



ANESTHÉSIE-RÉANIMATION DE HYPERTENSION PULMONAIRE

T. IAICHE ACHOUR

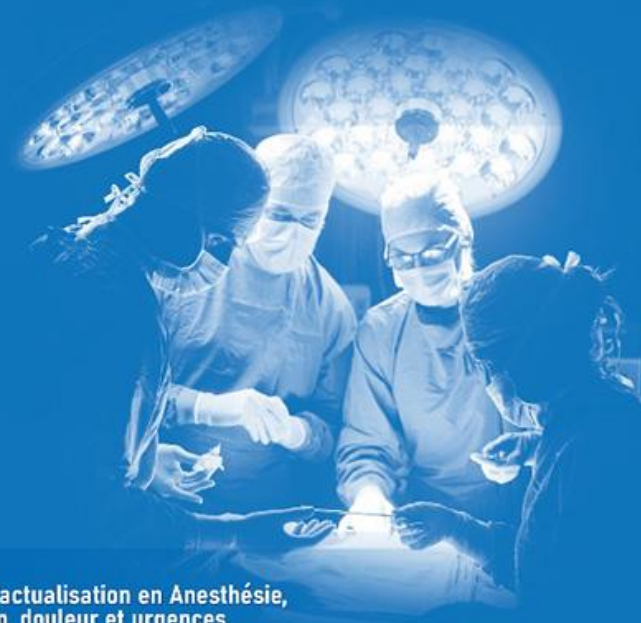
Université d'Alger 1

CHU HUSSEIN DEY ALGER

تحت الرعاية السامية للسيد وزير الصحة
UNDER THE HIGH PATRONAGE OF THE MINISTER OF HEALTH
SOUS LE HAUT PATRONAGE DE MONSIEUR LE MINISTRE DE LA SANTÉ



23^{ème} CONGRÈS NATIONAL
DE LA SAARSIU
LE 14, 15 ET LE 16 DÉCEMBRE 2023
A L'HÔTEL MERCURE ALGER



THÈMES :

- Conférences d'actualisation en Anesthésie, en réanimation, douleur et urgences
- Communications libres
- E-posters
- Ateliers
- Rencontre avec l'industrie

www.saarsiu.com

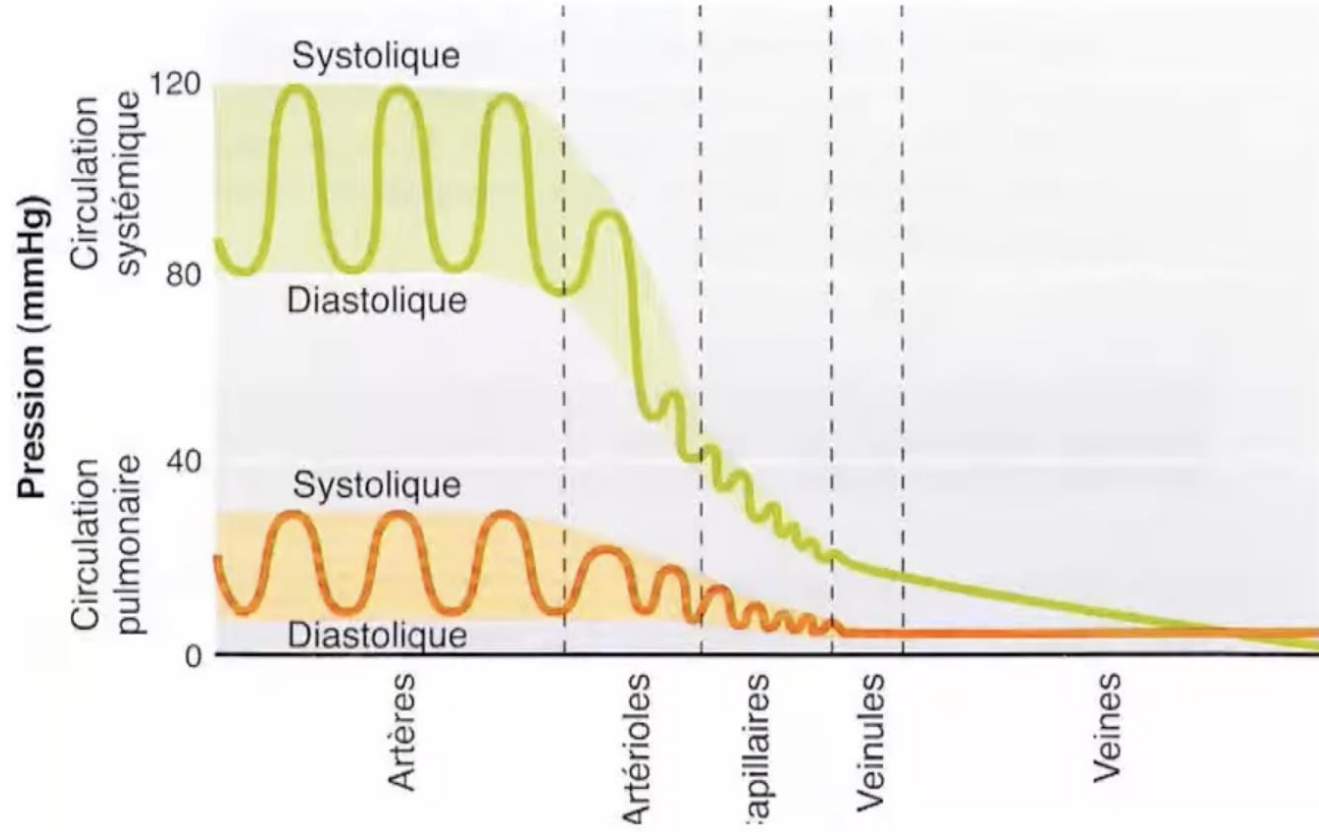


2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension

6.3.2.2. Surgical procedures

Surgical procedures in patients with PH are associated with an elevated risk of right HF and death. In a prospective, multinational registry including 114 patients with PAH who underwent non-cardiac and non-obstetric surgery, the peri-operative mortality rate was 2% in elective procedures and 15% in emergency procedures.³⁶² The mortality risk was associated with the severity of PH. The decision to perform surgery should be made by a multidisciplinary team involving a PH physician, and must be based on an individual risk:benefit assessment considering various factors, including indication, urgency, PH severity, and patient preferences. Risk scores to predict the peri-operative mortality risk have been developed but require further validation.³⁶³ **General recommendations cannot be made.** The same is true regarding the preferred mode of anaesthesia. Pre-operative optimization of PAH therapy should be attempted whenever possible (see also the 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery).³⁶⁴

Résistances



Contrôle des résistances pulmonaires

- **Mécanismes passifs (mécaniques/physiques)**
 - Débit cardiaque
 - Volume pulmonaire
 - Gravité
- **Mécanismes actifs (biologie)**
 - Hypoxie
 - Contrôle nerveux
 - Substances vasoactives

Valeurs normales

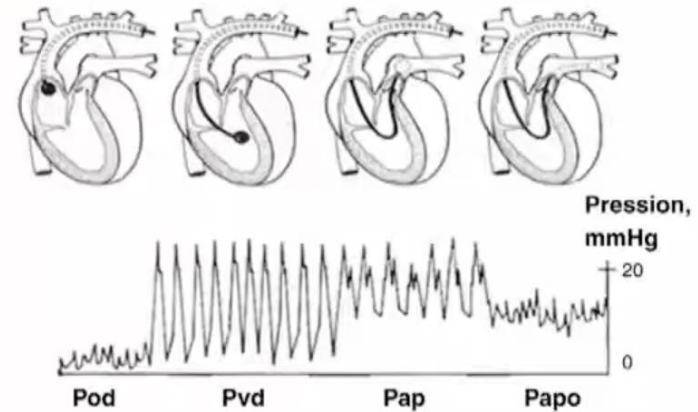
- 47 études
- 1200 sujets

| Variables | Moyenne | Limites de la normale |
|---------------------------------|---------|-----------------------|
| DC (l/min) | 6,4 | 4,8-8,5 |
| FC (bpm) | 67 | 40-100 |
| PAP systolique (mmHg) | 19 | 13-26 |
| PAP diastolique (mmHg) | 10 | 6-16 |
| PAP moyenne (mmHg) | 13 | 8-20 |
| PAPO (mmHg) | 9 | 5-12 |
| POD (mmHg) | 5 | 1-8 |
| RVP (dynes.s.cm ⁻⁵) | 55 | 12-100 |

Hypertension pulmonaire

HTAP =
PAP moyenne >20 mmHg

| | PAPO |
|--------------------|----------|
| HTP précapillaire | <15 mmHg |
| HTP postcapillaire | >15 mmHg |



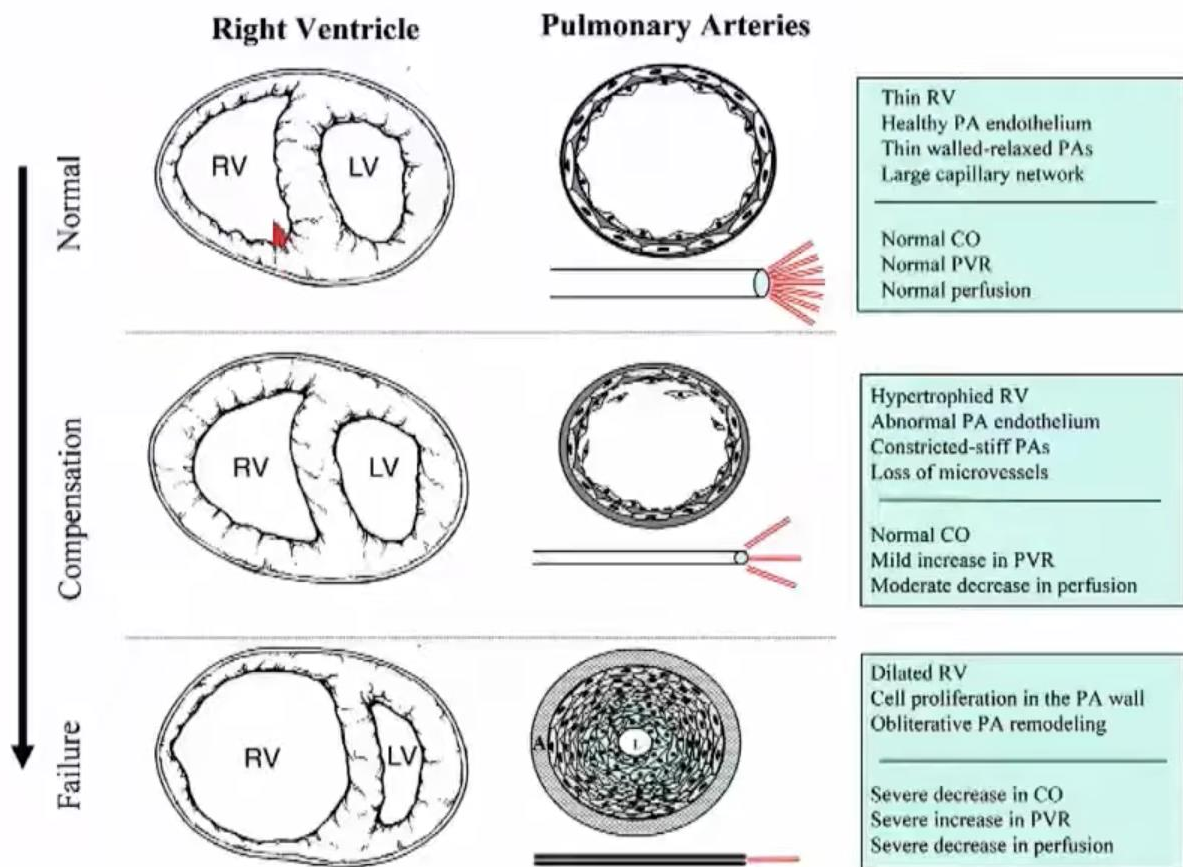
Hypertension pulmonaire

**HTAP =
PAP moyenne >20 mmHg**

| | PAPO | RVP |
|--------------------|----------|--------|
| HTP précapillaire | <15 mmHg | > 2 UW |
| HTP postcapillaire | >15 mmHg | < 2 UW |

- $RVP = (PAP_m - P_{cap}) / Q$
- Unités :
 - Wood : mmHg.L⁻¹.min
 - Internationales : mmHg.sec.L⁻¹
 - CGS : dynes.sec.cm⁻⁵
 - RVP en UI X 80 → CGS

Le Ventricule Droit



Champion HC et al. *Circulation*. 2009;120:992-1007.

Valeurs normales

- Sexe :

Pap, Papo, Pcp, Pod #

RVP supérieure et Qc inférieur → pas de différence quand les valeurs sont indexées taille/poids

- Age :

RVP ↗ avec âge (double en 50-60 ans), essentiellement par diminution du Qc

- Position

Debout/assis → baisse Papo, Pod, Qc, par diminution retour veineux systémique.

Pap non affectée car la baisse du RV systémique → dérecrutement de la circulation pulmonaire

RVP sont donc plus élevées

- Effort

augmentation RV systémique → recrutement → efface les effets de la position sur RVP

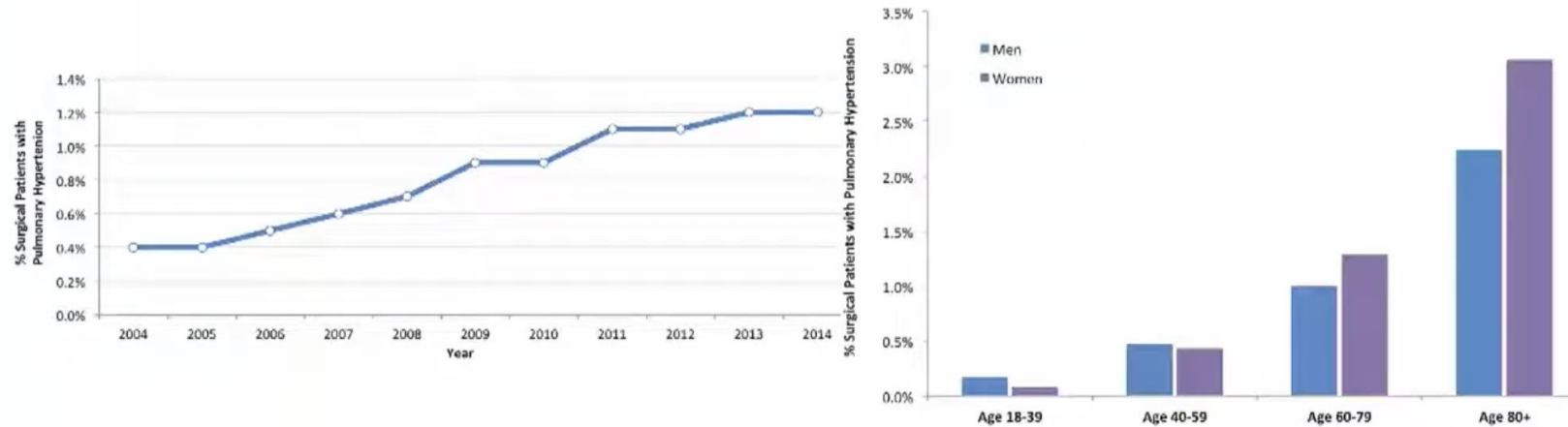
Hypertension pulmonaire et chirurgie non cardiaque

Cardiovascular Outcomes of Patients With Pulmonary Hypertension Undergoing Noncardiac Surgery



Nathaniel R. Smilowitz, MD^{a,b,c}, Andrew Armanious, MD^d, Sripal Bangalore, MD, MHA^a, Harish Ramakrishna, MD^{e-1}, and Jeffrey S. Berger, MD, MS^{a,d,1}

- Base de donnée administrative de 18 millions de patients



Smilowitz NR et al. Am J Cardiol 2019; 123:1532.

Hypertension pulmonaire et chirurgie non cardiaque

Perioperative outcomes of non-cardiac surgery, with and without a diagnosis of pulmonary hypertension.

| | Pulmonary hypertension | | Unadjusted p value | Adjusted* OR (95% CI) |
|------------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| | Yes (n = 143,846) | No (n = 17,709,348) | | |
| Major averse cardiovascular events | 11985 (8.3%) | 346110 (2%) | <0.001 | 1.43 (1.40 – 1.46) |
| Death | 6354 (4.4%) | 199234 (1.1%) | <0.001 | 1.51 (1.47 – 1.55) |
| Acute myocardial infarction | 4535 (3.2%) | 98026 (0.6%) | <0.001 | 1.49 (1.44 – 1.54) |
| Stroke | 2192 (1.5%) | 82046 (0.5%) | <0.001 | 0.93 (0.89 – 0.98) |
| Other cardiovascular complications | | | | |
| Pulmonary embolism | 8824 (6.1%) | 124266 (0.7%) | <0.001 | 3.35 (3.27 – 3.44) |
| Cardiogenic shock | 916 (0.6%) | 12100 (0.1%) | <0.001 | 2.37 (2.20 – 2.55) |
| Cardiac arrest | 1651 (1.1%) | 41834 (0.2%) | <0.001 | 1.72 (1.63 – 1.81) |

* Adjusted for demographics, clinical comorbidities, urgent/emergent hospitalization, and non-cardiac surgery type as described in the methods.

Smilowitz NR et al. Am J Cardiol 2019; 123:1532.

Hypertension pulmonaire et chirurgie non cardiaque

- **Autres complications**

Perioperative outcomes of non-cardiac surgery, with and without a diagnosis of pulmonary hypertension.

| | Pulmonary hypertension | | Unadjusted p value | Adjusted* OR (95% CI) |
|------------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| | Yes (n = 143,846) | No (n = 17,709,348) | | |
| Major averse cardiovascular events | 11985 (8.3%) | 346110 (2%) | <0.001 | 1.43 (1.40 – 1.46) |
| Death | 6354 (4.4%) | 199234 (1.1%) | <0.001 | 1.51 (1.47 – 1.55) |
| Acute myocardial infarction | 4535 (3.2%) | 98026 (0.6%) | <0.001 | 1.49 (1.44 – 1.54) |
| Stroke | 2192 (1.5%) | 82046 (0.5%) | <0.001 | 0.93 (0.89 – 0.98) |
| Other cardiovascular complications | | | | |
| Pulmonary embolism | 8824 (6.1%) | 124266 (0.7%) | <0.001 | 3.35 (3.27 – 3.44) |
| Cardiogenic shock | 916 (0.6%) | 12100 (0.1%) | <0.001 | 2.37 (2.20 – 2.55) |
| Cardiac arrest | 1651 (1.1%) | 41834 (0.2%) | <0.001 | 1.72 (1.63 – 1.81) |

* Adjusted for demographics, clinical comorbidities, urgent/emergent hospitalization, and non-cardiac surgery type as described in the methods.

Smilowitz NR et al. Am J Cardiol 2019; 123:1532.

Hypertension pulmonaire et chirurgie non cardiaque

- **Autres complications**
 - **Cardiaque :**
 - Arythmies
 - Insuffisance cardiaque 
 - **Respiratoire**
 - Hypoxémie sévère
 - Insuffisance respiratoire
 - **Insuffisance rénale**
 - **Sepsis**

Hypertension pulmonaire

Groupe 1 :HTAP

- Idiopathique
- Héritaire (mutation BMPR2)
- Induites / toxiques (cocaïne, amphétamine, anorexigènes....)
- Associée :
 - Connectivites (sclérodermie, LED, PAR....)
 - VIH
 - Hypertension portale
 - Cardiopathie congénitale
 - Schistosomiasis
- Maladie veino-occlusive pulmonaire et/ou hémangiomatose capillaire pulmonaire
 - Héritaire
 - Induites par médicaments, toxiques, radiations
 - Associée
 - Connectivites
 - VIH
- Hypertension pulmonaire permanente du nouveau née

Hypertension pulmonaire

Groupe 2 : HTP des cardiopathies gauches

- Insuffisance cardiaque :
 - A FEVG préservée
 - A FEVG réduite
- Valvulopathies
- Pathologies congénitales/acquises responsables d'1 HTP postcapillaire

Hypertension pulmonaire

Groupe 2 : HTP des cardiopathies gauches

- Insuffisance cardiaque :
 - A FEVG préservée
 - A FEVG réduite
- Valvulopathies
- Pathologies congénitales/acquises responsable d'1 HTP postcapillaire

Groupe 3 : HTP respiratoires ou associées à une hypoxémie chronique

- BPCO/emphysème
- Pathologies pulmonaires restrictives
- Pathologies pulmonaires mixte restrictives/obstructives
- Sd d'hypoventilation
- Hypoxie sans pathologie pulmonaire
- Anomalies du développement pulmonaire

Hypertension pulmonaire

Groupe 2 : HTP des cardiopathies gauches

- Insuffisance cardiaque :
 - A FEVG préservée
 - A FEVG réduite
- Valvulopathies
- Pathologies congénitales/acquises responsable d'1 HTP postcapillaire

Groupe 3 : HTP respiratoires ou associées à une hypoxémie chronique

- BPCO/emphysème
- Pathologies pulmonaires restrictives
- Pathologies pulmonaires mixte restrictives/obstructives
- Sd d'hypoventilation
- Hypoxie sans pathologie pulmonaire
- Anomalies du développement pulmonaire

Groupe 4 : HTP associé aux obstructions artérielles pulmonaires

- HTP thrombo-embolique chronique
- Autres causes d'obstructions artérielles pulmonaires

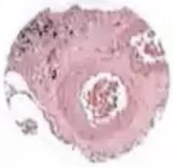




Hypertension pulmonaire

Groupe 5 : HTP de mécanismes multifactoriels ou incertains

- Maladies hématologiques : anémie hémolytique chronique, sd myéloprolifératif
- Maladies systémiques : sarcoïdose, histiocytose X, ...
- Maladies métaboliques : maladie de Gaucher, glycosénoses **dysthyroïdies**
- **Insuffisance rénale chronique avec ou sans dialyse**
- Microangiopathies thrombotiques pulmonaires tumorales
- Médiastinites fibreuses

Hypertension pulmonaire

CLINICAL CLASSIFICATION

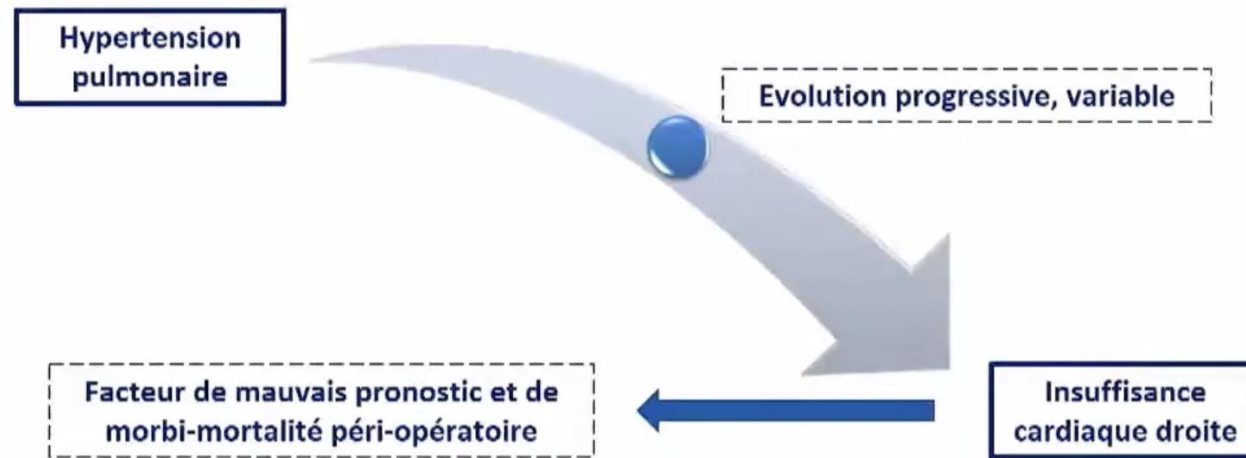
| Pulmonary arterial hypertension (PAH) | PH associated with left heart disease | PH associated with lung disease | PH associated with pulmonary artery obstructions | PH with unclear and/or multifactorial mechanisms |
|--|--|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none">• Idiopathic/heritable• Associated conditions | <ul style="list-style-type: none">• LpcPH• CpcPH | <ul style="list-style-type: none">• Non-severe PH• Severe PH | <ul style="list-style-type: none">• CTEPH• Other pulmonary obstructions | <ul style="list-style-type: none">• Haematologic disorders• Systemic disorders |

PREVALENCE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rare  | Very common  | Common  | Rare  | Rare  |
|---|---|---|---|---|

Hypertension pulmonaire

- Clinique :
 - Symptomatologie : dyspnée +++
 - Signes : ceux de l'insuffisance cardiaque droite



Hypertension pulmonaire et chirurgie non cardiaque

- Mortalité de 2 à 10%, avec un risque supérieur si chirurgie urgente
- FDR prédictif de mortalité :
 - POD > 7 mmHg
 - HVD
 - Test de marche 6 min < 400 m
 - Atcd embolies pulmonaires
 - Utilisation péri-opératoire de vasopresseurs
 - Chirurgie majeure
 - Chirurgie > 3h

Facteurs de risque périopératoires à prendre en compte

2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery

| FDR liés au patient porteur d'une HTP | Facteurs de risque liés à la chirurgie |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Classe fonctionnelle \geq II• Test de marche de 6 min $<$300m• Coronaropathie• ATCD d'embolie pulmonaire• Insuffisance rénale chronique• Dysfonction VD sévère | <ul style="list-style-type: none">• Chirurgie en Urgence• Durée d'anesthésie $>$3h• Nécessité per-opératoire de vasopresseurs |

Evaluation fonctionnelle

| Classe | Description |
|--------|--|
| I. | Absence de limitation fonctionnelle pour les activités physiques habituelles. Ces activités ne causent pas de dyspnée, de fatigue excessive, de douleur thoracique ou de malaise. |
| II. | Limitation fonctionnelle légère pour les activités physiques. Il n'y a pas d'inconfort au repos, mais la pratique d'activités physiques normales entraîne une dyspnée, une fatigue excessive, des douleurs thoraciques ou des malaises. |
| III. | Limitation fonctionnelle importante pour les activités physiques. Il n'y a pas d'inconfort au repos, mais la pratique d'activités physiques peu importantes entraîne une dyspnée, une fatigue excessive, des douleurs thoraciques ou des malaises. |
| IV. | Incapacité à réaliser toute activité physique et/ou présence de signes d'insuffisance cardiaque droite. La dyspnée et la fatigue peuvent être présentes au repos |

Evaluations pré-opératoire

- Examens complémentaires

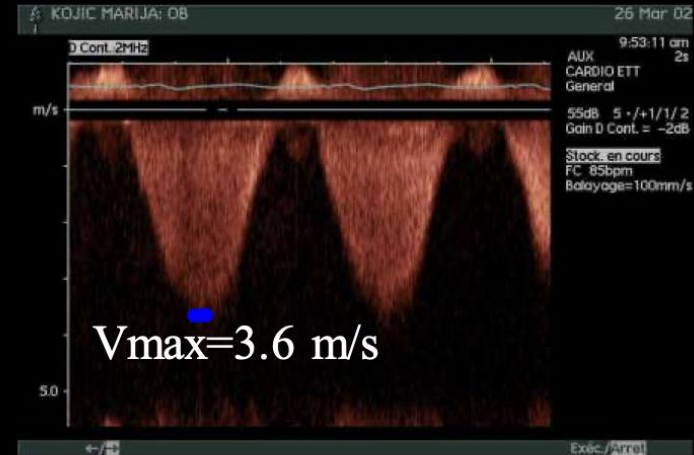
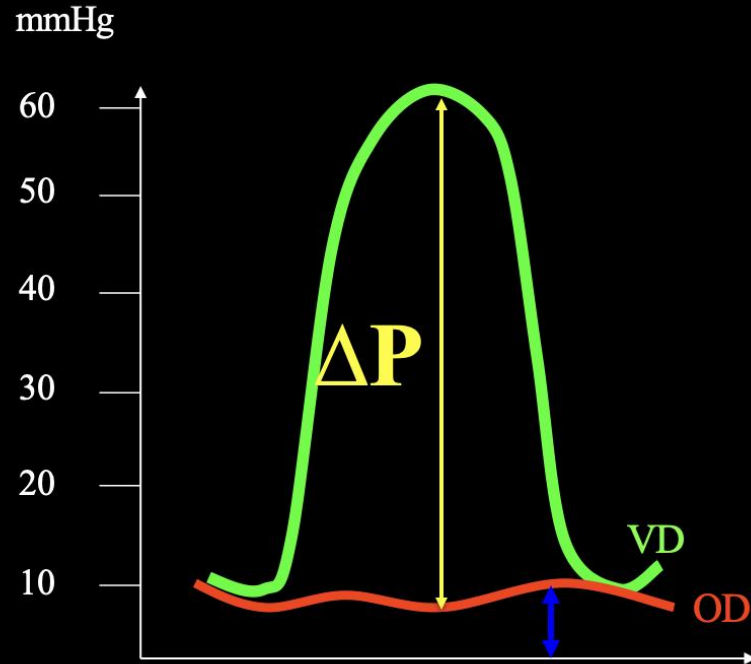
- 2 examens clés

- Echocardiographie = 1ere ligne ++++
 - Cathétérisme cardiaque droit = gold standard (pression, DC, SVO₂ et réponse au NO)

- Autres examens :

- Tests fonctionnels respiratoires, d'effort
 - Imagerie (TDM, angioTDM, IRM, scintigraphie...)
 - Sanguin : GDS/peptides natriurétiques (?)

Mesure de la PAPs par l'IT



$$\text{PAPs} : 4(3.6)^2 + \text{POD}$$

$$\text{PAPs} : 52 + \text{POD}$$

$$\text{PAPs (PVDs)} = \Delta P + \text{POD}$$

Evaluation de la POD

| Veine cave inférieure | Variations respiratoires | Estimation POD |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Petite (< 1.5 cm) | Vidange complète en inspiration | 5 mm Hg |
| Normale (1.5-2.5 cm) | Vidange > 50 % | 10 mm Hg |
| Normale (1.5-2.5 cm) | Vidange < 50 % | 15 mm Hg |
| Dilatée (> 2.5 cm) | Vidange < 50 % | 20 mm Hg |
| VCI et VSH dilatées | Pas de variation | > 20 mm Hg |

Kircher AJC 1990;66:493

Moreno AJC 1984;53:579

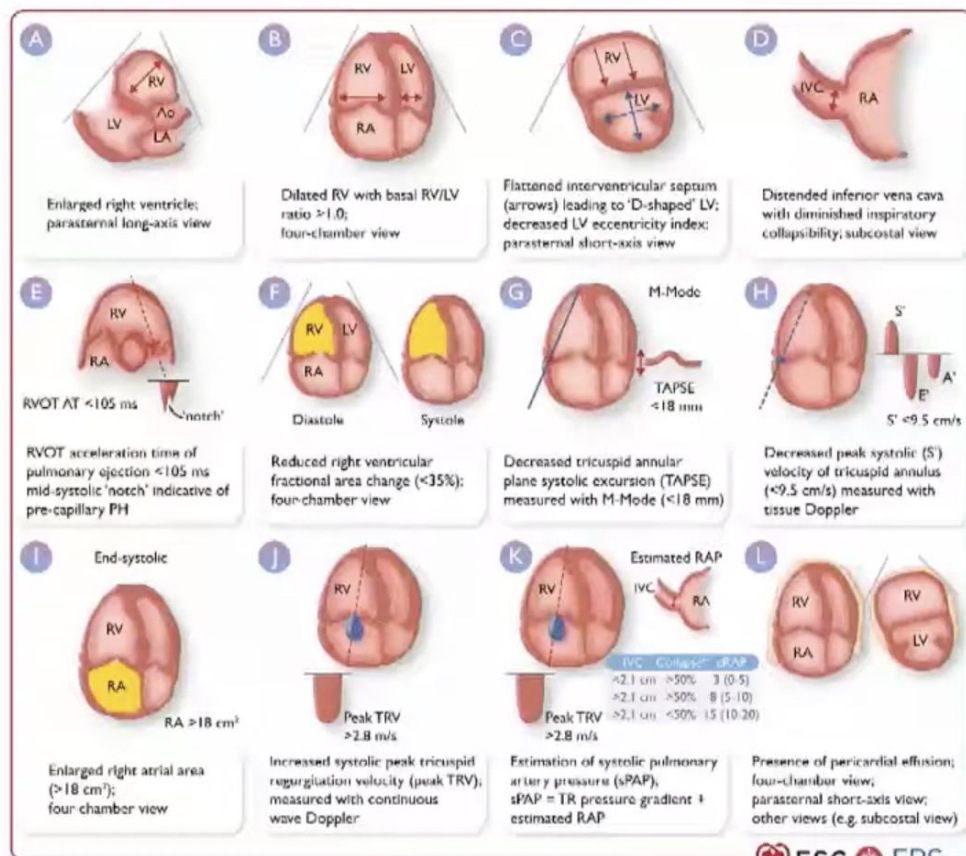
Himelman Circulation 1989;79:863

ECHOCARDIOGRAPHIE: QUE RECHERCHER

EXAMEN ESSENTIEL

- le dépistage de l'HTP. L'ETT nous fournit des informations sur
- l'étiologie des valvulopathies mitrale ou aortique
- la fonction du ventricule droit
- estimation des paramètres hémodynamiques: **la vitesse de l'insuffisance tricuspide** qui donne
- une idée de la probabilité d'une HTP:
 - inférieure à 2,8 m/s : la probabilité faible
 - entre 2,8 et 3,4 m/s : la probabilité est intermédiaire
 - supérieure à 3,4 m/s : la probabilité est élevée.

Echocardiographie et HTAP



2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension

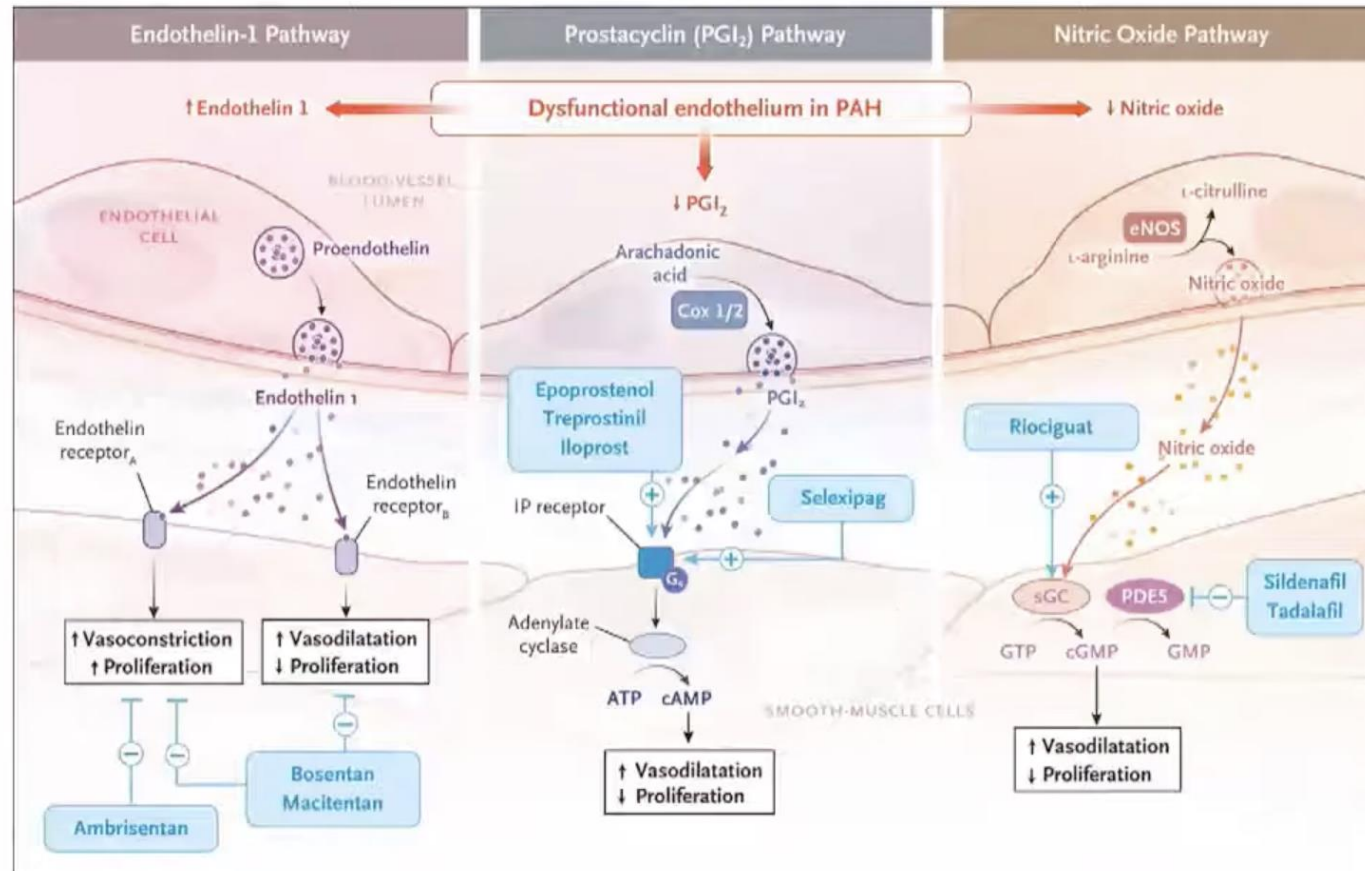
Evaluation pré-opératoire

- **Vérifier que le patient est « optimisé »**
 - Volémie, pression artérielle, fréquence cardiaque
 - Oxygénation
- **TRT préopératoire**

TRT HTP

- Groupe 1 :
 - Mesures générales (hygiène de vie, O₂, vaccination, éviter les traitements/ les interventions à risque)
 - Traitements non spécifiques : diurétiques, anticoagulants oraux, Ica (si test NO + lors CAP)
 - Traitements spécifiques de l'HTAP
 - A poursuivre
 - Surtout les formes parentérales

Traitements « classiques » HTP



Hassoun PM. N Engl J Med 2021;385:2361-2376

Prise en charge HTP autres groupes

- Groupe 2 :

Traitement de la cardiopathie gauche.

- Groupe 3 :

Prise en charge de leur pathologie respiratoire.

- Groupe 4 :

! Traitement anticoagulant, possible relai...(très haut risque thrombotique → équipe multidisciplinaire référente...pour éventuel relai)

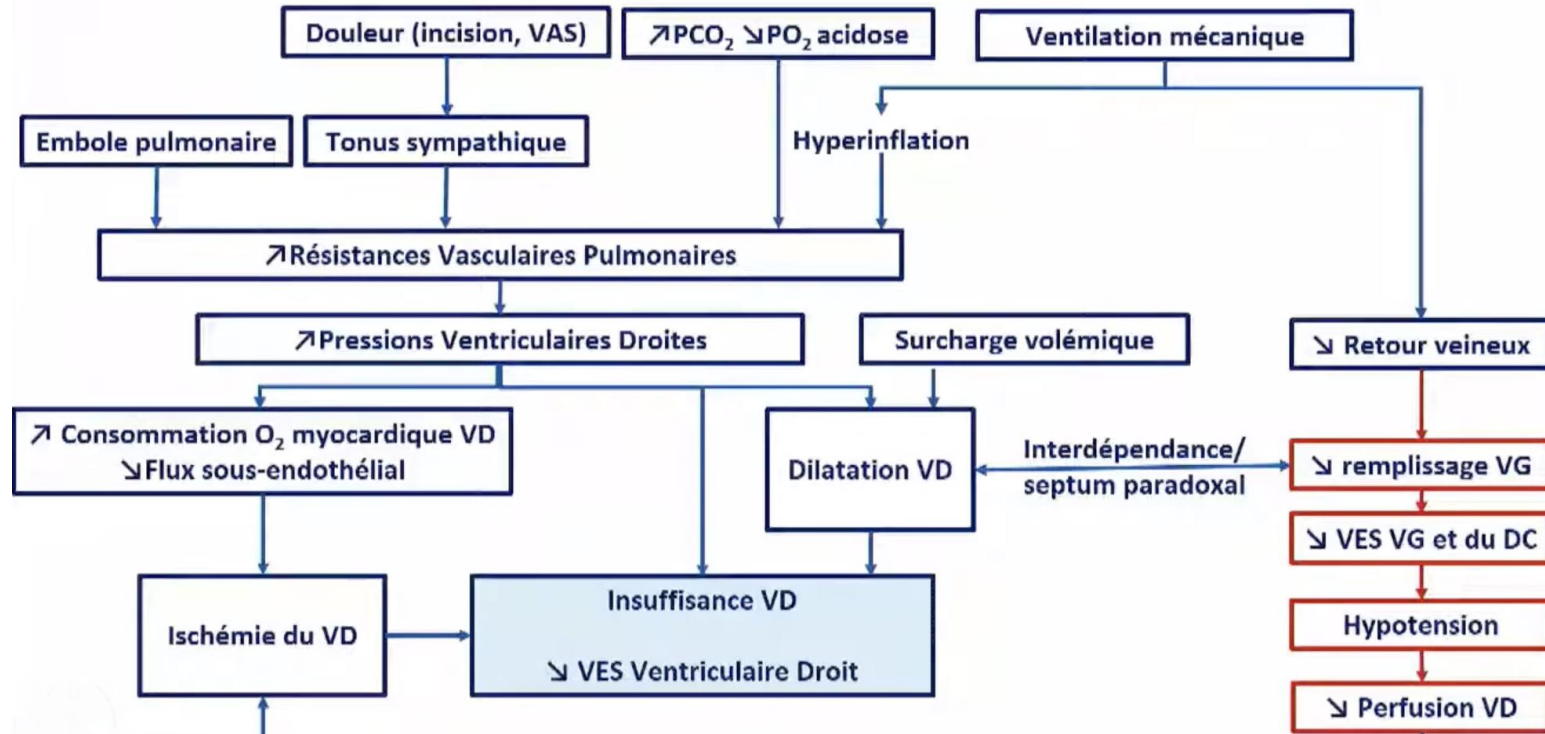
- Groupe 5 :

Prise en charge de la maladie causale.

Peropératoire

- **2 objectifs**
 - Eviter d'aggraver la vasoconstriction pulmonaire
 - Eviter la défaillance du ventricule droit

Per-opératoire : les éléments à avoir en tête

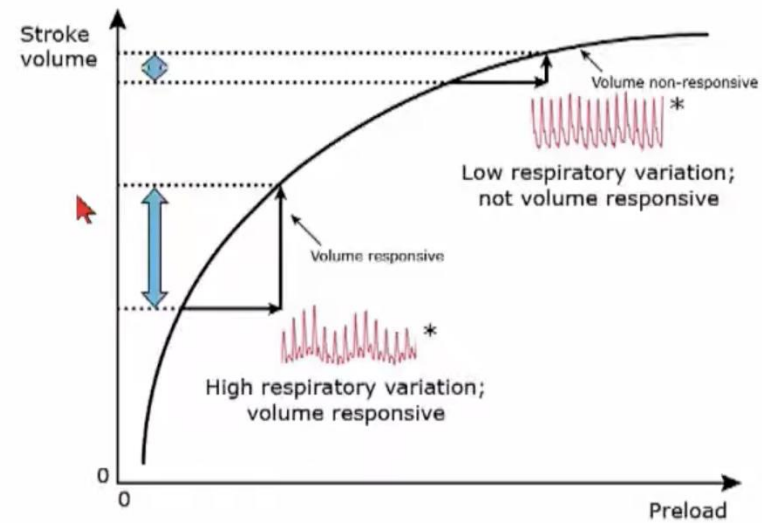


Peropératoire : monitoring

- « Standard »
 - ECG (5 dérivations → ischémie et arythmies)
 - SPO₂
 - PNI
 - Monitoring respiratoire : FiO₂, ETCO₂, pressions

Peropératoire : monitoring

- « Standard »
- PA invasive
 - Monitoring hémodynamique
 - Gazométrie



Objectifs hémodynamiques

- Quels objectifs ?
 - Maintenir les valeurs pré-opératoires de pressions et de débit...
 - Si Swan : maintenir les valeurs de pression à +/- 15% des valeurs pré-op

Blaise G et al. Anesthesiology 2003; 99: 1415-32.

Objectifs hémodynamiques péri-opératoires

- PAS \geq 90 mmHg et/ou 40 mmHG au dessus de la PAPs
- PAM \geq 65 mmHG et/ou 20 mmHG au dessus de la PAPm
- PAPm < 35 mmHg ou 25 mmHG en dessous de la PAM
- Ratio RVP/RVS < 0,5 ou maintenir au ratio RVP/RVS préopératoire
- PVC la plus basse possible maintenant une PAM > 65 mmHg
- IC > 2,2 l/min/m²

Pilkington SA et al. Anaesthesia. 2015;70:56-70.

ETO perop?

Transesophageal echocardiography in thoracic anesthesia: pulmonary hypertension and right ventricular function

Ashes C, Roscoe A. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2015;28:38-44.

Special Article

The Year in Perioperative Echocardiography: Selected Highlights From 2019



Swapnil Khoche, MD[®], Natalie A. Silverton, MD, FRCPC, FASE¹,
Joshua Zimmerman, MD, FASE¹, Sophia Poorsattar, MD[®],
Perin Kothari, DO[®], Robert Haughton, MD[®],
Timothy M. Maus, MD, FASE[®],¹

²Department of Anesthesiology, UCSD Medical Center – Salpizio Cardiovascular Center, La Jolla, CA

¹Department of Anesthesiology, University of Utah School of Medicine, Salt Lake City, UT

This article is the fourth of an annual series reviewing the research highlights of the year pertaining to the subspecialty of perioperative echocardiography for the *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. The authors thank the editor-in-chief, Dr. Kaplan, and the editorial board, for the opportunity to continue this series. In most cases, these were research articles that were targeted at the perioperative echocardiography diagnosis and treatment of patients after cardiothoracic surgery; but in some cases, these articles targeted the use of perioperative echocardiography in general.

© 2020 Elsevier Inc. All rights reserved.

Key Words: perioperative echocardiography; right ventricular function; artificial intelligence; transcatheter aortic valve replacement; tricuspid regurgitation; three dimensional echocardiography

The major selected themes for 2019 include: (1) continued

The Year that the Right Ventricle was Not Forgotten

Khoche S et al. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020;34:2036-46.

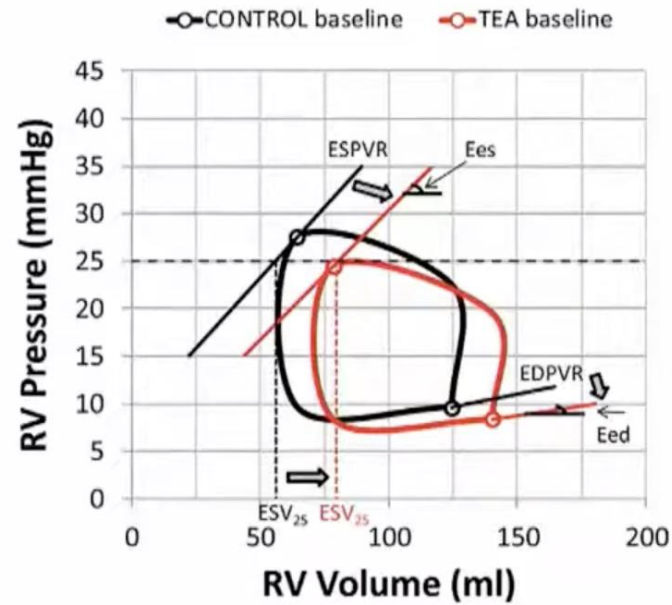
Peropératoire : la technique anesthésique

- **Anesthésies locorégionales :**
 - **Tronculaires, plexiques...:**
 - Bonne indication car peu de retentissement hémodynamique
 - Attention aux sédations « complémentaires »
 - Attention aux blocs avec possible atteinte phrénique → hypoventilation
 - Attentions aux traitements anticoagulants...

Peropératoire : la technique anesthésique

- Anesthésies locorégionales :

- APD thoracique :



Wink J et al. Circulation 2016;134:1163-75

Peropératoire : la technique anesthésique

- Anesthésies locorégionales :

- Tronculaires, plexiques...:

- Neuraxiales :

- Intéressantes...mais

- Baisse des résistances vasculaires systémiques → baisse du retour veineux → diminution du débit cardiaque → altération de la perfusion coronaire du VD !

- Et attention aux blocs sympathiques trop haut situés : réduction de la contractilité du VD


Titrer l'anesthésie, titrer le remplissage, titrer les vasopresseurs !

Peropératoire : la technique anesthésique

- Anesthésies locorégionales
- Anesthésie générale :
 - Effets des agents anesthésiques sur les résistances pulmonaires/VD

| | Isoflurane/ desflurane | Sevoflurane | Protoxyde Azote | Propofol | Etomidate | Kétamine | Thiopental | Opiacés |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------|----------|-----------|----------------------|------------|---------|
| Contractilité Ventriculaire | ↓↓ | ↓↓ | ↓ | ↓ | ↔ | ↓ | ↓ | ↔ |
| Résistances vasculaires pulmonaires | ↑ | ↔ | ↑↑ | ↓ | ↔ | ↑ adulte ↔ enfant | ↔ | ↔ |
| Résistances vasculaires systémiques | ↓ | ↓ | | ↓ | ↔ | ↑ | ↓ | ↓ |
| Vasoconstriction pulmonaire hypoxique | Perte de la VCH | | | | | | | |

Peropératoire : la technique anesthésique

- Anesthésies locorégionales
- Anesthésie générale :
 - Effets des agents anesthésiques sur les résistances pulmonaires/VD
 - Induction avec un agent de demi-vie courte (etomidate) 
 - Entretien : AIVOC propofol/ex
 - Opiacés (intérêt de l'AIVOC)
 - Dexmedetomidine comme adjuvant ?

Peropératoire : la technique anesthésique

- Anesthésies locorégionales
- Anesthésie générale :
 - La ventilation :
 - Eviter l'hypoxie
 - Eviter l'hypercapnie (! Pression contrôlée)
 - Eviter la distension pulmonaire
 - Eviter les niveaux de PEEP trop élevés (≤ 8 mmHg)

Poussée HTP-IVD peropératoire

- **Grands principes :**
 - **Eviter la vasoconstriction hypoxique**
 - **Eviter hypercapnie, acidose et hypothermie**
 - **Eviter les pressions d'insufflation élevées**
 - **Optimiser la précharge du VD**
 - **Réduire la postcharge du VD**
 - **Maintenir le débit coronaire**
 - **Maintenir un rythme sinusal**

Peropératoire : la technique anesthésique

- **Mais aussi la technique chirurgicale à adapter**
- **Savoir discuter/éviter :**
 - **Coelioscopie**
 - **Trendelenburg**
 - **Tout ce qui modifie de façon brutale l'hémodynamique et avec des contraintes ventilatoires trop drastiques**

Poussée HTP-IVD peropératoire

- **Grands principes : « préventifs »**
- **Maintenir la PA systémique et le débit cardiaque**
 - **Vasopresseurs**
 - **Noradrénaline +++**

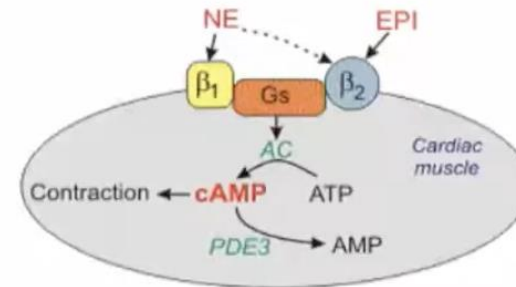
Poussée HTP-IVD peropératoire

- Grands principes : « préventifs »
- Maintenir la PA systémique et le débit cardiaque
 - Vasopresseurs
 - Inotropes :

- Dobutamine > adrénaline

- Inodilatateur : milrinone

25–50 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ puis 0.5–0.75 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ IVSE



Abbreviations: NE, norepinephrine; EPI, epinephrine; Gs, Gs-protein; AC, adenylyl cyclase; PDE3, cGMP-dependent phosphodiesterase (type 3)

Vasopresseurs et inotropes dans HTP

| Drug | Cardiac output | PVR | SVR | Tachycardia/ arrhythmia | Pre-clinical studies | Clinical studies/ experience |
|---|----------------|--------|--------|----------------------------|----------------------|--|
| Inotropes | | | | | | |
| Dobutamine | | | | | | |
| <5 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ | ↑ | ↘ | → or ↘ | ++ | ++++ | Large clinical experience, haemodynamic studies |
| 5-15 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ | ↑↑ | → | ↘ | +++ | | |
| Milrinone | ↑↑ | ↘ | ↘↘ | +++ | ++ | Group 2 PH case reports in PAH |
| Levosimendan | ↑↑ | ↘ | ↘↘ | + | ++ | Group 2 PH case reports in PAH |
| Epinephrine | ↑↑ | ↘ | ↑↑ | +++ | | Effective, but risk of myocardial necrosis and lactic acidosis |
| Vasopressors | | | | | | |
| Norepinephrine | ↑ | → or ↑ | ↑↑ | ++ | ++ | Large clinical experience |
| Vasopressin (low doses) | → or ↑ | ↘ | ↑↑ | +++ | ++ | Limited clinical data in PAH |

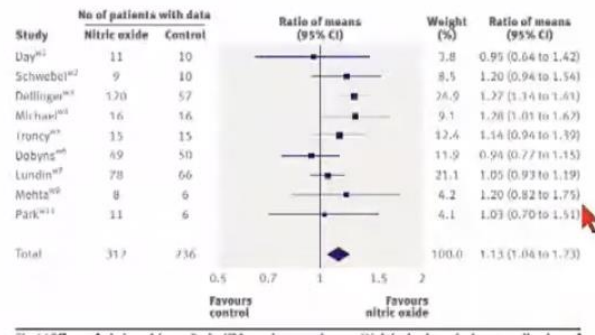
?

Poussée HTP-IVD peropératoire

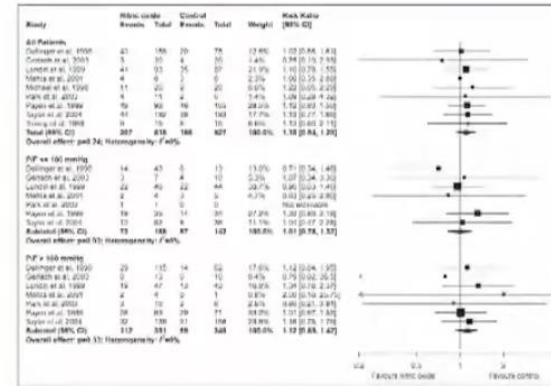
- Grands principes : « préventifs »
- Maintenir la PA systémique et le débit cardiaque
- Vasodilatation pulmonaire IV
 - Milrinone (Corotrope©) : 25–50 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ puis 0.5–0.75 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ IVSE
 - Prostacycline et analogues
 - Epoprostenol (Flolan©, Veletri©) IVSE 2 $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ à augmenter de 2 en 2 $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ /15min
 - Iloprost (ilomedine©) IVSE 0,5 $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ max 2-3 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 - Treprostinil (Remodulin©)

Le monoxyde d'azote

- Abandonné dans le SDRA:
- Amélioration de la PaO₂ mais pas d'amélioration de la mortalité



Adhikari NK et al. BMJ. 2007;334(7597):779.



Adhikari Nk et al. Crit Care Med. 2014;42:404-12.

Le monoxyde d'azote

- Abandonné dans le SDRA
- Intérêt après chirurgie cardiaque
- Trt poussée HTAP : pourquoi pas ?
 - Mise en œuvre « simple »



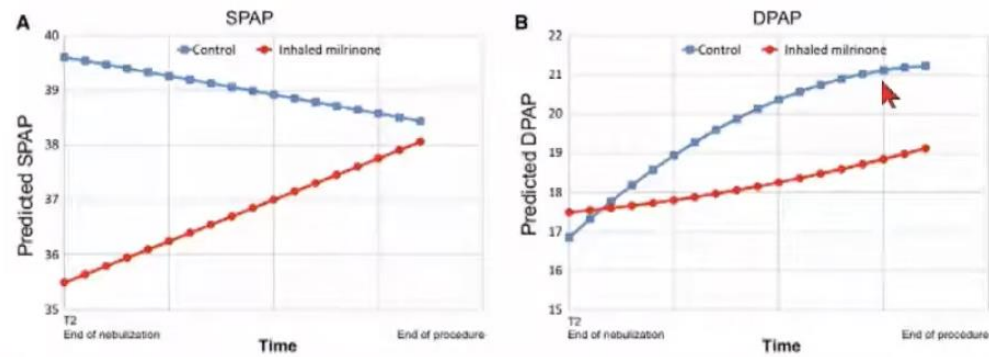
Milrinone inhalée

A multicentre randomized-controlled trial of inhaled milrinone in high-risk cardiac surgical patients

Une étude randomisée contrôlée multicentrique sur la milrinone inhalée chez les patients de chirurgie cardiaque à risque élevé

André Y. Denault, MD, PhD · Jean S. Donalès, MD · Eimhin Ardlam, MD · Barry Finlay, MD · Paul Gervin, PhD · François Hachimi, MD · Anne Q. N. Nguyen, PhD · Francis Varrault, PhD · Anah Fortier, MSc · Sylvie Lévesque, MSc · Yanis Shi, MD · Maha Elmi-Sarabi, MSc · Jean-Charles Tacelli, MD · Louis P. Perrault, MD, PhD · Jean Landrock, PhD

- 5 mg de milrinone inhalée vs placebo
- Effets hémodynamiques intéressants



- Pas d'amélioration de critères pertinents d'un point de vue clinique.

Denault AY et al. Can J Anaesth. 2016;63:1140-1153.

Milrinone inhalée

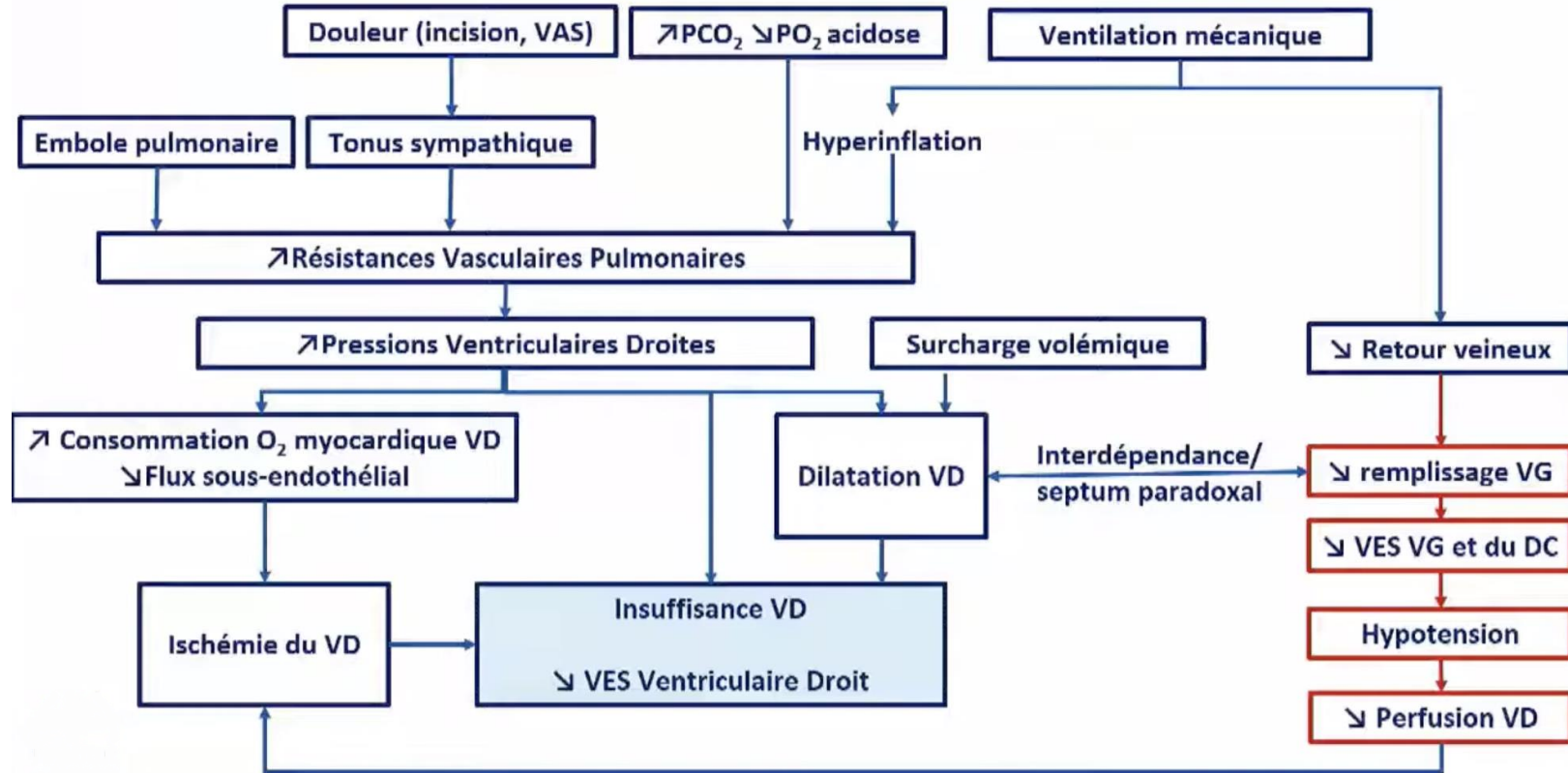
- **Avantage : milrinone assez accessible**
- **Systeme d'administration...accessible :**
- **Peu d'effet systémique**



Causes de poussée d'IVD

| Facteur déclenchant | Exemples |
|------------------------------------|---|
| Augmentation de la précharge du VD | Grossesse Remplissage vasculaire excessif Insuffisance rénale aiguë Non observance ou inefficacité du trt diurétique |
| Augmentation de la postcharge VD | Ventilation mécanique Embolie pulmonaire Non observance du trt de l'HTAP Aggravation de la vasculopathie |
| Altération de la fonction VD | Ischémie myocardique Sepsis Evolution HTAP Arythmie |
| Augmentation du travail cardiaque | Sepsis Chirurgie Grossesse |

Per-opératoire : les éléments à avoir en tête



Rapidement...grossesse et HTAP

Cardiac Risk Stratification During Pregnancy: Modified World Health Organization Cardiac Risk Assessment

Class IV (Pregnancy Is Not Recommended or Is Contraindicated Because of an Extremely High Risk of Maternal Morbidity and Mortality; Termination Should Be Discussed if Already Pregnant but When a Patient Chooses to Carry on With the Pregnancy, Her Follow-up Is Similar as for Women With WHO Class III)

1. Pulmonary artery hypertension of any cause
2. Severe left ventricular dysfunction
3. Previous peripartum cardiomyopathy with residual left ventricular dysfunction
4. Severe mitral stenosis
5. Severe aortic stenosis
6. Marfan syndrome with aortic dilation >45 mm
7. Bicuspid aortic valve with aortic dilation >50 mm
8. Severe unrepaired aortic coarctation
9. Severe systemic ventricular dysfunction (LVEF $<30\%$)

Pregnancy and pulmonary arterial hypertension: a case series and literature review

TABLE 6
Review of recently published studies on PAH in pregnancy

| Series | Etiology of PAH (number of patients) ^a | Mode of delivery (n) | Termination, miscarriage, or IUFD (n) | Mode of anesthesia (n) | Other notable peripartum events (n) | Neonatal outcomes (n) | Maternal mortality rate, n (mortality rate when including nonfatal deaths) |
|------------------------------------|---|---|---------------------------------------|--|---|---|--|
| Duan et al. ²³ 2016 | CHD (11) | CD (9) VD (1) Death before delivery (1) | IUFD (3) | GA (6) Epidural (3) None (2) | Maternal death before delivery (1) | Mortality, 25% (n=2) Low birthweight ^b (7) | 36.4%, n=4 (N/A) |
| Lubowicz et al. ²⁴ 2017 | CHD (20) | CD (12) VD (5) Unknown (1) | Terminations (8) Miscarriage (2) | GA (3) Epidural (6) Spinal (6) None (1) Unknown (2) | ECMO (1) Inotropes (3) PAH-targeted therapies (5) | No mortality Low birthweight (7) | 8.3%, n=1 (5%, n=1) |
| Meng et al. ²⁵ 2017 | IPAH (6) CTD (6) CHD (15) HIV (2) IHD (1) | CD (14) VD (11) Unknown (1) | Terminations (3) IUFD (1) | GA (2) Epidural (18) Spinal (2) CSE (2) MAI (1) Unknown (1) | ECMO (5) with 100% mortality PAH-targeted therapies (20) | No mortality. Low birthweight (7) | 18.5%, n=5 (23.3%, n=7) |
| Silva et al. ²⁶ 2017 | IPAH (7) CHD (26) Other (4) | CD (30) VD (7) Unknown (2) | Terminations (5) IUFD (1) | GA (8) ^c | PAH-targeted therapies (8) VT (3) | No mortality Low birthweight (13) | 5.9%, n=2 (10.3%, n=4) Morbidity in IPAH: 42.8% |
| Zhang et al. ²⁷ 2018 | IPAH (17) 16 were diagnosed during pregnancy | CD (10) | Terminations (7) | GA (1) Epidural (16) | ECMO (7) CRRT (1) Mechanical ventilation (4) Inotropes (10) PAH-targeted therapies (12) | Morbidity, 10% (n=1) Low birthweight (7) Respiratory distress (4) | 30%, n=3 (17.6%, n=3) |
| Sun et al. ²⁸ 2018 | IPAH (5) CTD (16) CHD (7) | CD (20) | Terminations (10) IUFD (5) | GA (10) Epidural (10) | Inotropes (7) PAH-targeted therapies (9) VF cardiac arrest (1) Recurrent VT (1) | No mortality Low birthweight (6) | 0% |
| Kim et al. ²⁹ 2019 | IPAH (8) CHD (59) Other (6) | CD (15) VD (63) | Terminations (3) | GA (10) ^c | PAH-targeted therapies (25) Mechanical ventilation (1) | Morbidity, 6.5% (n=5) Low birthweight (39) | 5.1%, n=1 (4.9%, n=4) Mortality in IPAH: 10% |
| Wang et al. ²⁸ 2019 | IPAH (3) CTD (1) CHD (13) | CD (13) | Terminations (4) | Epi (17) | Inotropes (13) PAH-targeted therapies (7) | No mortality Low birthweight (11) | 15.4%, n=2 (11.8%, n=2) |
| Li et al. ²⁹ 2019 | CHD (93) | CD (90) VD (4) | IUFD (1) | GA (3) Epidural (50) Spinal (18) CSE (10) | Inotropes (37) PAH-targeted therapies (51) | No mortality Low birthweight (23) Neonatal malformations ^d (4) | 6.4%, n=6 (N/A) |
| Luo et al. ³⁰ 2020 | IPAH (1) CTD (4) CHD (74) | CD (55) VD (2) | Terminations (22) IUFD (7) | GA (20) Epidural (35) | Inotropes (23) PAH-targeted therapies (26) | No mortality Low birthweight (18) Neonatal asphyxia (15) | 15.8%, n=9 (11.4%, n=6) |
| Ekici et al. ²¹ 2020 | IPAH (27) CHD (8) | CD (30) VD (5) | IUFD (1) | GA (8) Epi (7) Spinal (9) CSE (5) None/unknown (5) | Inotropes (4) | No mortality. | 2.9%, n=1 (N/A) |

HTAP péri-opératoire chez l'adulte - B.ROZEC - SFAR

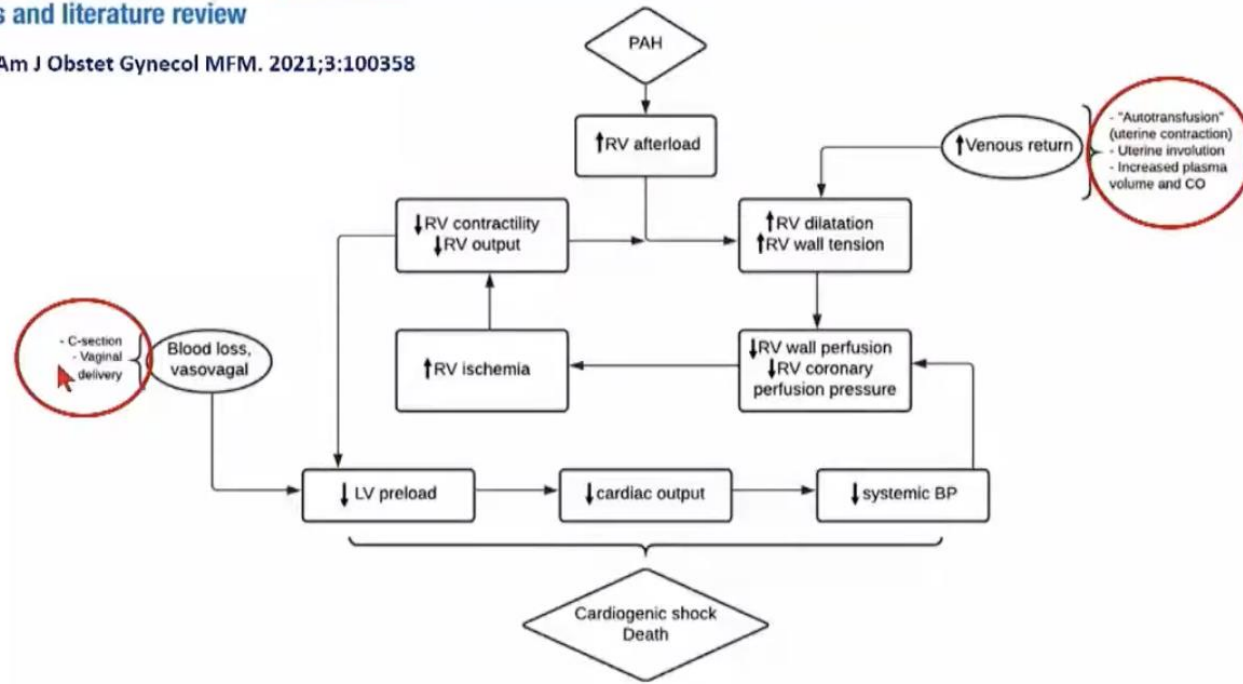
Pregnancy and pulmonary arterial hypertension: a case series and literature review

TABLE 5
Review of recently published studies on PAH in pregnancy

| Series | Etiology of PAH (number of patients) ^a | Mode of delivery (n) | Termination, miscarriage, or IUFD (n) | Mode of anesthesia (n) | Other notable peripartum events (n) | Neonatal outcome (n) | Maternal mortality rate, n (mortality rate when including terminations) |
|--|--|---|---------------------------------------|--|---|---|---|
| Duan et al. ²⁴ 2016 | CHD (11) | CD (9) VD (1) Death before delivery (1) | IUFD (3) | GA (6) Epidural (3) None (2) | Maternal death before delivery (1) | Mortality, 25% (n=2) Low birthweight* (7) | 36.4%, n=4 (N/A) |
| Ludewicz et al. ²¹ 2017 | CHD (20) | CD (12) VD (5) Unknown (1) | Terminations (8) Miscarriage (2) | GA (3) Epidural (6) Spinal (8) None (1) Unknown (2) | ECMO (1) Inotropes (3) PAH-targeted therapies (5) | No mortality Low birthweight (7) | 8.5%, n=1 (5%, n=1) |
| Meng et al. ²⁰ 2017 | IPAH (6) CTD (6) CHD (15) HIV (2) Idiopathic (1) | CD (14) VD (11) Unknown (1) | Terminations (3) IUFD (1) | GA (2) Epidural (18) Spinal (2) CSE (2) MNI (1) Unknown (1) | ECMO (5) with 100% mortality PAH-targeted therapies (20) | No mortality. Low birthweight (7) | 18.5%, n=3 (23.3%, n=7) |
| Siewa et al. ²² 2017 | IPAH (7) CHD (28) Other (4) | CD (30) VD (7) Unknown (2) | Terminations (5) IUFD (1) | GA (6) ^b | PAH-targeted therapies (8) VT (3) | No mortality Low birthweight (13) | 5.9%, n=2 (10.3%, n=4) Mortality in IPAH: 47.0% |
| Zhang et al. ²³ 2018 | IPAH (17) 16 were diagnosed during pregnancy | CD (10) | Terminations (7) | GA (1) Epidural (16) | ECMO (7) CRRT (1) Mechanical ventilation (5) Inotropes (16) PAH-targeted therapies (15) | Morbidity, 10% (n=1) Low birthweight (7) Respiratory distress (4) | 30%, n=3 (17.6%, n=3) |
| Sam et al. ²⁵ 2018 | IPAH (5) CTD (18) CHD (7) | CD (20) | Terminations (10) IUFD (5) | GA (22) Epidural (4) Spinal (1) Local (3) | PAH-targeted therapies (17) | No mortality | 15%, n=3 (10%, n=3) |
| Lim et al. ²⁷ 2011 | IPAH (1) CTD (2) CHD (6) Hereditary (1) | CD (5) VD (5) | None | GA (4) Epidural (5) CSE (1) | Inotropes (2) PAH-targeted therapies (9) VF cardiac arrest (1) Recurrent VT (1) | No mortality Low birthweight (6) | 0% |
| Kangpattarakul et al. ²² 2019 | IPAH (8) CHD (59) Other (6) | CD (15) VD (63) | Terminations (3) | GA (10) ^c | PAH-targeted therapies (25) Mechanical ventilation (1) | Morbidity, 6.5% (n=5) Low birthweight (39) | 3.1%, n=4 (4.9%, n=4) Mortality in IPAH: 10% |
| Wang et al. ²⁸ 2019 | IPAH (3) CTD (1) CHD (13) | CD (13) | Terminations (4) | Epi (17) | Inotropes (13), PAH-targeted therapies (7) | No mortality Low birthweight (11) | 15.4%, n=2 (11.8%, n=2) |
| Li et al. ²⁹ 2019 | CHD (33) | CD (30) VD (4) | IUFD (1) | GA (3) Epidural (60) Spinal (18) CSE (10) | Inotropes (37) PAH-targeted therapies (51) | No mortality Low birthweight (23) Neonatal malformations* (4) | 6.4%, n=8 (N/A) |
| Luo et al. ³⁰ 2020 | IPAH (1) CTD (4) CHD (74) | CD (55) VD (2) | Terminations (22) IUFD (2) | GA (20) Epidural (35) | Inotropes (23) PAH-targeted therapies (26) | No mortality Low birthweight (18) Neonatal asphyxia (15) | 15.8%, n=9 (11.4%, n=6) |
| Ekici et al. ³¹ 2020 | IPAH (27), CHD (5) | CD (30), VD (5) | IUFD (1) | GA (9) Epi (7) Spinal (9) CSE (5) None/unknown (5) | Inotropes (4) | No mortality. | 2.9%, n=1 (N/A) |

**Pregnancy and pulmonary arterial hypertension:
a case series and literature review**

Yang JZ et al. Am J Obstet Gynecol MFM. 2021;3:100358



Yang JZ et al. Am J Obstet Gynecol MFM. 2021;3:100358

Rapidement...grossesse et HTAP

- Prévoir une équipe entraînée
- Préférer la péridurale à la rachianesthésie
- Vasopresseur : noradrénaline
- Eviter l'AG ...si possible
- Ocytocine = éviter...au moins éviter le bolus

HTP et chirurgie non cardiaque : les recommandations

2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery

- TRT à poursuivre
- **Monitoring hémodynamique des formes sévères 24h postopératoire**
- **En cas d'évolution IVD : diurétiques + prostacyclines (avec un spécialiste)**
- **Inodilatateur (dobutamine, milrinone, lévosimendan) selon l'hémodynamique**

Recommendation Table 26 — Recommendations for patients with pulmonary arterial hypertension undergoing non-cardiac surgery

| Recommendations | Class ^a | Level ^b |
|---|--------------------|--------------------|
| It is recommended to continue chronic therapy for PAH in the peri-operative phase of NCS. | I | C |
| It is recommended that haemodynamic monitoring of patients with severe PAH continues for at least 24 h in the post-operative period. | I | C |
| In the case of progression of right HF in the post-operative period in patients with PAH, it is recommended that the diuretic dose be optimized and, if necessary, i.v. prostacyclin analogues be initiated under the guidance of a physician experienced in the management of PAH. | I | C |
| Inodilator drugs (dobutamine, milrinone, levosimendan), which increase cardiac output and lower pulmonary vascular resistance, should be considered peri-operatively according to the haemodynamic status of the patient. | IIa | C |

HF, heart failure; i.v., intravenous; NCS, non-cardiac surgery; PAH, pulmonary arterial hypertension.

^aClass of recommendation.

^bLevel of evidence.

Halvorsen S et al. Eur Heart J. 2022;ehac270.

Conclusion

- HTP et anesthésie = association...dangereuse!!
- Les plus fréquentes = secondaires (cardiopathies gauche + pathologies respiratoires)
- TRT spécifique de l'HTTP : à maintenir +++
- Evaluation fonctionnelle pré-op +++
- Echocardiographie