



# Systeme nerveux autonome Retour Veineux et CEC

**DU Circulation extracorporelle et Suppléances d'organes**

**Dr LABASTE François, MD – PhD**

labaste.f@chu-toulouse.fr



@LabasteF

# Systeme nerveux autonome

# Physiologie du système nerveux autonome

## Fonctions

### Adaptation aux contextes pour maintenir l'homéostasie

#### Parasympathique

1. ∩ du métabolisme
  2. ∩ du rythme cardiaque et respiratoire
  3. Activation glandes salivaires et digestives
  4. ↗ des apports sanguins aux organes digestifs et urinaires
  5. Activation de la motilité gastro intestinale et vésicale
- ➔ Stockage des réserves

#### Orthosympathique

1. ↗ du métabolisme
2. ↗ du débit cardiaque et fonction respiratoire (ventilation)
3. Ralentissement de la digestion et de la filtration urinaire
4. Redirection des apports sanguins vers les muscles
5. ↗ du glucose sanguin

# Physiologie du système nerveux autonome

## Rôle du SNA

Différents effets en cas de stimulation sympathique ou parasympathique

| Organe effecteur     | Effet parasympathique             | Effets sympathique                                                       |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Pupille              | Constriction                      | Dilatation ( $\alpha$ )                                                  |
| Glandes salivaires   | Sécrétion aqueuse                 | Mucus, enzymes ( $\alpha$ et $\beta 2$ )                                 |
| Coeur                | Baisse de la fréquence            | Augmentation de la fréquence et de la force de contraction ( $\beta 1$ ) |
| Artérioles et veines | -----                             | Constriction ( $\alpha$ ) ou dilatation ( $\beta$ )                      |
| Poumons              | Bronchoconstriction               | Bronchodilatation ( $\beta 2$ )                                          |
| Système digestif     | Motilité et sécrétion augmentées  | Motilité et sécrétion diminuée ( $\alpha$ et $\beta 2$ )                 |
| Pancréas endocrine   | Augmente la sécrétion d'insuline  | Baisse la sécrétion d'insuline ( $\alpha$ )                              |
| Pancréas exocrine    | Augmente la sécrétion enzymatique | Diminue la sécrétion enzymatique ( $\alpha$ )                            |
| Rein                 | -----                             | Augmente la sécrétion de rénine ( $\beta 1$ )                            |
| Vessie               | Favorise la miction               | Favorise la rétention urinaire ( $\beta 1$ )                             |
| Organes sexuels      | Erection                          | Ejaculation ( $\alpha$ )                                                 |
| Utérus               | Variable selon la phase du cycle  | Variable selon la phase du cycle                                         |
| Tissu adipeux        | -----                             | Catabolisme lipidique ( $\beta$ )                                        |
| Glandes sudoripares  | -----                             | Augmente la sudation ( $\alpha$ )                                        |



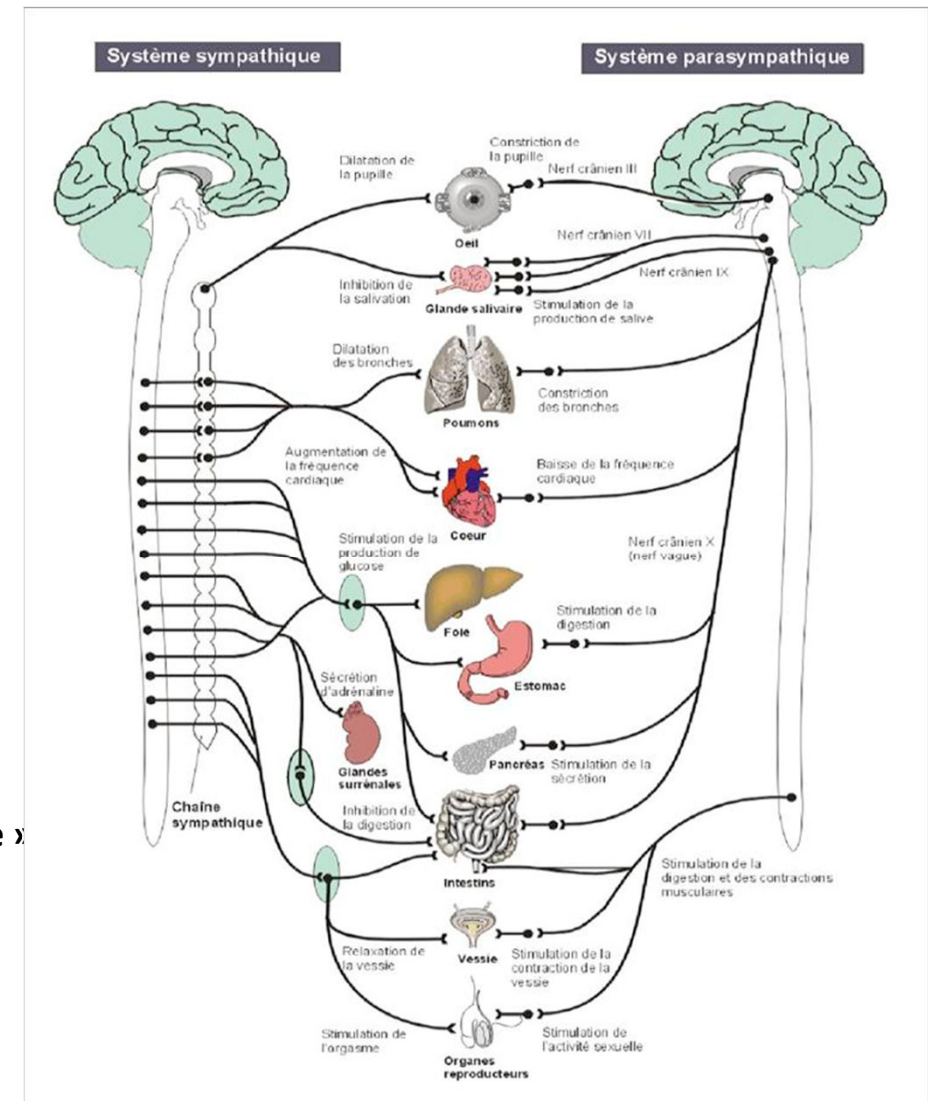
# Physiologie du système nerveux autonome

## Anatomie

- **SNA = rôle essentiel** dans le contrôle de l'homéostasie de l'organisme
- **Deux systèmes :**
  - Orthosympathique : excitateur : dorso-lombaire
  - Parasympathique : inhibiteur : cranio-sacrée
- **Organisation propre**
- Fonctions différentes

**Viscères : fonctionnement propre**

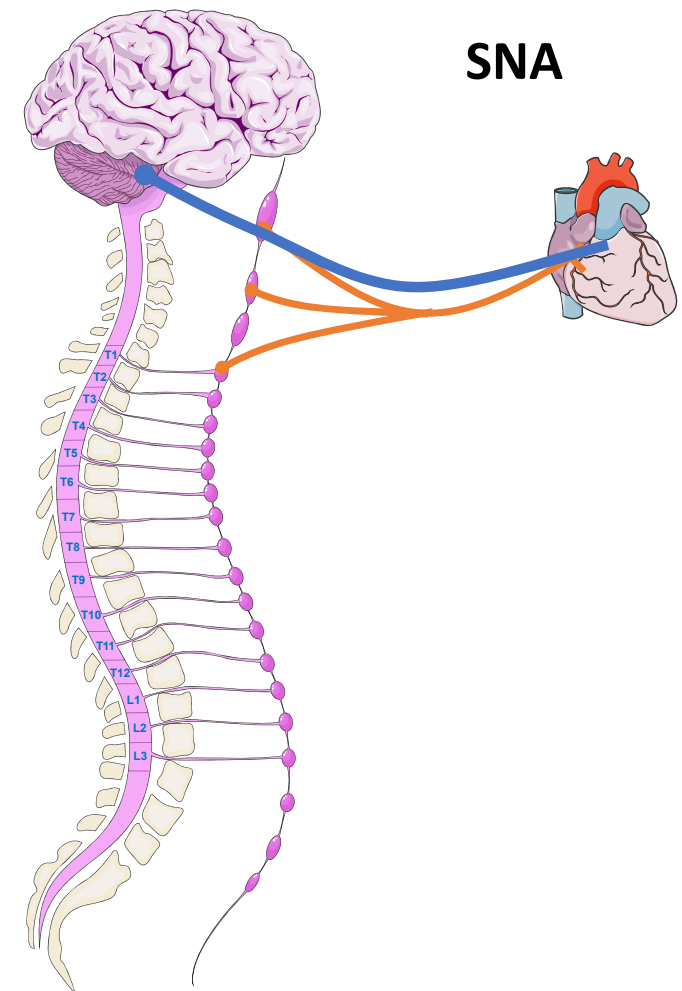
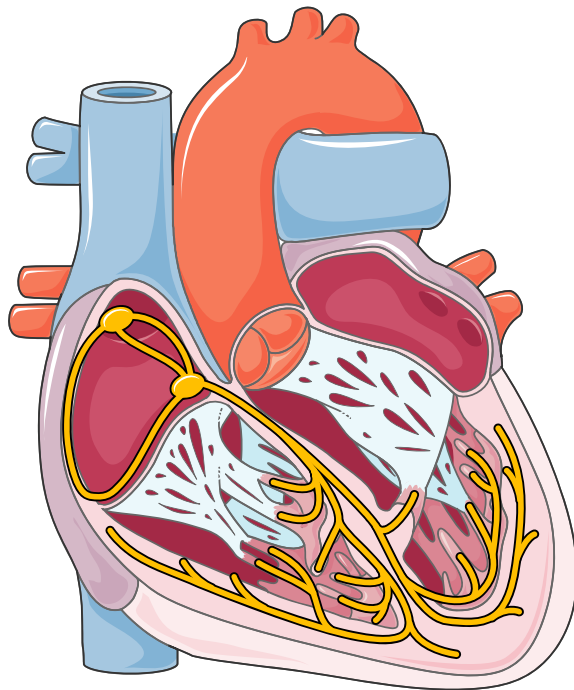
**SNA → Module les fonctions neurovégétatives pour une vie en « harmonie »**



# Physiologie du système nerveux autonome

## Anatomie

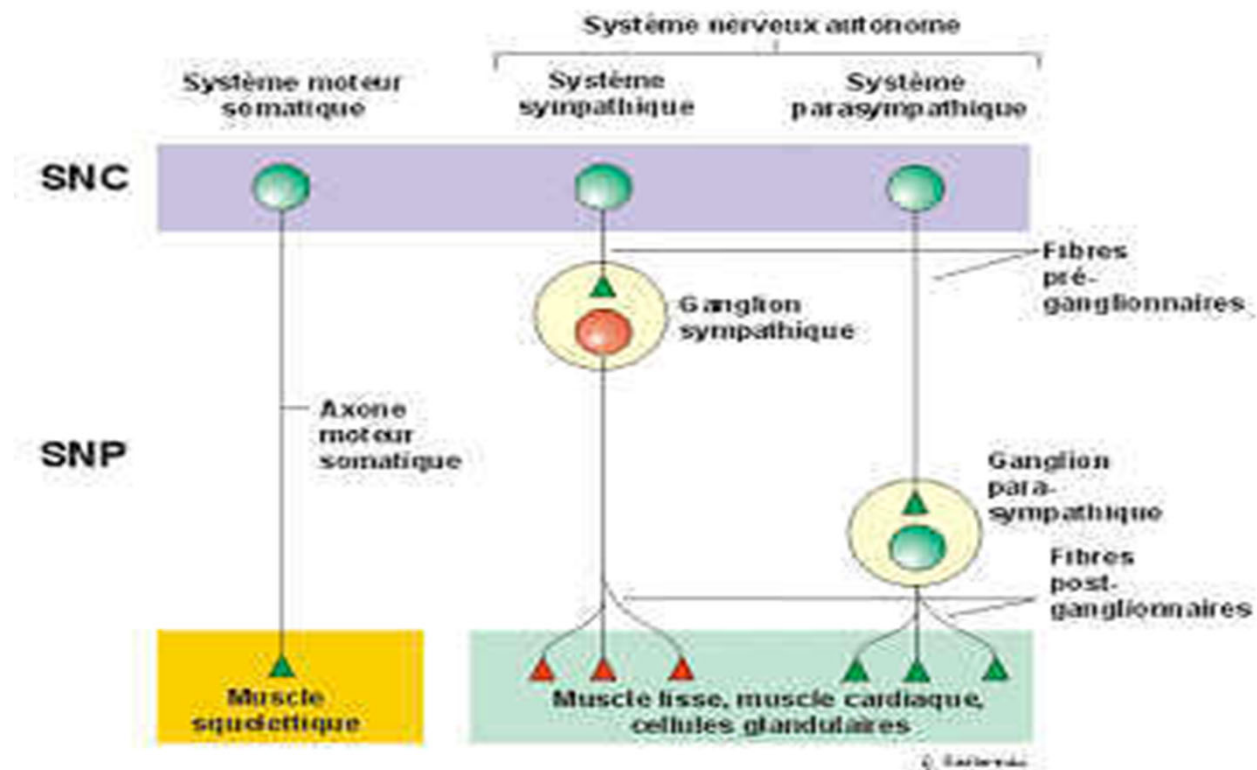
### Système intrinsèque Autonomie



# Physiologie du système nerveux autonome

## Anatomie

- **Système nerveux somatique** : un motoneurone
- **Système nerveux autonome**



# Physiologie du système nerveux autonome

## Récepteurs

- **Neurotransmetteurs** : pré et post-ganglionnaires

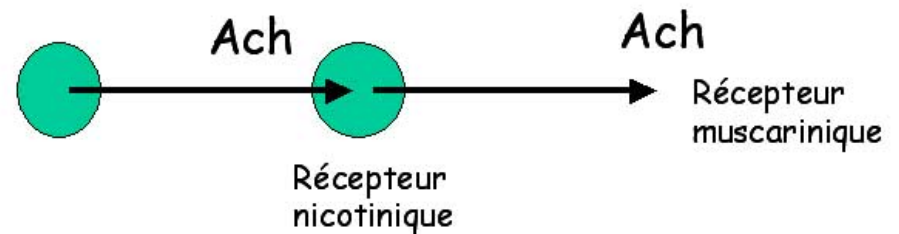
- Acétylcholine
- Noradrénaline
- Adrénaline

- **Récepteurs** :

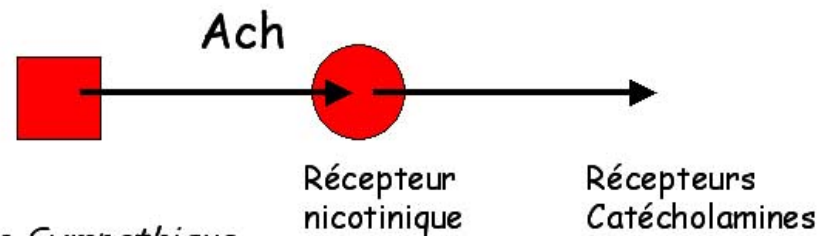
- Pré- ganglionnaire : Nicotiniques
- Para S : Muscariniques
- Ortho S
  - Récepteurs alpha
  - Récepteurs Béta

- **Cellules effectrices**

*Para Sympathique*



*Ortho Sympathique*



# Physiologie du système nerveux autonome

## Récepteurs

- **Synthèse des neurotransmetteurs :**

- Acétylcholine : choline acétyl transférase : fibre du neurone
- Noradrénaline : hydroxylation de la dopamine : vésicule de stockage dans le neurone
- Adrénaline : méthylation de la noradrénaline dans la médullosurrénale

- **Métabolisme**

- Acétylcholine : acétylcholinestérase
- Catécholamines :
  - Méthylation extraneuronale par la COMT (Catéchol-O-Méthyl-Transférase)
  - Désamination oxydative neuronale et plasmatique par la MOA (Monoamine-Oxydase)

# Physiologie du système nerveux autonome

## Récepteurs

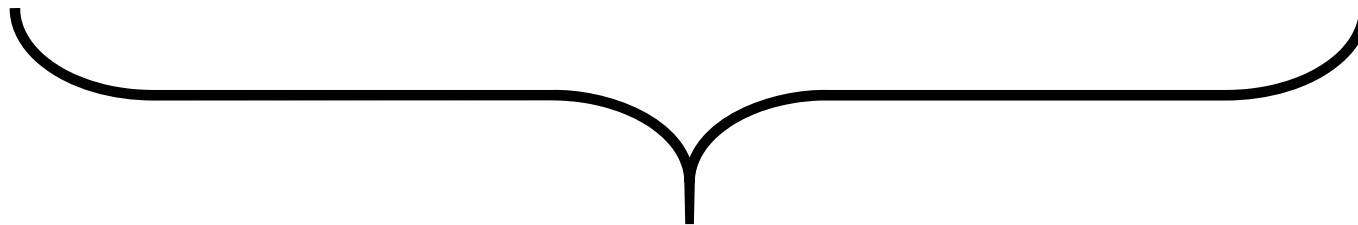
Neurotransmetteurs non-adrénergiques et non-cholinergiques

Histamine

Purines

Serotonine

Neuropeptide



Rôle complémentaire aux neurotransmetteurs

Régulation à plus long terme

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et système cardiovasculaire

- **Le système cardiovasculaire** : régulation autonome
  - maintient de l'homéostasie : maintenir les apports en adéquation aux besoins
- **Afférences** : informations périphériques
  - **Récepteurs** : barorécepteurs, chémorécepteurs
  - **Localisation** : Auriculaire, ventriculaire, veine cave, veines pulmonaires, carotides, aortes
  - Information sur les conditions de charges et d'adaptation des débits
- **Efférences** : équilibre
  - Parasympathique : nerf vague
  - Sympathique : moelle thoraco-lombaire

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et système cardiovasculaire

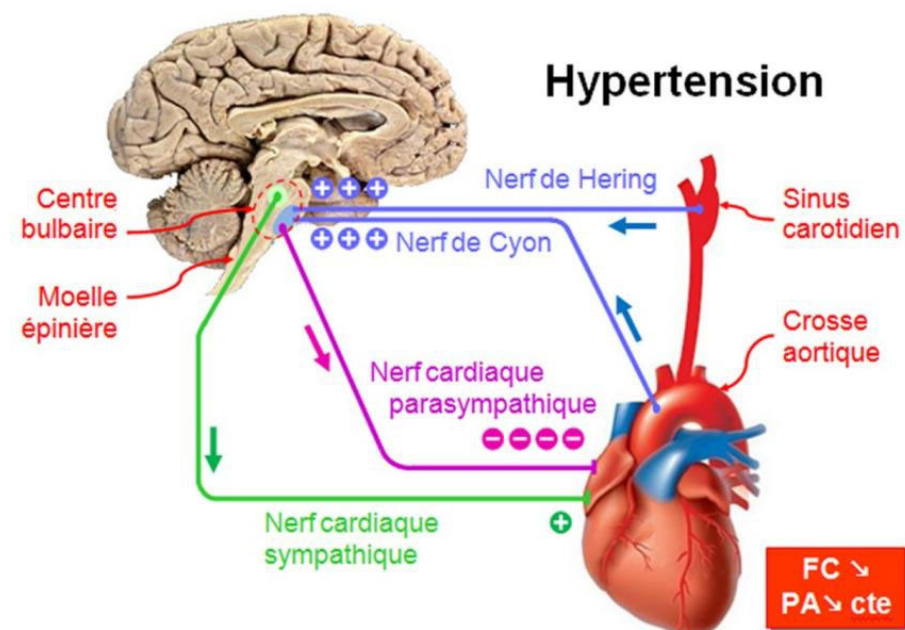
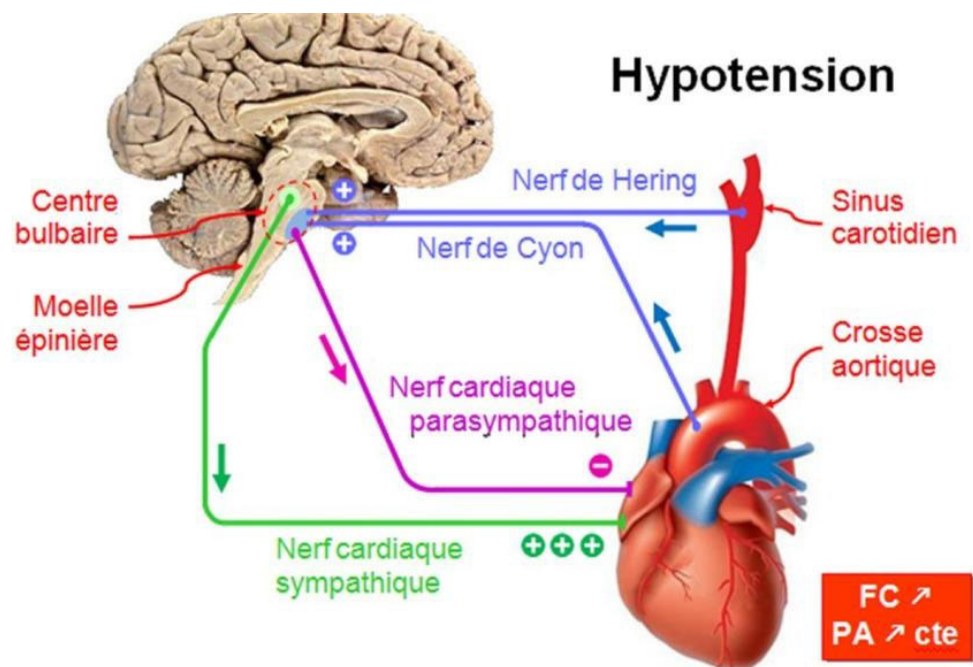
### Implications fonctionnelles

- **Contrôle du rythme et de la conduction :**
  - Tonus PS de base : diminution stimulation NS et conduction AV
  - Explique arythmie respiratoire physiologique : diminution tonus PS en inspiration
  - Activation S : accélération, augmentation conduction AV
- **Contrôle de l'inotropisme :**
  - OrthoS : augmentation force de contraction : VES et pressions d'éjections sont augmentées
  - ParaS : peu d'impact, pas de fibres efférentes ventriculaires
- **Contrôle de la vasomotricité coronaire :**
  - Effet direct : vasoconstricteur de la Noradré mais Adré vasodilatateur
  - Effet indirect : vasodilatateur : autorégulation du fait de l'augmentation du DC
  - Attention : si patho coronaire athéromateuse, l'effet vasoconstriction l'emporte
- **Contrôle du tonus vasomoteur :**
  - Permet l'adaptation des débits régionaux
  - Densité des fibres orthoS variables selon l'organe
  - Effets variables en fonction du type de récepteur



# Physiologie du système nerveux autonome

## Le baroréflexe



# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et système cardiovasculaire : récepteurs

Différents effets car différents types de récepteurs avec fonctionnement variable

- **Récepteurs alpha :**

- $\alpha 1$  : muscles lisses Vx, vessie, iris, tube digestif, bronches  
→ vasoconstriction, miction, mydriase, bronchodilatation
- $\alpha 2$  : muscles lisses Vx, pancréas  
→ vasoconstriction, baisse sécrétion d'insuline

- **Récepteurs Béta : 7 domaines transmembranaires**

- $\beta 1$  : surtout localisation cardiaque et rein  
→ Inotrope +, bathmotrope +, chronotrope +, dromotrope +, augmentation rénine (augmentation volume sanguin circulant)
- $\beta 2$  : localisation cardiaque mais surtout vasculaires et bronchiques  
→ Cardio, vasodilatation, bronchodilatation
- $\beta 3$  et  $\beta 4$

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et système cardiovasculaire : récepteurs

### Récepteurs $\alpha$

### Récepteurs $\beta$

#### CELLULES MYOCARDIQUES

$\alpha 1$  inotropisme, bathmotropisme

$\beta 1$  inotropisme, chronotropisme,  
dromotropisme, bathmotropisme lusitropisme

$\beta 2$  inotropisme, chronotropisme

#### SYST ARTERIEL et VEINEUX

$\alpha 1$  vasoconstriction

$\alpha 2$  vasoconstriction

$\beta 2$  vasodilatation

Physiologie du système nerveux autonome

SNA = Cible pharmacologique

- Catécholamines naturelles :
  - Adrénaline, Noradrénaline, dopamine
- Catécholamines de synthèses
  - Isoprénaline, dopexamine, dobutamine

Action par interactions avec le système nerveux autonome

| Catécholamines            | $\alpha 1$ | $\alpha 2$ | $\beta 1$ | $\beta 2$ | DA1 | DA2 |
|---------------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----|-----|
| ADRENALINE                | +++        | +++        | ++        | +++       | 0   | 0   |
| NORADRENALINE             | +++        | 0          | +         | 0         | 0   | 0   |
| DOPAMINE                  |            |            |           |           |     |     |
| 0- 3 $\mu\text{g/kg/min}$ | 0          | +          | 0         | 0         | +++ | +++ |
| 3-10 $\mu\text{g/kg/min}$ | +          | +          | ++        | +         | ++  | ++  |
| > 10 $\mu\text{g/kg/min}$ | ++         | ++         | ++        | +         | +   | +   |
| DOBUTAMINE                | +          | 0          | +++       | ++        | 0   | 0   |
| ISOPRENALINE              | 0          | 0          | ++        | +++       | 0   | 0   |
| PHENYLEPHRINE             | ++++       | ++++       | 0         | 0         | 0   | 0   |
| EPHEDRINE                 | ++++       | ++++       | +         | 0         | 0   | 0   |

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA = Cible pharmacologique

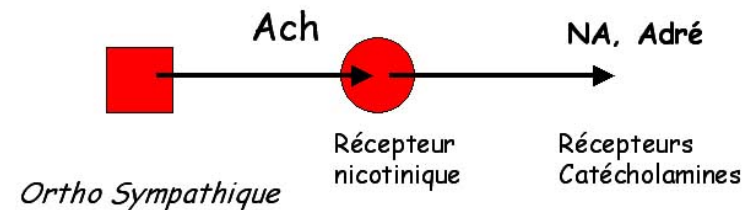
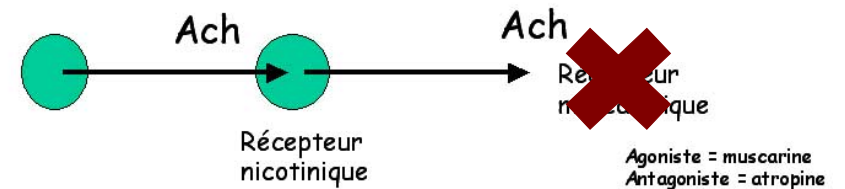
### Atropine

- **Cible pharmacologique** : récepteurs muscariniques

- **Pharmacodynamie** :

- Antagoniste des récepteurs muscariniques
- Bloque l'action de l'acétylcholine  
= parasympholytique

*Para Sympathique*



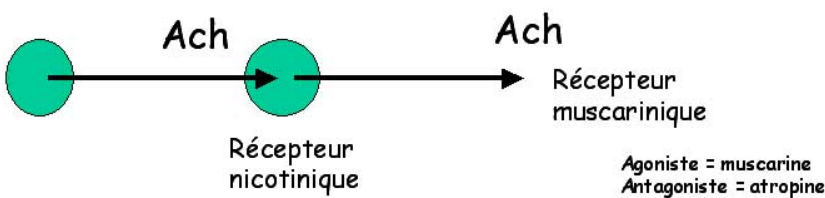
# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA = Cible pharmacologique

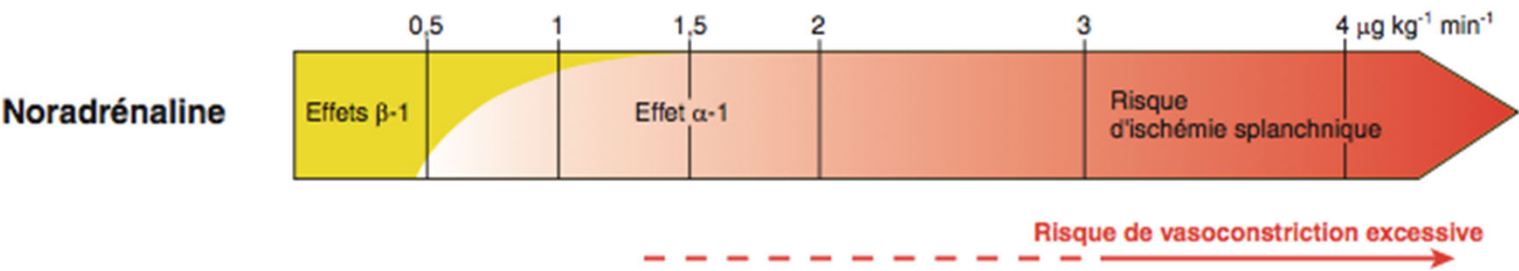
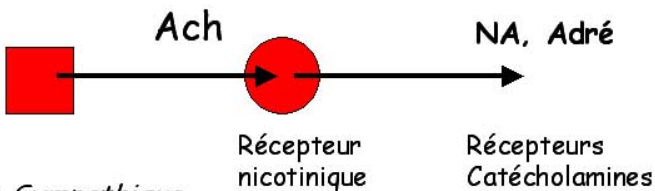
### Noradrénaline

- Catécholamine naturelle
- Effets récepteurs adrénergiques :
  - Effet  $\alpha_1$  : effet puissant (affinité)
  - Effet  $\alpha_2$  : effet puissant
  - Effet  $\beta_1$  : effet faible**Grande affinité  $\alpha$**
- Conséquences :
  - Vasoconstriction
    - Artérielle : augmentation RAS, redistribution cerveau et coeur
    - Veineuse : augmentation du retour veineux
  - Possible bradycardie réflexe
  - Débit cardiaque : amélioré, stable ou réduit
  - Risque d'ischémie : grande action vasoconstrictive sur réseau splanchnique, cutanée

*Para Sympathique*



*Ortho Sympathique*

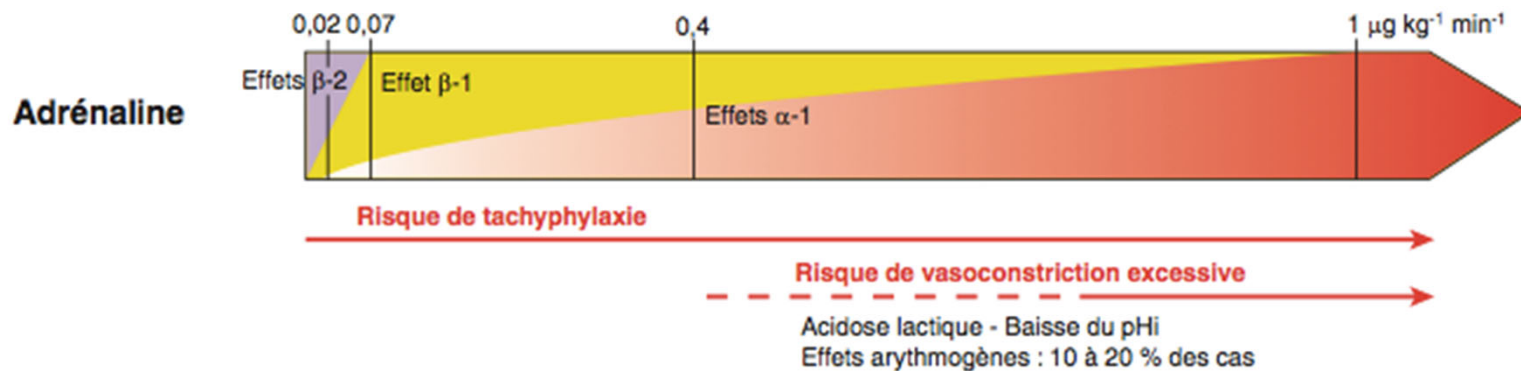


# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA = Cible pharmacologique

### Adrénaline

- Hormone et neurotransmetteur
- **Elimination** rénale et COMT + MAC
- **Action : ensemble de l'organisme**
  - Agoniste non sélectif  $\alpha$  1
  - Agoniste non sélectif  $\beta$  1 et 2 : +++
- **Action cardiaque :**
  - Inotrope + : contractilité
  - Chronotrope + : tachycardie
  - Bathmotrope et dromotrope + : risque de trouble du rythme (FA, TV, ESV et FV)
- **Action vasculaire :** vasoconstriction par effet  $\alpha$
- **Action cellules immunitaires :** stabilisation des membranes des mastocytes

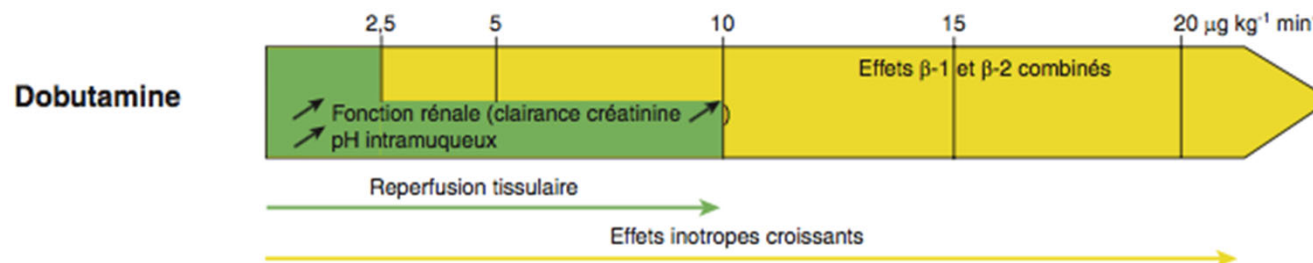


# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA = Cible pharmacologique

### Dobutamine

- Catécholamine de synthèse
- Forte affinité pour  $\beta_1$  et  $\beta_2$  (ratio 3/1)
- Elimination rapide par COMT
- Action : principalement cardiaque
  - Cardio : liaison  $\beta$  :
    - Inotrope et chronotrope
    - Arythmogène
  - Baisse pression télédiastolique du VG → amélioration perfusion coronaire
  - Amélioration de la relaxation
  - Vasculaires :  $\beta$  → vasodilatation, diminution RAS et RAP





# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA = équilibre entre para et orthosympathique

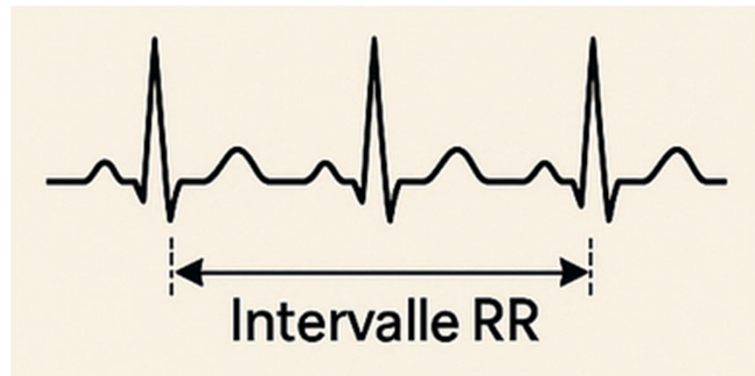
SNA para-sympathique



SNA ortho-sympathique

**Variation de la FC** = bon reflet du bon équilibre entre SNA para et orthosympathique

Diminution de la FC



Accélération de la FC

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA = équilibre entre para et orthosympathique

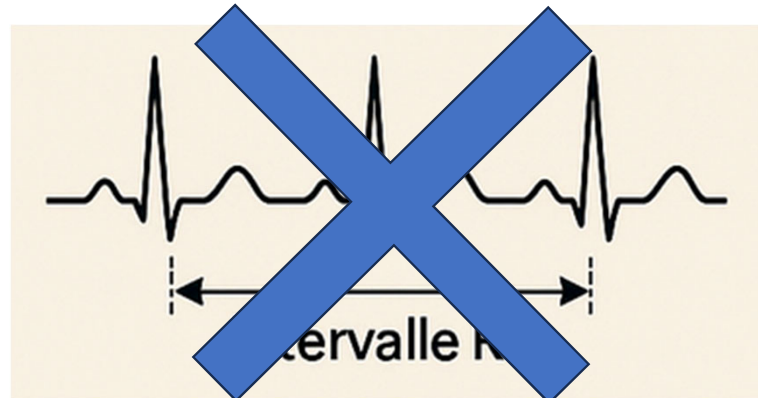
SNA para-sympathique



SNA ortho-sympathique

**Variation de la FC** = bon reflet du bon équilibre entre SNA para et orthosympathique

Diminution de la FC



Accélération de la FC

= altération du devenir du patient

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA = équilibre entre para et orthosympathique

### Dysautonomies

Ex : Dysautonomie du diabétique

20 à 40% des diabétiques hospitalisés

50% chez les patients diabétiques hypertendus

- Déséquilibre entre le système vagal (activité réduite), et le système sympathique (activité maintenue) dysfonction diastolique, troubles du rythme
- Gastroparésie diabétique: risque de régurgitation à l'induction
- Instabilité hémodynamique dès l'induction, lors d'une hypovolémie sans augmentation de la fréquence cardiaque du rythme
- Risque d'hypothermie majorée peropératoire

# Physiologie du système nerveux autonome

## Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires

| Auteur / Année                    | Population / Chirurgie                                                                                 | Moment HRV        | Paramètres HRV           | Altération du SNA observée                  | Outcome postopératoire associé                  |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Kinoshita 2011                    | CABG                                                                                                   | Préop             | HF, SDNN                 | Baisse du tonus vagal préop                 | ↑ Risque de FA postopératoire                   |
| Lakusic 2013                      | 120 CABG                                                                                               | Préop             | SDNN, RMSSD              | HRV préop diminuée                          | ↑ Complications, ↑ mortalité à moyen terme      |
| Nenna 2017 (revue)                | Chirurgie cardiaque adulte                                                                             | Pré + post        | SDNN, RMSSD, LF/HF       | Dysfonction autonome globale                | POAF, complications, sepsis                     |
| Bauernschmitt 2004                | CABG                                                                                                   | Postop immédiat   | Spectral + temporal      | Dysfonction autonome                        | Instabilité HD, troubles du                     |
| Hogue 1994                        | <div> Augmentation du risque de FA / Evènements CV /<br/> Complications globales<br/> Mortalité </div> |                   |                          |                                             | ↑ troubles du rythme,                           |
| Frandsen 2022 (revue)             |                                                                                                        |                   |                          |                                             | complications majeures                          |
| Veselá 2023                       |                                                                                                        |                   |                          |                                             |                                                 |
| Kšela 2025                        | Off-pump CABG                                                                                          | Préop             | Paramètres non-linéaires | HRV basse préop                             | ↑ FA postopératoire                             |
| Matusik 2024 (revue systématique) | CABG                                                                                                   | Pré + post        | Time + Frequency         | Récupération autonome lente après chirurgie | ↓ Qualité de vie, ↑ complications               |
| Pattern Changes HRV 2022          | CABG                                                                                                   | Postop (1–3 mois) | SDNN, RMSSD              | Récupération incomplète de la HRV           | ↓ Capacité fonctionnelle, symptômes persistants |
| Ryan 2024                         | Chirurgie majeure                                                                                      | Perop + postop    | SDNN, RMSSD              | HRV postop basse                            | ↑ Complications globales (ICU)                  |
| Zillner 2024 (revue)              | Chirurgie cardiaque                                                                                    | Pré + post        | surtout HF, LF/HF        | Déséquilibre SNA → prédictif POAF           | POAF, évènements CV                             |

# Physiologie du système nerveux autonome

## Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires

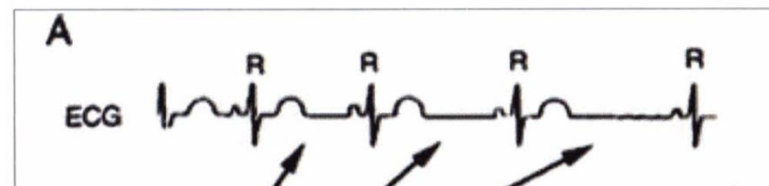
diminution de l'activité sympathique (réduction de la fréquence cardiaque et de l'inotropisme, vasodilatation artériolaire et veineuse). L'ensemble de ces effets concourt à abaisser le débit cardiaque et les résistances périphériques totales. La réponse globale du baroréflexe tend donc à corriger la perturbation tensionnelle initiale (Ach : acétylcholine ; NA : noradrénaline).

intervalle RR. D'une manière générale, les résultats fournis par ces méthodes sont assez bien corrélés, soit qu'on les compare entre eux, soit qu'on les compare avec les valeurs fournies par les méthodes invasives [2, 3].

### Intérêt clinique

référée au pronostic, et notamment à la survenue d'événements d'ordre rythmique.

Lorsque l'on se pose la question de l'intérêt clinique d'une variable, outre un intérêt théorique ou physiopathologique, cette variable se doit de réunir un certain nombre de caractéristiques : elle doit être facile à obtenir et à mesurer, elle doit être reproductible ; il doit être possible d'identifier un seuil permettant de stratifier les patients ; enfin, cette variable doit être corrélée aux événements. Nous tenterons de déterminer pour quelles pathologies ces conditions sont remplies.



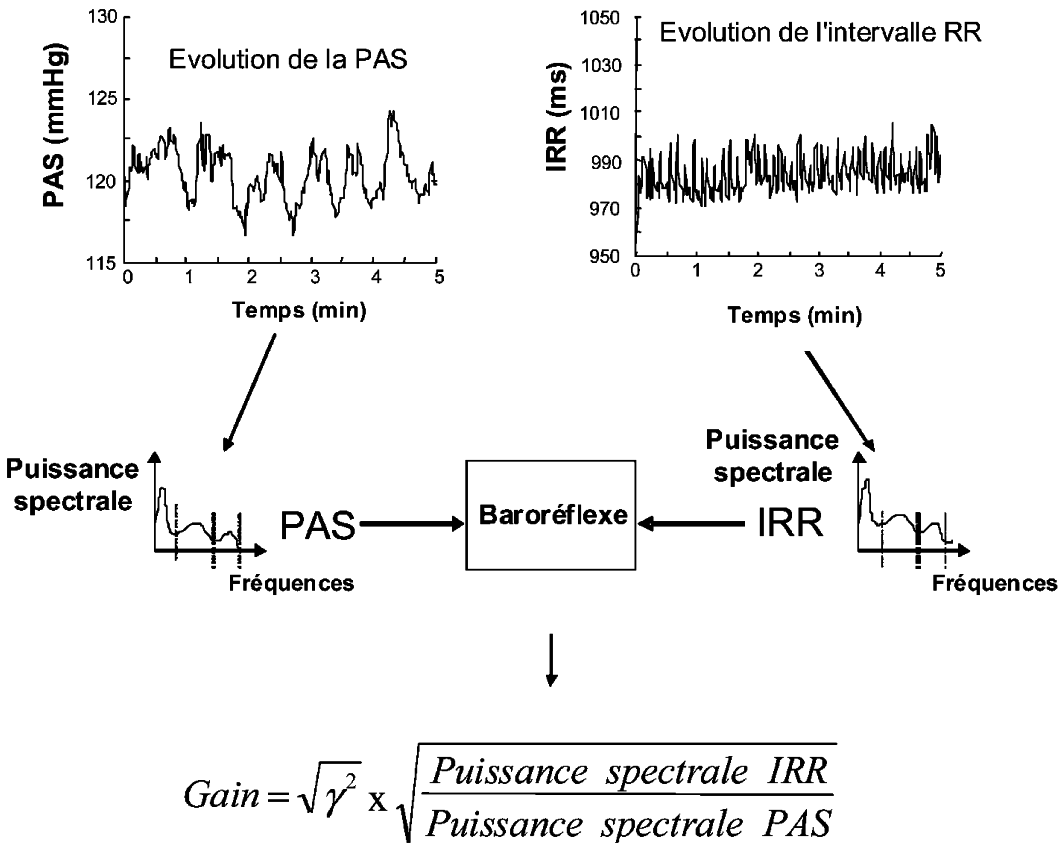
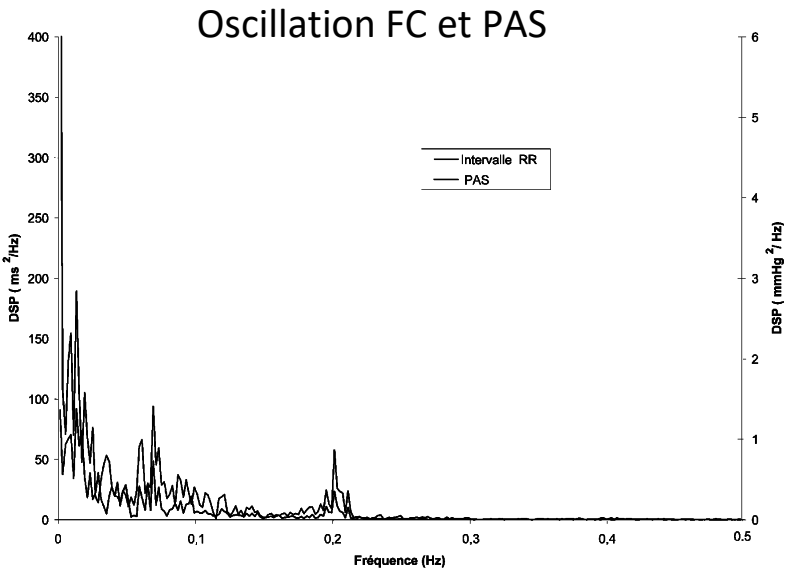
# Physiologie du système nerveux autonome

## Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires

annulation de l'activité sympathique (réduction de la fréquence cardiaque et de l'inotropisme, vasodilatation artériolaire et veineuse). L'ensemble de ces effets concourt à abaisser le débit cardiaque et les résistances périphériques totales. La réponse globale du baroréflexe tend donc à corriger la perturbation tensionnelle initiale (Ach : acétylcholine ; NA : noradrénaline).

intervalle RR. D'une manière générale, les résultats fournis par ces méthodes sont assez bien corrélés, soit qu'on les compare entre eux, soit qu'on les compare avec les valeurs fournies par les méthodes invasives [2, 3].

### Intérêt clinique



# Physiologie du système nerveux autonome

## Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires

diminution de l'activité sympathique (réduction de la fréquence cardiaque et de l'inotropisme, vasodilatation artériolaire et veineuse). L'ensemble de ces effets concourt à abaisser le débit cardiaque et les résistances périphériques totales. La réponse globale du baroréflexe tend donc à corriger la perturbation tensionnelle initiale (Ach : acétylcholine ; NA : noradrénaline).

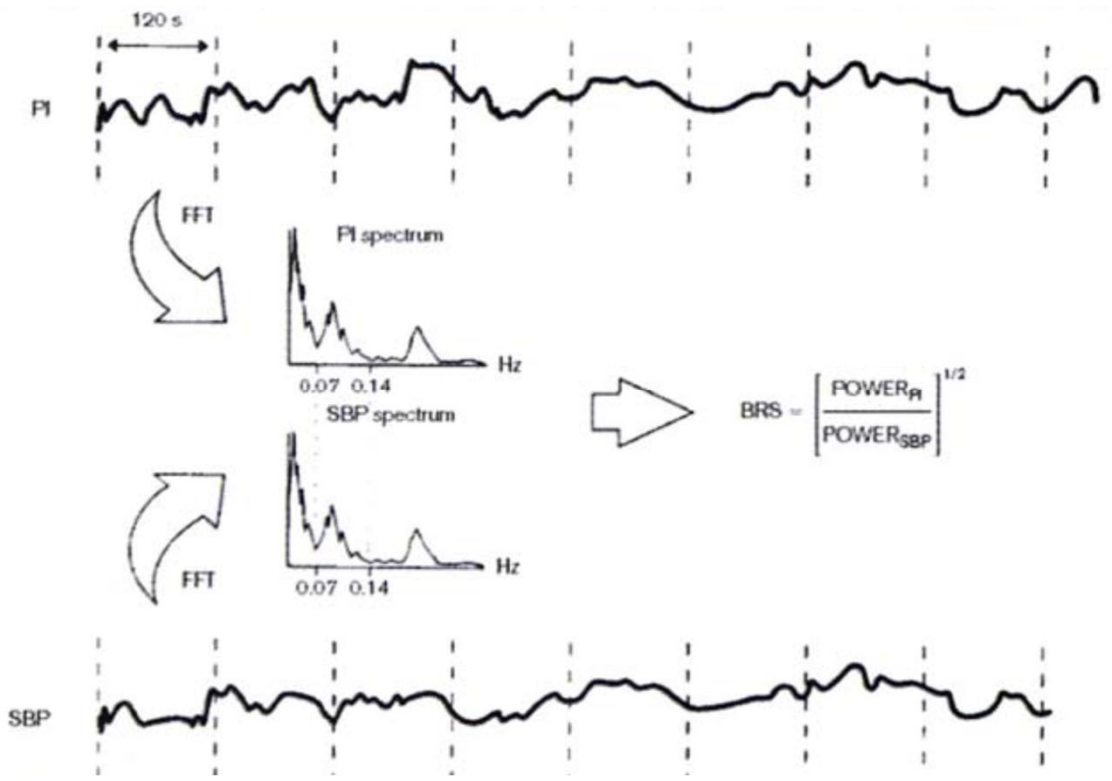
intervalle RR. D'une manière générale, les résultats fournis par ces méthodes sont assez bien corrélés, soit qu'on les compare entre eux, soit qu'on les compare avec les valeurs fournies par les méthodes invasives [2, 3].

### Intérêt clinique

Oscillation FC et PAS

BRS = changement l'intervalle RR en millisecondes par unité de variation de la PA

BRS altéré si gain < 3 ms/mmHg



EX : PA ↗ 10 mmHg et RR ↗ 100 ms  
BRS = 100/10 = 10 ms/mmHg



# Physiologie du système nerveux autonome

## Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires

RESEARCH ARTICLE

### Baroreflex sensitivity and outcomes following coronary surgery



Marco Ranucci<sup>1\*</sup>, Alberto Porta<sup>1,2</sup>, Vlasta Bari<sup>1</sup>, Valeria Pistuddi<sup>1</sup>, Maria Teresa La Rovere<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Cardiothoracic, Vascular Anesthesia and Intensive Care, IRCCS Policlinico San Donato, Milan, Italy, <sup>2</sup> Department of Biomedical Sciences for Health, University of Milan, Milan, Italy, <sup>3</sup> Department of Cardiology, IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Istituto di Montescano, Montescano, Pavia, Italy

N = 144

14% de BRS avec Index < 3 ms/mmHg

**IRA**  
**OR = 3**  
IC 95% 1.02–8.8,  
P = 0.045

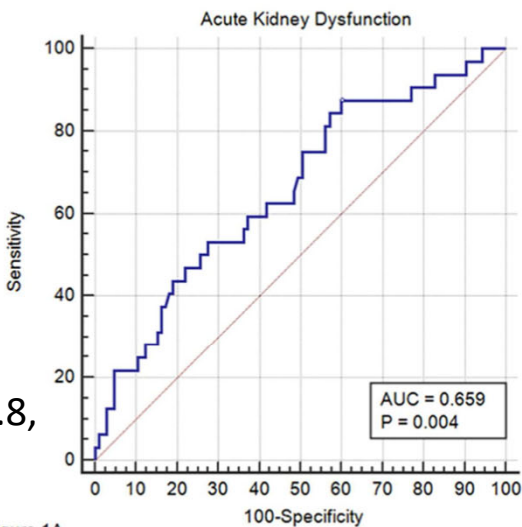


Figure 1A

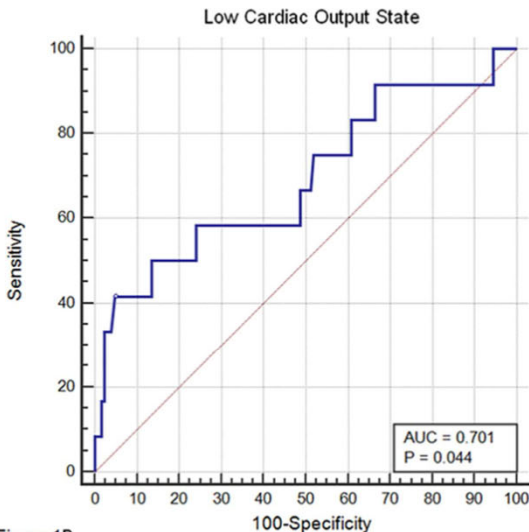


Figure 1B

**Choc Cardio Postop**  
**OR = 17**  
IC 95 % 2.9–99  
P = 0.002

**Fig 1. Receiver operating characteristics curve of BRSaLF as predictor of acute kidney dysfunction and low cardiac output state.** Receiver operating characteristics curve of BRSaLF (baroreflex sensitivity low frequency) as predictor of acute kidney dysfunction (panel A) and low cardiac output state (panel B). AUC: area under the curve.



# Physiologie du système nerveux autonome

## Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires



The Journal of Pain

Available online 9 August 2023

In Press, Corrected Proof [?](#) What's this? [➤](#)



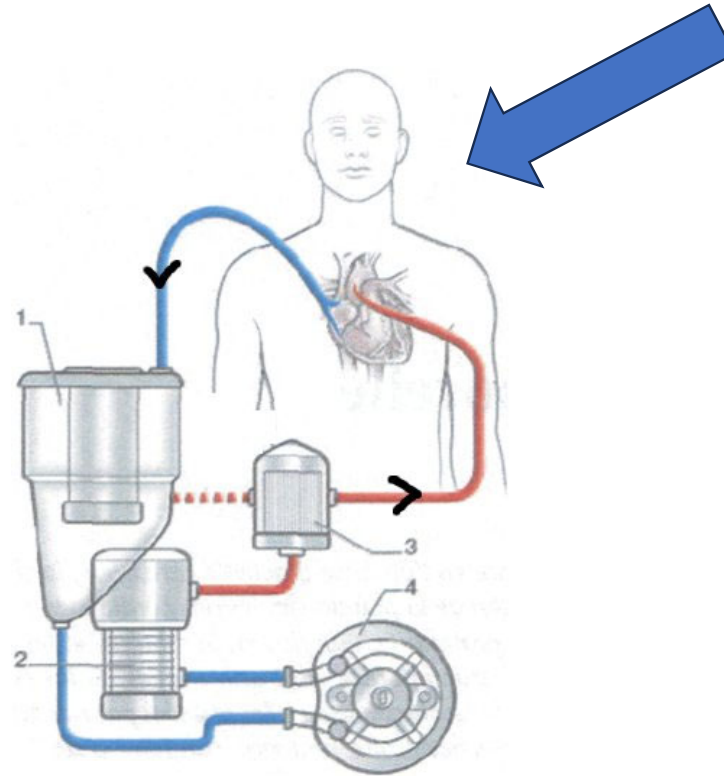
Original Reports

# Higher Cardiovagal Baroreflex Sensitivity Predicts Increased Pain Outcomes After Cardiothoracic Surgery

Heberto Suarez-Roca<sup>\*</sup>, Negmeldeen Mamoun<sup>†</sup>, Lana L. Watkins<sup>‡</sup>, Andrey V. Bortsov<sup>\*</sup>,  
Joseph P. Mathew<sup>†</sup>

**Physiologie du système nerveux autonome**  
**Chirurgie cardiaque = risque d'altération du SNA**

**Médicaments d'anesthésie**



# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

**Système sympathique** : inhibée par la plupart des hypnotiques et par tous les morphiniques.

**Système parasympathique** :

- Inhibé par les halogénés
- Préservé par le propofol
- Augmentée par les morphiniques

**L'activité baroréflexe** : inhibée par tous les agents anesthésiques de façon dose dépendante

**Une exception = l'étomidate qui préserve l'activité du SNA cardiovasculaire**

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

### Propofol

Dose standard : 2 à 2,5 mg/kg

#### SNA & réflexes

- Sympatholyse centrale (GABA-A)  
↓MSNA/↓NA plasmatique
- Dépression du baroréflexe → faible tachycompensation

#### Vaisseaux (pré/post-charge)

- Vasodilatation artérielle (BKCa, ± NO) →  
↓SVR
- Vénodilatation → ↑capacitance →  
↓retour veineux (↓précharge)

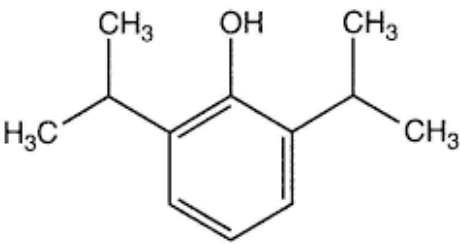
#### Conséquences hémodynamiques

- ↓SVR + ↓précharge + inotropie- → ↓VES/↓DC → ↓PAM
- Hypotension plus marquée si âge/fragilité, hypovolémie, bolus rapides

### Baisse de 15 à 30 % de la

#### Myocarde

- Inotropie négative modérée
- ↓ entrée  $\text{Ca}^{2+}$  (canaux L-type), altération couplage E-C



Action Allostérique  
Prolongation de l'effet du GABA



#### Références

Anesthesiology, Ebert, 1992  
Anesthesiology, Ebert, 2005  
Anesth Analg, Muzi, 1992  
Br J Pharmacol, Liu, 2011  
Br J Anaesth, Goodchild, 2015

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

The effect of propofol on haemodynamics: cardiac output, venous return, mean systemic filling pressure, and vascular resistances†

F. de Wit<sup>1,\*</sup>, A. L. van Vliet<sup>2</sup>, R. B. de Wilde<sup>3</sup>, J. R. Jansen<sup>3</sup>, J. Vuyk<sup>1</sup>, L. P. Aarts<sup>1</sup>, E. de Jonge<sup>3</sup>, D. P. Veelo<sup>4</sup> and B. F. Geerts<sup>1,4</sup>

17 patients  
Chirurgie Abdo majeure

↘PA  
M  
↗FC

↘ Résistances artérielles et veineuses

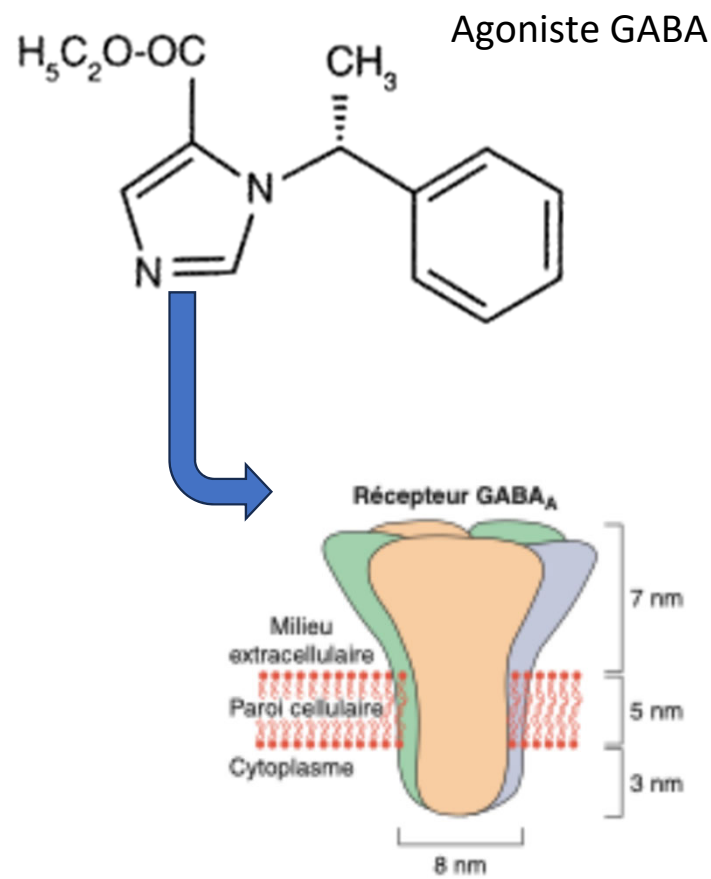
DC = effet neutre

| Parameter                                               | Propofol concentration 1 (low) |      | Propofol concentration 2 (middle) |      |                | Propofol concentration 3 (high) |      |                |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------|------|-----------------------------------|------|----------------|---------------------------------|------|----------------|
|                                                         | Mean                           | SD   | Mean                              | SD   | P <sub>1</sub> | Mean                            | SD   | P <sub>2</sub> |
| MAP (mm Hg)                                             | 82                             | 13   | 75                                | 12   | 0.04           | 66                              | 10   | <0.001         |
| HR (beats min <sup>-1</sup> )                           | 69                             | 10   | 71                                | 12   | 0.047          | 73                              | 11   | <0.001         |
| CO (litre min <sup>-1</sup> )                           | 5.7                            | 1.2  | 5.8                               | 1.1  | 0.77           | 5.5                             | 1.2  | 0.34           |
| CVP (mm Hg)                                             | 7.8                            | 2.8  | 7.3                               | 2.9  | 0.04           | 7.2                             | 3.0  | 0.03           |
| MSFP (mm Hg)                                            | 27.9                           | 5.4  | 24.6                              | 4.9  | 0.01           | 21.4                            | 4.2  | <0.001         |
| VR slope (litre min <sup>-1</sup> mm Hg <sup>-1</sup> ) | -0.31                          | 0.11 | -0.30                             | 0.21 | 0.41           | -0.40                           | 0.10 | <0.001         |
| P <sub>vr</sub> (mm Hg)                                 | 20.2                           | 5.6  | 17.2                              | 5.1  | 0.01           | 14.2                            | 3.4  | <0.001         |
| R <sub>vr</sub> (mm Hg min litre <sup>-1</sup> )        | 3.7                            | 1.4  | 3.1                               | 1.1  | 0.01           | 2.6                             | 0.7  | <0.001         |
| R <sub>sa</sub> (mm Hg min litre <sup>-1</sup> )        | 8.6                            | 3.4  | 7.5                               | 2.6  | 0.06           | 5.8                             | 2.2  | <0.001         |
| R <sub>sys</sub> (mm Hg min litre <sup>-1</sup> )       | 13.6                           | 4.5  | 12.1                              | 4.3  | 0.004          | 11.0                            | 3.6  | 0.002          |
| R <sub>vr</sub> /R <sub>sys</sub>                       | 0.28                           | 0.07 | 0.26                              | 0.72 | 0.31           | 0.25                            | 0.06 | 0.12           |
| SVV (%)                                                 | 6.6                            | 2.2  | 7.1                               | 2.9  | 0.48           | 9.7                             | 3.9  | 0.002          |
| PPV (%)                                                 | 7.0                            | 2.9  | 7.5                               | 2.8  | 0.45           | 10.8                            | 4.72 | <0.001         |
| TCl dose (µg ml <sup>-1</sup> )                         | 2.9                            | 0.86 | 4.0                               | 0.80 | <0.001         | 5.4                             | 1.0  | <0.001         |
| Propofol C <sub>b</sub> (µg ml <sup>-1</sup> )          | 3.0                            | 0.90 | 4.5                               | 1.0  | <0.001         | 6.5                             | 1.2  | <0.001         |
| BIS                                                     | 54                             | 13   | 39                                | 8    | <0.001         | 29                              | 7    | <0.001         |

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

Etomidate



Sous-types de récepteurs



β2 et β3

### Mécanismes

- Agoniste GABA-A
- Préserve baroréflexe et tonus sympathique
- Effets directs minimes sur contractilité et vasomotricité

### Conséquences hémodynamiques

Stabilité PA/FC à l'induction; hypotension rare (hypovolémie)

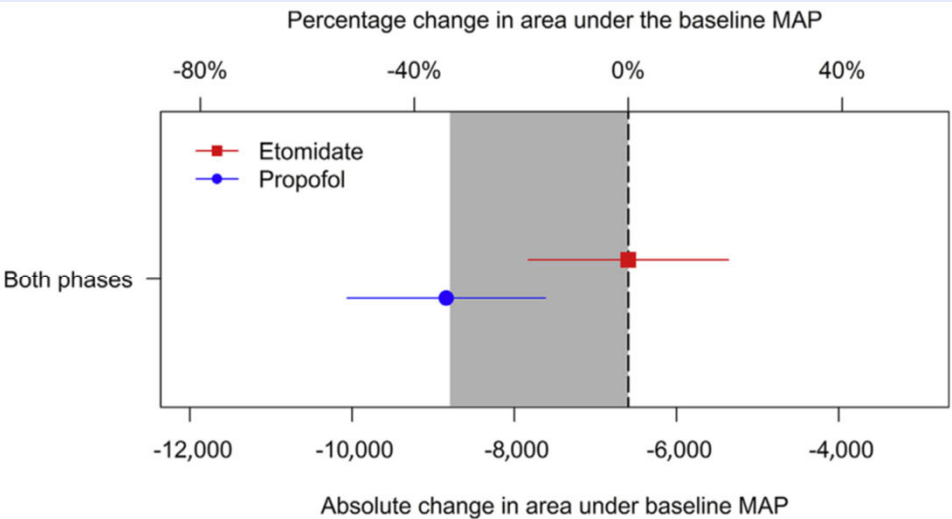
# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

### Haemodynamic profiles of etomidate vs propofol for induction of anaesthesia: a randomised controlled trial in patients undergoing cardiac surgery

J. A. Hannam<sup>1,2</sup>, S. J. Mitchell<sup>2,3</sup>, D. Cumin<sup>2</sup>, C. Frampton<sup>4</sup>, A. F. Merry<sup>2,5,\*</sup>, M. R. Moore<sup>2</sup> and C. J. Kruger<sup>5</sup>

*British Journal of Anaesthesia*, 122 (2): 198–205 (2019)



**N = 75** par groupe

Chirurgie cardiaque

**Réduction de 34%** de la  
PAM après induction au  
Propofol.

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

### Propofol

- **Précharge**  $\searrow \searrow \searrow$  = veinodilatation
- **Postcharge**  $\searrow \searrow$  = vasodilatation artérielle ( $\searrow$  RVS)
- **Inotropisme**  $\searrow$  : sujet âgé
- **Resetting du baroréflexe** = pas de tachycardie réflexe
- **Myocarde** : réduction mVO<sub>2</sub> et mDO<sub>2</sub>  
→ **effet neutre** si PAM préservée
- Réduction de la réactivité sympathique

### Etomidate

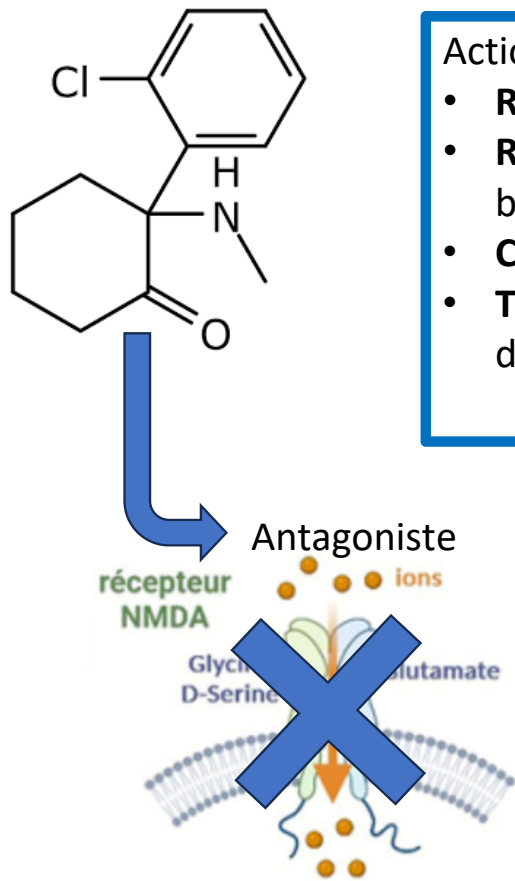
- **Maintient réactivité sympathique et baroréflexe**
- **Pas d'impact** sur précharge et postcharge
- **Pas d'amortissement hyperTA** lors la stimulation
- **Stimulation extra-pyramidal**, pas d'apnée dans 50% des cas
- Maintien de l'équilibre myocardique



# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

### Kétamine



Actions sur d'autres récepteurs :

- **Récepteurs opioïdes  $\mu$  et  $\kappa$**  (faible affinité)  $\rightarrow$  participe à l'analgésie.
- **Récepteurs muscariniques** (antagonisme)  $\rightarrow$  effets sympathomimétiques et bronchodilatateurs.
- **Canaux calciques voltage-dépendants** et **récepteurs nicotiniques**  $\rightarrow$  effet anesthésique
- **Transporteurs de monoamines** : inhibition de la recapture (noradrénaline, sérotonine, dopamine)  $\rightarrow$  activation sympathique centrale.

#### Mécanismes

- Antagoniste NMDA;
- Sympathomimétique indirect ( $\uparrow$  NA,  $\downarrow$  recapture)
- Inotrope négatif direct masquée si réserves catécholaminergiques intactes

#### Conséquences hémodynamiques

- $\uparrow$ PA/ $\uparrow$ FC/ $\uparrow$ DC
- Possible  $\uparrow$ Résistances artérielles pulmonaires (prudence HTAP)

#### Références

Br J Anaesth, Kamp, 2021  
–Int J Mol Sci, Shimoyama, 2020

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

### Etomidate versus ketamine for rapid sequence intubation in acutely ill patients: a multicentre randomised controlled trial

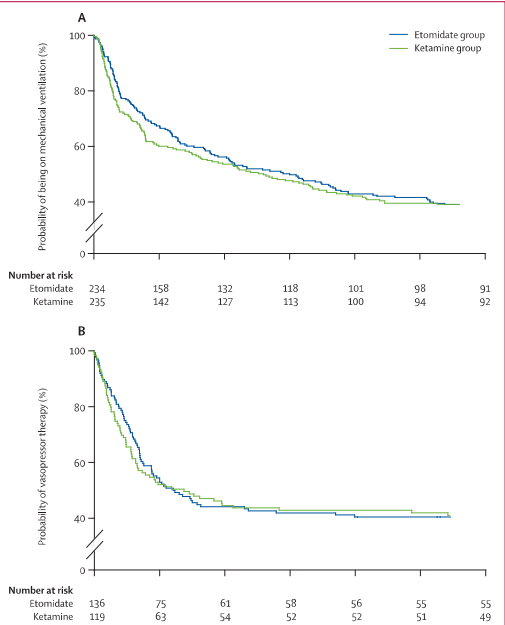
Patricia Jabre, Xavier Combes, Frederic Lapostolle, Mohamed Dhaouadi, Agnes Ricard-Hibon, Benoit Vivien, Lionel Bertrand, Alexandra Beltramini, Pascale Gamand, Stephane Albizzati, Deborah Perdrizet, Gaëlle Lebail, Charlotte Chollet-Xemard, Virginie Maxime, Christian Brun-Buisson, Jean-Yves Lefrant, Pierre-Etienne Bollaert, Bruno Megarbane, Jean-Damien Ricard, Nadia Anguel, Eric Vicaud, Frederic Achet, on behalf of the KETASED Collaborative Study Group\*

N = 655 patients

Patients de réa, sepsis inclus

- Résultats :
- Mortalité J28
  - Durée Catécho
  - Sevrage respi

NS



2009; 374: 293-300



Figure 2: Kaplan-Meier curves comparing patients receiving etomidate or ketamine for emergency intubation (A) Time to mechanical ventilation weaning. (B) Time to vasopressor weaning (etomidate group, n=136; ketamine group, n=119). (C) Survival from randomisation to day 28 (hazard ratio 1.2, 95% CI 0.9-1.6).

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie



### ATTENTION :

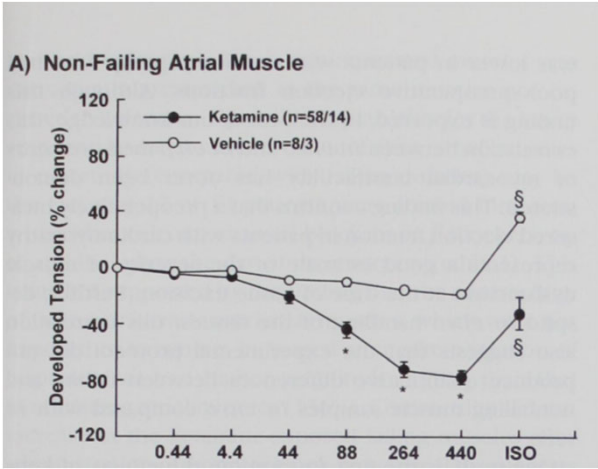
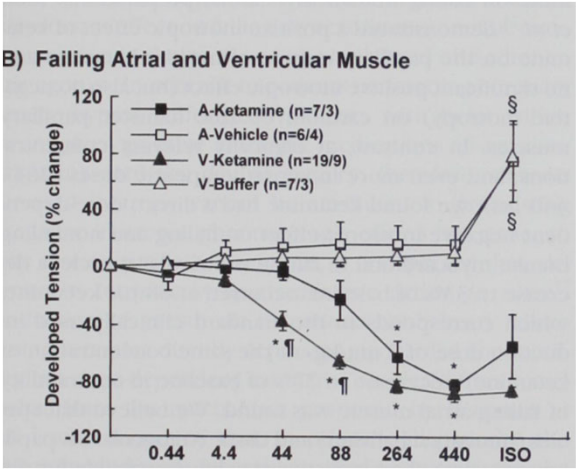
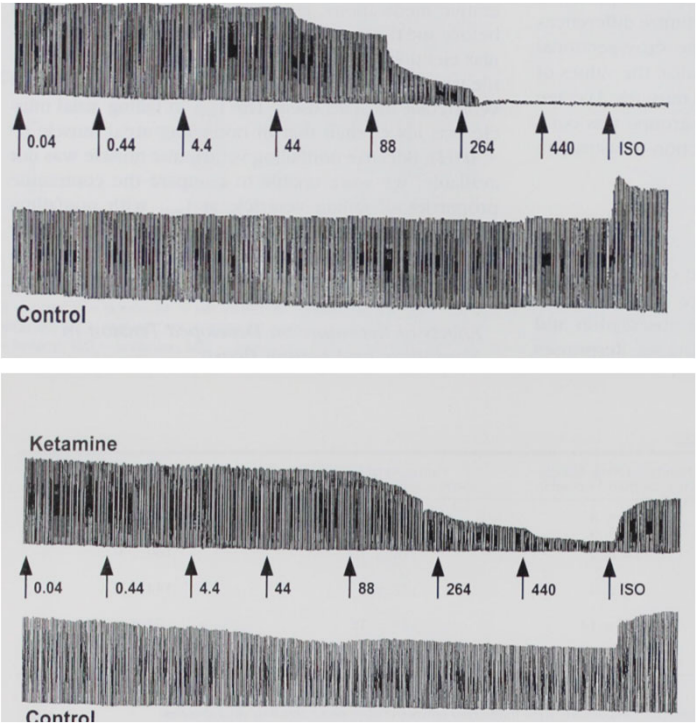
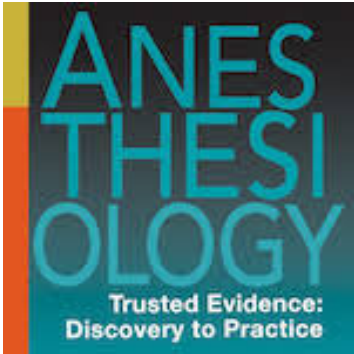
- **Risque de déséquilibre fonction myocardique :**
  - Augmentation flux coronaire
  - MAIS élévation  $mVO_2$  (tachycardie)
  - Balance potentielle défavorable chez le patient coronarien
- **Effet inotrope direct de la kétamine :**
  - Etudes animales ou in vitro
  - Effet masqué par la stimulation sympathique
  - Potentiel risque chez patients avec réponse sympathique inhibée – épuisée - maximale

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

\* Staff Anesthesiologist, Department of General Anesthesiology.  
 † Research Technologist, Center for Anesthesiology Research.  
 ‡ Staff Surgeon, Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery.

decreased when ketamine was administered to patients with no cardiac disease who were undergoing general anesthesia with halothane- or enflurane-induced anesthesia. The authors concluded that general anesthesia blocks the peripheral-stimulating properties of ketamine.



Etude in-vitro  
Tissu humain

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie

**Peu de données** dans la littérature

Relation dose?

**Surveillance DC** semble nécessaire



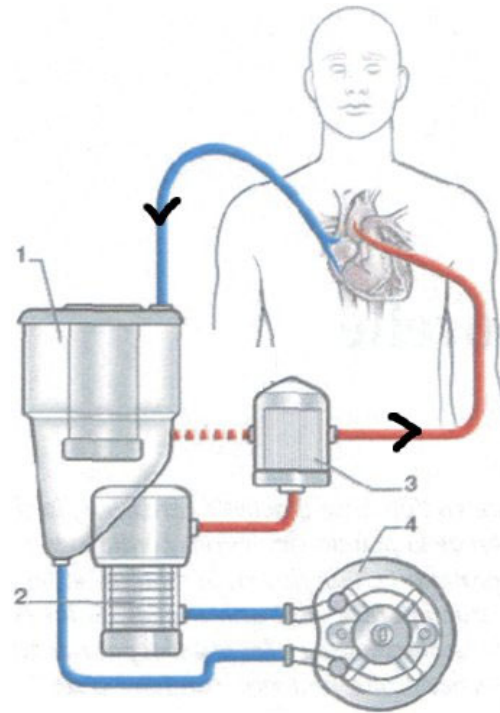
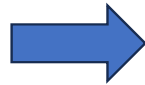
### **ATTENTION :**

- **Risque de déséquilibre fonction myocardique :**
  - Augmentation flux coronaire
  - MAIS élévation  $mVO_2$  (tachycardie)
  - Balance potentielle défavorable chez le patient coronarien
- **Effet inotrope direct de la kétamine :**
  - Etudes animales ou in vitro
  - Effet masqué par la stimulation sympathique
  - Potentiel risque chez patients avec réponse sympathique inhibée – épuisée - maximale

# Physiologie du système nerveux autonome

## Chirurgie cardiaque = risque d'altération du SNA

Recours à la CEC



**Physiologie du système nerveux autonome**  
**Chirurgie cardiaque = risque d'altération du SNA**



## Recours à la CEC

## Diminution du tonus parasympathique

## Début de CEC

## Cavité cardiaques vides

## Perte des barorécepteurs cardiaques

# Physiologie du système nerveux autonome

## CEC et risque d'altération du SNA

### En per-CEC

L'hémodilution, l'hypothermie et l'anesthésie profonde entraînent une sympatholyse relative et une inhibition parasympathique.

→ Le système nerveux autonome devient "plat", avec très peu de modulation. »

### Inflammation et contrôle neuro-immun

CEC = activation de l'inflammation = SIRS

Cette inflammation altère la voie vagale anti-inflammatoire et stimule la production de catécholamines → accentuant le déséquilibre sympathique et vagal.

### Sevrage de CEC – Hyperactivation

Sevrage = la reprise du flux pulsatile et l'accumulation de catécholamines

→ hyperactivation sympathique brutale.

→ Tachycardie, arythmies, vasoconstriction puis vasoplégie secondaire

### Conséquences cliniques

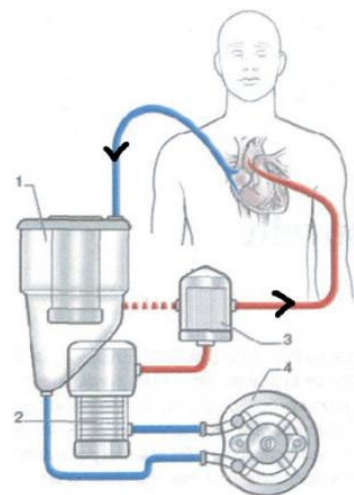
Déséquilibre autonome = instabilité hémodynamique

La faible variabilité de fréquence cardiaque, les troubles du rythme et la sensibilité accrue au stress postopératoire



# Physiologie du système nerveux autonome

## CEC et risque d'altération du SNA



**SNA**

| Phase                          | Effets sur le SNA                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Début CEC</b>               | Diminution baroréflexe, baisse afférences cardiaques   |
| <b>Pendant CEC</b>             | Chute du tonus parasympathique, sympatholyse relative  |
| <b>Sevrage CEC</b>             | Hyperactivation sympathique, instabilité hemodynamique |
| <b>Postopératoire immédiat</b> | Déséquilibre sympathique/vagal + inflammation          |

# Physiologie du système nerveux autonome

## CEC et risque d'altération du SNA

### Impact sur le risque de douleur postopératoire

#### Diminution du tonus vagal → perte du frein anti-nociceptif

- Le nerf vague inhibe la transmission nociceptive centrale (voie cholinergique anti-inflammatoire).
- La CEC supprime cette modulation → **facilitation de la transmission douloureuse**.

#### Hyperactivation sympathique → sensibilisation périphérique

- Libération de noradrénaline + cytokines → activation des neurones nociceptifs.
- Pendant le sevrage, la poussée catécholaminergique accentue la réactivité douloureuse.

#### Inflammation systémique → sensibilisation centrale

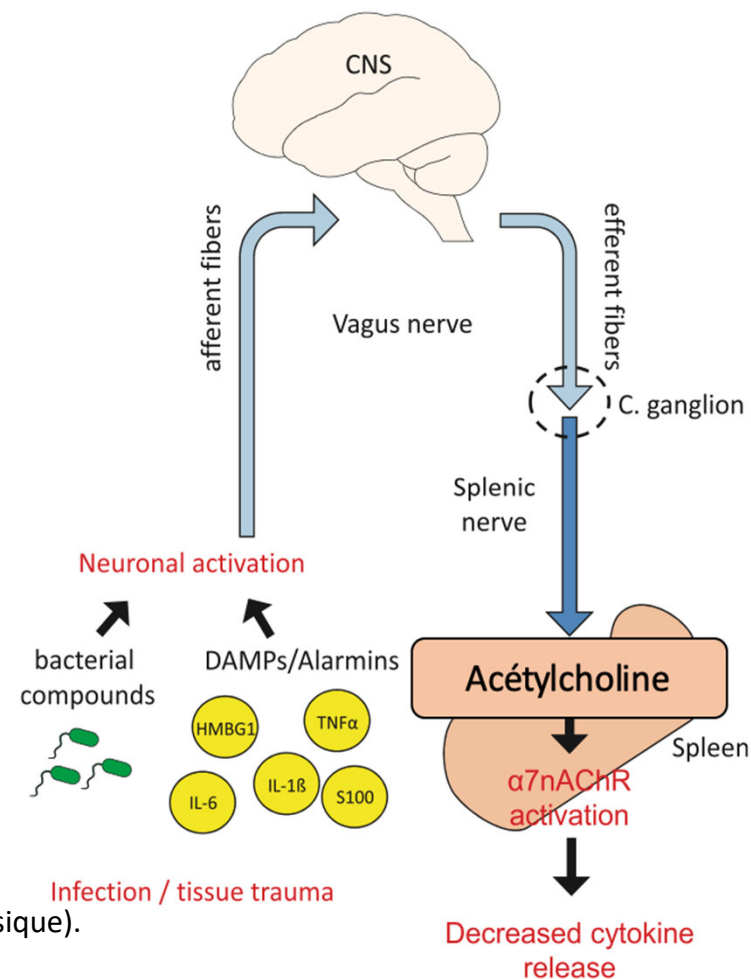
- IL-6, TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  augmentent la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique.
- Activation microgliale → **hyperalgésie centrale**.
- La CEC est un stimulus puissant de cette cascade inflammatoire.

#### Diminution de la HRV = biomarqueur de dysrégulation nociceptive

- Une HRV basse est associée à :
  - plus de douleur aiguë postopératoire,
  - plus de consommation d'opioïdes,
  - plus de risque de douleur chronique.
- Elle reflète un **SNA incapable de moduler efficacement la nociception**.

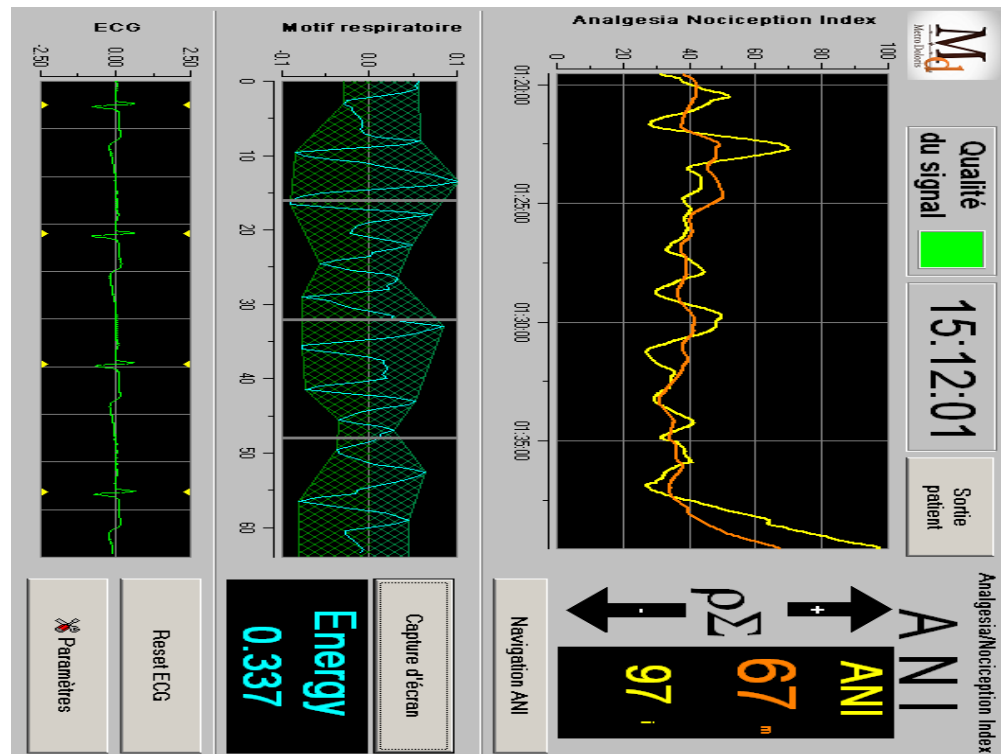
#### E) Implications cliniques

- Importance du maintien du tonus vagal (dexmédétomidine, blocs parasternaux, optimisation anesthésique).
- Pertinent pour tes travaux sur la douleur aiguë et chronique en chirurgie cardiaque.



# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire



Enregistrement de l'arythmie respiratoire sinusale

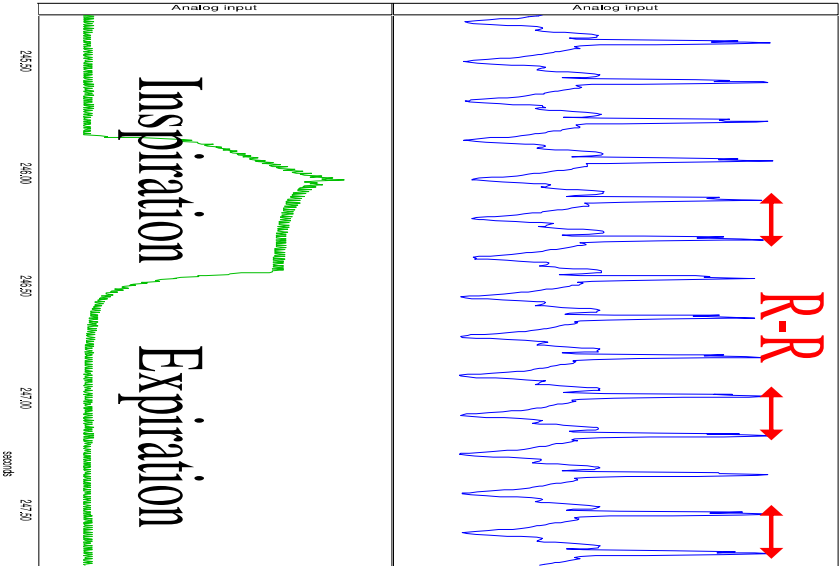
Tonus parasympathique

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

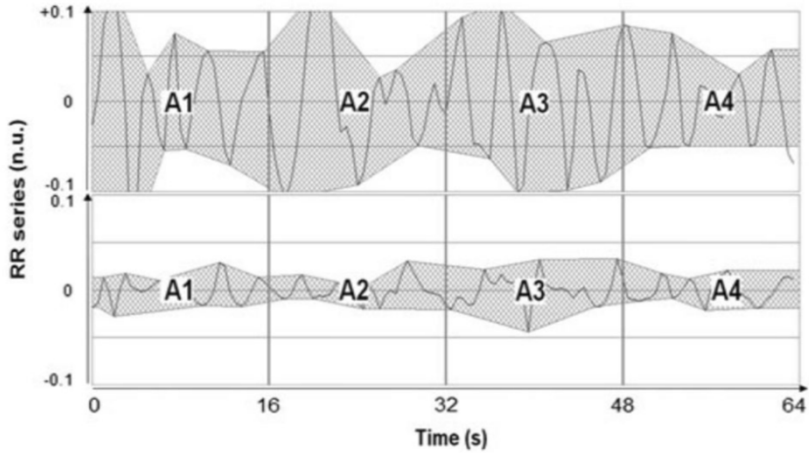
Tonus parasympathique

Inspiration = RR ↘  
Expiration = RR ↗



$$ANI = 100 \times \frac{(\alpha \times AUC_{\min} + \beta)}{12.8}$$

Indice entre 0 et 100



# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

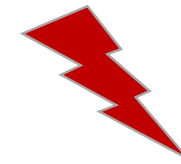
SNA para-sympathique



SNA ortho-sympathique

Plus le système parasympathique est présent  
→ Variation RR → ANI Augmente

Plus le système orthosympathique est présent  
→ Pas de Variation RR → ANI diminue



Nociception

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

Nociception monitors vs.  
standard practice for titration of  
opioid administration in general  
anesthesia: A meta-analysis of  
randomized controlled trials

Dandan Ma<sup>1,2†</sup>, Jiahui Ma<sup>3†</sup>, Huayong Chen<sup>2</sup>, Dongliang Mu<sup>3</sup>,  
Hao Kong<sup>3</sup> and Lingzhi Yu<sup>1\*</sup>

Consommation  
per-opératoire de  
morphiniques

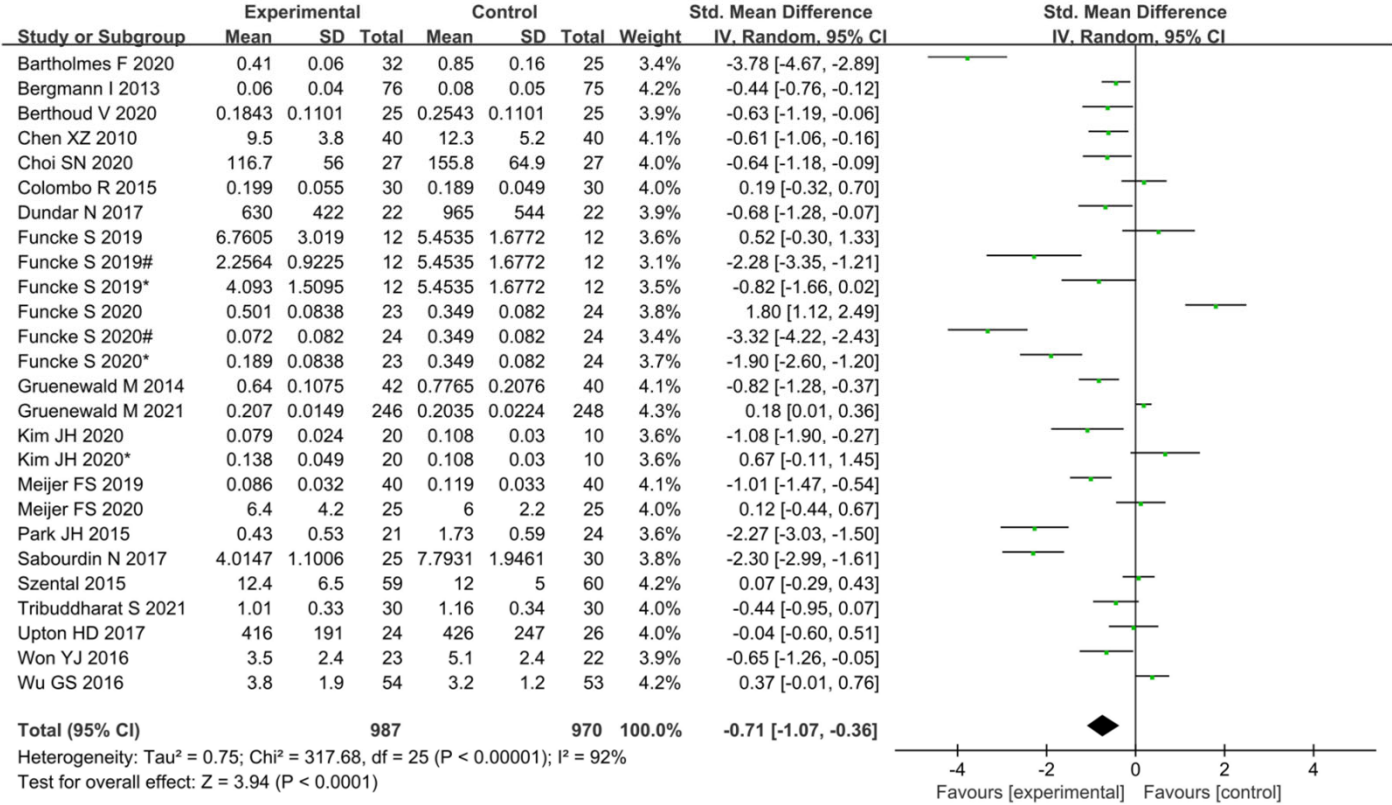


FIGURE 3  
Forest plot showing the effects of intervention (nociception monitoring guidance/standard practice) on intraoperative opioid administration.

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

Nociception monitors vs.  
standard practice for titration of  
opioid administration in general  
anesthesia: A meta-analysis of  
randomized controlled trials

Dandan Ma<sup>1,2†</sup>, Jiahui Ma<sup>3†</sup>, Huayong Chen<sup>2</sup>, Dongliang Mu<sup>3</sup>,  
Hao Kong<sup>3</sup> and Lingzhi Yu<sup>1\*</sup>

Délai  
d’extubation

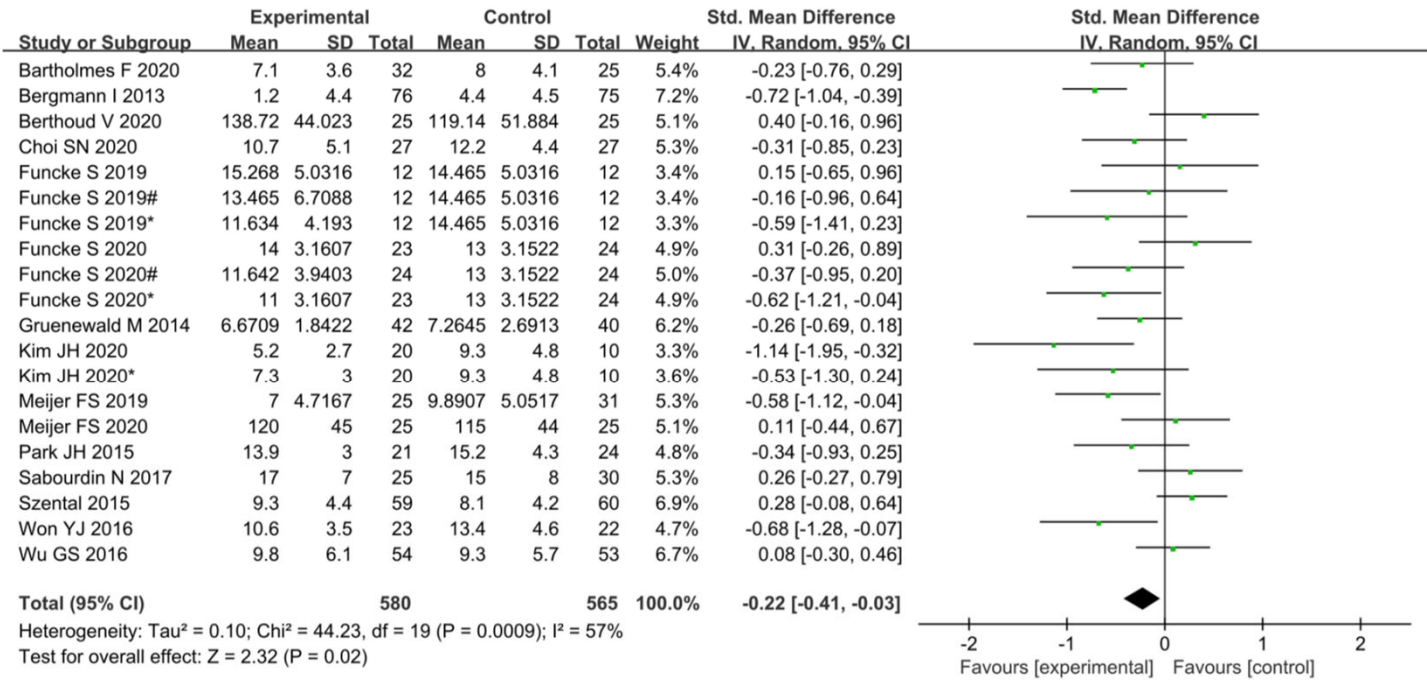


FIGURE 4  
Forest plot showing the effects of intervention (nociception monitoring guidance/standard practice) on extubation time.

# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

Nociception monitors vs. standard practice for titration of opioid administration in general anesthesia: A meta-analysis of randomized controlled trials

Dandan Ma<sup>1,2†</sup>, Jiahui Ma<sup>3†</sup>, Huayong Chen<sup>2</sup>, Dongliang Mu<sup>3</sup>, Hao Kong<sup>3</sup> and Lingzhi Yu<sup>1\*</sup>

Douleur  
postopératoire

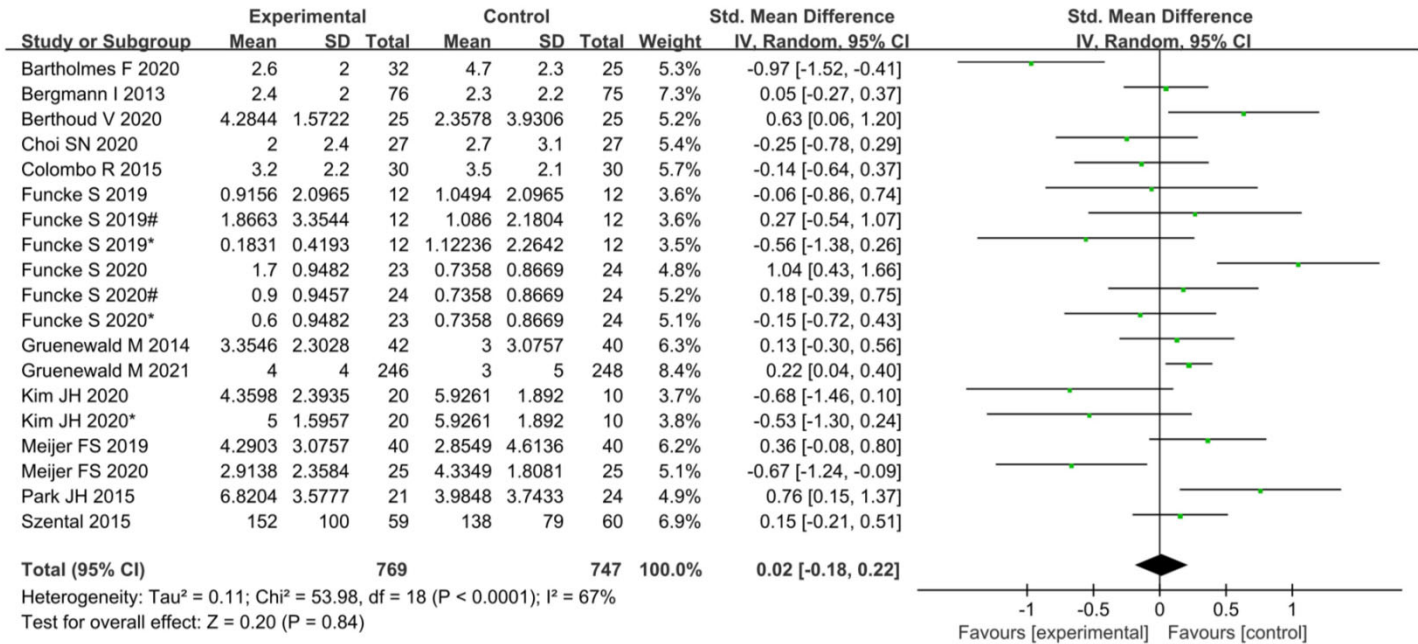


FIGURE 5  
Forest plot showing the effects of intervention (nociception monitoring guidance/standard practice) on postoperative pain scores.

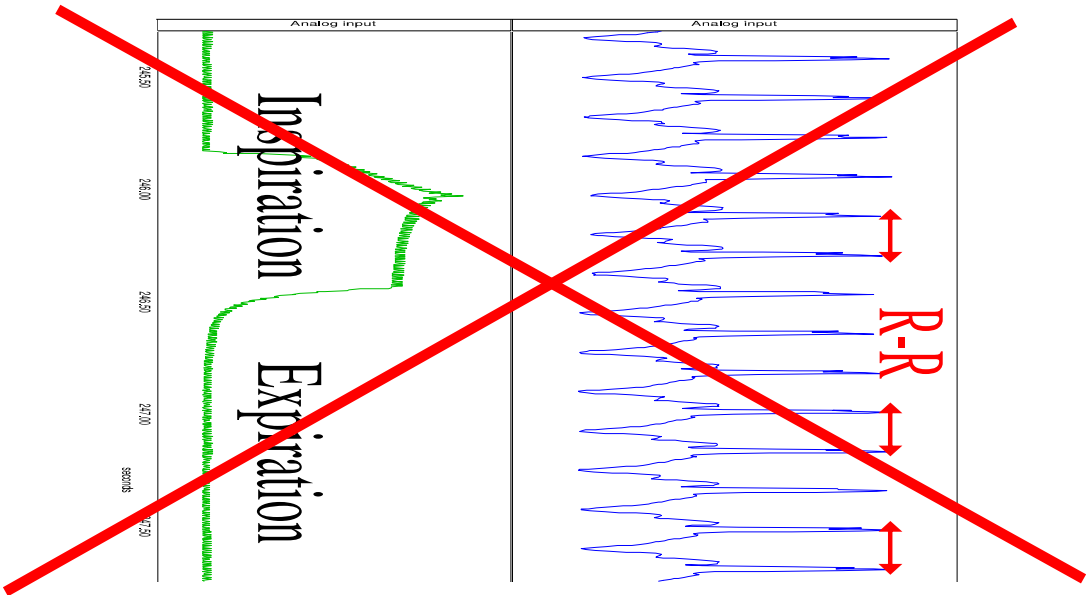


# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

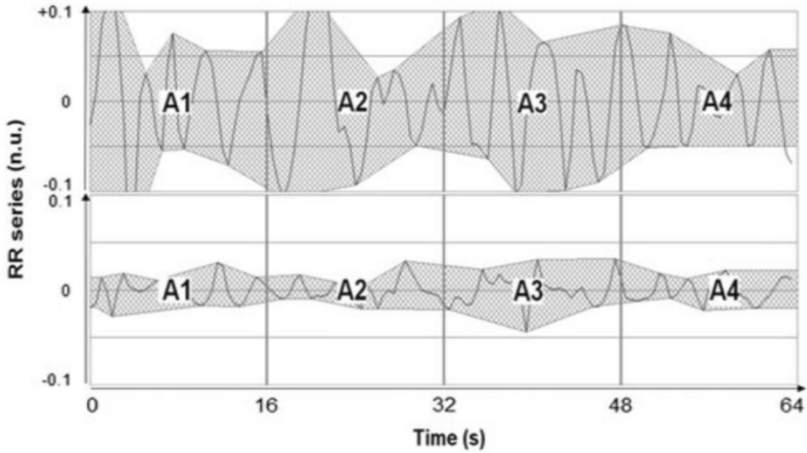
Tonus parasympathique

Inspiration = RR ↘  
Expiration = RR ↗



$$ANI = 100 \times \frac{(\alpha \times AUC_{min} + \beta)}{12.8}$$

Indice entre 0 et 100



# Physiologie du système nerveux autonome

## SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

Journal of Anesthesia  
<https://doi.org/10.1007/s00540-022-03126-8>

REVIEW ARTICLE



### Analgesia nociception index and high frequency variability index: promising indicators of relative parasympathetic tone

Keisuke Yoshida<sup>1</sup>  · Shinju Obara<sup>1</sup> · Satoki Inoue<sup>1</sup>

Journal of Clinical Monitoring and Computing (2022) 36:623–635  
<https://doi.org/10.1007/s10877-021-00772-3>

REVIEW PAPER



### Description of the validity of the Analgesia Nociception Index (ANI) and Nociception Level Index (NOL) for nociception assessment in anesthetized patients undergoing surgery: a systematized review

T. Shiva Shahiri<sup>1,2</sup> · Philippe Richebé<sup>3</sup> · Melissa Richard-Lalonde<sup>1,2</sup> · Céline Gélinas<sup>1,2</sup>

# Physiologie du système nerveux autonome

## Conclusion

SNA rôle essentiel dans l'homéostasie de l'organisme

Interactions entre anesthésie-réanimation et SNA

Peut-être exploré et monitoré durant une chirurgie

# Physiologie du Retour veineux et CEC

# **Retour Veineux et CEC**

## **Introduction**

**Quel rôle joue le retour veineux et quels liens avec le débit cardiaque ?**

**La CEC va-t-elle impacter la physiologie du retour veineux ?**

**Quels moyens pour optimiser le retour veineux ?**

REVIEW

Open Access



# Venous return and mean systemic filling pressure: physiology and clinical applications

Romain Persichini<sup>1\*</sup>, Christopher Lai<sup>2</sup>, Jean-Louis Teboul<sup>2</sup>, Imane Adda<sup>2</sup>, Laurent Guérin<sup>2</sup> and Xavier Monnet<sup>2</sup>

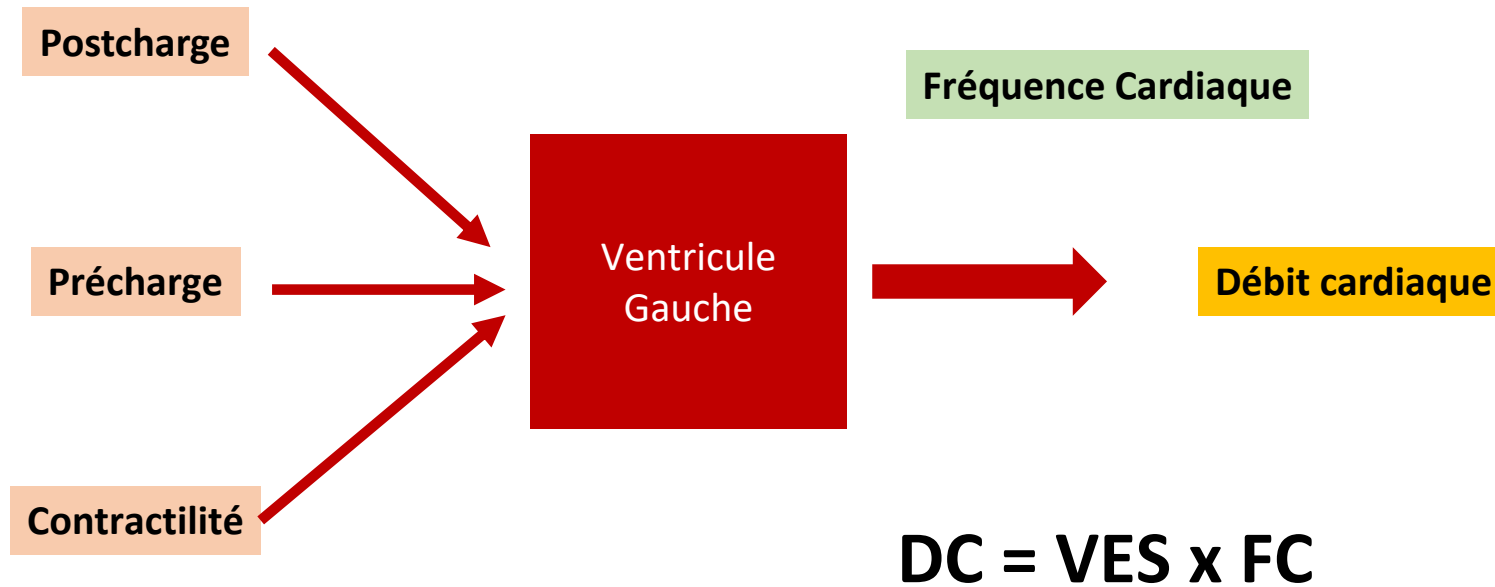


# Retour Veineux et CEC

## Introduction

Approche classique

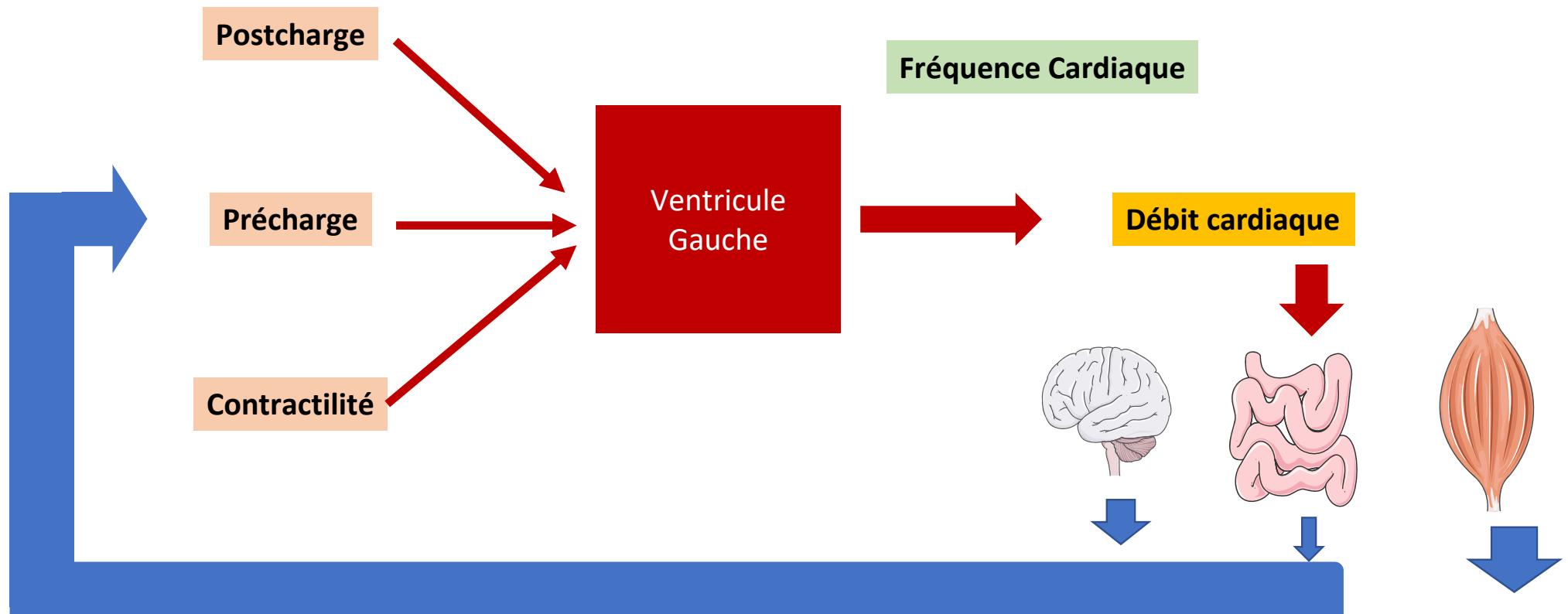
Quel rôle joue le retour veineux et quels liens avec le débit cardiaque ?



# Retour Veineux et CEC

## Introduction

### Approche classique

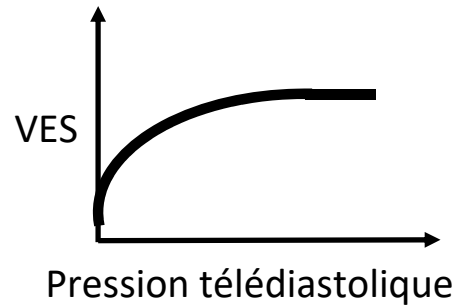




# Retour Veineux et CEC

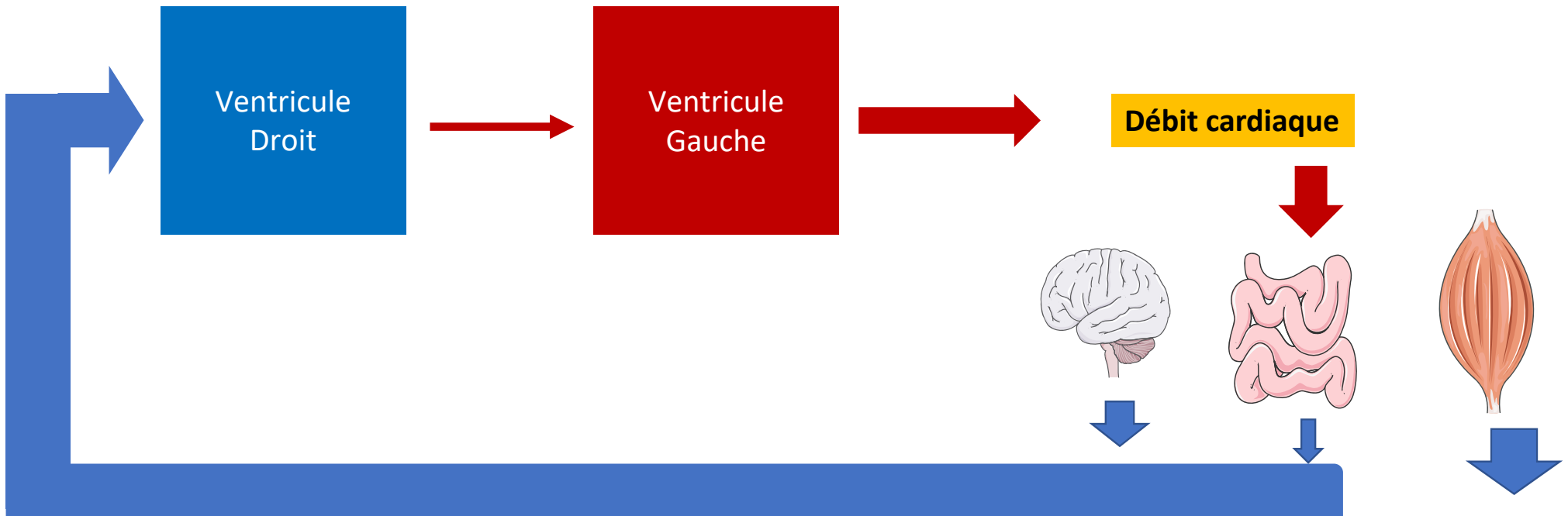
## Introduction

### Approche classique



Fréquence Cardiaque

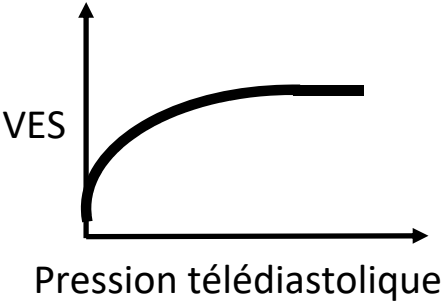
Débit cardiaque



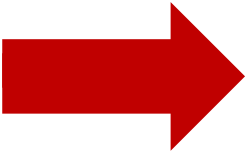
# Retour Veineux et CEC

## Introduction

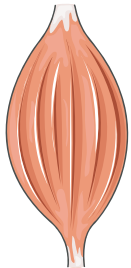
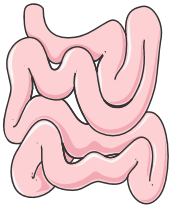
Approche classique



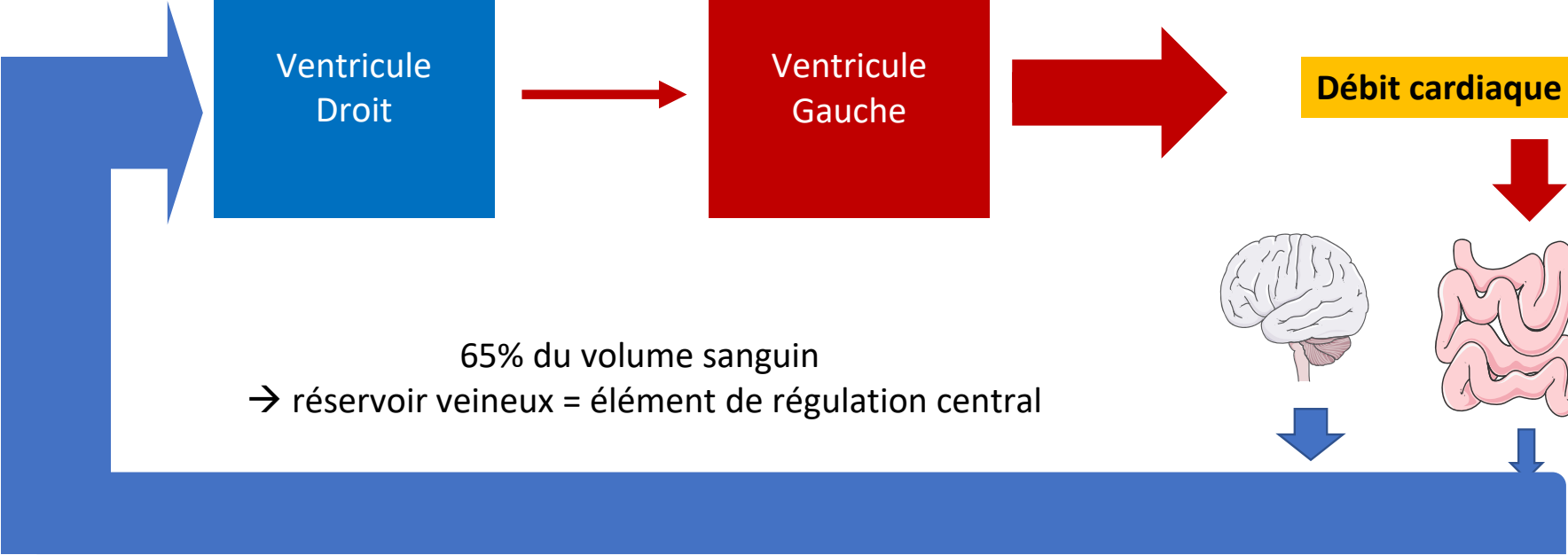
Fréquence Cardiaque



Débit cardiaque



65% du volume sanguin  
→ réservoir veineux = élément de régulation central



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

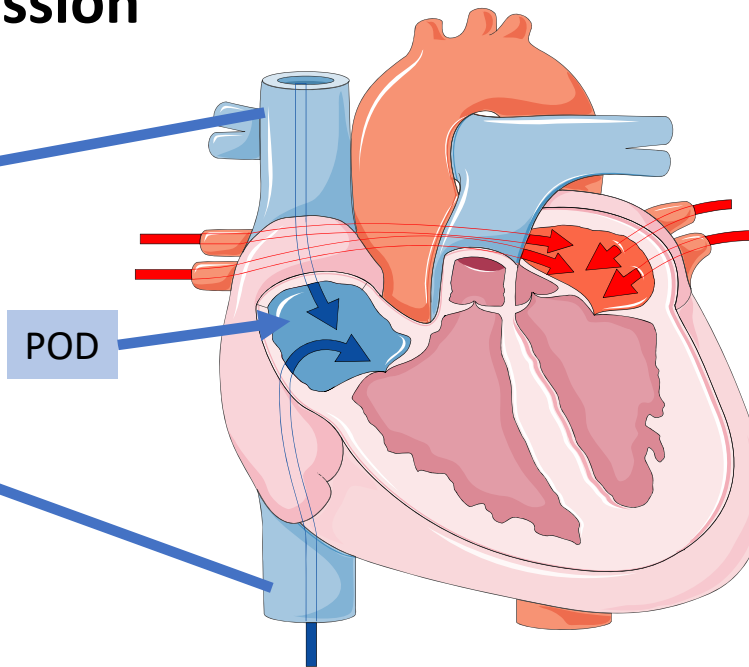
## Comment le retour veineux est-il généré?

### Différence de pression

Pression veineuse systémique - PSM

POD

### Loi de Poiseuille



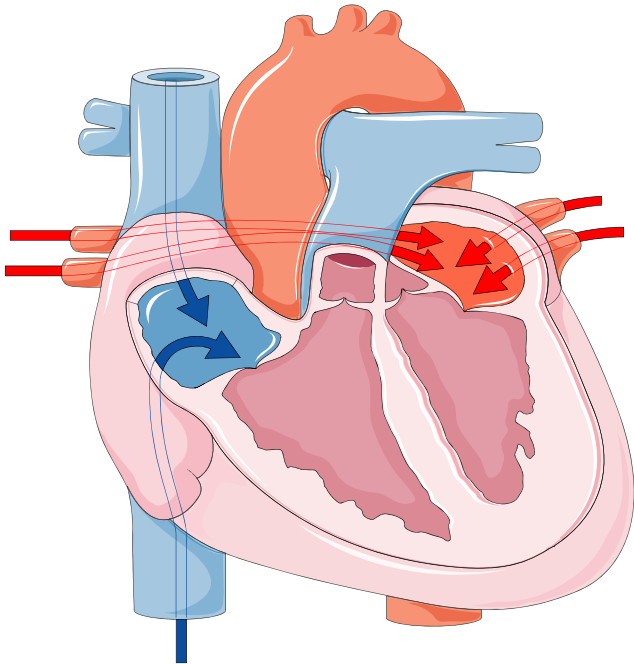
Loi de l'écoulement d'un liquide visqueux dans un tube

$$\text{Débit (Q)} = \Delta P / \text{Résistances}$$

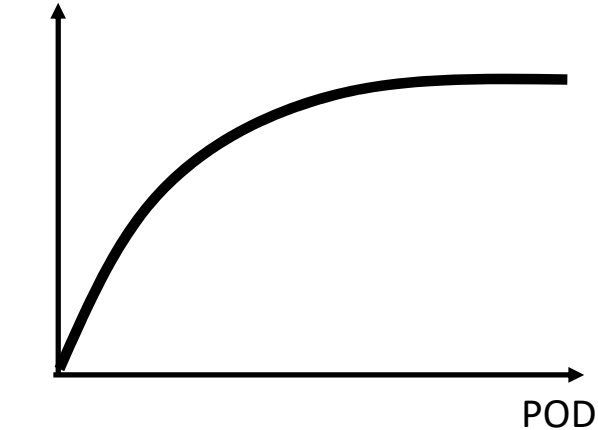
$$\text{RV} = (\text{PSM} - \text{POD}) / \text{Résistances}$$

**Retour Veineux – Théorie de Guyton**  
**Comment le retour veineux est-il généré?**

POD  
=  
Pression qui s'oppose au retour veineux



DC / RV



Courbe de fonction ventriculaire  
de Sarnoff

POD  
=  
2 visions non antagonistes

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment le retour veineux est-il généré?

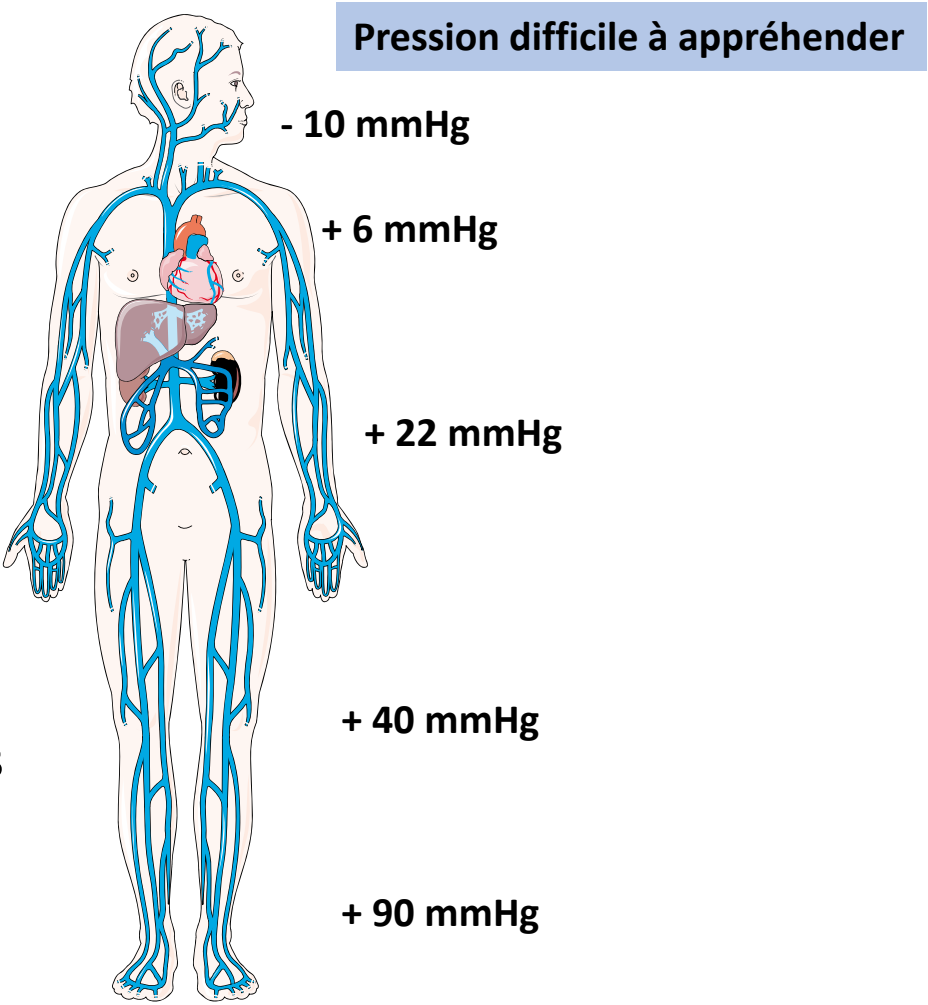
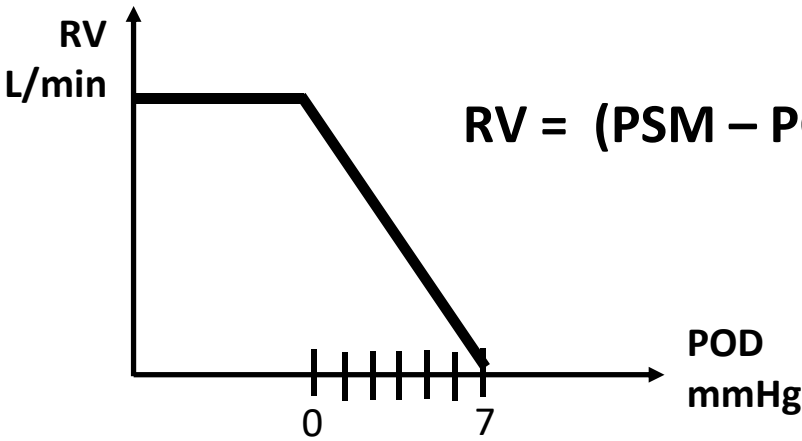
Pression veineuse systémique

Pression motrice nécessaire pour permettre le RV

Résulte de la force de recul élastiques des parois veineuses

Expérience chez le chien

PSM = POD  
RV = 0



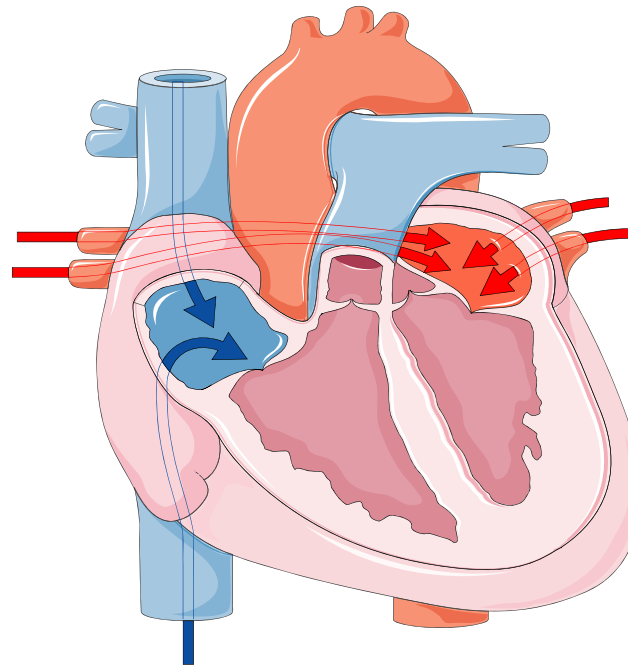
# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment le retour veineux est-il généré?

Cœur  
=  
Objectif de vidanger le système veineux

Pression veineuse systémique  $\neq$  POD

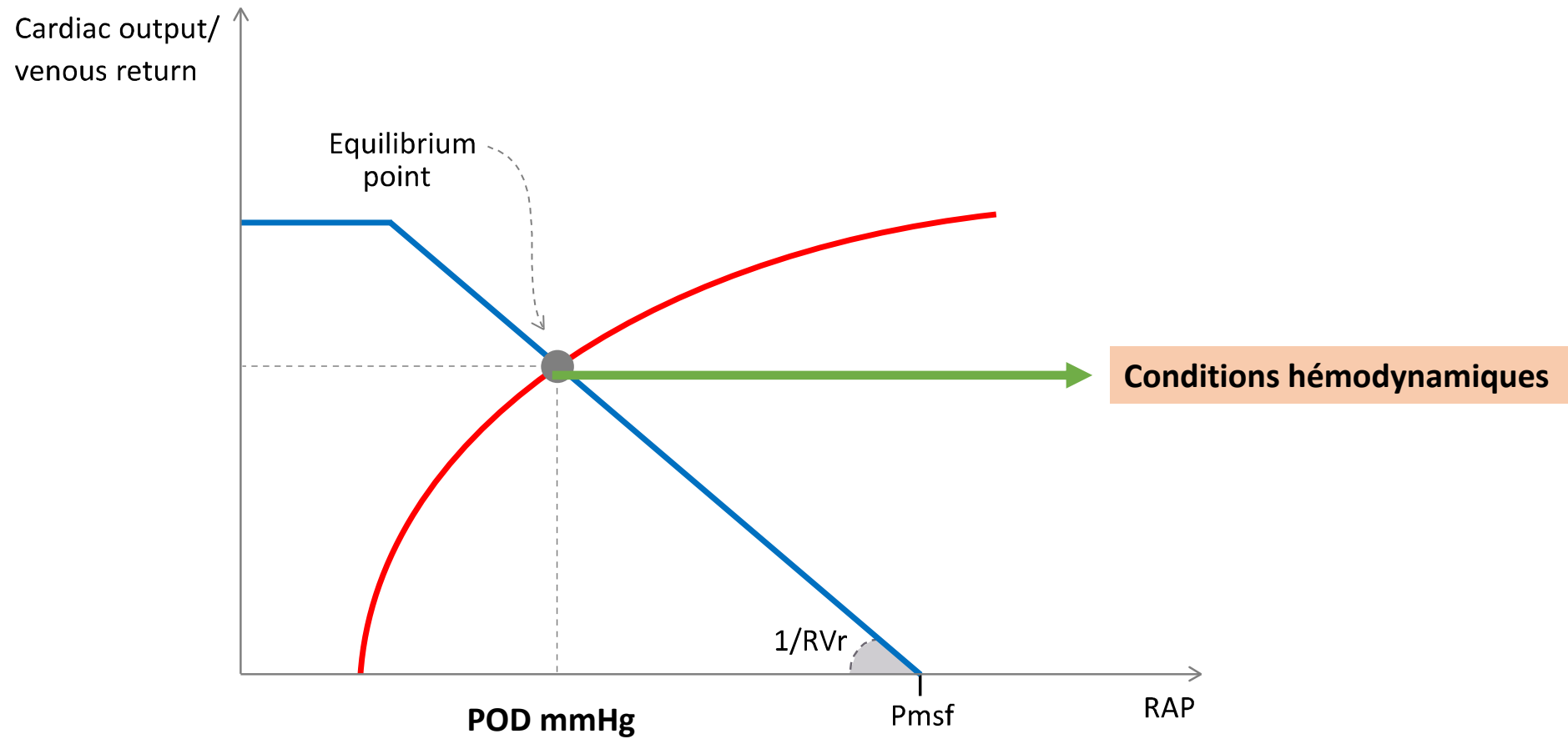
A chaque contraction : OD vidangée  
→ Bascule du sang à gauche  
→ VG : éjection dans le système à pression élevée  
→ Retour du sang dans le système veineux (PSM)



Cœur  
=  
Objectif de vidanger le système veineux

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment le retour veineux est-il généré?

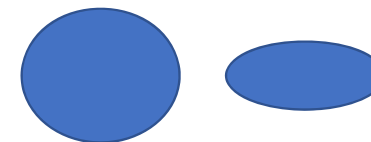


# Retour Veineux – Théorie de Guyton

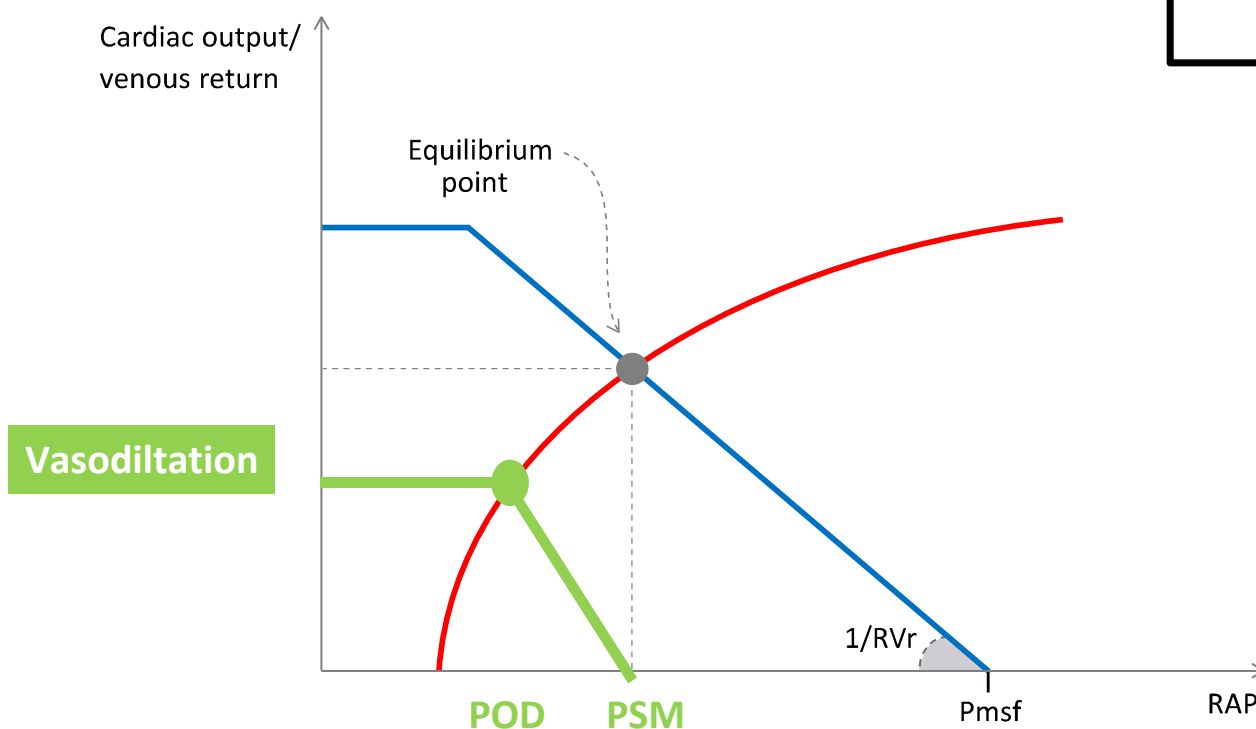
## Quels sont les déterminants du retour veineux ?

$$\text{Venous return} = (P_{msf} - RAP) / R_{Vr}$$

Résistances = Inverse de la pente de la courbe du RV



Plus le diamètre augmente  
Plus les résistances diminuent  
Plus la pente est forte

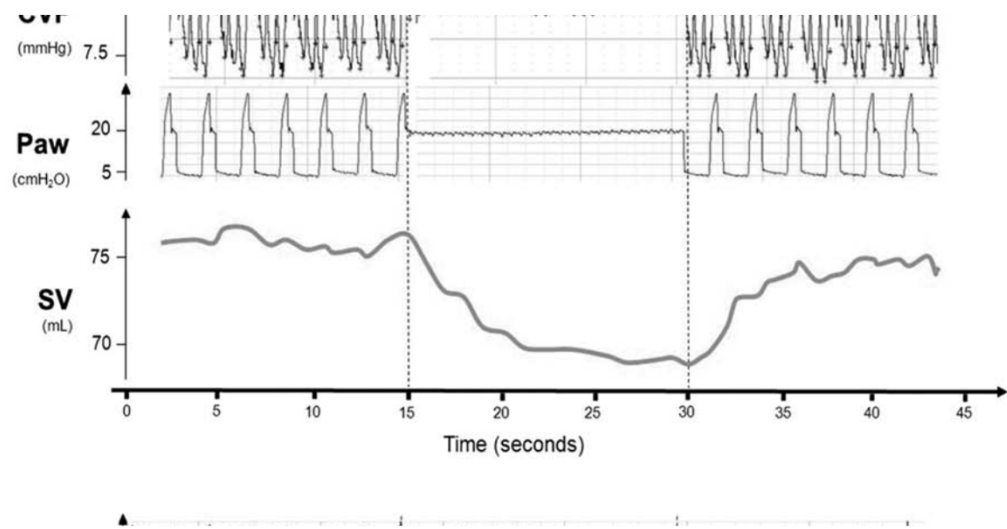




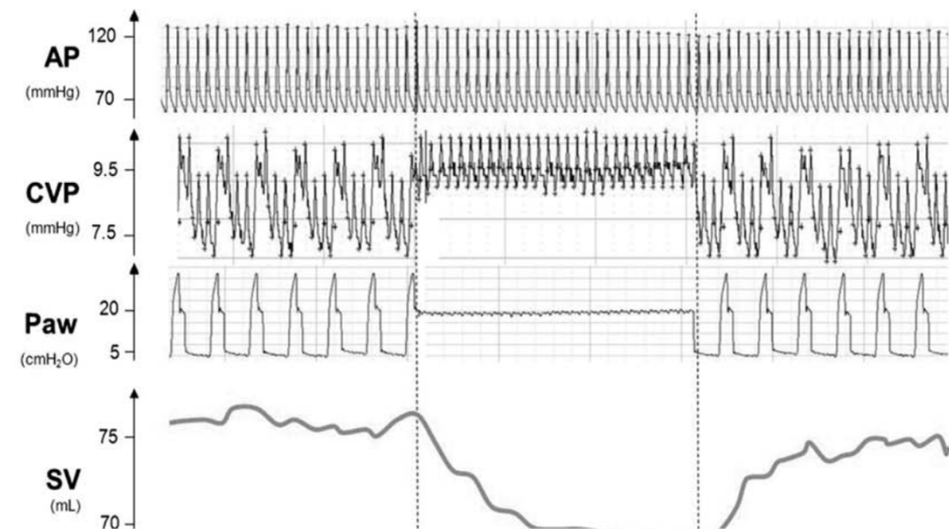
# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment estimer la PVS?

Méthode basée sur interactions cœur-poumons



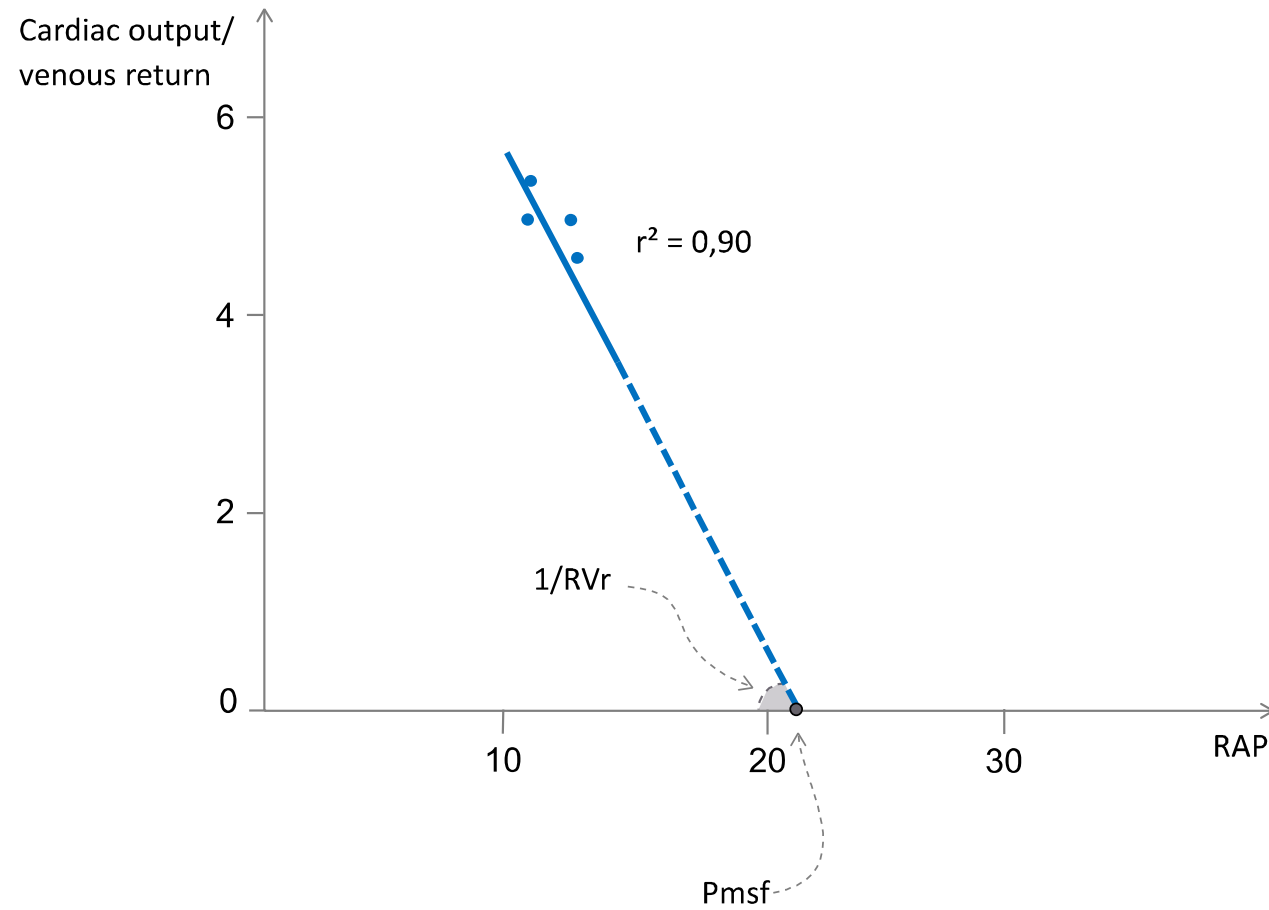
Pause télé-inspiratoire



Pause télé-expiratoire

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

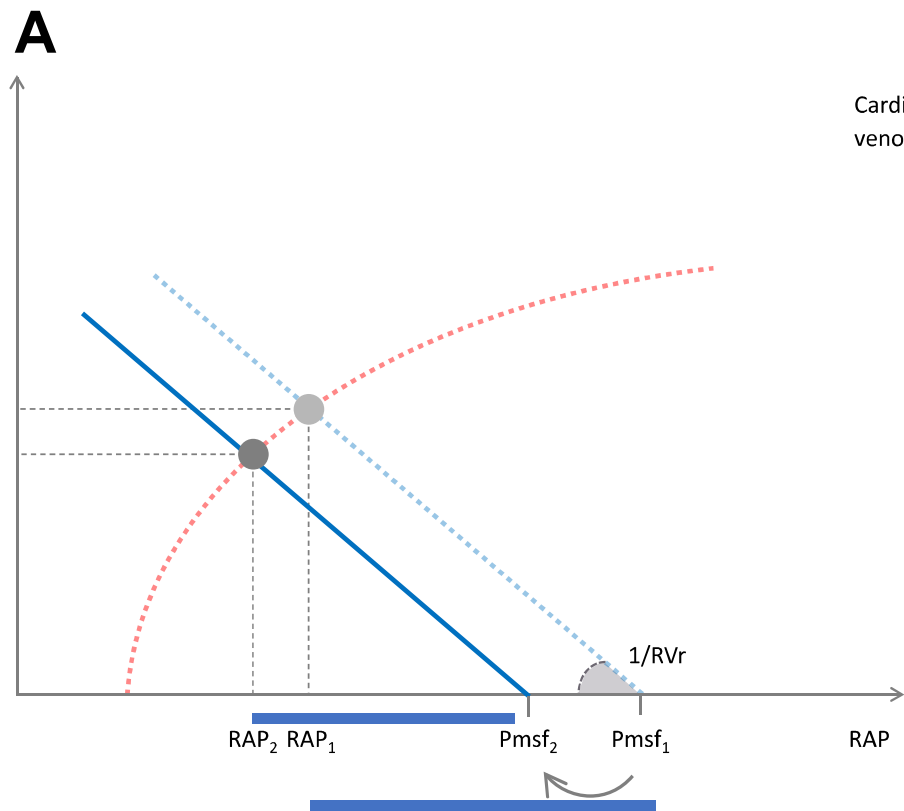
## Comment estimer la PVS?



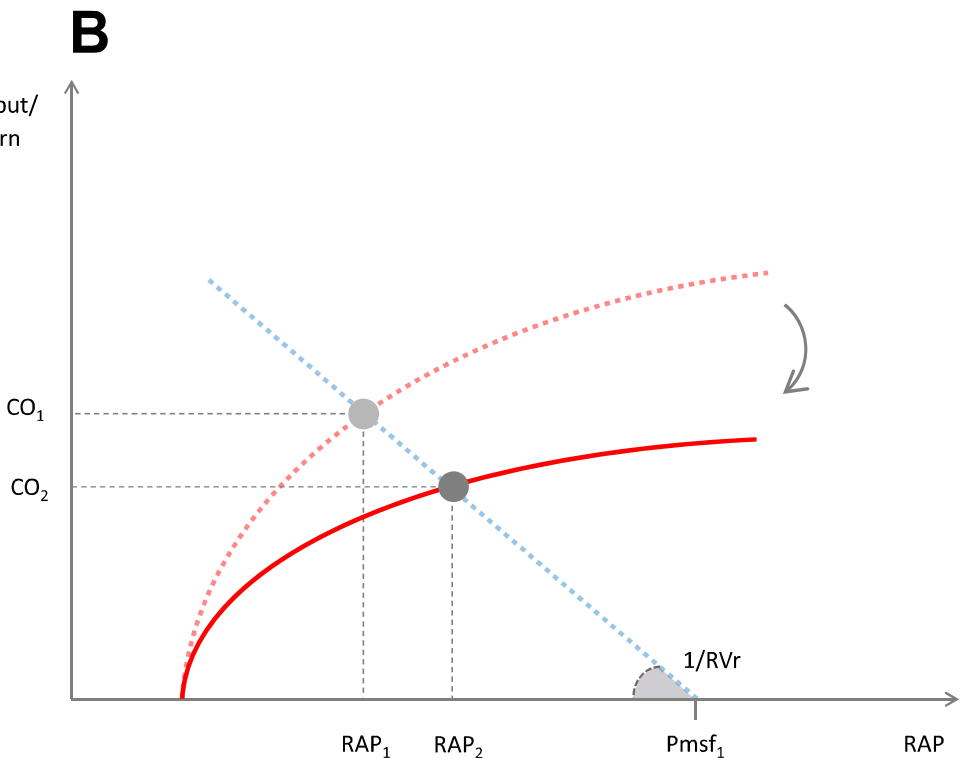
# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Situations pathologiques

Choc hypovolémique



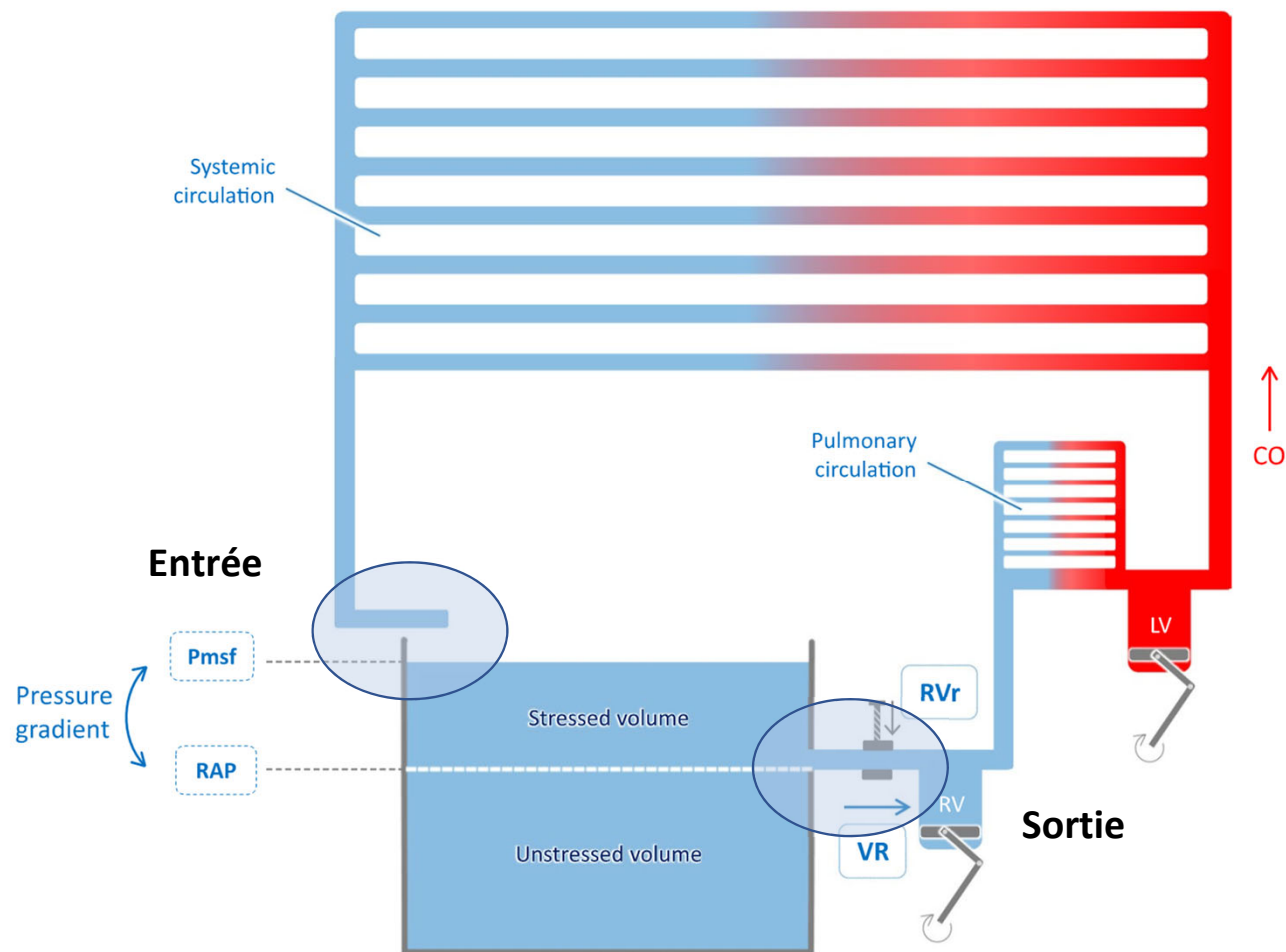
Choc cardiogénique



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment le retour veineux est-il généré?

PSM importante pour le retour dans l'OD et non la pression artérielle

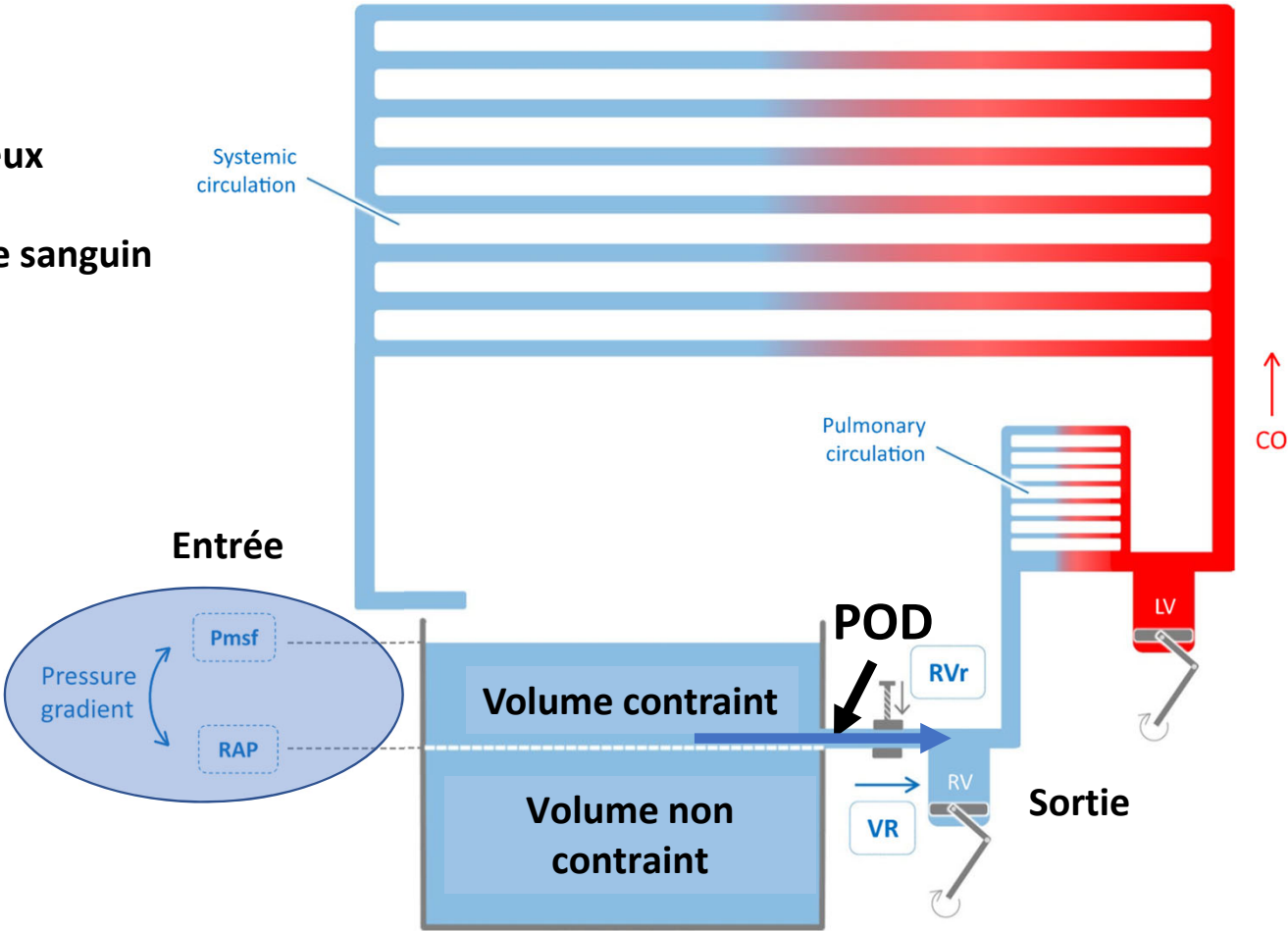


# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment le retour veineux est-il généré?

PSM importante pour le retour dans l'OD et non la pression artérielle

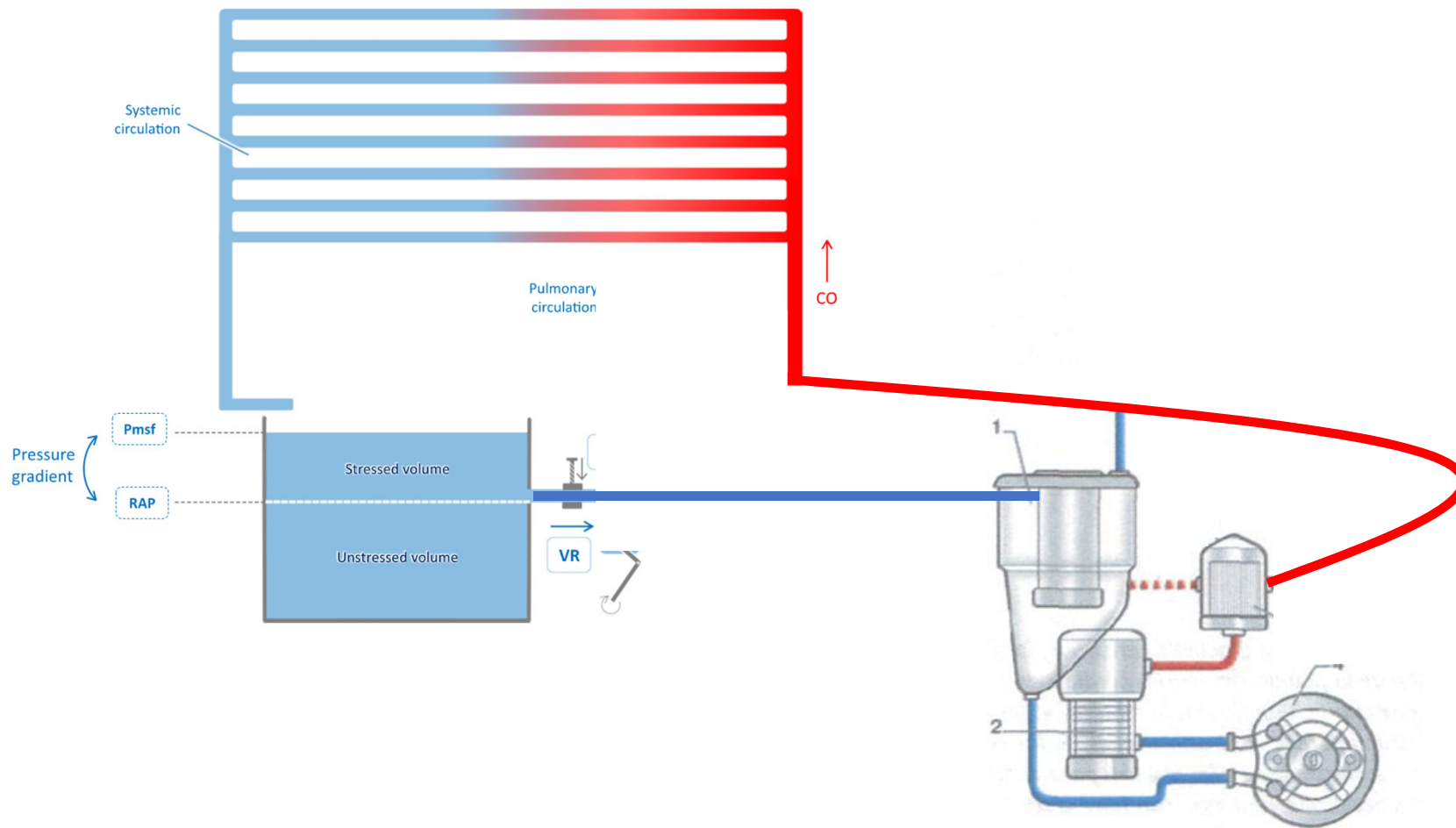
Système veineux  
=  
65 – 70 % du volume sanguin



**Améliorer RV**  
**Deux solutions :**  
- Augmenter PSM  
- Diminuer la POD

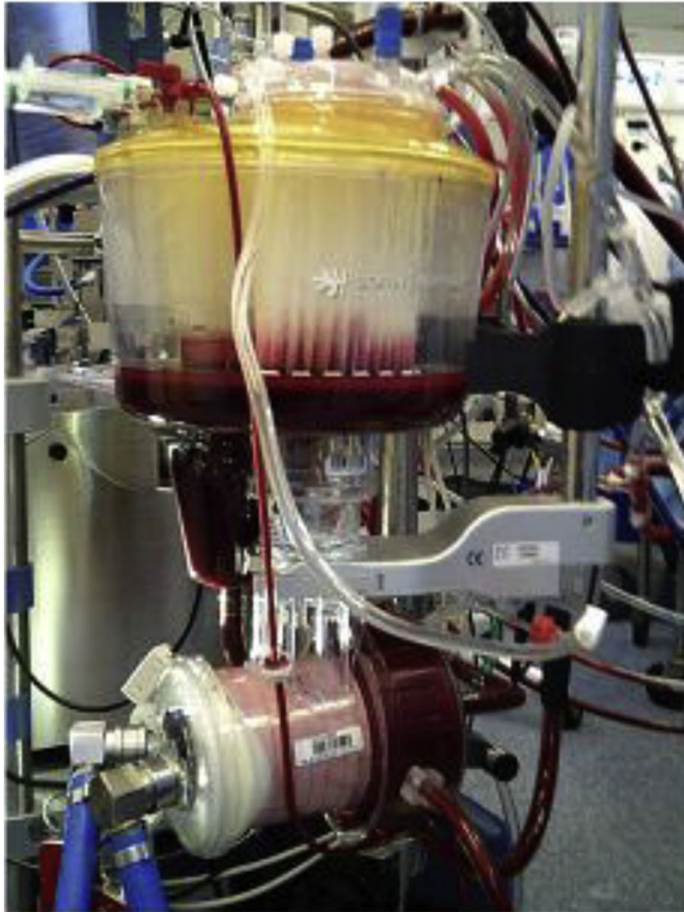
# Retour Veineux et CEC

## Drainage veineux en CEC



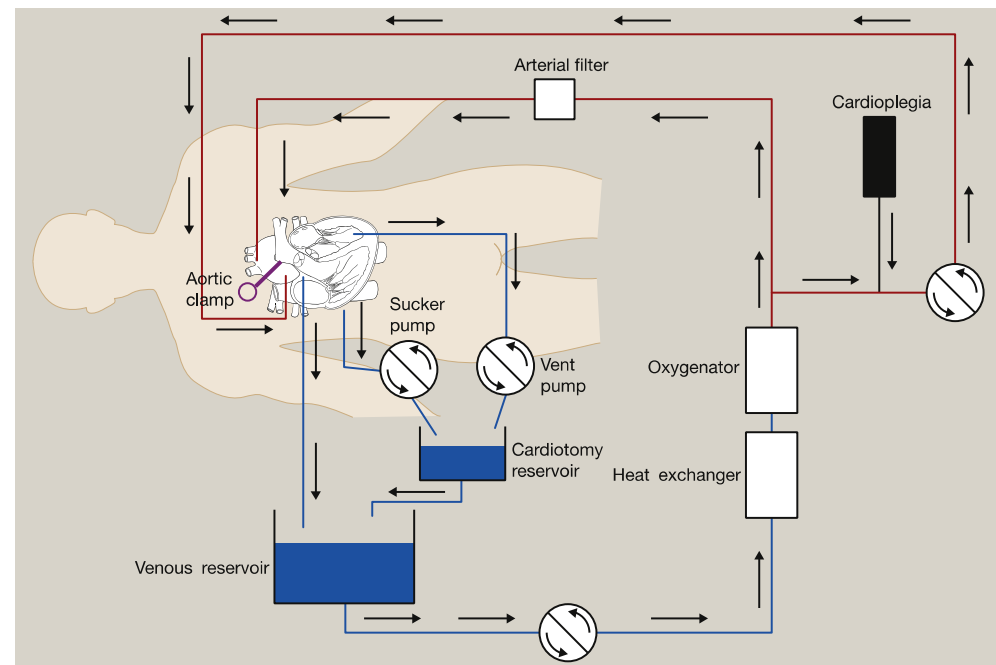
# Retour Veineux et CEC

## Drainage veineux en CEC



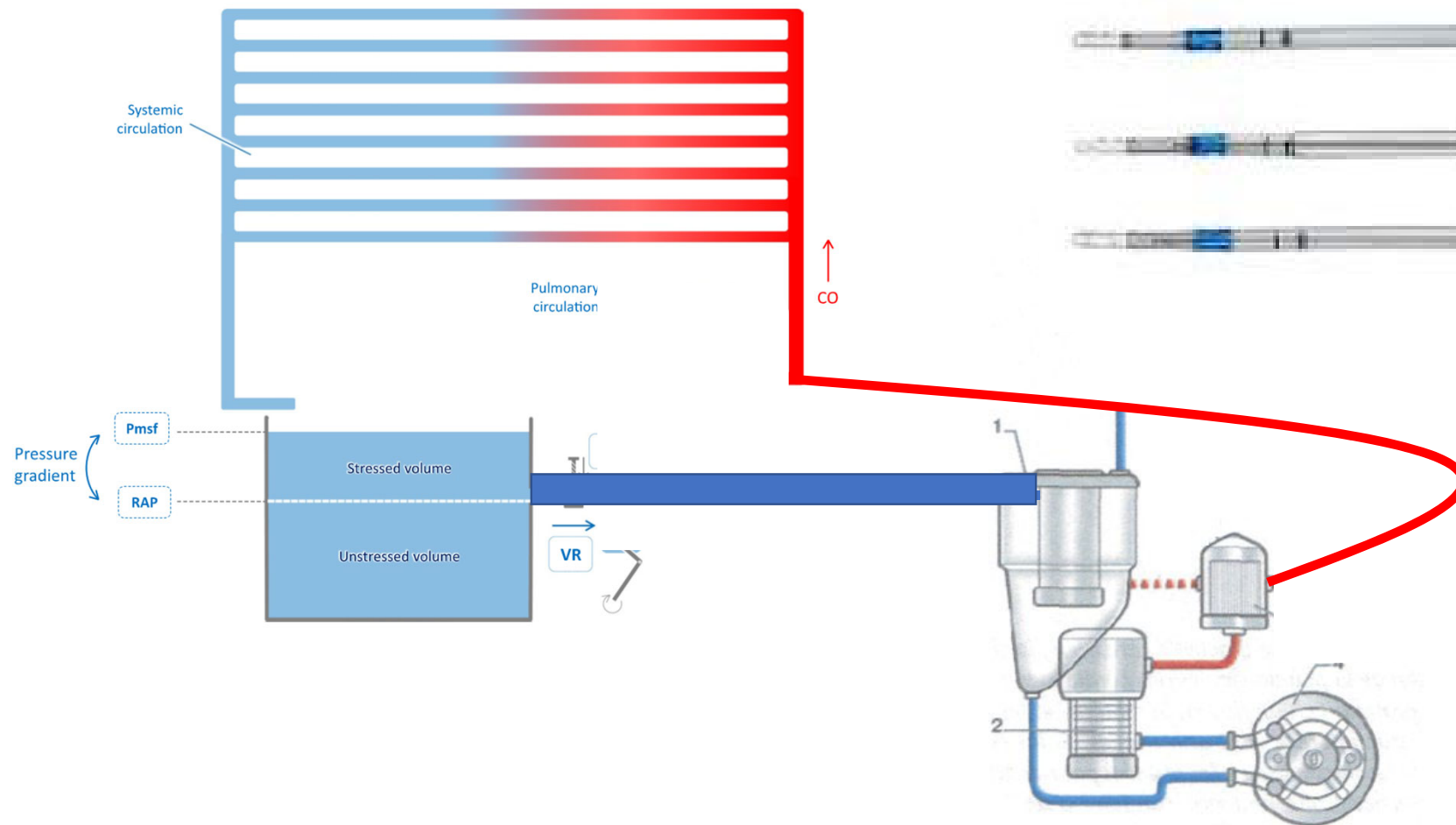
Interface sang / Air

Activation coagulation / Inflammation



## Retour Veineux et CEC

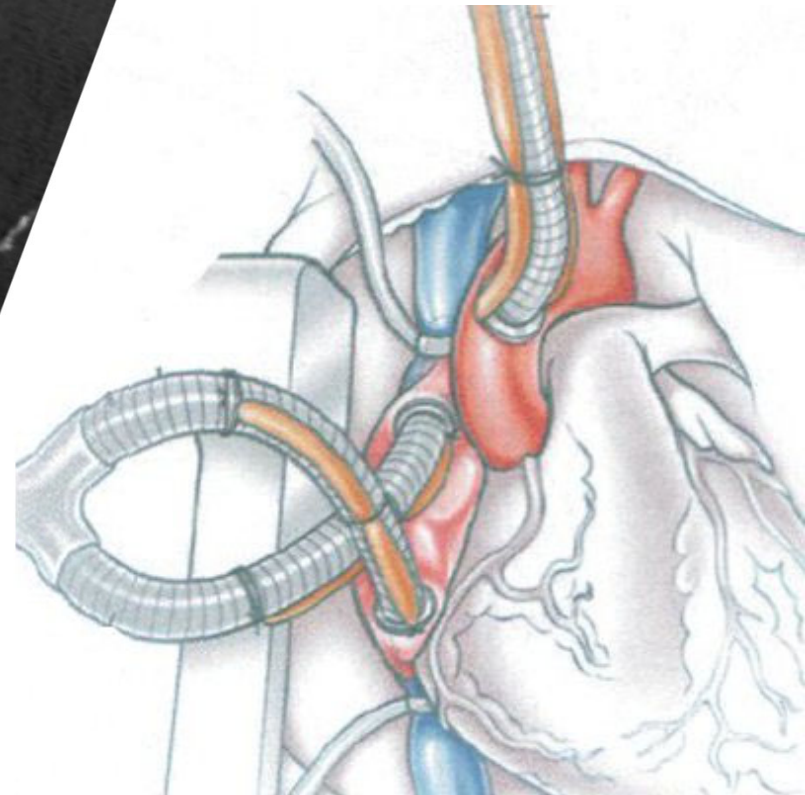
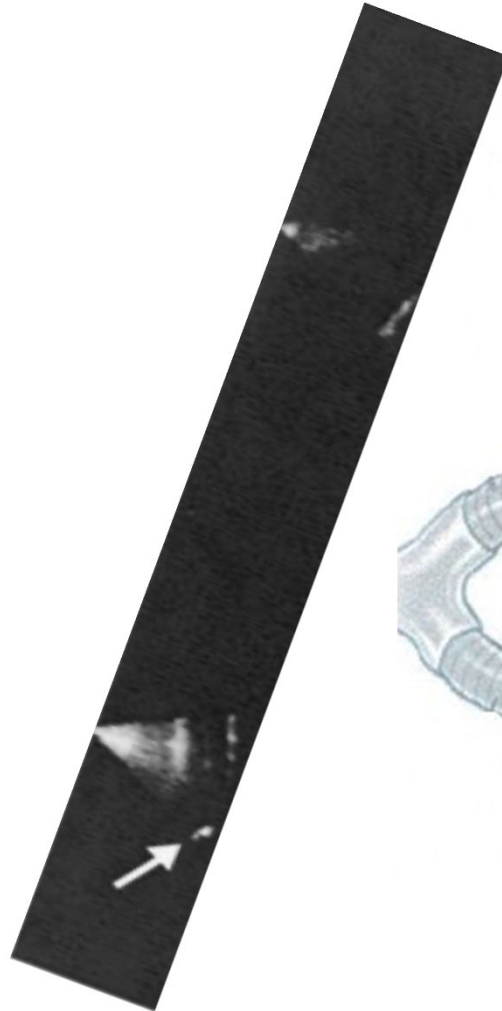
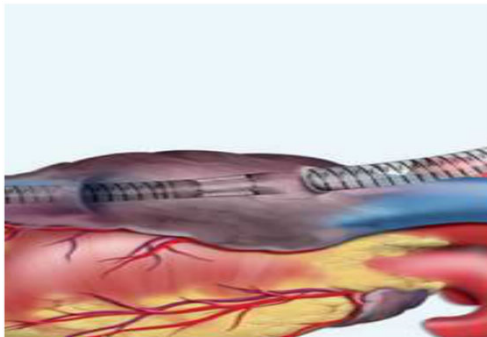
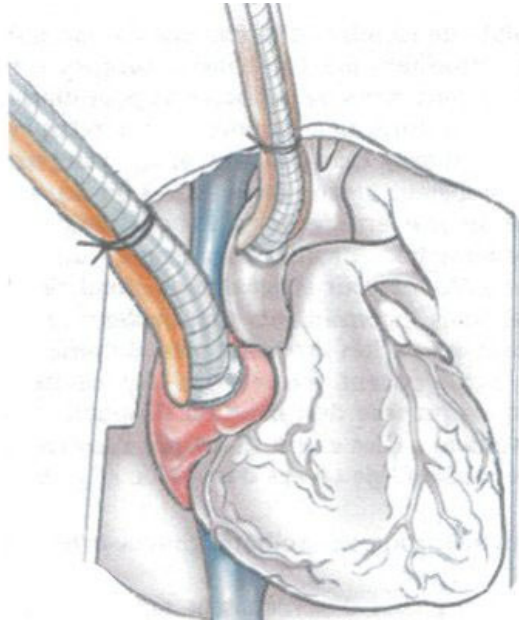
### Drainage veineux en CEC





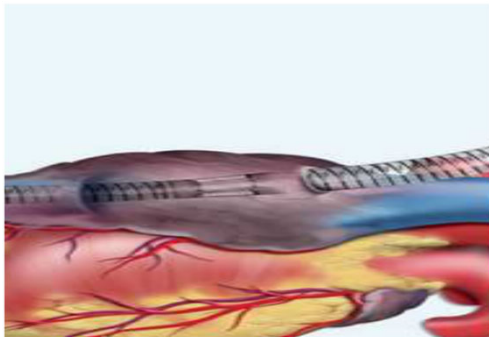
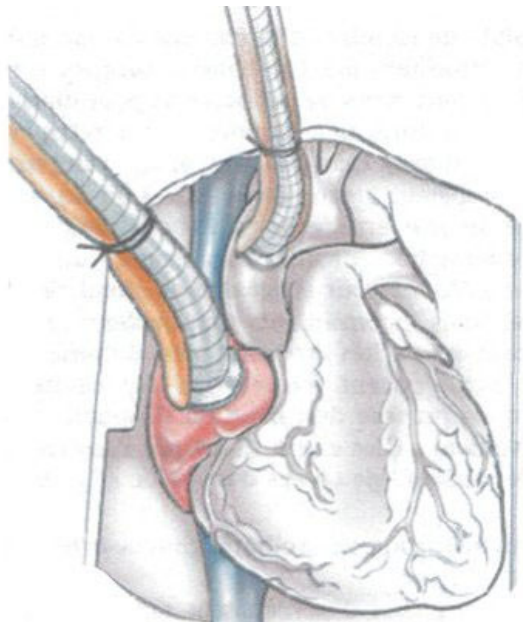
## Retour Veineux et CEC

### Drainage veineux en CEC



# Retour Veineux et CEC

## Drainage veineux en CEC

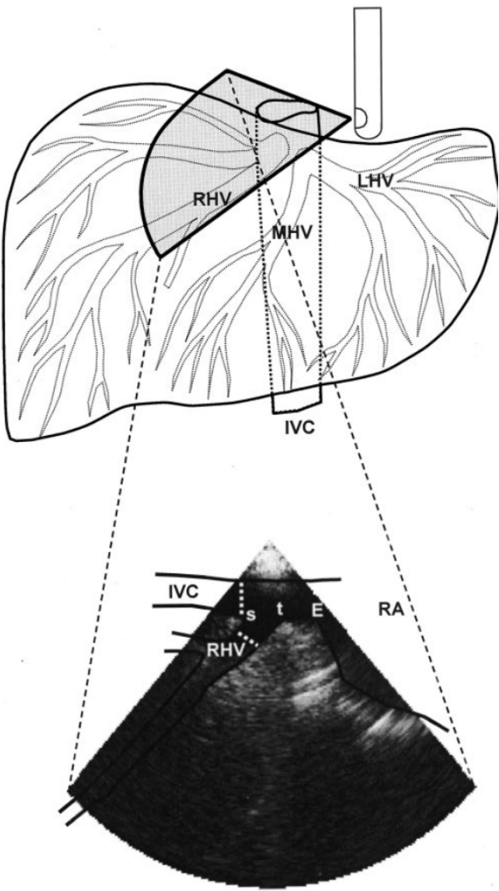


Attention : risque d'obturation des veines hépatiques

### Guiding Surgical Cannulation of the Inferior Vena Cava with Transesophageal Echocardiography

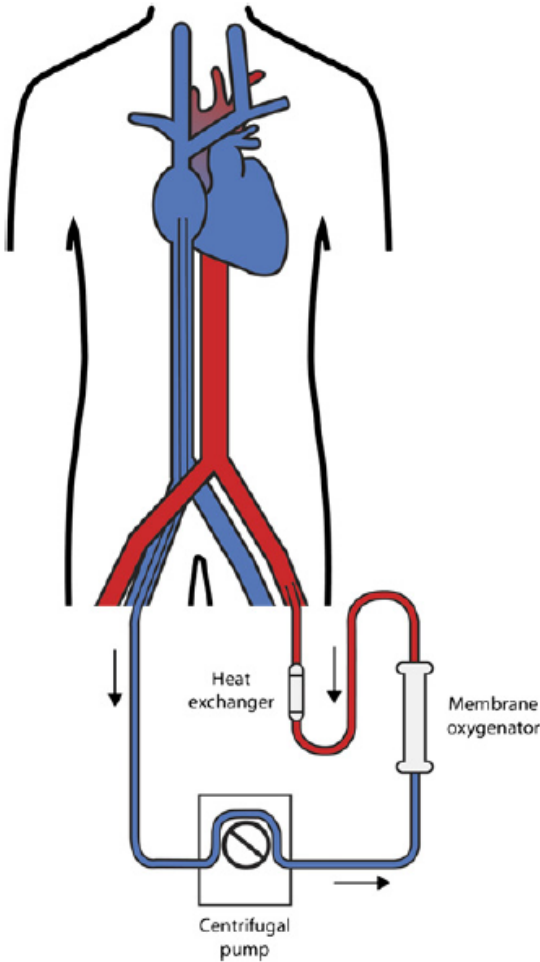
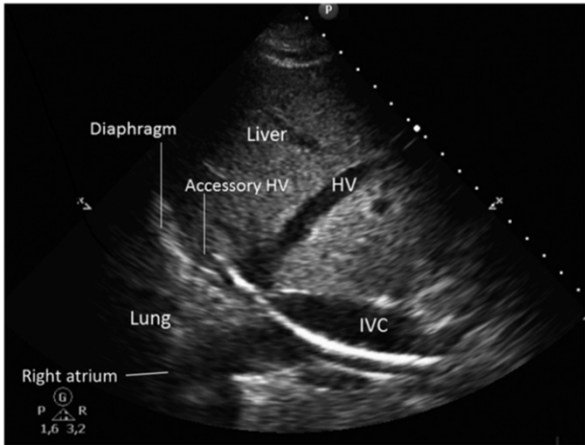
Idar Kirkeby-Garstad, MD\*, Arve Tromsdal, MD†, Olav F. M. Sellevold, MD, PhD\*, Mads Bjørngaard, MD\*, Lise K. Bjella, MD\*, Einar M. Berg, MD\*, Asbjørn Karevold, MD‡, Rune Haaverstad, MD, PhD‡, Alexander Wahba, MD, PhD‡, Ole Tjomsland, MD, PhD‡, Rafael Astudillo, MD, PhD‡, Arne Krogstad, CCP‡, and Roar Stenseth, MD, PhD\*

Departments of \*Anaesthesia, †Cardiology, and ‡Surgery, St. Elisabeth Heart Centre, University Hospital of Trondheim, Norway



# Retour Veineux et CEC

## Drainage veineux en CEC



### Complication = thrombose

Thrombosis Research 212 (2022) 58–71

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

**Thrombosis Research**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/thromres](http://www.elsevier.com/locate/thromres)

Review Article

Venous thromboembolic events in the setting of extracorporeal membrane oxygenation support in adults: A systematic review

Alexandra Abruzzo<sup>a</sup>, Vasavi Gorantla<sup>a</sup>, Sneha E. Thomas<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Anatomical Sciences, St. George's University School of Medicine, Grenada

<sup>b</sup> Department of Internal Medicine, University of Maryland Medical Center MTC, Baltimore, USA

# Retour Veineux et CEC

## Drainage veineux en CEC

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 2025, 67(2), ezae354  
<https://doi.org/10.1093/ejcts/ezae354>

### GUIDELINES

Cite this article as: Wahba A, Kunst G, de Somer F, Agerup Kildahl H, Milne B, Kjellberg G et al. 2024 EACTS/EACTAIC/EBCP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. Eur J Cardiothorac Surg 2025; doi:10.1093/ejcts/ezae354.

## 2024 EACTS/EACTAIC/EBCP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery

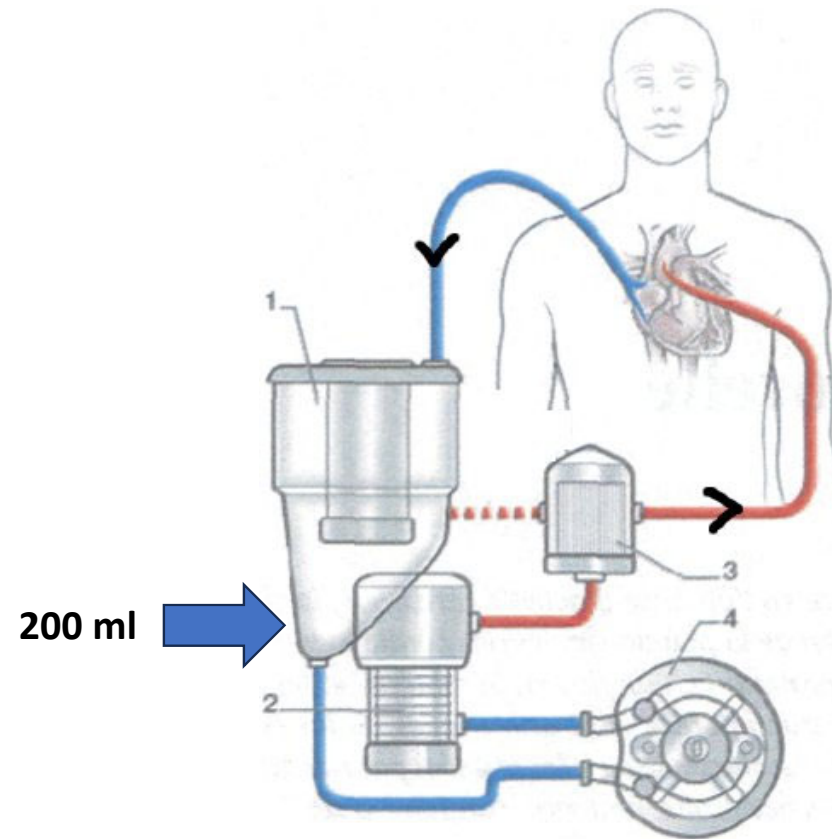
Recommendation Table 8. Recommendations for choosing cannulas for the cardiopulmonary bypass circuit

| Recommendations                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Class <sup>a</sup> | Level <sup>b</sup> | Ref <sup>c</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| It is recommended that there is a preoperative agreement between the perfusionist and surgeon on the choice of the size and type of venous and arterial cannulas in order to provide an adequate and safe venous return and an appropriate arterial flow tailored to the needs of the patient and the procedure. | I                  | C                  | -                |
| Epiaortic ultrasonography should be considered to evaluate the ascending aorta for atherosclerotic plaques to decrease the risk of cerebral injuries.                                                                                                                                                            | Ila                | B                  | [112-115]        |

## Retour Veineux et CEC

### Drainage veineux en CEC

## Comment optimiser le retour veineux ?



## Impact direct sur le Débit et donc sur PAM



## Retour Veineux et CEC

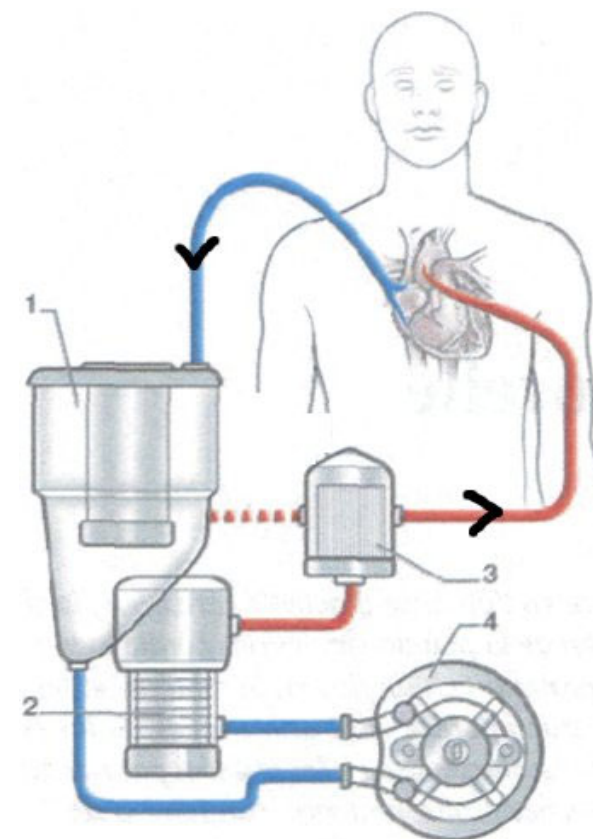
### Comment améliorer le retour veineux ?

Le cœur est-il bien drainé?

ETO / Champ Opératoire / PVC

#### Drainage veineux dans le réservoir :

- Hauteur patient / réservoir : 30 – 70 cm
- Taille des canules
- Ligne veineuse : coudure / air (air block)
- Prise d'air au niveau de l'OD
- Position des canules : double canulation = meilleur drainage si luxation du cœur
- Collapsus des parois de l'OD autour de la canule



# Retour Veineux et CEC

## Drainage veineux en CEC

### Le cœur est-il bien drainé?

Gravity Venous Drainage and the 3/8-Inch Venous Line:  
What Would Poiseuille Do?

Bharat Datt, MSc, CCP, CPC, FPP;\* Kamal K. Pourmoghadam, MD;†  
Hamish M. Munro, MD, FRCA;‡‡ William M. DeCampi, MD, PhD†‡

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8 \eta l}$$

Q = Flow

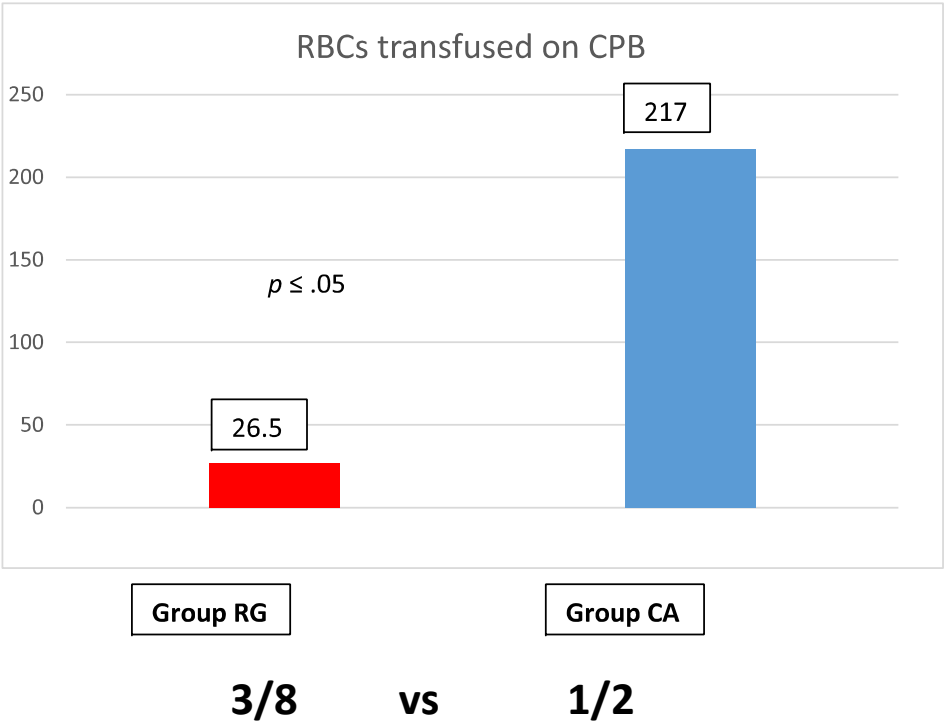
r = radius

ΔP = height differential

η = viscosity

l = length

Figure 3. Poiseuille's law.



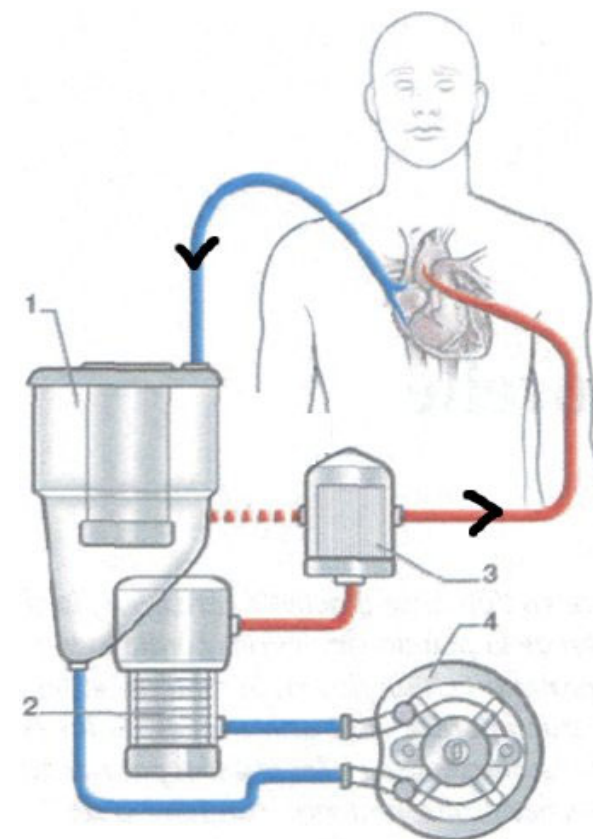
## Retour Veineux et CEC

### Comment améliorer le retour veineux ?

#### Le cœur est-il bien drainé?

#### Drainage veineux dans le réservoir :

- Hauteur patient / réservoir : 30 – 70 cm
- Taille des canules
- Ligne veineuse : coudure / air (air block)
- Prise d'air au niveau de l'OD
- Position des canules : double canulation = meilleur drainage si luxation du cœur
- Collapsus des parois de l'OD autour de la canule





# Retour Veineux et CEC

## Comment améliorer le retour veineux ?

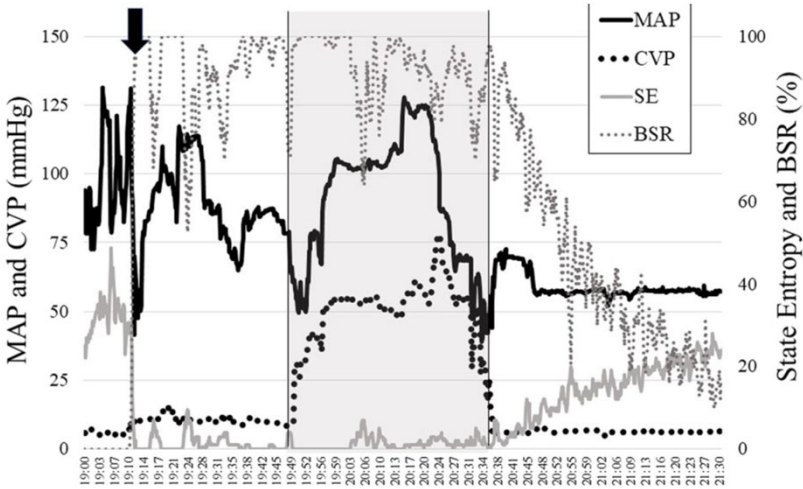
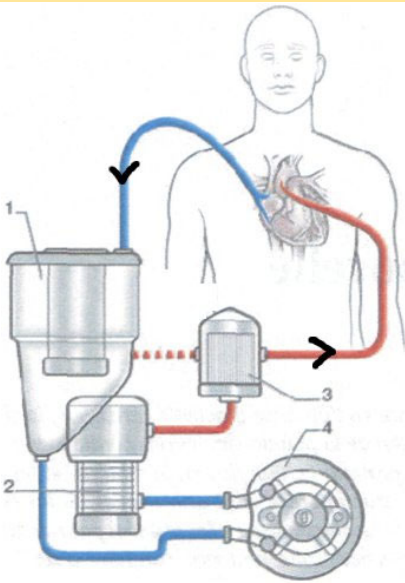
Le cœur est-il bien drainé?

### S'aider de la PVC et de l'ETO

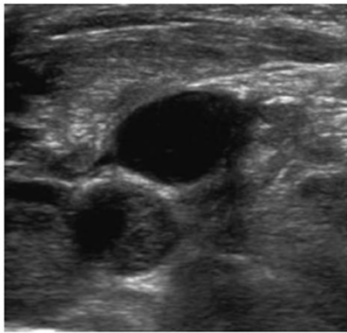
Venous cannula occlusion  
during cardiopulmonary bypass recognized  
by ultrasonography of the internal jugular vein

Soshi Narasaki, Hirotsugu Miyoshi\*, Ryuji Nakamura, Ayako Sumii, Tomoyuki Watanabe, Sachiko Otsuki and Yasuo M. Tsutsumi

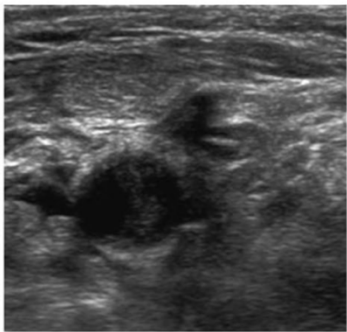
JA Clinical Reports



A. Before adjustment of inflow conduit

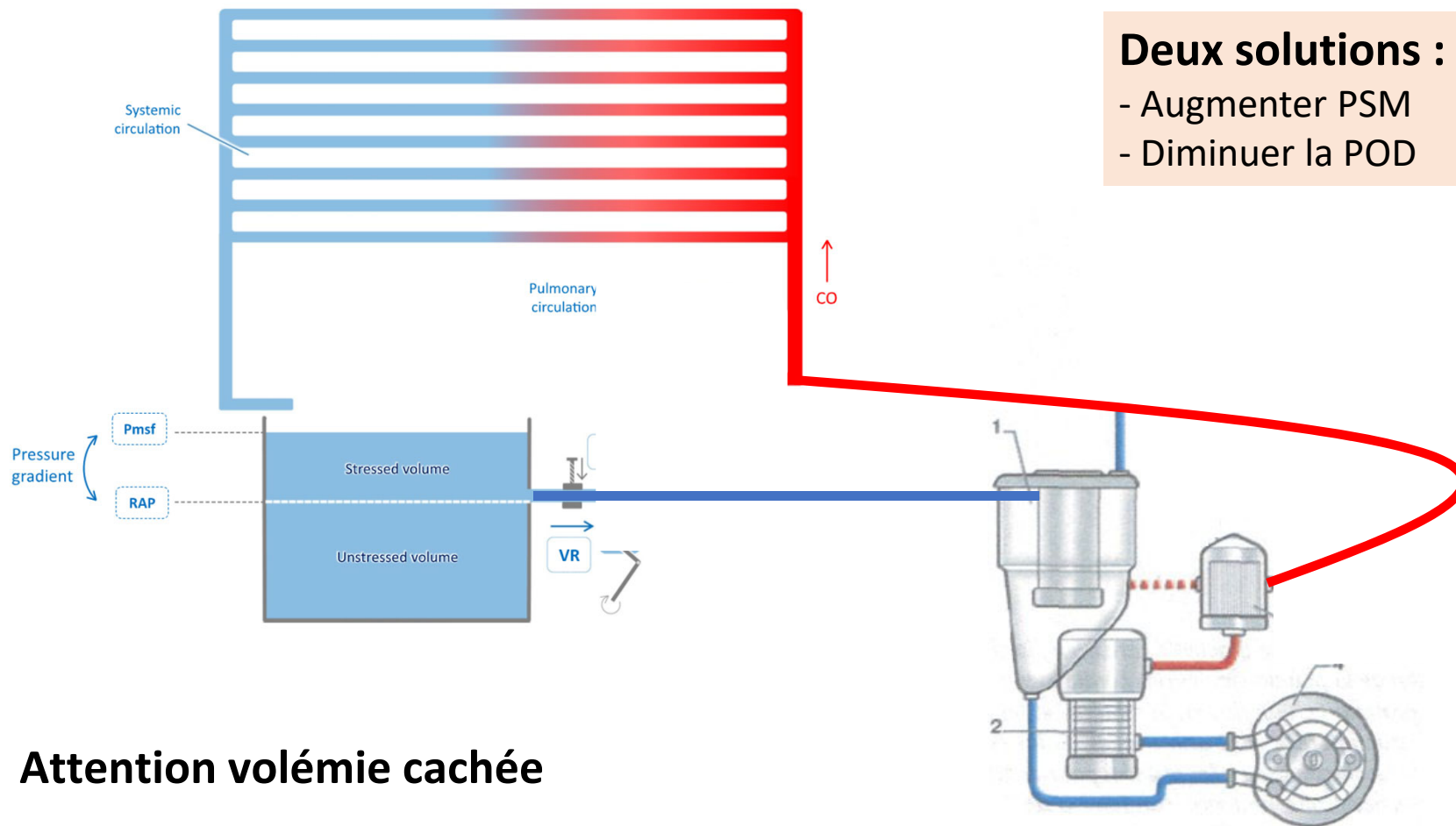


B. Afore adjustment of inflow conduit



# Retour Veineux et CEC

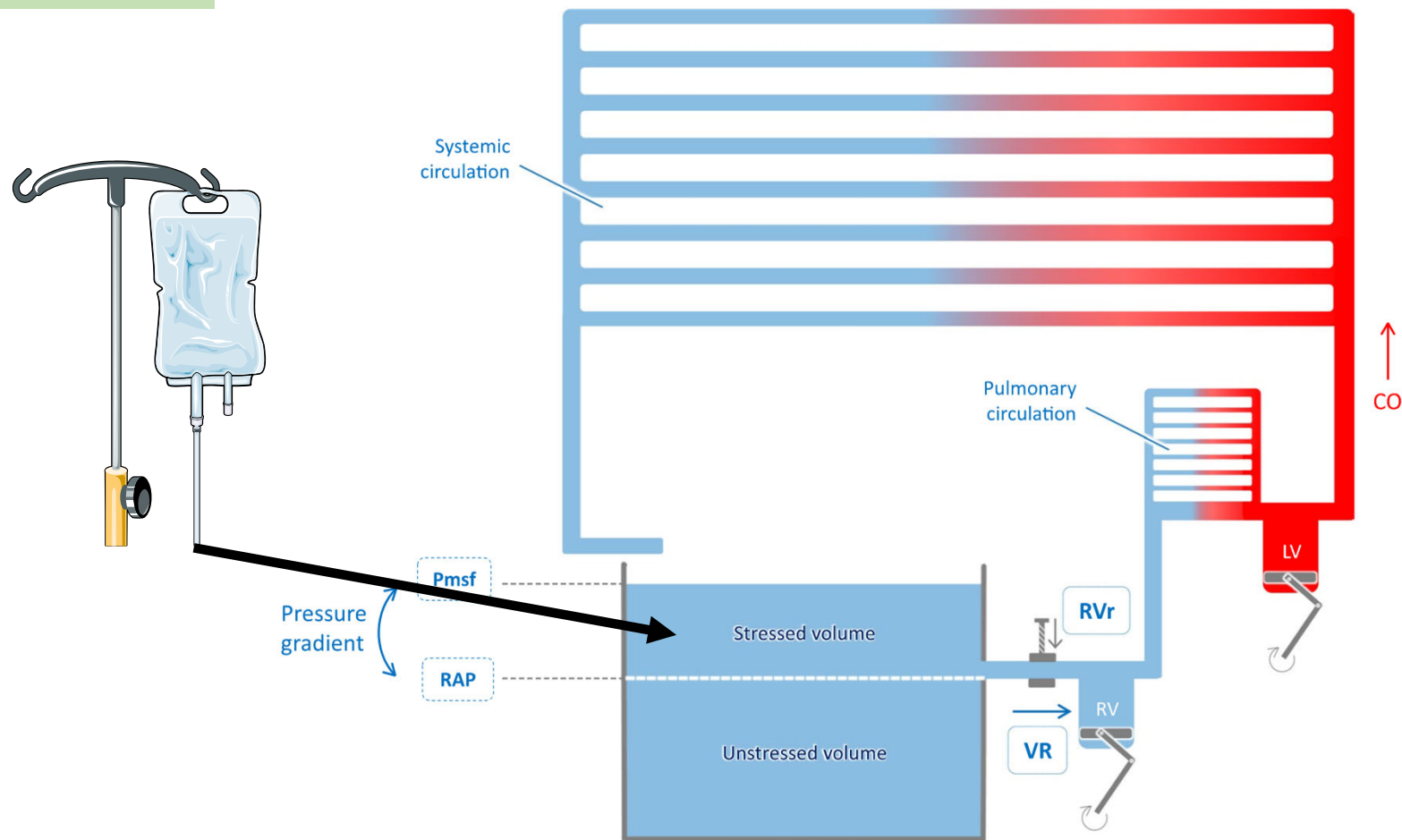
## Drainage veineux en CEC



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

### Remplissage vasculaire



# Retour Veineux et CEC

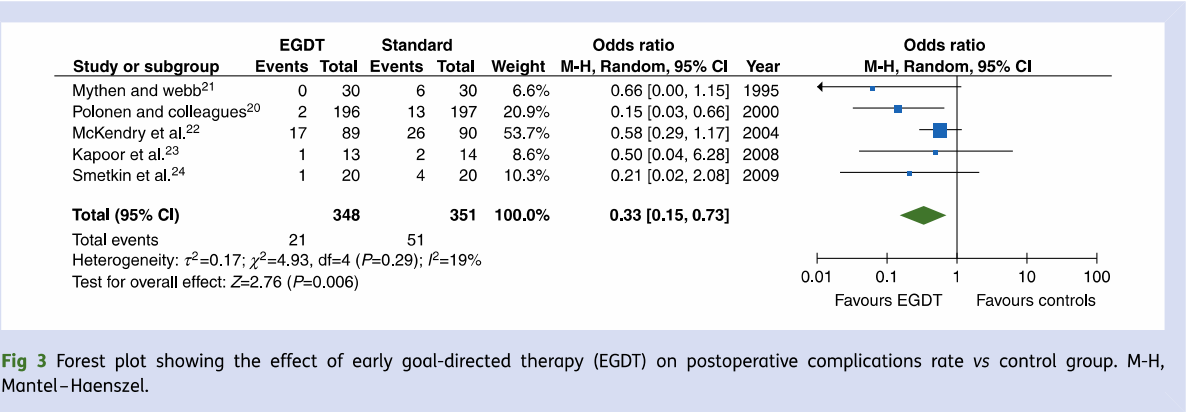
## Drainage veineux

### REVIEW ARTICLES

## Goal-directed therapy in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis

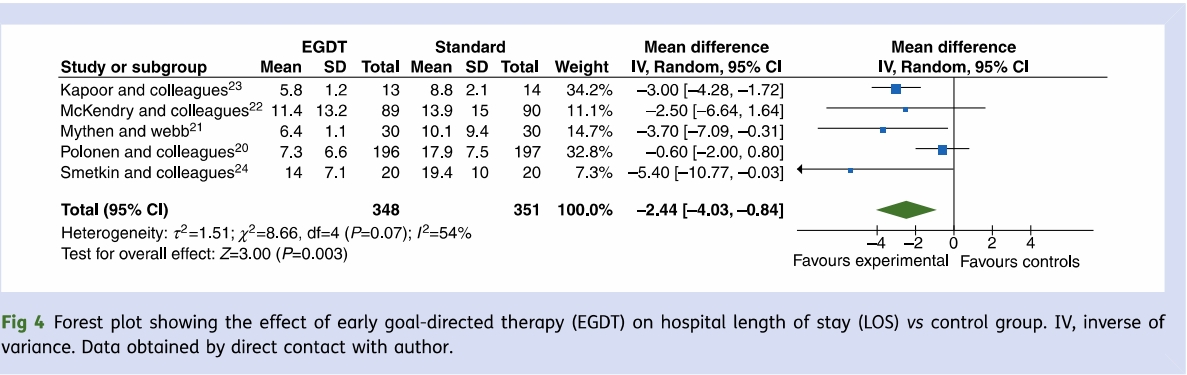
H. D. Aya, M. Cecconi\*, M. Hamilton and A. Rhodes

↳ Complications



**Fig 3** Forest plot showing the effect of early goal-directed therapy (EGDT) on postoperative complications rate vs control group. M-H, Mantel-Haenszel.

↳ Durée de séjour



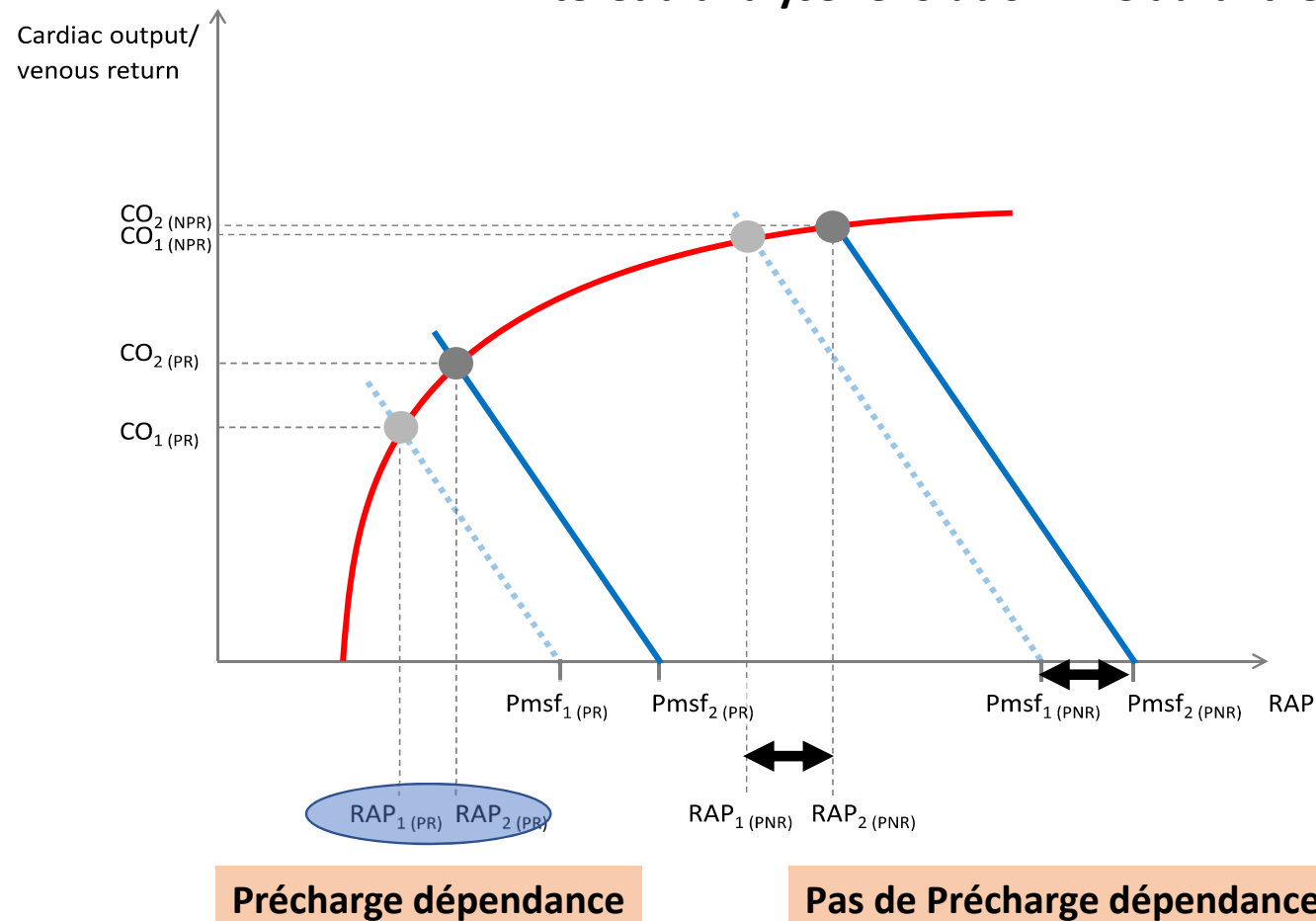
**Fig 4** Forest plot showing the effect of early goal-directed therapy (EGDT) on hospital length of stay (LOS) vs control group. IV, inverse of variance. Data obtained by direct contact with author.

## Retour Veineux – Théorie de Guyton

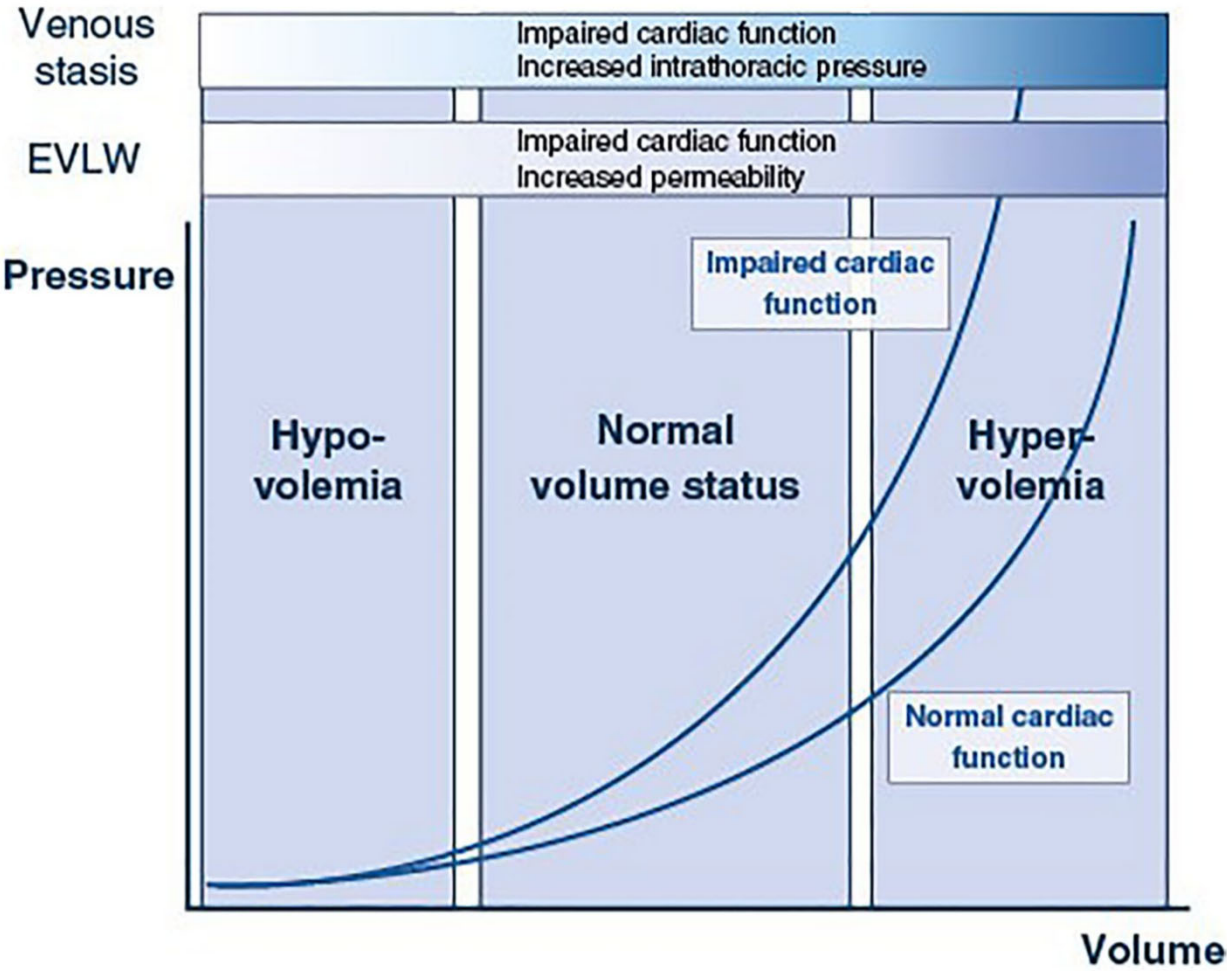
### Comment améliorer le retour veineux ?

## Remplissage vasculaire

## Intérêt d'analyser évolution PVC durant le remplissage



**Retour Veineux – Théorie de Guyton**  
**Comment améliorer le retour veineux ?**

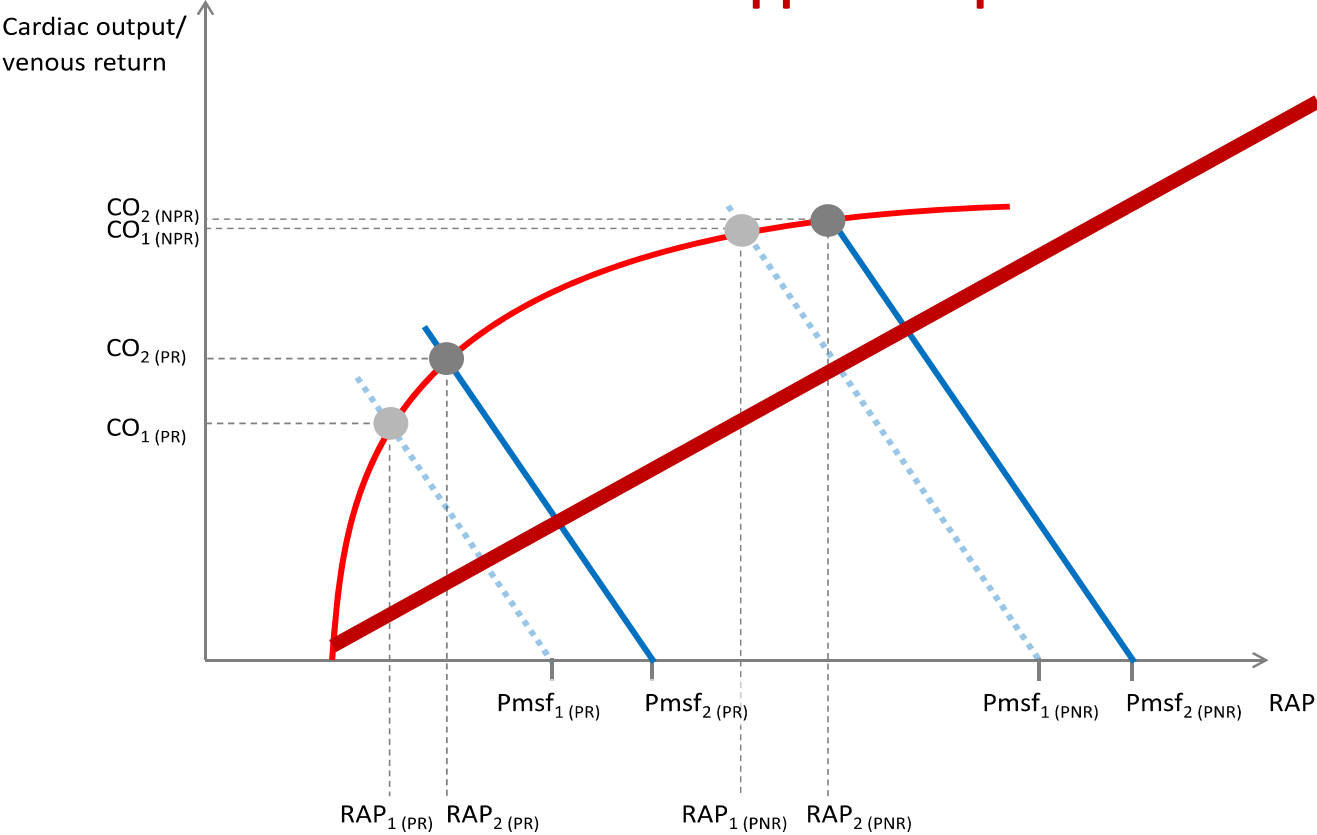


# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

Remplissage vasculaire

Non applicable pendant la CEC



Remplissage vasculaire = pas une solution systématique

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

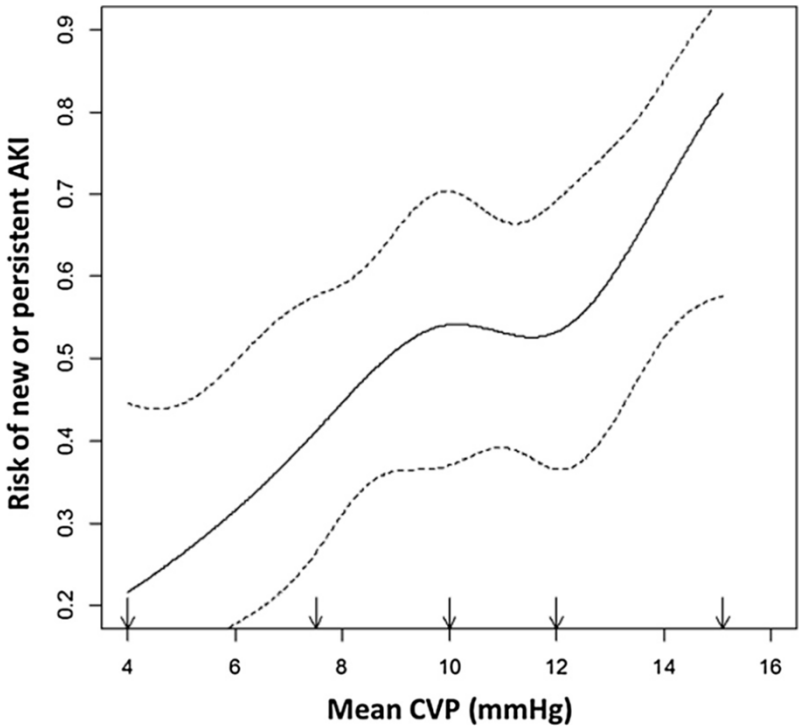
RESEARCH

Open Access

Association between systemic hemodynamics and septic acute kidney injury in critically ill patients: a retrospective observational study



Matthieu Legrand<sup>1,2\*</sup>, Claire Dupuis<sup>1</sup>, Christelle Simon<sup>1</sup>, Etienne Gayat<sup>1,3</sup>, Joaquim Mateo<sup>1</sup>, Anne-Claire Lukaszewicz<sup>1,2,4</sup> and Didier Payen<sup>1,2,4</sup>



N =137 patients

Congestion veineuse



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

Research Open Access

### A positive fluid balance is associated with a worse outcome in patients with acute renal failure

Didier Payen<sup>1</sup>, Anne Cornélie de Pont<sup>2</sup>, Yasser Sakr<sup>3</sup>, Claudia Spies<sup>4</sup>, Konrad Reinhart<sup>3</sup>, Jean Louis Vincent<sup>5</sup> for the Sepsis Occurrence in Acutely Ill Patients (SOAP) Investigators

## FRD de mortalité

Hazard ratios: results of multivariate Cox regression analysis for 60-day mortality in critically ill patients with acute renal failure

| Characteristic                 | Hazard ratio | 95% CI    | P value |
|--------------------------------|--------------|-----------|---------|
| Age                            | 1.02         | 1.01–1.03 | <0.001  |
| SAPS II (per point)            | 1.03         | 1.02–1.04 | <0.001  |
| Heart failure                  | 1.38         | 1.05–1.81 | 0.02    |
| Medical admission              | 1.68         | 1.35–2.08 | <0.001  |
| Mean fluid balance, L/24 hours | 1.21         | 1.13–1.28 | <0.001  |
| Mechanical ventilation         | 1.55         | 1.14–2.11 | <0.001  |
| Liver cirrhosis                | 2.73         | 1.88–3.95 | <0.001  |

CI, confidence interval; SAPS II, Simplified Acute Physiology Score II.

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

Research Article

### The Effect of Fluid Overload on Attributable Morbidity after Cardiac Surgery: A Retrospective Study

Vildan Koc, Laura Delmas Benito, Eldert de With, and E. Christiaan Boerma 

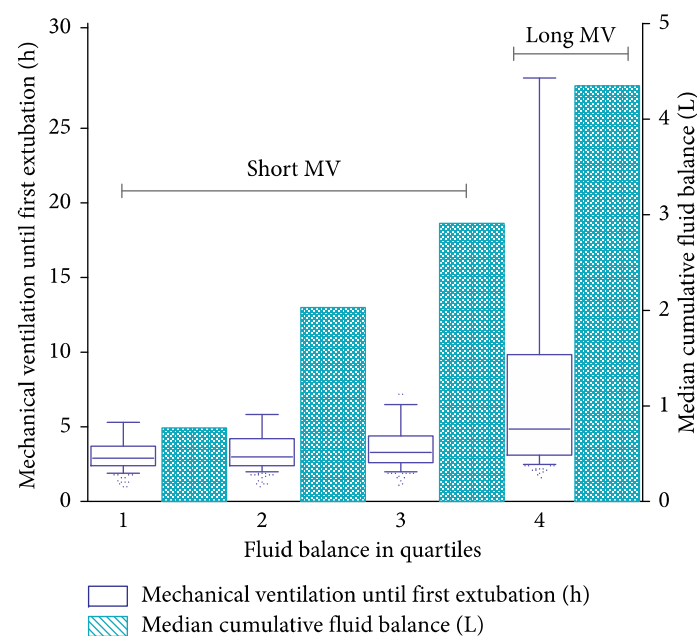


FIGURE 1: Fluid balance and duration of mechanical ventilation.

Balance hydrique  
=  
Augmentation durée de séjour et ventilation mécanique

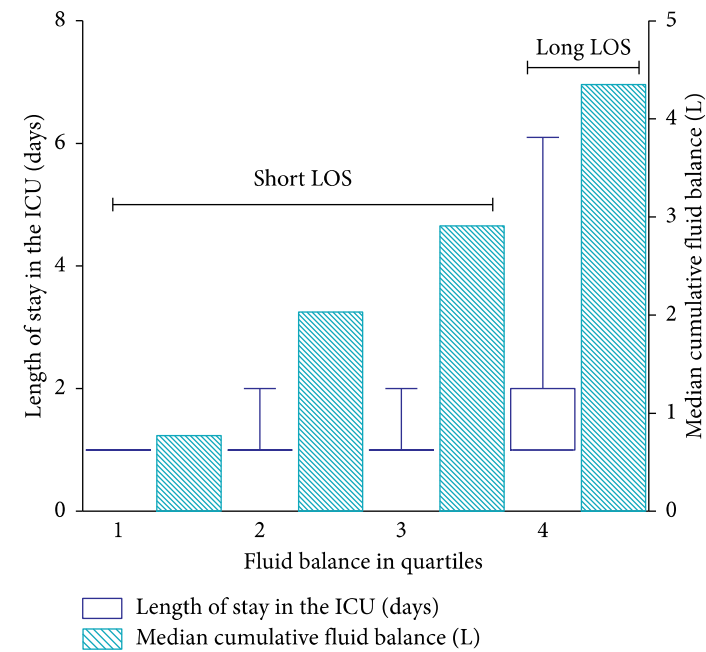


FIGURE 2: Fluid balance and length of stay (LOS) in the ICU.

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

Intraoperative fluid balance and cardiac surgery-associated acute kidney injury: a multicenter prospective study

Brazilian Journal of  
ANESTHESIOLOGY

Etude observationnelle, prospective, multicentrique

Henrique Palomba <sup>a</sup>, Ricardo E. Trembl <sup>b</sup>, Tulio Caldonazo <sup>c</sup>,  
Henrique T. Katayama <sup>d</sup>, Brenno C. Gomes <sup>e</sup>, Luiz M.S. Malbouisson <sup>d</sup>,  
João Manoel Silva Junior <sup>d,\*</sup>

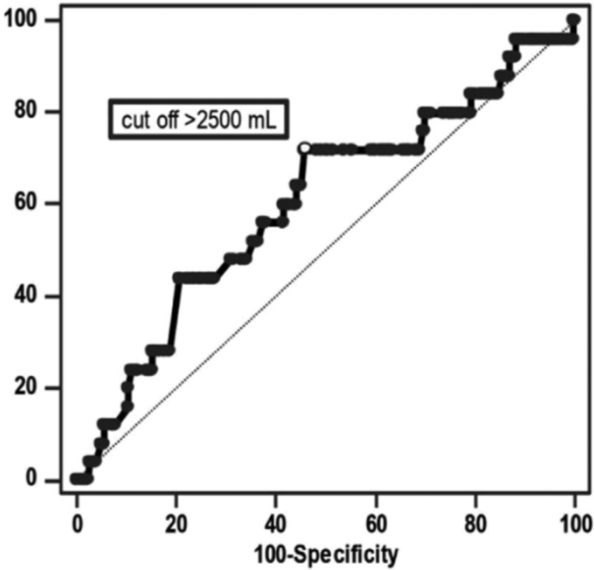
Liberal vs restrictif

Score de propension

N = 360

Table 2 Outcomes summary.

|                                                             | Original Cohort  |                  |         | Matched Cohort   |                    |                  |                     |
|-------------------------------------------------------------|------------------|------------------|---------|------------------|--------------------|------------------|---------------------|
|                                                             | RFB<br>(n = 257) | LFB<br>(n = 329) | p-value | RFB<br>(n = 180) | LFB<br>(n = 180)   | RR<br>(95% CI)   | p-value             |
| CSA-AKI (%)                                                 | 209 (37.9%)      | 207 (35%)        | 0.32    | 61 (33.9%)       | 53 (29.4%)         | 1.15 (0.85–1.56) | 0.36 <sup>a</sup>   |
| Creatinine (mg.dL <sup>-1</sup> ) median (IQR) <sup>c</sup> | 1 (0.9–2.2)      | 1.3 (0.8–2.1)    | 0.56    | 1.3 (1.2–2.4)    | 1.4 (1.3–2.7)      |                  | 0.24 <sup>b</sup>   |
| Urinary output (mL) median (IQR) <sup>d</sup>               |                  |                  |         | 650 (30–2765)    | 1337.5 (1000–2235) |                  | 0.001 <sup>b</sup>  |
| In-hospital mortality                                       | 53 (9.0%)        | 66 (12%)         | 0.10    | 7 (3.9%)         | 18 (10.0%)         | 2.6 (1.10–6.0)   | 0.02 <sup>a</sup>   |
| Cardiovascular complications, n (%)                         | 190 (34.4%)      | 270 (45.7%)      | < 0.001 | 63 (35.0%)       | 96 (53.3%)         | 1.52 (1.19–1.94) | 0.0006 <sup>a</sup> |
| ICU-LOS (d), median (IQR)                                   | 2 (1–4)          | 2 (1–4)          | 0.59    | 3 (1–4)          | 2 (1–4)            | –                | 0.29 <sup>b</sup>   |
| H-LOS (d), median (IQR)                                     | 17 (11–26)       | 16 (9–25)        | 0.30    | 15 (9–23.75)     | 22 (13–30.75)      | –                | 0.01 <sup>b</sup>   |



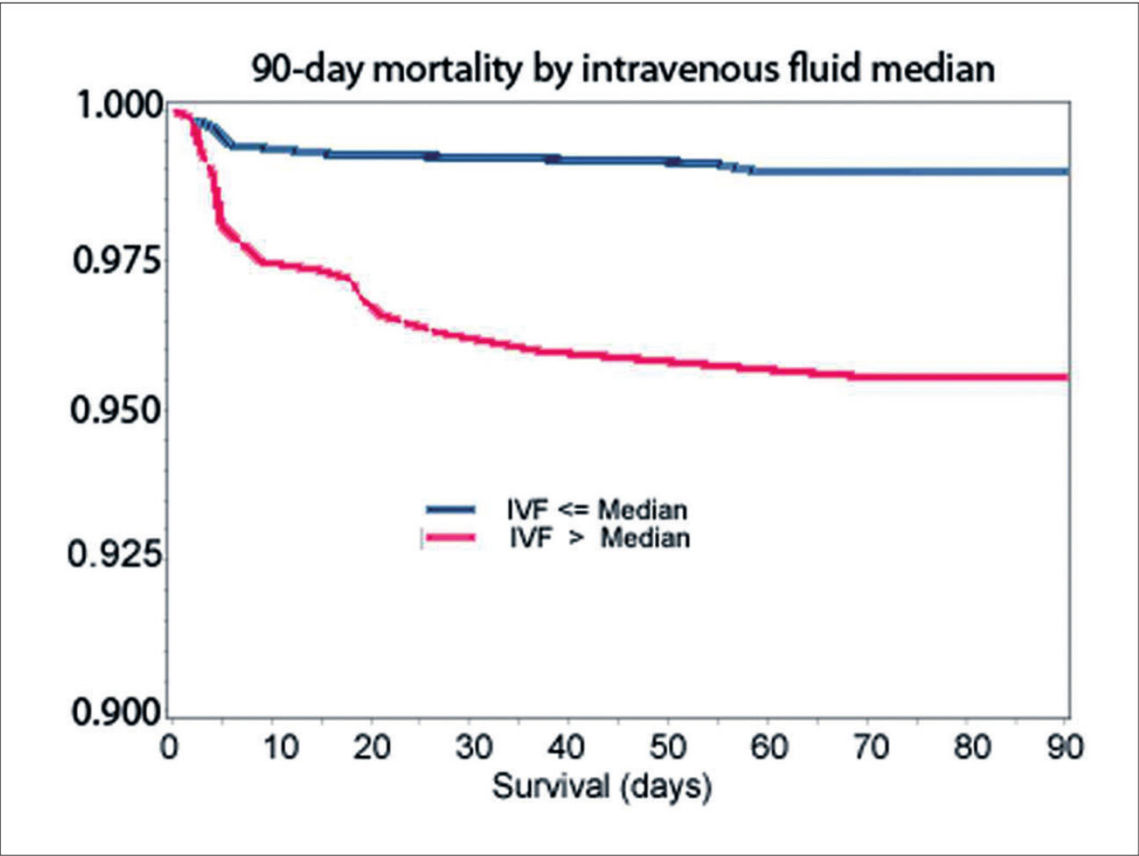
# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

High volumes of intravenous fluid during cardiac surgery are associated with increased mortality

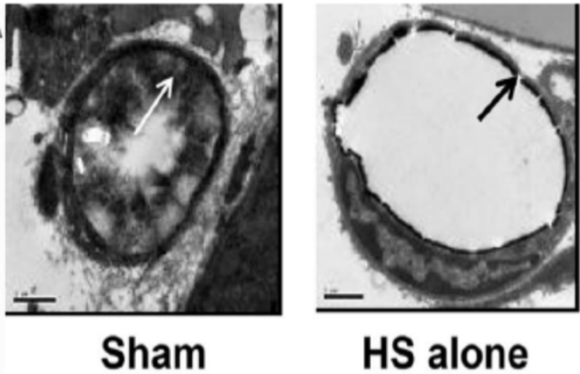
A. Pradeep<sup>1</sup>, S. Rajagopalam<sup>2</sup>, H.K. Kolli<sup>1</sup>, N. Patel<sup>1</sup>, R. Venuto<sup>1</sup>, J. Lohr<sup>1</sup>, N.D. Nader<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>University at Buffalo (SUNY); <sup>2</sup>Med. Data Analytics, Buffalo, NY

Etude rétrospective  
N = 1358



**Retour Veineux et CEC**  
**Drainage veineux**

- Stress (*chirurgie ou trauma*)
- TNF  $\alpha$  (*Inflammation*)
- ANP (*Hypervolémie aiguë*)
- Ischémie-reperfusion
- Oxydation LDL cholestérol



→ Lésions du glycocalyx



Fuite capillaire de type 2 avec anomalies de l'endothélium

*Modifications du pouvoir d'expansion volémique des cristalloïdes et des colloïdes et majoration de l'œdème interstitiel*



**Œdèmes  
périphériques**

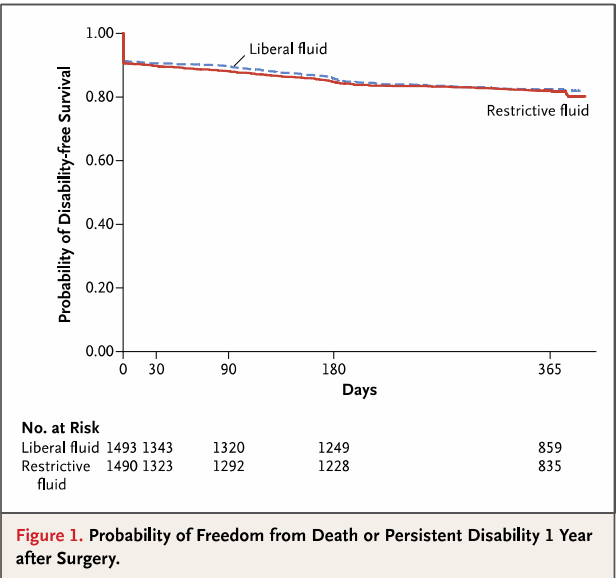
# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

ORIGINAL ARTICLE

### Restrictive versus Liberal Fluid Therapy for Major Abdominal Surgery

P.S. Myles, R. Bellomo, T. Corcoran, A. Forbes, P. Peyton, D. Story, C. Christophi, K. Leslie, S. McGuinness, R. Parke, J. Serpell, M.T.V. Chan, T. Painter, S. McCluskey, G. Minto, and S. Wallace, for the Australian and New Zealand College of Anaesthetists Clinical Trials Network and the Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group\*



| Outcome                                                | Restrictive Fluid<br>(N = 1490) | Liberal Fluid<br>(N = 1493) | Hazard or Risk Ratio<br>(95% CI)† | P Value |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------|
| Secondary outcomes§                                    |                                 |                             |                                   |         |
| Composite septic outcome or death — no./total no. (%)¶ | 323/1481 (21.8)                 | 295/1487 (19.8)             | 1.10 (0.96–1.27)                  | 0.19    |
| Surgical-site infection — no./total no. (%)            | 245/1481 (16.5)                 | 202/1487 (13.6)             | 1.22 (1.03–1.45)                  | 0.02    |
| Sepsis — no./total no. (%)                             | 157/1481 (10.6)                 | 129/1487 (8.7)              | 1.22 (0.98–1.52)                  | 0.08    |
| Anastomotic leak — no./total no. (%)                   | 49/1481 (3.3)                   | 35/1487 (2.4)               | 1.41 (0.92–2.16)                  | 0.12    |
| Pneumonia — no./total no. (%)                          | 54/1481 (3.6)                   | 57/1487 (3.8)               | 0.95 (0.66–1.37)                  | 0.79    |
| Acute kidney injury — no./total no. (%)**              | 124/1443 (8.6)                  | 72/1439 (5.0)               | 1.71 (1.29–2.27)                  | <0.001  |

NS

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

BJA

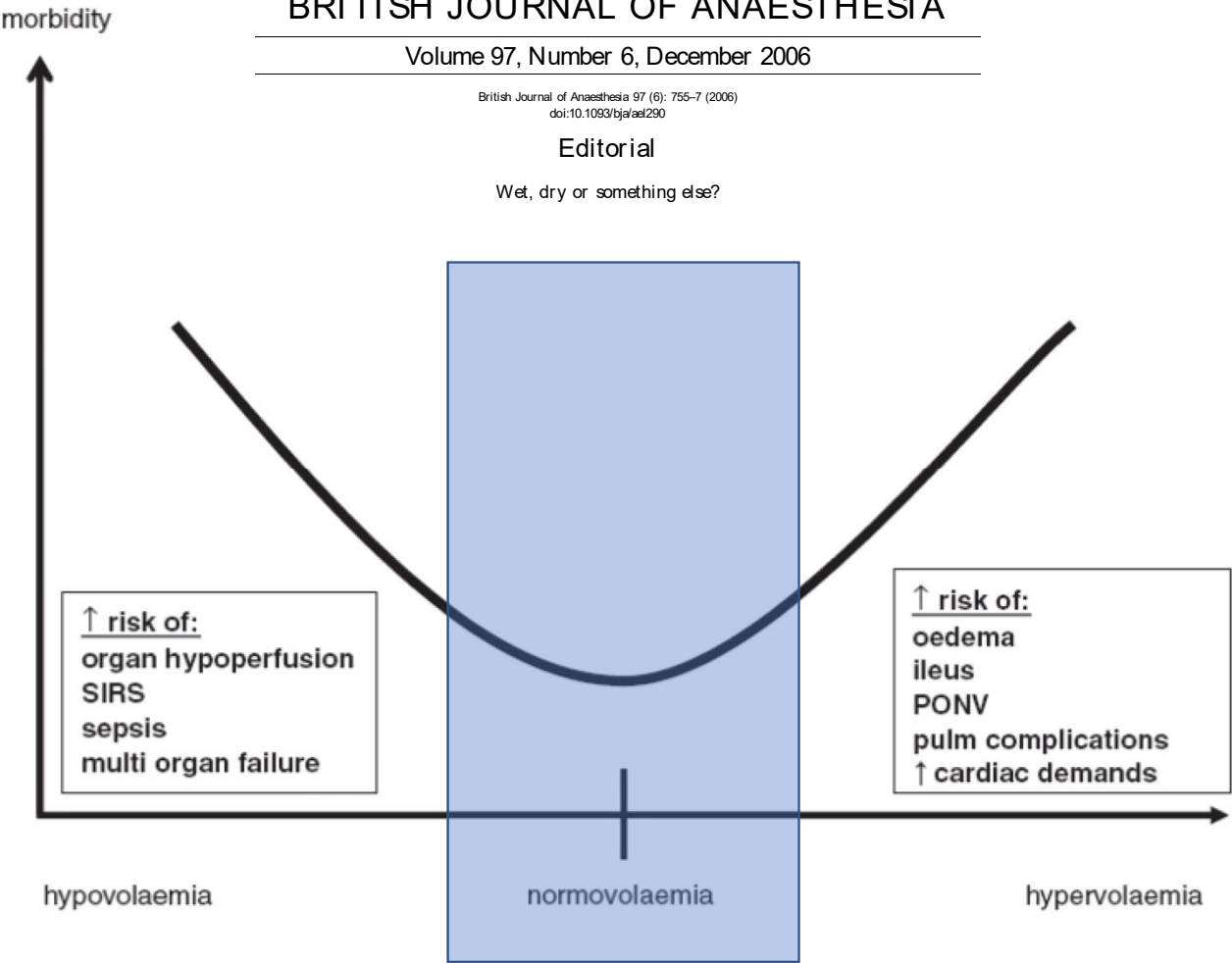
“I would have everie man write what he knowes and no more.”—Montaigne  
BRITISH JOURNAL OF ANAESTHESIA

Volume 97, Number 6, December 2006

British Journal of Anaesthesia 97 (6): 755–7 (2006)  
doi:10.1093/bja/aei290

Editorial

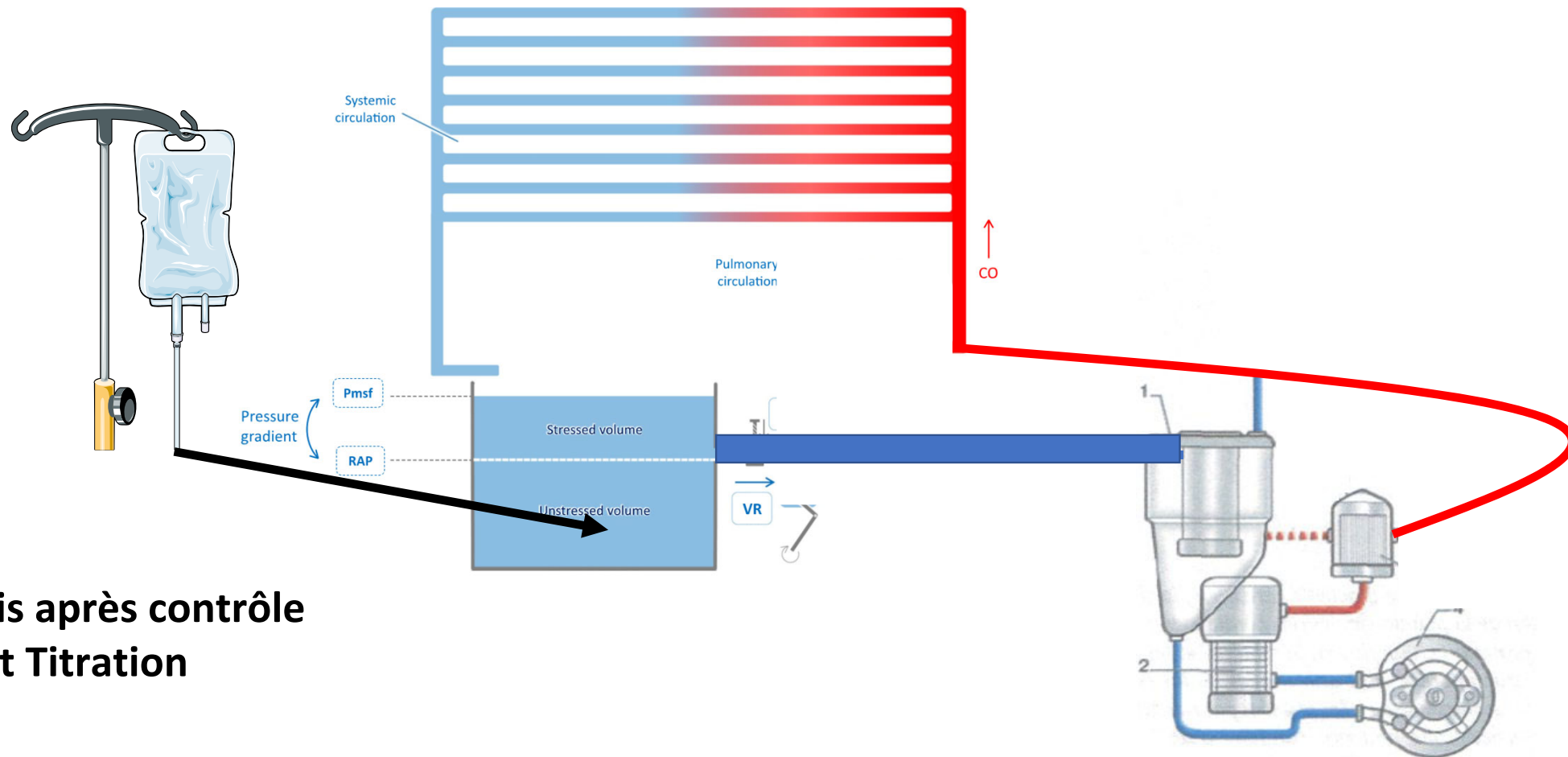
Wet, dry or something else?



# Retour Veineux et CEC

## Drainage veineux en CEC

### Remplissage vasculaire



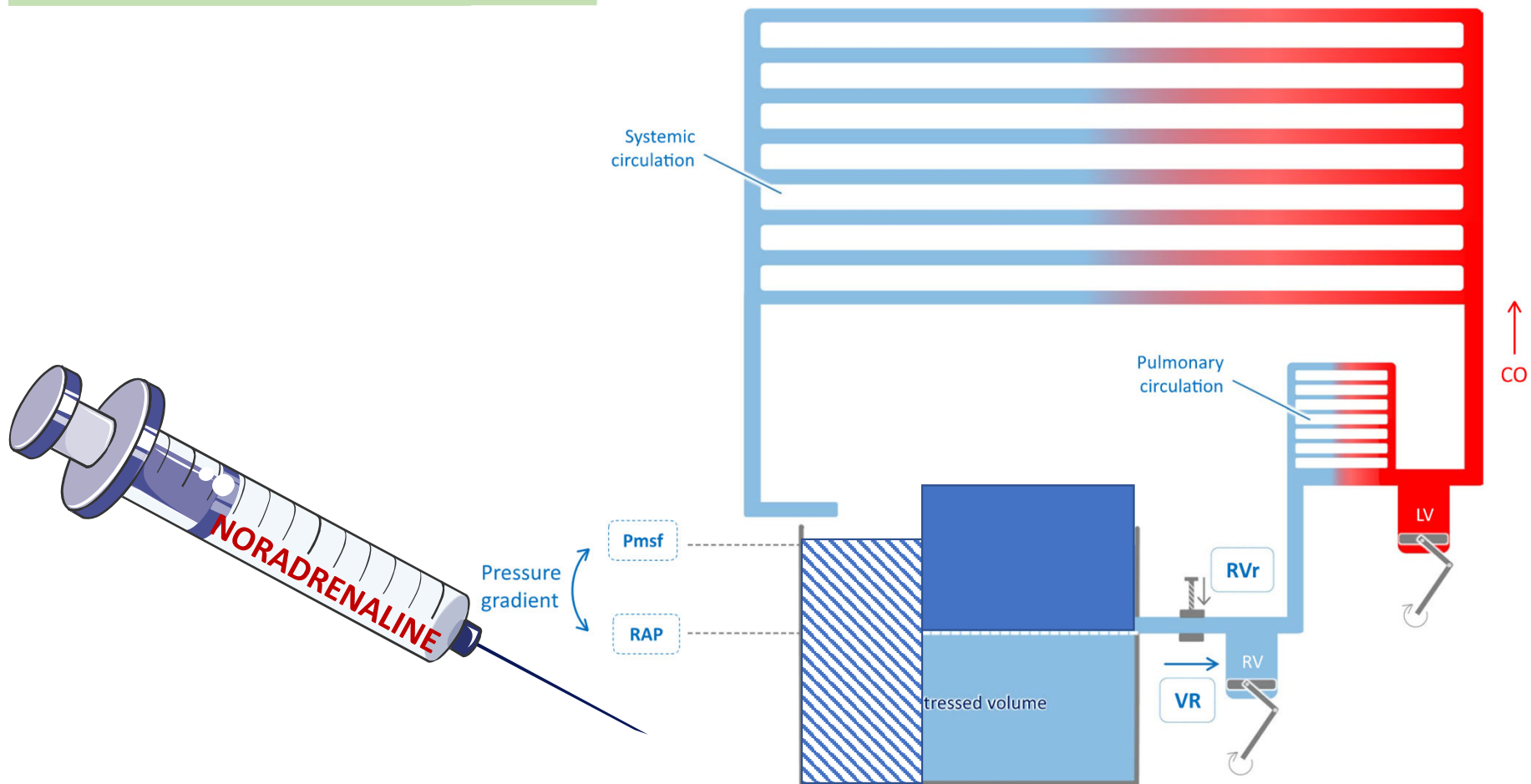
Oui mais après contrôle  
Et Titration



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

Revisiter le rôle des vasopresseurs

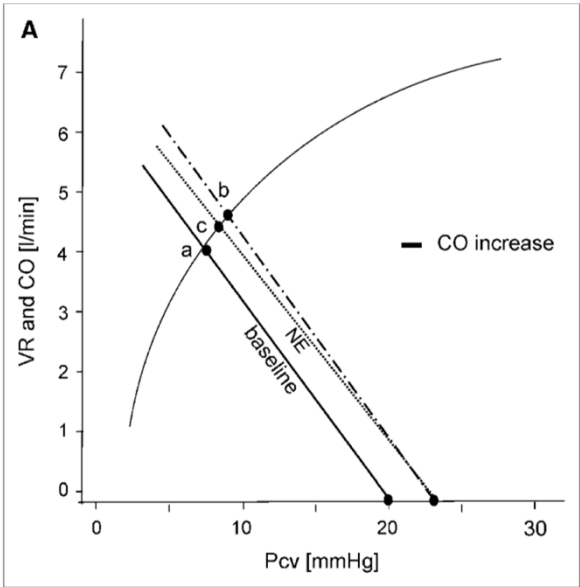


# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux

### Cardiac Output Response to Norepinephrine in Postoperative Cardiac Surgery Patients: Interpretation With Venous Return and Cardiac Function Curves\*

Jacinta J. Maas, MD<sup>1</sup>; Michael R. Pinsky, MD, MCCM<sup>2</sup>; Rob B. de Wilde, PhD<sup>1</sup>; Evert de Jonge, MD, PhD<sup>1</sup>; Jos R. Jansen, MS, PhD<sup>1</sup>



Patients with CO increase after NE Group A (n = 6)

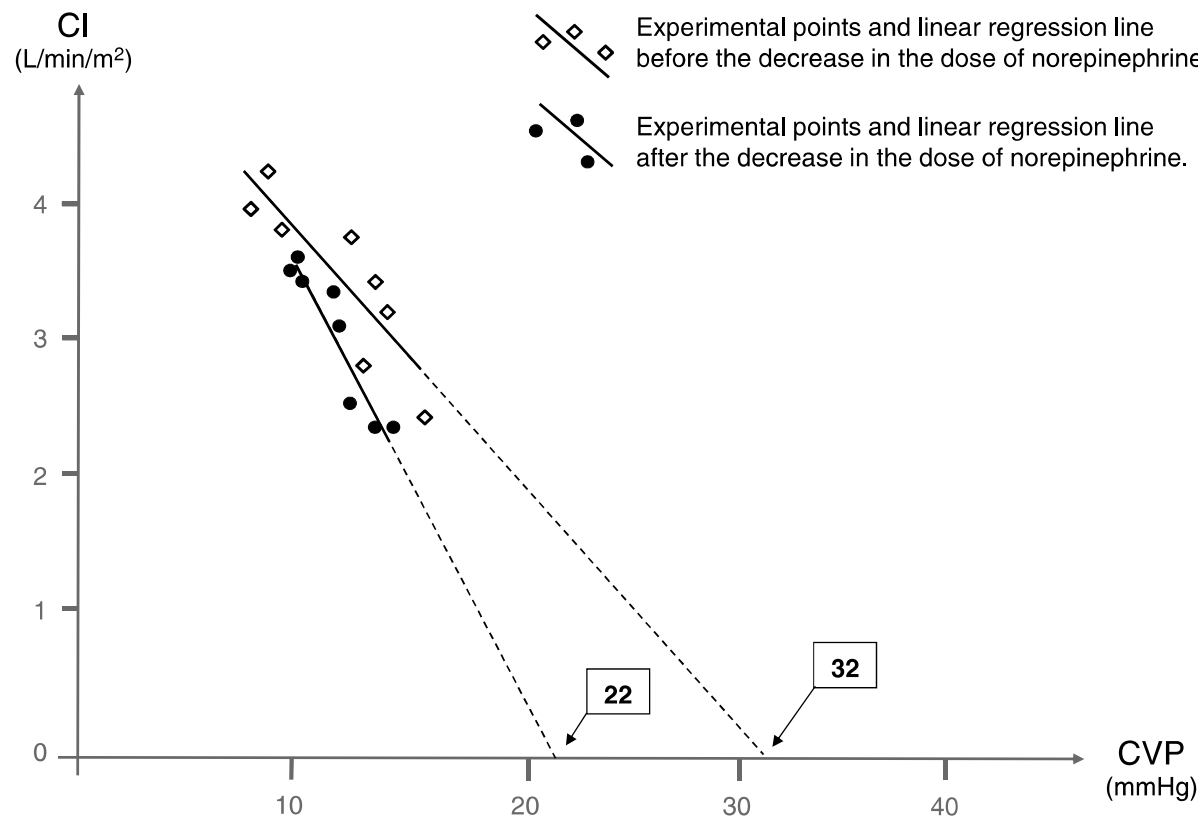
|                                   |                         |                           |                         |       |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------|
| MAP (mm Hg)                       | 81.65 ± 13.67           | 98.41 ± 10.68             | 85.14 ± 19.27           | 0.010 |
| HR (min <sup>-1</sup> )           | 73.2 ± 17.0             | 72.7 ± 16.1 <sup>h</sup>  | 73.0 ± 16.1             | 0.419 |
| CO (L·min <sup>-1</sup> )         | 4.06 ± 0.93             | 4.31 ± 0.86 <sup>d</sup>  | 4.16 ± 0.80             | 0.004 |
| SV (mL)                           | 57.5 ± 16.9             | 61.4 ± 16.8               | 59.2 ± 17.1             | 0.001 |
| PCV (mm Hg)                       | 7.57 ± 2.30             | 8.03 ± 2.68 <sup>e</sup>  | 7.37 ± 2.25             | 0.064 |
| PMSF (mm Hg)                      | 19.80 ± 5.27            | 23.57 ± 4.62              | 19.22 ± 4.40            | 0.014 |
| PVR (mm Hg)                       | 12.23 ± 4.36            | 15.55 ± 4.34              | 11.85 ± 4.02            | 0.024 |
| RVR (mm Hg·min·L <sup>-1</sup> )  | 2.97 ± 0.57             | 3.58 ± 0.64 <sup>cf</sup> | 2.82 ± 0.73             | 0.026 |
| RSYS (mm Hg·min·L <sup>-1</sup> ) | 18.83 ± 5.01            | 21.54 ± 4.36 <sup>g</sup> | 18.97 ± 5.07            | 0.022 |
| RVR/RSYS (%)                      | 16.7 ± 6.0              | 17.1 ± 4.3                | 15.2 ± 3.4              | 0.355 |
| SVV (%)                           | 14.4 ± 4.2 <sup>a</sup> | 11.9 ± 2.7 <sup>b</sup>   | 14.9 ± 3.7 <sup>a</sup> | 0.009 |

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

Effects of norepinephrine on mean systemic pressure and venous return in human septic shock\*

Romain Persichini, MD; Serena Silva, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD; Mathieu Jozwiak, MD; Denis Chemla, MD, PhD; Christian Richard, MD; Xavier Monnet, MD, PhD



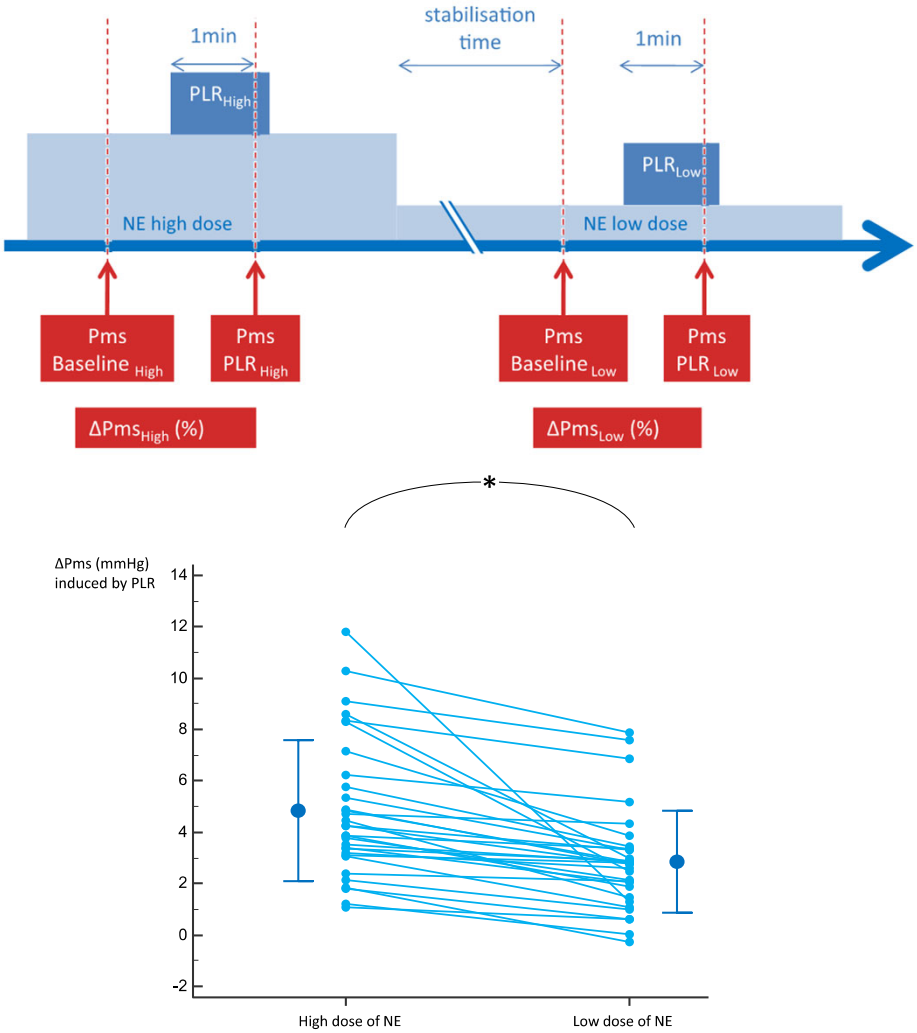
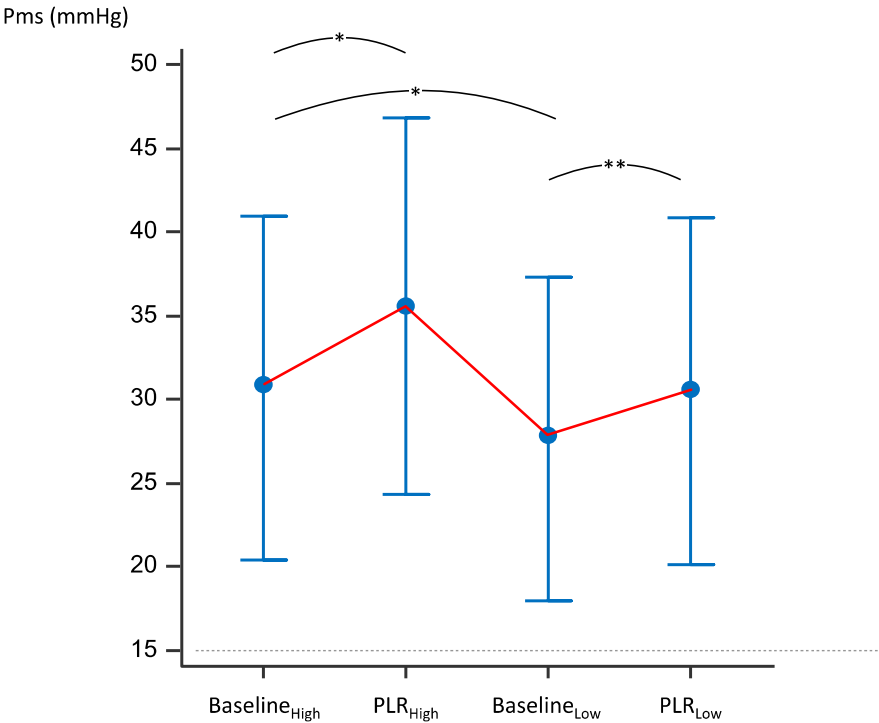
# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

RESEARCH Open Access

Norepinephrine potentiates the efficacy of volume expansion on mean systemic pressure in septic shock

Imane Adda, Christopher Lai, Jean-Louis Teboul, Laurent Guerin, Francesco Gavelli and Xavier Monnet



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

JAMA | Original Investigation | CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT

### Effect of Individualized vs Standard Blood Pressure Management Strategies on Postoperative Organ Dysfunction Among High-Risk Patients Undergoing Major Surgery A Randomized Clinical Trial

Emmanuel Futier, MD, PhD; Jean-Yves Lefrant, MD, PhD; Pierre-Gregoire Guinot, MD, PhD; Thomas Godet, MD, PhD; Emmanuel Lorne, MD; Philippe Cuvillon, MD, PhD; Sebastien Bertran, MD; Marc Leone, MD, PhD; Bruno Pastene, MD; Vincent Piriou, MD, PhD; Serge Molliex, MD, PhD; Jacques Albanese, MD, PhD; Jean-Michel Julia, MD; Benoit Tavernier, MD, PhD; Etienne Imhoff, MD; Jean-Etienne Bazin, MD, PhD; Jean-Michel Constantin, MD, PhD; Bruno Pereira, PhD; Samir Jaber, MD, PhD; for the INPRESS Study Group

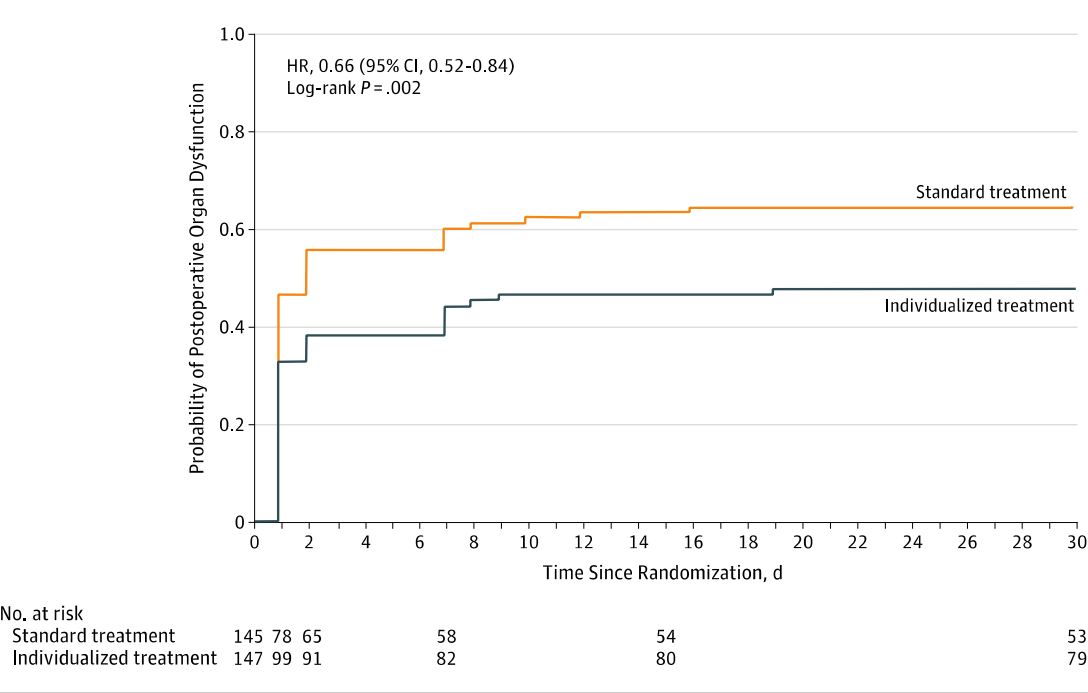
298 patients randomisés

Pour tous : Optimisation du VES avec monitoring

Table 2. Clinical Management of Patients During the Intervention Period, Including During Surgery and for 4 Hours Following Surgery<sup>a</sup>

| Variable                                           | Individualized Treatment (n = 147) | Standard Treatment (n = 145) | P Value |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|---------|
| Cumulative volume of crystalloid, median (IQR), mL | 2275 (1600-3000)                   | 2500 (1825-3225)             | .09     |
| During surgery                                     | 1500 (1000-2000)                   | 2000 (1500-2500)             | <.001   |
| During 4 h following surgery                       | 750 (500-1000)                     | 600 (500-1000)               | .54     |

Figure 3. Kaplan-Meier Estimates of the Probability of Postoperative Organ Dysfunction by Day 30 After Surgery



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

RESEARCH Open Access

### Effects of very early start of norepinephrine in patients with septic shock: a propensity score-based analysis

Gustavo A. Ospina-Tascón<sup>1,2\*</sup>, Glenn Hernandez<sup>3</sup>, Ingrid Alvarez<sup>1</sup>, Luis E. Calderón-Tapia<sup>1</sup>, Ramiro Manzano-Núñez<sup>1</sup>, Alvaro I. Sánchez-Ortiz<sup>1</sup>, Egarido Quiñones<sup>1</sup>, Juan E. Ruiz-Yucuma<sup>1</sup>, José L. Aldana<sup>1,2</sup>, Jean-Louis Teboul<sup>4</sup>, Alexandre Biasi Cavalcanti<sup>5</sup>, Daniel De Backer<sup>6</sup> and Jan Bakker<sup>3,7,8,9</sup>

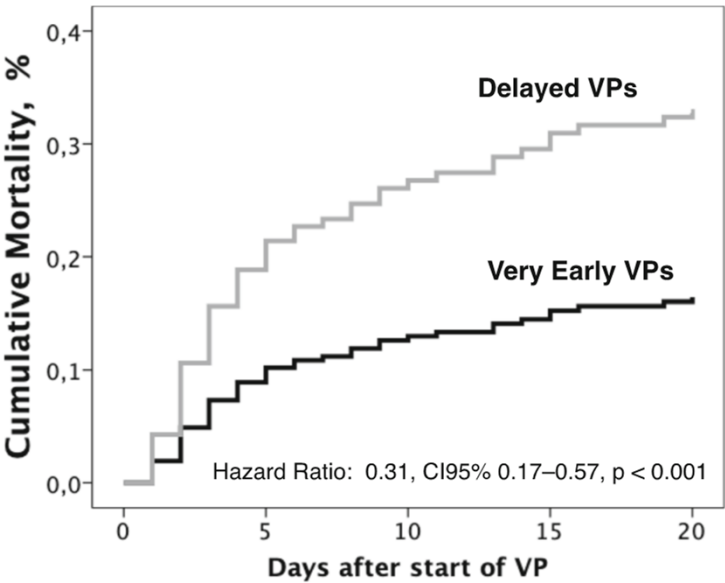
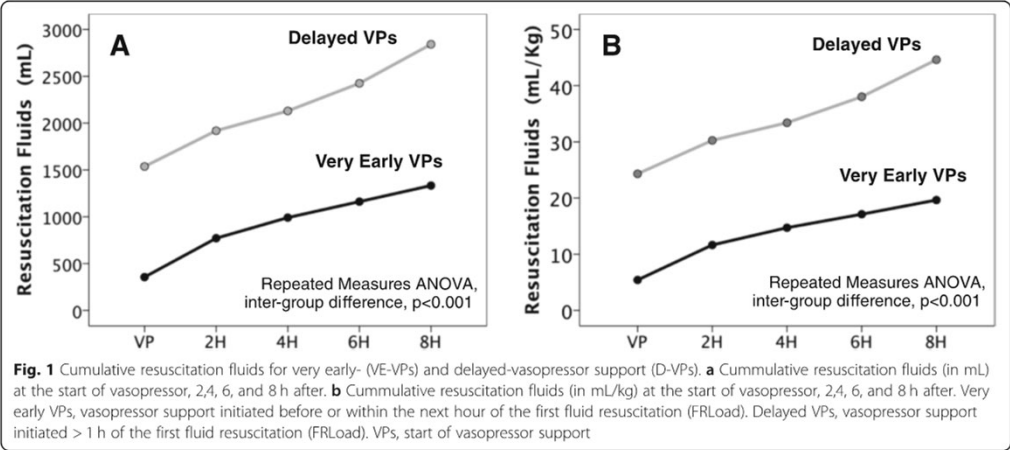


### Etude prospective – Score de propension

N = 93 / Groupe

**Table 2** Multivariate Cox regression for 28-day mortality (propensity-matched population: n = 186)

|                   | HR   | 95% CI     | p       |
|-------------------|------|------------|---------|
| Net fluid balance | 1.00 | 1.00–1.00  | < 0.001 |
| Steroids use*     | 4.66 | 1.94–11.18 | 0.001   |
| Hyperlactatemia** | 3.61 | 1.41–9.22  | 0.007   |
| VE-VPs            | 0.31 | 0.17–0.57  | < 0.001 |



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

ORIGINAL ARTICLE

**Preload dependency determines the effects of phenylephrine on cardiac output in anaesthetised patients**

*A prospective observational study*

Olivier Rebet, Olivier Andremont, Jean-Louis Gérard, Jean-Luc Fellahi, Jean-Luc Hanouz and Marc-Olivier Fischer

**Bolus de Néo : 50 à 150 µg**  
**PAS < 90 mmHg ou PAM < 60 mmHg**  
**2 groupes : précharge dépendance**

**Table 3** Effect of phenylephrine on haemodynamic values in the preload-dependent and independent groups

|                                                | Preload-dependent (n = 27) |                     |         | Preload-independent (n = 23) |                     |         |
|------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|---------|------------------------------|---------------------|---------|
|                                                | Before phenylephrine       | After phenylephrine | P value | Before phenylephrine         | After phenylephrine | P value |
| HR (min <sup>-1</sup> )                        | 79 (17)                    | 72 (16)             | <0.0001 | 62 (14)                      | 56 (14)             | 0.001   |
| SAP (mmHg)                                     | 78 (9)                     | 108 (15)            | <0.0001 | 89 (15)                      | 119 (20)            | <0.001  |
| MAP (mmHg)                                     | 57 (6)                     | 78 (12)             | <0.0001 | 60 (8)                       | 80 (14)             | <0.001  |
| DAP (mmHg)                                     | 46 (7)                     | 62 (12)             | <0.0001 | 45 (9)                       | 64 (15)             | <0.001  |
| PPV (%)                                        | 17 (15; 19)                | 14 (12; 16)         | <0.0003 | 8 (7; 11)                    | 8 (6; 11)           | 0.85    |
| CI (l min <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )      | 2.1 (1.8; 3.5)             | 2.1 (1.8; 3.3)      | 0.168   | 2.3 (1.9; 3.7)               | 1.8 (1.5; 2.7)      | 0.0001  |
| SV (ml)                                        | 49 (41; 67)                | 53 (41; 69)         | 0.191   | 65 (44; 81)                  | 56 (39; 66)         | <0.001  |
| Peak velocity (cm s <sup>-1</sup> )            | 50 (41; 71)                | 45 (40; 65)         | <0.001  | 56 (40; 72)                  | 48 (34; 62)         | <0.001  |
| FTc (ms)                                       | 294 (47)                   | 306 (56)            | 0.031   | 319 (87)                     | 304 (87)            | 0.0005  |
| SVRI (dyn s cm <sup>-5</sup> m <sup>-2</sup> ) | 2019 (1255; 2540)          | 2781 (1907; 3854)   | 0.0001  | 1809 (1394; 2445)            | 3067 (2587; 3689)   | <0.0001 |

Values are mean (SD) or median (25th; 75th). CI, cardiac index; DAP, diastolic arterial pressure; FTc, flow time corrected; HR, heart rate; MAP, mean arterial pressure; PPV, pulse pressure variations; SAP, systolic arterial pressure; SV, stroke volume; SVRI, systemic vascular resistance index.

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

British Journal of Anaesthesia 107 (2): 209–17 (2011)  
Advance Access publication 3 June 2011 · doi:10.1093/bja/aer150

BJA

### NEUROSCIENCES AND NEUROANAESTHESIA

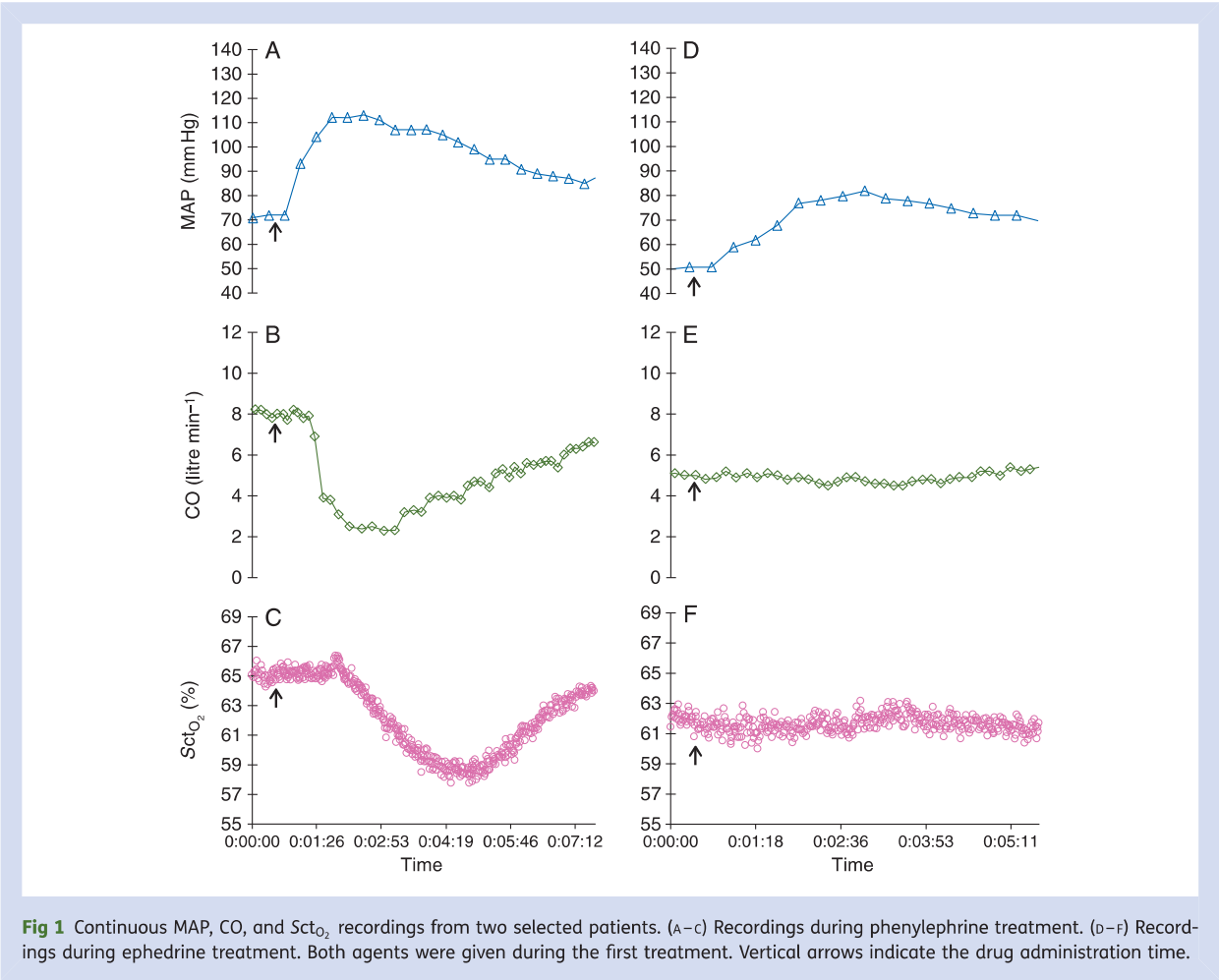
#### Effect of phenylephrine and ephedrine bolus treatment on cerebral oxygenation in anesthetized patients

L. Meng<sup>1\*</sup>, M. Cannesson<sup>1</sup>, B. S. Alexander<sup>1</sup>, Z. Yu<sup>2</sup>, Z. N. Kain<sup>1</sup>, A. E. Cerussi<sup>3</sup>, B. J. Tromberg<sup>3</sup> and W. W. Mantulin<sup>3</sup>

**Baisse 20% de la TA**  
**Bolus :**  
**- Ephédrine : 5 à 20 mg**  
**- Phényléphrine : 100 à 200 µg**

### Bolus de Phényléphrine

### Bolus d'Ephédrine



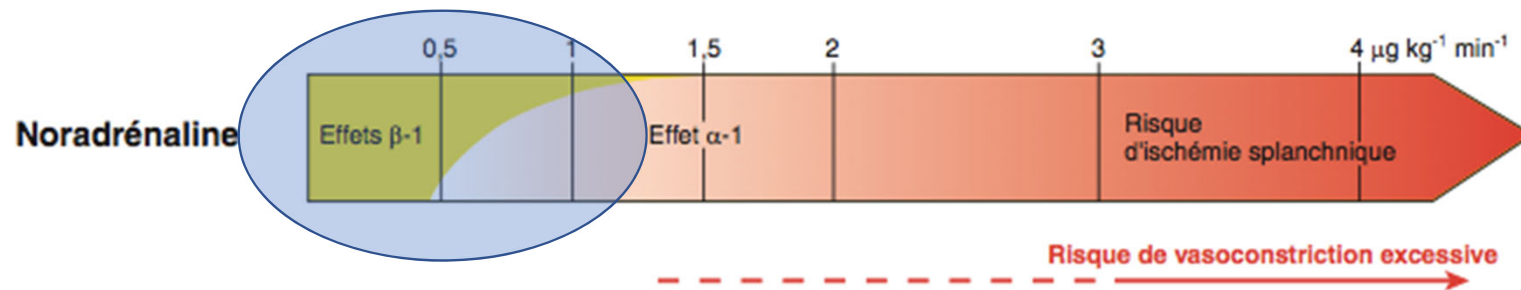


# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux

Revisiter le rôle de la Noradrénaline

Réduction du volume non-contraint → Augmentation PVS

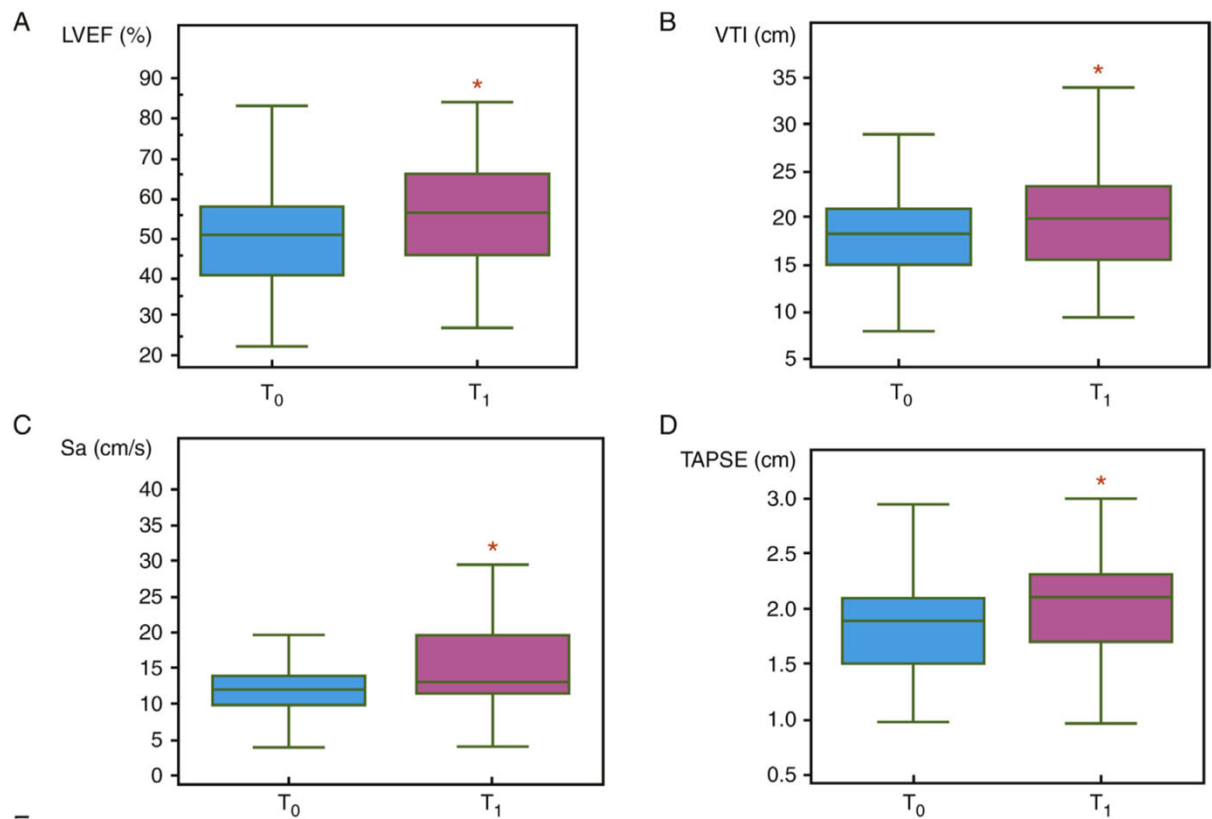


# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux

### Norepinephrine exerts an inotropic effect during the early phase of human septic shock

O. Hamzaoui<sup>1,\*</sup>, M. Jozwiak<sup>2</sup>, T. Geffriaud<sup>2</sup>, B. Sztrymf<sup>1</sup>, D. Prat<sup>1</sup>, F. Jacobs<sup>1</sup>, X. Monnet<sup>2</sup>, P. Trouiller<sup>1</sup>, C. Richard<sup>2</sup> and J.L. Teboul<sup>2</sup>



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

### Cardiac Output Response to Norepinephrine in Postoperative Cardiac Surgery Patients: Interpretation With Venous Return and Cardiac Function Curves\*

Jacinta J. Maas, MD<sup>1</sup>; Michael R. Pinsky, MD, MCCM<sup>2</sup>; Rob B. de Wilde, PhD<sup>1</sup>; Evert de Jonge, MD, PhD<sup>1</sup>; Jos R. Jansen, MS, PhD<sup>1</sup>

NAD pour augmentation de + 20 mmHg de PAS  
N = 16 patients

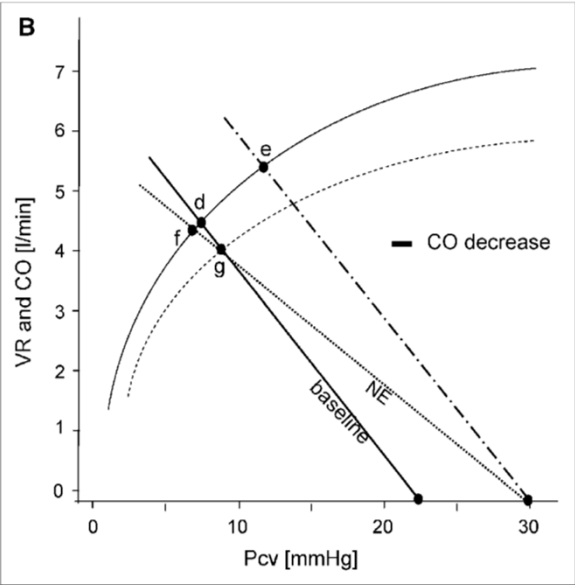
|                                    | Baseline-1                        | NE          | Baseline-2  | <i>p</i>   |        |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|------------|--------|
| All patients ( <i>n</i> = 16)      |                                   |             |             |            |        |
| ➡ MAP (mm Hg)                      | 81.60±10.16                       | 101.85±9.81 | 82.80±13.60 | <0.001     |        |
|                                    | HR (min <sup>-1</sup> )           | 74.4±14.0   | 70.1±13.8   | 75.7±14.1  | 0.003  |
| ➡ CO (L·min <sup>-1</sup> )        | 4.30±0.78                         | 4.09±0.67   | 4.44±0.80   | 0.043      |        |
|                                    | SV (mL)                           | 59.4±13.3   | 60.4±15.2   | 60.7±15.6  | 0.825  |
|                                    | PCV (mm Hg)                       | 7.61±2.07   | 8.55±2.35   | 7.58±2.13  | <0.001 |
| ➡ PMSF (mm Hg)                     | 21.44±6.12                        | 27.57±7.39  | 21.98±5.34  | <0.001     |        |
|                                    | PVR (mm Hg)                       | 13.60±5.66  | 19.02±6.20  | 14.26±5.16 | 0.001  |
| ➡ RVR (mm Hg·min·L <sup>-1</sup> ) | 3.14±0.94                         | 4.72±1.64   | 3.22±0.99   | <0.001     |        |
|                                    | RSYS (mm Hg·min·L <sup>-1</sup> ) | 17.42±3.88  | 23.31±4.09  | 17.35±4.27 | <0.001 |
|                                    | RVR/RSYS (%)                      | 19.0±7.9    | 20.4±6.6    | 19.2±6.9   | 0.305  |
|                                    | SVV (%)                           | 11.1±4.0    | 7.9±4.3     | 11.0±4.7   | <0.001 |

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux

### Cardiac Output Response to Norepinephrine in Postoperative Cardiac Surgery Patients: Interpretation With Venous Return and Cardiac Function Curves\*

Jacinta J. Maas, MD<sup>1</sup>; Michael R. Pinsky, MD, MCCM<sup>2</sup>; Rob B. de Wilde, PhD<sup>1</sup>; Evert de Jonge, MD, PhD<sup>1</sup>; Jos R. Jansen, MS, PhD<sup>1</sup>



| Patients with CO decrease after NE Group B (n = 10) |                      |                         |                      |        |
|-----------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|--------|
| MAP (mm Hg)                                         | 82.52±8.10           | 103.91±9.19             | 82.22±9.21           | <0.001 |
| HR (min <sup>-1</sup> )                             | 75.1±12.8            | 68.6±12.9 <sup>h</sup>  | 77.3±13.4            | 0.002  |
| CO (L·min <sup>-1</sup> )                           | 4.46±0.64            | 3.96±0.52 <sup>d</sup>  | 4.61±0.74            | 0.002  |
| SV (mL)                                             | 60.5±11.6            | 59.8±15.1               | 61.6±15.5            | 0.558  |
| PCV (mm Hg)                                         | 7.57±1.93            | 8.86±2.22 <sup>e</sup>  | 7.65±2.06            | <0.001 |
| PMSF (mm Hg)                                        | 22.40±6.11           | 29.97±7.88              | 23.51±4.94           | 0.005  |
| PVR (mm Hg)                                         | 14.77±5.52           | 21.10±6.38              | 15.86±4.54           | 0.010  |
| RVR (mm Hg·min·L <sup>-1</sup> )                    | 3.29±1.00            | 5.41±1.68 <sup>cf</sup> | 3.48±0.93            | 0.001  |
| RSYS (mm Hg·min·L <sup>-1</sup> )                   | 16.67±2.34           | 24.37±3.74 <sup>g</sup> | 16.49±2.96           | <0.001 |
| RVR/RSYS (%)                                        | 20.3±7.8             | 22.3±7.2                | 21.5±6.4             | 0.478  |
| SVV (%)                                             | 9.1±2.4 <sup>a</sup> | 5.3±2.9 <sup>b</sup>    | 8.7±3.6 <sup>a</sup> | <0.001 |

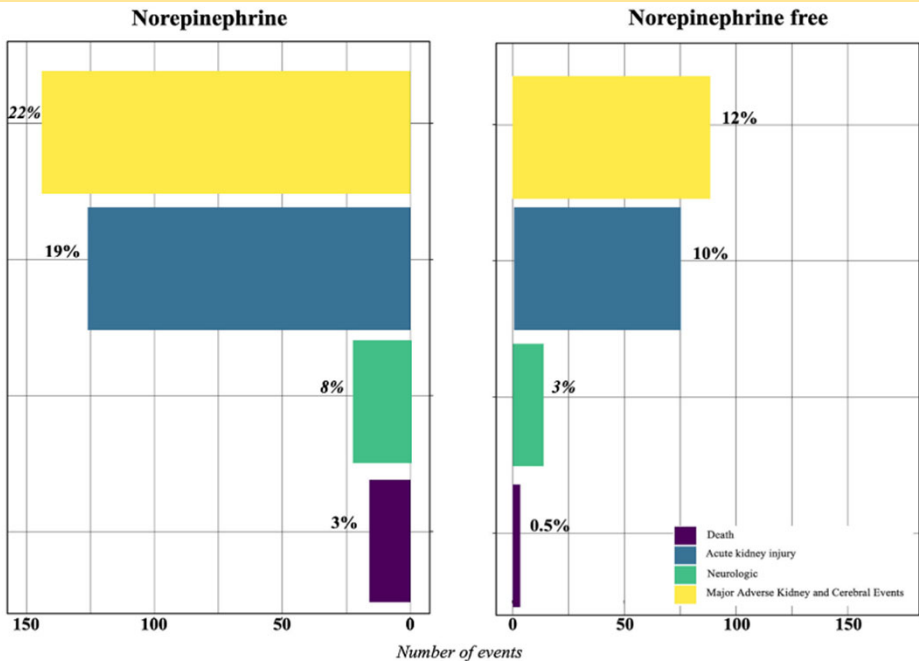
# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux

Original Article

Epidemiology, risk factors and outcomes of norepinephrine use in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a multicentric prospective study

Pierre-Grégoire Guinot<sup>a,b,\*</sup>, Bastien Durand<sup>a</sup>, Emmanuel Besnier<sup>c</sup>, Paul-Michel Mertes<sup>d</sup>, Chloe Bernard<sup>e</sup>, Maxime Nguyen<sup>a,b</sup>, Vivien Berthoud<sup>a</sup>, Osama Abou-Arab<sup>f</sup>, Belaid Bouhemad<sup>a,b</sup>, Collaborator study group<sup>1</sup>



**Table 2**  
Vaso-active support during surgery and ICU course.

|                                                               | Overall population N = 2541 | Norepinephrine free N = 992 | Norepinephrine N = 1549 | p-value |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------|
| Operating room                                                |                             |                             |                         |         |
| Ephedrine                                                     | 1405 (55)                   | 466 (60.4)                  | 446 (57.8)              | 0.31    |
| Ephedrine total dose (mg)                                     | 15 [9,27]                   | 12 [9,21]                   | 18 [12,30]              | 0.88    |
| Phenylephrine                                                 | 604 (24)                    | 215 (22)                    | 389 (25)                | 0.05    |
| Total dose (mg)                                               | 0.2 [0.1,0.4]               | 0.2 [0.1,0.3]               | 0.2 [0.1,0.4]           | 0.47    |
| Norepinephrine                                                | 1227 (48)                   | 0                           | 1277 (82)               | <0.0001 |
| Median maximal dose (µg.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 0.17 [0.1, 0.28]            |                             | 0.17 [0.11,0.28]        | 0.10    |
| Dobutamine                                                    | 256 (10)                    | 45 (5)                      | 211 (14)                | 0.0001  |
| Median maximal dose (µg.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 7 [5,10]                    | 5 [4,10]                    | 7 [5,10]                | 0.98    |
| Epinephrine                                                   | 14 (1)                      | 1 (0.2)                     | 13 (1)                  | 0.0001  |
| Median maximal dose (µg.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) | 0.43 [0.18,0.64]            | 0.4 [0.4,0.4]               | 0.4 [0.16,0.67]         | NA      |

# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment améliorer le retour veineux ?

BJA

“I would have everie man write what he knowes and no more.”—Montaigne  
BRITISH JOURNAL OF ANAESTHESIA

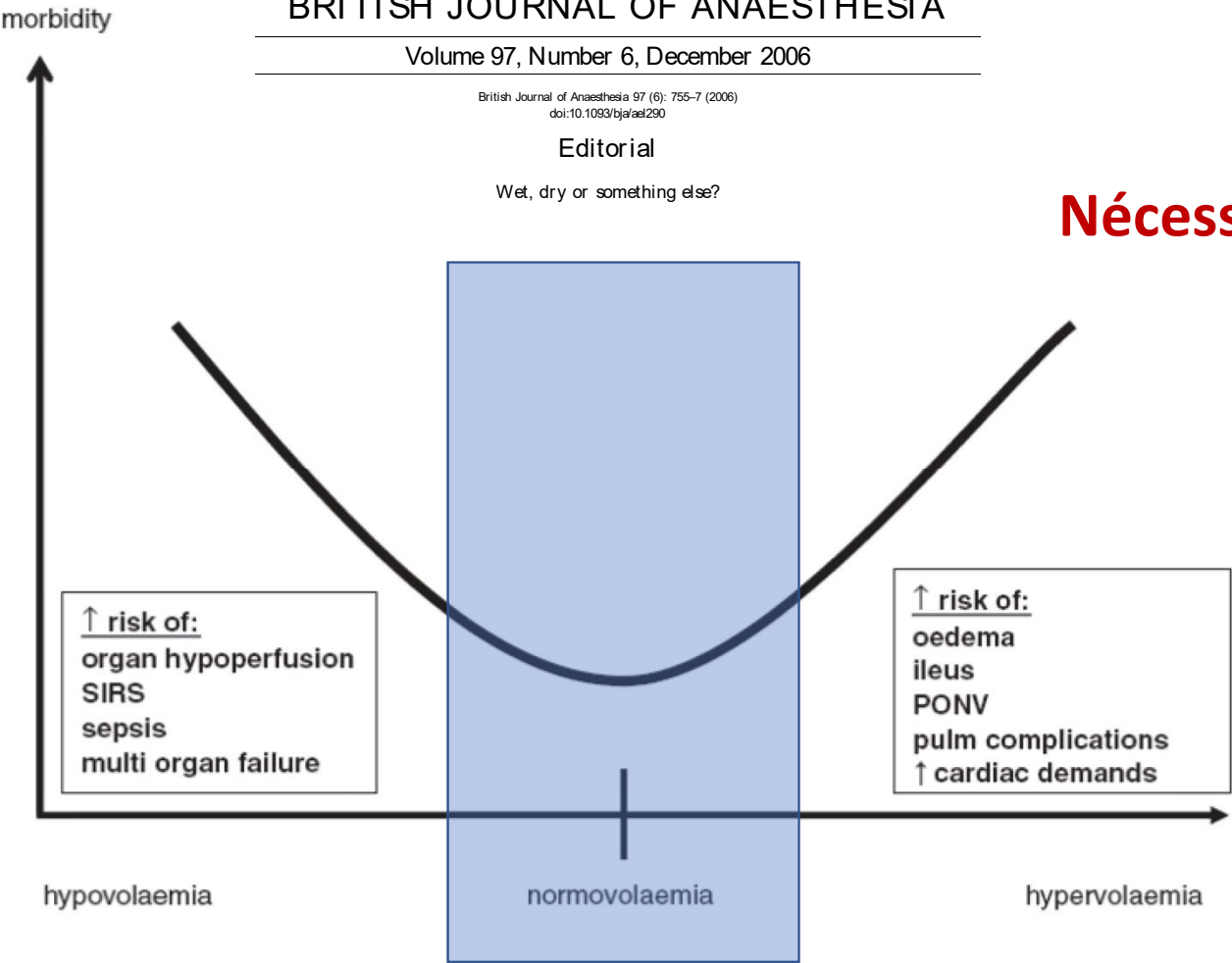
Volume 97, Number 6, December 2006

British Journal of Anaesthesia 97 (6): 755–7 (2006)  
doi:10.1093/bja/aed290

Editorial

Wet, dry or something else?

Nécessité de monitorer

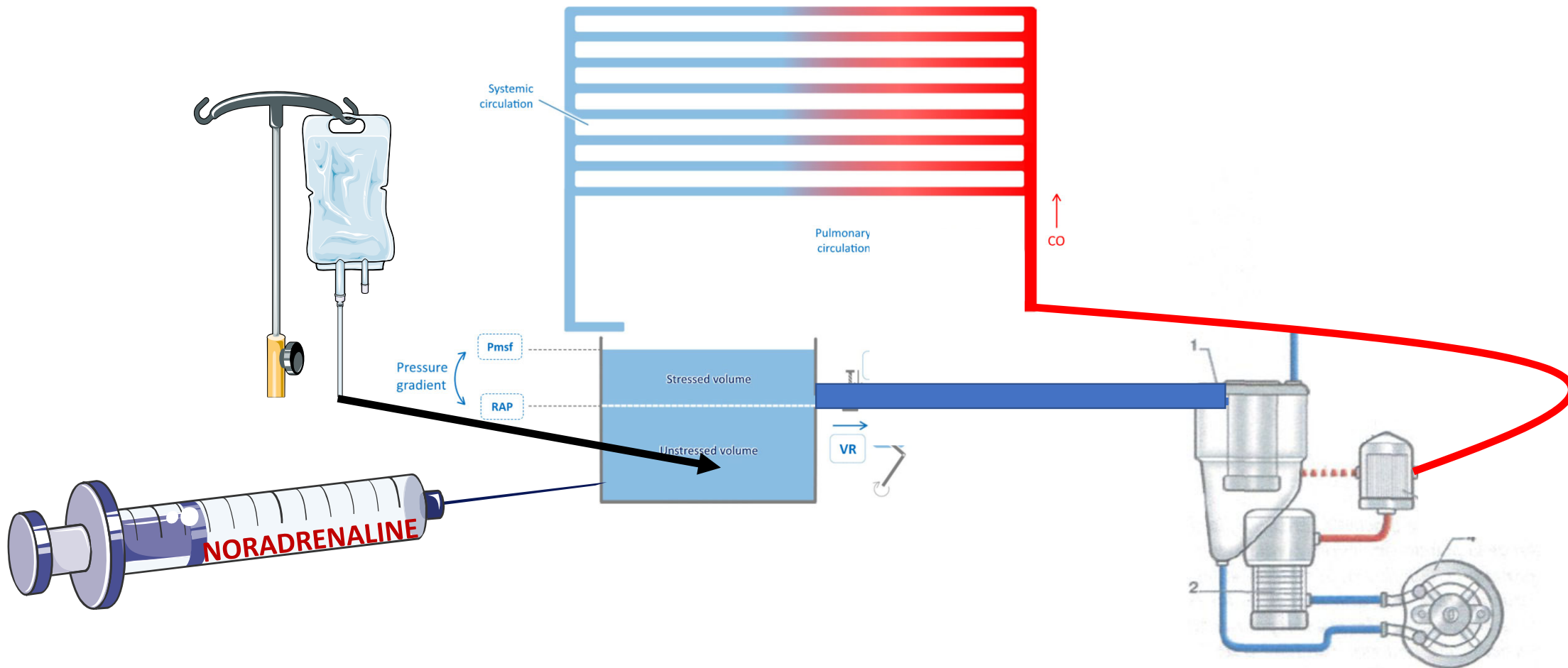


# Retour Veineux et CEC

## Drainage veineux en CEC

### Remplissage vasculaire

Pré-requis : maintenir le débit



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment se guider?

### Comment se guider : rôle de la PVC

### Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions

Daniel De Backer<sup>1\*</sup> and Jean-Louis Vincent<sup>2</sup>

**Table 1** The pros and cons of central venous pressure (CVP) for fluid management

|                                                    | Pro                                                                                                                                                                                           | Con                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Measurements                                       | Easy to measure<br>Minimal apparatus<br>Cheap                                                                                                                                                 | Errors in measurements<br>Influence of mechanical ventilation<br>Influence of abdominal pressure                                                                                                                                                                                                                               |
| CVP for fluid responsiveness                       | The predictive value of extreme CVP values (CVP < 6–8 mmHg and CVP > 12–15 mmHg) is satisfactory [7, 8]                                                                                       | The predictive value for fluid responsiveness is lower with CVP than with dynamic indices                                                                                                                                                                                                                                      |
| CVP as a safety value                              | During a fluid challenge, a given CVP value can be used as a safety value                                                                                                                     | This safety value should be individually determined as there is no predefined safe upper level of CVP                                                                                                                                                                                                                          |
| CVP as a target value                              | In circulatory failure, this population-based approach may be used to ensure that the majority of the patients achieve a satisfactory hemodynamic goal                                        | In circulatory failure, a significant number of patients may be submitted to excessive fluid administration whereas other patients may require additional fluid administration<br><br>In patients without indices of hypoperfusion, this approach is not recommended as it could lead to unnecessary fluid administration [19] |
| Influence of mechanical ventilation                | The CVP represents the back pressure of all extrathoracic organs                                                                                                                              | The CVP may fail to reflect intravascular pressure during mechanical ventilation                                                                                                                                                                                                                                               |
| CVP can be used to evaluate the response to fluids | An increase in CVP indicates an increase in preload<br><br>An absence of change in CVP during fluid administration indicates that insufficient fluids were administered to manipulate preload | The increase in CVP indicates the increase in preload but does not indicate the response to fluids; in fluid responders the increase in CVP should be minimal (with a large increase in cardiac output) while in nonresponders the increase in CVP is larger                                                                   |



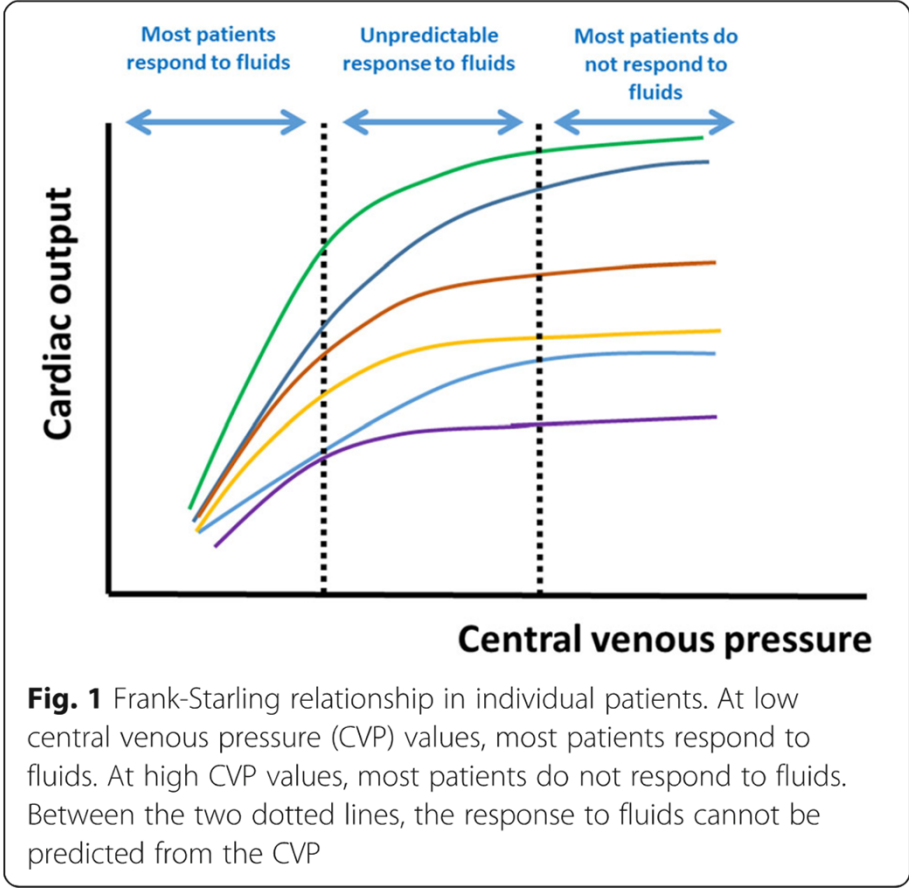
# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment se guider?

Comment se guider : rôle de la PVC

Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions

Daniel De Backer<sup>1\*</sup> and Jean-Louis Vincent<sup>2</sup>



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment se guider?

### Comment se guider : rôle de la PVC

### Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions

Daniel De Backer<sup>1\*</sup> and Jean-Louis Vincent<sup>2</sup>

**Table 1** The pros and cons of central venous pressure (CVP) for fluid management

|                                                    | Pro                                                                                                                                                                                       | Con                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Measurements                                       | Easy to measure<br>Minimal apparatus<br>Cheap                                                                                                                                             | Errors in measurements<br>Influence of mechanical ventilation<br>Influence of abdominal pressure                                                                                                                                                                                                                               |
| CVP for fluid responsiveness                       | The predictive value of extreme CVP values (CVP < 6–8 mmHg and CVP > 12–15 mmHg) is satisfactory [7, 8]                                                                                   | The predictive value for fluid responsiveness is lower with CVP than with dynamic indices                                                                                                                                                                                                                                      |
| CVP as a safety value                              | During a fluid challenge, a given CVP value can be used as a safety value                                                                                                                 | This safety value should be individually determined as there is no predefined safe upper level of CVP                                                                                                                                                                                                                          |
| CVP as a target value                              | In circulatory failure, this population-based approach may be used to ensure that the majority of the patients achieve a satisfactory hemodynamic goal                                    | In circulatory failure, a significant number of patients may be submitted to excessive fluid administration whereas other patients may require additional fluid administration<br><br>In patients without indices of hypoperfusion, this approach is not recommended as it could lead to unnecessary fluid administration [19] |
| Influence of mechanical ventilation                | The CVP represents the back pressure of all extrathoracic organs                                                                                                                          | The CVP may fail to reflect intravascular pressure during mechanical ventilation                                                                                                                                                                                                                                               |
| CVP can be used to evaluate the response to fluids | An increase in CVP indicates an increase in preload<br>An absence of change in CVP during fluid administration indicates that insufficient fluids were administered to manipulate preload | The increase in CVP indicates the increase in preload but does not indicate the response to fluids; in fluid responders the increase in CVP should be minimal (with a large increase in cardiac output) while in nonresponders the increase in CVP is larger                                                                   |

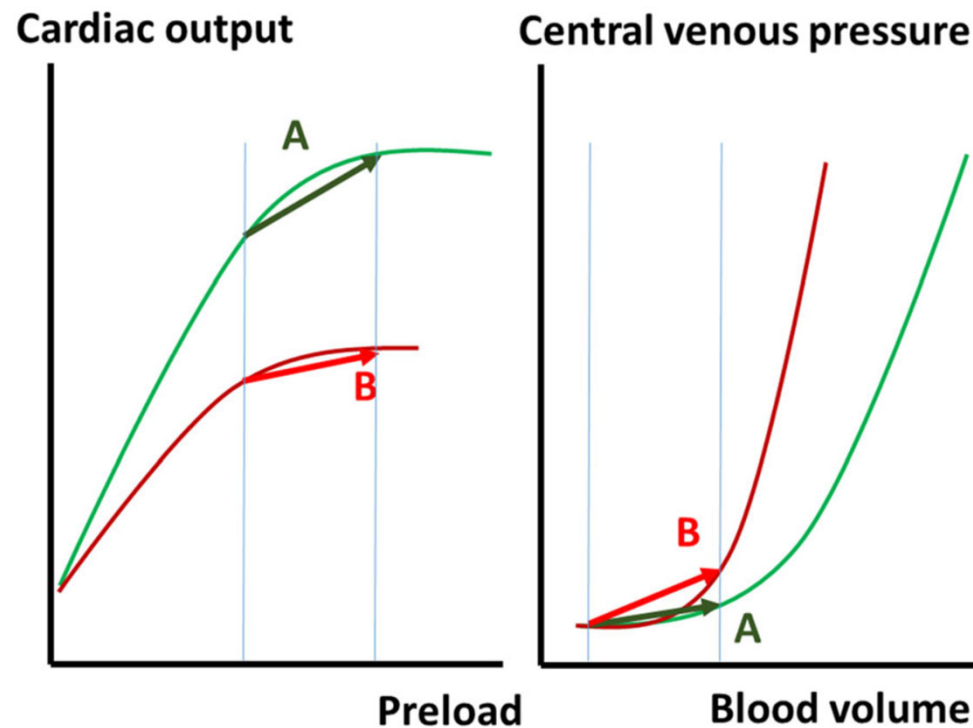
# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment se guider?

Comment se guider : rôle de la PVC

Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions

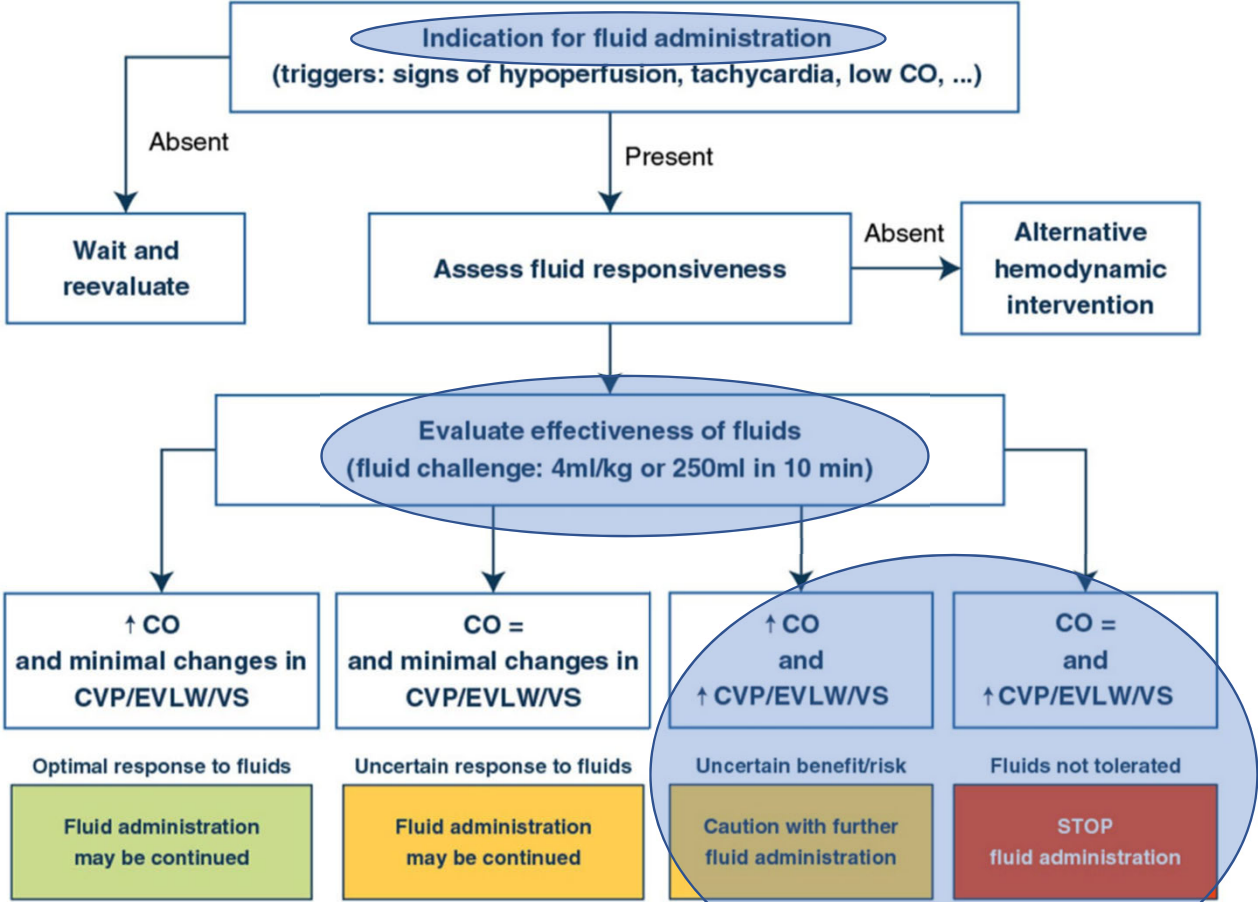
Daniel De Backer<sup>1\*</sup> and Jean-Louis Vincent<sup>2</sup>



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment se guider?

Comment réaliser un remplissage?



# Retour Veineux – Théorie de Guyton

## Comment se guider?

Comment se guider : rôle de la PVC

Intensive Care Med  
<https://doi.org/10.1007/s00134-025-08137-z>

### CONFERENCE REPORTS AND EXPERT PANEL

## ESICM guidelines on circulatory shock and hemodynamic monitoring 2025



Xavier Monnet<sup>1\*</sup> , Antonio Messina<sup>2,3</sup>, Massimiliano Greco<sup>2,3</sup>, Jan Bakker<sup>5,6</sup>, Nadia Aissaoui<sup>4</sup>, Maurizio Cecconi<sup>2,3</sup>, Giacomo Coppalini<sup>2</sup>, Daniel De Backer<sup>7</sup>, Vanina Kanoore Edul<sup>8</sup>, Laura Evans<sup>9</sup>, Glenn Hernández<sup>6</sup>, Oliver Hunsicker<sup>10</sup>, Can Ince<sup>5</sup>, Thomas Kaufmann<sup>11</sup>, Bruno Levy<sup>12</sup>, Manu L. N. G. Malbrain<sup>13,14</sup>, Alexandre Mebazaa<sup>15</sup>, Sheila Nainan Myatra<sup>16</sup>, Marlies Ostermann<sup>17</sup>, Michael R. Pinsky<sup>18</sup>, Bernd Saugel<sup>19</sup>, Marzia Savi<sup>2</sup>, Mervyn Singer<sup>20</sup>, Jean-Louis Teboul<sup>21</sup>, Antoine Vieillard-Baron<sup>22</sup>, Jean-Louis Vincent<sup>23</sup> and Michelle S. Chew<sup>24</sup>

### Question 3.6. When should one monitor central venous pressure in shock?

#### Recommendations 3.6

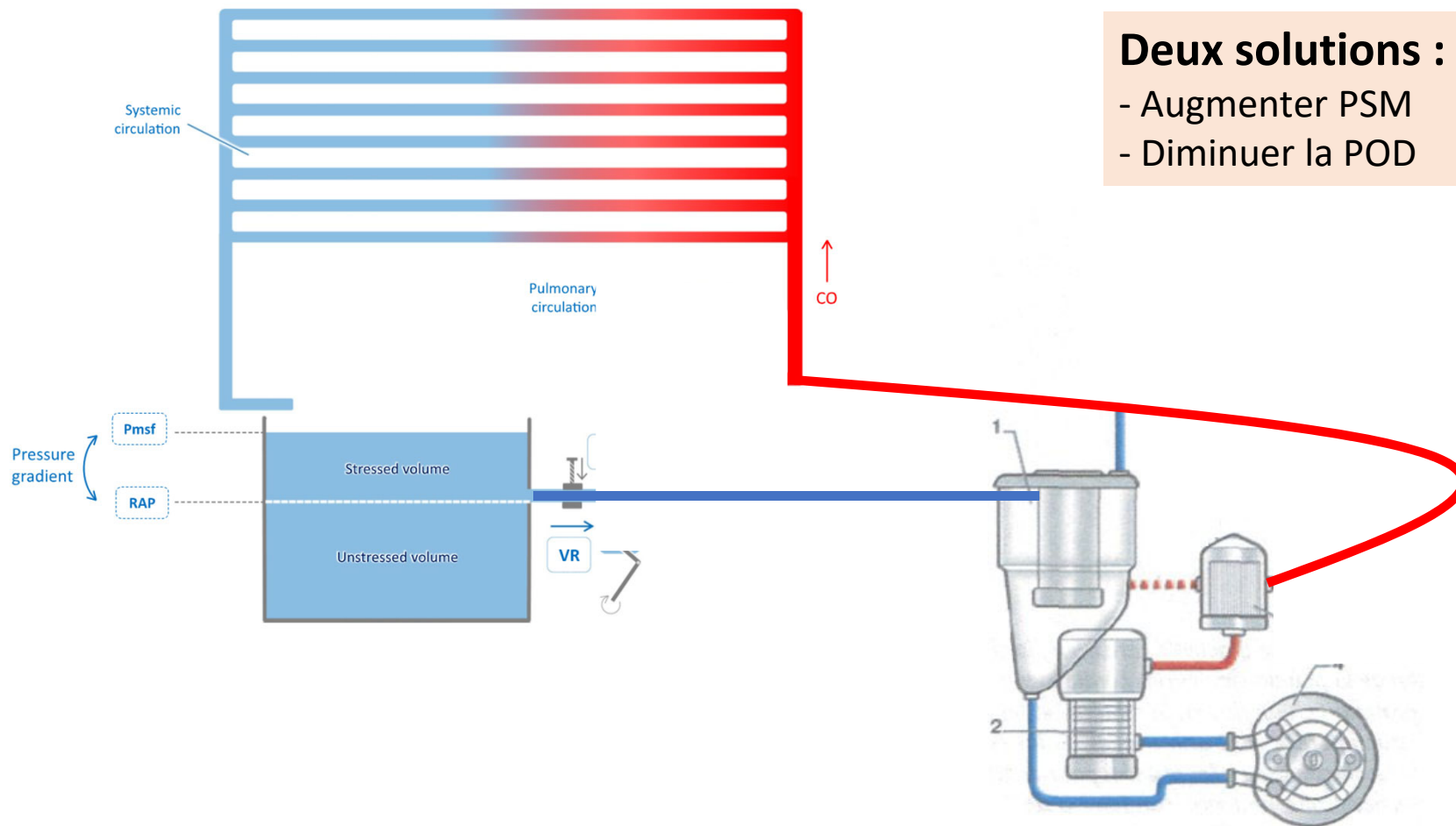
46. Central venous pressure (CVP) should be measured in patients with shock who have a central venous catheter.

**Ungraded good practice statement/Ungraded evidence/Strong agreement**

47. A pre-specified CVP value should not be targeted during the resuscitation of patients with shock.

# Retour Veineux et CEC

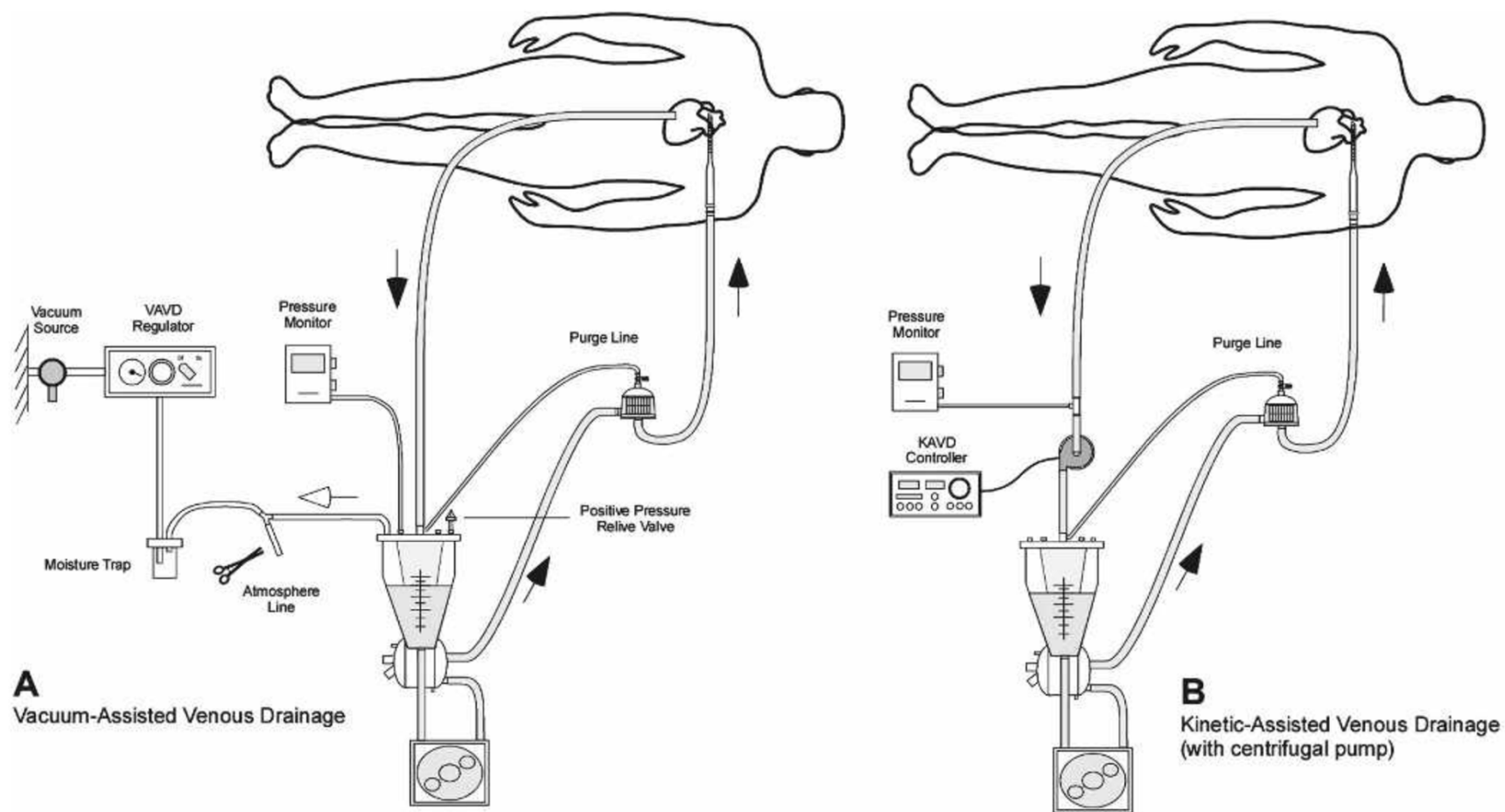
## Drainage veineux en CEC



# Retour Veineux et CEC

## La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

### Drainage actif

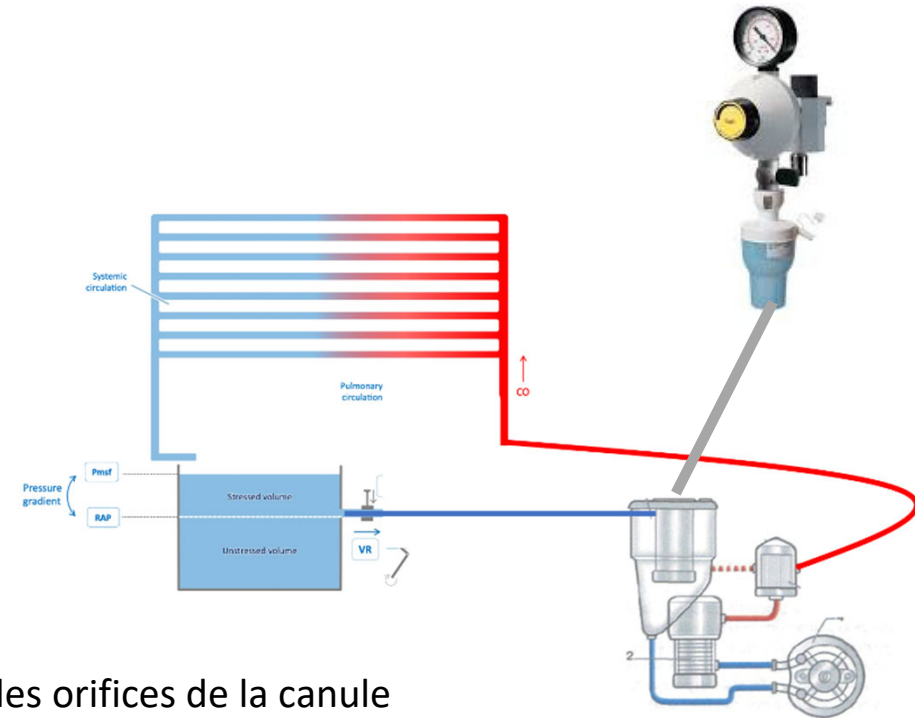


# Retour Veineux et CEC

## La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

### Drainage actif

- Pompe supplémentaire ou surveillance des pressions
  - la pompe transforme les bulles en microbulles
  - risque d'embolies artérielles (passent le filtre)
- Stress de cisaillement supplémentaire : hémolyse
- Blocage possible du retour par aspiration des parois vasculaires dans les orifices de la canule
- Risque de mise en dépression de l'oxygénateur et de flux rétrograde vers le réservoir au sein de la machine; une valve de type pop-off empêche une dépression excessive.





# Retour Veineux et CEC

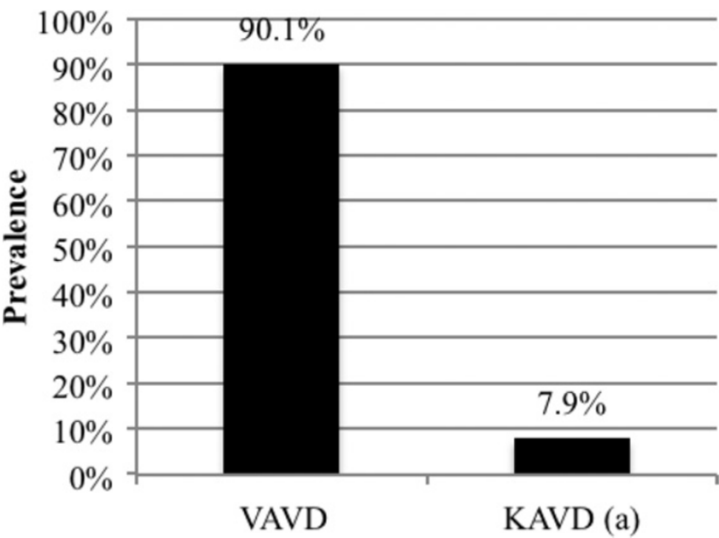
## La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

### Drainage actif

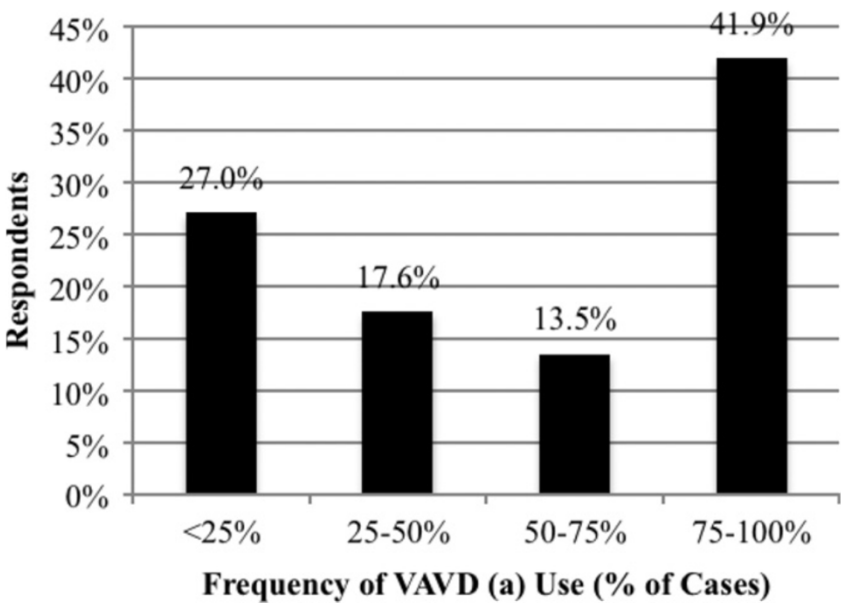
### Vacuum-Assisted Venous Drainage: A 2014 Safety Survey

Rachel Gambino, BS; Bruce Searles, MS, CCP; Edward M. Darling, MS, CCP

*Department of Cardiovascular Perfusion, College of Health Professions, SUNY Upstate Medical University, Syracuse, New York*



**Figure 1.** The use of VAVD and KAVD reported by respondents in 2014. VAVD, vacuum-assisted venous drainage; KAVD, kinetic-assisted venous drainage.



**Figure 2.** The frequency of VAVD use reported by respondents. VAVD, vacuum-assisted venous drainage.

# Retour Veineux et CEC

## La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

Drainage actif

Vacuum-assisted venous drainage in adult cardiac surgery: a propensity-matched study

Sizhe Gao<sup>a,†</sup>, Yongnan Li<sup>a,b,†</sup>, Xiaolin Diao<sup>c</sup>, Shujie Yan<sup>a</sup>, Gang Liu<sup>a</sup>, Mingyue Liu<sup>a</sup>, Qiaoni Zhang<sup>a</sup>, Wei Zhao<sup>c,\*†</sup> and Bingyang Ji<sup>a,\*†</sup>

Etude rétrospective

2004 patients

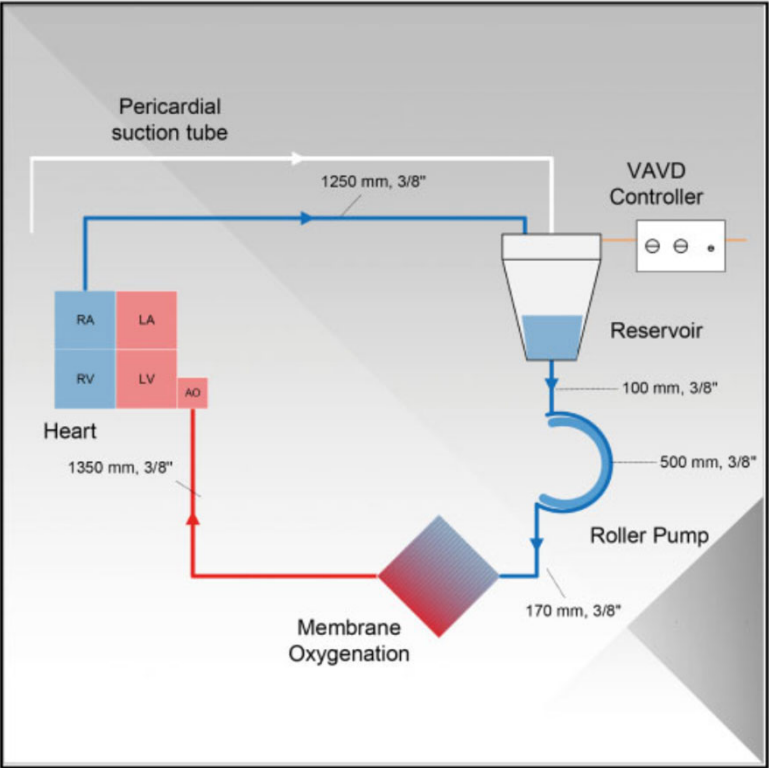


Table 3: Transfusion rate of patients between propensity-matched groups

| Characteristics | Overall (n = 2004) | VAVD (n = 1002) | Gravity drainage (n = 1002) | Mean differences (95% CI) | P-value |
|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|---------|
| RBC (%)         | 31.6 (633)         | 28.1 (282)      | 35 (351)                    | -6.9% (-11.0% to -2.8)    | 0.0009  |
| FFP (%)         | 15.5 (310)         | 13 (130)        | 18 (180)                    | -5.0% (-8.1% to -1.8)     | 0.0020  |
| Platelets (%)   | 0.9 (19)           | 0.1 (1)         | 1.8 (18)                    | -1.7% (-2.5% to -0.9%)    | <0.0001 |

Réduction de la transfusion

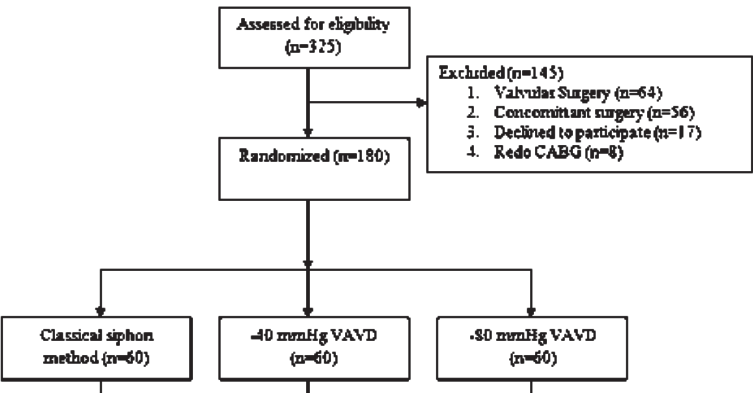
# Retour Veineux et CEC

## La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

### Drainage actif

### Hemolysis at Different Vacuum Levels during Vacuum-Assisted Venous Drainage: A Prospective Randomized Clinical Trial

D. Goksedef<sup>1</sup> S. N. Omeroglu<sup>1</sup> O. O. Balkanay<sup>1</sup> E. S. Denli Yalvac<sup>1</sup> Z. Talas<sup>1</sup> A. Albayrak<sup>1</sup> G. Ipek<sup>1</sup>



### Randomisation

Passif VS -40mmHg VS -80mmHG

CI : Majoration de l’hémolyse à -80 mmHg

Table 4 Hemolysis tests.

|                  | Overall    | Group 1    | Group 2     | Group 3     | p       |
|------------------|------------|------------|-------------|-------------|---------|
| Test             | n = 162    | n = 55     | n = 55      | n = 52      |         |
| Hct 0 (%)        | 40.6 ± 4.5 | 39.8 ± 4.7 | 40. 9 ± 4.6 | 41.1 ± 4.3  | 0.28    |
| Hct at 2 h       | 27.4 ± 2.9 | 27.9 ± 2.9 | 28.2 ± 2.9  | 26 ± 2.5    | < 0.001 |
| Hct at 24 h      | 28.7 ± 2.9 | 29 ± 2.7   | 29,6 ± 3    | 27.4 ± 2.5  | < 0.001 |
| Hct at 48 h      | 29.7 ± 2.8 | 29.9 ± 2.7 | 30.5 ± 3.1  | 28.7 ± 2.7  | 0.004   |
| Hb 0 (g/dL)      | 13.5 ± 1.7 | 13.2 ± 1.8 | 13.5 ± 1.8  | 13.7 ± 1.6  | 0.43    |
| Hb at 2 h        | 9.2 ± 1.1  | 9.3 ± 1.1  | 9.5 ± 1     | 8.6 ± 1     | < 0.001 |
| Hb at 24 h       | 9.4 ± 1.3  | 9.8 ± 1.1  | 9.8 ± 1.2   | 8.6 ± 1.2   | < 0.001 |
| Hb at 48 h       | 9.7 ± 1.3  | 10 ± 1.2   | 10 ± 1.3    | 9 ± 1.2     | < 0.001 |
| T. Bil 0 (mg/dL) | 1.2 ± 0.2  | 1.1 ± 0.3  | 1.2 ± 0.3   | 1.2 ± 0.3   | 0.15    |
| T. Bil at 2 h    | 1.4 ± 0.4  | 1.3 ± 0.4  | 1.4 ± 0.4   | 1.6 ± 0,5   | 0.01    |
| T. Bil at 24 h   | 1.6 ± 0.5  | 1.4 ± 0.4  | 1.6 ± 0.4   | 1.9 ± 0.5   | < 0.001 |
| T. Bil at 48 h   | 1.7 ± 0.5  | 1.5 ± 0.4  | 1.6 ± 0.5   | 2 ± 0.4     | < 0.001 |
| LDH 0 (IU/L)     | 237 ± 77   | 234 ± 80   | 245 ± 81    | 231 ± 71    | 0.58    |
| LDH at 2 h       | 346 ± 119  | 329 ± 111  | 339 ± 122   | 373 ± 122   | 0.14    |
| LDH at 24 h      | 359 ± 136  | 331 ± 119  | 346 ± 139   | 402 ± 140   | 0.016   |
| LDH at 48 h      | 375 ± 137  | 342 ± 120  | 359 ± 138   | 426 ± 144   | 0.003   |
| PfHb 0 (mg/dL)   | 3.5 ± 1.8  | 3.5 ± 1.7  | 3.6 ± 2     | 3.3 ± 1.8   | 0.69    |
| PfHb at 2 h      | 26.3 ± 15  | 19.9 ± 7.9 | 25.4 ± 15.3 | 33.9 ± 17.3 | < 0.001 |
| PfHb at 24 h     | 5.7 ± 3.3  | 5.2 ± 2.4  | 5.3 ± 2.8   | 6.8 ± 4.2   | 0.02    |
| PfHb at 48 h     | 4.2 ± 2.2  | 4.2 ± 1.9  | 4.1 ± 2     | 4.5 ± 2.5   | 0.55    |
| Hp 0 (mg/dL)     | 98 ± 55    | 101 ± 50   | 96 ± 59     | 96 ± 58     | 0.85    |
| Hp at 2 h        | 78 ± 53    | 95 ± 49    | 87 ± 57     | 51 ± 44     | < 0.001 |
| Hp at 24 h       | 68 ± 48    | 90 ± 39    | 75 ± 47     | 38 ± 40     | < 0.001 |
| Hp at 48 h       | 76 ± 51    | 91 ± 45    | 83 ± 54     | 52 ± 38     | < 0.001 |

# Retour Veineux et CEC

## La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

### Original Article

### The effect of vacuum-assisted venous drainage on hemolysis during cardiopulmonary bypass

Sibel Aydin<sup>1</sup>, Davut Cekmecelioglu<sup>2,3</sup>, Serkan Celik<sup>2</sup>, Ismail Yerli<sup>1</sup>, Kaan Kirali<sup>2</sup>

**Table 4.** The evaluation of platelet, lactate hydrogenase, and haptoglobin values

|                                  | Group 1       | Group 2       | Control group | <i>P</i> |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| Plt (10 <sup>x9</sup> per liter) |               |               |               |          |
| Preoperative                     | 234.9 ± 70.2  | 254.7 ± 82.8  | 236.9 ± 55.2  | 0.629    |
| Postop 24 <sup>th</sup> hour     | 156.5 ± 55.3  | 183.9 ± 62.1  | 172.2 ± 62.9  | 0.367    |
| Postop 48 <sup>th</sup> hour     | 156.1 ± 53.8  | 187.6 ± 60.5  | 165.2 ± 57.1  | 0.136    |
| MPV (f/dl)                       |               |               |               |          |
| Preoperative                     | 8.6 ± 1.1     | 8.6 ± 1.2     | 8.9 ± 1.1     | 0.521    |
| Postop 24 <sup>th</sup> hour     | 8.9 ± 1.4     | 8.9 ± 1.1     | 9.3 ± 1.2     | 0.508    |
| Postop 48 <sup>th</sup> hour     | 8.9 ± 1.1     | 8.9 ± 1.3     | 9.4 ± 1.2     | 0.336    |
| LDH (unit per liter)             |               |               |               |          |
| Preoperative                     | 191.5 ± 43.8  | 196.4 ± 35.7  | 223.9 ± 85    | 0.188    |
| Postop 24 <sup>th</sup> hour     | 439.5 ± 143.1 | 419.2 ± 148.6 | 411 ± 100.3   | 0.782    |
| Postop 48 <sup>th</sup> hour     | 353.1 ± 126   | 339.1 ± 102.1 | 341.1 ± 87.7  | 0.487    |
| Hpt (mg/dL)                      |               |               |               |          |
| Preoperative                     | 1.32 ± 0.72   | 1.69 ± 1.21   | 1.28 ± 0.66   | 0.298    |
| Postop 24 <sup>th</sup> hour     | 0.72 ± 0.41   | 1.26 ± 0.82   | 0.76 ± 0.51   | 0.6      |
| Postop 48 <sup>th</sup> hour     | 1.07 ± 0.61   | 1.26 ± 1.01   | 0.92 ± 0.54   | 0.336    |

3 groupes de 20 patients

Drainage passif  
 Drainage actif – 40 mmHg  
 Drainage actif – 60 mmHg

Pas de différences sur les marqueurs de l’hémolyse

# Retour Veineux et CEC

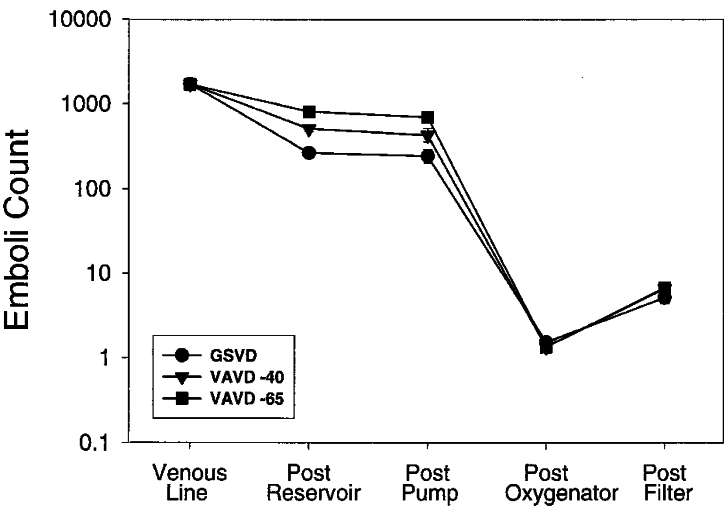
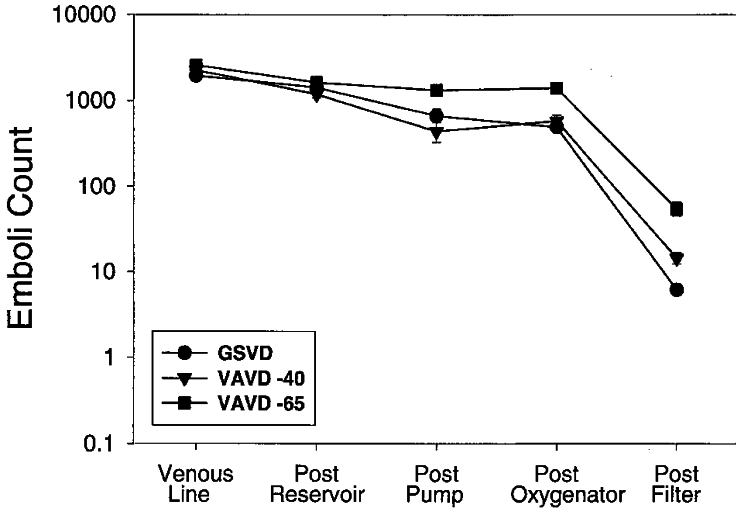
## La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

Drainage actif

### 'Does Vacuum-Assisted Venous Drainage Increase Gaseous Microemboli During Cardiopulmonary Bypass?

Timothy J. Jones, FRCS, Dwight D. Deal, BS, Jason C. Vernon, BS, Noel Blackburn, CCP, and David A., Stump, PhD

Department of Anesthesiology, Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem, North Carolina, and Department of Perfusion, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio



# Retour Veineux et CEC

## La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

Drainage actif

Vacuum-assisted venous drainage in adult cardiac surgery: a propensity-matched study

Etude rétrospective

Sizhe Gao<sup>a,†</sup>, Yongnan Li<sup>a,b,†</sup>, Xiaolin Diao<sup>c</sup>, Shujie Yan<sup>a</sup>, Gang Liu<sup>a</sup>, Mingyue Liu<sup>a</sup>, Qiaoni Zhang<sup>a</sup>, Wei Zhao<sup>c,\*†</sup> and Bingyang Ji<sup>a,\*†</sup>

2004 patients

Table 4: Postoperative outcomes of patients between propensity-matched groups

| Characteristics                               | Overall<br>(n = 2004) | VAVD<br>(n = 1002) | Gravity drainage<br>(n = 1002) | Mean differences<br>(95% CI) | P-value |
|-----------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------|------------------------------|---------|
| ALT (IU/l), median (IQR)                      | 21 (15)               | 21 (15)            | 21 (14)                        | 2.9 (-3.7 to 9.5)            | 0.6120  |
| AST (IU/l), median (IQR)                      | 42 (33)               | 43 (36)            | 41.5 (31)                      | 10.8 (-2.0 to 23.7)          | 0.0901  |
| LDH (IU/l), median (IQR)                      | 303 (138)             | 306.5 (141)        | 299 (135)                      | 5.6 (-15.9 to 27.2)          | 0.3074  |
| Creatinine (μmol/l), median (IQR)             | 83.8 (30)             | 82.3 (30.3)        | 84.4 (30)                      | -2.0 (-4.5 to 0.5)           | 0.1079  |
| BUN (mmol/l), median (IQR)                    | 6.7 (3)               | 6.7 (3)            | 6.8 (3)                        | 0 (-0.2 to 0.2)              | 0.6753  |
| RBC (×10 <sup>12</sup> /l), median (IQR)      | 3.6 (0.7)             | 3.6 (0.7)          | 3.7 (0.7)                      | -0.0483 (-0.0957 to -0.0009) | 0.1077  |
| Hgb (g/l), median (IQR)                       | 110 (22)              | 110 (23)           | 111 (21)                       | -1.578 (-2.9822 to -0.1738)  | 0.0674  |
| Hct (l/l), median (IQR)                       | 0.3 (0.1)             | 0.3 (0.1)          | 0.3 (0.1)                      | -0.0055 (-0.0096 to -0.0014) | 0.0355  |
| Platelets (×10 <sup>9</sup> /l), median (IQR) | 140 (61.5)            | 142 (63)           | 139 (61)                       | 4.034 (-0.0185 to 8.0865)    | 0.0478  |
| CVA (%), % (n)                                | 0.2 (4)               | 0.2 (2)            | 0.2 (2)                        | 0 (-0.4% to 0.4%)            | 1.0000  |
| AKI (%), % (n)                                | 4.1 (83)              | 4.4 (44)           | 3.9 (39)                       | 0.5% (-1.3% to 2.2)          | 0.5751  |
| Hepatic failure (%), % (n)                    | 0.9 (18)              | 0.7 (7)            | 1.1 (11)                       | -0.4% (-1.2% to 0.4%)        | 0.3436  |
| MI (%), % (n)                                 | 0.5 (10)              | 0.7 (7)            | 0.3 (3)                        | 0.4% (-0.2% to 1.0%)         | 0.2048  |
| Ventilation time (h), median (IQR)            | 15 (7)                | 15 (6)             | 16 (7)                         | -0.8 (-4.7 to 3.0)           | <0.0001 |
| Chest drainage (ml), median (IQR)             | 620 (491)             | 540 (430)          | 700 (570)                      | -298.7 (-381.6 to -215.8)    | <0.0001 |
| Re-exploration (%), % (n)                     | 1.4 (28)              | 1.2 (12)           | 1.6 (16)                       | -0.4% (-1.4% to 0.6%)        | 0.4465  |
| IABP insertion (%), % (n)                     | 0.6 (12)              | 0.7 (7)            | 0.5 (5)                        | 0.2% (-0.5% to 0.9%)         | 0.5625  |
| ECMO insertion (%), % (n)                     | 0.1 (2)               | 0.1 (1)            | 0.1 (1)                        | 0 (-0.3% to 0.3%)            | 1.0000  |
| In-hospital death rate (%), % (n)             | 0.3 (7)               | 0.5 (5)            | 0.2 (2)                        | 0.3% (-0.2% to 0.8%)         | 0.2560  |

Pas d'augmentation des effets adverses

# Retour Veineux et CEC

## La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 2025, 67(2), ezae354  
<https://doi.org/10.1093/ejcts/ezae354>

### GUIDELINES

Cite this article as: Wahba A, Kunst G, de Somer F, Agerup Kildahl H, Milne B, Kjellberg G et al. 2024 EACTS/EACTAIC/EBCP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. Eur J Cardiothorac Surg 2025; doi:10.1093/ejcts/ezae354.

### 2024 EACTS/EACTAIC/EBCP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery

Therefore, VAVD may be considered to reduce haemodilution, transfusion load, and AKI [123, 578].

Recommendation Table 44. Recommendations for assisted drainage

| Recommendations                                                                                                    | Class <sup>a</sup> | Level <sup>b</sup> | Ref <sup>c</sup> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| It is recommended that an approved venous reservoir be used for assisted venous drainage.                          | I                  | C                  | -                |
| It is recommended that the negative pressures in the venous line be monitored when using assisted venous drainage. | I                  | C                  | -                |
| Excessive negative pressures are not recommended due to the deleterious haemolytic effects.                        | III                | B                  | [581]            |

## **Retour Veineux et CEC**

### **Conclusion**

**Retour veineux : déterminant majeur du débit cardiaque**

**Optimisation volémie : remplissage - vasopresseurs**

**Nécessité d'une surveillance : MONITORAGE**

**CEC : surveillance du retour – drainage actif?**



**Merci de votre attention**