



| | | | |
|----------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 1 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO | 3 |
| OBJETIVOS..... | 3 |
| CRITÉRIOS DE ADMISSÃO..... | 4 |
| PREPARO DA SALA CIRÚRGICA..... | 4 |
| RECURSOS E EQUIPAMENTOS | 5 |
| PREPARO DE SOLUÇÕES..... | 5 |
| PREPARO DE FÁRMACOS | 6 |
| CONCEITOS..... | 6 |
| AValiação PRÉ-ANESTÉSICA e TCLE | 6 |
| FATORES DE RISCO/GRAVIDADE | 7 |
| CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS | 8 |
| ADMISSÃO DO PACIENTE NA SALA CIRÚRGICA | 8 |
| MONITORIZAÇÃO..... | 9 |
| INDUÇÃO DA ANESTESIA..... | 10 |
| REPOSIÇÃO VOLÊMICA | 12 |
| PUNÇÕES ARTERIAIS E VENOSAS | 13 |
| MANUTENÇÃO DA ANESTESIA | 14 |



| | | | |
|---|--|------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 2 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |
| ANÁLISE DA FUNÇÃO VENTRICULAR DIREITA..... 14 | | | |
| AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA GERAL 16 | | | |
| MANEJO DO SANGUE DO PACIENTE..... 16 | | | |
| CUIDADOS NO INTRAOPERATÓRIO..... 17 | | | |
| TRANSPORTE PARA O CTI..... 26 | | | |
| MANEJO DA DOR PÓS-OPERATÓRIA..... 26 | | | |
| COMPLICAÇÕES..... 26 | | | |
| CRITÉRIOS DE SAÍDA DO PROTOCOLO 28 | | | |
| MONITORAMENTO 28 | | | |
| CONFLITOS DE INTERESSE..... 28 | | | |
| REFERÊNCIAS..... 28 | | | |
| APÊNDICE 30 | | | |
| Dose de fármacos utilizados durante o transplante pulmonar..... 30 | | | |
| Reposição de Componentes do Sangue e Terapêutica Farmacológica da Hemostasia:..... 31 | | | |
| Valores Normais do Tromboelastograma 32 | | | |
| Parâmetros hemodinâmicos..... 32 | | | |
| SIGLAS 33 | | | |
| HISTÓRICO DE REVISÃO 34 | | | |

| | | | |
|----------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 3 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

INTRODUÇÃO

Desde o primeiro transplante pulmonar executado no mundo em 1963 e, no Brasil, em 1989, o número de procedimentos aumenta constantemente, ultrapassando o número de mais de 4000 pacientes transplantados ao ano.

Atualmente os grandes centros transplantadores se encontram centralizados em São Paulo e Rio Grande do Sul. Minas Gerais ainda carece de um programa efetivo para atender os pacientes elegíveis ao transplante pulmonar de seu território, assim como outros estados da região centro-oeste que poderiam se beneficiar da criação de um novo centro de transplante pulmonar, como uma nova opção delocal para a realização do tratamento proposto.

No passado, no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais, existiu um programa de transplante pulmonar que fora interrompido no ano de 2015. Foram realizados 21 transplantes pulmonares durante a existência do projeto, com 2 dos 21 pacientes vivos até a atualidade. Com o estabelecimento de um protocolo robusto, definição de estrutura e tecnologia e uma nova equipe coesa, o HC-UFMG apresenta capacidade de obtenção de excelentes resultados.

O transplante pulmonar é a terapia definitiva para a doença pulmonar terminal, da qual as causas mais comuns são a pneumonia intersticial idiopática, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), fibrose cística e hipertensão pulmonar idiopática. Devido a gravidade da doença e magnitude da cirurgia em questão, requer-se do anestesiológico responsável o domínio do manejo do paciente crítico, procedimentos invasivos diversos, conhecimento de dispositivos de assistência circulatória, monitorização hemodinâmica avançada, ecocardiograma transesofágico perioperatório e dedicação prolongada na sala de cirurgia.

Pacientes receptores de Transplante Pulmonar são pacientes de alto risco e apresentam peculiaridades que devem ser conhecidas pelo anestesiológico. O atendimento a esses pacientes durante o ato anestésico-cirúrgico precisa ser sistematizado para que nenhuma etapa do cuidado seja omitida. As condutas gerais durante a anestesia precisam ser padronizadas e acordadas entre os vários membros da equipe, visando uniformizar a prática.

OBJETIVOS

- Estabelecer diretrizes para o cuidado anestésico perioperatório do paciente receptor do transplante pulmonar.
- Orientar os anestesiológicos na condução da anestesia para o receptor do transplante pulmonar.
- Tornar o procedimento anestésico mais organizado, seguro e efetivo, melhorando assim os resultados.

| | | | |
|----------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 4 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

CRITÉRIOS DE ADMISSÃO

Pacientes encaminhados pelo grupo de transplante de pulmão do HC-UFMG, em acompanhamento com a equipe de pneumologia e cirurgia torácica.

PREPARO DA SALA CIRÚRGICA

- Kit padrão de anestesia para transplante pulmonar e Kit padrão de anestesia para urgências.
- Aparelho de anestesia montado com circuito, testado e aprovado e filtro bacteriano.
- Kit de vias aéreas incluindo: Laringoscópio tradicional, videolaringoscópio, máscara, cânula orofaríngea, broncoscópio/fibra óptica descartável (Do tipo AScope®) para a checagem do posicionamento do tubo monolúmen ou bloqueador endobrônquico, tubo endotraqueal com sem dispositivo de aspiração supracuff, tubo endobrônquico do tipo Robert Shaw, bloqueador endobronquico do tipo Cohen, Arndt ou EZ-Blocker.
- Monitor multiparamétrico com os seguintes dados disponíveis: cardioscopia, oxímetro de pulso, capnografia, 3 módulos de pressão invasiva, 1 módulo de pressão não-invasiva, 1 módulo de temperatura e 1 de modulo de monitorização da profundidade do bloqueio neuromuscular.
- 01 monitor de análise biespectral do eletroencefalograma com gráfico de “density spectral assay” ou espectrograma.
- 01 monitor de débito cardíaco Hemosphere® com conexão para cateter de artéria pulmonar, cabo escravo para eletrocardiograma e 4 “pads” para monitorização de oximetria tissular Foresight®, tanto cerebral quanto membros inferiores no caso da ECMO V-A periférica.
- 01 aparelho de ultrassonografia com sonda de ecocardiograma transesofágico e linear para as punções vasculares.
- Aquecedor e manta térmica.
- Cinco bombas de infusão contínua tipo rolete e quatro bombas de infusão tipo seringa.
- Dez unidades de equipos de bomba e dez unidades de injetores laterais do tipo *three-way*.
- Soluções aquecidas: 4 unidades de soro fisiológico 0,9% de 500ml e soluções aquecidas 6 unidades de solução balanceada, Ringer Lactato, PlasmaStar® ou PlasmaLyte®.
- Caixa térmica para manutenção da temperatura das soluções aquecidas.
- Materiais para coleta de exames: seringas de gasometria, frascos de coleta de sangue.
- Sondas gástricas de tamanhos.
- Quatro equipos de pressão invasiva e bolsas pressóricas (3 unidades).
- Kit introdutor para cateter de artéria pulmonar 8,5 Fr.

| | | | |
|----------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 5 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

- Cateter de artéria pulmonar com filamento de cobre para monitorização contínua do débito cardíaco.
- Cateter triplo lúmen para acesso venoso central.
- Cateteres venosos números 20, 18, 16 e 14, sendo 3 unidades de cada calibre.
- Aparelho para a monitorização do “tempo de coagulação ativada” (TCA)..

RECURSOS E EQUIPAMENTOS

- Laboratório de apoio.
- Aspirador de secreções.
- Sistema para aquecimento de soluções.
- Banco de sangue. Confirmar reserva de hemoderivados. A quantidade a ser reservada deve ser definida em comum acordo com a equipe cirúrgica e com base no quadro clínico e exames prévios do paciente. Quantidade sugerida: 5U concentrado de hemácias, 10U plaquetas, 6U plasma fresco congelado, 10U crioprecipitado.
- Carrinho de emergências com desfibrilador.
- Aparelho de análise das propriedades elásticas da formação do coágulo (ROTEM®).
- Aparelho de ultrassom, incluindo sonda de Ecocardiografia transesofágica.
- Equipe de ECMO de prontidão, equipamento completo disponível.
- Monitor digital e bala de óxido nítrico (NO) disponíveis.
- “Cell Saver” disponível.

PREPARO DE SOLUÇÕES

- A escolha das soluções de infusão deve-se basear na indicação clínica e exames laboratoriais do paciente.
- Bainha do cateter de Swan Ganz: montar um equipo comum e 3 three-way.
- Acessos venosos periféricos (2 unidades).
- Um equipo comum com extensor calibroso e dois *three-way*.
- Montar 3 circuitos de transdutor de pressão com SF0,9%, na bolsa pressórica, sem adição de heparina. Serão usadas na PIA e nas vias do cateter SG.

| | | | |
|----------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 6 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

PREPARO DE FÁRMACOS

- Selecionar todos os fármacos a serem utilizados. Só iniciar as diluições após ser confirmada a viabilidade do órgão a ser transplantado. Preparar inicialmente:
- Antibióticos.
- Anestésicos para indução: fentanil, sulfentanil ou remifentanil; cetamina, etomidato, lidocaína 1% sem vaso, Rocurônio ou succinilcolina.
- Agentes vasoativos e inotrópicos: dobutamina (1mg/ml), noradrenalina (0,2mg/ml), fenilefrina, vasopressina, milrinona.
- A vasopressina apresenta menores efeitos vasoconstritores na vasculatura pulmonar.
- Adrenalina 50mg/ml em seringa de 20ml, adrenalina 5mcg/ml em seringa de 10ml.
- Antifibrinolíticos (ácido ípsilon amino capróico – 100 a 150mg/kg).

Os demais fármacos podem ser diluídos nos respectivos momentos de administração.

CONCEITOS

- O transplante pulmonar é um procedimento diferenciado, indicado para pacientes em estágio final de uma doença pulmonar. As doenças pulmonares podem ser divididas em obstrutivas (DPOC, bronquiolite obliterante) supurativas (fibrose cística, bronquiectasias), intersticial (fibrose pulmonar idiopática) e vascular (hipertensão pulmonar)(5–7).
- Para ser candidato ao transplante pulmonar, o paciente deve apresentar doença pulmonar grave em estágio terminal, com uma chance de mortalidade > 50% em 2 anos e uma chance de sobrevida > 80% em 90 dias após o transplante e uma chance > 80% de sobrevida em 5 anos pós-transplante se o enxerto tiver sua função preservada(6,8).
- A anestesia inclui a avaliação pré-anestésica, contato com familiares, indução e manutenção da anestesia geral, o controle hidro-eletrolítico e ácido-básico e manutenção da estabilidade hemodinâmica durante o ato cirúrgico, além do transporte para o CTI e o acompanhamento dos resultados pós-operatórios(6,7,9).

AVALIAÇÃO PRÉ-ANESTÉSICA e TCLE

- Além de todos os pontos de uma avaliação pré anestésica convencional, é importante avaliar (10-12):
- Estimar a gravidade da doença pulmonar, através de exames específicos: provas de função pulmonar, gasometria arterial, tomografia de tórax, avaliação de ventilação/perfusão.
- Condições ventilatórias basais e possíveis infecções vigentes: são relacionadas a dificuldade de oxigenação no intra-operatório. Pacientes com excesso de secreção brônquica podem ser

| | | | |
|----------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 7 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

difíceis de ventilar, principalmente durante após a instalação de ventilação monopulmonar.

- Cirurgias torácicas, assim como infecções graves e empiemas prévios: deve-se ficar em alerta devido ao maior risco de sangramento excessivo durante a pneumectomia.
- Presença de hipertensão pulmonar grave e avaliação da função ventricular direita com ecocardiograma ou manometria.
- Antecedentes de trombozes venosas e sítios prévios de punção vascular com qualidade dos pulsos radiais e femorais.
- Exames laboratoriais: dosagem de hemoglobina, hematócrito, plaquetas, fibrinogênio, eletrólitos, função renal e coagulograma.
- Cintilografia de ventilação/perfusão: determina qual o pulmão mais afetado pela doença, o que é considerado quando a proposta é a realização de transplante unilateral e auxilia na decisão de qual pulmão deverá ser removido primeiro durante o transplante bilateral devido a tolerância à ventilação monopulmonar.
- Ecocardiograma transtorácico: função biventricular, função diastólica, presença ou não de “shunts” intracardíacos, disfunções valvares hemodinamicamente significativas, pressão estimada da artéria pulmonar.
- Esclarecer sobre o ato anestésico e solicitar a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido da anestesia.
- Medicação pré-anestésica deve ser evitada e, se necessário, administrada preferencialmente já na sala de cirurgia, pois pequenas doses de sedativos podem resultar em redução do tônus simpático, instabilidade hemodinâmica, depressão respiratória, hipoxemia e hiper carbia.
- Manter a medicação usual do paciente (broncodilatadores, vasodilatadores pulmonares, corticoides).

FATORES DE RISCO/GRAVIDADE

- Presença de ECMO pré operatória;
- Necessidade do uso de fluxos de O₂ > 5L/min;
- Retransplante;
- Idade >70 anos;
- Disfunção renal ou hepática;
- Hipertensão da artéria pulmonar grave;
- IMC < 18,5 e IMC >35;
- Uso crônico prévio de corticoterapia (6, 7, 13-15).

| | | | |
|----------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 8 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS

- Pacientes com síndrome de Kartagener possuem situs inversus totalis.
- Pacientes com DPOC possuem fator de risco elevado para doença arterial coronariana e podem necessitar de avaliação complementar.
- Pacientes com fibrose cística são submetidos a múltiplos esquema antimicrobianos ao longo da vida e muitas vezes são colonizados por bactérias multirresistentes. Pode haver presença de obstruções por secreção na árvore traqueo brônquica e histórico de abordagem do tórax devido a pneumotórax.
- Pacientes com hipertensão pulmonar primária ou com doença do tecido conectivo que cursa com hipertensão pulmonar estão sob risco aumentado de necessidade de assistência circulatória durante e/ou após a cirurgia (7, 8, 15, 16).

APÓS AVALIAÇÃO PRÉ ANESTÉSICA, MANTER COMUNICAÇÃO ATIVA COM EQUIPE CIRÚRGICA SOBRE A CAPTAÇÃO. NOS CASOS EM QUE A BRONCOSCOPIA INICIAL DO DOADOR FOR FAVORÁVEL, SOLICITAR ENCAMINHAMENTO DO PACIENTE À SALA DE MARCAÇÃO NO BLOCO CIRÚRGICO. APÓS A AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA ABERTA DO DOADOR, CASO SE CONFIRME A VIABILIDADE DO ÓRGÃO, ENCAMINHAR RECEPTOR PARA A SALA DE CIRURGIA.

ADMISSÃO DO PACIENTE NA SALA CIRÚRGICA

- Higienização das mãos, utilização de vestimentas apropriadas, uso de máscaras faciais.
- Apresentar-se ao paciente, esclarecendo-lhe sobre o preparo para o início da anestesia.
- Posicionamento de oxímetro de pulso, braçadeira de PNI, eletrodos para cardioscopia.
- Obtenção das primeiras medidas de dados vitais.
- Iniciar aquecimento ativo do paciente, com cobertor e manta térmica.
- Checar o funcionamento das linhas venosas, linhas de monitorização invasiva, bombas de infusão, marca-passo e desfibrilador e/ou dispositivos de assistência ventricular, caso presentes.
- Puncionar acesso venoso periférico, caso o paciente esteja sem acesso, se possível, com Jelco calibroso.
- Avaliar analgesia com:

Implante de cateter de peridural para analgesia pós-operatória eficaz, se não houver contra-indicação à realização do procedimento, como por exemplo, distúrbio de coagulação, hipertensão pulmonar grave, entre outros (12,17–19)

| | | | |
|----------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 9 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

OU

Analgesia regional: Bloqueio do plano do musculo eretor da espinha (ESP Block), em nível torácico (T4-T5), com agulha A100 de stimuplex® guiado por ultrassonografia. Sugestão: infundir 20-25ml de ropivacaína 0,375% + dexametasona 4mg em cada bloqueio — Se atentar adose tóxica de anestésicos locais.

- Antibioticoprofilaxia: Início e manutenção de acordo com a recomendação do representante da CCIH responsável.
- Puncionar artéria para mensuração da pressão intra-arterial (PIA): a punção deve ser realizada antes da indução anestésica. Fazer antisepsia rigorosa e anestesia local, utilizando material estéril para realizar a canulação arterial.
- Manter infusão de fármacos para suporte inotrópico ou hemodinâmico que o paciente esteja em uso.
- Colher exames laboratoriais: hemograma, gasometria arterial, íons, glicemia.
- Manter comunicação constante com a equipe de transplante para definir o melhor momento de iniciar a indução anestésica do receptor, visando reduzir o tempo de isquemia do órgão.
- Avaliar junto à equipe cirúrgica a necessidade de instalação de ECMO V-A periférica antes da indução: Pacientes com hipertensão pulmonar grave podem apresentar colapso cardiovascular e PCR durante a indução anestésica. Nesses casos há um “back up” da ECMO V-A periférica na manutenção do fluxo e circulação do paciente.
- Medicamentos disponíveis em sala antes da indução anestésica: Adrenalina 50ug/ml e 5ug/ml, vasopressina “push dose”.

MONITORIZAÇÃO

- ECG com cinco derivações, pressão arterial invasiva, oximetria de pulso, capnografia, pressão venosa central, Pressão de artéria pulmonar, PCP, débito cardíaco contínuo, RVP, RVS, débito urinário e temperatura.
- Ecocardiografia transesofágica (ETE): recomendado para se avaliar informações sobre a função de VD, VE, anastomoses vasculares, disfunções valvares, PAP, entre outros.
- Índice bispectral (BIS): Indicado por reduzir a incidência de despertar no intraoperatório, diminuir o consumo de anestésicos e melhorar a recuperação pós-anestésica.
- Aparelho para monitorizar o nível de bloqueio neuromuscular (8, 10, 20).

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 10 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

INDUÇÃO DA ANESTESIA

- A indução da anestesia deve ser realizada quando autorizada pela equipe cirúrgica, em conformidade com os tempos da retirada do órgão do doador.
- Administrar antibiótico profilático e imunossupressor antes da indução.
- Confirmar funcionamento do aspirador.
- Realizar indução em sequência rápida em casos de jejum incompleto ou incerto.
- Manter suporte hemodinâmico já em uso no pré-operatório. Se o paciente não estiver em uso de inotrópicos e /ou vasopressores antes da indução, pode ser necessário iniciá-los objetivando melhor estabilidade hemodinâmica.
- Hipotensão deve ser tratada com noradrenalina e/ou vasopressina.
- Iniciar indução lentamente, observando a resposta clínica e visando reduzir as alterações fisiológicas e hemodinâmicas.
- Os agentes anestésicos devem ser titulados com cautela pois podem afetar a RVP, pós-carga de VE e de VD, DC, contratilidade miocárdica.
- Utilização de tubo orotraqueal duplo lumen, números 35, 37 ou 39, dependendo do peso e gênero, adequado para ventilação monopulmonar.
- A intubação deve ser feita utilizando-se tubo de dupla luz, preferencialmente para o brônquio esquerdo. O tubo deve ser o de maior calibre possível, para facilitar o isolamento do pulmão e a aspiração de secreções.
- Se o paciente apresentar grande volume de secreções de vias aéreas (ex: fibrose cística), deve-se, antes da intubação com tubo de dupla luz, intubar com tubo calibroso de luz única e fazer a aspiração da árvore traqueobrônquica guiada por fibrobroncoscopia(23).
- Após intubação com tubo de dupla luz (de brônquio esquerdo), checar posicionamento com fibrobroncoscópio.
- Em pacientes com impossibilidade de realizar a intubação com tubo de duplo lumen, pode-se realizar a intubação com tubo de luz única e utilizar bloqueadores brônquicos.
- Laringoscopia delicada, com fixação do tubo e início da ventilação mecânica.
- Broncodilatadores após intubação se broncoespasmo.
- Avaliar se paciente irá tolerar a ventilação monopulmonar ou necessitará de ECMO/CEC.
- Proteção dos olhos do paciente.
- Inserção de termômetro esofágico ou nasofaríngeo.
- Permitir sondagem vesical pela equipe cirúrgica.
- Posicionar a sonda do ETE no esfôfago distal do paciente e fazer uma avaliação inicial da

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 11 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

função cardíaca e pressão de artéria pulmonar.

- Posicionamento do paciente com auxílio da equipe cirúrgica, de forma a evitar pontos de pressão e hiperextensão de pescoço e membros.
- Iniciar terapia antifibrinolítica: ácido épsilon amino capróico (100 a 150mg/kg) ou ácido tranexâmico (10-15mg/kg).
- A ventilação mecânica deve ser realizada de acordo com a patologia pulmonar apresentada pelo paciente (tabela 1).
- Evitar hipóxia, hipercarbica, hipotensão, acidose — vasoconstrição pulmonar hipóxica, aumento da pressão da artéria pulmonar, disfunção de VD.
- Iniciar óxido nítrico ou iloprost em caso de hipertensão pulmonar e/ou disfunção de VD.
- Avaliar início de ECMO antes da indução anestésica em pacientes com hipertensão pulmonar grave.
- Na indução da anestesia, há 3 cuidados essenciais: proteção das vias aéreas, evitar depressão miocárdica e aumento da pós-carga do VD, reconhecer e evitar a hiperinsuflação dos pulmões de complacência e resistência de vias aéreas elevadas. (10, 11, 16, 19–22).

Tabela 1: Estratégias para o manejo ventilatório de acordo com as várias patologias pulmonares

| Patologia | Complicações intraoperatórias | Estratégias |
|--|--|---|
| Obstrutiva (DPOC) | Hiperinsuflação pneumotórax | PCV I:E=1:3 – 1:4 Baixas PEEP (3-5cm H2O) |
| Supurativa (fibrose cística, bronquiectasias) | Secreções espessas Hipercarbica | Intubação com tubo mono lumen previamente para aspirar secreções Necessidade de altas pressões de vias aéreas e altos níveis de PEEP |
| Restritiva (fibrose pulmonar, pneumonia) | Hipertensão pulmonar Pouca tolerância à ventilação monopulmonar | Altas pressões de pico inspiratório (40cm H2O) I:E= 1:1 – 1:2 PEEP (8-10cm H2O) |

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 12 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

| | | |
|--------------------------------------|---|--|
| Hipertensão pulmonar primária | Instabilidade hemodinâmica Disfunção de VD | Indução com vasodilatadores pulmonares Preparo para suporte mecânico circulatório |
|--------------------------------------|---|--|

REPOSIÇÃO VOLÊMICA

- A Reposição volêmica deverá seguir o padrão mais restritivo possível de acordo com o perfil hemodinâmico do paciente.
- A solução recomendada é de RL ou PlasmaStar/PlasmaLyte com 100ml de albumina 20% por bolsa de cristalóide e deve-se restringir a infusão de fluidos para os momentos de maior necessidade durante a cirurgia.
- Devem ser utilizados para guiar manutenção da pré carga do paciente:
- Sinais clínicos de hipoperfusão: Diurese $<0,3\text{ml/kg/h}$, $\text{TEC} > 2'$, supressão do BIS não justificada por outros fatores.
- Sinais laboratoriais de hipoperfusão: $\text{QR} > 1,7$, clearance deficitário de lactato ou relação $\text{CaO}_2/\text{Lactato} < 2,8$.
- O paciente que apresentar tendencia às situações supracitadas, não justificadas por hipoxemia verdadeira ou anemia intraoperatória, com sinais do aumento da taxa de extração de oxigênio e que se mostrem fluidorresponsivos e fluidotolerantes poderão receber reposição de volume com a solução sugerida.
- Parâmetros clínicos para a avaliação de fluidorresponsividade:
- $\Delta\text{PP} > 12\%$, $\text{VVS} > 12\%$, taxa de incremento em análise de alta resolução temporal superior a 10% no Hemosphere® ou manobra de oclusão expiratória com taxa de incremento do DC superior a 5%.
- ΔPP pode ser obtido de forma contínua pelo monitor multiparamétrico enquanto o VVS pode ser analisado via ecocardiograma transesofágico através da janela transgástrica profunda ou eixo longo transgástrico. Nos pacientes fluidorresponsivos, deve-se realizar a relação entre os dois valores afim de se diferenciar hipovolemia de vasoplegia com o cálculo da elastância arterial dinâmica (EaDyn), que deverá estar > 1 para justificar infusão de fluidos.
- Parâmetros clínicos para a avaliação da fluidotolerância:
- Avaliação da função diastólica básica e estimativa da pressão atrial esquerda:
- POAP pelo cateter de artéria pulmonar.

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 13 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

- Ecocardiograma transesofágico: Relação E/E' e estimativa da PAE pela fórmula de Nageh ($1,24 \cdot E/E' + 1,9$), padrão de fluxo das veias pulmonares com relação S/D favorável, >1 .
- VEXUS score: Análise da curva de fluxo de veias supra hepáticas com relação S/D >1 e veia porta com índice de pulsatilidade preferencialmente $<30\%$.
- Análise diastólica do ventrículo direito: Relação E/A entre 0,8-2,1, E'/A' entre 0,5-1,9 e relação E/E' < 6 .
- Após verificar a possibilidade de infusão de fluidos e infundir a alíquota desejada, checar a taxa de incremento obtida via cateter de artéria pulmonar e Hemosphere®.
(12, 20).

PUNÇÕES ARTERIAIS E VENOSAS

- Punção de novo acesso venoso periférico, após assepsia rigorosa. Conexão ao segundo equipo de bomba.
- As punções devem ser realizadas por pessoal treinado, em vista da gravidade dos pacientes.
- Punção da PIA, com técnica asséptica rigorosa. Conexão ao transdutor de pressão invasiva, conectado a bomba de rolete.
- Acesso venoso central — Cateter de Swan Ganz. Usar paramentação completa e realizar a punção venosa central em condições estéreis, de preferência guiada por US. Evitar a veia jugular interna esquerda por maior dificuldade em se posicionar o cateter. Após a punção e introdução da bainha, fixa-la e iniciar a infusão de solução cristalóide. Testar cateter que, em seguida deverá ser introduzido por cerca de 20cm (até a veia central). O cateter deve ser coberto com a proteção própria e conectado aos sensores e às vias de infusão.
- Posicionar o cateter SG e realizar as medidas iniciais de DC e RVP.
- Liberação do paciente para o cirurgião.
- Coleta da primeira amostra de sangue para o laboratório: gasometria arterial/ venosa e hemograma.
- Organização e identificação de cada via de acesso venoso ou arterial para facilitação da utilização pelo anestesiológico.

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 14 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

MANUTENÇÃO DA ANESTESIA

- Manter a ventilação de acordo com a patologia pulmonar pré-existente (tabela 1). Fornecer mistura de oxigênio e ar, mantendo a FiO₂ mais baixa possível para se obter SpO₂>92%. A PEEP deve ser titulada, com atenção para a diminuição do retorno venoso e consequente queda do débito cardíaco. A frequência respiratória é ajustada para obtenção de ETCO₂ entre 30 a 35 mmHg(24).
- Atenção à pressão da artéria pulmonar e, se necessário, utilizar vasodilatadores pulmonares (óxido nítrico 5-40ppm, nitroglicerina, prostaglandina E1, prostaciclina).
- Manter volume de diurese (meta de 0,5ml/Kg/h).
- Coleta de exames de gasometria arterial de 1/1h e Controle glicêmico.
- Controle iônico, de acordo com as medidas obtidas pela gasometria arterial.
- Manutenção com inalatório sevoflurano e/ou anestésicos venosos (Preferência por AVT).
- Anestesia venosa total com propofol TCI, dexemedomidina 0,25-0,7 ug/kg/h ou sufentanil TCI modelo Gepts® e cetamina 0,1-0,3mg/kg/h, em infusão ou bolus intermitente. Sedação guiada pelo monitor de profundidade anestésica, buscando BIS entre 40-60 e padrões condizentes com a sedação utilizada no espectrograma.
- Bloqueio neuromuscular contínuo com cisatracúrio ou rocurônio guiado pelo monitor de profundidade do bloqueio neuromuscular, TNM(TOF) 0 e contagem pós tetânica entre 1 e 3. (11-14, 22).

ANÁLISE DA FUNÇÃO VENTRICULAR DIREITA

Análise pelo cateter de artéria pulmonar

(5, 8, 16, 20, 25)

Parâmetros a serem utilizados são:

- PAPI: Índice de pulsatilidade da artéria pulmonar, que deve se encontrar com valores superiores a 3. Dado pela fórmula PAPIs — PAPd / PVC. Valores menores que 3 denotam risco de desfechos desfavoráveis relacionados ao ventrículo direito. Valores <1,2 indicam grande possibilidade da manutenção do paciente em uso de dispositivo de assistência circulatória externa (ECMO V-A).

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 15 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

- Acoplamento ventrículo arterial direito: Pode-se utilizar a avaliação volumétrica pela relação volume sistólico final do VD/volume sistólico, obtidos através do cateter da artéria pulmonar, derivados dos valores de volume sistólico, volume diastólico final e fração de ejeção do ventrículo direito. Valores desejados são 0,5 ou 2 a depender da forma de cálculo.
- Pode-se retroceder o cateter de artéria pulmonar em direção ao ventrículo direito e se realizar a análise da curva de pressões desta câmara, ficando atento ao padrão de “raiz quadrada” ou “squareroot sign”.

Análise da função ventricular direita pelo ecocardiograma transesofágico:

- Análise subjetiva da contratilidade do VD via janela de 4 câmaras e inflow outflow do VD.
- Estimativa da PSAP através da VMax do jato de regurgitação tricúspide.
- S’ do VD deve estar superior a 10 cm/s, fração de encurtamento da área na janela de 4 câmaras médio esofágica, focada no VD, superior a 35%.
- Índice de aceleração isovolêmica no valor de 1,4 (+ ou – 0,2) obtido através análise do doppler tecidual do anel da valva tricúspide, dado pela fórmula VMax da espícula de contração isovolumétrica / DT até o pico de velocidade. É um parâmetro menos carga dependente para a análise da função ventricular direita.
- RIMP (índice de performance miocárdica ventricular direita) > 0,4 via doppler pulsado ou > 0,52 via doppler tecidual indicam piores desfechos relacionados a performance do ventrículo direito.
- Tratamento da disfunção ventricular direita vai depender dos resultados da análise do acoplamento ventrículo arterial direito a definir:
- Vasopressor associado ou não a inodilatador.
- Inodilatador associado ou não ao NO 20-40 ppm.
- Preferência de vasopressor com pouca interação com a vasculatura pulmonar, como vasopressina. Obviamente devido ao tempo para pico de ação da medicação pode ser necessária a associação com outros vasopressores como noradrenalina.
- Inodilatador: Dobutamina ou milrinona nas doses convencionais.

A FUNÇÃO VENTRICULAR DIREITA DEVE SER CHECADA NO INÍCIO DA CIRURGIA, APÓS A INSTALAÇÃO DE DISPOSITIVO DE ASSISTENCIA CIRCULATÓRIA, APÓS A CLAMPAGEM DE ARTÉRIA PULMONAR E AO FINAL DO PROCEDIMENTO.

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 16 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

AValiação ECOCARDIOGRÁFICA GERAL

- Auxílio a ECMO V-V: Auxiliar posicionamento das cânulas de aspiração e retorno, garantindo boa distância (>10cm) entre as extremidades de cada uma ou correto posicionamento de canulação cruzada, afim de se evitar recirculação.
- Direcionamento do óstio e fluxo de retorno para a valva tricúspide pela janela bicaval modificada no caso do uso de cânula dupla via Avalon®.
- Auxílio ECMO V-A: Checagem de fluxo nativo do paciente e abertura adequada da valva aórtica. Avaliação seriada da função biventricular.
- Identificação de quaisquer complicações mecânicas relacionadas a ECMO como “kinking”, formação de trombos e outros.
- Verificação da presença de shunts intracardíacos com realização do teste de microbolhas em Valsalva no início da cirurgia.
- Verificação de anastomoses vasculares do enxerto:
- Veias pulmonares: Checar todas as 4 veias pulmonares através das janelas 4 câmaras, eixo longo da valva aórtica e 2 câmaras médio esofágicos, com leve tração superior da sonda do ecocardiograma e retroflexão.
- Deve-se verificar padrão de fluxo em cada uma, buscando a visualização de fluxo não turbilhonado, ondas S1,S2, D e A presentes, com perfil S>D e velocidades menores que 100cm/s e maiores que 50 cm/s.
- Artéria pulmonar: Gradiente máximo aceitável, até 20mmHg e relação entre o diâmetro da anastomose e pré anastomótico >75%.
- Auxiliar na deareação e verificar a presença de imagens sugestivas de trombos.

MANEJO DO SANGUE DO PACIENTE

- Recomendamos a utilização de dispositivo para recuperação de hemácias (“Cell Saver”) em todos os transplantes pulmonares.
- Estratégia farmacológica para redução do sangramento: Uso de ácido tranexâmico 10-15mg/kg durante a indução anestésica.
- Após o implante do enxerto e reversão da heparinização, colher exames para o ROTEM como reagentes INTEM, EXTEM, FIBTEM e HEPTM (Este último apenas se houve heparinização durante o período intraoperatório) para que haja direcionamento para a equipada unidade de

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 17 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

terapia intensiva caso haja sinais clínicos de discrasia sanguínea.

- A meta é manter hemoglobina ≥ 8 g/dL. As transfusões sanguíneas devem ser cautelosas a fim de se evitar a disfunção primária do enxerto, exceto em situações de perda aguda.
- Acompanhamento rigoroso do cálcio e potássio séricos.
- Avaliar a reposição de fatores de coagulação será considerada somente na presença de sangramento difuso, após grandes transfusões ou orientado por tromboelastograma.

CUIDADOS NO INTRAOPERATÓRIO

(20, 22, 25)

- A ventilação mecânica deve ser realizada de acordo com a patologia pulmonar apresentada pelo paciente (tabela 1).
- Ventilação mecânica deve seguir os padrões de ventilação protetora. A ventilação do pulmão enxertado deve apresentar volume corrente entre 3-4ml/kg de peso ideal, driving pressure < 15 e pressões em vias aéreas, assim como frequência respiratória para obtenção de “mechanical power” < 12 J/min. PEEP deve ser ajustada para valores entre 5-10 cm/H₂O.
- Mechanical power pode ser calculado pela fórmula simplificada: $0,098 \cdot V_t \cdot FR \cdot (\Delta P_{insp} + PEEP)$.
- Durante a expansão do pulmão enxertado, deve-se utilizar o programa de recrutamento eletrônico do aparelho de anestesia Mindray A8, para melhor controle das pressões das vias aéreas e evitar danos ao enxerto.
- FiO₂ deve ser sempre mantida a menor possível para obtenção de SpO₂ em torno de 90%.
- Durante a ECMO, a ventilação deverá seguir o esquema 10/10/10 em PCV, com pressão acima da PEEP de 10, driving pressure de 10, PEEP de 10, FR 10 IRPM e FiO₂ menor possível.
- Fatores que aumentam a RVP: hipo e hiperdistensão alveolar, hipoxemia, hipercarbida, anestesia superficial.
- Evitar hipóxia, hipercarbida, hipotensão, acidose — vasoconstrição pulmonar hipóxica, aumento da pressão da artéria pulmonar, disfunção de VD(26).
- Hipercapnia permissiva.

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 18 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

Ventilação monopulmonar

- Durante a ventilação monopulmonar, podem ser utilizadas algumas medidas a fim de se evitar a hipoxemia, tais como:
 - Aumentar a FiO₂ para manter SatO₂ > 92%
 - CPAP no pulmão não dependente se necessário
 - PEEP no pulmão dependente
 - Minimizar pressões de pico e plateau (PPI < 30 e PPL < 20)
 - Dobutamina 5 µg/kg/min pode melhorar o fluxo sanguíneo pulmonar
 - Óxido nítrico ou iloprost para melhorar a relação V/Q, pois realizam vasodilatação seletiva das áreas ventiladas.
- Ficar atento aos sinais de pneumotórax hipertensivo - principalmente por ruptura de bolhas que causa diminuição do retorno venoso e DC.
- Ao se instituir a ventilação unipulmonar, pode ocorrer piora aguda da troca de gases e do estado hemodinâmico. Isto se deve basicamente à derivação direita-esquerda que se forma através do pulmão não-dependente, que é perfundido e não é ventilado, funcionando como curto-circuito e aumentando o gradiente alvéolo-arterial de O₂. A vasoconstrição pulmonar.

Clampeamento da artéria pulmonar

- Pode haver colapso circulatório agudo.
- Os objetivos do tratamento são adequar hidratação, diminuir a vasoconstrição pulmonar e utilizar vasopressores e inotrópicos.
- Se a saturação arterial sistêmica de O₂ ou o padrão hemodinâmico piorar com o pinçamento da artéria pulmonar antes da pneumectomia, a derivação cardiopulmonar será necessária. Os pacientes com hipertensão arterial pulmonar exigem mais freqüentemente a CEC, seguidos dos pacientes com doença restritiva e, finalmente os com doença obstrutiva.
- O uso de agentes inotrópicos, vasopressores e vasodilatadores pulmonares pode

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 19 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

dispensar a derivação cardiopulmonar.

Óxido nítrico

- Óxido nítrico – 10 a 40ppm
- Vasodilatação pulmonar seletiva
- Diminuição dos distúrbios V/Q
- Modulação da inflamação
- Possível papel na prevenção da síndrome isquemia-reperfusão e da disfunção primária do enxerto.

ECMO

- ECMO é a primeira escolha em relação à circulação extracorpórea – associado a menor índice de transfusões, menor índice de reoperações, menor disfunção do enxerto, menor resposta inflamatória.
- Utilizada quando ocorre instabilidade hemodinâmica ou respiratória.
- Pode ser iniciada antes da indução anestésica – HP grave ou pacientes usuários de suporte respiratório não-invasivo (17).

Fatores preditivos para ECMO:

- Caminhar menos de 300m em 6 min
- SPO₂ < 85% em teste de esforço, a 1,6Km/h, 4% de inclinação
- Consumo de O₂ > 5L/min em exercício
- Fração de ejeção de VD < 27% em exercício

Critérios para ECMO:

A)

- IC: < 2 l/min/m² ou diminuição maior que 1,5 l/min/m².
- PAP > 40 mmHg ou duplicação dos valores originais

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 20 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

- PAM < 50-60 mmHg
- SaO₂ < 85%

B)

- Pacientes com DPOC:
- Queda de 31% do índice cardíaco
- Aumento de 31 % na D(A-a)O₂
- Aumento na RVP de 434 ± 148 para 1188 ± 235

C)

- Valores basais em pacientes com doença restritiva:
- PAP > 45 ± 4 mmHg
- RVP > 447 ± 56 din.Seg.m⁻⁵
- D(A-a)O₂ 443 ± 44 mmHg

HEPARINIZAÇÃO DURANTE A ECMO:

A melhor dose para heparinização e os valores corretos de tempo de coagulação ativado(TCA) para manutenção da anticoagulação durante a ECMO ainda são ponto de debate.

O TCA é um exame “point of care” muito sensível porém pouco específico para determinar um nível adequado de heparinização, principalmente após exposições repetidas à heparina, tempos prolongados de ECMO, presença de injúria inflamatória e coagulopatia intraoperatória.

Um valor utilizado em alguns centros, e que sugerimos neste protocolo, é manter o TCA entre 180-200 segundos.

Sugestão de anticoagulação com Heparina não fracionada (HNF):

- 100 UI/Kg para canulação; coleta de TCA antes e após a dose de heparina.
- Doses complementares de 2500 a 5000 UI de acordo com o TCA de controle e a resposta do paciente à heparina.

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 21 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | 09/08/2024 | |
| | | VERSÃO: 01 | |

- Coleta de TCA a cada 1 hora enquanto estiver em ECMO.
- Após decanulação do sistema, reversão com protamina de 100% da última dose administrada, e coleta de ROTEM com o reagente Heptem.

Circulação extracorpórea (CEC)

Critérios para a entrada em CEC após clampeamento da artéria pulmonar:

A)

- IC: < 2 l/min/m² ou diminuição maior que 1,5 l/min/m².
- PAP > 40 mmHg ou duplicação dos valores originais
- PAM < 50-60 mmHg
- SaO₂ < 85%

B)

- Pacientes com DPOC:
- Queda de 31% do índice cardíaco
- Aumento de 31 % na D(A-a)O₂
- Aumento na RVP de 434 ± 148 para 1188 ± 235

C)

- Valores basais em pacientes com doença restritiva:
- PAP > 45 ± 4 mmHg
- RVP > 447 ± 56 din.Seg.m⁻⁵
- D(A-a)O₂ 443 ± 44 mmHg

Fatores preditivos para CEC no intraopertório:

- Caminhar menos de 300m em 6 min

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 22 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

- SPO₂ < 85% em teste de esforço, a 1,6Km/h, 4% de inclinação
 - Consumo de O₂ > 5L/mim em exercício
 - Fração de ejeção de VD < 27% em exercício
- Confirmar anticoagulação antes de entrar em CEC (TCA > 400).
 - Evitar hemodiluição excessiva: manter hematócrito acima de 22 a 25%.
 - Administrar doses extras de opióides, hipnóticos (midazolam) e bloqueador neuromuscular na entrada de CEC.
 - Manter a PAM 50 a 70mmHg durante a CEC. A pressão pode ser ajustada através do uso de vasopressores (noradrenalina, metaraminol), se hipotensão ou nitroprussiato de sódio, se pressão elevada.
 - Realizar exames seriados e corrigir distúrbios hidroeletrólíticos e metabólicos.
 - Suporte hemodinâmico deve ser aplicado pró-ativamente antes da saída de CEC, a fim de evitar disfunção de VD ou VE.
 - Após a saída de CEC, reverter a heparina com solução de protamina (1 a 1,2 mg de protamina para cada 1mg de heparina. Realizar exames para controle da anticoagulação (TCA) dez minutos após término da protamina.
 - Repetir exames laboratoriais.

MANEJO ANESTÉSICO DO TRANSPLANTE EM ASSISTENCIA CIRCULATÓRIA:

- Quando indicada a ECMO no período intraoperatório, esta pode ser instalada nas seguintes fases do transplante:
- Pré indução: V-A periférica para casos selecionados.
- Antes da realização das manobras de pneumectomia e anastomose dos enxertos por via central.
- Durante a primeira pneumectomia por incapacidade de manutenção adequada das trocas gasosas em ventilação monopulmonar em pulmão doente e/ou instabilidade hemodinâmica, principalmente por disfunção ventricular direita refratária.
- Após a liberação do clampe do primeiro pulmão nos casos em que se constata que o enxerto recém transplantado é insuficiente na manutenção das trocas gasosas.

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 23 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

Caso se opte pela instalação da ECMO deve-se seguir as seguintes orientações:

- PAM em torno de 60mmHg para as canulações afim de se evitar dissecação e formação de trombo intramural nos vasos canulados.
- Heparinização de acordo com a sessão acima.
- Manutenção do DC com fluxo de centrífuga entre 2-4L/min. O DC nativo do paciente não deve superar a fração de 30% do fluxo total.
- Estratégia de reposição volêmica restritiva, com atenção a momentos de hipovolemia verdadeira ou redução de drenagem por manobras realizadas pelo cirurgião que poderão provocar “chicoteamento” da cânula de drenagem.
- Nesses momentos pode-se realizar cefalodeclive ou expansão volêmica com cristalóides, colóides ou hemocomponentes, com o cuidado de se realizar a retenção do volume pelo circuito venoso da ECMO ao final do procedimento caso se opte por retirar o paciente de assistência circulatória.

Ao final do procedimento, com o paciente em assistência circulatória mínima deve-se avaliar:

- Trocas gasosas pela gasometria.
- Análise global da hemodinâmica de acordo os itens descritos neste documento.
- PAPI <1,2 e CPO (Cardiac Power Output) <0,6 associado a lactato >4 em paciente com disfunção ventricular direita ou biventricular indica maior necessidade de manutenção de ECMO V-A.
- “Cardiac power output” pode ser calculado pela fórmula: $PAM \cdot DC / 451$ Watts.
- Caso haja estabilidade hemodinâmica com índices favoráveis, mas prejuízo na troca gasosa do paciente deve-se converter a ECMO V-A para ECMO V-V, com remoção da cânula arterial e inserção de cânula venosa por pessoal da equipe de ECMO-HC.

Reperfusão do pulmão transplantado

- Administrar metilprednisolona 500 a 1000mg antes da reperfusão.
- Administrar manitol 25g (efeito anti-oxidante, eliminando radicais livres).

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 24 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

- Aspirar via aérea com suavidade, assepticamente.
- A artéria é desclampada lentamente, em 10 minutos.
- Pode ser necessário uso de vasopressores.
- Ventilar com PEEP de 5-10 mmHg e FIO₂ = 0,3.
- Atenção à síndrome de reperfusão: PAP alta, complacência baixa, má oxigenação.
- Manter a PAP o mais baixa possível.
- Ficar atento à possibilidade de isquemia miocárdica (pode ocorrer embolia aérea em coronária direita).
- Ao se desclampar a artéria pulmonar para perfusão do pulmão transplantado, pode ocorrer hipotensão arterial sistêmica de etiologia ainda não esclarecida, provavelmente entrada de solução conservante (que contém potássio e prostaglandina E1) na circulação sistêmica. Esta hipotensão deve ser tratada com vasopressores.
- Hipercalemia pode ser tratada com cloreto de cálcio.

Ventilação do pulmão transplantado

- O pulmão transplantado deve ser ventilado com baixas FiO₂ (em torno de 30%), com FR baixas. Adequar gradualmente os valores de PEEP e volume corrente (<=6ml/kg), baseada na complacência do pulmão. Manter PaO₂ > 70mmHg.
- Após o implante do novo pulmão, devem-se desfazer as áreas de atelectasia, através de recrutamento alveolar. As características mecânicas diferentes de cada pulmão podem exigir ventilação diferenciada, com dois ventiladores. Os pulmões implantados podem apresentar grande infiltração de líquidos, exigindo uso de PEEP.
- Ao final da cirurgia, o tubo de dupla-luz é trocado por um tubo simples e o paciente é encaminhado ao CTI. Todos os cuidados devem ser tomados para que não haja descontinuidade na infusão das drogas que estão sendo administradas.

MANEJO ANESTÉSICO DO TRANSPLANTE UNILATERAL:

Condução anestésica semelhante a cirurgia torácica de grande porte com os cuidados gerais em relação ao enxerto, comuns a todas as situações.

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 25 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

MANEJO ANESTÉSICO DO TRANSPLANTE BILATERAL SEM ASSISTÊNCIACIRCULATÓRIA:

- Técnica que requer maior empenho no manejo hemodinâmico e ventilatório do paciente devido às importante oscilações do período intraoperatório nas variadas fases do transplante como as manobras de compressão e anastomoses.
- Manejo semelhante ao descrito em outros itens mas com necessidade de maior atenção e maior consumo do profissional responsável em sala.

MANOBRAS E CUIDADOS DURANTE A LIBERAÇÃO DO CLAMPE:

- Para minimizar a instabilidade causada pela síndrome de reperfusão é importante que o status hemodinâmico do paciente se encontre otimizado, com níveis adequados de Hb e tratamento rigoroso dos distúrbios hidroeletrólíticos acido base, em especial acidose, hipocalcemia e hipercalemia.
- Durante a liberação do clampe ocorre a manobra de deaeração que consiste na liberação lenta do clampe com a artéria pulmonar ainda aberta e a sutura apenas “armada”.
- Há reperfusão lenta do enxerto, com perda sanguínea habitual de 100-200ml. É de suma importância que o paciente se encontre estável hemodinamicamente com níveis de Hb adequados para que possa tolerar essa manobra.
- Em seguida há a fase de reexpansão do pulmão transplantado, com auxílio do software de recrutamento eletrônico do aparelho Mindray A8 ou com unidade ventilatória, sempre com fluxo de gases frescos composto apenas por ar comprimido e FiO2 21%. A manobra deve ser realizada em conjunto com a avaliação macroscópica proporcionada pelo cirurgião em campo.
- É importante ainda que se realize a aspiração do brônquio do pulmão a ser ventilado com sonda de aspiração estéril, de preferência em sistema fechado para evitar contaminação do enxerto e das anastomoses.

FINAL DO PROCEDIMENTO ANESTÉSICO-CIRÚRGICO

- Trocar tubo de duplo lúmen por um tubo mono-lúmen ao fim do procedimento.

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 26 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

- Broncoscopia para avaliação das anastomoses e remoção de secreções.
- Analgesia através do cateter de peridural, se possível.

TRANSPORTE PARA O CTI

- Transferir as soluções de infusão contínua para as bombas que serão utilizadas no transporte antes da mudança do paciente para a maca. Assegurar-se de que elas tenham bateria suficiente para o transporte.
- Tomar especial cuidado com as linhas venosas periféricas e centrais, e com a PIA na passagem para a maca.
- Verificar se a carga de oxigênio do cilindro é suficiente para o transporte.
- Conferir funcionamento da unidade ventilatória que será usada no transporte.
- Transporte deve ser feito com ventilador mecânico de transporte próprio e NUNCA sob uso de ventilação manual com bolsa ventilatória ou AMBU.
- Levar as drogas de emergência principais, previamente diluídas.
- Passar o caso ao plantonista do CTI, relatando por escrito sobre evolução do paciente durante a anestesia.

MANEJO DA DOR PÓS-OPERATÓRIA

No momento que se optar pela extubação do paciente, deverá ser discutido com a equipe de anestesiologia responsável pelo transplante pulmonar, a possibilidade da introdução de cateter epidural para analgesia, afim de ser facilitar a ventilação reduzindo-se o componente álgico que pode prejudicar e dificultar o desmame de ventilação mecânica em um paciente com incisão extremamente dolorosa e de altíssimo risco para desenvolvimento de síndromes de dor complexa regionais e síndrome álgica pós toracotomia.

A peridural torácica é um dos pilares para o adequado manejo da dor no paciente submetido ao transplante de pulmão, como parte de uma estratégia multimodal(27)(28). Em casos de contraindicação à peridural, outras técnicas analgésicas podem ser utilizadas, tais como bloqueio paravertebral e outros bloqueios guiados por ultrassom.

COMPLICAÇÕES

(5,11,12,14,21)

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 27 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

Disfunção primária do enxerto

- A disfunção primária do enxerto pode ocorrer precocemente, após o transplante, com uma incidência em torno de 10%. Os critérios diagnósticos estão resumidos na tabela 2. É um fator de risco importante para aumento de mortalidade e desenvolvimento de bronquiolite obliterante no pós operatório.
- A disfunção primária do enxerto assemelha-se clinicamente à síndrome de angústia respiratória do adulto, com infiltrados pulmonares difusos e necessidade de altas FiO2 nas primeiras 72h pós transplante.
- Dentre os fatores de risco relacionados ao doador pode-se citar história de tabagismo, TCE, ventilação mecânica prolongada, idade > 45 anos ou < 21 anos, tempo de isquemia prolongado.
- Dentre os fatores de risco relacionados ao receptor pode-se citar sexo feminino, obesidade, hipertensão pulmonar, uso de hemoderivados, CEC intraoperatória, tempo cirúrgico prolongado.
- O manejo anestésico inclui medidas suportivas tais como adequada ventilação e oxigenação, correção da acidose, hipercarbia, hipotermia, uso de vasodilatadores pulmonares (óxido nítrico).

Tabela 2: Critérios para definição e grau da disfunção primária do enxerto

| GRAU | PaO2/FiO2 | Infiltrados ao RX |
|------|-----------|-------------------|
| 0 | >300 | Ausentes |
| 1 | >300 | presentes |
| 2 | 200-300 | presentes |
| 3 | <200 | presentes |

Disfunção de VD: Tratamento

- Diminuição da RVP e o aumento da contratilidade miocárdica, através de agentes

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 28 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

inotrópicos: dobutamina, milrinona.

- Prostaglandina E1 (PGE1): Alprostadil (Alproxy) — ampola de 1ml com 500mg/ml. Dose inicial deve ser de 25ng/kg/min, chegando até 100-200ng/kg/min. Embora o PGE1 seja um vasodilatador pulmonar com menos efeitos sistêmicos, pode ser necessário a associação com um vasopressor.
- Óxido nítrico: produz vasodilatação pulmonar sem causar vasodilatação sistêmica, aumentando o fluxo sanguíneo nas áreas ventiladas do pulmão, melhorando a relação ventilação/perfusão e aumentando a PaO₂.

CRITÉRIOS DE SAÍDA DO PROTOCOLO

Término do ato anestésico.

Condução do paciente ao CTI e relato da evolução intraoperatória ao plantonista.

Boletim de anestesia e relatório de transferência ao CTI devidamente preenchidos.

MONITORAMENTO

Reavaliação anual do protocolo, ou antes, sempre que se fizer necessário.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os participantes declaram não haver conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Buckwell E, Vickery B, Sidebotham D. Anaesthesia for lung transplantation. BJA Educ. 2020 Nov;20(11):368–76.
2. Nicoara A, Anderson-Dam J. Anesthesia for Lung Transplantation. Anesthesiol Clin. 2017 Sep;35(3):473–89.
3. Kachulis B, Mitrev L, Jordan D. Intraoperative anesthetic management of lung transplantation patients. Best Pract Res Clin Anaesthesiol. 2017 Jun;31(2):261–72.
4. Martin AK, Yalamuri SM, Wilkey BJ, Kolarczyk L, Fritz A V., Jayaraman A, et al. The Impact of Anesthetic Management on Perioperative Outcomes in Lung Transplantation. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2020 Jun;34(6):1669–80.
5. Sellers D, Cassar-Demajo W, Keshavjee S, Slinger P. The Evolution of Anesthesia for Lung Transplantation. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2017 Jun;31(3):1071–9.

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 29 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

6. Jin Z, Hana Z, Alam A, Rajalingam S, Abayalingam M, Wang Z, et al. Review 1: Lung transplant—from donor selection to graft preparation. *J Anesth.* 2020 Aug 31;34(4):561–74.
7. Nicoara A, Anderson-Dam J. Anesthesia for Lung Transplantation. *Anesthesiol Clin.* 2017 Sep;35(3):473–89.
8. Weill D, Benden C, Corris PA, Dark JH, Davis RD, Keshavjee S, et al. 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.* 2015 Jan;34(1):1–15.
9. Sellers D, Cassar-Demajo W, Keshavjee S, Slinger P. The Evolution of Anesthesia for Lung Transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2017;31(3):1071–9.
10. Buckwell E, Vickery B, Sidebotham D. Anaesthesia for lung transplantation. *BJA Educ.* 2020 Nov;20(11):368–76.
11. Kachulis B, Mitrev L, Jordan D. Intraoperative anesthetic management of lung transplantation patients. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2017 Jun;31(2):261–72.
12. Martin AK, Yalamuri SM, Wilkey BJ, Kolarczyk L, Fritz A V., Jayaraman A, et al. The Impact of Anesthetic Management on Perioperative Outcomes in Lung Transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020 Jun;34(6):1669–80.
13. Castillo M. Anesthetic management for lung transplantation. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2011 Feb;24(1):32–6.
14. Martin AK, Fritz A V., Wilkey BJ. Anesthetic management of lung transplantation: impact of presenting disease. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2020 Feb;33(1):43–9.
15. Russo MJ, Davies RR, Hong KN, Iribarne A, Kawut S, Bacchetta M, et al. Who is the high-risk recipient? Predicting mortality after lung transplantation using pretransplant risk factors. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009 Nov;138(5):1234–1238.e1.
16. Ohsumi A, Date H. Perioperative circulatory support for lung transplantation. *Gen Thorac Cardiovasc Surg.* 2021 Apr 5;69(4):631–7.
17. Kachulis B, Mitrev L, Jordan D. Intraoperative anesthetic management of lung transplantation patients. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2017;31(2):261–72.
18. Cason M, Naik A, Grimm JC, Hanna D, Faraone L, Brookman JC, et al. The Efficacy and Safety of Epidural-Based Analgesia in a Case Series of Patients Undergoing Lung Transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015 Feb;29(1):126–32.
19. Axtell AL, Heng EE, Fiedler AG, Melnitchouk S, D’Alessandro DA, Tolis G, et al. Pain management and safety profiles after preoperative vs postoperative thoracic epidural insertion for bilateral lung transplantation. *Clin Transplant.* 2018 Dec 6;32(12).
20. Tan Z, Roscoe A, Rubino A. Transesophageal Echocardiography in Heart and Lung

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 30 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

Transplantation. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2019 Jun;33(6):1548–58.

21. Cason M, Naik A, Grimm JC, Hanna D, Faraone L, Brookman JC, et al. The Efficacy and Safety of Epidural-Based Analgesia in a Case Series of Patients Undergoing Lung Transplantation. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2015 Feb;29(1):126–32.
22. Verbeek GL, Myles PS, Westall GP, Lin E, Hastings SL, Marasco SF, et al. Intra-operative protective mechanical ventilation in lung transplantation: a randomised, controlled trial. Anaesthesia. 2017 Aug 11;72(8):993–1004.
23. Martin AK, Fritz A V., Wilkey BJ. Anesthetic management of lung transplantation: Impact of presenting disease. Curr Opin Anaesthesiol. 2020;33(1):43–9.
24. Castillo M. Anesthetic management for lung transplantation. Curr Opin Anaesthesiol. 2011;24(1):32–6.
25. Abrams D, Brodie D, Arcasoy SM. Extracorporeal Life Support in Lung Transplantation. Clin Chest Med. 2017 Dec;38(4):655–66.
26. Verbeek GL, Myles PS, Westall GP, Lin E, Hastings SL, Marasco SF, et al. Intra-operative protective mechanical ventilation in lung transplantation: a randomised, controlled trial. Anaesthesia. 2017;72(8):993–1004.
27. Axtell AL, Heng EE, Fiedler AG, Melnitchouk S, D’Alessandro DA, Tolis G, et al. Pain management and safety profiles after preoperative vs postoperative thoracic epidural insertion for bilateral lung transplantation. Clin Transplant. 2018;32(12):0–3.
28. Cason M, Naik A, Grimm JC, Hanna D, Faraone L, Brookman JC, et al. The efficacy and safety of epidural-based analgesia in a case series of patients undergoing lung transplantation. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2015;29(1):126–32.

APÊNDICE

Dose de fármacos utilizados durante o transplante pulmonar

| Classe | Fármaco (Diluição proposta) | Preparação | Dose |
|-----------------------------|-----------------------------|---|---------------------------|
| Antibióticos* | Cefotaxima (200 mg/ml) | 2 g + 10 ml SF | 2 g + 1 g de 8/8h |
| | Ampicilina (200 mg/ml) | 2 g + 10 ml SF | 2 g + 1 g de 6/6h |
| | Fluconazol** (10 mg/ml) | 200 mg + 20 ml SF | 200 mg |
| Fármacos de urgência | Efedrina (5 mg/ml) | 1ml + 9 ml SF | 1 a 2 ml (<i>bolus</i>) |
| | Adrenalina (50 µg/ml) | 1 ml + 19 ml) | 1 a 2 ml (<i>bolus</i>) |
| | Adrenalina (5 µg/ml) | 2 ml da diluição 50 µg/ml + 18 ml de SF | 1 a 2 ml (<i>bolus</i>) |

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 31 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | 09/08/2024 | |
| | | VERSÃO: 01 | |

| | | | |
|--|--|-------------------------------|--|
| Aminas vasoativas para infusão contínua | Noradrenalina (100µg/ml) | 5 amp (20) + 180 ml SF | 0,01 a 3,0 µg/kg/min |
| | Adrenalina (20 µg/ml) | 5 amp (5) + 245 ml SF | 0,05 a 2,0 µg/kg/min |
| | Dobutamina (1 mg/ml) | 1 amp (20 ml) + 230 ml SF | 0,05 a 2,0 µg/kg/min |
| | Vasopressina (0,1 U/ml) | 1 ml (20 UI) + 200 ml SF | 0,01 a 0,04 U/min |
| | Terlipressina (5 µg/ml) | 1 fr (1 mg) + 200 ml SF | 0,5 a 1,0 mg a cada 4 a 6 h (25 a 50 ml/h) |
| | Dopamina (1 mg/ml) | 5 amp (50ml) + 200 ml SF | 1 a 15 µg/kg/min |
| | Milrinona (0,2 mg/ml) | 1 amp (20 ml=20mg) + 80 ml SF | Ataque: 50 µg/kg em 10 min Manut: 0,37 a 0,75 µg/kg/min |
| Outros fármacos | Ácido épsilon aminocapróico (50 mg/ml) | 250 mg + 20 ml SF | 10 ml/h |
| | Ácido tranexâmico | 15mg/kg + 20 ml SF | 10 ml/h |
| | Heparina (40 UI/ml) 50mg/ml | 10.000 UI + 250 ml SF | |
| | Metilprednisolona (50mg/ml) | 1 fr (500 mg) + 10 ml SF | 10 mg/kg |
| | Protamina 10mg/ml | Protamina + SF0,9% 100ml | 1 a 1,2mg para cada 1mg de heparina |

Heparina - 7Ui/kg/h

Cloreto de cálcio - doses de 10-15mg/kg

Bicarbonato de sódio – correção teórica (mEq): 0,3 x peso x déficit de bases

Prostaglandina E1 (PGE1): Alprostadil (Alproxy) — ampola de 1ml com 500mg/ml. Dose inicial deve ser de 25ng/kg/min, chegando até 100-200ng/kg/min.

Reposição de Componentes do Sangue e Terapêutica Farmacológica da Hemostasia:

| | |
|--------------------------------|--|
| Concentrado de hemácias | Hcto < 30% ou Hgb < 9 g/dl |
| PFC (2-4 U) | 30 min antes da canulação de artérias e veias centrais |
| PFC (15 ml/kg) | TP e TTP > 1,5 x controle; RNI > 2; r > 15 min (30 mm) esangramento difuso |
| Plaquetas (1U/10 kg) | plaquetas < 30.000/mm ³ ; AM < 40 mm e sangramento difuso |

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 32 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

| | |
|------------------------------|--|
| Crioprecipitado | (1U/4kg) fibrinogênio < 0,2 g/dl; < 40° e sangramento difuso persistente |
| Albumina | para manter PCP em 10 mmHg |
| Ácido amino caprótico | se A60/AM < 0,85 e teste positivo ao TEG (250 mg) |
| Aprotinina | 300.000 U/h |
| Protamina | 50 mg dose única, após reperfusão, se TTP >50, TP >17, r (TEG) prolongado |
| Fator VIII (Unidades) | Antes da indução: Aumento de porcentagem de atividade x Peso x 0,4 (frasco tem 250 ou 500 U) Manutenção: até reperfusão 2 U/kg/h após reperfusão: 1 U/kg/h |
| Fator IX (Unidades) | Antes da indução: Aumento de porcentagem de atividade x Peso Manutenção |

Valores Normais do Tromboelastograma

| Parâmetro | Símbolo | Valor normal | Kang |
|--|---------|--------------|---------------|
| Tempo de reação | r | 19-28 mm | 6-8 min |
| Tempo de coagulação (amplitude de 20 mm) | k | 8-13mm | 4 min |
| Velocidade de formação de coágulo | ângulo | 29-43° | >50° |
| Amplitude máxima | AM | 27-49 mm | 50-70 mm |
| Índice de lise | Ly30 | < 5% | A60/AM > 0,85 |
| Tempo de lise | F | | > 300 min |

Parâmetros hemodinâmicos

| | VALORES MÉDIOS | FAIXA |
|--|----------------|------------|
| Pressões | | |
| Átrio Direito | 5 | 1-5 |
| Ventrículo Direito (Sistólica final/Diastólica final) | 25/5 | 15-30/0-8 |
| Artéria Pulmonar (Sistólica/Diastólica) | 23/9 | 15-30/5-15 |
| Artéria Pulmonar (Média) | 15 | 10-20 |
| Capilar Pulmonar (Encravada) | 10 | 5-15 |

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 33 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | 09/08/2024 | |
| | | VERSÃO: 01 | |

| | | |
|--|-----|-------------|
| Átrio Esquerdo | 8 | 4-12 |
| Ventrículo Esquerdo (Diastólica final) | 8 | 4-12 |
| Ventrículo Esquerdo (Sistólica) | 130 | 90-140 |
| Débito Cardíaco (L/min) | | 4,5-7 |
| Índice Cardíaco L/min/m² | | 2,5 – 4,2 |
| Índice de Resistência Vascular Sistêmica (din.s/cm⁵/m²) | | 1700 - 2600 |
| Índice de Resistência Vascular Pulmonar (din.s/cm⁵/m²) | | 70 - 180 |
| Índice de Consumo de Oxigênio (mL/min/m²) | | 100 – 150 |

SIGLAS

| | |
|---------|---------------------------------------|
| ECG | Eletrocardiografia |
| DC | Débito Cardíaco |
| HC-UFMG | Hospital das Clínicas da UFMG |
| MSD | Membro Superior Direito |
| PSAP | Pressão sistólica de artéria pulmonar |
| PAP | Pressão de Artéria Pulmonar |
| PCP | Pressão Capilar Pulmonar |
| PIA | Pressão Intra Arterial |
| PNI | Pressão Arterial Não Invasiva |
| PVC | Pressão Venosa Central |
| RL | Ringer Lactato |
| RVS | Resistência Vascular Sistêmica |
| RVP | Resistência vascular pulmonar |
| SF | SF – Soro fisiológico (NaCl 0,9%) |
| VSCD | Veia Subclávia Direita |
| VSCE | Veia Subclávia Esquerda |
| AP | Atividade de protrombina |
| BIS | Índice Bispectral |
| SG | Swan Ganz |
| ETE | Ecotransesofágico |
| CEC | Circulação extracorpórea |
| ECMO | Extracorporeal membrane oxygenation |
| ETCO2 | Fração expirada de CO2 |
| FE | Fração de ejeção |
| TCA | Tempo de coagulação ativado |
| VD | Ventriculo direito |
| VE | Ventrículo esquerdo |
| PCV | Ventilação controlada a pressão |
| VCV | Ventilação controlada a volume |
| VC | Volume corrente |
| VJI | Veia jugular interna |



| | | | |
|----------------------|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Tipo do Documento: | PROTOCOLO ASSISTENCIAL | PRT.UBC.379 - PÁGINA 34 de 34 | |
| Título do Documento: | ANESTESIA PARA TRANSPLANTE PULMONAR | Emissão: 09/08/2024 | Próxima revisão: 09/08/2026 |
| | | VERSÃO: 01 | |

| | |
|------|------------------------------------|
| PEEP | Pressão positiva expiratória final |
| DPOC | Doença pulmonar obstrutiva crônica |

HISTÓRICO DE REVISÃO

| VERSÃO | DATA | DESCRIÇÃO DA ALTERAÇÃO |
|--------|------------|--------------------------|
| 01 | 08/08/2024 | Elaboração do documento. |

| | |
|------------------------------|---|
| Elaboração/Revisão | Marina Ayres Delgado; Luiz Fernando Amâncio; Maurício Vitor Machado Oliveira - médicos anesthesiologistas |
| Avaliação | Bruno Horta Andrade - médico pneumologista |
| Responsável Técnico | Marina Ayres Delgado - médica anesthesiologista |
| Colocado em consulta pública | Não se aplica |
| Aprovação | Vandack Nobre Alencar júnior - gerente de Atenção à Saúde e diretor técnico |