínica del paciente, ya que, se debe de valorar la necesidad de inicio de soporte vasopresor e inotrópico, el acceso vascular central debería de colocarse previo a inducción únicamente con anestesia local, pero también considerando cuando tolera el paciente el decúbito. También es adecuado en estos casos, la colocación de la línea arterial para monitorización invasiva de la presión arterial y así la titulación de los vasopresores. <sup>(7)(71)</sup>

En cuanto al catéter de arteria pulmonar si se recomienda la colocación luego de la inducción, esto para mantener un dato continuo del gasto cardiaco no solo en sala de operaciones sino en el postoperatorio, así como el comportamiento de las presiones pulmonares y la función del ventrículo derecho; dichas mediciones no son intercambiables en el contexto de trasplante pulmonar con métodos de monitorización de la curva de línea arterial. Estos elementos de monitorización invasiva se complementan con la utilización de ultrasonografía transesofágica mas no son totalmente reemplazables, ya que, no es un tipo de monitorización continua. No se debe de descartar la utilización de la ultrasonografía transtorácica para la valoración de la evolución pulmonar, la cual incluso se puede complementar con la termo dilución transpulmonar para la medición de agua extravascular. <sup>(7)(71)(93)(95)</sup>



### ***Ultrasonografía perioperatoria***

El uso de la ecografía perioperatoria ha ido en aumento, donde actualmente se ha vuelto parte de los elementos rutinarios a utilizar, como en el caso de trasplante pulmonar en ciertos centros, donde parte del protocolo es la ecografía transtorácica en todos los pacientes durante el estudio previo del paciente y transesofágica durante el transoperatorio. <sup>(71)</sup>

Preoperatoriamente se debe de buscar la presencia de defectos septales atriales y ventriculares, así como la presencia de trombos. La evaluación del ventrículo derecho es de los elementos con mayor relevancia a la hora de decidir el manejo en sala de operaciones. La disfunción del ventrículo derecho y la hipertensión pulmonar se asocian a la no adecuada tolerancia de ventilación unipulmonar, por lo que son contraindicaciones relativas para realizar el procedimiento sin soporte mecánico. Parte de la valoración se centra en la hipertrofia, dilatación y forma, junto a la valoración mediante el modo M del TAPSE (Excursión Sistólica del Plano Anular Tricúspideo). Con el gradiente transtricúspideo se puede estimar la presión sistólica pulmonar (siempre recordando la suma de presión venosa central) Las mediciones de diámetro y velocidades de las venas pulmonares son importantes para la comparación postoperatoria, así como la valoración de la función del lado cardiaco izquierdo. <sup>(71)(93)</sup>

Transoperatoriamente se puede utilizar en la inducción (transtorácico, ya que, interfiere con el manejo de la vía aérea), al iniciar ventilación unipulmonar, la manipulación del corazón por los cirujanos y al realizar cierre de vasos pulmonares, reperfusión y cierre torácico, para valorar las repercusiones y tolerancia del individuo durante cada momento y realizar decisiones clínicas, como el inicio o aumento de vasodilatadores pulmonares y soporte inotrópico-vasopresor, siempre con el objetivo de valorar si se logra continuar sin CEC deterioro del TAPSE (menor a 17) así como un Doppler Tisular con S' menor a 9.5cm/s. La valoración de la insuficiencia tricúspidea y su evolución se debe de documentar. A nivel de venas pulmonares no es poco común la formación de trombos, por lo que se deben de comparar valores previos con los transoperatorios. A su vez la adecuada colocación

de las cánulas del ECMO y la valoración hemodinámica del paciente: hipovolemia, contractilidad cardíaca, taponamiento cardíaco, disección aórtica, disfunción ventricular e isquemia miocárdica; esto también en el postoperatorio, incluyendo la ultrasonografía transtorácica, siempre en conjunto con la clínica y el resto de monitorización invasiva que ya posee el paciente. <sup>(7)(71)(93)</sup>

### ***Fluidoterapia***

En cuanto el manejo de líquidos en trasplante pulmonar la evidencia clínica es poca, a pesar de que diversas guías recomienden el uso restrictivo de líquidos, debido a publicaciones y resultados en cirugía torácica donde sobrecarga de volumen, hipervolemia y balances positivos conllevan a edema pulmonar, mayor morbilidad y mortalidad, esto asociado a rechazo del injerto, sin embargo, existen momentos y situaciones donde es necesario realiza la corrección de la hemoglobina, estado de coagulación, colocación de medicamentos e infusiones y por ende el manejo de líquidos, el cual debe de realizarse con sumo cuidado. El uso de grandes cantidades de coloides y cristaloides podría aumentar la estadía en UCI, sin embargo, su uso podría atenuarse con el uso de sustancias vasoactivas, ya que, en este contexto media también un proceso inflamatorio y aumento de la permeabilidad capilar. <sup>(71)(86)(93)</sup>

### ***Manejo de sangrado y transfusión perioperatoria***

La transfusión liberal de hemocomponentes se ha asociado a peores resultados en diferentes cirugías mayores, donde el trasplante pulmonar, aparentemente, no es la excepción, ya se que ha observado mayor disfunción del injerto de forma aguda y crónica (asociado a aumento de anticuerpos), así como Lesión Pulmonar Asociada a la Transfusión (TRALI por siglas en inglés), infección, y sobrecarga de líquidos, lo que lleva a un aumento en la estancia hospitalaria, e incluso aumento en mortalidad. A pesar de la utilización de hemocomponentes leucorreducidos. En la utilización de ECMO, también se ha visto un aumento en la transfusión perioperatoria, done la sensibilización prequirúrgica puede disminuir la posibilidad de compatibilidad con un donador. <sup>(33)(57)(77)</sup>

El uso de antifibrinolíticos, análogos de lisina, como el ácido tranexámico y ácido aminocaproico, siendo el último el disponible en la seguridad social. Poca evidencia en torno a este tipo de procedimiento, sin embargo, es utilizado protocolariamente en otros tipos de cirugía, incluso recomendable en cirugías que involucren CEC. <sup>(33)(57)(77)</sup>

Se recomienda la transfusión dirigida, por lo que se recomienda la utilización de ROTEM y evaluación cualitativa de las plaquetas, sin embargo sin clara evidencia clínica, ya que la misma ha sido comprada con técnicas de optimización farmacológica previa de la hemoglobina y conservación sanguínea, con la utilización de *cell-saver*, evitando soporte extracorpóreo, antiagregantes previo a cirugía y toma de muestras sanguíneas excesivas, con resultados similares.<sup>(77)</sup>

## **Inducción y mantenimiento anestésico**

La necesidad de brindar una anestesia general para estos pacientes viene implícita en el procedimiento como tal, ya que es un procedimiento complejo, con necesidad de ventilación unipulmonar, por lo cual brindar una adecuada inducción y mantenimiento anestésico y lo que eso conlleva es de suma importancia para los resultados postoperatorios. El objetivo de una anestesia general balanceada es la utilización de diferentes medicamentos, con la idea de utilizar la menor dosis posible con los beneficios de diferentes fármacos y simultáneamente disminuir los efectos adversos de los mismos, manteniendo la inconsciencia, amnesia, inmovilidad y la antinocicepción durante todo el procedimiento. Al momento de la escogencia de la combinación de medicamentos, se debe de tomar en cuenta no repetir sitio efecto, la monitorización de la nocicepción y consciencia, utilizar agentes sedativos anti nociceptivos en aras de disminuir medicamentos hipnóticos de mantenimiento (sean intravenosos o inhalados) y continuar el manejo multimodal en el postoperatorio. Medicamentos que clásicamente se consideran solo inductores y con efecto meramente de amnesia, también contribuyen a la inmovilidad y anti-nocicepción, y

viceversa, con una relajación neuromuscular central y disminución de la propiocepción. <sup>(16)</sup>

No hay evidencia de mejores resultados entre anestesia intravenoso en comparación a inhalada, sin embargo, existen puntos en el procedimiento donde el aporte de agente anestésico halogenado no sea el adecuado, por lo cual se debe de considerar la realización de una anestesia general balanceada donde se incluyan las infusiones intravenosas, todo bajo una monitorización del estado de consciencia. <sup>(16)(71)</sup>

Dentro de los medicamentos disponibles en la CCSS para la inducción y mantenimiento en infusión (o incluso en bolos) se encuentra el propofol, midazolam, tiopental, dexmedetomidina, ketamina, y fentanilo; también se menciona en la literatura como parte de este manejo la lidocaína intravenosa y el sulfato de magnesio, sumado a la relajación neuromuscular, donde se cuenta con Atracurio, pancuronio, succinilcolina y, más recientemente, rocuronio, para casos especiales. Todo esto sin olvidar la analgesia regional como parte de este manejo. A nivel de halogenados inhalatorios se cuenta con el sevoflurane en nuestra seguridad social. En la literatura también se destaca el etomidato y otros opioides de corta duración como el remifentanilo o sufentanilo <sup>(9)(16)(92)(96)</sup>. Posteriormente se realizará una descripción de los medicamentos disponibles.

Pacientes sometidos a este procedimiento, de manera basal presentan alteraciones en la ventilación y su hemodinamia, asocian hipoxia con hipercapnia, sumado a disfunción ventricular derecha e hipertensión pulmonar, sumado a posible disminución de respuesta simpática, esto sumado a agentes inductores miocardio depresores y vasodilatadores y ventilación por presión positiva, puede tener consecuencias deletéreas, por lo que la inducción debe de manejarse de manera proactiva y con un plan de contingencia en caso de deterioro, ya que, son pacientes con muy mala tolerancia a la apnea. <sup>(71)</sup>

No se recomienda la premedicación con medicamentos que causen depresión del estado de sensorio, ya que, puede propiciar a un deterioro franco del

estado ventilatorio y hemodinámico del paciente, en caso de utilizarse, la misma debe realizarse con vigilancia continua y valorando respuesta según dosis mínimas.<sup>(71)(80)</sup>

La preoxigenación con óxido nítrico inhalado a manera de vasodilatador pulmonar, sumado a la infusión temprana de vasoactivos durante la inducción debe de tomarse en cuenta en pacientes con hipertensión pulmonar severa. Independientemente de los medicamentos utilizados en la inducción, la misma se debe realizar con una titulación adecuada y cuidadosa del agente inductor, tomando en cuenta el estado hemodinámico y ventilatorio del paciente y valorando un uso temprano de sustancias vasoactivas.<sup>(71)</sup>

## **Vía Aérea**

Se recomienda el uso de un tubo de doble lumen izquierdo, independientemente de si es unipulmonar o bipulmonar, ya que, el mismo no interfiere con el procedimiento y se logra la ventilación unipulmonar; a su vez se previenen posibles complicaciones de contaminación infecciosa, esto principalmente en neumopatías supurativas como la fibrosis quística. A pesar de que el uso de bloqueadores bronquiales se describe para la cirugía torácica en general, los mismos no se reportan como uso rutinario en trasplante pulmonar, sin embargo, podrían ser considerados una opción de rescate en casos de vía aérea difícil, pero los mismos en nuestro medio aún no son tan accesibles.<sup>(9)(71)</sup>

A pesar de que en textos clásicos de la Anestesiología se encuentran indicaciones para la escogencia del tamaño, donde para pacientes femeninas de menos de 160cm se coloca un tubo de 35 Fr y mayor de 160cm se coloca uno de 37Fr. En el caso pacientes masculino, 170cm es el límite, donde menor y mayor, respectivamente, se les coloca 39 y 41Fr, ya que en general, en la literatura se menciona la correlación de la talla del paciente con la necesidad de un tubo de mayor tamaño, con la desventaja de que la correlación entre la talla y la apertura

glótica no siempre es la adecuada, sin embargo, no existe guía o evidencia contundente como tal descrita para la escogencia, por lo que se debe ser cuidadoso a la hora de la colocación. Su colocación se realiza mediante laringoscopia directa o video laringoscopia en caso de decidirlo así el Anestesiólogo tratante, sin embargo, al introducirlo, se retira la guía y se rota en sentido horario y se corrobora su posición mediante video broncoscopia flexible. Se debe de tomar en cuenta que, al término de la cirugía, se debe de intercambiar el tubo por uno simple.

(9)(27)(38)(71)(76)(88)

## **Ventilación**

### ***Ventilación pulmones nativos***

Se recomienda la ventilación protectora, manteniendo volúmenes tidales entre 4 a 6 ml/Kg de peso ideal del paciente, utilizando PEEP entre 0 y 10 según la distensibilidad pulmonar, con una fracción inspirada de oxígeno menor posible para alcanzar una oximetría entre 92 y 96%, minimizando la presión pico y meseta; se puede mantener una hipercapnia permisiva hasta que no se observe acidosis o hipoxia. <sup>(34)(71)</sup>

### ***Ventilación pulmones trasplantados***

Similar a la ventilación previa, se debe de mantener un volumen tidal de 6 ml/kg de peso ideal, considerar peso ideal del donador si los órganos son más pequeños para el receptor y ajustar el volumen al ventilar un solo pulmón, manteniendo PEEP fijo entre 6 y 8 cmH<sub>2</sub>O y presiones pico menores a 30cmH<sub>2</sub>O con FiO<sub>2</sub> para alcanzar una PaO<sub>2</sub> entre 60 y 80mmHg, con normocapnia o hipercapnia permisiva (con un pH mayor a 7.25 como meta) y una oximetría superior a 91%, sumado a esto se debe de realizar broncoscopia para valorar las anastomosis y retirar secreciones que puedan dificultar la ventilación. Las maniobras de reclutamiento y el aumento en parámetros deben de realizarse paulatinamente y cuidado de no lesionar los nuevos injertos, en caso necesario considerar la ventilación con óxido nítrico. En caso de trasplantes unipulmonares,

se debe de mantener tubo de doble lumen por 6 horas ya que hay que considerar una ventilación individual para cada uno de los pulmones debido a sus diferentes características. <sup>(9)(59)(71)</sup>

### **Soporte extracorpóreo**

La posibilidad de realizar estos procedimientos se divide en dos categorías, sin o con soporte extracorpóreo, este último a su vez se divide en el *by pass* cardiopulmonar clásico (CEC) o la colocación de ECMO, el cual podría estar ya colocado incluso previo al ingreso a sala de operaciones como terapia puente en sus diferentes configuraciones según el estado del paciente: ver tabla 17 y figuras 2-4. <sup>(39)(40)(45)(92)(96)</sup>

ECMO es un dispositivo externo que “suplanta” la función cardiovascular (VA)r y pulmonar (VV), ya sea en falla ventilatoria y cardiaca actual o inminente, así como lo es un procedimiento semi-electivo. La configuración VV usual es una cánula de extracción en vena cava inferior y una cánula de retorno a nivel de atrio derecho. Por otro lado, VA tiene una cánula de extracción en atrio derecho y una de retorno aórtica; esta es la configuración utilizada dentro de sala más comúnmente para la realización de trasplantes pulmonares pero en lugar de ser periférica, se realiza a nivel central, canulando directamente el atrio derecho y la aorta. <sup>(39)(40)(45)(92)(96)</sup>

**Tabla. 17. Técnicas de ECLS y sus indicaciones**

- ECMO veno-arterial (ECMO VA)
  - hipoxemia y/o fallo hemodinámico
- ECMO VVA
  - Cánula extra de drenaje: ventrículo izquierdo muy distendido
- ECMO VAV
  - Disfunción cardiaca y pulmonar severa
  - Una cánula extra: sangre oxigenada a atrio derecho
- ECMO veno-venoso (ECMO VV)
  - hipercapnia y/o hipoxemia
- Sistemas removedores de CO<sub>2</sub> (arterio-venosos o veno-venosos de bajo flujo)
  - Hipercapnia

Fuente: Información tomada de fuentes bibliográficas <sup>(28)(45)</sup>

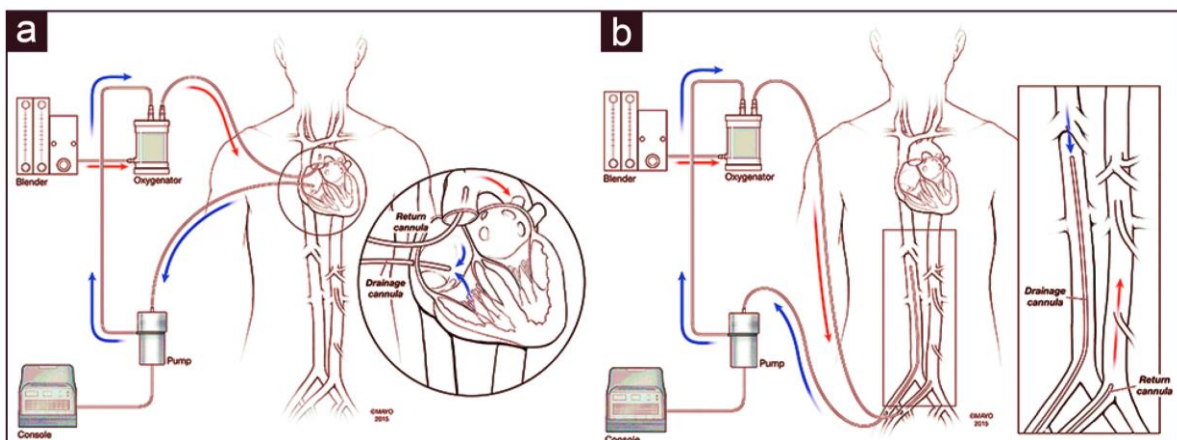


Figura 2. ECMO VA. A) Central B) Periférico. Modificado de <sup>(45)</sup>



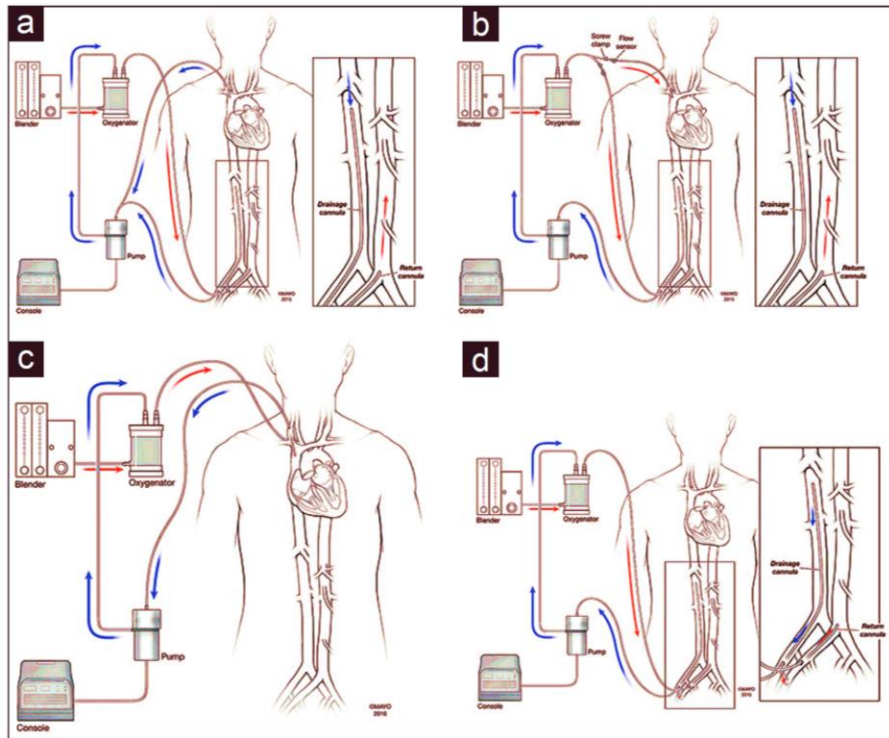


Figura 3. Otras configuraciones de ECMO VA A) VVA B) VAV C) VA tronco superior D) Cánula de reperusión femoral.

Modificado de: <sup>(45)</sup>

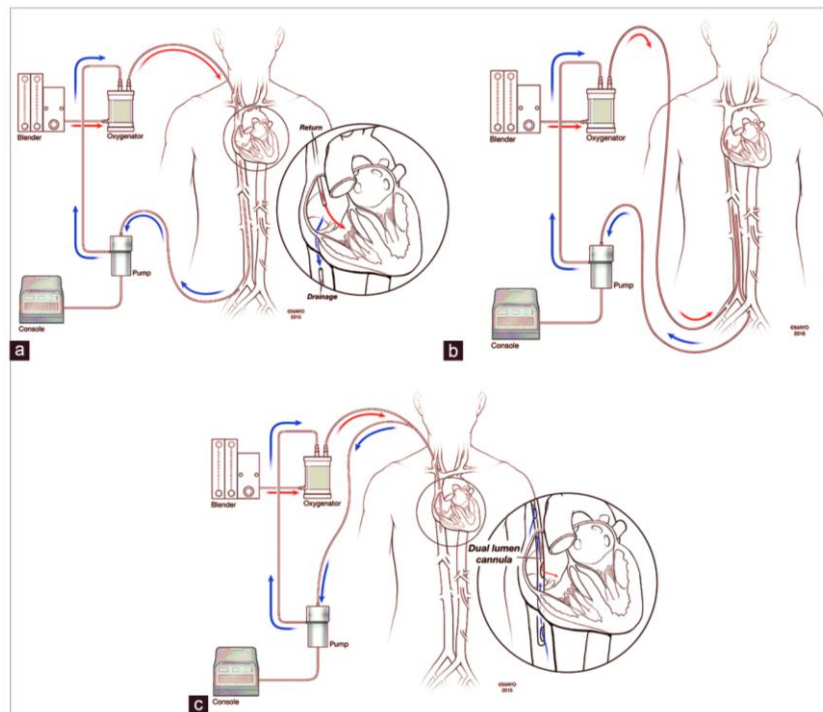


Figura 4. ECMO VV. A) VV convencional B) VV femoro-femoral C) Avalon: cánula única bicaval.  
Modificado de <sup>(45)</sup>

La variabilidad de la utilización de cada una de las versiones es considerable a la hora de comparar diferentes centros. Inicialmente la técnica mediante CEC era la más utilizada, ha sido desplazada en algunos centros y solamente limitada a emergencias o en caso de la necesidad de realizar procedimientos cardiovasculares concomitantes, por ejemplo, revascularización coronaria, pero manteniéndose como un estándar en otros centros, aunque existe relativa evidencia de peores resultados si se utiliza la misma, ya sea electivamente o en caso de emergencia.<sup>(10)(11)(28)(32)(34)(39)(40)(60)(65)(92)(96)</sup>

**Tabla 18. Comparación CEC, ECMO y fuera de bomba**

	<b>CEC</b>	<b>ECMO</b>	<b>Fuera de bomba</b>
<b>Indicaciones</b>	Cirugía cardíaca Dificultad para colocar doble lumen	HTP Inestabilidad hemodinámica Ventilación unipulmonar inestable	No HTP Posible ventilación unipulmonar
<b>Ventajas</b>	Succión para bomba Anastomosis corazón abierto Más estabilidad hemodinámica	Baja dosis de heparina: control de ACT varía. Adecuado control de O <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub> Estabilidad hemodinámica	No anticoagulación Menor sangrado Menor cascada inflamatoria
<b>Desventajas</b>	Heparinización: ACT>480 Más sangrado, transfusión e inflamación	No margen de seguridad para embolismo aéreo Costo	Inestabilidad hemodinámica Poca visualización Ventilación unipulmonar a nuevo injerto

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas: <sup>(17)(50)(73)</sup>

Se documenta, que en ciertos centros a manera de protocolo la opción inicial siempre, con el objetivo de evitar el uso de ECLS, sus complicaciones asociadas y gasto de recursos, en pacientes adecuadamente escogidos, podría realizarse sin ningún soporte mecánico como tal; no deberían de tener hipertensión pulmonar severa, con una adecuada tolerancia a la ventilación unipulmonar, pero teniendo la opción de canular en ECMO VA en cualquier momento durante la cirugía si no se lograra una adecuada tolerancia. Sin embargo, otros autores indican que en sus centros proponen un concepto de “ECMO prolongado, profiláctico y postoperatorio”, en donde a todos los pacientes se les coloca ECMO VA y al término del procedimiento se valora si es posible que se mantenga sin soporte, en caso de no lograrlo se recoloca con el objetivo de mantener una adecuada ventilación no agresiva y así disminuir el riesgo de rechazo del injerto. En ciertos centros el retiro no es objetivo, por lo que por protocolo es trasladado a UCI con el sistema. Se tiene la ventaja teórica sobre la CEC de una menor respuesta inflamatoria y coagulopática.<sup>(10)(11)(28)(32)(34)(39)(40)(60)(65)(92)(96)</sup>

Un punto para tomar en cuenta es que la utilización de la terapia ECMO aumenta al doble del costo de un trasplante realizado sin la terapia, sumado a una mayor estancia hospitalaria, junto a la necesidad de más personal entrando en el manejo perioperatorio del mismo, sumado a otras intervenciones que aumentan el riesgo de complicaciones.<sup>(39)</sup>

### ***Consideraciones farmacológicas para ECMO***

Debido a la condición crítica de los pacientes sumado al ECMO, hay cambios farmacocinéticos y farmacodinámicos, hay cambios en el volumen de distribución, alteración de niveles plasmáticos de proteínas, vasodilatación, sumado a un circuito que aumenta la volemia. Medicamentos lipofílicos como el fentanilo y midazolam son secuestrados por el circuito más que otros medicamentos más hidrofílicos como la morfina. El aumento de requerimientos de opioides no es por el circuito como tal sino por la habitación por tiempo prolongado. El propofol puede ser también secuestrado, pero no disminuye ni altera la función de la membrana de oxigenación.<sup>(28)(32)(34)(39)(60)(65)</sup>

## **Soporte hemodinámico farmacológico**

La hipertensión pulmonar, la cual se define como una presión pulmonar media mayor o igual a 25mmHg. Un grupo, HTP precapilar, con presión en arteria pulmonar enclavada menor a igual a 15 con gasto cardiaco normal o reducido: tipo 1 o primaria, tipo 3 asociada a patología pulmonar, tipo 4 asociada a tromboembolia, tipo 5 multifactorial o indefinido. El segundo grupo, HTP pos capilar, con una presión enclavada mayor a 15, se encuentra la HTP asociada a patología cardiaca. En caso del gradiente transpulmonar (presión media pulmonar menos enclavada), al ser menor o igual a 12 es poco reactiva y no ha tenido tanto remodelado la vasculatura de resistencia, si es mayor a 12 la misma no mejorará posterior a trasplante. <sup>(83)</sup>

Existen varios puntos críticos durante el procedimiento donde la inestabilidad hemodinámica junto a un colapso ventilatorio debido a una crisis hipertensiva pulmonar asociada a un fallo ventricular derecho, pueden llevar a un desenlace fatal. Primer momento es en la inducción, donde al colocar fármacos miocardiodepresores y vasodilatadores, sumado a hipoxia e hipercapnia que aumenta las presiones pulmonares, sumado a ventilación mecánica, PEEP, podrían empeorar, por lo cual el soporte vasopresor debe estar a la mano, ya sea fenilefrina, norepinefrina o incluso epinefrina, sumado a inotrópicos (Dobutamina o Milrinona) que contribuyan con vasodilatación pulmonar desde el inicio de la cirugía. <sup>(34)(83)</sup>

Siguiente punto es al iniciar la ventilación unipulmonar que conlleva a una vasoconstricción hipóxica en el pulmón aislado. Posteriormente se hace cierre de la arteria pulmonar, donde mejora la oxigenación, pero aumenta la presión pulmonar; se realiza una prueba de 5 minutos: si hay hipotensión, un índice cardiaco inferior a 2l/m/m<sup>2</sup>, baja saturación de O<sub>2</sub> central, hipoxemia, acidosis o oliguria se debe de pensar en algún método de soporte hemodinámico extracorpóreo en caso de no revertir con farmacológico. Al hacer cierre del atrio izquierdo nuevamente hay un aumento de la presión pulmonar y en la reperfusión debería de disminuir, incluso lleva a una hipotensión marcada debido al lavado de las sustancias en el injerto, a menos que haya una disfunción primaria del injerto que lleva a hipoxemia e HTP. <sup>(34)(83)</sup>

Parte del tratamiento en caso de una crisis hipertensiva es la ventilación con FiO<sub>2</sub> alta y disminuir PCO<sub>2</sub> con hiperventilación, evitar la hipotensión sistémica y alteraciones del ritmo cardiaco e hipotermia. Existe una mala tolerancia a la anemia. Se debe considerar el uso temprano de inotrópicos simpaticomiméticos como la dobutamina hasta dosis de 10 mcg/kg/min en caso necesario, que mejora la contractilidad cardiaca y disminuye las resistencias vasculares pulmonares. La Milrinona, aumenta contractilidad cardiaca y disminuye resistencias sistémicas y pulmonares. Levosimendan, junto con un mecanismo de sensibilización al calcio y apertura de canales de potasio, aumenta contractilidad sin aumentar el consumo. Siempre a mano infusión de Norepinefrina, primera elección en shock distributivo, para el mantenimiento de las presiones sistémicas, sin embargo, puede elevar la presión pulmonar a dosis más altas y se debe de observar, misma situación con la fenilefrina. Los vasodilatadores intravenosos no son recomendados ya que no son selectivos y conllevan a hipotensión sistémica, sin embargo, el óxido nítrico siempre debería de ser considerado en el manejo perioperatorio.<sup>(22)(34)(46)(49)(83)(85)</sup> Capítulo 6 se realiza un resumen de los principales utilizados en este escenario.

### **Consideraciones específicas relacionadas a patologías**

Según la patología propia del receptor, a la hora del manejo perioperatorio se deben de tomar ciertas consideraciones específicas, se resumen en las tablas 16 y 17.<sup>(71)</sup>

**Tabla 19. Consideraciones específicas asociadas a neumopatías**

- Neumopatía obstructiva
  - Hiperinsuflación dinámica
  - Neumotórax a tensión
  - Distribución no equitativa en ventilación unipulmonar
  - Menor riesgo de rechazo
  - Aumento de espacio muerto (Gradiente EtCO<sub>2</sub>/PaCO<sub>2</sub> elevado)
- Neumopatía supurativa
  - Abundantes secreciones
  - Hipercapnia
  - Acidosis respiratoria crónica
  - Antecedente de cirugías previas
  - Riesgo de sangrado
  - Desnutrición
  - Diabetes mellitus
  - Hepatopatía
  - Patología infecciosa asociada
- Neumopatía restrictiva
  - Hipertensión pulmonar severa
  - Mala tolerancia a ventilación unipulmonar
- Neumopatía vascular
  - Inestabilidad hemodinámica por fallo ventricular derecho
  - Riesgo de colapso hemodinámico y ventilatorio en inducción y VMA
  - Alto riesgo de rechazo y VMA prolongada
  - Falla sistólica podría ser indicador para trasplante en bloque.

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas: <sup>(34)(71)</sup>

**Tabla 20. Recomendaciones de manejo específicas**

- Neumopatía obstructiva
  - Ventilación con presión control
  - Aumentar tiempo de exhalación
    - I: E – 1:2.5 a 1:4
  - PEEP
    - 0 – 4
  - Parálisis neuromuscular adecuada
  - Valorar uso de broncodilatadores previo a inducción
- Neumopatía supurativa
  - Intubación inicial con tubo endotraqueal de un lumen para lavado bronqueo alveolar, luego aspiración de secreciones frecuente
  - Probable uso de PEEP y Presión de vía aérea más elevadas.
  - Antibioticoterapia guiada
  - Plan para inicio de nutrición temprana
- Neumopatía restrictiva
  - Probable uso de presiones inspiratorias elevadas
  - Aumentar tiempo inspiratorio
    - I: E – 1:1 a 1:2
  - Valorar uso de PEEP
    - 8 – 10 cmH<sub>2</sub>O: Pulmones con poca capacidad de reclutamiento, por lo cual si no hay beneficio se debe de disminuir: mantener siempre VMA protectora.
- Neumopatía vascular
  - Acceso venoso central y monitorización invasiva previo a inducción
  - Uso de medicamentos vasoactivos intravenosos e inhalados durante la inducción
  - Considerar uso de prostaglandinas
  - Preparación para soporte extracorpóreo

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas: <sup>(34)</sup>(71)

## Capítulo 5. Postoperatorio

### Plan analgésico

Según la bibliografía, no existe un consenso en el manejo específico del dolor postoperatorio en este tipo de procedimientos, ya que, tampoco existe evidencia clara documentada, sin embargo, sí la hay para cirugía de tórax en general, donde se recomienda un manejo analgésico multimodal, donde desde la inducción y mantenimiento anestésico, con adecuada disminución de la nocicepción se previene el dolor postoperatorio. Siendo desde la inducción y mantenimiento de una anestesia multimodal el inicio de este plan, incluyendo el uso de antiinflamatorios no esteroideos, paracetamol e incluso infusiones de lidocaína y sulfato de magnesio debería de considerarse siempre en una anestesia general. <sup>(9)(16)(36)(71)(92)(96)</sup>

A su vez, existe la tendencia mundial a la disminución del uso de opioides sistémicos, pero no significa que no deban de utilizarse del todo, sino como parte de este manejo multimodal en pro del paciente, ya que, al no tener un adecuado manejo, las complicaciones son más propensas por ventilación mecánica prolongada, reintubación, mal manejo de secreciones e infección. <sup>(9)(16)(36)(71)(92)(96)</sup> Capítulo 6 se mencionan resumidamente algunos fármacos disponibles.

### *Analgésia regional*

Siempre se debe de tomar en cuenta de los nuevos aportes de la analgesia regional en la cirugía torácica, aumentan en popularidad, considerando anestésicos que sean de larga duración y valorar colocarlo al inicio y lograr disminuir la dosificación de otros medicamentos intravenosos. A pesar de todo esto, el estándar, que todavía no se ha logrado sustituir por completo, es el catéter epidural: ya sea con anestésicos locales u opioides, pero debido a las probables alteraciones de la coagulación, existe el miedo teórico de complicaciones, sin embargo, se ha descrito que el mismo puede ser colocado en el postoperatorio previo al despertar y es seguro. <sup>(9)(16)(36)(71)(92)(96)</sup>



Plano erector de la espina, se coloca anestésico local en el plano fascial debajo del músculo erector de la espina nivel del proceso transversal, teniendo efecto a nivel de los nervios dorsales y ventrales, se menciona una "epiduralización" del anestésico local. De sus principales ventajas, incluso para el trasplante pulmonar, es que el mismo al ser realizado en un sitio compresible, a nivel fascial, sin vasculatura de relevancia, o sistema nervioso central, se logra sin el miedo por la anticoagulación. La colocación de anestésicos locales en el espacio paravertebral también ha logrado ser una intervención prometedora, así como el plano del serrato anterior (incluso bajo visión directa de los cirujanos), que incluso son comparables con la analgesia epidural, sin las contraindicaciones de la misma, e incluso menores efectos adversos. <sup>(8)(44)(51)(100)</sup>

### **Prevención de náuseas y vómitos postoperatorios**

En lo que respecta a las guías internacionales de prevención de náuseas y vómitos postoperatorios, se debe de identificar a los pacientes con alto riesgo, donde el sexo femenino, los no fumadores, pacientes jóvenes y con antecedentes de NVPO, en cirugías prolongadas o que requieran anestesia general con agentes halogenados y opioides son los que tienen más riesgo, sumado a disfunción esofágica, por lo cual si se tienen de uno a dos factores se debe de brindar al menos dos agentes preventivos o en caso de dos o más se pueden brindar tres a cuatro, junto a las medidas no farmacológicas *per se*, sino enfocadas en disminuir el riesgo, como la disminución de opioides y uso de analgesia multimodal. <sup>(31)</sup>

Se menciona incluso el uso de Gabapentinoides en el preoperatorio, uso de Midazolam durante la inducción, así como el Propofol, pero también este último como mantenimiento para disminuir el uso de Sevoflurane. Al ser un procedimiento de trasplante, se puede obviar el uso de dexametasona, ya que, se le coloca metilprednisolona la cual tiene algo de evidencia para la prevención de NVPO, sin embargo, no debe ser usado como medicamento único; dentro de la CCSS también se cuenta con Granisetron, Metoclopramida y Droperidol, el Dimenhidrinato también podría ser utilizado, en caso de presentar vómitos, se debe de utilizar un agente diferente a los que ya previamente se utilizaron, todo esta manera de brindar el

tratamiento profiláctico, introduce el concepto de Profilaxis Antiemética Multimodal.

(31) Capítulo 6 se hace mención de fármacos de uso común.

## **Retiro de VMA, ECMO y traslado a UCI**

### ***ECMO***

Posterior a la implantación del segundo pulmón y que se logre una aparente adecuada ventilación, se debería de disminuir el flujo del EMCO gradualmente hasta retirarlo y luego se coloca en recirculación para evaluar función pulmonar sin soporte mecánico. Esto se realiza posterior a los diez minutos del retiro y nuevamente luego del cierre de la cavidad torácica. Si no se cumple un índice respiratorio mayor a 100 ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ), un índice de presión pulmonar arterial media entre presión media arterial sistémica ( $\text{mPAP}/\text{mSAP}$ ) menor o igual a  $2/3$  y un volumen tidal adecuado, se recoloca ECMO de manera periférica a nivel femoral-femoral venoarterial, con un flujo del 40% del gasto cardiaco, esto cumpliendo con el parámetro de “ECMO profiláctico, prolongado y postoperatorio” donde el retiro de este no es el objetivo como en otros nosocomios. Ya en UCI, cuando se logra disminuir el flujo hasta 1.5L/min, con estabilidad hemodinámica por cuatro horas, esfuerzos respiratorios entre bajo y moderado y radiografía de tórax adecuada se procede al retiro. Como previamente se indicad que no se ha protocolizado el procedimiento, en otras latitudes también recolocan el ECMO, pero configuración VV siendo esto menos común. (40)(65)(92)(96)

### ***VMA***

Usualmente los pacientes se trasladan la UCI bajo sedación y analgesia continua y con tubo endotraqueal de lumen único. Se debe de continuar la misma estrategia de ventilación protectora que se utilizó en sala de operaciones, si el paciente mantiene una saturación mayor a 90% con una fracción inspirada de oxígeno con un PEEP menor a cinco, sumado a un adecuado estado hemodinámico, se debe de considerar la extubación pronta, por lo que se debe de iniciar paulatinamente el retiro de la ventilación, evitando presiones pico elevadas y manteniendo un PEEP adecuado y asegurando un adecuado manejo analgésico;

en caso de no concretarse adecuadamente en el quirófano se debería valorar mantener el ECMO antes de trasladar al paciente a la UCI. <sup>(40)(47)(92)(96)</sup>

## Complicaciones postoperatorias

Según la literatura, se puede encontrar hasta un 92.78% de complicaciones postoperatorias, lo cual es un número que indica que es poco común no encontrar alguna complicación, donde complicaciones graves o asociadas a alteración cardiaca o renal se asocian a mayor mortalidad en los siguientes cinco años, a nivel de diez años también y se incluyen las patologías vasculares. Todas se asocian a diferentes pasos, desde el manejo adecuado del donador y tiempo de isquemia, hasta adecuada perfusión y tratamiento antibiótico e inmunosupresor. Resumidas en la tabla 20. Sin embargo, la más temida, o a la que pueden llevar como resultado final son las relacionadas con el rechazo primario al injerto y las complicaciones de la vía aérea. <sup>(4)(20)(25)(37)(61)(82)</sup>

**Tabla 21. Grado de disfunción primaria de injerto**

<b>Grado</b>	Oxigenación	Infiltrados en radiografía
<b>0</b>	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> : cualquiera Extubado con o sin O <sub>2</sub> suplementario	Ausentes
<b>1</b>	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> > 300 ó SaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> >315 Extubado con O <sub>2</sub> FiO <sub>2</sub> <30%	Bilaterales Unipulmonar: ausente en nativo
<b>2</b>	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> 200-300 ó SaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> 235-315	Bilaterales Unipulmonar: ausente en nativo
<b>3</b>	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> <200 ó SaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> <235 ECLS por hipoxemia o VMA con FiO <sub>2</sub> >50% por 48h	Bilaterales Unipulmonar: ausente en nativo

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas: <sup>(34)(88)</sup>

**Tabla 22. Complicaciones postoperatorias**

- Relacionadas al injerto
  - Disfunción primaria
  - Necrosis y obstrucción de sitios de anastomosis
    - Lesiones de vías aéreas conllevan a múltiples broncoscopías de control y valoración de *stent* o balón de dilatación.
  - Rechazo agudo
  - Síndrome de Bronquiolitis Obliterante
  - Neumonitis inducida por drogas (sirolimus o everolimus)
- Torácicas
  - Lesión nervio frénico, nervio laríngeo recurrente y nervio vago
  - Lesión conducto torácico
  - Neumotórax
  - Derrame pleural
- Infecciosas
  - Bacterianas
  - Fúngicas
    - Aspergilosis
  - Virales
    - Citomegalovirus, Herpes virus simples, Virus Respiratorio Sincicial
- Cardiovasculares
  - Embolia aérea
  - Pericarditis
  - Tromboembolia
  - Taquicardia supraventricular
  - Hipertensión arterial: lesión renal
- Gastrointestinales
  - Esofagitis y Reflujo gastroesofágico
  - Gastroparesia

- Diarrea: Colitis pseudomembranosa
- Perforación colónica u obstrucción intestinal distal
- Hepatobiliar
  - Hepatitis
    - Asociada a procesos virales o medicamentos
- Renal
  - Lesión renal aguda
  - Lesión renal crónica
- Neurológicas
  - Tremor y Convulsiones
  - Leucoencefalopatía posterior
  - Cefaleas
  - Parestesias y Neuropatía periférica
- Musculoesqueléticas
  - Miopatía por esteroide
  - Rabdomiólisis
  - Osteoporosis
  - Necrosis aséptica de hueso
- Metabólicas
  - Obesidad
  - Diabetes
  - Hiperlipoproteinemia
  - Hiperamonemia
- Oncológicas
  - Linfoma
  - Tumores en piel
  - Otros

Fuente: Modificado de fuentes bibliográficas: (2)(4)(20)(37)(61)(82)

Se debe de tomar en cuenta la salud reproductiva, en caso de embarazo aumenta el riesgo de rechazo, por lo que se debe planear meticulosamente, e incluso dar consejo genético si alguna fue la que llevó al proceso de trasplante.<sup>(1)</sup>

## Capítulo 6. Medicamentos de uso común disponibles en la CCSS

### Inducción y mantenimiento anestésico

#### *Sevoflurane*

Anestésico halogenado con el que se cuenta en la CCSS, su mecanismo de acción ha sido ampliamente estudiado y existen diversas teorías, pero no impresiona ser un único sitio efector, actúa a nivel de receptores GABA en las sinapsis inhibitorias de las neuronas piramidales en corteza, tálamo, tallo cerebral, cuerpo estriado y médula espinal; también a nivel de canales NMDA. Involucra la inconsciencia, inmovilidad a nivel de relajación central y a su vez con mecanismo anti-nociceptivo. Tiene aparente efecto protector cardiovascular y a nivel de deterioro cognitivo. <sup>(15)(16)</sup>

#### *Propofol*

Asocia mecanismos similares al sevoflurane a nivel de GABA, relajación neuromuscular central e inconciencia sumado a antinocicepción. Incluso con probable efecto protector contra NVPO. Dosis se menciona de 2 a 2.5mg/kg en bolos de 40mg hasta lograr efecto deseado, con infusión de mantenimiento de a 12 mg/kg/h, sin embargo se debe titular para la condición del paciente. <sup>(16)(85)(97)</sup>

#### *Midazolam*

Benzodiazepina, de 0.1 a 0.3mg/kg para inducción, 0.075mg/kg como profilaxis NVPO. Siempre tomar en cuenta el riesgo de hipoxia e hipercapnia, por lo cual se debe de administrar con cuidado en la inducción. <sup>(97)</sup>

#### *Opioides: Fentanilo y Morfina*

Receptores en área periacueductal, médula espinal, amígdala, médula rostral ventral y corteza: bloquean aferencias nociceptivas en médula espinal y aumento de inhibición descendente de señales nociceptivas en el área periacueductal. En la CCSS se cuenta para uso en sala de operaciones con Fentanilo 0.5 a hasta 50 mcg/kg. Morfina a una dosis de 0.05 a 0.1mg/kg <sup>(9)(16)(97)</sup>

### *Dexmedetomidina*

Con una dosis de 0.3 a 0.7 mcg/kg/h con un bolo inicial de 1mcg/kg/h por 10 minutos se logra activar neuronas inhibitorias de la asta dorsal, así como la disminución del despertar. Se indica incluso un posible efecto protector encirugía torácica. <sup>(9)(16)(97)</sup>

### **Otros agentes anti-nociceptivos**

#### *AINES, Paracetamol y Metamizol*

La disminución de la inflamación de COX1 y 2, ácido araquidónico, parte importante del manejo multimodal. Acetaminofén 1g vía oral cada 8 horas o intravenoso de poseer la presentación. Metamizol 2.5g intravenosos cada 8 horas, la literatura respalda su uso, ya que los reportes de agranulocitosis son escasos y no bien documentados. <sup>(9)(16)(52)</sup>

#### *Lidocaína*

1 a 2mg/kg/h, principal sitio de acción es en canales de sodio, sin embargo, se describe una probable acción anti inflamatoria a nivel de bloqueo de neutrófilos. <sup>(16)</sup>

#### *Sulfato de Magnesio*

Con una dosis de 3 a 15mg/kg/h se actúa a nivel de receptores NMDA, así como en la relajación neuromuscular periférica. <sup>(16)</sup>

#### *Ketamina*

Actuando en receptores NMDA, se menciona en la literatura el uso en cirugía de tórax, sin embargo, existe el miedo teórico de aumentar las resistencias vasculares pulmonares. Se habla de una dosis de inducción de 0.5 a 2mg/kg y como analgesia de 0.15 a 0.25mg/kg o infusiones de 2 a 10 mcg/kg/min. <sup>(9)(16)(71)(79)(97)</sup>

### **Relajación neuromuscular**

#### *Atracurio*

Bloqueo neuromuscular no despolarizante 0.5mg/kg. Para mantenimiento se colocan bolos 0.1mg/kg ó infusión 5 a 12 mcg/kg/min. <sup>(69)</sup>



*Rocuronio*

Bloqueo neuromuscular no despolarizante 0.6 a 1,2mg/kg. 0.15mg/kg en bolos ó infusión de 9 a 12 mcg/kg/min para mantenimiento. <sup>(69)</sup>

*Pancuronio*

Bloqueo neuromuscular no despolarizante 0.08 a 0.1mg/kg. <sup>(69)</sup>

*Succinilcolina*

Bloqueo neuromuscular despolarizante. 0.6 a 1 mg/kg para secuencia rápida únicamente para inducción. <sup>(69)</sup>

**Vasoactivos***Norepinefrina*

Receptores alfa 1 principalmente, también afinidad por beta 1 y 2. Siempre como tratamiento inicial en shock séptico y vasoplejía, dosis iniciales de 0.08-0.12mcg/kg/min. <sup>(22)(49)(85)</sup>

*Epinefrina*

Receptores alfa 1 principalmente, también afinidad por beta 1 y 2, pero más afinidad por beta 1 que norepinefrina. A dosis de 2-10mcg/kg/min predomino efecto beta: vasodilatación y inotropismo. A dosis mayores aumenta la afinidad por receptores alfa 1 aumentando las resistencias vasculares. <sup>(22)(49)(85)</sup>

*Fenilefrina*

Afinidad por alfa 1. No de primera línea para shock séptico, sin embargo si para otros, incluso se puede utilizar en vía periférica. <sup>(22)(49)(84)</sup>

*Dobutamina*

En caso de shock con vasodilatación y disfunción cardiaca; alfa 1 y beta 1 cardiacos aumentan contractilidad, inhibición de alfa 1 y activación b2 en otros sistemas como el pulmonar, causando vasodilatación pulmonar, esto con dosis de hasta 5mcg/kg/min. <sup>(22)(49)(85)</sup>

### *Milrinona*

Inhibe fosfodiesterasa 3, hace un símil de activación beta 1 y 2. Bolo de 50mcg/kg y luego infusión desde 0.25-0.5mcg/kg/min <sup>(22)(49)(83)(85)</sup>

### *Óxido nítrico*

Rápida difusión sin efectos sistémicos se combina con la hemoglobina y produce metahemoglobinemia. Dosis de 20 hasta 40 partes por millón. <sup>(83)(84)</sup>

## **Antifibrinolíticos**

### *Ácido aminocaproico*

Análogo de lisina, se encuentran diferente posología en la literatura, variando en el tipo de procedimiento. <sup>(33)(57)(77)</sup> A nivel de seguridad social se utiliza 5g en bolo y luego mantenimiento de 1g por hora.

## **Profilaxis antiemética**

### *Gabapentina*

De 600 a 800mg vía oral, de una a dos horas previo a procedimiento, incluso con resultados como manejo analgésico. <sup>(9)(16)(31)</sup>

### *Granisetron*

Antagonista del receptor 5 HT3. Dosis de 0.35 a 3mg (5 a 20 mcg/kg) <sup>(31)</sup>

### *Metoclopramida*

Evidencia pobre, pero con dosis de 10mg se alcanzan resultados aceptables en caso de no tener otros antidopaminérgicos disponibles. Con dicha dosis se tienen menos efectos adversos que al utilizar dosis mayores previamente recomendadas. <sup>(31)</sup>

### *Droperidol*

De la familia de los antidopaminérgicos, que ha perdido popularidad por una advertencia de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) que mencionaban el riesgo de prolongación del QT, pero se ha probado que con una dosis entre 0.625mg y 1.25mg se mantiene una adecuada seguridad e incluso con la dosis mínima se obtienen adecuados resultados y efectos adversos casi nulos. <sup>(31)</sup>

### *Metilprednisolona*

A pesar de que la dexametasona es el corticoesteroide del cual más se habla en las guías de NVPO, en el trasplante pulmonar, se utiliza metilprednisolona como parte de la inmunosupresión, por lo que también podría tener efectos en las NVPO, usualmente recomiendan dosis de 40mg hasta 125mg con un adecuado manejo de NVPO, e incluso como analgesia.<sup>(31)</sup>

### *Dimenhidrinato*

Antihistamínico, esquema de dosificación no claro, sin embargo, se brinda con dosis de 1mg/kg y se ha visto un adecuado efecto en el postoperatorio inmediato y tardío. <sup>(31)</sup>

## Capítulo 7. Discusión

Al revisar las diferentes publicaciones, incluso literatura científica que realiza comparaciones entre diferentes centros que efectúan estos procedimientos, sin tomar en cuenta establecimientos como son países donde no es usual la documentación médica científica, se observa que no hay un consenso debido a esa falta de evidencia científica clara, sin embargo, sí muchas recomendaciones a nivel del manejo preoperatorio que parecieran ser prometedoras, muchas de las cuales son realizadas en el HRACG, donde los protocolos ERAS han ido en un aumento y franca aceptación e implementación a nivel mundial, con el deseo de incorporar nuevas medidas y procedimientos con guías claras para la optimización de resultados, por lo cual las guías en cirugía de tórax han tomado auge en estos procedimientos. <sup>(9)(92)(96)</sup>

El manejo de estos pacientes se ha vuelto toda una terapia operatoria, más que solo un procedimiento quirúrgico, como debería ser cada cirugía, donde ya se incluye la prehabilitación y mejoría del estado clínico previo a la cirugía tomando en cuenta el estado nutricional y psicológico del paciente. El ayuno preoperatorio con incluso el uso de cargas orales de carbohidratos y medicación preanestésica. Se documenta la clara necesidad de la profilaxis antibiótica adecuada y la asepsia y antisepsia, donde en la Seguridad Social se lleva a cabo por parte de diferentes servicios, incluido Neumología, Infectología, Trabajo Social, Psicología, la Unidad de Cuidados Intensivos en conjunto con la coordinación de trasplantes del centro. <sup>(9)(92)(96)</sup>

Durante el procedimiento, el incluir técnicas de analgesia regional en conjunto de una analgesia multimodal y el uso de ventilación protectora, así como la profilaxis antiemética debe de ser considerada siempre. Considerar el riesgo de fibrilación atrial y suplementar con sulfato de magnesio a quienes lo necesiten, así como continuar la terapia de los betabloqueadores a quienes ya los utilicen. El uso de técnicas quirúrgicas menos invasivas y la menor cantidad de tiempo de drenajes, incluida la cateterización urinaria. Sin dejar de lado la rehabilitación física temprana

en las primeras 24h postoperatorias, incluyendo una mini traqueotomía profiláctica en pacientes de alto riesgo. <sup>(9)(92)(96)</sup>

En la utilización de soporte extracorpóreo, donde unos lo utilizan profiláctico en el 100% de sus procedimientos, mientras otros hacen el intento de hacerlos “fuera de bomba”, o incluso de rutina con circulación extracorpórea, sumado a las diferentes técnicas anestésicas, los nuevos avances en las mismas y la disponibilidad de medicamentos y equipo, hace que sea un procedimiento muy heterogéneo, sin embargo, se podría considerar que el objetivo es llevado a cabo de diversas maneras, incluso en nuestras latitudes. <sup>(9)(92)(96)</sup>

Debido a heterogeneidad y falta de documentación de la evidencia clínica, surge la necesidad de promover la investigación y el registro del trabajo realizado, manera con la cual se logran comparar resultados y lograr un manejo más homogéneo y con mejores resultados, con una toma de decisiones guiada, razón donde nace la preocupación por hacer una guía rápida para el manejo de estos pacientes: ver anexos ficha técnica.

## Capítulo 8. Conclusiones

En cuanto a la selección de pacientes, existen múltiples variables a la hora de decidir la idoneidad para ser candidato a trasplante pulmonar, las cuales pueden cambiar frecuentemente, llevando a deterioro o mejoría clínica, sin que esto signifique que se logre realizar el procedimiento debido a la poca aparición de donadores cadavéricos óptimos y que a su vez cumplan criterios de compatibilidad, por lo que se debe de individualizar cada caso.

La optimización médica del paciente donador debe ser realizada por personal capacitado en la materia, ya que unas adecuadas metas homeostáticas, llevan a una mejor conservación de los injertos, los cuales serán colocados en pacientes que también pueden estar en el ámbito ambulatorio o en una Unidad de Cuidados Intensivos por una exacerbación de su condición, de una u otra manera, estos pacientes al tener un adecuado tratamiento se logra mejor su calidad de vida y estado funcional, llevando a mejores resultados postquirúrgicos o incluso evitando la necesidad de este tipo de procedimientos.

El manejo transoperatorio de estos pacientes debe ser al de cualquier otro tipo de paciente: individualizado, con metas y estrategias planeadas de antemano en conjunto con los cirujanos, perfusión y cuidados intensivos postoperatorios, en cuestión de farmacoterapia, monitorización, circulación extracorpórea, manejo analgésico, esto con la intención de disminuir posibles complicaciones y lograr resultados óptimos para el paciente; donde el objetivo principal es mejorar la calidad de vida.

Al ser un procedimiento de alta complejidad a nivel médico, quirúrgico y anestésico, no está exento de posibles complicaciones relacionadas con el injerto así como a nivel sistémico, no solo por el procedimiento en sí y la circulación extracorpórea, sino en lo efectos secundarios de la medicación inmunosupresora, sin embargo conforme ha evolucionado la terapia médica en las patologías pulmonares, inmunosupresión, las técnicas quirúrgicas y anestésicas y analgésicas junto con la monitorización de parámetros fisiológicos, se han logrado mejores resultados a nivel mundial.

## Bibliografía

1. Adegunsoye, A., Strek, M. E., Garrity, E., Guzy, R., & Bag, R. (2017). Comprehensive Care of the Lung Transplant Patient. *Chest*, 152(1), 150–164. doi: 10.1016/j.chest.2016.10.001
2. Ahya, V. N., & Diamond, J. M. (2019). Lung Transplantation. *Medical Clinics of North America*. doi: 10.1016/j.mcna.2018.12.003
3. Aigner, C., & Klepetko, W. (2012). Bilateral Lung Transplantation. *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 17(3), 181–193. doi: 10.1053/j.optechstcvs.2012.09.001
4. Alsaeed, M., & Husain, S. (2018). Infections in Heart and Lung Transplant Recipients. *Critical Care Clinics*. doi: 10.1016/j.ccc.2018.08.010
5. American Society of Anesthesiologists: Committee on Standards and Practice Parameters (CSPP) (aprobación original 21 de octubre de 1986, última enmienda 20 de octubre 2020, última reafirmación 12 de diciembre 2020) Sitio Web: <https://www.asahq.org/-/media/sites/asahq/files/public/resources/standards-guidelines/standards-for-basic-anesthetic-monitoring.pdf?la=en&hash=C4F2C7F3F5FBC209A7D43190DF3FD958E78FBAC9> (Ingresado en Julio 2021)
6. Aryal, S., & Nathan, S. D. (2018). Single vs. bilateral lung transplantation. *Current Opinion in Organ Transplantation*, 23(3), 316–323. doi:10.1097/mot.0000000000000527

7. Assaad, S., Kratzert, W. B., & Perrino, A. C. (2018). Extravascular lung water monitoring for thoracic and lung transplant surgeries. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 1. doi:10.1097/aco.0000000000000683
8. Baidya, D. K., Khanna, P., & Maitra, S. (2014). Analgesic efficacy and safety of thoracic paravertebral and epidural analgesia for thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, 18(5), 626–635. doi:10.1093/icvts/ivt551
9. Batchelor, T., Rasburn, N. J., Abdelnour-Berchtold, E., Brunelli, A., Cerfolio, R. J., Gonzalez, M., Ljungqvist, O., Petersen, R. H., Popescu, W. M., Slinger, P. D., & Naidu, B. (2019). Guidelines for enhanced recovery after lung surgery: recommendations of the Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society and the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS). *European journal of cardio-thoracic surgery: official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 55(1), 91–115. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezy301>
10. Benazzo, A., Schwarz, S., Frommlet, F., Schweiger, T., Jaksch, P., Schellongowski, P., ... Taghavi, S. (2019). Twenty-year experience with extracorporeal life support as bridge to lung transplantation. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. doi:10.1016/j.jtcvs.2019.02.048
11. Bermudez, C. A., Shiose, A., Esper, S. A., Shigemura, N., D’Cunha, J., Bhamra, J. K., ... Pilewski, J. M. (2014). Outcomes of Intraoperative Venous Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation Versus Cardiopulmonary Bypass During Lung Transplantation. *The Annals of Thoracic Surgery*, 98(6), 1936–1943. doi:10.1016/j.athoracsur.2014.06



12. Bharat, A., Machuca, T. N., Querrey, M., Kurihara, C., Garza-Castillon, R., Jr, Kim, S., Manerikar, A., Pelaez, A., Pipkin, M., Shahmohammadi, A., Rackauskas, M., Kg, S. R., Balakrishnan, K. R., Jindal, A., Schaheen, L., Hashimi, S., Buddhdev, B., Arjuna, A., Rosso, L., Palleschi, A., ... Hoetzenecker, K. (2021). Early outcomes after lung transplantation for severe COVID-19: a series of the first consecutive cases from four countries. *The Lancet. Respiratory medicine*, 9(5), 487–497. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(21\)00077-1](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(21)00077-1)
13. Biscotti, M., Sonett, J., & Bacchetta, M. (2015). ECMO as Bridge to Lung Transplant. *Thoracic Surgery Clinics*, 25(1), 17–25. doi: 10.1016/j.thorsurg.2014.09.010
14. Bottiger, B. A., Nicoara, A., Snyder, L. D., Wischmeyer, P. E., Schroder, J. N., Patel, C. B., ... Ghadimi, K. (2018). Frailty in the End Stage Lung Disease or Heart Failure Patient: Implications for the Perioperative Transplant Clinician. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. doi: 10.1053/j.jvca.2018.08.002
15. Brioni, J. D., Varughese, S., Ahmed, R., & Bein, B. (2017). A clinical review of inhalation anesthesia with sevoflurane: from early research to emerging topics. *Journal of anesthesia*, 31(5), 764–778. <https://doi.org/10.1007/s00540-017-2375-6>
16. Brown, E. N., Pavone, K. J., & Naranjo, M. (2018). Multimodal General Anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*, 1. doi:10.1213/ane.0000000000003668
17. Buckwell, E., Vickery, B., & Sidebotham, D. (2020). Anaesthesia for lung transplantation. *BJA Education*. doi:10.1016/j.bjae.2020.07.001

18. Celli, B. R., Cote, C. G., Marín, J. M., Casanova, C., Montes de Oca, M., Méndez, R. A., ... Cabral, H. J. (2004). The Body-Mass Index, Airflow Obstruction, Dyspnea, and Exercise Capacity Index in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *New England Journal of Medicine*, 350(10), 1005–1012. doi:10.1056/nejmoa021322
19. Chambers, D. C. Yusen, R. D., Cherikh, W. S., Goldfarb, S. B., Kucheryavaya, A. Y., Khusch, K., ... Stehlik, J. (2017). The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Thirty-fourth Adult Lung And Heart-Lung Transplantation Report—2017; Focus Theme: Allograft ischemic time. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 36(10), 1047–1059. doi: 10.1016/j.healun.2017.07.016
20. Chan, E. G., Bianco, V., Richards, T., Hayanga, J. W. A., Morrell, M., Shigemura, N., ... D’Cunha, J. (2016). The ripple effect of a complication in lung transplantation: Evidence for increased long-term survival risk. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 151(4), 1171–1180. doi: 10.1016/j.jtcvs.2015.11.058
21. Chan, P. G., Kumar, A., Subramaniam, K., & Sanchez, P. G. (2020). Ex Vivo Lung Perfusion: A Review of Research and Clinical Practices. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 108925322090514. doi:10.1177/1089253220905147
22. Chow, J. H., Abuelkasem, E., Sankova, S., Henderson, R. A., Mazzeffi, M. A., & Tanaka, K. A. (2020). Reversal of Vasodilatory Shock. *Anesthesia & Analgesia*, 130(1), 15–30. doi:10.1213/ane.0000000000004343

23. Copeland, H., Hayanga, J. W. A., Neyrinck, A., MacDonald, P., Dellgren, G., Bertolotti, A., ... Mulligan, M. (2020). Donor Heart and Lung Procurement: A Consensus Statement. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*. doi: 10.1016/j.healun.2020.03.020
24. Costa, J., Benvenuto, L. J., & Sonett, J. R. (2017). Long-term outcomes and management of lung transplant recipients. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 31(2), 285–297. doi: 10.1016/j.bpa.2017.05.006
25. Crespo, M. M., McCarthy, D. P., Hopkins, P. M., Clark, S. C., Budev, M., Bermudez, C. A., ... Mulligan, M. (2018). ISHLT Consensus Statement on adult and pediatric airway complications after lung transplantation: Definitions, grading system, and therapeutics. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 37(5), 548–563. doi:10.1016/j.healun.2018.01.1309
26. Dailey M. (2019) Editorial: Creando oportunidades: Trasplante de órganos en Costa Rica. *Revista Médica de Costa Rica*. Vol. 84, Núm. 628
27. Falzon, D., Alston, R. P., Coley, E., & Montgomery, K. (2017). Lung Isolation for Thoracic Surgery: From Inception to Evidence-Based. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 31(2), 678–693. doi:10.1053/j.jvca.2016.05.032
28. Fuehner, T., Kuehn, C., Welte, T., & Gottlieb, J. (2016). ICU Care Before and After Lung Transplantation. *Chest*, 150(2), 442–450. doi: 10.1016/j.chest.2016.02.656
29. Fukuda, K. (2015) Opioid Analgesics Miller, R. (Ed.) *Miller's Anesthesia 8th Edition*. Elsevier.

30. Gamboa, C., Serrano, R., Barquero A. y Romero, M. (2019) Memoria de Donación de Trasplantes de Costa Rica 2019. Ministerio de Salud. Ministerio de salud secretaria ejecutiva técnica de donación y trasplante de órganos y tejidos humanos
31. Gan, T. J., Belani, K. G., Bergese, S., Chung, F., Diemunsch, P., Habib, A. S., ... Philip, B. K. (2020). Fourth Consensus Guidelines for the Management of Postoperative Nausea and Vomiting. *Anesthesia & Analgesia*, Publish Ahead of Print. doi:10.1213/ane.0000000000004833
32. Garijo, J. M., Cypel, McRae, Machuca, Cunningham, C., & Slinger. (2018). The evolving role of extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation: Implications for anesthetic management. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. doi:10.1053/j.jvca.2018.10.007
33. Gerstein, N. S., Brierley, J. K., Windsor, J., Panikkath, P. V., Ram, H., Gelfenbeyn, K. M., ... Gerstein, W. H. (2017). Antifibrinolytic Agents in Cardiac and Noncardiac Surgery: A Comprehensive Overview and Update. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 31(6), 2183–2205. doi:10.1053/j.jvca.2017.02.029
34. Geube, M., Anandamurthy, B., & Yared, J.-P. (2018). Perioperative Management of the Lung Graft Following Lung Transplantation. *Critical Care Clinics*. doi: 10.1016/j.ccc.2018.08.007
35. Giménez-Milà M, Videla S, Pallarés N, Sabaté A, Parmar J, Catarino P, Tosh W, Rafiq MU, Nalpon J, Valchanov K. (2020) Impact of surgical technique and analgesia on clinical outcomes after lung transplantation: A STROBE-

- compliant cohort study. *Medicine (Baltimore)*.13;99(46): e22427. doi: 10.1097/MD.00000000000022427.
36. Golder, H. J., & Papalois, V. (2021). Enhanced Recovery after Surgery: History, Key Advancements and Developments in Transplant Surgery. *Journal of clinical medicine*, 10(8), 1634. <https://doi.org/10.3390/jcm10081634>
  37. Hartert, M., Senbaklavaci, Ö., Gohrbandt, B., Fischer, B. M., Buhl, R., & Vahl, C.-F. (2014). Lung Transplantation. *Deutsches Aerzteblatt Online*. doi:10.3238/arztebl.2014.0107
  38. Haas, C. F., Eakin, R. M., Konkle, M. A., & Blank, R. (2014). Endotracheal Tubes: Old and New. *Respiratory Care*, 59(6), 933–955. doi:10.4187/respcare.02868
  39. Hayanga, J. W. A., Chan, E. G., Musgrove, K., Leung, A., Shigemura, N., & Hayanga, H. K. (2020). Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Perioperative Care of the Lung Transplant Patient. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 108925321989612. doi:10.1177/1089253219896123
  40. Hoetzenecker, K., Schwarz, S., Muckenhuber, M., Benazzo, A., Frommlet, F., Schweiger, T., ... Klepetko, W. (2018). Intraoperative extracorporeal membrane oxygenation and the possibility of postoperative prolongation improve survival in bilateral lung transplantation. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 155(5), 2193–2206.e3. doi: 10.1016/j.jtcvs.2017.10.144

41. Hook JL, Lederer DJ. (2012) Selecting lung transplant candidates: where do current guidelines fall short? *Expert Rev Respir Med.* Feb;6(1):51-61. doi: 10.1586/ers.11.83.
42. Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2020) Estadísticas vitales 2020. Datos preliminares.
43. Ivulich, S., Westall, G., Dooley, M., & Snell, G. (2018). The Evolution of Lung Transplant Immunosuppression. *Drugs*, 78(10), 965–982. doi:10.1007/s40265-018-0930-6
44. Jack, J. M., McLellan, E., Versyck, B., Englesakis, M. F., & Chin, K. J. (2020). The role of serratus anterior plane and pectoral nerves blocks in cardiac surgery, thoracic surgery and trauma: a qualitative systematic review. *Anaesthesia*. doi:10.1111/anae.15000
45. Jayaraman, A., Cormican, D., Shah, P., & Ramakrishna, H. (2017). Cannulation strategies in adult veno-arterial and veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: Techniques, limitations, and special considerations. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 20(5), 11. doi:10.4103/0971-9784.197791
46. Kachulis, B., Mitrev, L., & Jordan, D. (2017). Intraoperative anesthetic management of lung transplantation patients. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 31(2), 261–272. doi:10.1016/j.bpa.2017.04.004
47. Kim SY, Jeong SJ, Lee JG, Park MS, Paik HC, Na S, Kim J. (2018) Critical Care after Lung Transplantation. *Acute Crit Care.* Nov;33(4):206-215. doi: 10.4266/acc.2018.00360.
48. Kirklin, J. K., Pagani, F. D., Goldstein, D. J., John, R., Rogers, J. G., Atluri, P., ... D'Alessandro, D. A. (2020). American Association for Thoracic

- Surgery/International Society for Heart and Lung Transplantation guidelines on selected topics in mechanical circulatory support. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*. doi: 10.1016/j.healun.2020.01.1329
49. Kislitsina, O. N., Rich, J. D., Wilcox, J. E., Pham, D. T., Churyla, A., Vorovich, E. B., Ghafourian, K., & Yancy, C. W. (2019). Shock - Classification and Pathophysiological Principles of Therapeutics. *Current cardiology reviews*, 15(2), 102–113.  
<https://doi.org/10.2174/1573403X15666181212125024>
50. Kiziltug, H., & Falter, F. (2019). Circulatory support during lung transplantation. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 1. doi:10.1097/aco.0000000000000806
51. Kot, P., Rodriguez, P., Granell, M., Cano, B., Rovira, L., Morales, J., Broseta, A., & Andrés, J. (2019). The erector spinae plane block: a narrative review. *Korean journal of anesthesiology*, 72(3), 209–220.  
<https://doi.org/10.4097/kja.d.19.00012>
52. Kötter, T., da Costa, B. R., Fässler, M., Blozik, E., Linde, K., Jüni, P., Reichenbach, S., & Scherer, M. (2015). Metamizole-associated adverse events: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 10(4), e0122918.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122918>
53. Labaki, W. W., & Han, M. K. (2020). Chronic respiratory diseases: a global view. *The Lancet. Respiratory medicine*, 8(6), 531–533.  
[https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30157-0](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30157-0)
54. Langer, D. (2015). Rehabilitation in Patients before and after Lung Transplantation. *Respiration*, 89(5), 353–362. doi:10.1159/000430451

55. Lautner, L. J., Freed, D. H., Nagendran, J., & Acker, J. P. (2020). Current techniques and the future of lung preservation. *Cryobiology*. doi:10.1016/j.cryobiol.2020.04.00
56. Lee JG, Park MS, Jeong SJ, Kim SY, Na S, Kim J, Paik HC. (2018) Critical Care before Lung Transplantation. *Acute Crit Care*. 2018 nov;33(4):197-205. doi: 10.4266/acc.2018.00367.
57. Leow, L., Ng, J., Luo, H. D., Choong, A., Mithiran, H., Kofidis, T., & Tam, J. (2021). Antifibrinolytics reduces blood loss in thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis. *ANZ journal of surgery*, 91(6), 1251–1259. <https://doi.org/10.1111/ans.16909>
58. Lertjitbanjong, P., Thongprayoon, C., Cheungpasitporn, W., O’Corragain, O. A., Srivali, N., Bathini, T., ... Kaewput, W. (2019). Acute Kidney Injury after Lung Transplantation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1713. doi:10.3390/jcm8101713
59. Lucangelo, U., Del Sorbo, L., Boffini, M., & Ranieri, V. M. (2012). Protective ventilation for lung transplantation. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 25(2), 170–174. doi:10.1097/aco.0b013e32834fdb54
60. Machuca, T. N., Collaud, S., Mercier, O., Cheung, M., Cunningham, V., Kim, S. J., ... Cypel, M. (2015). Outcomes of intraoperative extracorporeal membrane oxygenation versus cardiopulmonary bypass for lung transplantation. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 149(4), 1152–1157. doi:10.1016/j.jtcvs.2014.11.039
61. Mahajan, A. K., Folch, E., Khandhar, S. J., Channick, C. L., Santacruz, J. F., Mehta, A. C., & Nathan, S. D. (2017). The Diagnosis and Management of



- Airway Complications Following Lung Transplantation. *Chest*, 152(3), 627–638. doi: 10.1016/j.chest.2017.02.021
62. Mattar, A., Chatterjee, S., & Loor, G. (2019). Bridging to Lung Transplantation. *Critical Care Clinics*, 35(1), 11–25. doi: 10.1016/j.ccc.2018.08.006
63. McCurry, K. R. (2018). Brief Overview of Lung, Heart, and Heart-Lung Transplantation. *Critical Care Clinics*. doi: 10.1016/j.ccc.2018.08.005
64. Mehra, M. R., Canter, C. E., Hannan, M. M., Semigran, M. J., Uber, P. A., Baran, D. A., ... Zuckermann, A. (2016). The 2016 International Society for Heart Lung Transplantation listing criteria for heart transplantation: A 10-year update. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 35(1), 1–23. doi: 10.1016/j.healun.2015.10.023
65. Meng, M.-L., Bacchetta, M. D., & Spellman, J. (2017). Anesthetic management of the patient with extracorporeal membrane oxygenator support. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 31(2), 227–236. doi:10.1016/j.bpa.2017.07.005
66. Meyer, K. C. (2018). Recent advances in lung transplantation. *F1000Research*, 7, 1684. doi:10.12688/f1000research.15393.1
67. Ministerio de Salud de Costa Rica & Caja Costarricense del Seguro Social. (2021) Lineamientos Nacionales por Infección del SARS-CoV-2 COVID-19. LS-SS-005.
68. Moreno Garijo, J., & Roscoe, A. (2019). Ex-vivo lung perfusion. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 1. doi:10.1097/aco.0000000000000804

69. Naguib, M, Lien, C & Meistelman, C. (2015) Pharmacology of neuromuscular blocking drugs in Miller, R. (Ed.) Miller's Anesthesia 8th Edition. Elsevier.
70. Nguyen, A. T., Brzezinski, M., Chen, J., Nguyen, N. V., Dinh, L. V., & Kukreja, J. (2020). Lung transplant programs in developing countries. *Current Opinion in Organ Transplantation*, 25(3), 299–304. doi:10.1097/mot.0000000000000766
71. Nicoara, A., & Anderson-Dam, J. (2017). Anesthesia for Lung Transplantation. *Anesthesiology Clinics*, 35(3), 473–489. doi: 10.1016/j.anclin.2017.05.003
72. Nosotti, M., Tarsia, P., & Morlacchi, L. C. (2018). Infections after lung transplantation. *Journal of thoracic disease*, 10(6), 3849–3868. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.05.204>
73. Ohsumi, A., & Date, H. (2021). Perioperative circulatory support for lung transplantation. *General thoracic and cardiovascular surgery*, 69(4), 631–637. <https://doi.org/10.1007/s11748-021-01610-8>
74. Okamoto, K., & Santos, C. A. Q. (2020). Management and prophylaxis of bacterial and mycobacterial infections among lung transplant recipients. *Annals of Translational Medicine*, 8(6), 413–413. doi:10.21037/atm.2020.01.120
75. Panchabhai TS, Chaddha U, McCurry KR, Bremner RM, Mehta AC. (2018) Historical perspectives of lung transplantation: connecting the dots. *J Thorac Dis*. 2018 jul;10(7):4516-4531. doi: 10.21037/jtd.2018.07.06.
76. Pedoto, A. (2012). How to Choose the Double-Lumen Tube Size and Side. *Anesthesiology Clinics*, 30(4), 671–681. doi:10.1016/j.anclin.2012.08.001

77. Pena, J. J., Bottiger, B. A., & Miltiades, A. N. (2019). Perioperative Management of Bleeding and Transfusion for Lung Transplantation. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 108925321986903. doi:10.1177/1089253219869030
78. Potestio, C., Jordan, D., & Kachulis, B. (2017). Acute postoperative management after lung transplantation. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 31(2), 273–284. doi: 10.1016/j.bpa.2017.07.004
79. Porter S. B. (2019). Perioperative ketamine for acute analgesia and beyond. *Romanian journal of anaesthesia and intensive care*, 26(1), 67–73. <https://doi.org/10.2478/rjaic-2019-0010>
80. Prabhu, M., & Valchanov, K. (2017). Pre-anaesthetic evaluation of the patient with end-stage lung disease. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 31(2), 249–260. doi: 10.1016/j.bpa.2017.05.002
81. Puri, V., Patterson, G. A., & Meyers, B. F. (2015). Single Versus Bilateral Lung Transplantation. *Thoracic Surgery Clinics*, 25(1), 47–54. doi: 10.1016/j.thorsurg.2014.09.007
82. Puttarajappa, C. M., Bernardo, J. F., & Kellum, J. A. (2018). Renal Complications Following Lung Transplantation and Heart Transplantation. *Critical Care Clinics*. doi: 10.1016/j.ccc.2018.08.009
83. Rabanal, J. M., Real, M. I., & Williams, M. (2014). Perioperative management of pulmonary hypertension during lung transplantation (a lesson for other anaesthesia settings). *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*, 61(8), 434–445. doi:10.1016/j.redar.2014.05.015

84. Rodrigues, E. S., Ramakrishna, H., & Pajaro, O. E. (2015). Lung transplantation: perioperative pharmacology and anesthetic considerations. *Current clinical pharmacology*, 10(1), 22–34. <https://doi.org/10.2174/1574884709666140212105515>
85. Russell, J. A. (2019). Vasopressor therapy in critically ill patients with shock. *Intensive Care Medicine*, 45(11), 1503–1517. doi:10.1007/s00134-019-05801-z
86. Sahinovic, M. M., Struys, M., & Absalom, A. R. (2018). Clinical Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Propofol. *Clinical pharmacokinetics*, 57(12), 1539–1558. <https://doi.org/10.1007/s40262-018-0672-3>
87. Schultze, B. S. (2017). Fluid Management in Lung Transplant Patients. *Nursing Clinics of North America*, 52(2), 301–308. doi:10.1016/j.cnur.2017.01.007 Anesthesia for Thoracic Surgery, en
88. Slinger, P & Campos, J. (2015) Anesthesia for Thoracic Surgery en Miller, R. (Ed.) Miller's Anesthesia 8th Edition. Elsevier.
89. Snell, G. I., Yusen, R. D., Weill, D., Strueber, M., Garrity, E., Reed, A., ... Christie, J. D. (2017). Report of the ISHLT Working Group on Primary Lung Graft Dysfunction, part I: Definition and grading—A 2016 Consensus Group statement of the International Society for Heart and Lung Transplantation. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 36(10), 1097–1103. doi:10.1016/j.healun.2017.07.021
90. Soo, E., Marsh, C., Steiner, R., Stocks, L. is., & McKay, D. B. (2019). Optimizing organs for transplantation; advancements in perfusion and

- preservation methods. *Transplantation Reviews*, 100514. doi: 10.1016/j.trre.2019.100514
91. Soriano, J. B., Kendrick, P. J., Paulson, K. R., Gupta, V., Abrams, E. M., Adedoyin, R. A., ... Ahmadian, E. (2020). Prevalence and attributable health burden of chronic respiratory diseases, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet Respiratory Medicine*, 8(6), 585–596. doi:10.1016/s2213-2600(20)30105-3
92. Subramaniam, K., Del Rio, J. M., Wilkey, B. J., Kumar, A., Tawil, J. N., Subramani, S., ... Mandell, S. M. (2020). Anesthetic Management of Lung Transplantation: Results from a Multi-Center, Cross-Sectional Survey by the Society for Advancement of Transplant Anesthesia. *Clinical Transplantation*. doi:10.1111/ctr.13996
93. Tan, Z., Roscoe, A., & Rubino, A. (2019). Transoesophageal Echocardiography in Heart and Lung Transplantation. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. doi: 10.1053/j.jvca.2019.01.005
94. Thakuria, L., Reed, A., Simon, A. R., & Marczin, N. (2017). Mechanical Ventilation After Lung Transplantation. *Chest*, 151(2), 516–517. doi: 10.1016/j.chest.2016.10.064
95. Tomasi, R., Prueckner, S., Czerner, S., Schramm, R., Preissler, G., Zwißler, B., & von Dossow-Hanfstingl, V. (2015). Comparison of an advanced minimally invasive cardiac output monitoring with a continuous invasive cardiac output monitoring during lung transplantation. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 30(4), 475–480. doi:10.1007/s10877-015-9741-

96. Tomasi, R., Betz, D., Schlager, S., Kammerer, T., Hoechter, D. J., Weig, T., ... von Dossow, V. (2018). Intraoperative Anesthetic Management of Lung Transplantation: Center-Specific Practices and Geographic and Centers Size Differences. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 32(1), 62–69. doi: 10.1053/j.jvca.2017.05.025
97. Vuyk, J., Stsen E. & Reekers, m (2015) *Intravenous Anesthetics* en Miller, R. (Ed.) *Miller's Anesthesia 8th Edition*. Elsevier.
98. Weill, D., Benden, C., Corris, P. A., Dark, J. H., Davis, R. D., Keshavjee, S., ... Glanville, A. R. (2015). A consensus document for the selection of lung transplant candidates: 2014—An update from the Pulmonary Transplantation Council of the International Society for Heart and Lung Transplantation. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 34(1), 1–15. doi: 10.1016/j.healun.2014.06.014
99. Yeung, J. C., & Keshavjee, S. (2014). Overview of Clinical Lung Transplantation. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 4(1), a015628–a015628. doi:10.1101/cshperspect. a015628
100. Yeung, J. H., Gates, S., Naidu, B. V., Wilson, M. J., & Gao Smith, F. (2016). Paravertebral block versus thoracic epidural for patients undergoing thoracotomy. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2(2), CD009121. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009121.pub2>
101. Young, K. A., & Dilling, D. F. (2018). Ahead of the Curve: The Future of Lung Transplantation. *Chest*. doi:10.1016/j.chest.2018.08.1036
102. Yusen, R. D., Edwards, L. B., Dipchand, A. I., Goldfarb, S. B., Kucheryavaya, A. Y., Levvey, B. J., ... Stehlik, J. (2016). The Registry of the International

Society for Heart and Lung Transplantation: Thirty-third Adult Lung and Heart–Lung Transplant Report—2016; Focus Theme: Primary Diagnostic Indications for Transplant. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, 35(10), 1170–1184. doi: 10.1016/j.healun.2016.09.001

Yeung, J. C., & Keshavjee, S. (2014). Overview of Clinical Lung Transplantation. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 4(1), a015628–a015628. doi:10.1101/cshperspect.a015628

## Anexos



### Ficha técnica: Propuesta manejo paciente donador en HRACG-CCSS

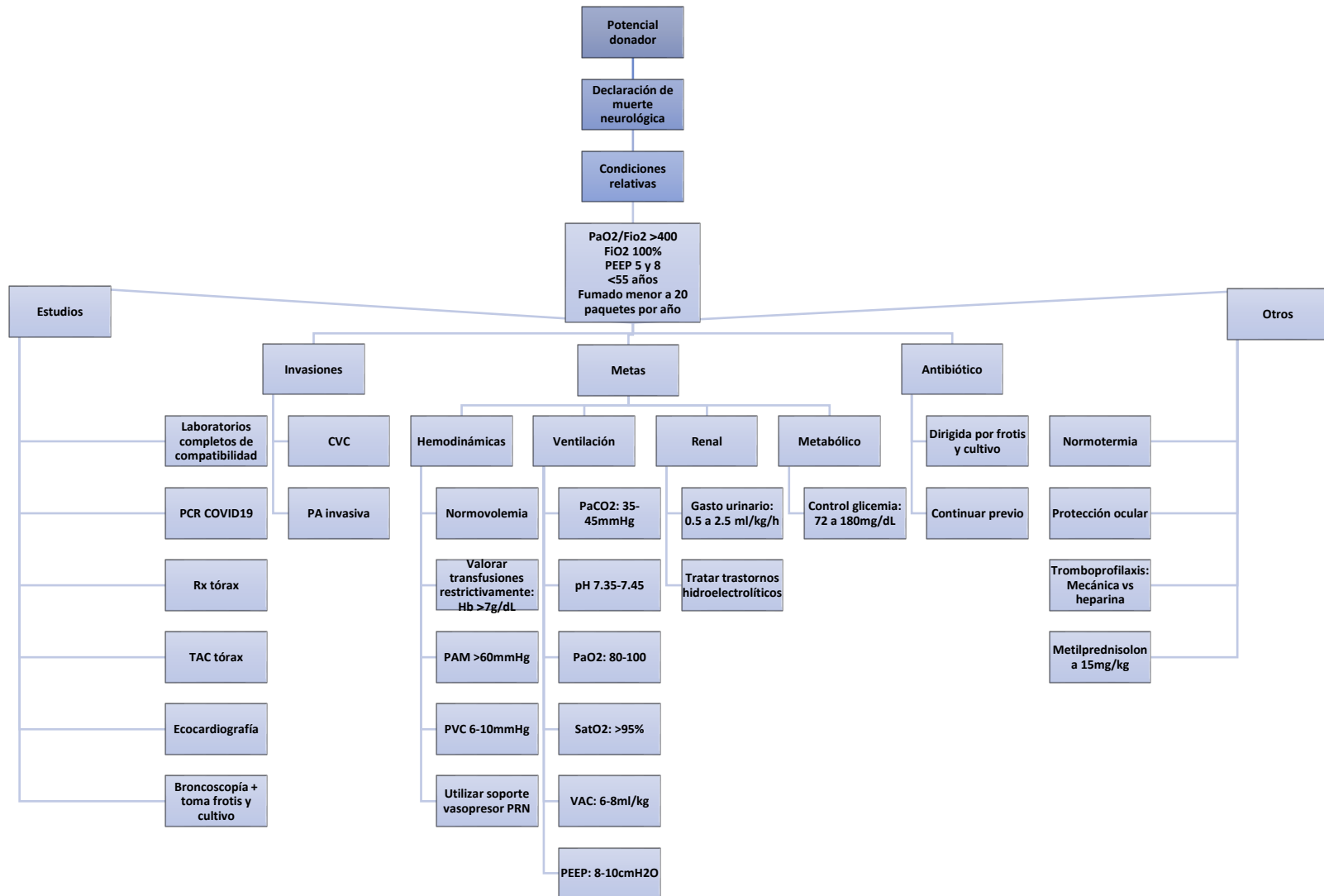


Figura 5. Propuesta manejo paciente donador en HRACG-CCSS

### Ficha técnica: Propuesta manejo paciente receptor trasplante pulmonar en HRACG-CCSS

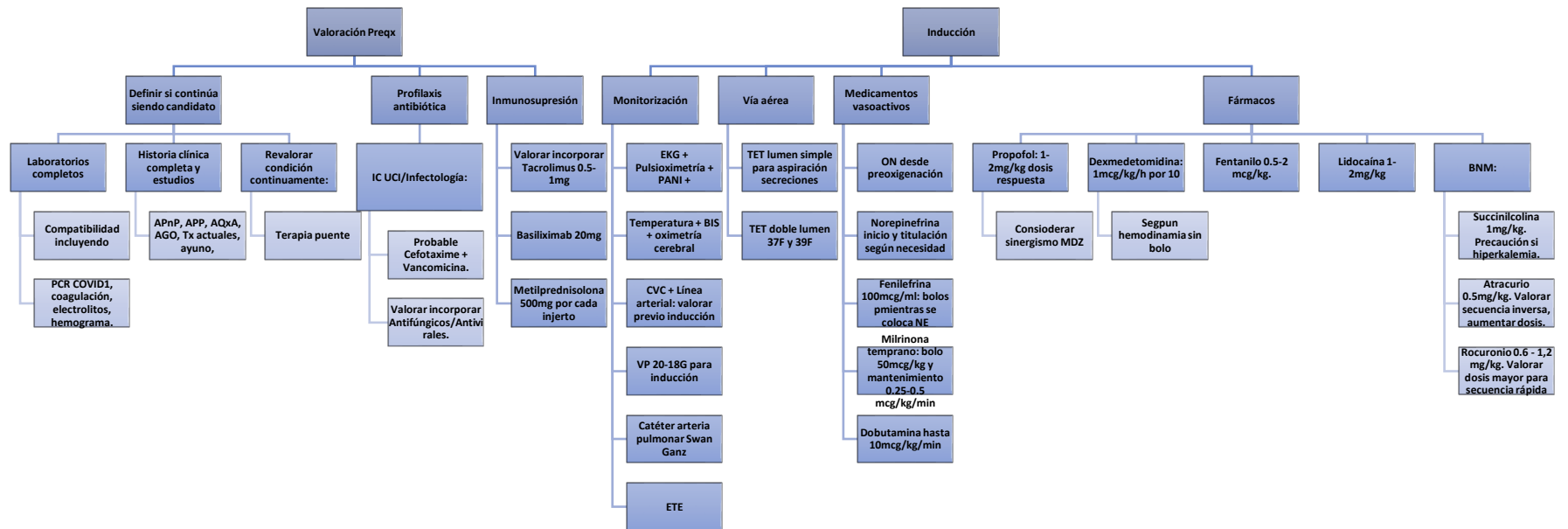


Figura 6. Propuesta manejo paciente receptor trasplante pulmonar en HRACG-CCSS 1

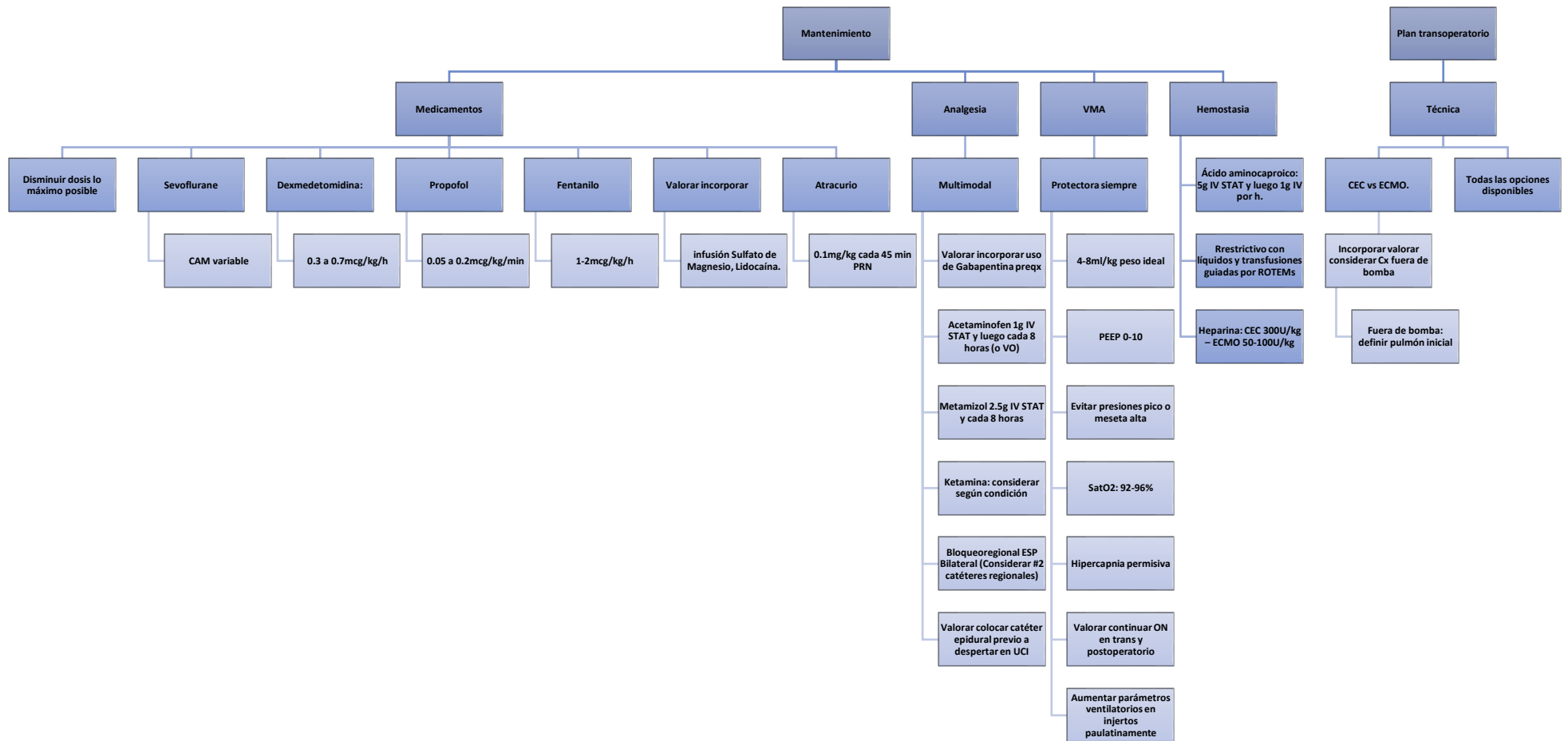


Figura 7. Propuesta manejo paciente receptor trasplante pulmonar en HRACG-CCSS 2.

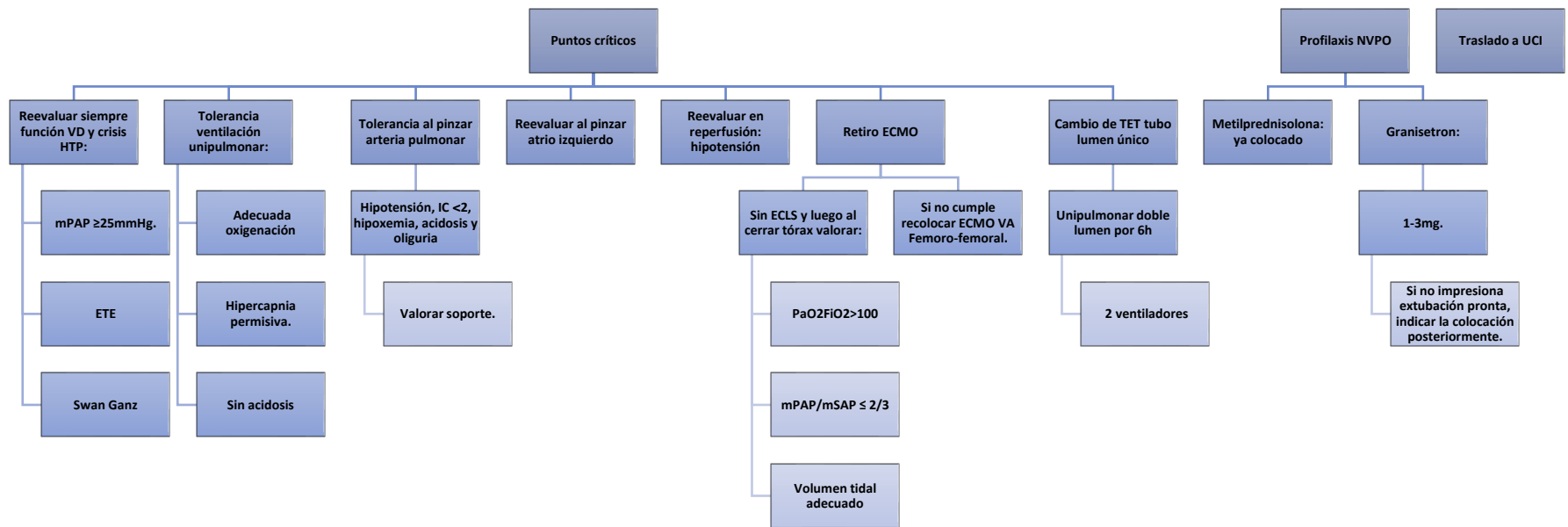


Figura 8. Propuesta manejo paciente receptor trasplante pulmonar en HRACG-CCSS 3.