



TERAPIA CON OXIDO NITRICO EN EL POS OPERATORIO DE CARDIOPATIAS CONGENITAS

GUILLERMO MORENO

UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS CARDIACOS
HOSPITAL DE PEDIATRÍA PROF. DR. JUAN P. GARRAHAN

BUENOS AIRES – ARGENTINA



Hospital de Pediatría
Garrahan

HIPERTENSIÓN PULMONAR

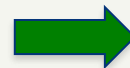
Condición hemodinámica donde:

- Presión sistólica AP > 35 mm Hg
- Presión media AP > 25 mm Hg (reposo)
- Presión AP $> 50\%$ PA sistémica
- En cirugías de By-pass de VD considerar gradiente AD-AI
 - Pacientes No fenestrados: gradiente trans-pulmonar > 15 mmHg
 - Pacientes Fenestrados (Shunt D-I): Sat arterial $< 85\%$ y gradiente trans-pulmonar > 10 mmHg

CLASIFICACION CLINICA

Hiperflujo:

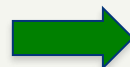
- Shunt I-D



REVERSIBLE

Hipertensión venosa pulmonar:

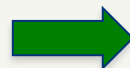
- Estenosis mitral- cor triatriatum
- Obstrucción venosa pulmonar
- Disfunción VI



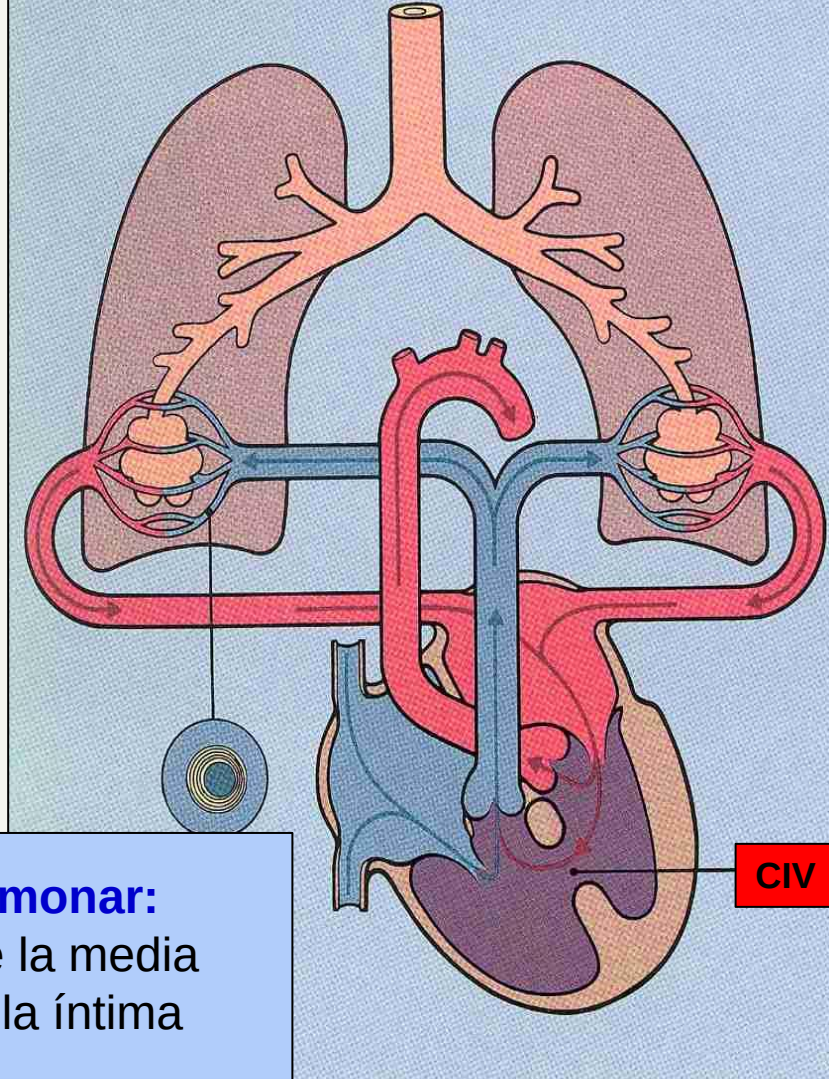
REVERSIBLE

Obstrucción vascular pulmonar:

- HTP primaria
- Sme. Eisenmenger



IRREVERSIBLE



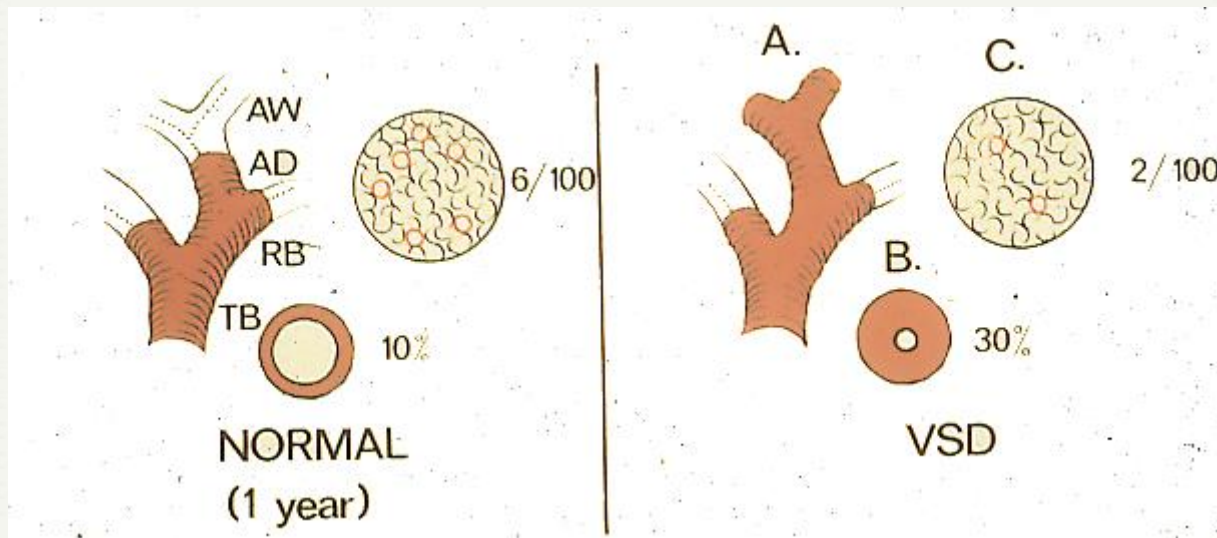
Arteria pulmonar:
Hipertrofia de la media
y fibrosis de la íntima

CIV

FISIOPATOLOGIA

Desarrollo de las arterias Pulmonares periféricas

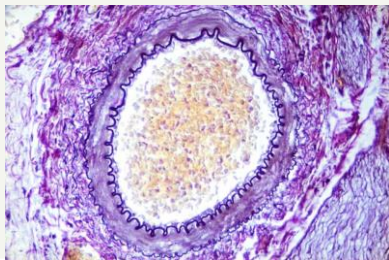
Relación Alvéolo/Arteria



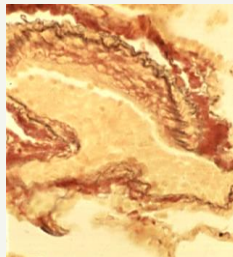
**NORMAL
(1 AÑO)**

CIV

FISIOPATOLOGIA



- Proliferación de la muscular
- ↑ de la matriz extracelular
- Trombosis Intravascular



Shunt sistémico – pulmonar



↑ del flujo y presión pulmonar



Disfunción Endotelial



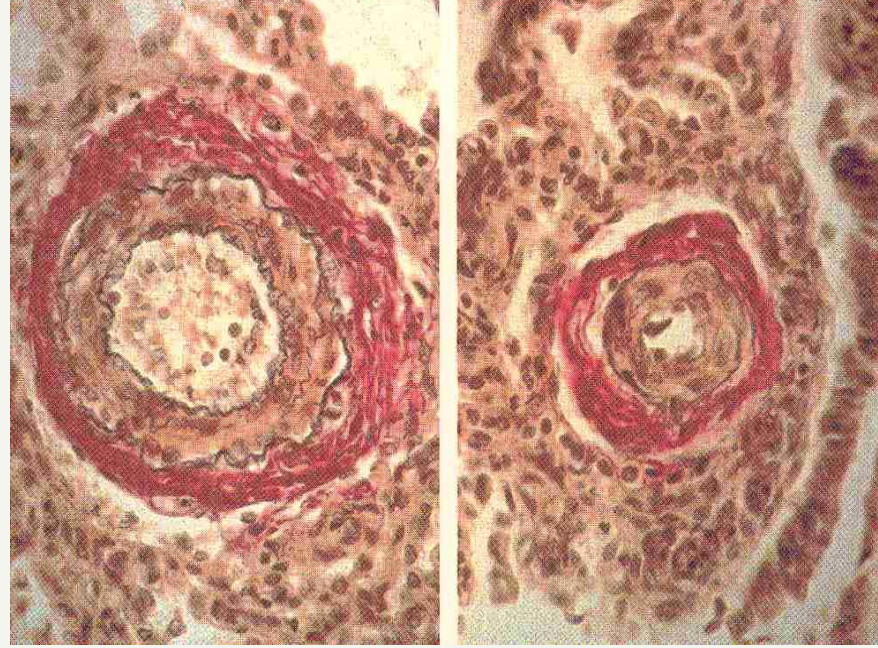
↑ de las RVP



Inversión del shunt: pulmonar – sistémico



Cianosis (**S. de Eisenmenger**)



Grados de severidad

- I- Hipertrofia de la media
- II- Engrosamiento cel. de la íntima
- III- Oclusión (fibrosis) de la íntima
- IV- Injuria con dilatación vascular
- V- Injuria plexiforme
- VI- Arteritis necrotizante aguda



Reversible

Irreversible

DETERMINANES DE LAS RVP

- Lecho vascular pulmonar
- Tono del músculo liso vascular.
 - Hipoxia alveolar: vasoconstricción de arterias pulmonares
 - Ph: acidosis (vasoconstrictor pul/ alcalosis vasodilatador pul)
 - Drogas vasoactivas: catecolaminas
- Sistema nervioso autónomo: poca influencia en la RVP en reposo.
Provocan vasoconstricción pulmonar por aspiración traqueal y otros estímulos
- Hipertensión venosa pulmonar: ↑ PAI provoca vasoconstricción activa refleja
- Enfermedad parenquimatosa pulmonar: ↑ RVP: Neumonía, SDRA

DETERMINANTES DE LAS RVP

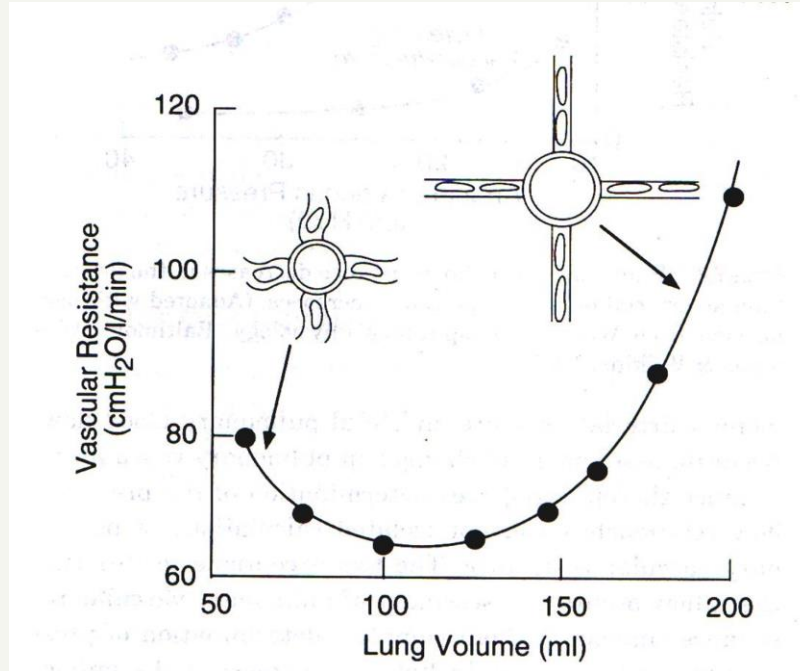
Circulación extracorpórea

- ↑ RVP: x lesión endotelial

ARM:

- RVP es mínima cuando la CFR es normal
- Altos niveles de PEEP ↑ la RVP
- PEEP puede ser necesaria para mantener la CRF y mejorar la hipoxia alveolar en enfermedad pulmonar parenquimatosa

RELACION VOLUMEN PULMONAR Y RVP



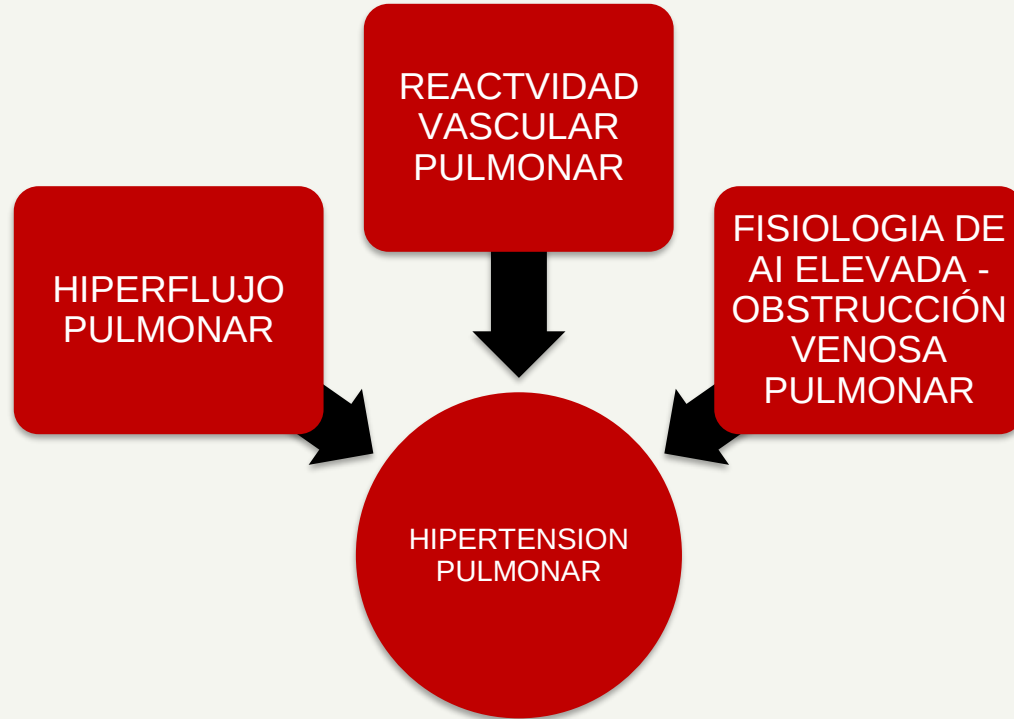
La curva refleja el efecto neto del volumen pulmonar sobre los vasos intra y extra alveolares

La presión positiva puede no ↑ y aún ↓ la RVP (atelectasias)

MANIFESTACIONES CLINICAS

- Síntomas de bajo gasto cardíaco
- Hepatomegalia
- Taquipnea
- Taquicardia
- **Cianosis:** en caso de shunt
- PVC elevada
- **Auscultación:** Acentuación del componente pulmonar del 2º ruido. Soplo diastólico de insuficiencia pulmonar

TRATAMIENTO



1- HIPERFLUJO PULMONAR

- Evitar administrar O_2 a altas concentraciones
- Objetivos de saturación 80- 85%
- FiO_2 21 % y saturaciones de 70- 75% en pacientes con fisiología de ventrículo único
- pH de 7,30 - 7,40
- Optimizar PEEP y volumen tidal para controlar edema pulmonar
- Optimizar Hematocrito a 40% (aumentar viscosidad)
- Vasodilatación sistémica

2- FISILOGIA DE AI ELEVADA – OBSTRUCCION DE VENAS PULMONARES

Es casi siempre quirúrgico

La urgencia depende del tipo de cardiopatía

- ATRV obstructiva
Pueden estabilizarse inicialmente con ARM y PEEP. Cirugía de urgencia
- Estenosis mitral severa
Puede beneficiarse con la disminución de la FC
Toleran mal la vasodilatación sistémica

3- REACTIVIDAD VASCULAR PULMONAR

NIÑOS CON RIESGO DE CRISIS DE HTP EN EL POS-OP

- Cardiopatías Congénitas con shunt I-D (CIV-CAVC)
- RN en los primeros dos días de vida
- CC con enfermedad obstructiva pulmonar: ATRVP, HCI con FO restrictivo, Sme. de Shones
- RVP: TGV con CIV, Tronco Arterioso,
- Enfermedad pulmonar parenquimatosa (neumonía, SDRA)

REACTIVIDAD VASCULAR PULMONAR TRATAMIENTO

- 1- Prevención
- 2- Oxido nítrico
- 3- Sildenafil
- 4- Iloprost

PREVENCIÓN DE LA CRISIS DE HIPERTENSIÓN PULMONAR

ANALGESIA Y SEDACION: Reducción de la estimulación simpática

- Sedantes en infusión continua o en bolo
- Opioides (fentanilo o morfina), asociados a benzodiacepinas, $\alpha 2$ agonistas (clonidina, dexmetomidina),
- Relajantes musculares (no de rutina).
- Pre medicar antes de estímulos como aspiración TET
- Mantener normotermia

PREVENCIÓN DE LA CRISIS DE HIPERTENSIÓN PULMONAR

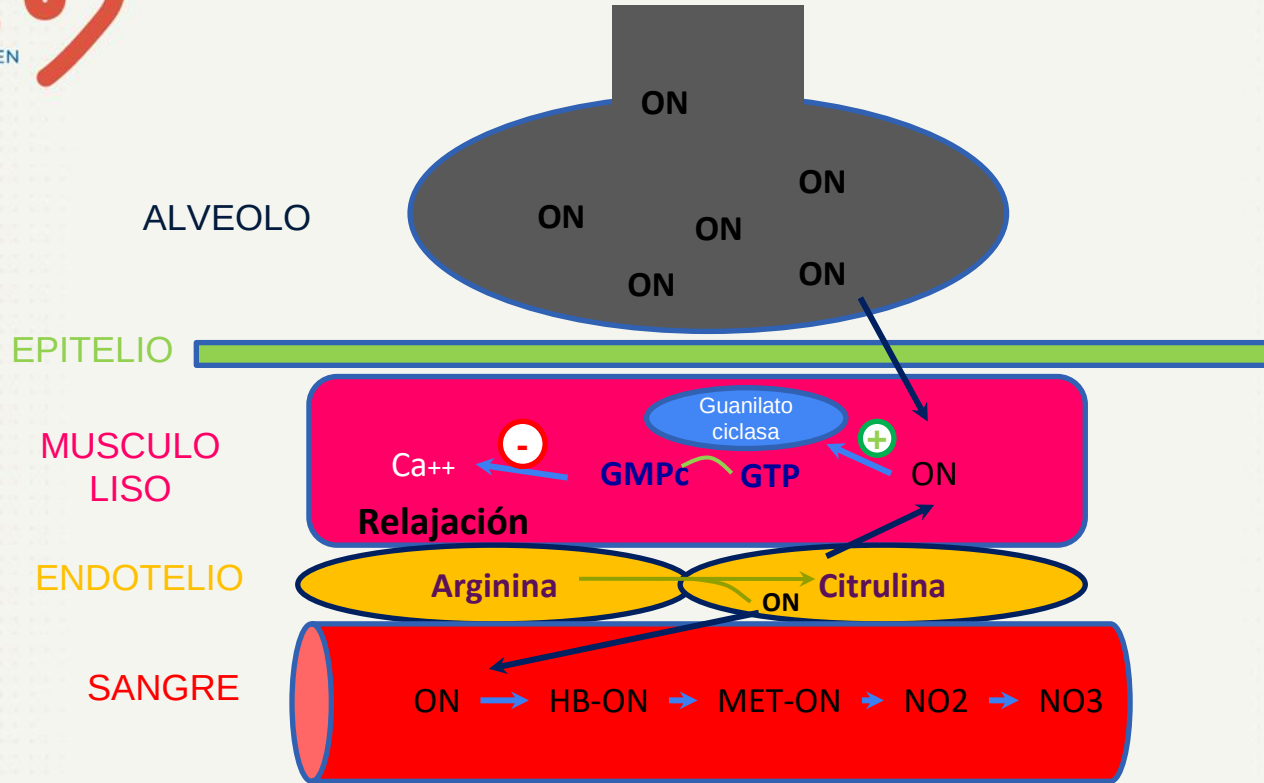
VENTILACION MECANICA

- Hiperventilación y/o administración de bicarbonato para $\text{ph} \pm 7.45$.
- Reducir número e intensidad de las aspiraciones del TET.
- Oxigenación $>95\%$ evitando la sobredistensión y/o atelectasias pulmonares:
 - Optimizando el PEEP y Titular el volumen tidal

OXIDO NÍTRICO

- Gas con efecto vasodilatador pulmonar selectivo
- Se forma en el endotelio vascular a partir de la L-arginina y a través del aumento del GMPc produce la relajación del músculo liso
- El ON difunde al espacio intravascular su actividad biológica es limitada por su unión con la hemoglobina (Hb) y forma metahemoglobina
- Se inactiva antes de ingresar a la circulación sistémica
- No produce hipotensión arterial sistémica

OXIDO NÍTRICO



OXIDO NÍTRICO

INDICACIONES

- Signos clínicos y ecocardiográficos de HTP moderada/severa
- Falla de VD severa, aguda y con HTP para ↓ la post carga del VD sin disminuir la presión arterial sistémica
- Permite mantener perfusión coronaria del VD

OXIDO NÍTRICO

- Mejora el intercambio gaseoso por mejoría de la relación ventilación/perfusión (V/Q), disminuyendo el shunt intrapulmonar
- Aumenta el flujo de sangre a regiones mejor ventiladas y disminuye la perfusión en zonas con atelectasia mejorando V/Q
- Administrado a pulmones dañados (neumonía, aspiración meconial) se dirige en forma preferencial a la unidad pulmonar mejor aireada

OXIDO NÍTRICO

CONTRAINDICACIONES

- Absolutas:
 - Embarazo
 - Metahemoglobinemia congénita o adquirida
- Relativas:
 - ↑ de la presión AI: falla VI, EM
 - Obstrucción de venas pulmonares
 - Shunt de izquierda a derecha como en CIA, CIV
 - Incapacidad de asegurar una provisión de NO continuo
 - Hemorragias intracraneales o enfermedades hemorrágicas que tengan alteradas la función plaquetaria o los tiempos de coagulación

OXIDO NÍTRICO

DEFINICION DE RESPUESTA

Favorable:

- Disminución de la PAP < del 50 % de la PA Sistémica.
- Disminución del gradiente trans-pulmonar a < 15 mmHg o < 10 mmHg (con fenestración)
- Resolución clínica de la crisis

Respuesta parcial:

- Modificación de valores y/o mejoría clínica

OXIDO NÍTRICO

CONDICIONES PREVIAS

Evaluación Ecocardiográfica previa para:

- Estimar el grado de HTP
- Presencia defecto residual
- Obstrucción venosa pulmonar
- Hipertensión pulmonar primaria
- Función ventricular
- Taponamiento cardíaco

OXIDO NÍTRICO

POSIBLES CAUSAS DE RESPUESTA VARIABLE O ↓ DE EFECTOS

- Disminución de la oferta de ON
- Pobre volumen de insuflación pulmonar
- Dosis insuficiente de NO
- Estructura vascular pulmonar anormal
- Lesión de vasos secundaria a la HTP (adventicia) con pobre difusión del NO y/o restricción mecánica de los vasos
- Lesiones pulmonares congénitas (displasia pulmonar, hipoplasia pulmonar, enfermedad veno-oclusiva, linfangiectasia, etc.)

OXIDO NÍTRICO

POSIBLES CAUSAS DE RESPUESTA VARIABLE O ↓ DE EFECTOS

- VI con poca compliance → edema pulmonar y ↓ paradójicamente la oxigenación
- Cardiopatía congénita no operado (CIA, ATRV, AP, CIV).
- Defecto residual pos operatorio
- Disfunción miocárdica (sepsis, isquemia, hipoxia)
- Alteración de respuesta del músculo liso por defectos enzimáticos, drogas

OXIDO NÍTRICO



OXIDO NÍTRICO

DESTETE DE ON

- Paciente estable
- Descender gradualmente la dosis, para evitar o reducir el “rebote”
- Aumentar transitoriamente la FiO_2
- Asegurar adecuada sedación, oxigenación, ventilación y estabilidad hemodinámica
- Volver a la dosis necesaria para revertirlo si el paciente presenta HTP documentada, deterioro clínico o gasométrico compatible con HTP durante el weaning o retiro de ON
- Administrar previamente Sildenafil 0,3- 05 mg/ Kg/ dosis cada 6 h

OXIDO NÍTRICO

RIESGOS

- METAHEMOGLOBINEMIA
- Medir cada 6 hrs. el primer día, luego cada 24 h
- Si $> 5\%$ se deberá disminuir ON a la mitad
- Si $> 10\%$, se deberá retirar el ON y administrar:
 - Azul de Metileno al 1%: 1 mg/ kg/ dosis EV en pacientes > 30 días
 - Vitamina C (ácido ascórbico) 50 mg EV en < 30 días
 - Controlar cada 30 min hasta que llegue a valores $< 5\%$.
 - Casos graves: dosis adicionales de 500 mg EV de Vitamina C, transfusión de sangre y eventualmente sangría-transfusión

OXIDO NÍTRICO

RIESGOS

- EVITAR SUSPENSIÓN BRUSCA/ INADVERTIDA DE ON:
 - Puede producir por efecto rebote con crisis de HTP,
 - Hipoxemia severa, claudicación del VD y PCR
- EVITAR ADMINISTRAR MEZCLA HIPÓXICA
 - Controlar la FiO_2 administrada al paciente próxima al TET
 - Cuando se administran altas dosis (hipoxemia refractaria)

MUCHAS GRACIAS





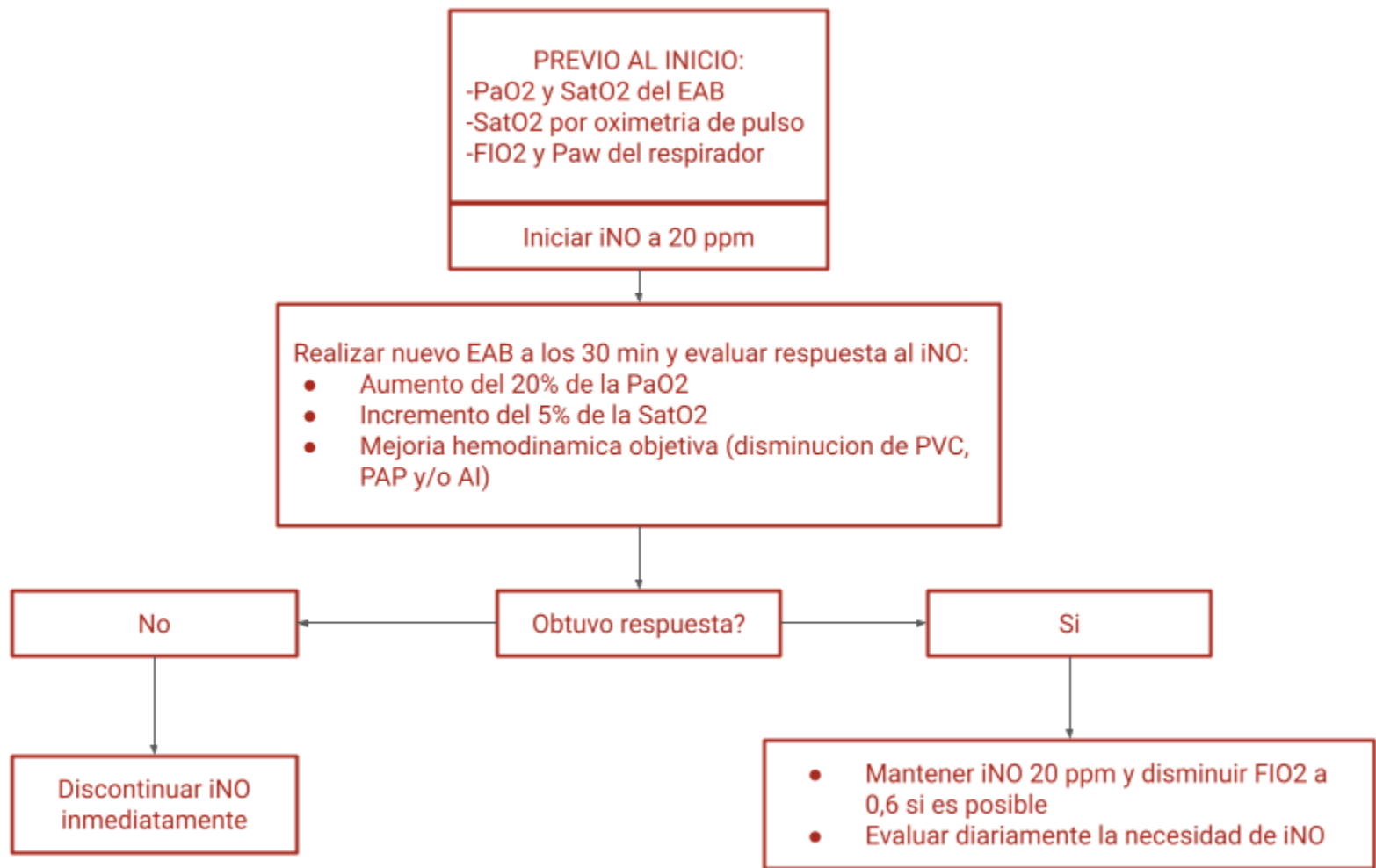
14 · 15 · 16 NOV



Organización integral

Fundación
Garrahan

El alma comprometida



INICIO

MANTENIMIENTO

