

ANESTHÉSIE ET DISPOSITIFS D'ASSISTANCE VENTRICULAIRE

Gabriel Paquin-Lanthier

Journée scientifique des résidents
22 avril 2017

OBJECTIF

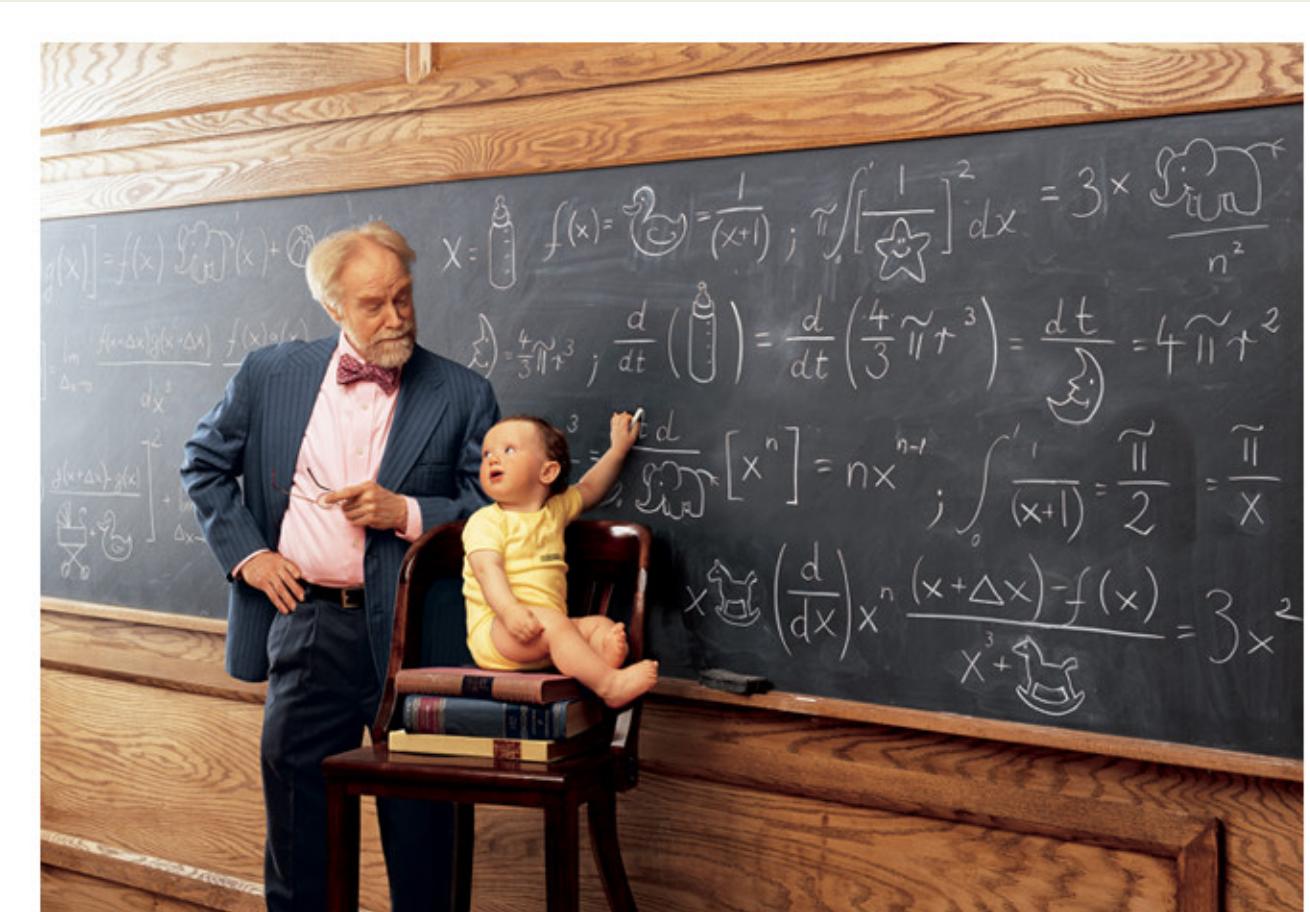
- Reconnaître les problèmes potentiels de l'utilisation de dispositifs d'assistance ventriculaire et proposer des solutions dans le contexte périopératoire
 - *LVAD en chirurgie non cardiaque*

Conflits d'intérêt

- Aucun

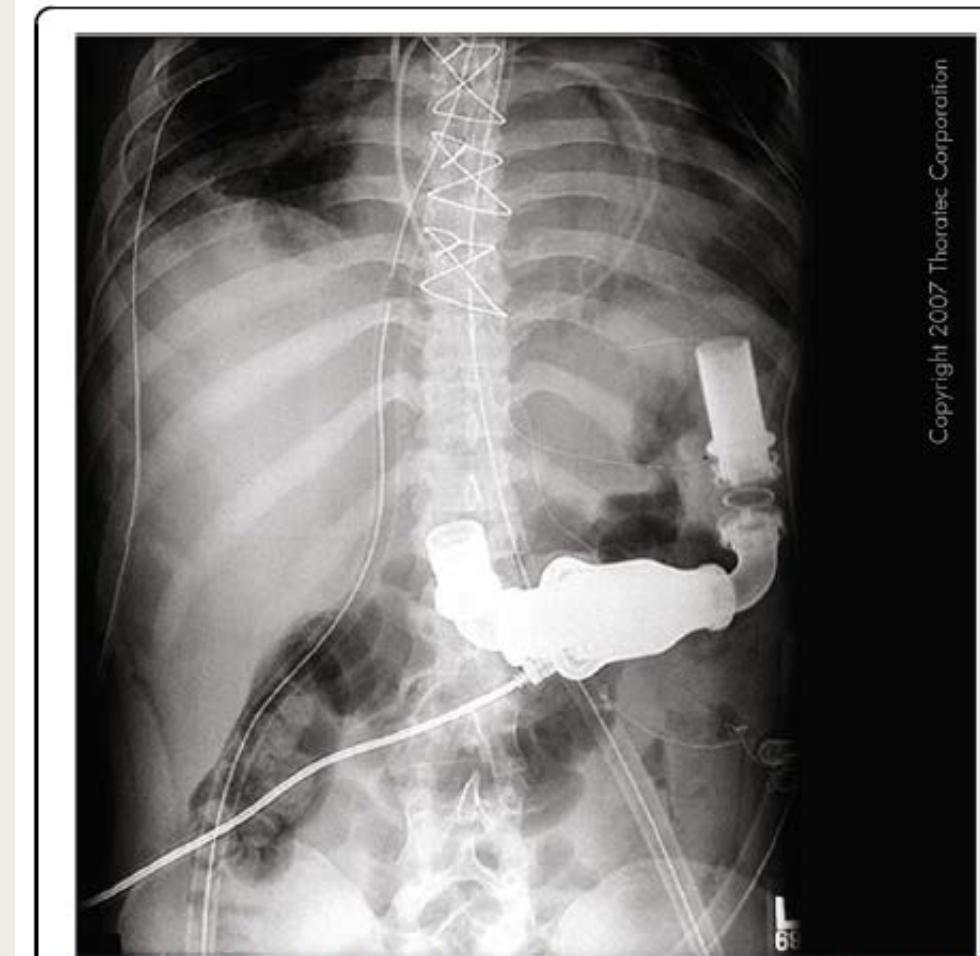
PLAN

- Mise en situation
- Dispositifs d'assistance ventriculaire
 - *Indications*
 - *Modalités*
 - *Physiologie*
- Gestion hémodynamique
- Considérations anesthésiques
 - *Pré-opératoire*
 - *Intra-opératoire*
 - *Post-opératoire*
- Conclusions



Mise en situation

- H 45 ans CMNI FEVG 10 %
- HeartMate II en BTT
- Dlr FID + N/V + lipothymie
- Alarmes « low flow »
- Alerte
- TA et Sat impossibles, pas de pouls
- RS 110 bpm
- INR 3.5 Hb 98
- Appendicite aigüe au scan

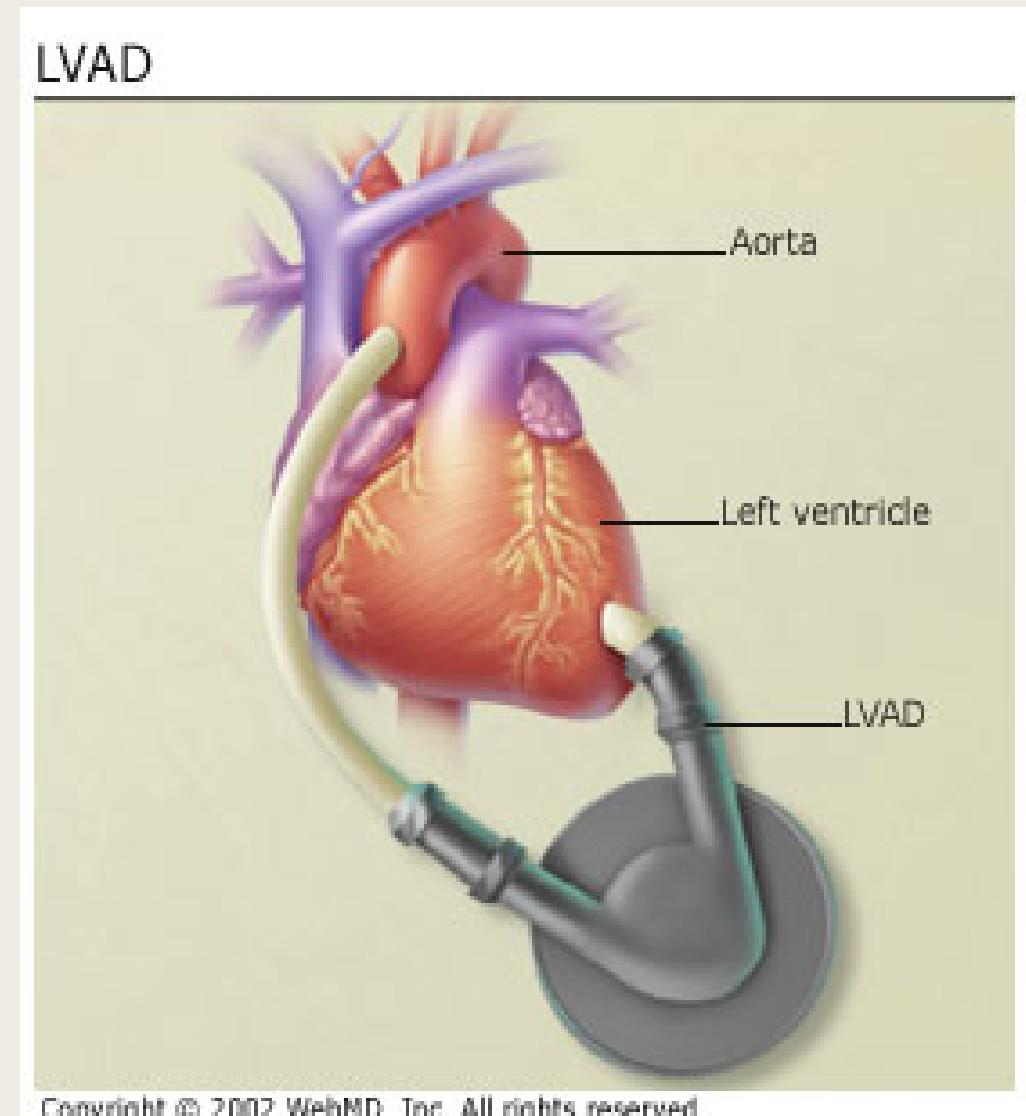


Copyright 2007 Thoratec Corporation

Fig. 3 Chest X-ray showing radiographic appearance of Heartmate 2. Legend – This shows the radiographic appearance of the inflow and outflow tracts of the Heartmate 2 device. Note the power and control cable attached to the pump unit

Principes de l'assistance ventriculaire

- Inflow (apex VG) → Pompe → Outflow (aorte)
- ↑ débit cardiaque → ↑ perfusion organes cibles
- Décomprime le ventricule gauche → ↓ congestion pulmonaire et ↓ remodelage VG



Indications d'assistance ventriculaire

- Bridge to transplantation (BTT)
- Destination therapy (DT)
- Bridge to decision / candidacy
- Bridge to recovery (associé à tx médical)

Modalités d'assistance ventriculaire

- Plusieurs classifications
 - *Long terme vs court terme*
 - *Implanté vs externe*
 - *LVAD vs RVAD vs BiVAD vs cœur artificiel total*
 - *1^{ère} génération (flot pulsatile) vs 2^e (flot continu axial) vs 3^e génération (flot continu centrifuge)*
- **85% = LVAD implanté à long terme avec flot continu**

Devices implantés - composantes

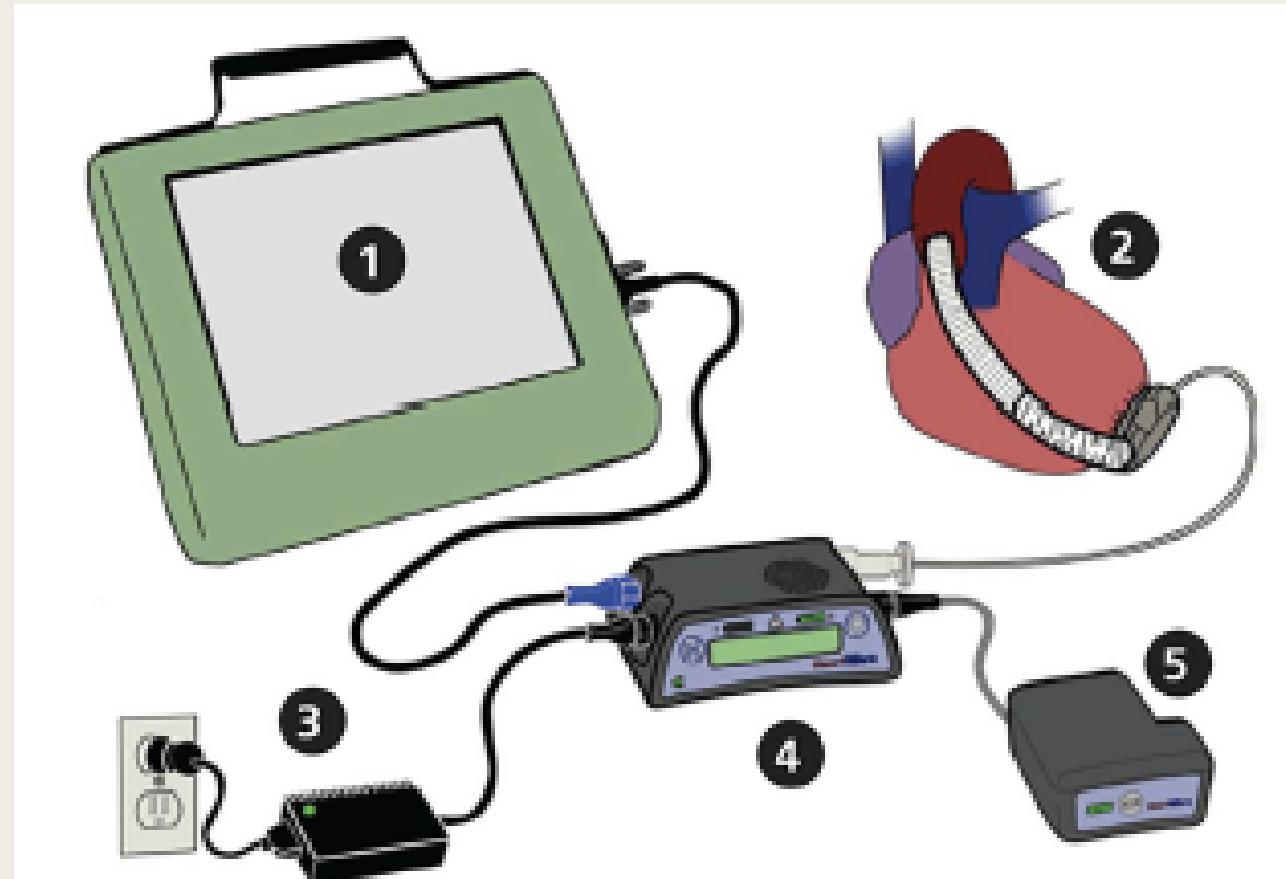
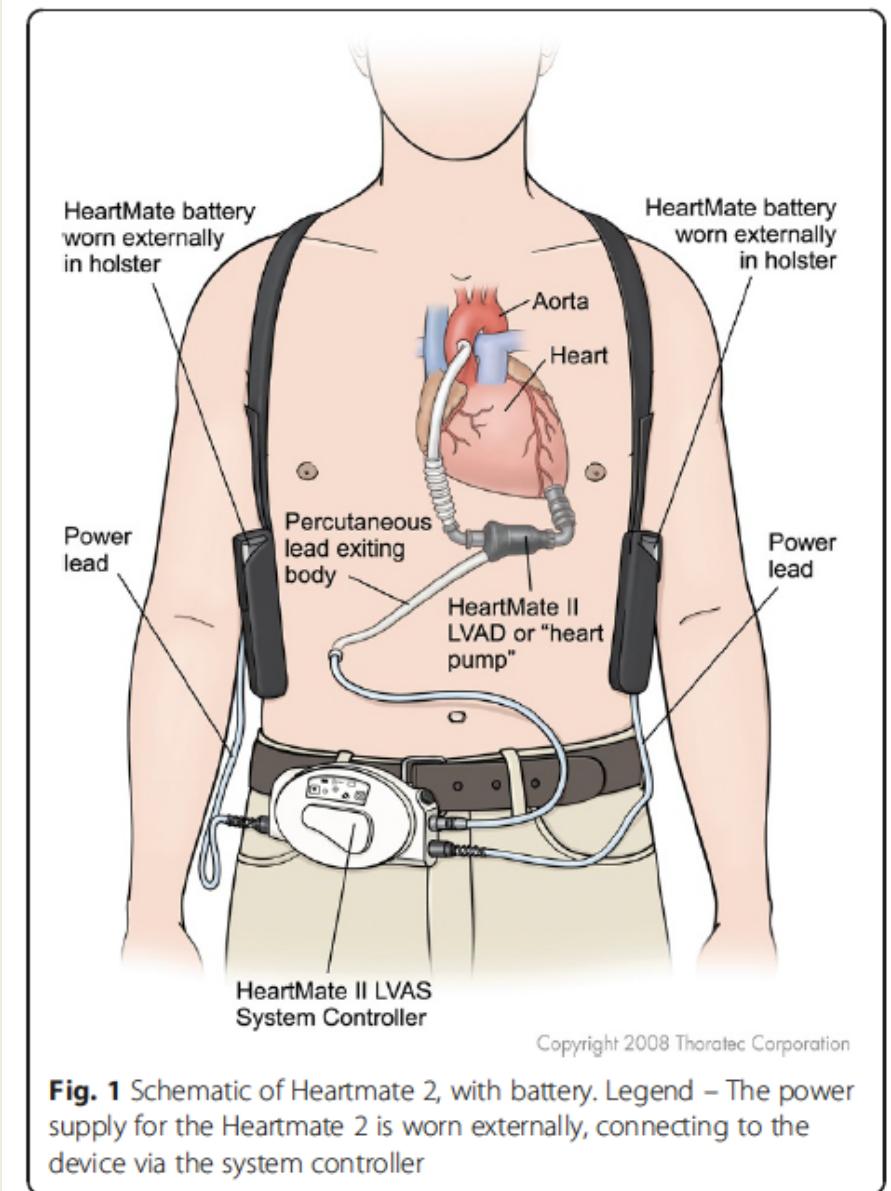


Figure 1 HeartWare Ventricular Assist System. An example of a left ventricular assist device (LVAD) with the peripheral components. (1) Monitor (for home use only), (2) LVAD pump (type HeartWare), (3) AC adapter (for home use only), (4) controller and (5) battery.

Source : Vierecke et al.
2015

HeartMate II (2^e gen) vs HeartWare (3^e gen)



©2017 UpToDate®

The HeartWare Ventricular Assist System

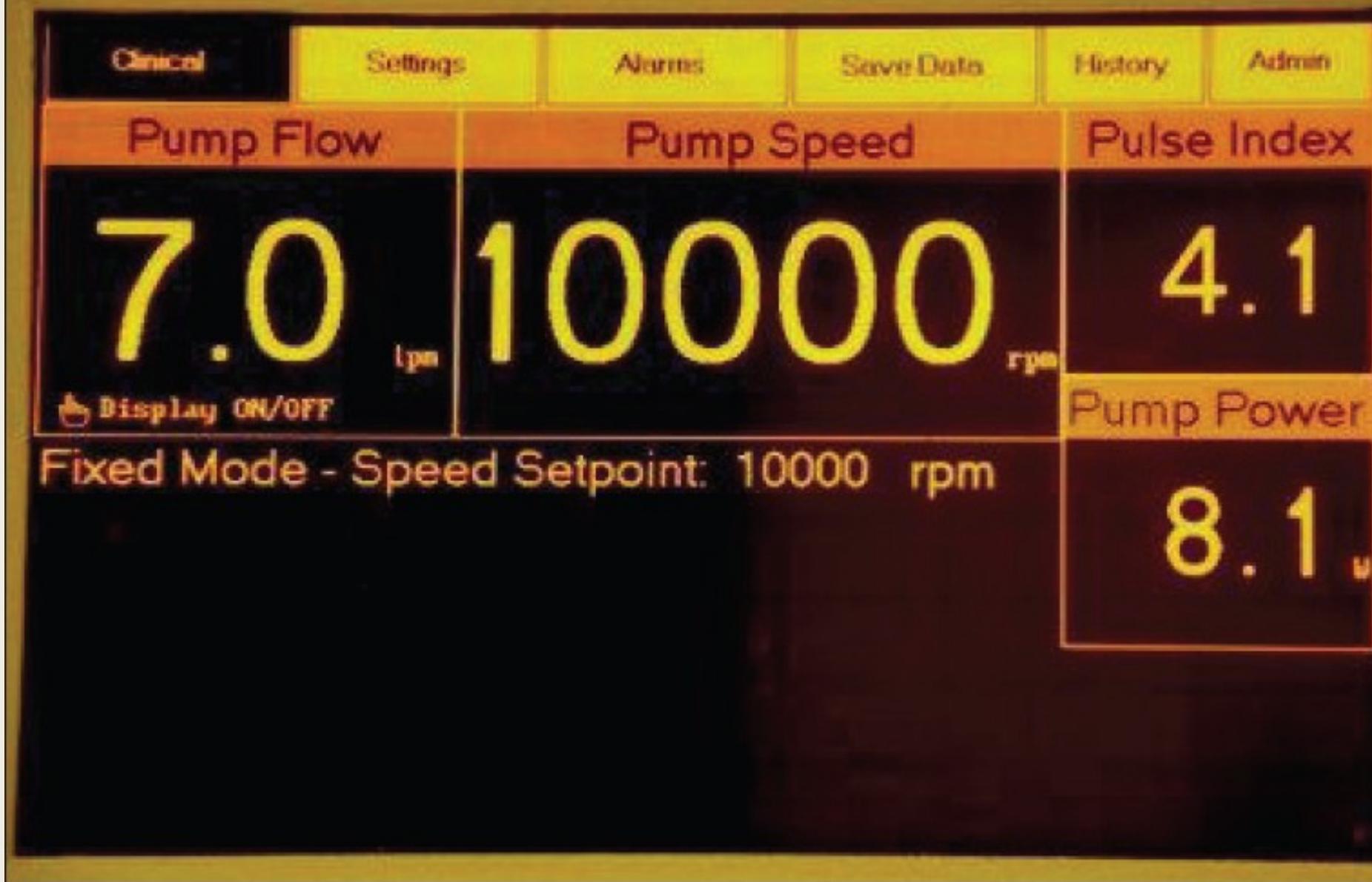


Note the rotor is magnetically levitated.

Reproduced with permission. Copyright © 2012 HeartWare, Inc. www.heartware.com.

Physiologie du LVAD

- Débit cardiaque :
 - *Débit du LVAD*
 - *Débit trans-aortique*
- Débit du LVAD (dérivé de la puissance en W) :
 - *Vitesse du rotor (fixe)*
 - *Précharge*
 - *Postcharge*
 - *Fonction VD*
- Débit trans-aortique (index de pulsatilité) :
 - *Fonction résiduelle du VG*
 - *Résistance de la valve aortique*
 - *Conditions de charge*

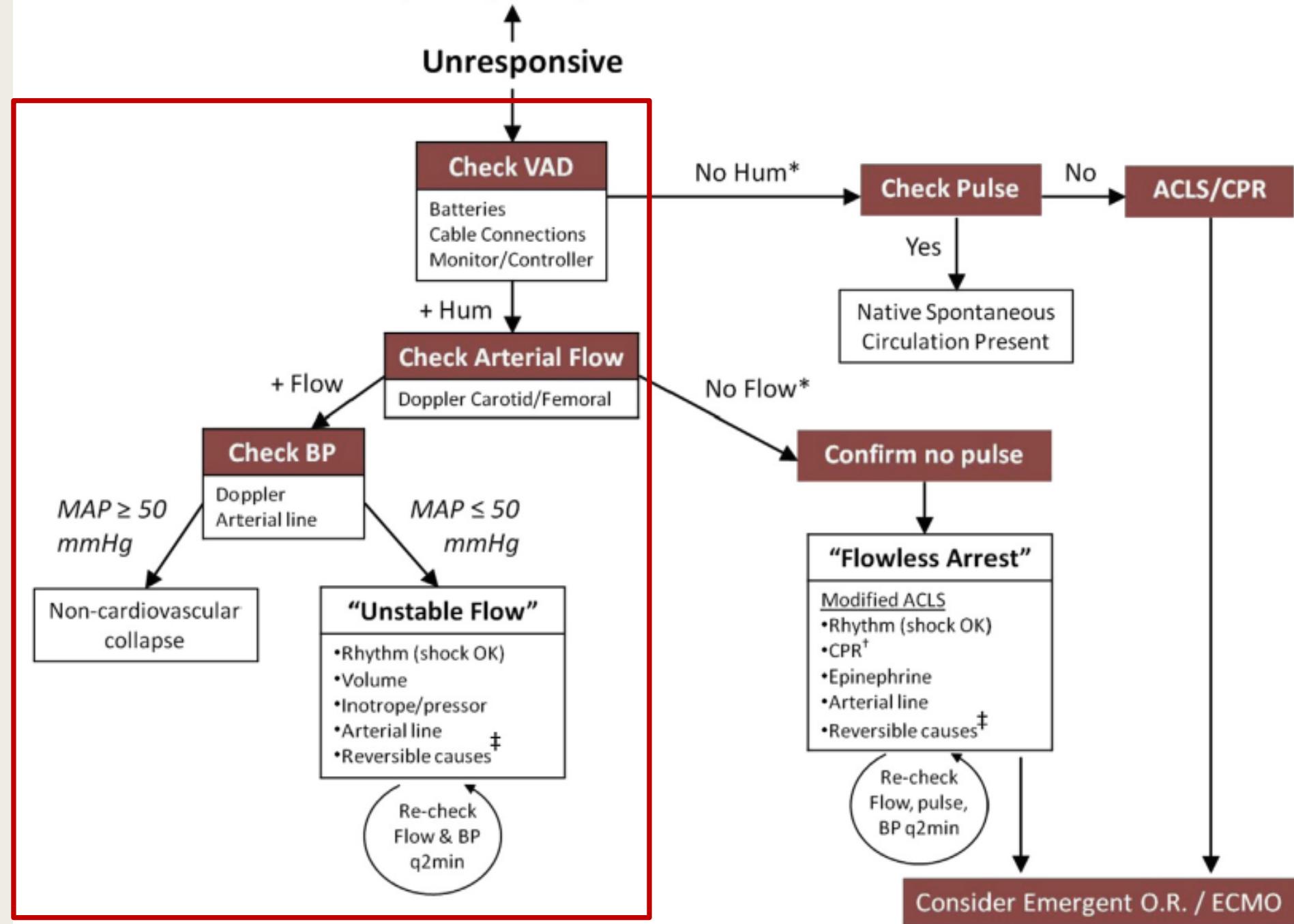


Source :
Satishkumar
et al. 2012

Gestion hémodynamique du patient avec assistance ventriculaire

- Algorythme
- Hypotension avec bas débit
- Hypotension avec débit préservé
- ACLS/RCR

Airway Management per ACLS



Source: Garg et al. 2014

Hypotension – DDX

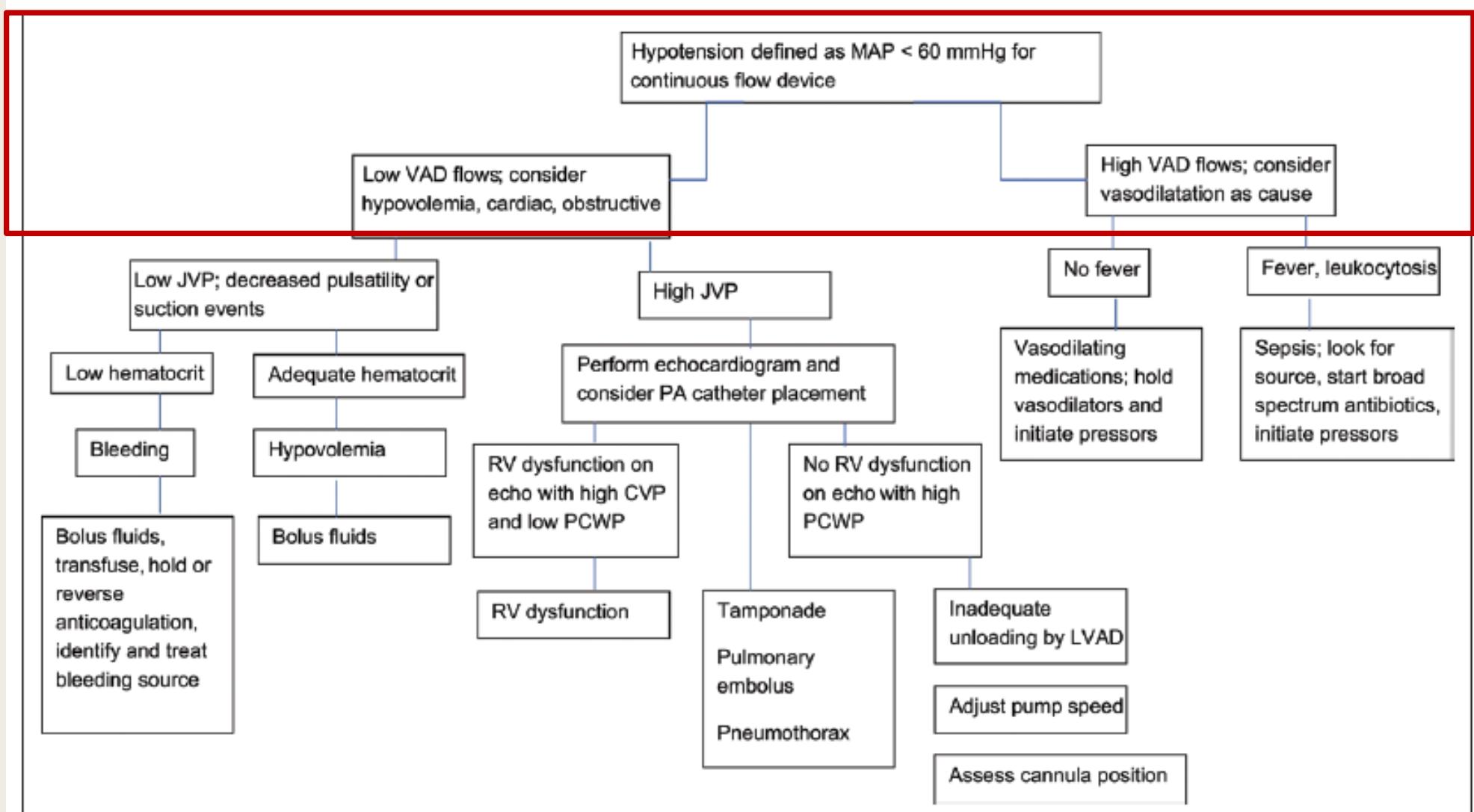


Figure 7. Diagnosis and management of hypotension. MAP = mean arterial pressure, VAD = ventricular assist device, JVP = jugular venous pressure, PA = pulmonary artery, RV = right ventricular, CVP = central venous pressure, PCWP = pulmonary artery occlusion pressure, LVAD = left ventricular assist device. Reproduced with permission from Feldman et al (51). Adaptations are themselves works protected by copyright. So in order to publish this adaptation, authorization must be obtained both from the owner of the copyright in the original work and from the owner of copyright in the translation or adaptation.

Source:
Pratt et
al. 2014

Hypotension – DDX

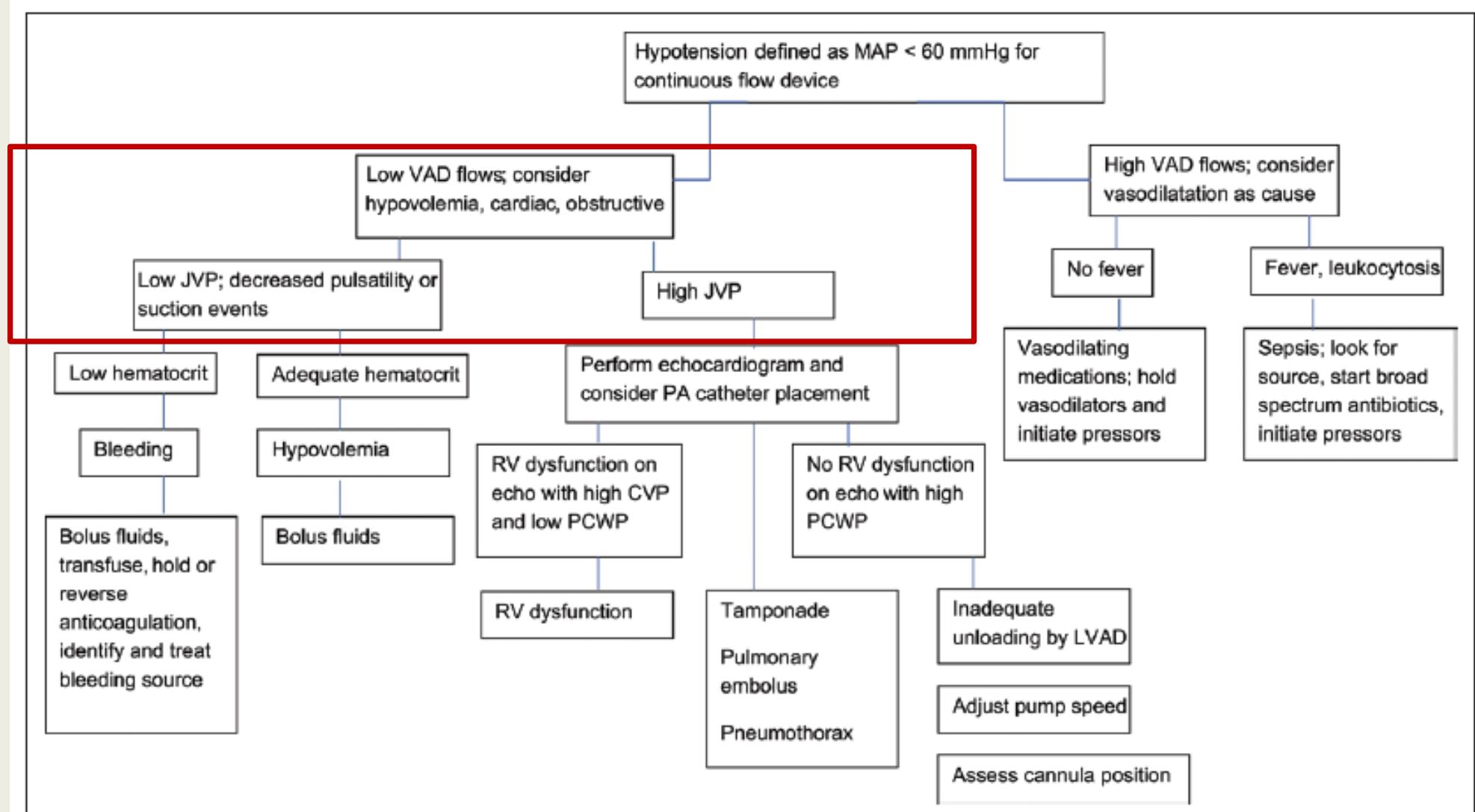
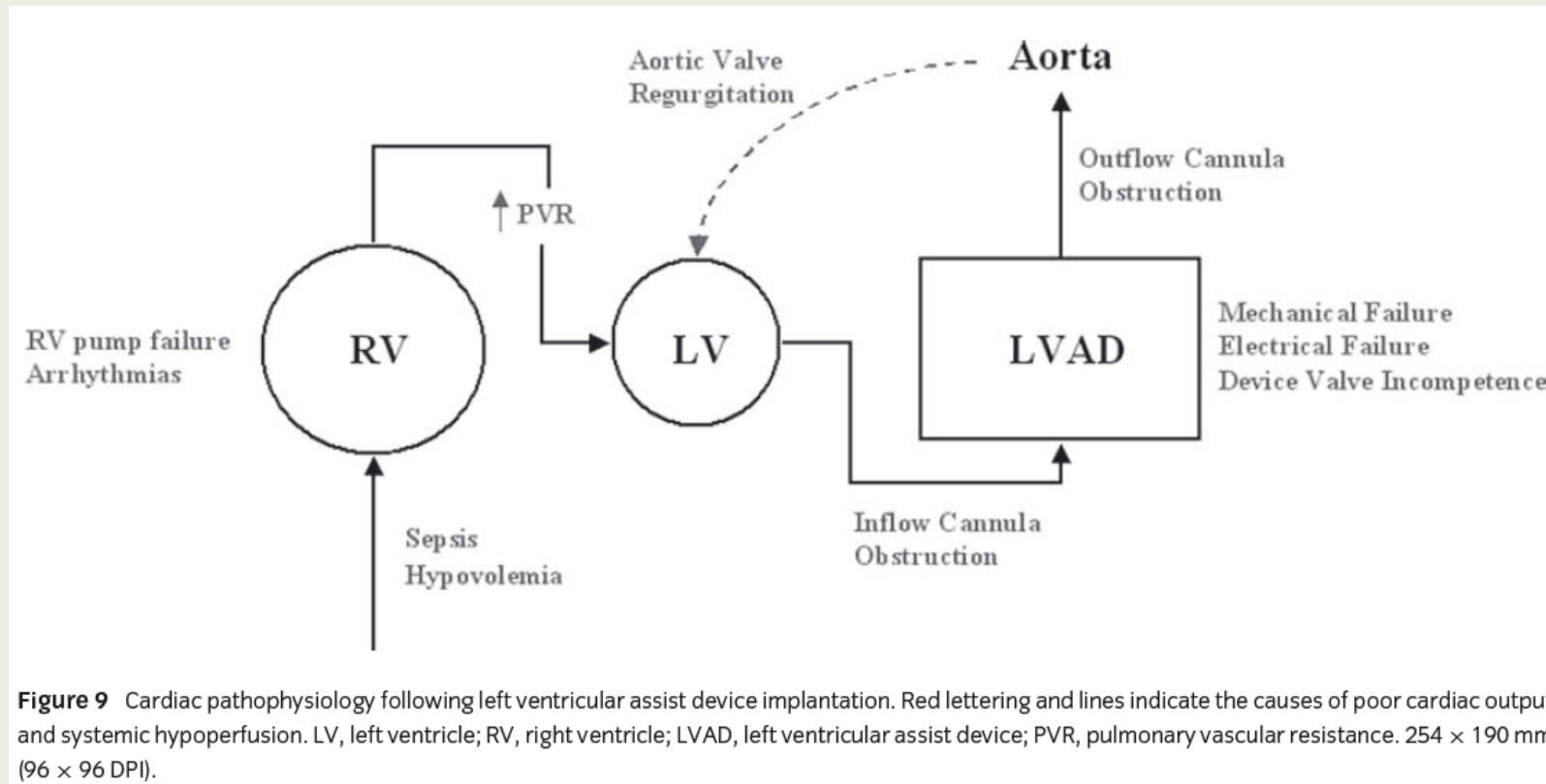


Figure 7. Diagnosis and management of hypotension. MAP = mean arterial pressure, VAD = ventricular assist device, JVP = jugular venous pressure, PA = pulmonary artery, RV= right ventricular, CVP = central venous pressure, PCWP = pulmonary artery occlusion pressure, LVAD = left ventricular assist device. Reproduced with permission from Feldman et al (51). Adaptations are themselves works protected by copyright. So in order to publish this adaptation, authorization must be obtained both from the owner of the copyright in the original work and from the owner of copyright in the translation or adaptation.

Source:
Pratt et
al. 2014

Bas débit du VAD – DDX

- TVC basse
 - *Hypovolémie*
 - *Saignement*
- TVC élevée
 - *Défaillance D*
 - *Arrythmies*
 - *Défaillance de pompe (rare)*
 - *Obstruction (suction, thrombus, HTA, tamponade, ...)*



Source: Sayer et al. 2009

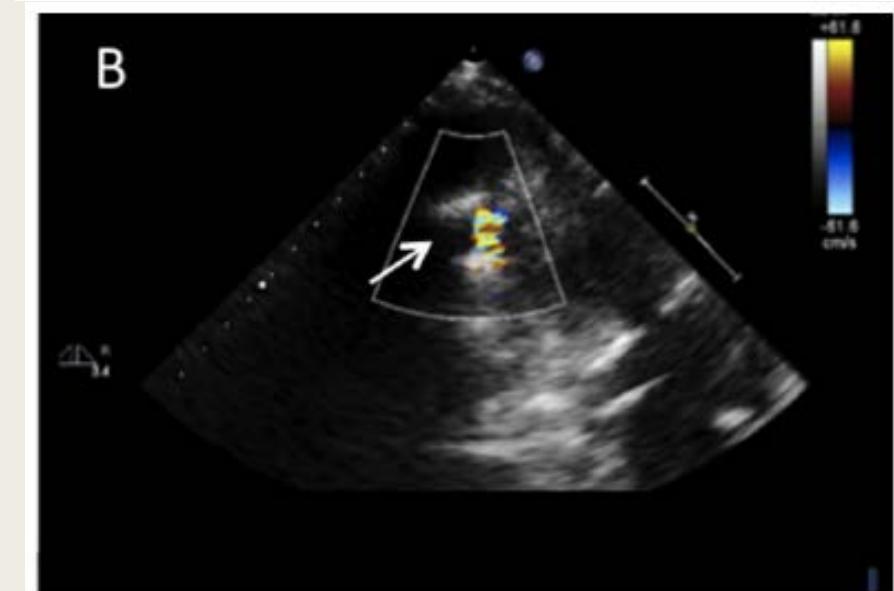
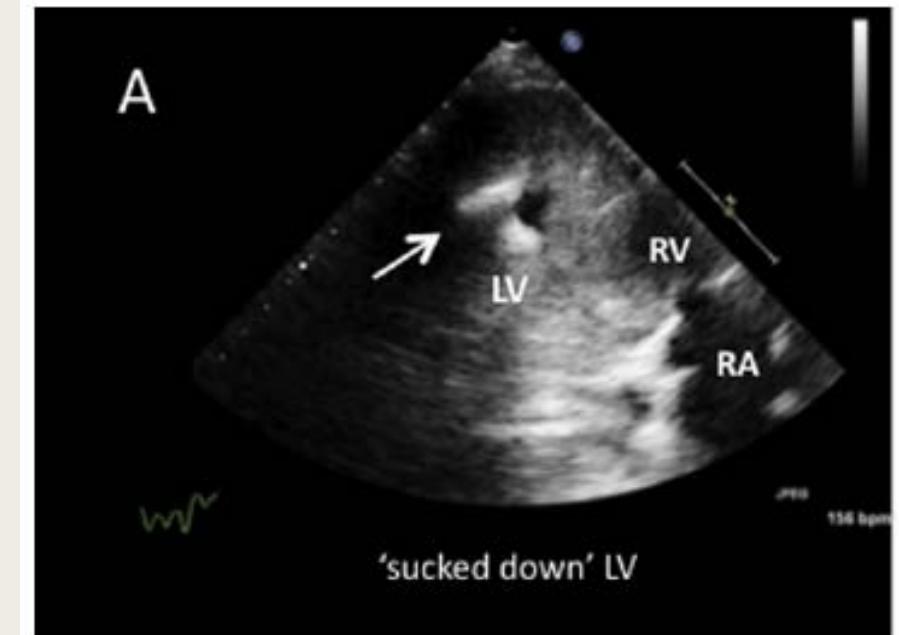
Saignement et LVAD

- Causes multiples
 - Anticoagulation + ASA
 - Maladie de von Willebrand acquise
 - Dysfonction plaquettaire
 - MAV intestinale (*flot continu*)
- Endoscopie GI = procédure non cardiaque #1



« Suction event »

- Causé par hypovolémie, déplacement de canule inflow, arrythmies, ...
- Variations de la puissance et IP
- Associé à arrythmies ventriculaires
- Réponse du device: ↓ vitesse puis ↑ graduelle
- TX initial = expansion volémique
- Avis chirurgie cardiaque



Source: Steinbeck et al. 2009

Thrombose de pompe

- Pic 1 mois post implantation
- ↑ graduelle de la puissance (jours)
- Surestimation du débit cardiaque par le device
- DX : écho ou scan
- Tx : anticoagulation
 - +/- thrombolyse
 - +/- chx

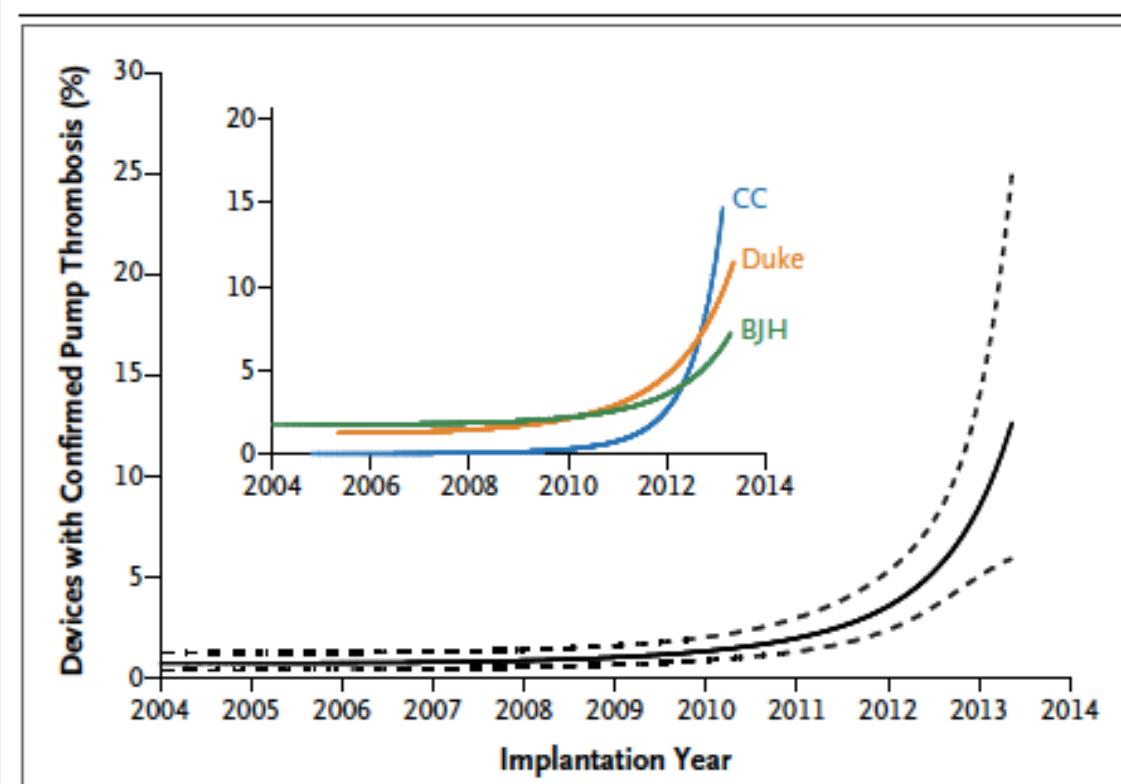
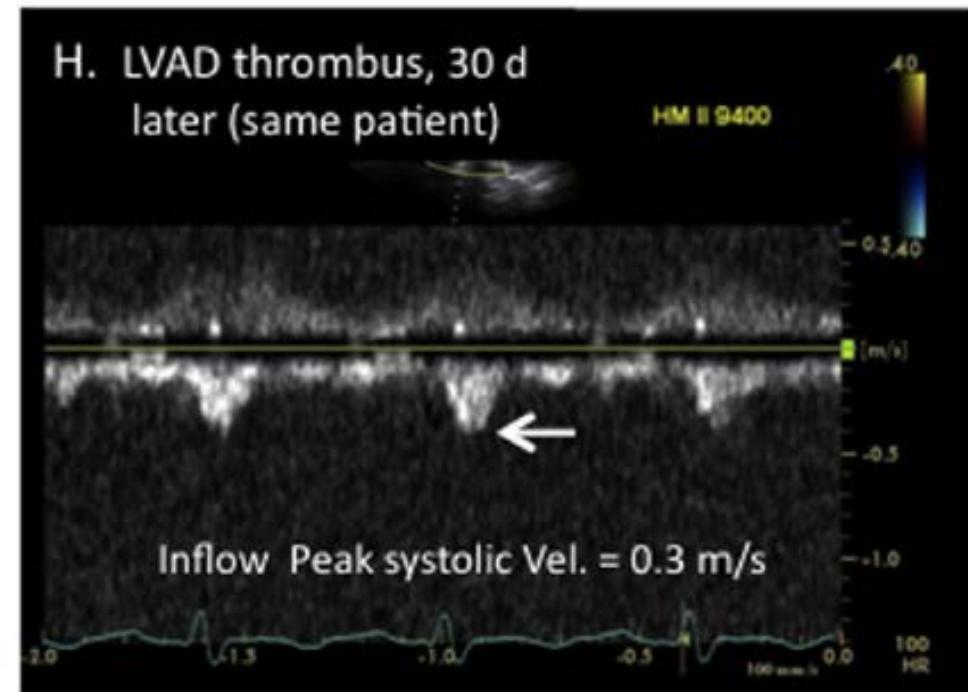
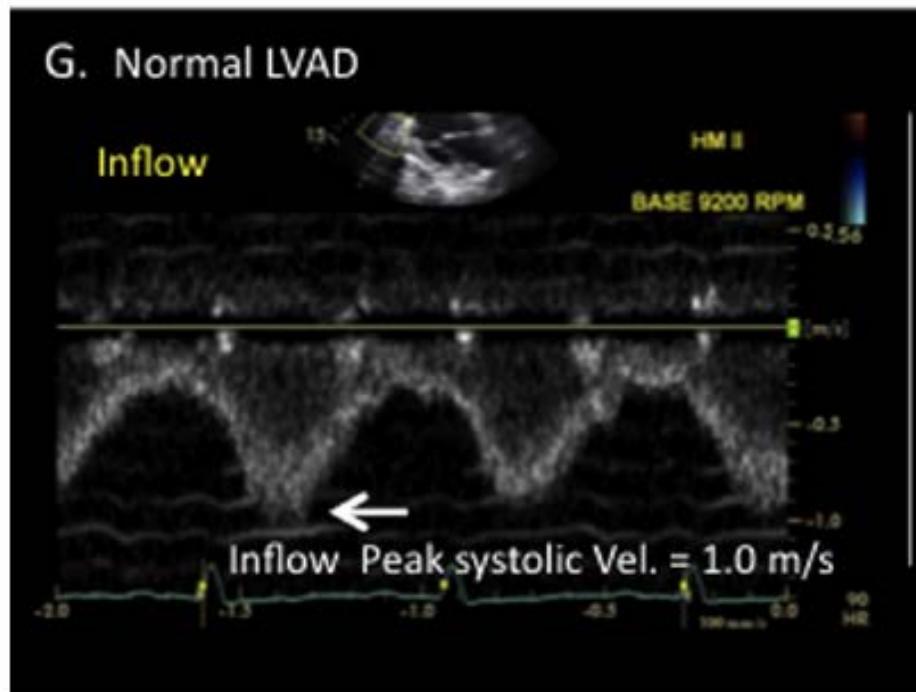
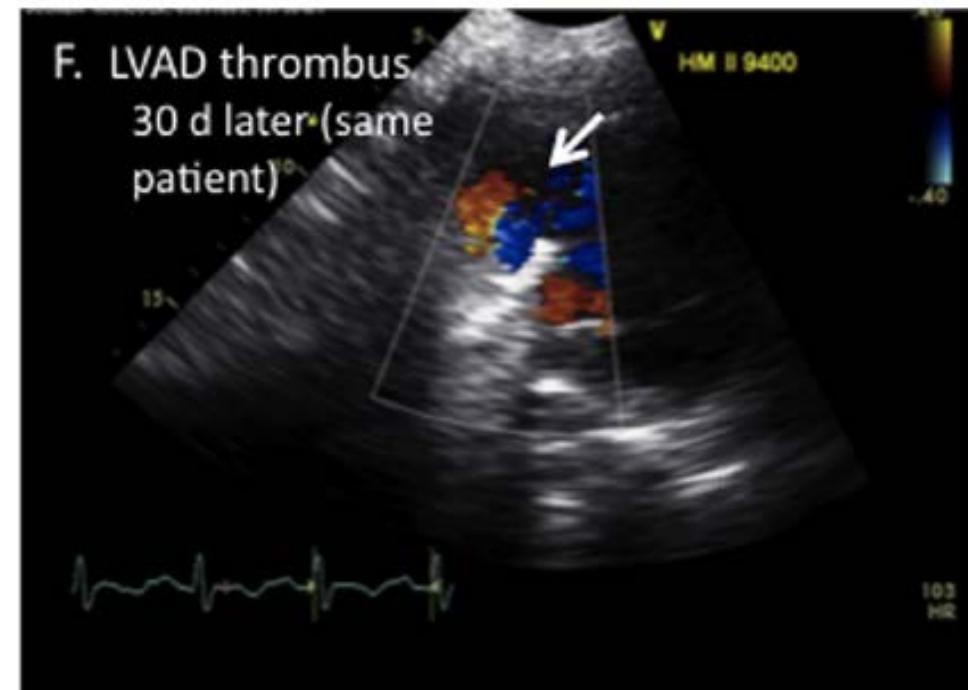
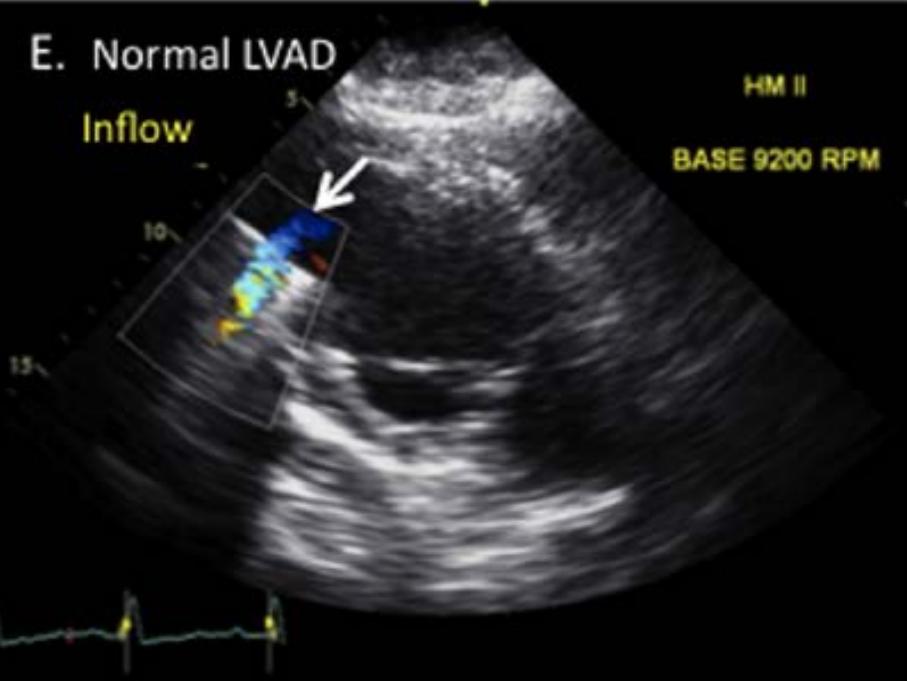


Figure 1. Overall Occurrence of Confirmed Pump Thrombosis at 3 Months after HeartMate II Implantation.

Dashed lines represent the 95% confidence interval. There was a steep increase in the occurrence of thrombosis starting in early 2011. The inset shows the changing occurrence of confirmed pump thrombosis according to study site (Cleveland Clinic [CC], Barnes–Jewish Hospital [BJH], and Duke University Medical Center [Duke]).



Source:
Steinbeck et al. 2009

Arrythmies ventriculaires malignes

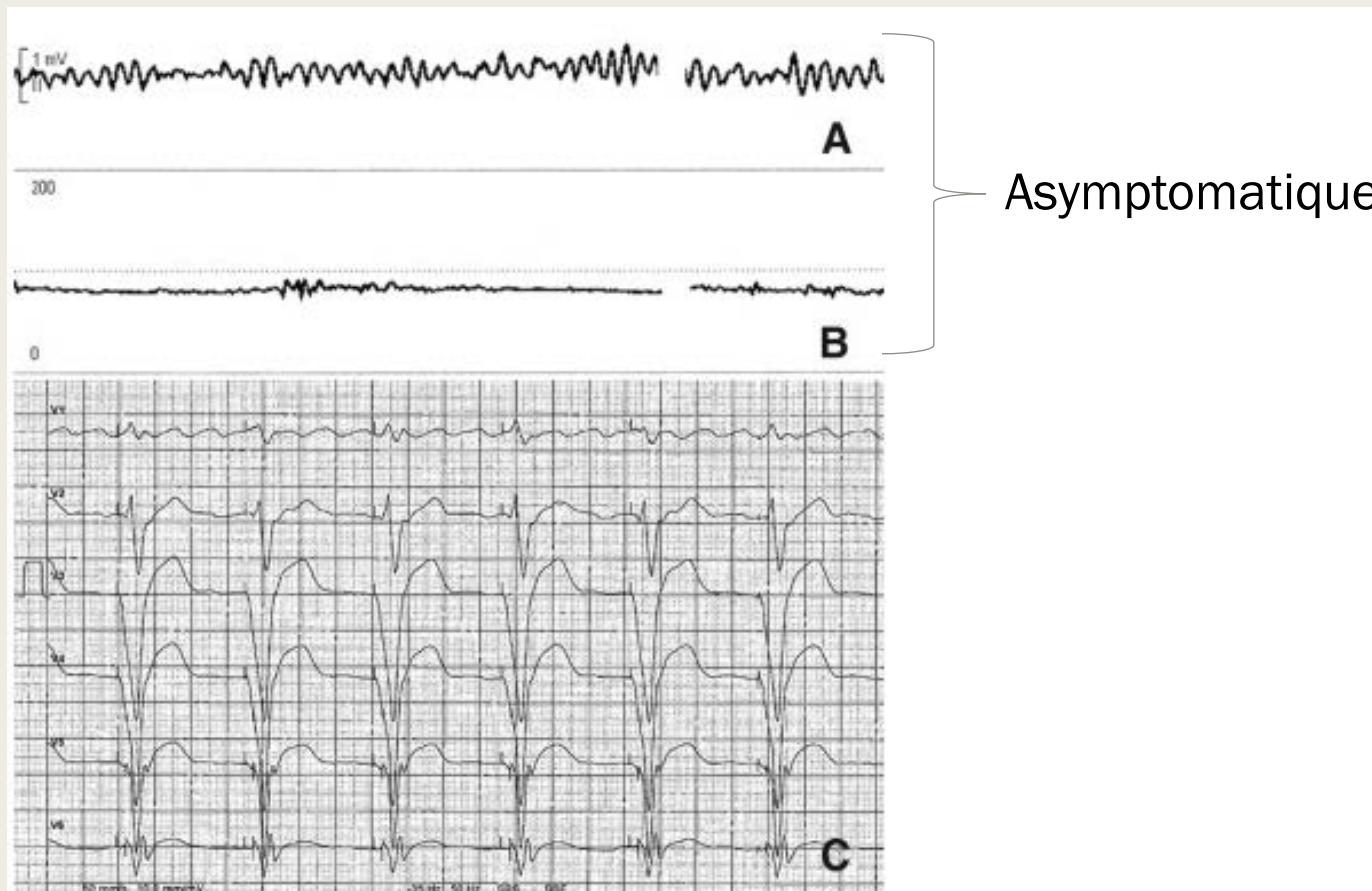


Figure 1.

Hemodynamic parameters at different time points. A, ECG rhythm strip obtained from the patient on admission. B, Intra-arterial blood pressure curve at the ICU, showing a constant mean arterial pressure of 80 mm Hg. C, ECG obtained postcardioversion.

- Tolérance variable selon fonction VD
- Tx: AA + CVE +/- ETO
- Pads AP (éviter le device)

Hypotension avec bas débit – prise en charge

- Tx empirique = expansion volémique +/- phénylephrine
- Contrôle de post-charge PRN (TAM 70-80)
- Considérer support inotropique VD
- Rarement modification de la vitesse de la pompe

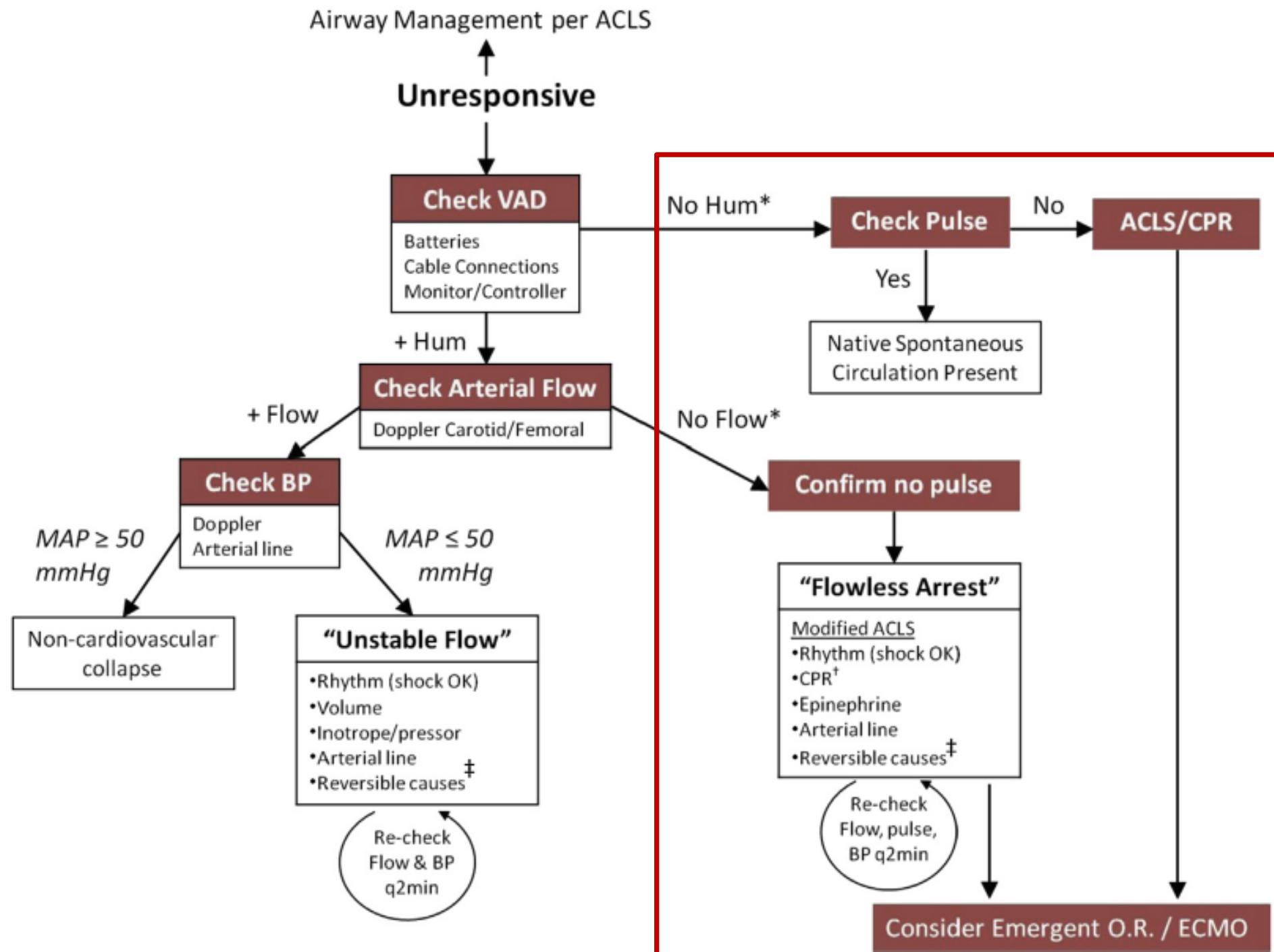
Hypotension avec débit du VAD N / ↑

- Vasodilatation
- Sepsis
- TX = ATB PRN + vasopresseurs
- Débit LVAD peut être trompeur
 - *Thrombose de pompe*
 - *Régurgitation aortique*

Table 2 Differentiation of the etiology of hypotension in the LVAD patient using intracardiac pressure measurements. 254 x 190 mm (96 x 96 DPI)

	CVP	PCWP	LVAD output	Cardiac output
Hypovolemia	↓	↓	↓	↓
Sepsis	↓	↓	↑	↑
RV failure	↑	↓	↓	↓
Pump failure or cannula obstruction	↑	↑	↓	↓
Valvular regurgitation	↑	↑	↑	↓

Source: Sayer et al. 2009



Source: Garg et al. 2014

RCR chez VAD - controverse

- Risque de déplacer le device / les canules ?
- Efficacité non démontrée
 - *Mais survie seulement si initiation < 2 min (Garg et al. 2014)*
- Alternatives ?
 - *Massage abdominal (AO-CPR)*
 - *Massage direct minimalement invasif*

Considérations anesthésiques



Considérations anesthésiques pré-op

- Prise en charge multidisciplinaire
- Évaluation pré-opératoire
- Prévention des infections
- Gestion de l'anticoagulation / produits sanguins

Prise en charge multidisciplinaire

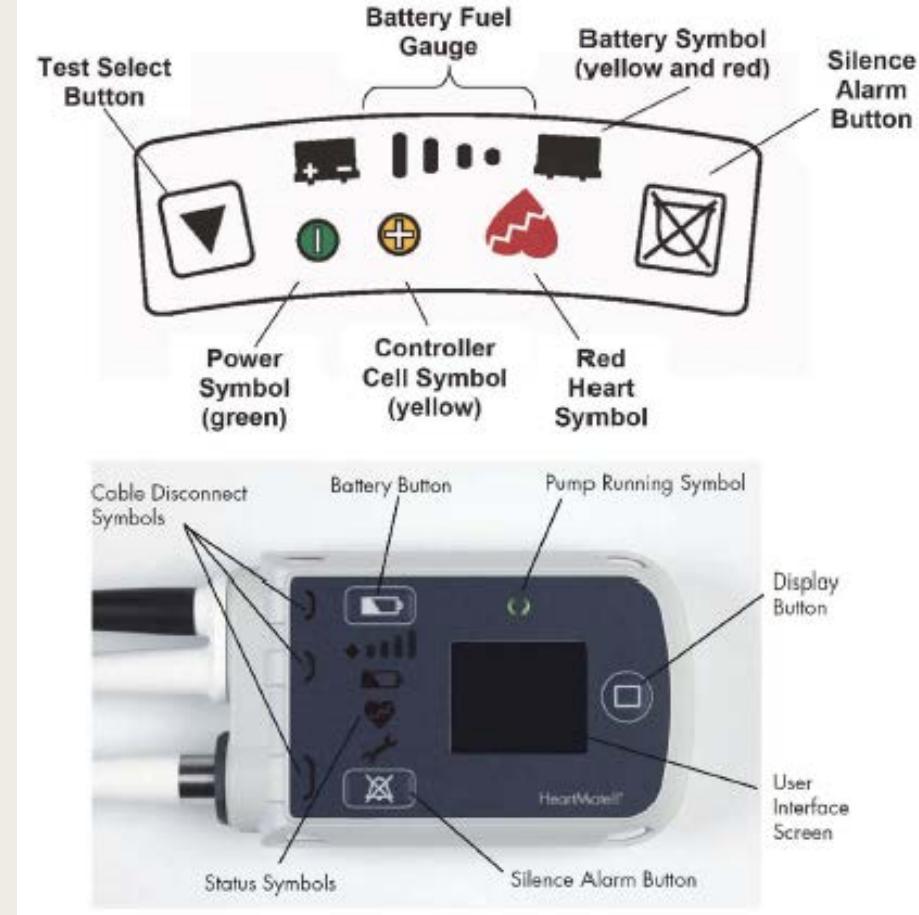
- « VAD Team »
 - Coordonnateur
 - Cardiologue traitant
 - Consultations en chirurgie cardiaque, EPS, USI, hémato, néphro, ...
- Technicien de VAD en SOP
- Transfert si possible



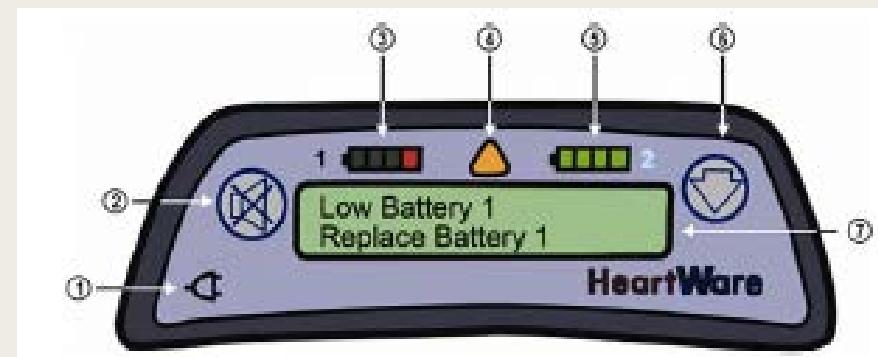
Évaluation pré-op : device

- Indication
- Type de device
- Alarmes
- Tendances
- Sx bas débit / congestion pulmonaire

HeartMate II



HeartWare



Source : Vierecke et al. 2015

Évaluation pré-op : comorbidités

- Insuffisance VD / HTAP
- Arrythmies / ICD
 - *Lignes directrices usuelles*
 - *Pads per-op*
- Insuffisance rénale / hépatique
- Coagulopathie / saignement
- MTE / AVC

Prévention des infections

- Antibioprophylaxie à large spectre
 - *Chx intra-abdo : levofloxacine, vancomycine, rifampin, fluconazole (Stehlik et al. 2009)*
- Éviter de mobiliser / badigeonner le driveline



Anticoagulation – INR cible

Table 9 Anti-coagulation and Anti-platelet Therapy for Approved Mechanical Circulatory Support Devices

Device	INR range
AbioCor TAH ^a	2.5–3.5
HeartMate II ^{b,c}	2.0–3.0
HeartWare HVAD ^d	2.0–3.0
MicroMed DeBakey ^e	2.5–3.5
SynCardia TAH ^f	2.5–3.5
Thoratec IVAD ^c	2.5–3.5
Thoratec PVAD ^c	2.5–3.5

INR, international normalized ratio; IVAD, implantable ventricular assist device; PVAD, percutaneous ventricular assist device; TAH, total artificial heart.

^aAbiomed, Danvers, Massachusetts.

^bGoal from the clinical trials.

^cThoratec, Pleasanton, California.

^dHeartWare International, Inc, Framingham, Massachusetts.

^eMicroMed Technology, Houston, Texas.

^fCardioWest SynCardia, Tucson, Arizona.

N.B. cibles individualisées si saignement

Anticoagulation – prise en charge

- Limites inférieures recommandées par le fabricant
- Bridge héparine IV
 - Si HIT : *argatroban / bivalirudine*
- Considérer de renverser en neurochx, ophtalmo, chx urgente, saignement actif
- PFC, cryoprécipités
- Éviter vitamine K (\uparrow thrombose de pompe dans les 90 jours)
- Culots en réserve

Considérations anesthésiques intra-op

- Technique anesthésique
- Positionnement
- Monitoring
- Induction
- Objectifs hémodynamiques

Technique anesthésique

- Générale
 - Mêmes *indications d'intubation / extubation / ventilation mécanique*
- MAC
 - Ad 81% des cas, sans conversion en AG (Degnan et al. 2016)
 - *Combinaisons de midazolam / propofol / fentanyl / meperidine / ketamine / dexmedetomidine / etomidate*
- Régionale rarement possible
 - *Rachi avec bridge héparine IV*

Positionnement

- Transfert du pt avec la batterie
- Brancher l'adaptateur AC en salle d'opération
- Attention aux changements de position / insufflation LSC
 - *Monitoring hémodynamique continu*
 - *Flexibilité de l'équipe*



Monitoring

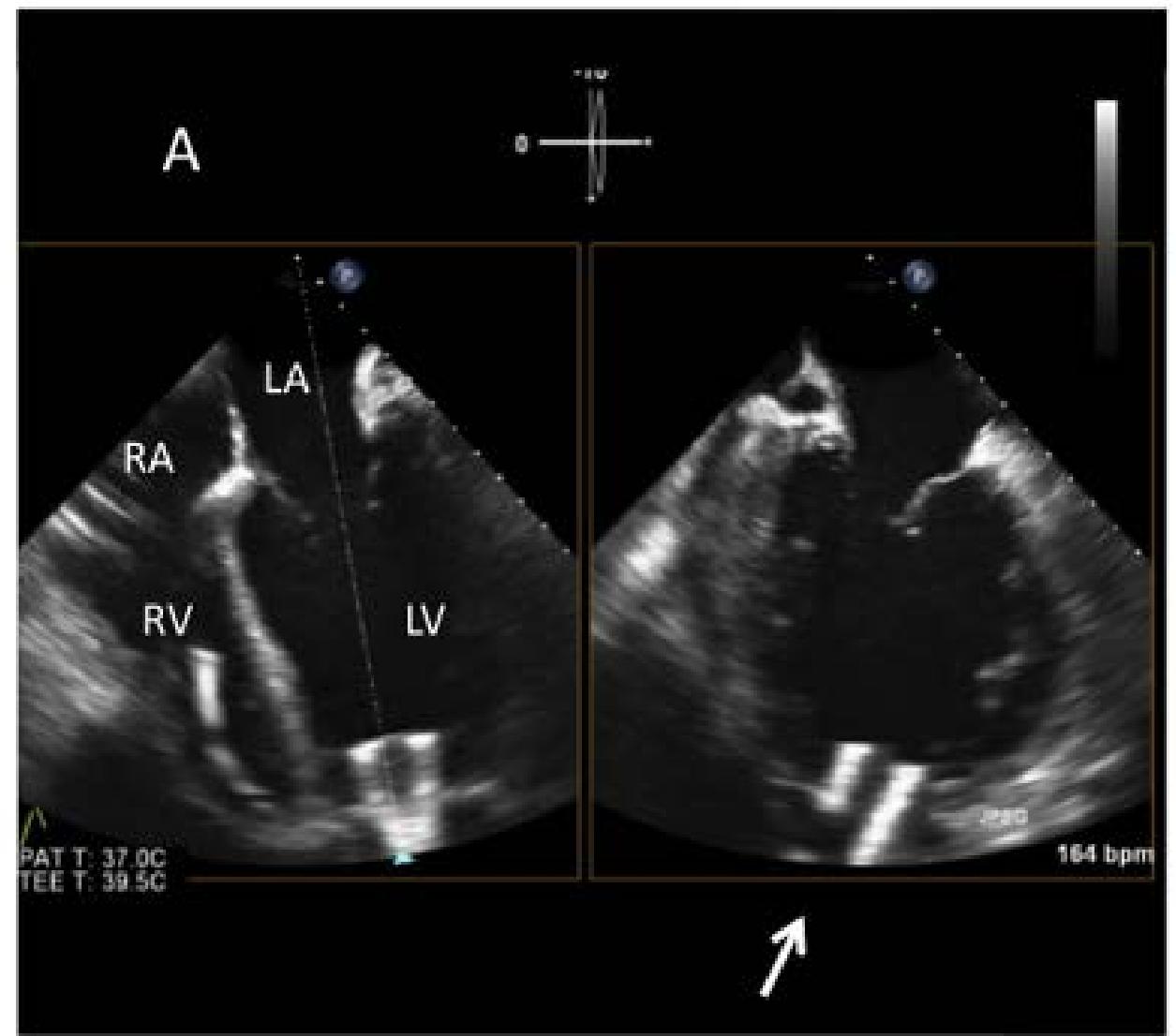
- SpO₂ / PANI automatisée inefficaces ad 50%
- TAM :
 - Canule artérielle
 - Brassard + doppler
- Perfusion / oxygénation :
 - Gaz séries
 - Oxymétrie cérébrale
- Débit cardiaque
 - Device
 - Swan-Ganz pour monitoring VD
- Risque infectieux à considérer



Source : Slininger et al. 2013

Monitoring - ETO

- Moniteur de choix en instabilité HD
- Fonction VD
- Position des canules inflow / outflow
- Décompression VG
- Volémie
- Péricarde



Source : Steinbeck et al. 2015

Monitoring – profondeur anesthésique

- Fiabilité incertaine des indices hémodynamiques
- Processed EEG à considérer (BIS, Entropy, ...)



Source : Medtronic

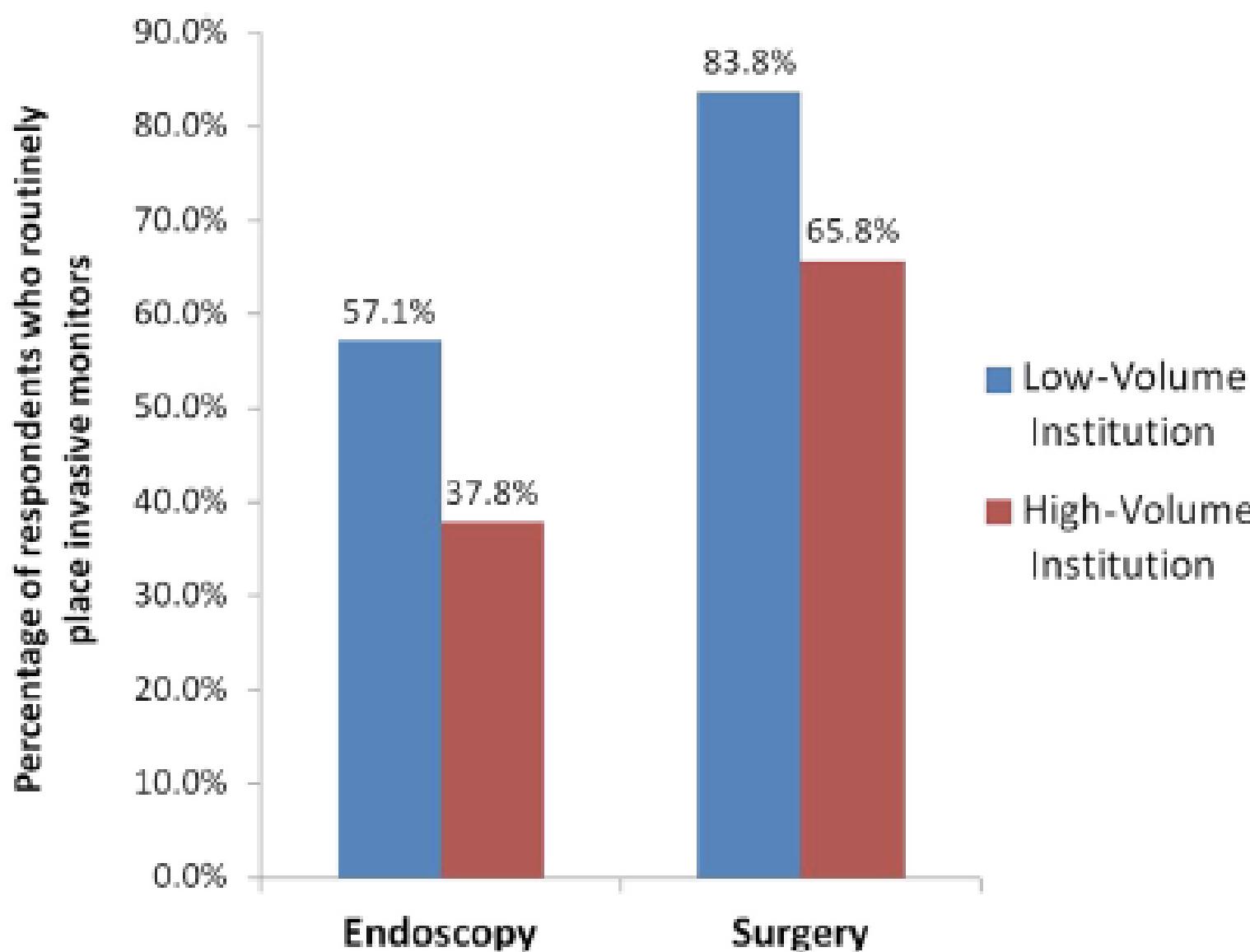
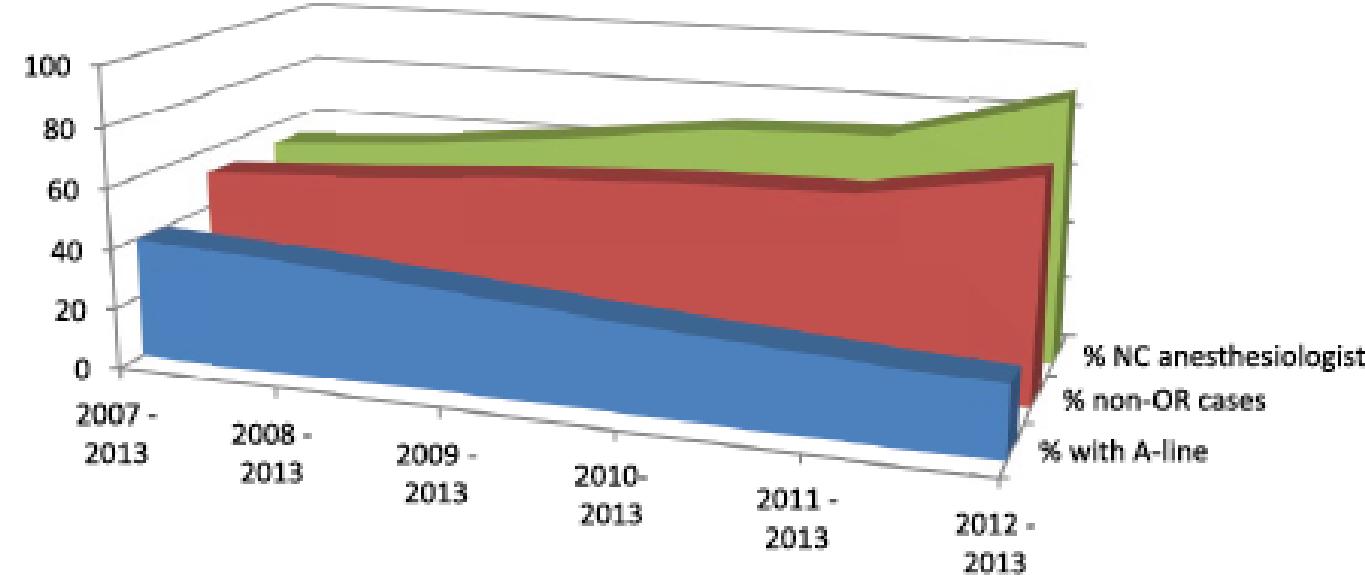


Fig 3. Association between institutional clinical left ventricular assist device volume and routine placement of invasive monitors in endoscopic and surgical procedures. $\chi^2 = 4.35$ and $p = 0.04$ for endoscopic procedures. $\chi^2 = 6.62$ and $p = 0.01$ for surgical procedures. Low-volume institution represents ≤ 1 and ≤ 2 LVAD-related procedures per month (bottom quartile of respondents) in endoscopic and surgical procedures, respectively. High-volume represents ≥ 8 LVAD-related procedures per month (top quartile of respondents).

Trends in the Management of Patients With Left Ventricular Assist Devices Presenting for Noncardiac Surgery: A 10-Year Institutional Experience

Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia
2016, Vol. 20(3) 197–204
© The Author(s) 2015
Reprints and permissions:
sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI: [10.1177/1089253215619759](https://doi.org/10.1177/1089253215619759)
scv.sagepub.com
SAGE

Marc Stone¹, Joseph Hinchey¹, Christopher Sattler², and Adam Evans¹



- NCS chez LVAD
- Plus grande série
- 2003 - 2013
- 138 pts
- 291 procédures
- 227 électives
- 40% endoscopie

Figure 3. Observed trends regarding type of provider, location of cases, and arterial line usage, 2007 to 2013.

Monitoring – Stone et al. 2015

- 44 % canule artérielle (23% en 2012-2013)
- 27% voie centrale
- 10% Swan-Ganz
- 15% ETO (électif)
- 24 % vasopresseurs
- N.B. Oxymétrie cérébrale utilisée de routine
- Aucun arrêt cardiaque intraop, dysfonction de pompe ou thrombose de pompe
- Donc... tendance à moins de monitoring invasif avec l'expérience clinique

Induction

- Pas de médicament contre-indiqué
- Risque de bas débit
 - *Induction* → ↓ précharge
 - *Intubation* → ↑ postcharge
 - *Ventilation à pression positive* → Défaillance VD
- « Estomac plein » avec devices prépéritonéaux



Considérations anesthésiques post-op

- Extubation selon critères usuels
- SDR sauf si USI indiqué pour une autre raison
- Suivi par équipe VAD
 - *Enjeu majeur = Timing de l'anticoagulation*
- Analgésie multimodale

Mise en situation – plan anesthésique

- Optimisation pré-op
 - ATB IV
 - Volume
 - Suivi du débit LVAD
 - Écho si reste instable
- PFC (avis équipe traitante)
- Culots
- Saturométrie cérébrale ?
- Canule artérielle
- ETO au besoin
- Induction titrée > RSI
- Viser TAM 70-80
- Éviter pressions élevées en LSC
- SDR vs USI selon évolution
- ACP post-op

Messages-clés

- Les patients sous assistance ventriculaire sont des patients complexes qui se présenteront de plus en plus pour des chirurgies non cardiaques.
- L'instabilité hémodynamique doit être approchée de façon systématique.
- Une prise en charge multidisciplinaire est à privilégier.
- L'anesthésie générale et la sédation consciente sont sécuritaires.
- Le monitoring invasif n'est pas nécessaire de routine pour la plupart des procédures.

Bibliographie (1)

1. Barbara, D. W. et al. Periprocedural Management of 172 Gastrointestinal Endoscopies in Patients with Left Ventricular Assist Devices. *ASAIO J.* **61**, 670–675 (2015).
2. Degnan, M., Brodt, J. & Rodriguez-Blanco, Y. Perioperative management of patients with left ventricular assist devices undergoing noncardiac surgery. *Ann. Card. Anaesth.* **19**, 676–686 (2016).
3. Garg, S. et al. In-hospital cardiopulmonary arrests in patients with left ventricular assist devices. *J. Card. Fail.* **20**, 899–904 (2014).
4. Kormos, R. L. et al. Right ventricular failure in patients with the HeartMate II continuous-flow left ventricular assist device: incidence, risk factors, and effect on outcomes. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **139**, 1316–1324 (2010).
5. Mabvuure, N. T. & Rodrigues, J. N. External cardiac compression during cardiopulmonary resuscitation of patients with left ventricular assist devices. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* **19**, 286–289 (2014).
6. Nelson, E. W. et al. Management of LVAD Patients for Noncardiac Surgery: A Single-Institution Study. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* **29**, 898–900 (2015).
7. Nicolosi, A. C. & Pagel, P. S. Perioperative considerations in the patient with a left ventricular assist device. *Anesthesiology* **98**, 565–570 (2003).
8. Oleyar, M., Stone, M. & Neustein, S. M. Perioperative management of a patient with a nonpulsatile left ventricular-assist device presenting for noncardiac surgery. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* **24**, 820–823 (2010).
9. Ono, M. et al. Cerebral blood flow autoregulation is preserved after continuous-flow left ventricular assist device implantation. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* **26**, 1022–1028 (2012).
10. Pratt, A. K., Shah, N. S. & Boyce, S. W. Left ventricular assist device management in the ICU. *Crit. Care Med.* **42**, 158–168 (2014).
11. Roberts, S. M., Hovord, D. G., Kodavatiganti, R. & Sathishkumar, S. Ventricular assist devices and non-cardiac surgery. *BMC Anesthesiol.* **15**, 185 (2015).

Bibliographie (2)

12. Rose, E. A. *et al.* Long-term use of a left ventricular assist device for end-stage heart failure. *N. Engl. J. Med.* **345**, 1435–1443 (2001).
13. Sanjay, O. P. Perioperative management of left ventricular assist devices. *Ann. Card. Anaesth.* **19**, S19–S20 (2016).
14. Sayer, G., Naka, Y. & Jorde, U. P. Ventricular assist device therapy. *Cardiovasc. Ther.* **27**, 140–150 (2009).
15. Sheu, R. *et al.* Perioperative management of patients with left ventricular assist devices undergoing noncardiac procedures: a survey of current practices. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* **29**, 17–26 (2015).
16. Slininger, K. A., Haddadin, A. S. & Mangi, A. A. Perioperative management of patients with left ventricular assist devices undergoing noncardiac surgery. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* **27**, 752–759 (2013).
17. Starling, R. C. *et al.* Unexpected abrupt increase in left ventricular assist device thrombosis. *N. Engl. J. Med.* **370**, 33–40 (2014).
18. Stehlík, J. *et al.* Outcome of noncardiac surgery in patients with ventricular assist devices. *Am. J. Cardiol.* **103**, 709–712 (2009).
19. Stone, M. E., Soong, W., Krol, M. & Reich, D. L. The anesthetic considerations in patients with ventricular assist devices presenting for noncardiac surgery: a review of eight cases. *Anesth. Analg.* **95**, 42–9, table of contents (2002).
20. Stone, M., Hinckey, J., Sattler, C. & Evans, A. Trends in the Management of Patients With Left Ventricular Assist Devices Presenting for Noncardiac Surgery: A 10-Year Institutional Experience. *Semin. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* **20**, 197–204 (2016).
21. Vierecke, J. *et al.* Emergency procedures for patients with a continuous flow left ventricular assist device. *Emerg. Med. J.* (2016). doi:10.1136/emermed-2015-204912
22. Vogiatzaki, T., Tsoleridis, T., Eleftheriadis, S. & Iatrou, C. Anesthesia management of a patient with left ventricular assist device for emergency open appendectomy: a case report. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* **20**, 3476–3479 (2016).

Merci ! Des questions ?

