

HTAP et Anesthésie-Réanimation

Dr Hadrien Rozé
Unité d'Anesthésie et Réanimation Thoracique

***Service d'Anesthésie Réanimation II, CMC Magellan,
Groupe Hospitalier Sud***

Références

■ REVIEW ARTICLE

David C. Warltier, M.D., Ph.D., Editor

Anesthesiology 2003; 99:1415-32

© 2003 American S

Pulmonary Arterial Hypertension

Pathophysiology and Anesthetic Approach

Gilbert Blaise, M.D., David Langleben, M.D.,† Bernard Hubert, M.D.‡*

Anesthésie du patient porteur d'une hypertension pulmonaire en chirurgie non cardiaque

Benjamin.DENIAU¹, Benoît. PLAUD^{1,2}, Alexandre. MEBAZAA^{1,2}

SFAR 2016

HTAP Classification

- Groupe 1 : hypertension artérielle pulmonaire (HTAP)
(idiopathique, familiale, substances toxiques, associée
(VIH, connectivite...))

Traitement ciblant la
circulation pulmonaire

- Groupe 2 : HTP secondaire à une cardiopathie gauche

- Groupe 3 : HTP secondaire aux maladies respiratoires
chroniques

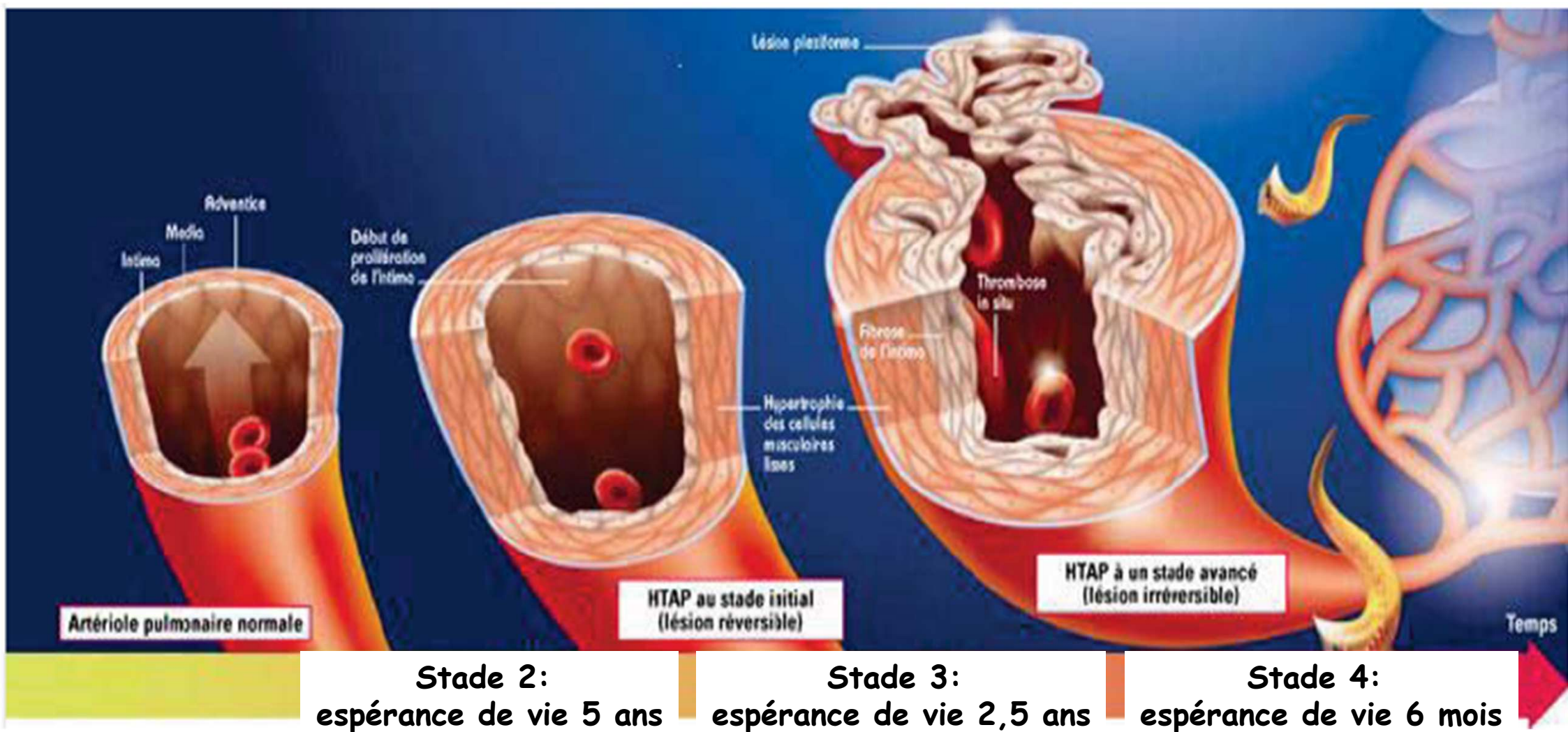
- Groupe 4 : HTP secondaire à une maladie thrombo-
embolique chronique

- Groupe 5 : HTP à mécanismes multifactoriels

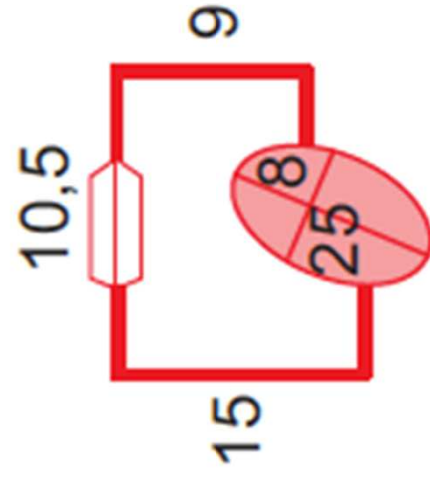
+
Traitement spécifique à
la cause

Simonneau G et al. J Am Coll Cardiol 2006
Eur Respir J. 2010;35:1294-302.

Stades et gravité



- La circulation pulmonaire est une circulation locale particulière



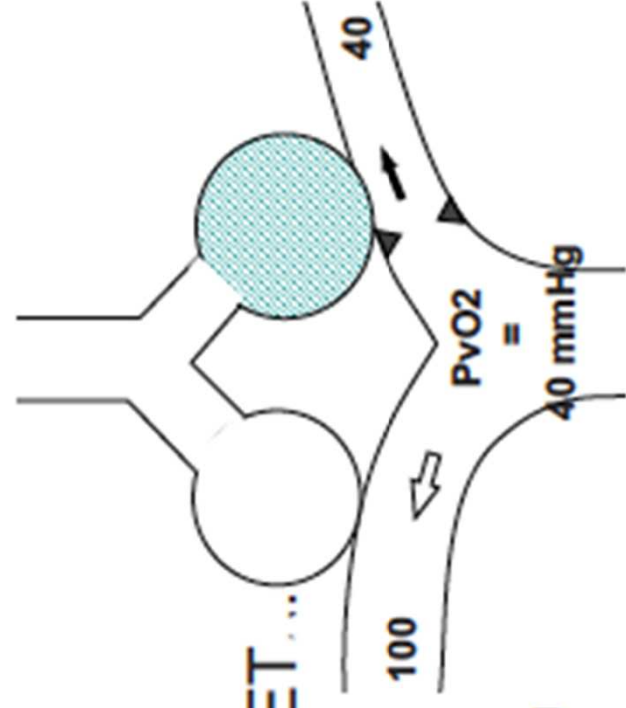
Circulation fonctionnelle

Pressions basses (25/10/15 mmHg)

Resistances basses : distensibilité & recrutement

Contrôle spécifique

- VD constante : NO, ANP, PG...
- VC hypoxique ($P_{AO_2} < 60$ mmHg), autres AII, ET...
 - Adaptation normale :
 $QA = 3$ l/mn et $QB = 1$ l/mn $\Rightarrow PaO_2 : 80$ mmHg 100
 $PvO_2 = 40$ mmHg
 - Inhibition de la vasoconstriction hypoxique
 $QA = 2$ l/mn et $QB = 2$ l/mn $\Rightarrow PaO_2 : 60$ mmHg
 - Potentialisation de la vasoconstriction hypoxique
 $QA = 3.5$ l/mn et $QB = 0.5$ l/mn $\Rightarrow PaO_2 : 90$ mmHg



HTAP mécanismes

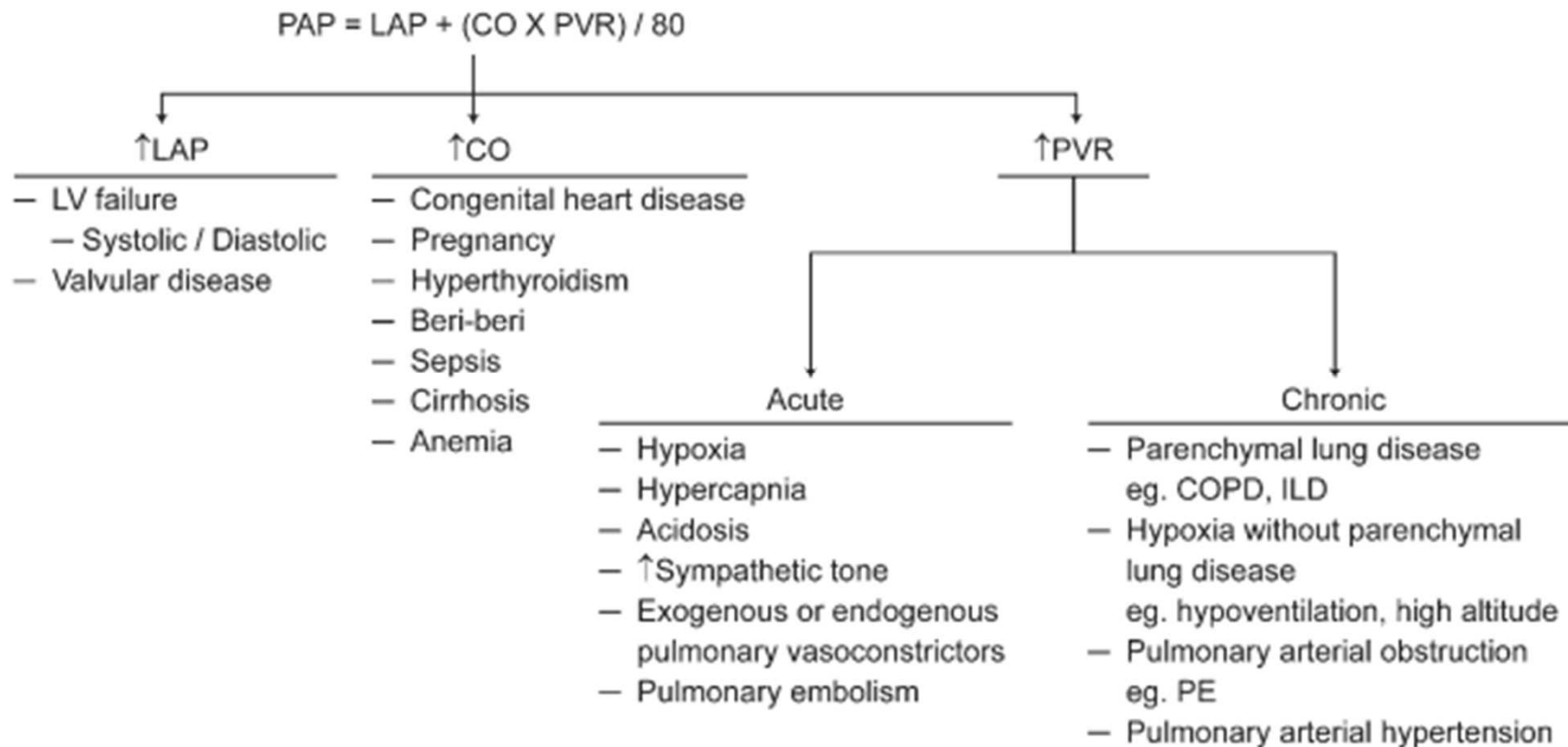
$$\Delta P = Q \times R$$

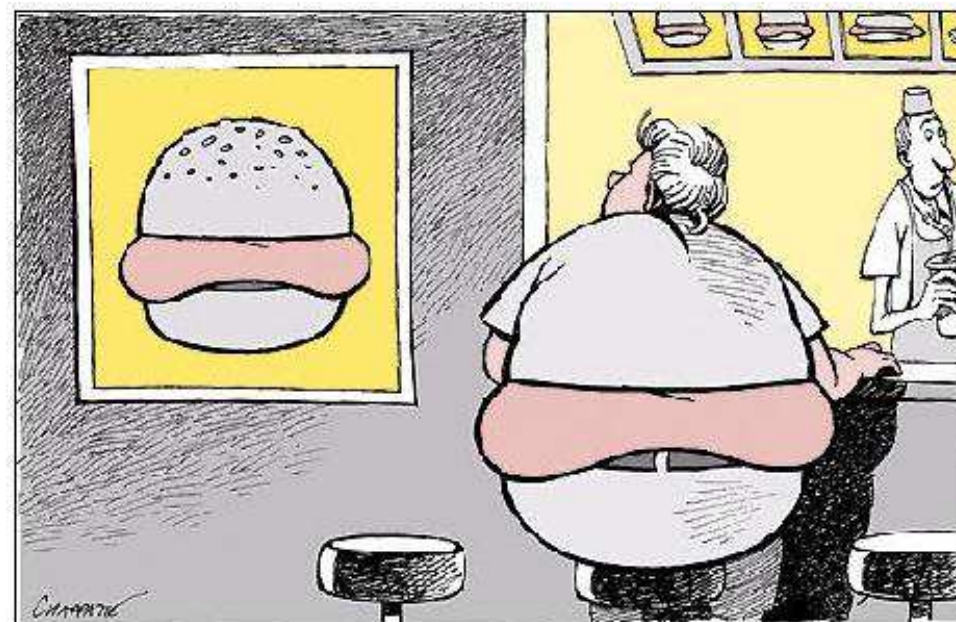
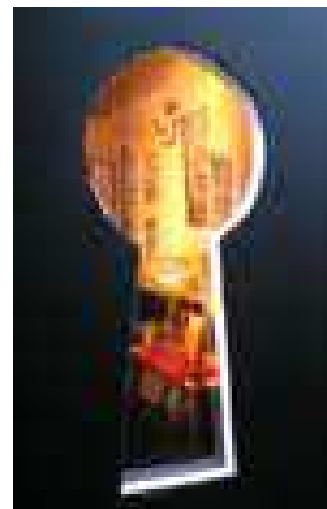
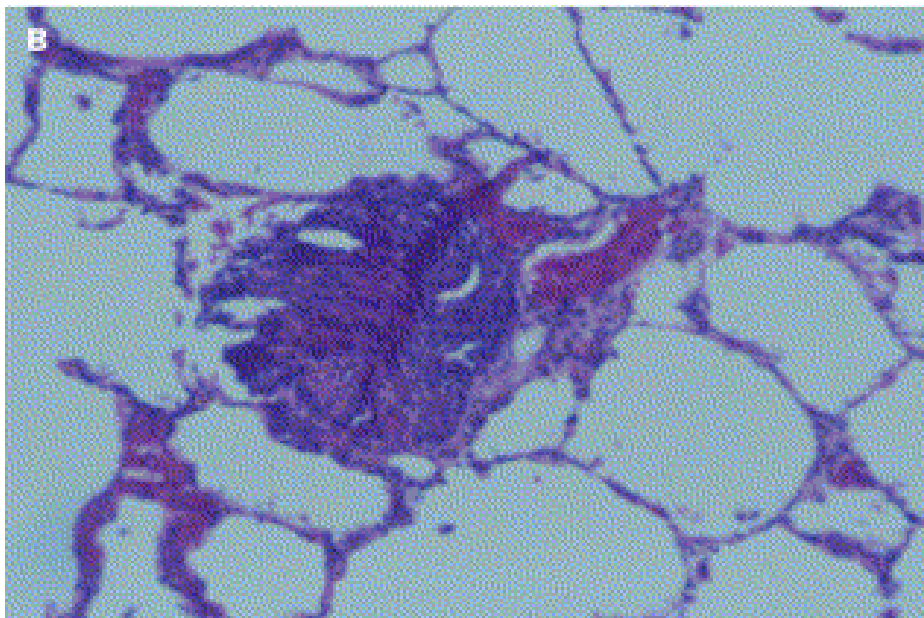
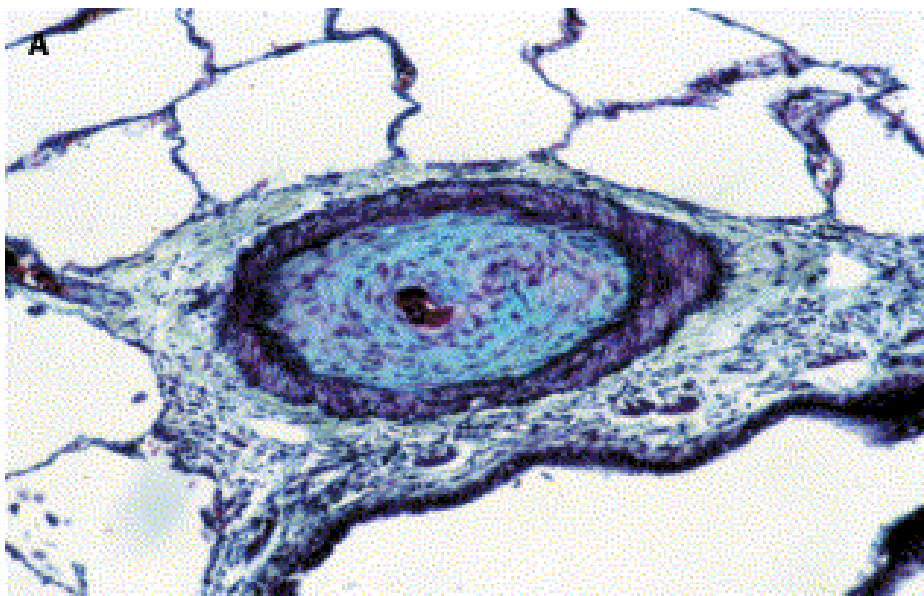
$$PAP - P_{capP} = Q' RVP$$

$$PAP = Q' RVP + P_{capP}$$

1. Augmentation de Q' pulm. : certaines cardiopathies congénitales
2. Augmentation de RVP : I Resp, EP, HTAP « primitive »
3. HTAP post capillaire

HTAP mécanismes





Runo JR et al. Lancet, 2003; 361: 1533-44

Cas clinique

- Mme G, 57 ans
- RM serré opéré en 1979, réopéré en 1998
- HTAP mixte sous Tracleer PAP: **100/58/30** avec Pcap 20 et gradient à 10 mmHg
- Mise sous Flolan bonne réponse clinique
- Fev : fracture de hanche, refus anesthésique
- Douleur +++ pendant un an
- Mai: Chirurgie orthopédique dans le service de chirurgie thoracique
- Périopératoire simple

Agents anesthésiques

Les problématiques

à **EFFETS** sur les résistances vasculaires pulmonaires

- u **Directs** : sur la vasorégulation

- u **Indirects** : sur le débit, sur la PAPm

à **Résistances vasculaires pulmonaires fixées**

⇒ ↗ Q_c ⇒ ↗ PAPm

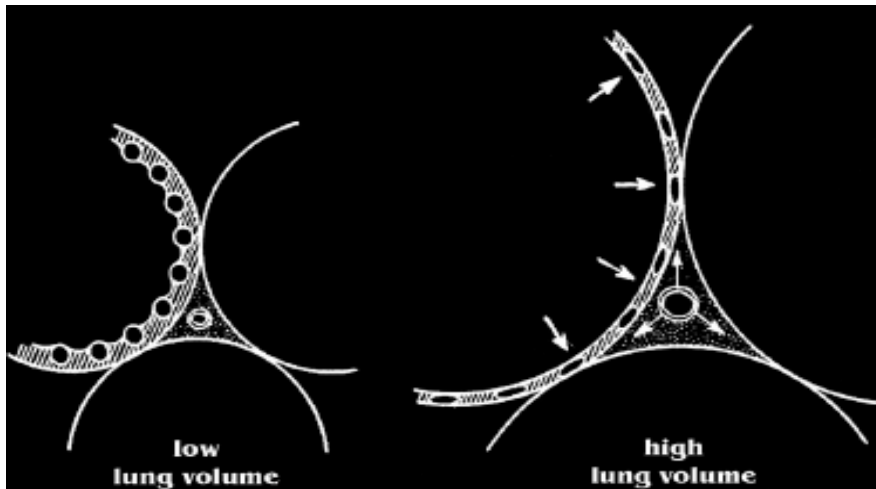
Lésions de perfusion si haut débit pulmonaire

Review

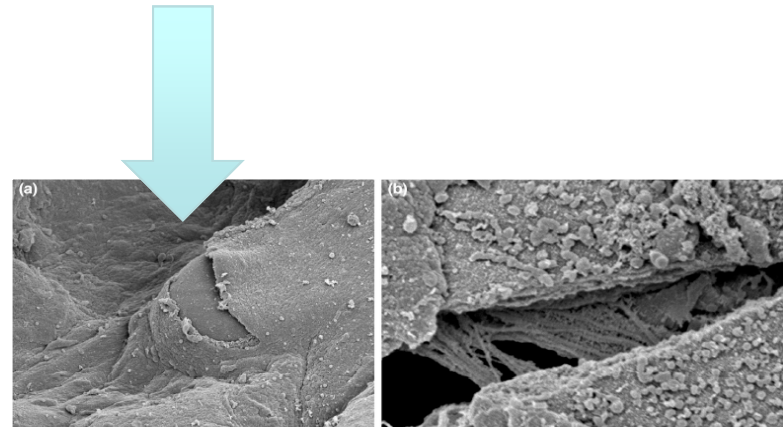
Bench-to-bedside review: Microvascular and airspace linkage in ventilator-induced lung injury

John J Marini¹, John R Hotchkiss² and Alain F Broccard³

Critical Care 2003, 7:435-444



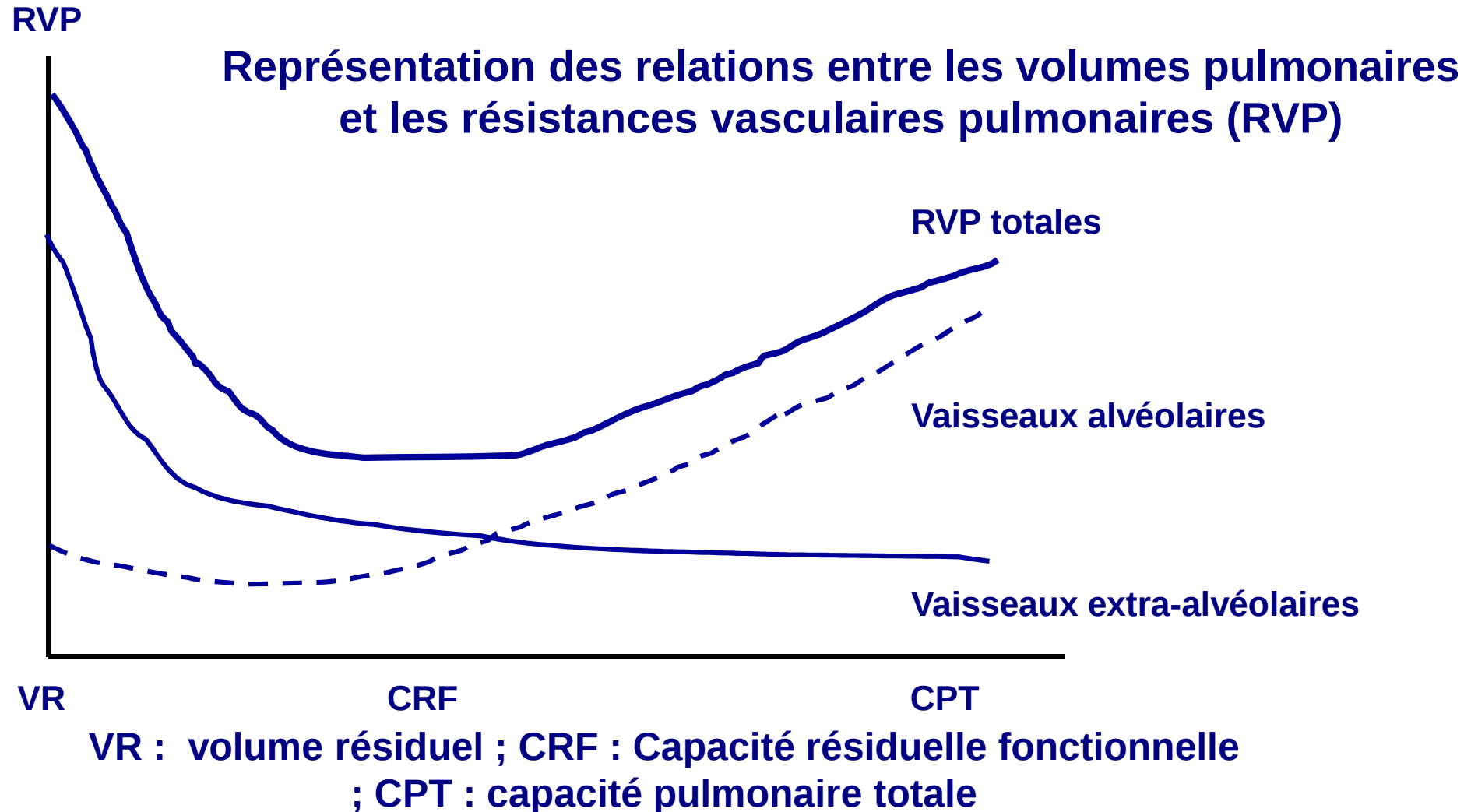
Ventilator induced vascular injury

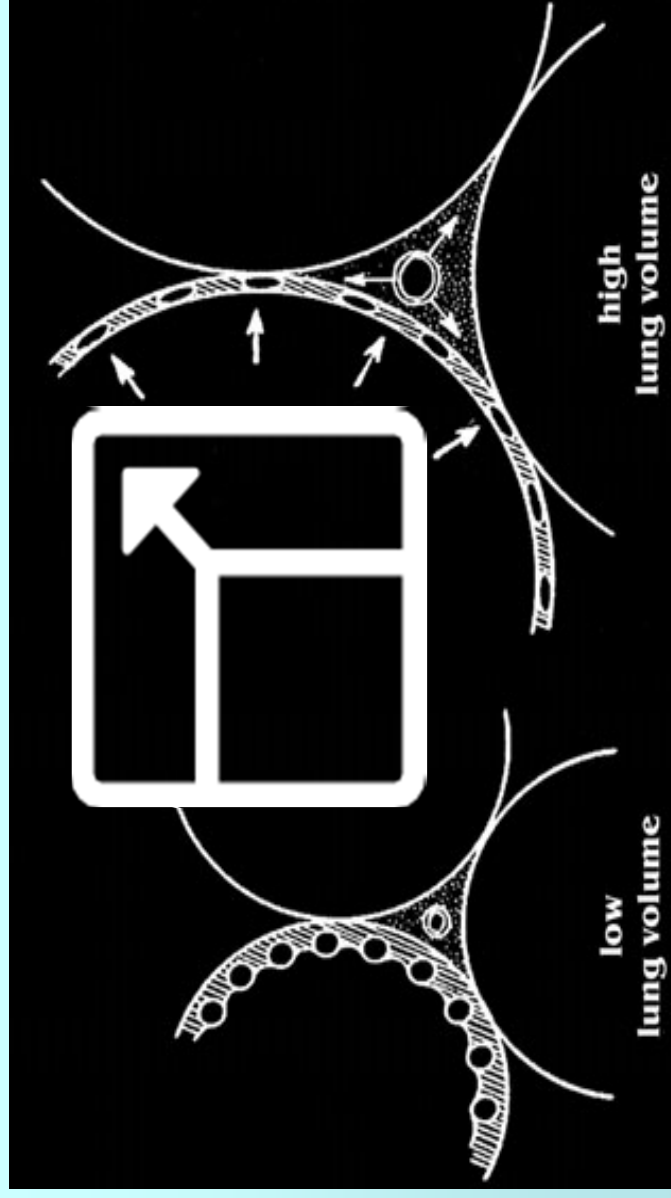


High Flow High Pressure pulmonary vascular injury in ARDS

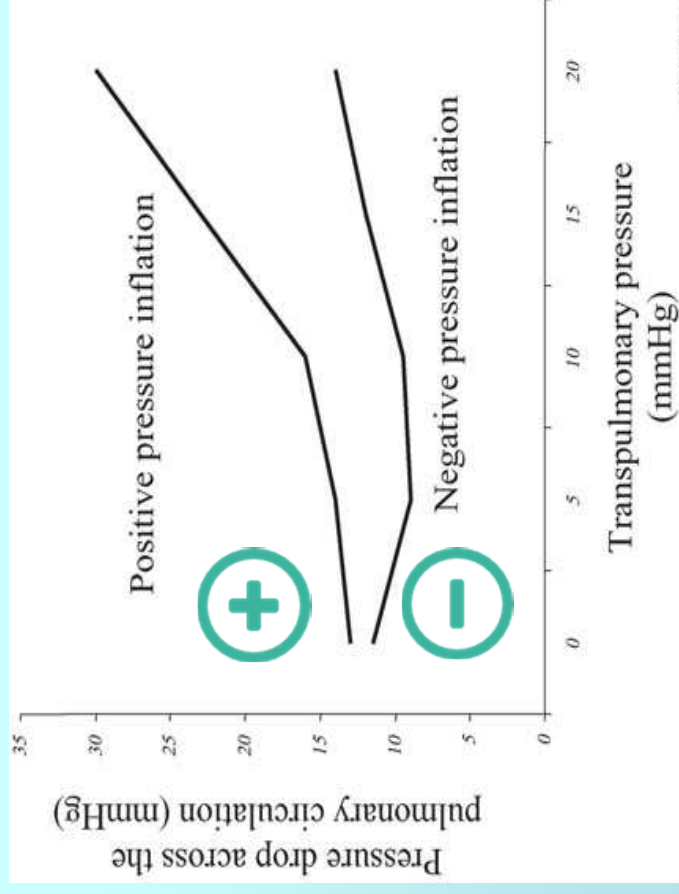
Ventilation mécaniques

Les problématiques



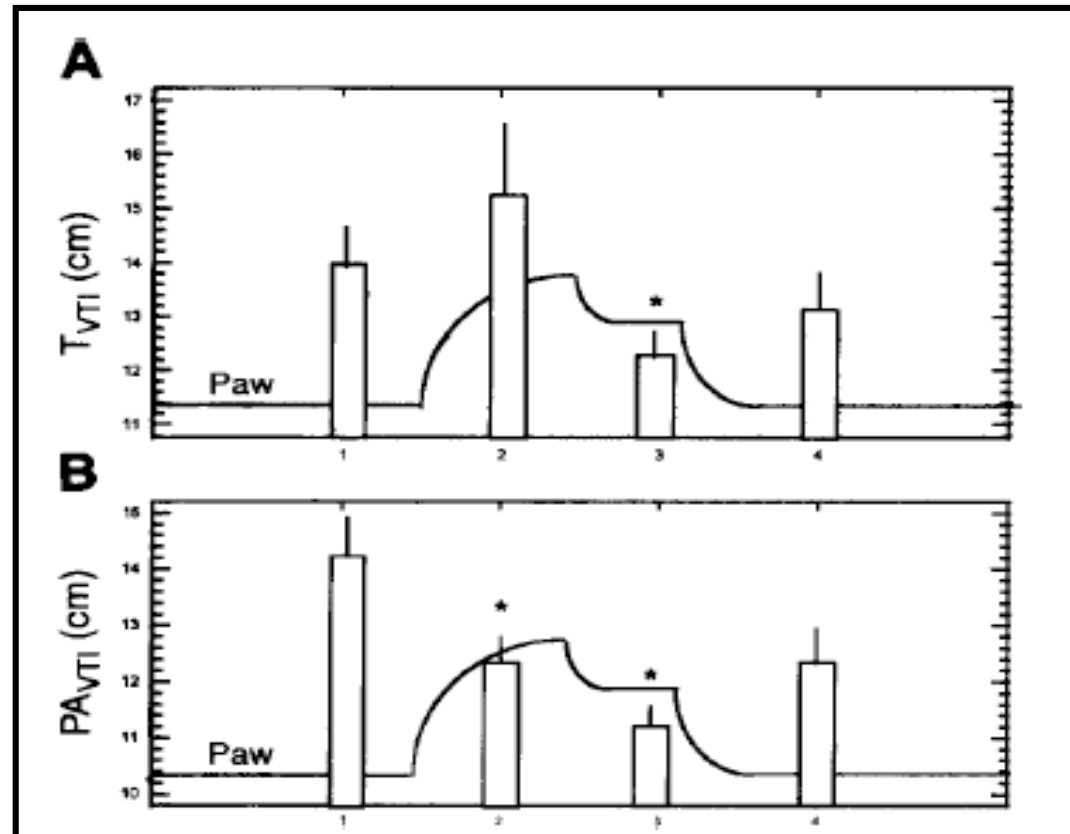


Critical Care



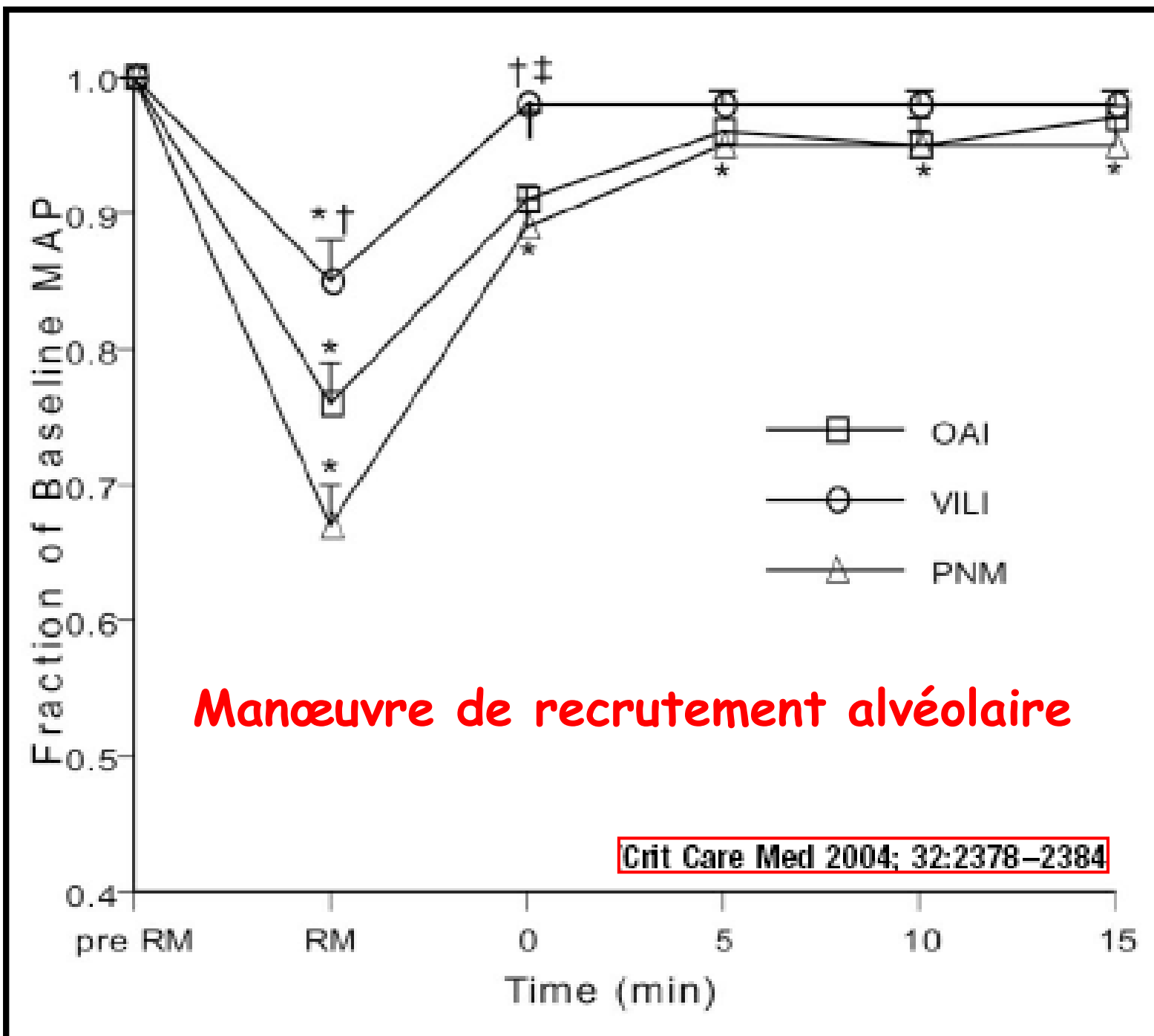
Critical Care

Palv & hémodynamique



Cyclic changes in right ventricular output impedance during mechanical ventilation

Antoine Vieillard-Baron, Yann Loubieres, Jean-Marie Schmitt, Bernard Page, Olivier Dubourg and François Jardin
Journal of Applied Physiology 87:1644-1650, 1999.



Bilan pré opératoire (1)

1. **Electrocardiogramme standard**
2. **Radiographie thoracique**
3. **Epreuve d'effort modérée sous contrôle médical
(test de marche de 6 min < 300 m) nle 681 (93) m
et F-80 m.**
4. **Gaz du sang artériel**

Bilan pré opératoire (2)

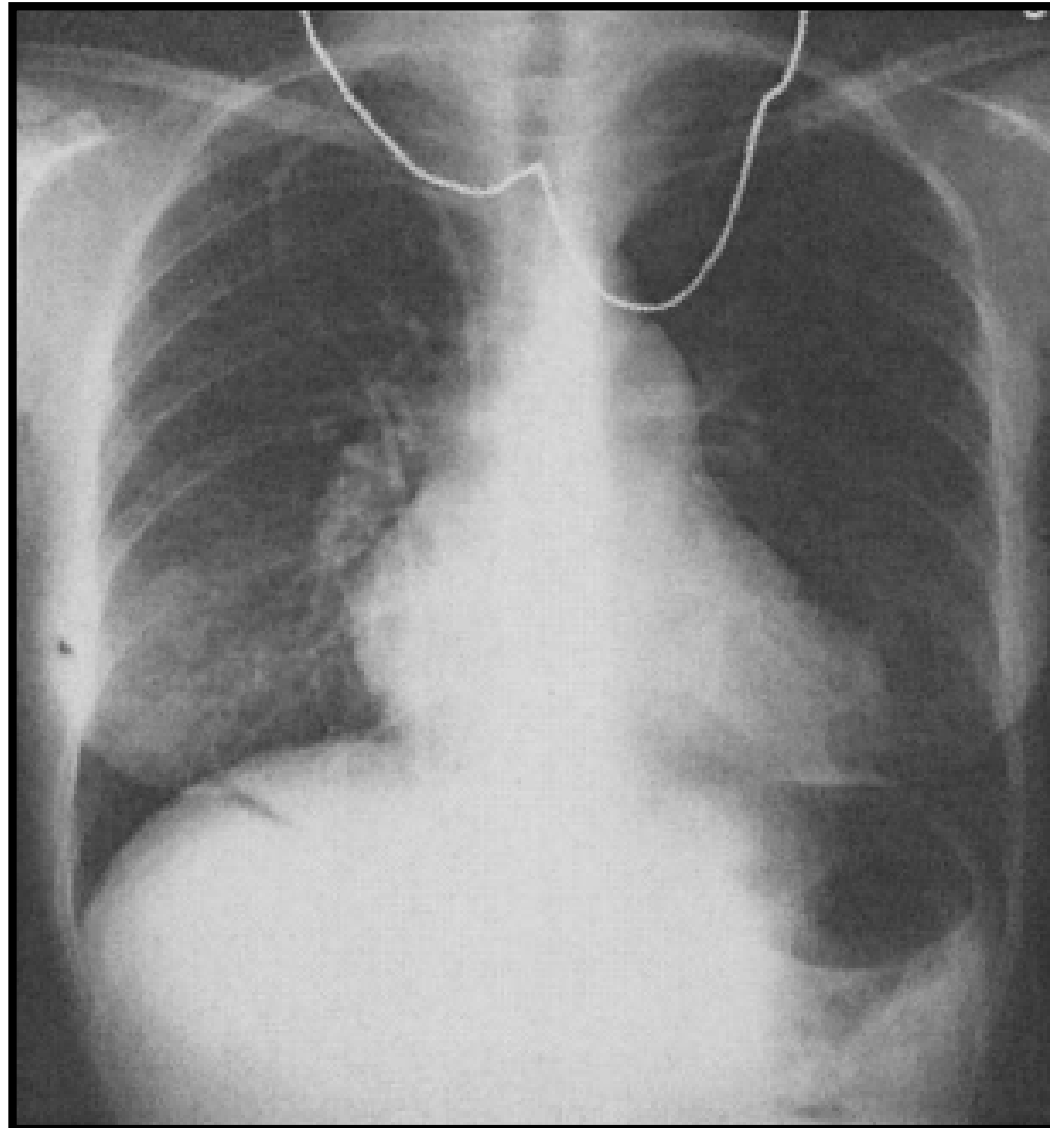
5. **Echocardiographie** : taille des cavités cardiaques droites (hypertrophie, dilatation), insuffisance tricuspidiennne, fonction diastolique et systolique myocardique droite, déplacement du septum interventriculaire, perméabilité du foramen ovale, estimation de la pression artérielle pulmonaire, distensibilité de l' artère pulmonaire, dilatation des veines sus-hépatiques et fonction du ventricule gauche (systolique et diastolique), grade de l' IT

Examen indispensable pour l' anesthésiste

6. **Cathétérisme cardiaque** : pressions pulmonaires, débit cardiaque, test de réactivité des pressions aux vasodilatateurs, perméabilité du foramen ovale, évaluation des artères coronaires

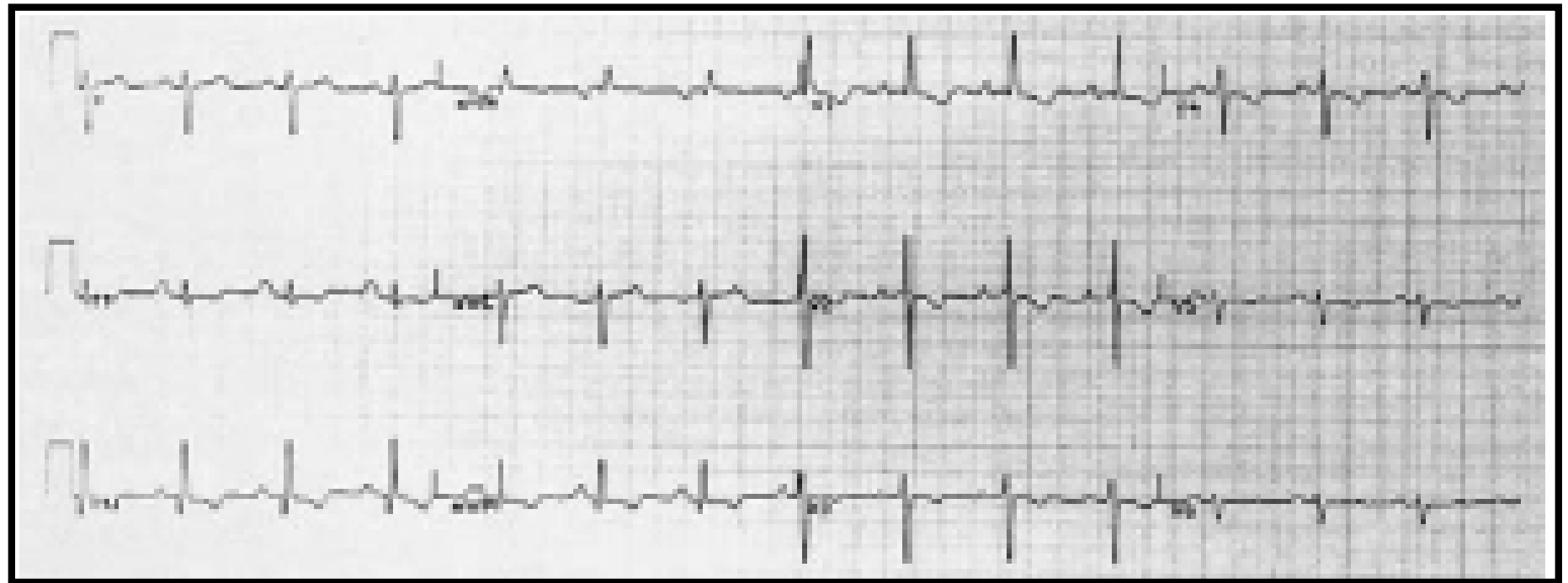
Examen de référence pour le staff médical

Radio pulmonaire typique



Vallerie V et al. ACC Current J Review, 2002; 11: 17-21

ECG: axe droit, BBdroit



Echocardiographie



A : Petit axe: VD dilaté, septum aplati

B : 4 cavités: VD et OD dilatés, VG et OG comprimés

Proc
Puiss
IPS
Profo

CEC



Aperçu:

1

FDR de crise d'HTAP peri-operatoire

Caractéristiques du patient

Caractéristiques de la chirurgie

Antécédents

- ASA ≥ 2
- Coronaropathie
- NYHA ≥ 2
- Apnée du sommeil
- Insuffisance rénale chronique
- HTP non traitée
- Embolie pulmonaire

ECG

- Déviation axiale droite
- Hypertrophie ventriculaire droite

Hémodynamique

- ETT
 - PAPS ≥ 70 mmHg
 - PAPS/PAS $\geq 0,66$
 - OD et VCI dilatées
 - Baisse VESG
- Cathétérisme droit
 - HTP
 - HTP mixte

- Risque intermédiaire ou élevé
- Chirurgie urgente
- Durée ≥ 3 h
- Catécholamines nécessaires

Petites cohortes de patients

BJA (2007) 99:184-90

Traitements pré opératoires

β Médicaments préanesthésiques

- u **Maintenir tous les vasodilatateurs pulmonaires**, tels la prostacycline inhalée, les inhibiteurs calciques, les inhibiteurs de la phosphodiesterase-5 (sildénafil, dipyridamole), les antagonistes des récepteurs à l'endothéline (bosentan) et l'oxygène.
- u Si l'hypertension artérielle pulmonaire a été détectée dans la période peropératoire immédiate et que l'intervention ne peut pas être différée, un traitement sildénafil (50 à 100 mg.j⁻¹) et L-arginine (15 g.j⁻¹) peut être débuté.
- u L'antivitamine K est relayée par l'héparine
- u **Prémédication** : sédation légère (midazolam) sans induire de dépression respiratoire (effet néfaste de l'acidose respiratoire), Atarax.

Blaise et al, Anesthesiology 2003 ; 99: 1415-32

TOUTES ANESTHESIES = RISQUES



- O₂ (**PAO₂** au max inhibe la **VPH**)
- Eviter l'**acidose**
- Eviter le bas débit avec chute de la **SVO₂**
- Eviter activation **sympathique**
- **NO** toujours disponible
- Monitoring **hémodynamique**
- **Ventilation protectrice de la circulation pulmonaire:**
 - Vt 6 ml/kg PBW
 - PEP mini 5 cmH₂O, Pplateau < 20 cmH₂O
 - Palv moy basse

Facteurs susceptibles de provoquer une HTAP

u Induction :

- ä Intubation**
- ä Hypotension systémique**
- ä Hypovolémie**

u Entretien :

- ä Hypovolémie**
- ä Gestes et manœuvres chirurgicaux**

u Réveil :

- ä Hyperactivité systémique**
- ä Hypoxie, hypercapnie, acidose, hypothermie...**

Principes anesthésiques



β Induction

- u **Les opiacés** (fentanyl, sufentanil, rémifentanyl) sont administrés à des doses permettant de bloquer la réaction à l'intubation. Ils n'ont pas d'action directe sur les vaisseaux pulmonaires.
- u **Le propofol** ($1-2 \text{ mg.kg}^{-1}$), ou l'étomidate ($0,2-0,4 \text{ mg.kg}^{-1}$) peuvent être utilisés
- u **Les curares** dépolarisants ou non dépolarisants peuvent être utilisés.

Principes anesthésiques

β Entretien de l'anesthésie

- u L'isoflurane, le desflurane, le sévoflurane peuvent être utilisés (l'expérience la plus importante a été acquise avec l'isoflurane).
- u Les opiacés/ALR doivent procurer une analgésie chirurgicale.
- u La myorelaxation est maintenue en fonction des nécessités chirurgicales.

β Monitoring

- u Cathéter artériel avant induction
- u Pression veineuse centrale sur VVC, variations
- u Picco Flotrac CardioQ variations
- u Echocardiographie transoesophagienne +++
- u Plus rarement cathéter de Swan-Ganz
- u ScVO₂ +++

I) General Physiologic Considerations

- Continue pre-operative PH specific medications
- Optimize fluid balance
 - Avoid low and excessive volume
- Ensure adequate pain control
- Maintain systemic perfusion pressure
 - Avoid systemic vasodilators
 - Maintain sinus rhythm
 - Use pressors if necessary
- Minimize increases in RV afterload
 - Correct hypoxemia and acidosis
 - Pulmonary specific vasodilators may be useful
- Prevent and aggressively treat RV ischemia and failure (see Figure 4)

II) Intubation

- Use opioids, midazolam, or etomidate to minimize sympathetic and cardio-respiratory response
- Rapid sequence intubation to avoid respiratory acidosis
- Be prepared for systemic hypotension post-intubation due to preload dependency

III) Induction

- Opioids, lidocaine permissible
- Muscle relaxants are safe

IV) Maintenance

- Volatile anesthetic agents may be used
- Opioids and muscle relaxants should be used

V) Mechanical Ventilation during Anesthesia

- Use lung protective strategy with low tidal volume (6 mL/kg and plateau pressure <30 cm H₂O)
- Optimize oxygenation by relying on increases in FiO₂ rather than PEEP
- Use PEEP judiciously and avoid compromising pre-load and causing systemic hypotension

VI) Monitoring

- Systemic blood pressure - arterial line preferred to non-invasive monitoring in unstable patients
- Central venous pressure or PA catheter monitoring (see text for details)
- Mixed venous O₂
- Trans-esophageal echocardiography (see text for details)

Facteurs aggravant une HTAP en périopératoire

Accident thromboembolique	Grossesse, cure de varices
Embolie gazeuze (CO ₂)	Coeliochirurgie
Embolie gazeuze (Air)	Chirurgie en position assise (Neurochirurgie), Chirurgie hémorragique (hépatique, rachidienne, polytraumatisme)
Ciment osseux	Chirurgie orthopédique
Protamine	Chirurgie cardiaque
Circulation extracorporelle	Chirurgie cardiaque
Syndrome d'ischémie – reperfusion	Clampage aortique, transplantation pulmonaire
Amputation vasculaire pulmonaire	Pneumonectomie

Traitement de la crise d'HTAP per op

TOUJOURS DISPONIBLE

- 👉 O₂
- 👉 NO : 10 à 20 ppm

PETITS MOYENS

- 👉 Magnésium (1,5 g x 2 x 3)
- 👉 Milrinone (Corotrope®) (bolus 50 µg.kg⁻¹, puis 0,5-0,7 µg.kg⁻¹.mn⁻¹)
- 👉 Inhibiteurs calciques

CRISE SEVERE

- 👉 Prostacycline = époprosténol (Flolan® : flacon de 0,5 ou 1,5 mg) :
 - ↪ Inhalation intermittente 50 µg → 50 ml (ClNa 0,9 %) 15 min = 15 à 20 µg par aérosol
 - ↪ Inhalation continue : 50 ng.kg⁻¹.min⁻¹ ; 1,5 mg prostacycline/100 ml de tampon glycine
 - Aérosol spécifique continu, branche inspiratoire respirateur
 - ↪ Intra-veineuse (demie-vie 5 mn): 4 à 10 ng.kg⁻¹.min⁻¹

Hypotension en période peropératoire

1 - Volémie ? / Agents anesthésiques

2 - Inotropes (Dobutamine : β adrénergique) : ↗ AMPc (muscles lisses, myocarde), vasodilatation pulmonaire, ↗ débit cardiaque

3 - Inhibiteur phosphodiesterase-3 (Milrinone) : ↗ AMPc, hypotension artérielle systémique (faibles doses)

[Bradford KK et al. J Cardiovasc Pharmacol, 2000; 36: 146-51]

4 – Vasoplégie, sepsis :

→ Eviter ischémie myocardique par ↗ P perfusion coronarienne

→ Métabolisée par cellule endothéliale pulmonaire. Dans HTAP, ↘ métabolisme (attention aux effets excessifs).

Hypotension en période peropératoire

Hemodynamic Characteristics	CO	↔ or ↑			
	CVP	↔	↓↓	↑	
	PCWP	↔ or ↓	↓	↓	↔
	PAP	↔ or ↑	↓	↔ or ↑	↓
Etiology		↓ SVR	↓ RV preload	↑ PVR ↑ RV afterload	↓ RV contractibility
Management		– Treat cause of ↓ SVR eg. sepsis – Combination inotropics, vasopressors, and pulmonary vasodilators – Cautious volume infusion	– Volume infusion	– Correct cause of ↑ PVR eg. hypoxia, acidosis, etc. – Pulmonary vasodilators	– Treat cause eg. RV infarction – Pulmonary vasodilators – Inotropic agents

Réveil et période postopératoire

β Surveillance en unité spécialisée :

- u Crise HTAP
- u Embolie pulmonaire
- u Troubles du rythme
- u Dérégulation milieu intérieur

Douleur = Dépression respiratoire

β Analgésie optimale

- u Locorégionale PCEA
- u PCA

β Réajustement ou reprise du traitement de l'HTAP (périodes où accidents graves dans les 2 mois post-opératoires) centre de référence

- u Vasospasme
- u Embolie
- u Arythmie
- u Haut tonus sympathique
- u Excès d'hydratation

Danger : Insuffisance cardiaque droite

Blaise et al, Anesthesiology 2003; 99: 1415-32

Burrows et al, Can Anaesth Soc J 1986; 33: 606-28

I) Consider invasive hemodynamic monitoring

II) Maintain adequate systemic perfusion pressure

- Maintain adequate RV preload
 - CVP ~ 12-15 cm H₂O
- Pressors to maintain SBP
 - Prefer Dopamine or NE
 - mSBP > 60-65 mm Hg
- Maintain normal to high contractility

III) Identify and treat co-morbid conditions

PE, Dysrhythmias, Infection, Electrolyte imbalance, Anemia

IV) ↓ RV afterload

- Treat hypoxia aggressively
- Treat acidosis
 - Respiratory (Maintain PaCO₂ 35-40 mmHg)
 - Metabolic (Maintain normal pH)
- Avoid hypothermia / shivering
- Avoid wide swings and excesses in AW pressure
- Pulmonary vasodilators to ↓ increase in PVR

V) Prevent RV ischemia and acute RVF (Table 5)

VI) Initiate mechanical circulatory support if indicated

- Mechanical fluid removal (ultrafiltration)
- IABP
- ECMO