



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

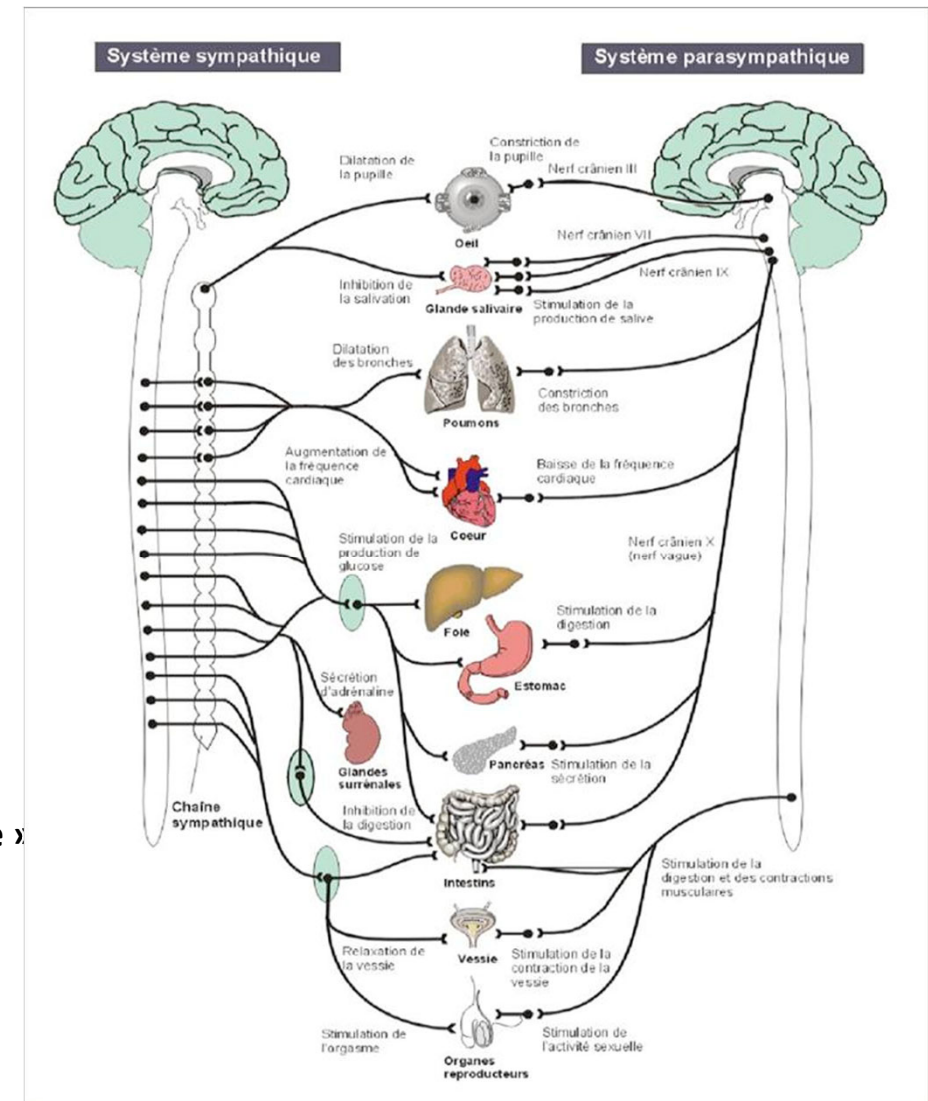
Physiologie du système nerveux autonome

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

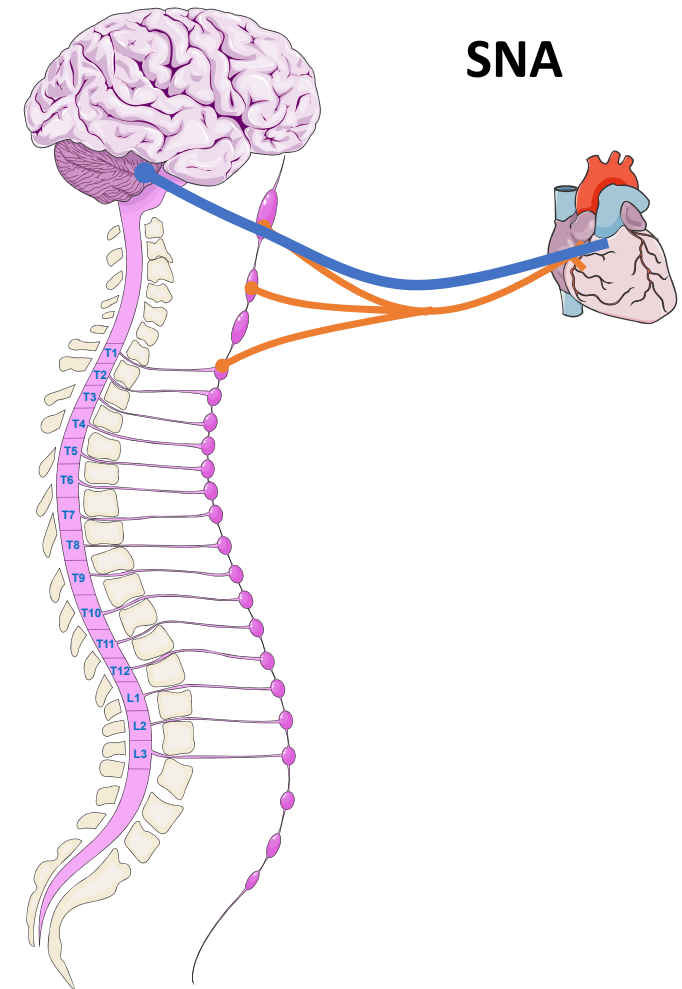
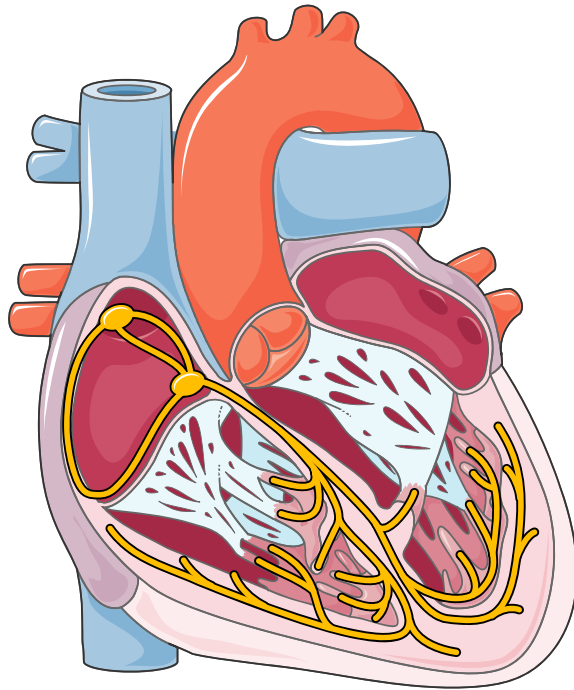
SNA → Module les fonctions neurovégétatives pour une vie en « harmonie »



Physiologie du système nerveux autonome

Anatomie

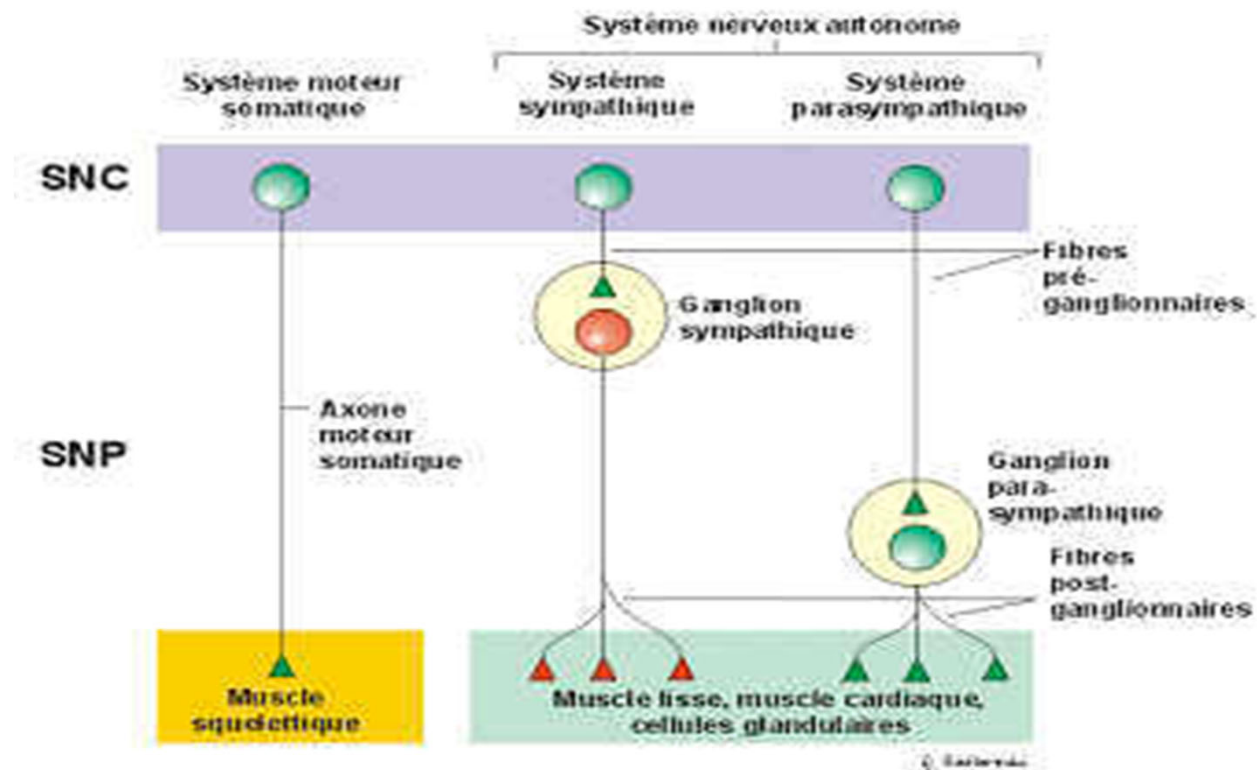
Système intrinsèque Autonomie



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

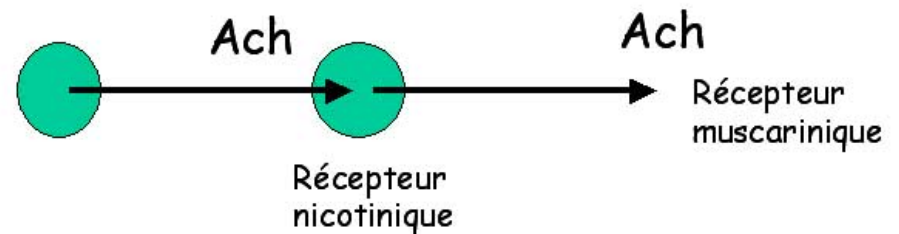
- Acétylcholine
- Noradrénaline
- Adrénaline

- **Récepteurs** :

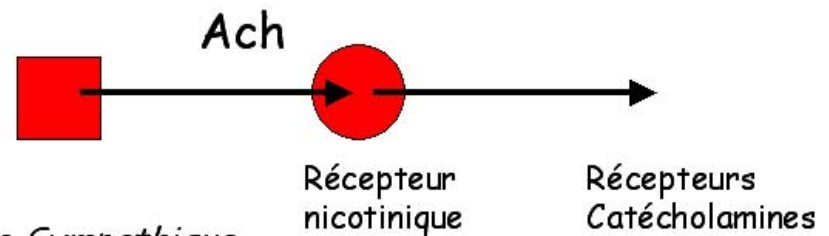
- Pré- ganglionnaire : Nicotiniques
- Para S : Muscariniques
- Ortho S
 - Récepteurs alpha
 - Récepteurs Béta

- **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
 - Désamination oxydative neuronale et plasmatique par la MOA

Physiologie du système nerveux autonome

Récepteurs

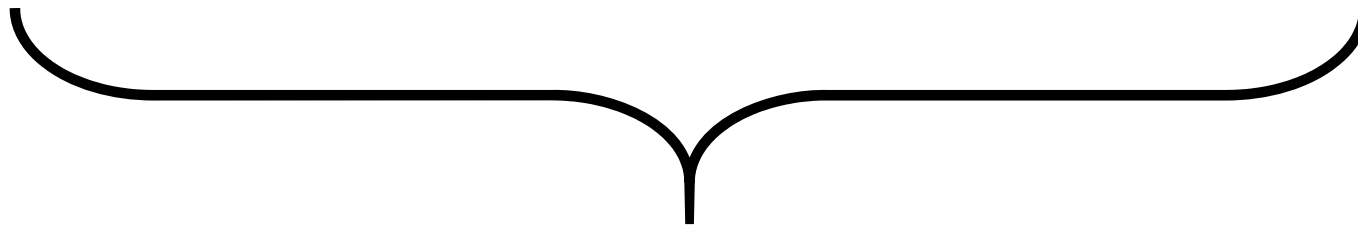
Neurotransmetteurs non-adrénergiques et non-cholinergiques

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

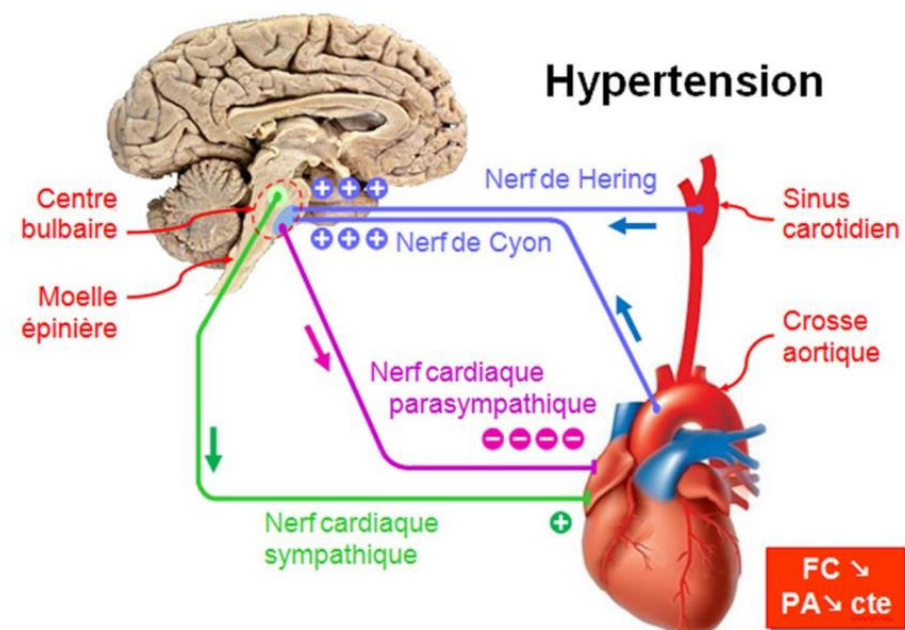
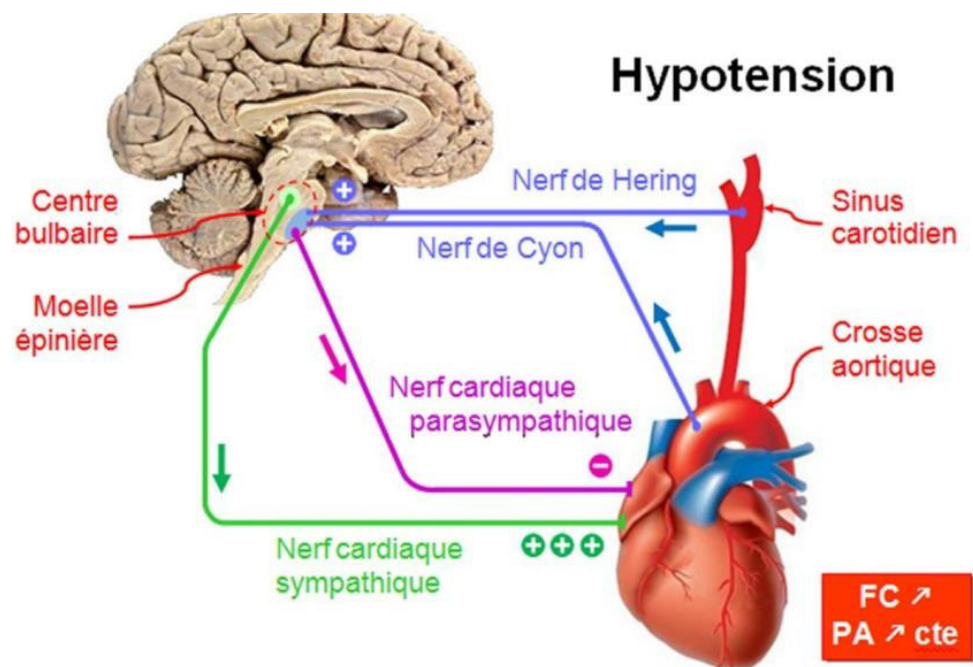
SNA et système cardiovasculaire

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 α

Récepteurs β

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

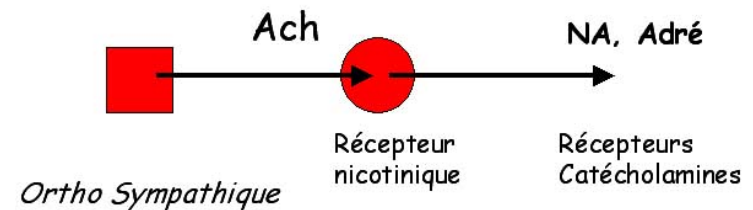
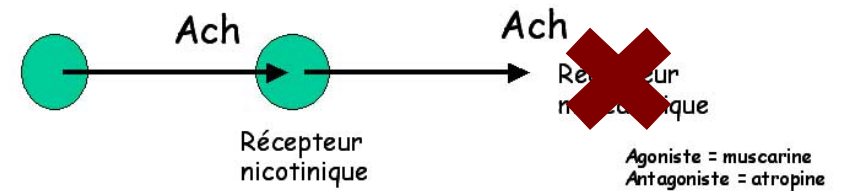
Atropine

- **Cible pharmacologique** : récepteurs muscariniques

- **Pharmacodynamie** :

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

Para Sympathique



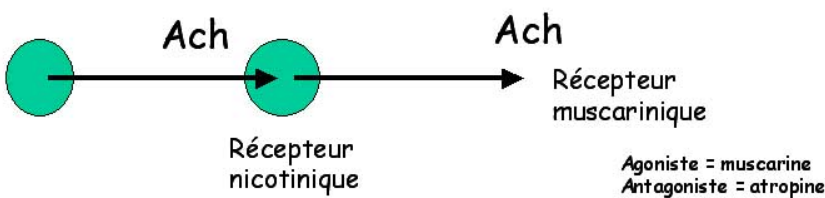
Physiologie du système nerveux autonome

SNA = Cible pharmacologique

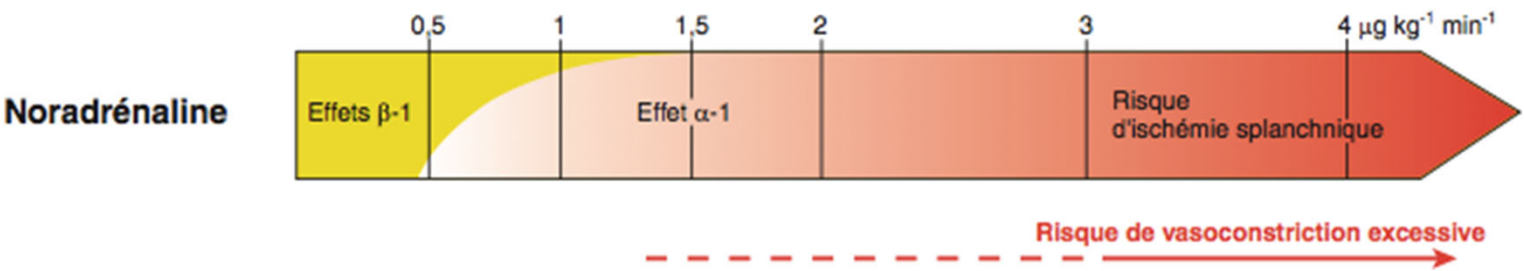
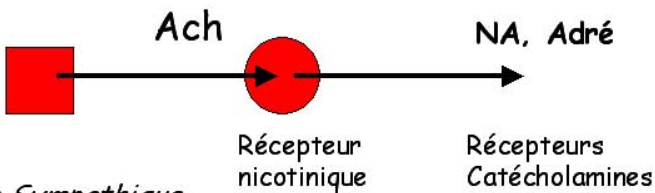
Noradrénaline

- Catécholamine naturelle
- Effets récepteurs adrénergiques :
 - Effet α_1 : effet puissant (affinité)
 - Effet α_2 : effet puissant
 - Effet β_1 : effet faible**Grande affinité α**
- 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

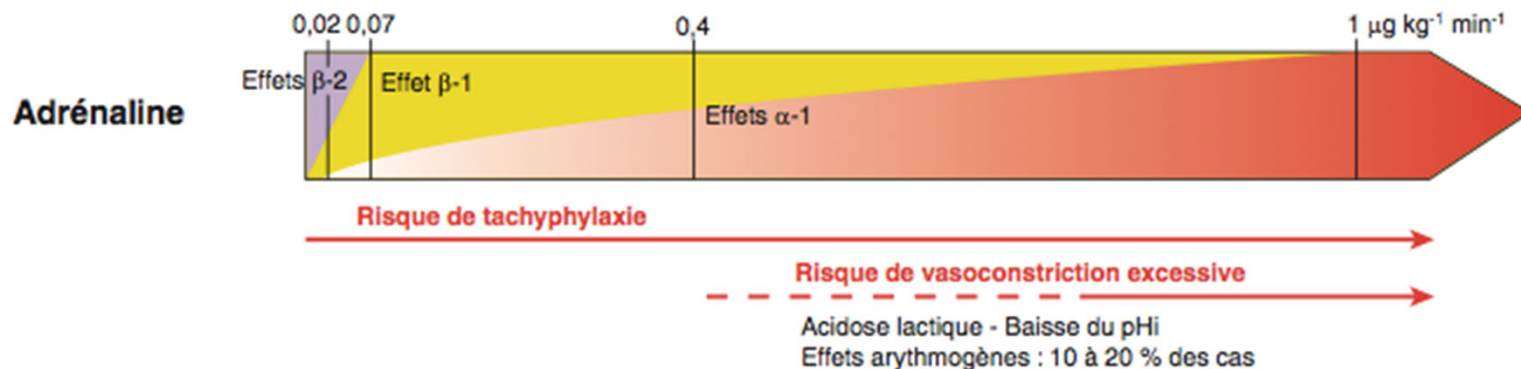


Physiologie du système nerveux autonome

SNA = Cible pharmacologique

Adrénaline

- Hormone et neurotransmetteur
- **Elimination** rénale et COMT + MAC
- **Action : ensemble de l'organisme**
 - Agoniste non sélectif α 1
 - Agoniste non sélectif β 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 α
- **Action cellules immunitaires** : stabilisation des membranes des mastocytes

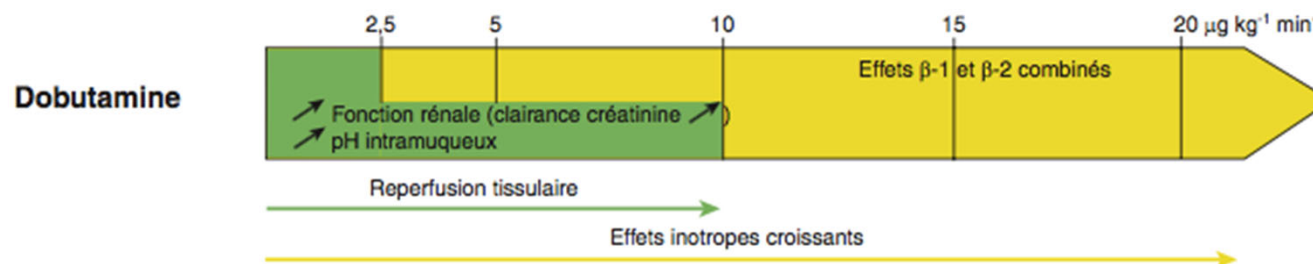


Physiologie du système nerveux autonome

SNA = Cible pharmacologique

Dobutamine

- Catécholamine de synthèse
- Forte affinité pour β_1 et β_2 (ratio 3/1)
- Elimination rapide par COMT
- **Action : principalement cardiaque**
 - **Cardio : liaison β :**
 - Inotrope et chronotrope
 - Arythmogène
 - Baisse pression télédiastolique du VG → amélioration perfusion coronaire
 - Amélioration de la relaxation
 - Vasculaires : β → vasodilatation, diminution RAS et RAP



Physiologie du système nerveux autonome

SNA = Cible pharmacologique

Isoprénaline

- Catécholamine de synthèse
- Agoniste β adrénergique
- Elimination : MAO et COMT
- Action β non sélective : plus forte amine inotrope
- **Effets retrouvés :**
 - Inotrope + : effet le plus puissant (X5 de la Dobutamine)
 - Vasodilatation pulmonaire et systémique
 - Chronotrope +
 - Améliore la conduction AV

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

- **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 mVO₂ et mDO₂
→ **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

Kétamine

- **Stimulation sympathique centrale :**
 - Augmentation sécrétion catécholamines endogènes
 - Inhibition du recaptage neuronal et non neuronal des amines
- **Conséquences :**
 - Tachycardie : + 50%
 - Augmentation de la précharge
 - Augmentation de la postcharge : systémique et pulmonaire

**Agent d'induction très intéressant dans les situations de choc,
notamment avec hypovolémie**

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-Ebbaud 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

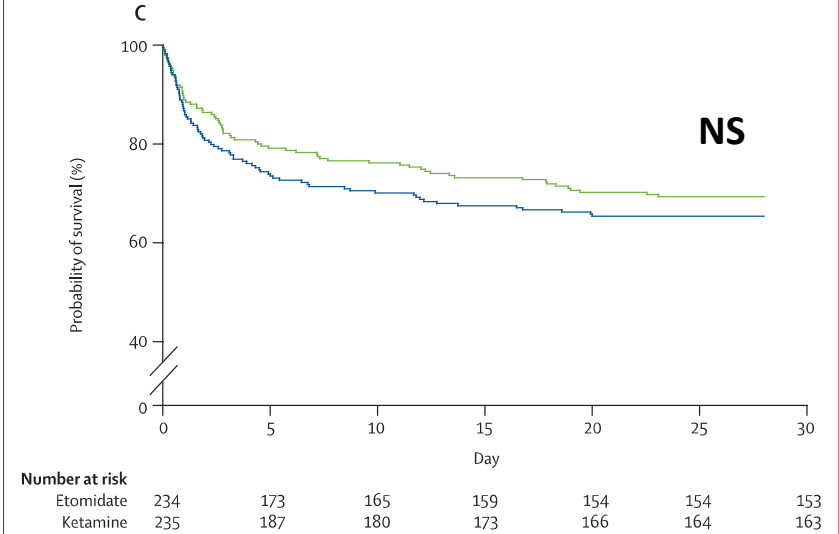
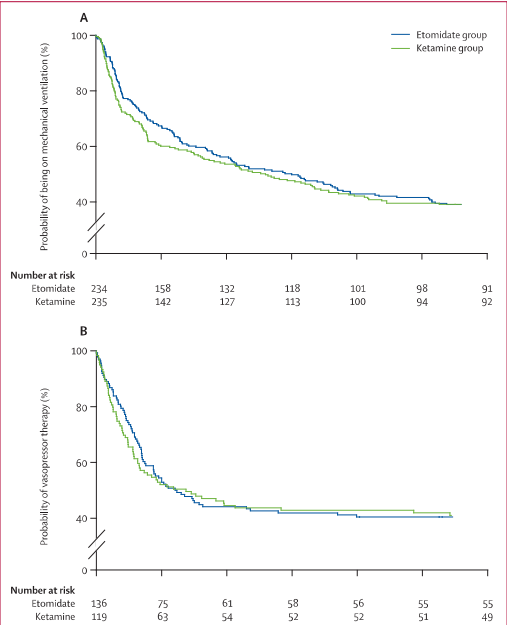


Figure 2: Kaplan-Meier curves comparing patients receiving etomidate or ketamine for emergency intubation
 (A) Time to mechanical ventilation weaning. (B) Time to vasopressor weaning (etomidate group, n=136; ketamine group, n=119). (C) Survival from randomisation to day 28 (hazard ratio 1.2, 95% CI 0.9–1.6).

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et Anesthésie



ATTENTION :

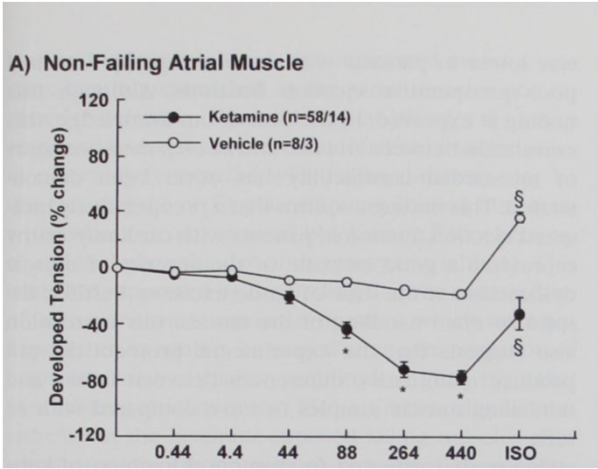
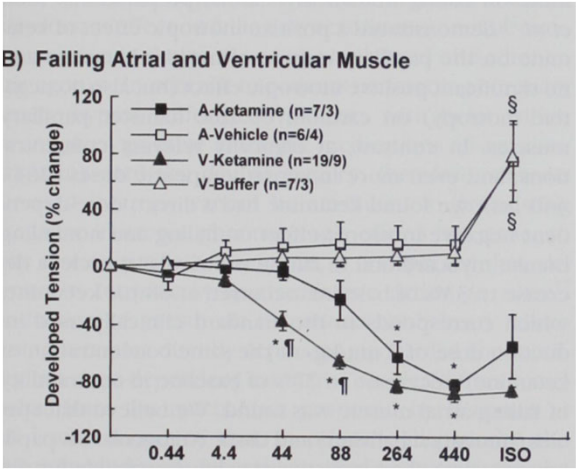
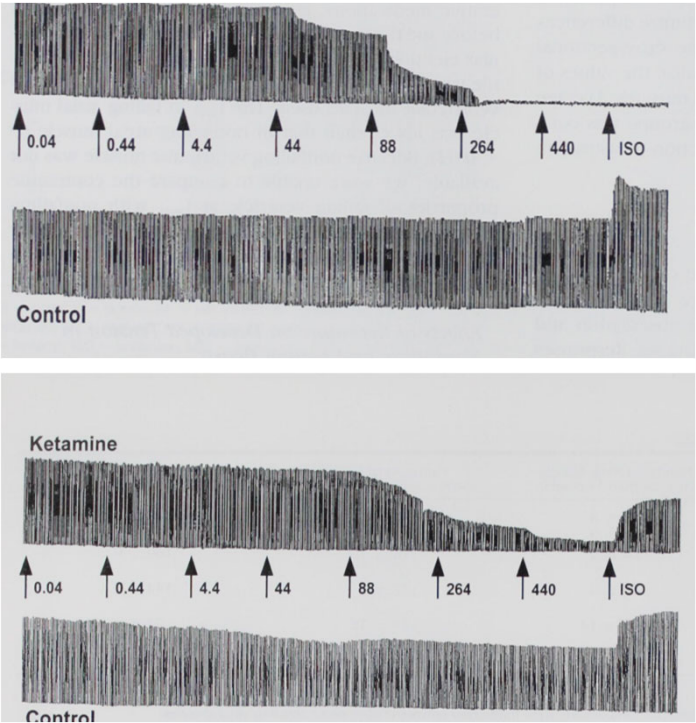
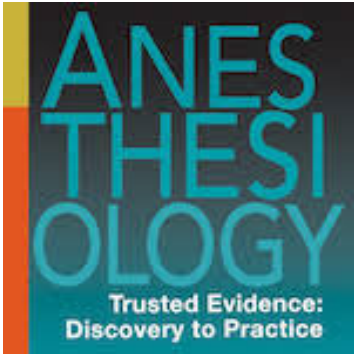
- **Risque de déséquilibre fonction myocardique :**
 - Augmentation flux coronaire
 - MAIS élévation mVO_2 (tachycardie)
 - Balance potentielle défavorable chez le patient coronarien
- **Effet inotrope direct de la kétamine :**
 - Etudes animales ou in vitro
 - Effet masqué par la stimulation sympathique
 - 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

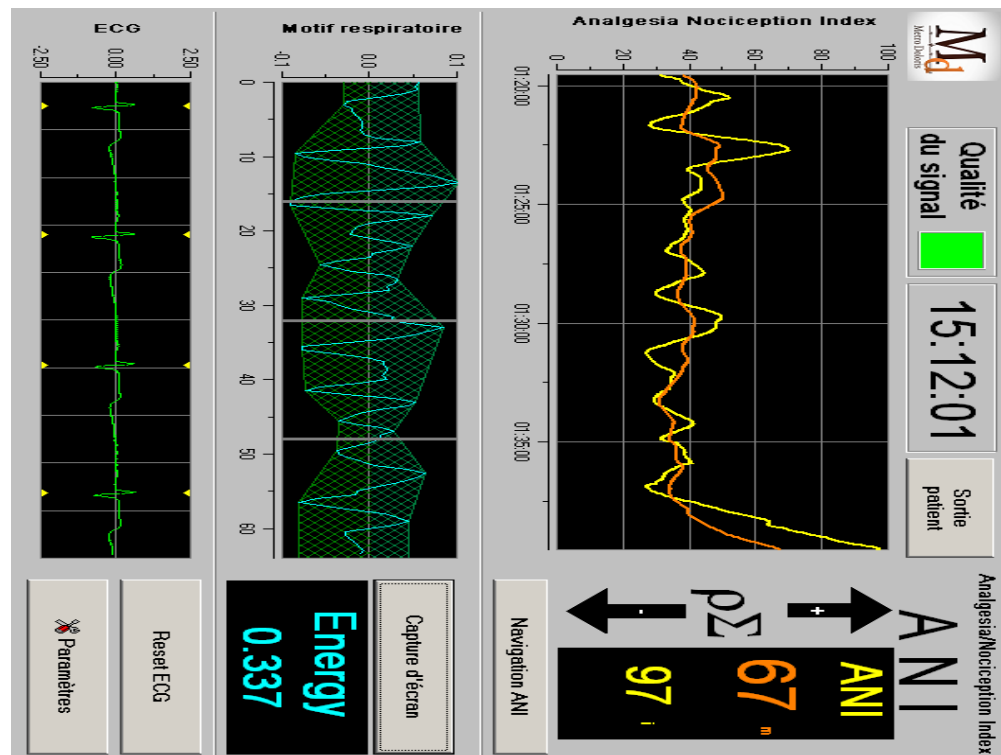


ATTENTION :

- **Risque de déséquilibre fonction myocardique :**
 - Augmentation flux coronaire
 - MAIS élévation mVO₂ (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 : monitoring peropératoire



Enregistrement de l'arythmie respiratoire sinusale

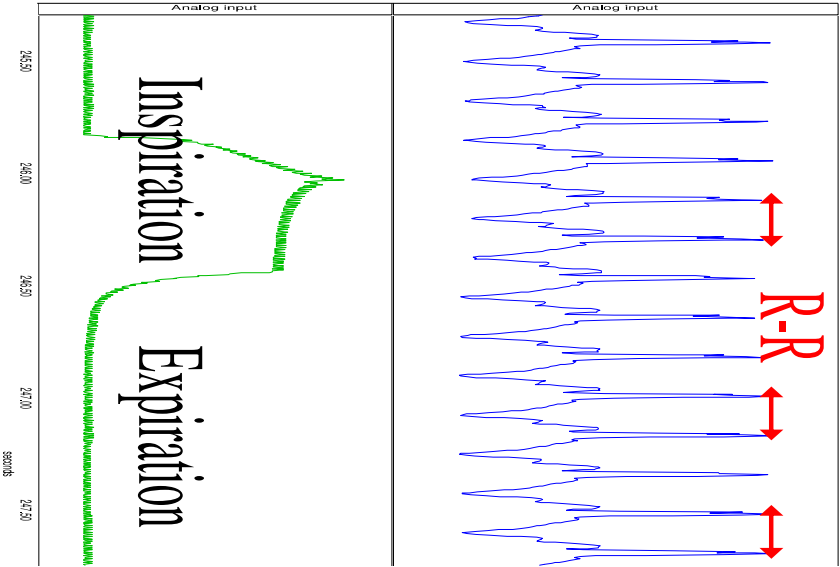
Tonus parasympathique

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

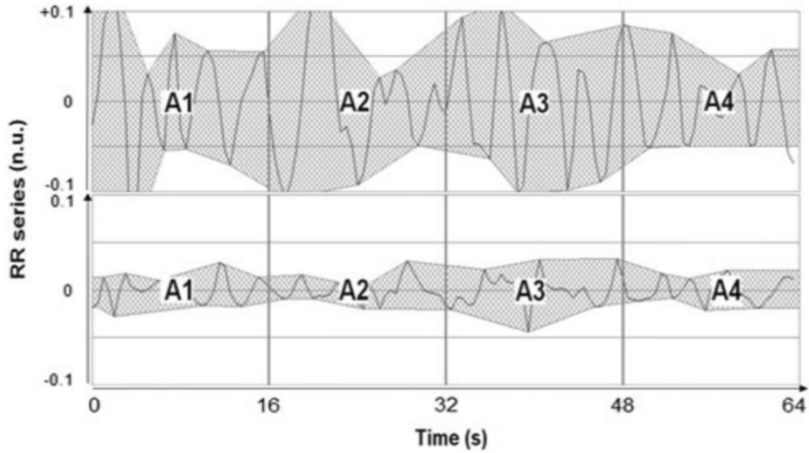
Tonus parasympathique

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

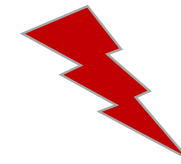
SNA para-sympathique



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^{1,2†}, Jiahui Ma^{3†}, Huayong Chen², Dongliang Mu³,
Hao Kong³ and Lingzhi Yu^{1*}

Consommation
per-opératoire de
morphiniques

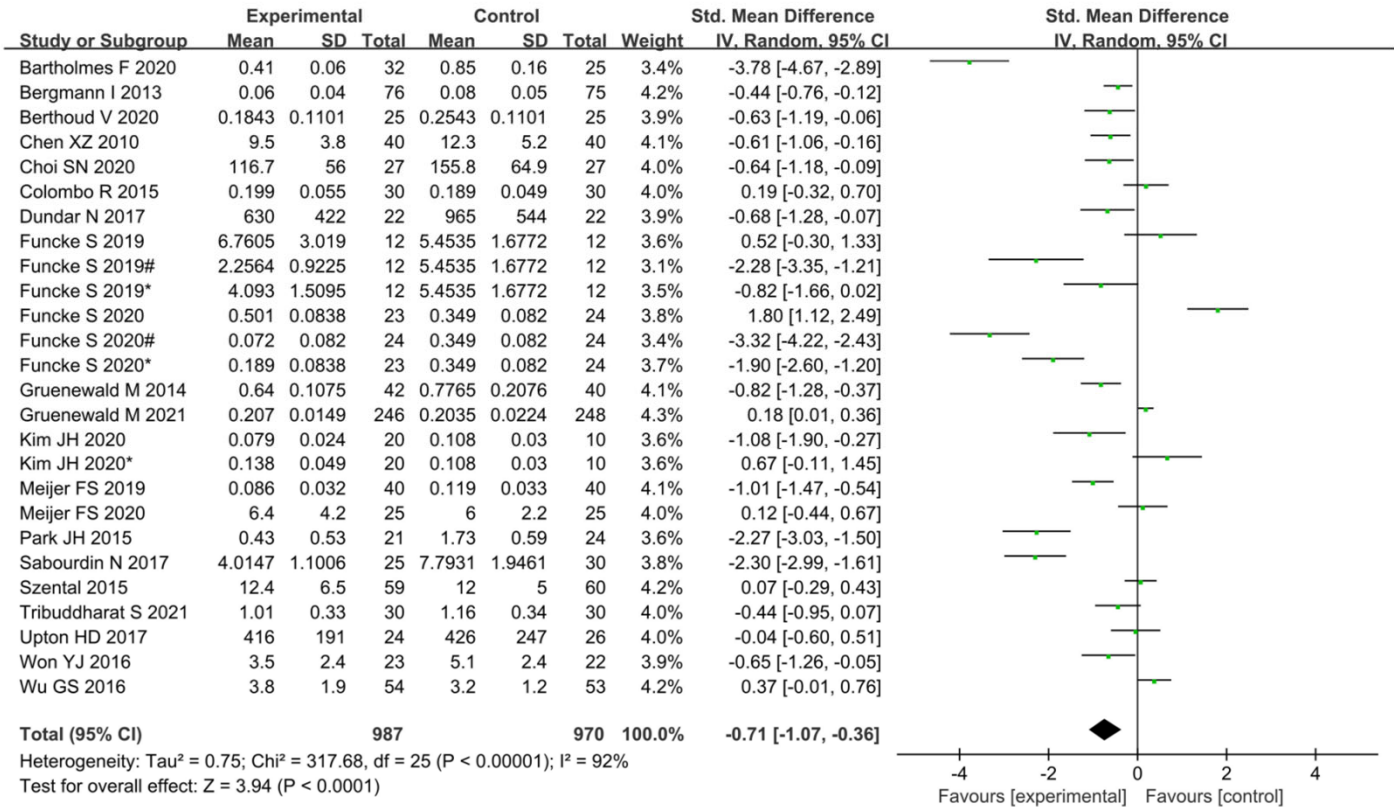


FIGURE 3
Forest plot showing the effects of intervention (nociception monitoring guidance/standard practice) on intraoperative opioid administration.

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^{1,2†}, Jiahui Ma^{3†}, Huayong Chen², Dongliang Mu³, Hao Kong³ and Lingzhi Yu^{1*}

Délai
d’extubation

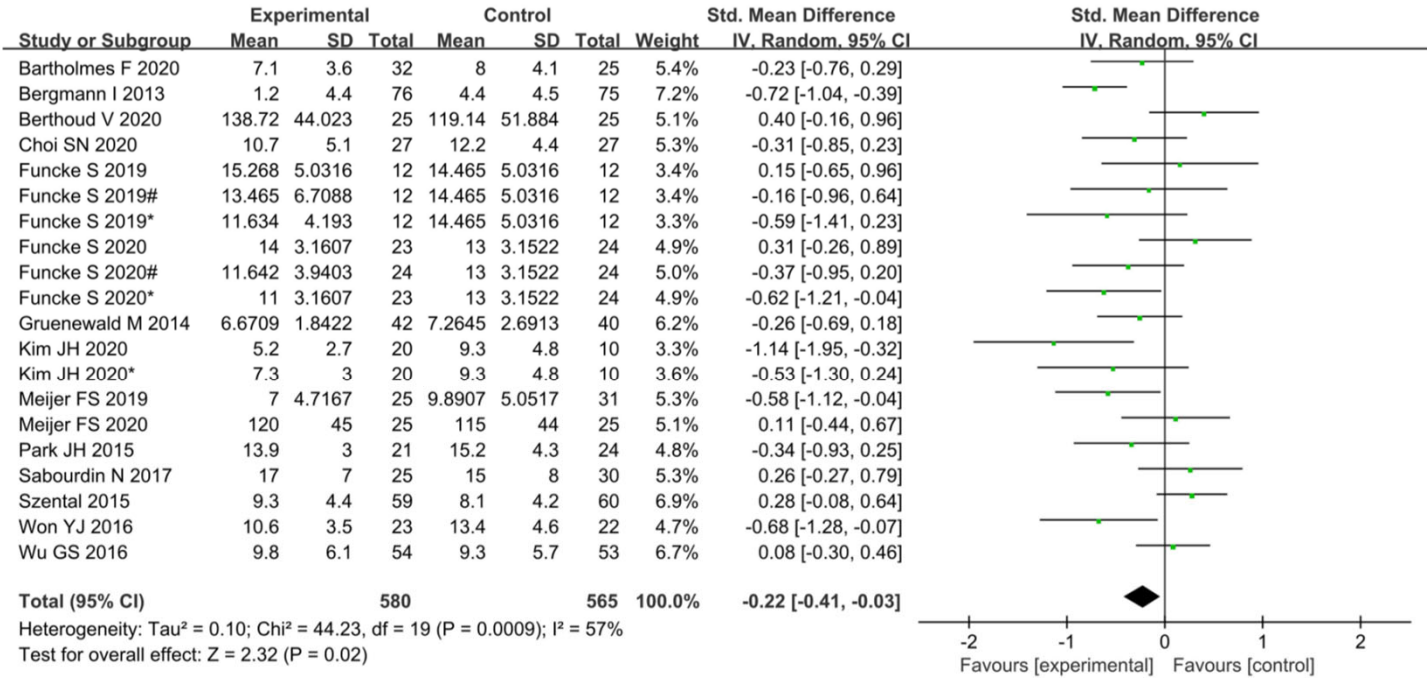


FIGURE 4
Forest plot showing the effects of intervention (nociception monitoring guidance/standard practice) on extubation time.

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^{1,2†}, Jiahui Ma^{3†}, Huayong Chen², Dongliang Mu³,
Hao Kong³ and Lingzhi Yu^{1*}

Douleur postopératoire

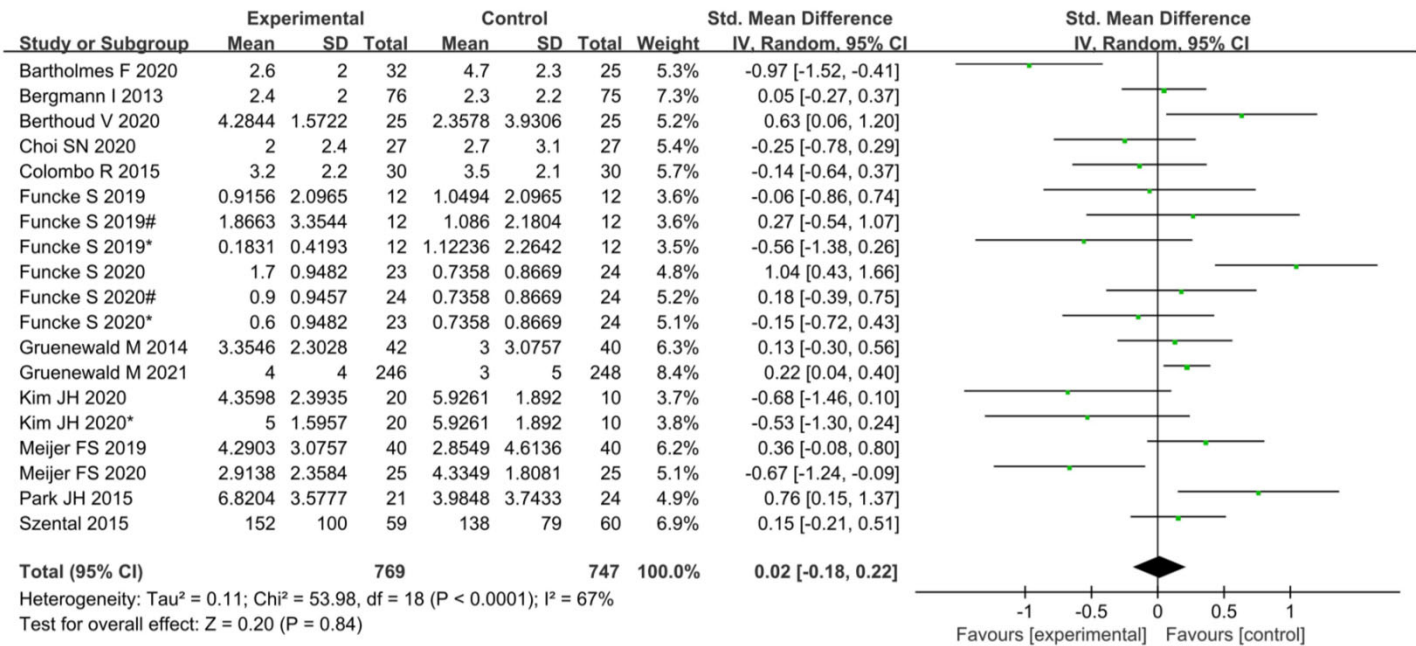


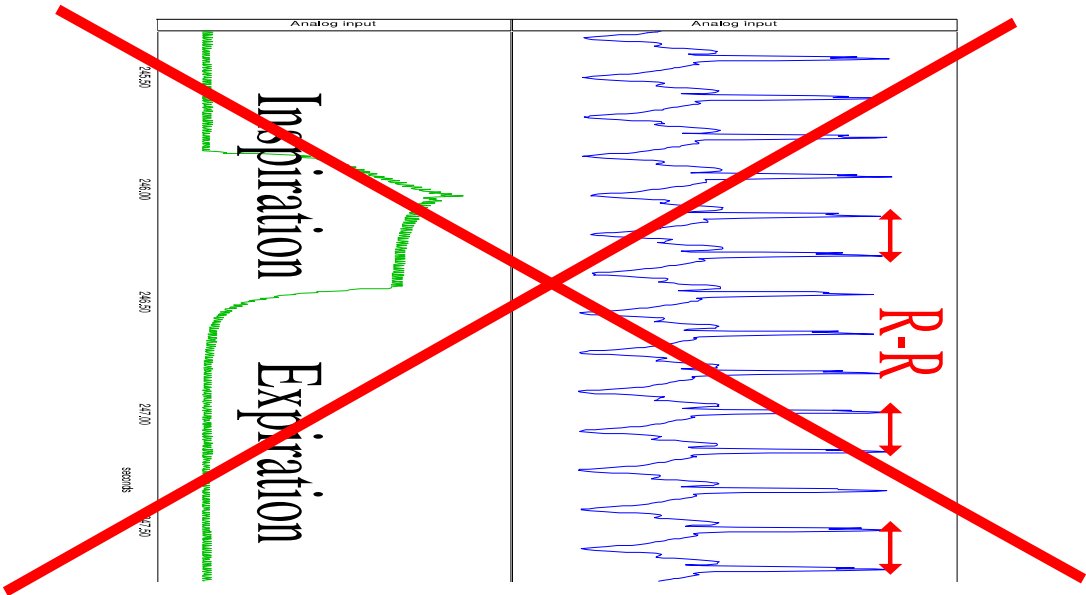
FIGURE 5
Forest plot showing the effects of intervention (nociception monitoring guidance/standard practice) on postoperative pain scores.

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

Tonus parasympathique

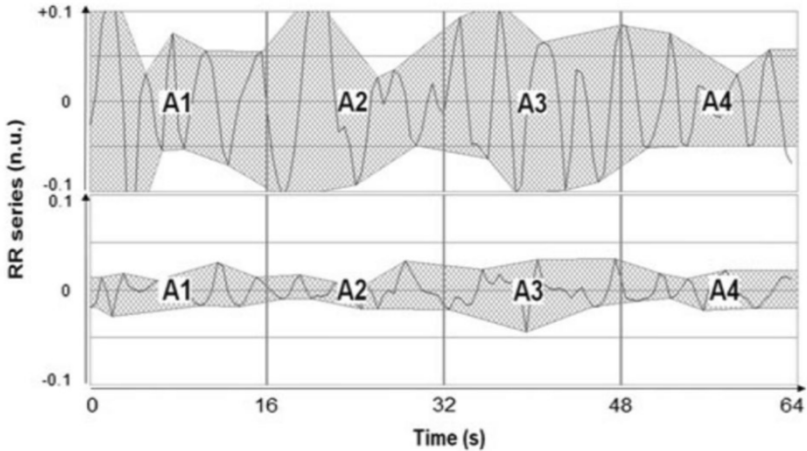
Inspiration = RR ↘
Expiration = RR ↗



CEC

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

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 Yoshida¹ · Shinju Obara¹ · Satoki Inoue¹

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^{1,2} · Philippe Richebé³ · Melissa Richard-Lalonde^{1,2} · Céline Gélinas^{1,2}

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et CEC / Chirurgie cardiaque

Altération du SNA = devenir postopératoire altéré

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et CEC / Chirurgie cardiaque : Exploration du SNA

Tableau 2.
Explorations du système nerveux autonome.

Explorations cardiovasculaires	
Tests physiologiques	Recherche d’hypotension orthostatique, Tilt Test Manœuvre de Vasalva Mesure des intervalles R–R Stimulation du sinus carotidien Test de préhension soutenue, test au froid, calcul mental
Dosages biochimiques	Dosage de noradrénaline plasmatique couché/debout ; catécholamines urinaires, activité rénine plasmatique, aldostérone
Tests pharmacologiques	Tests à la noradrénaline, isoprénaline, tyramine, édrophonium, atropine
Explorations endocriniennes	Test à la clonidine (stimulation de la GH)
Explorations de la fonction sudomotrice	Test de thermorégulation sudorale QSART Réponse cutanée sympathique
Explorations pupillaires	Tests pharmacologiques Pupillométrie

GH : *growth hormone*; QSART: Quantitative Sudomotor Axon Reflex Test.

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et CEC / Chirurgie cardiaque : Exploration du SNA

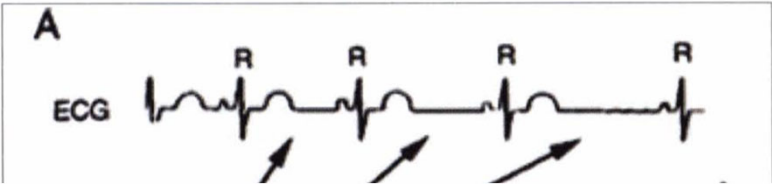
diminution de l'activité sympathique (réduction de la fréquence cardiaque et de l'inotropisme, vasodilatation artériolaire et veineuse). L'ensemble de ces effets concourt à abaisser le débit cardiaque et les résistances périphériques totales. La réponse globale du baroréflexe tend donc à corriger la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

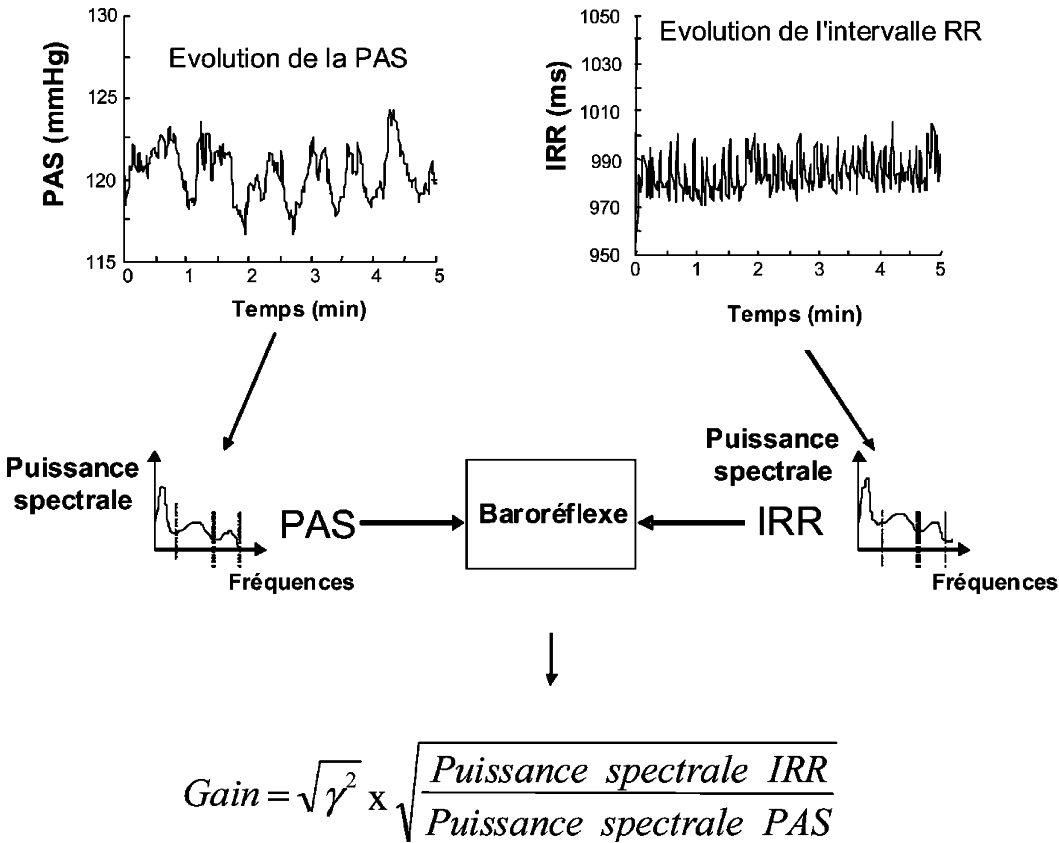
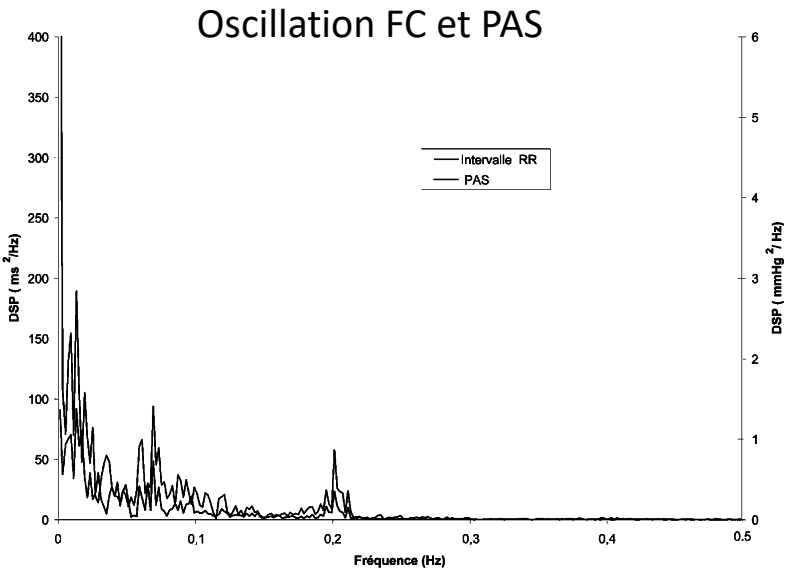


Physiologie du système nerveux autonome SNA et CEC / Chirurgie cardiaque : Exploration du SNA

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

SNA et CEC / Chirurgie cardiaque : Exploration du SNA

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).

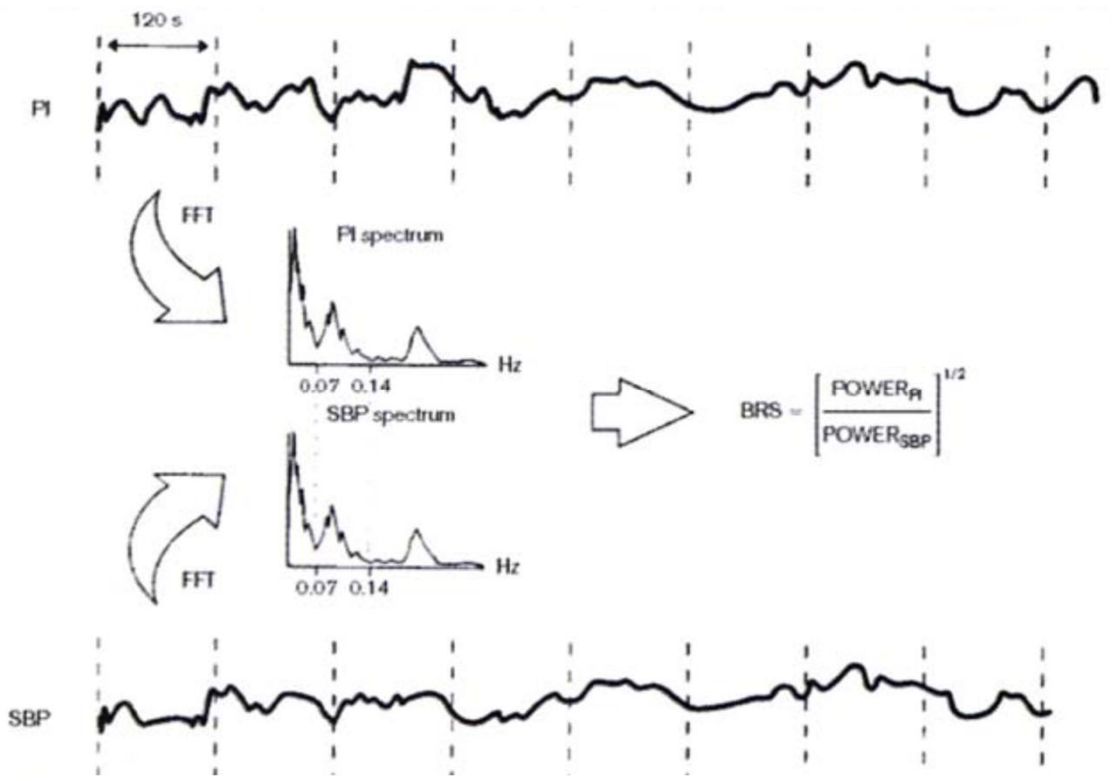
intervalle RR. D'une manière générale, les résultats fournis par ces méthodes sont assez bien corrélés, soit qu'on les compare entre eux, soit qu'on les compare avec les valeurs fournies par les méthodes invasives [2, 3].

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

SNA et CEC / Chirurgie cardiaque : Pathologies du SNA

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 sensibilité du baroréflexe = FDR de complications

RESEARCH ARTICLE

Baroreflex sensitivity and outcomes following coronary surgery



Marco Ranucci^{1*}, Alberto Porta^{1,2}, Vlasta Bari¹, Valeria Pistuddi¹, Maria Teresa La Rovere³

¹ Department of Cardiothoracic, Vascular Anesthesia and Intensive Care, IRCCS Policlinico San Donato, Milan, Italy, ² Department of Biomedical Sciences for Health, University of Milan, Milan, Italy, ³ 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

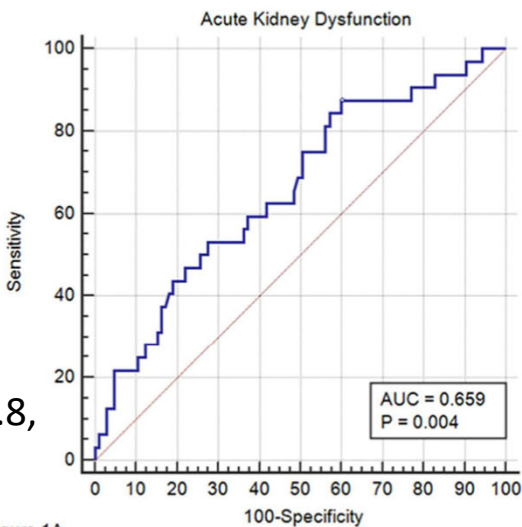


Figure 1A

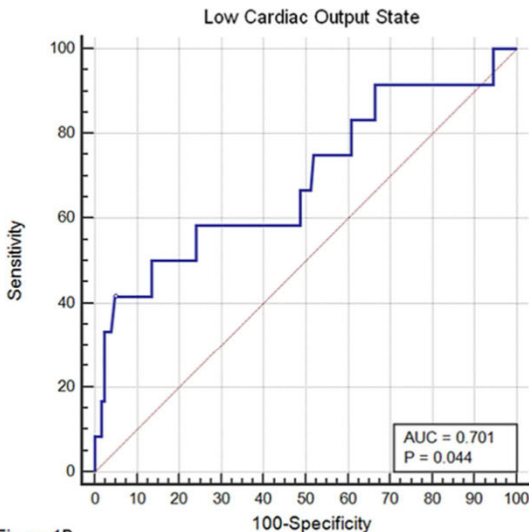


Figure 1B

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 sensibilité du baroréflexe = FDR de complications



The Journal of Pain

Available online 9 August 2023

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



Original Reports

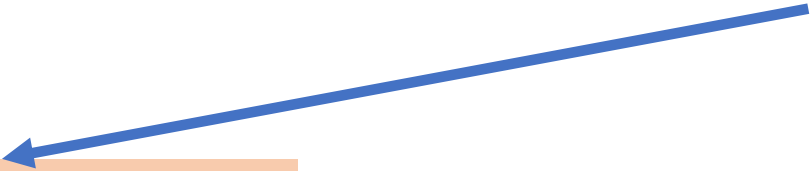
Higher Cardiovagal Baroreflex Sensitivity Predicts Increased Pain Outcomes After Cardiothoracic Surgery

Heberto Suarez-Roca^{*}, Negmeldeen Mamoun[†], Lana L. Watkins[‡], Andrey V. Bortsov^{*},
Joseph P. Mathew[†]

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et CEC / Chirurgie cardiaque

CEC $\Leftrightarrow$ SNA



Activation sympathique

Vasoconstriction

Hyperglycémie

Régulation de l'inflammation

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et CEC / Chirurgie cardiaque

CEC $\Leftrightarrow$ SNA

Activation sympathique

Vasoconstriction

Hyperglycémie

Régulation de l'inflammation

ACFA

**Variations of Autonomic Tone Preceding
Onset of Atrial Fibrillation After
Coronary Artery Bypass Grafting**

Carlo Dimmer, MD, Rene Tavernier, MD, Nikola Gjorgov, MD, Guido Van Nooten, MD,
Denis L. Clement, MD, and Luc Jordaens, MD

Physiologie du système nerveux autonome
SNA et CEC / Chirurgie cardiaque

CEC ⇔ SNA

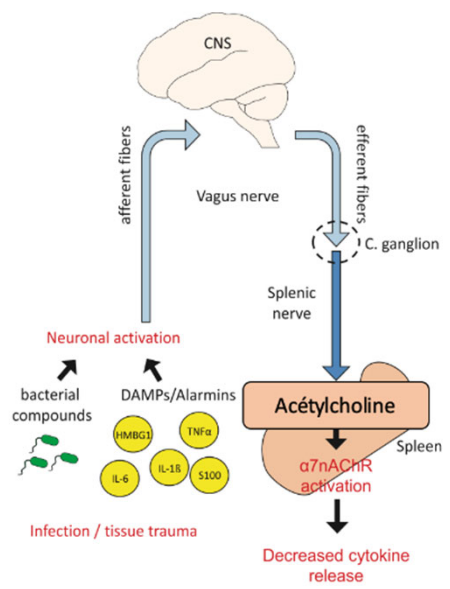
Activation sympathique

- Vasoconstriction
- Hyperglycémie
- Régulation de l'inflammation

Altération baroréflexe

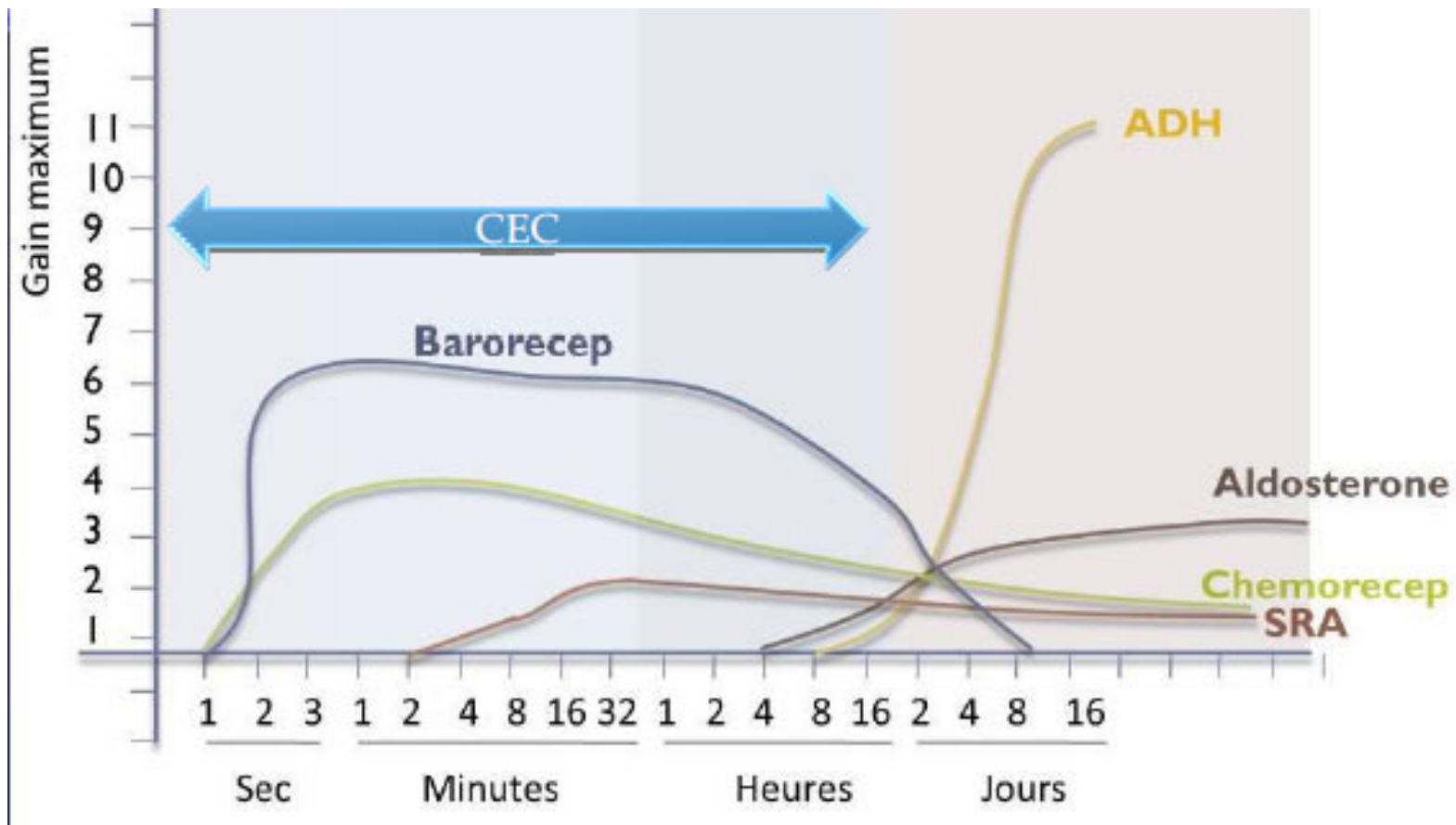
SRIS postop

Choc vasoplégique



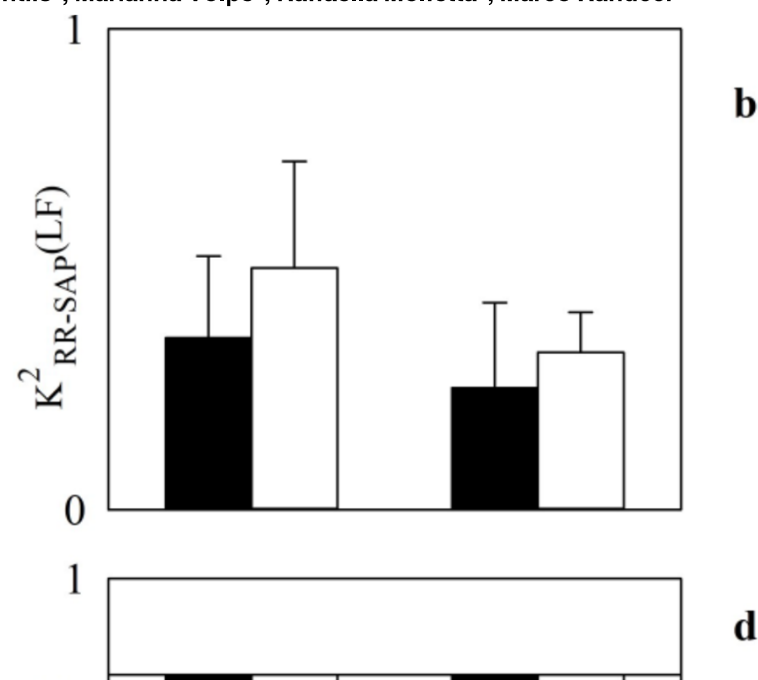
Physiologie du système nerveux autonome

Régulation de la Pression Artérielle



Evaluation of the impact of surgical aortic valve replacement on short-term cardiovascular and cerebrovascular controls through spontaneous variability analysis

Alberto Porta^{1,2*}, Angela Fantinato², Vlasta Bari², Francesca Gelpi², Beatrice Cairo¹, Beatrice De Maria³, Enrico Giuseppe Bertoldo⁴, Valentina Fiolo⁴, Edward Callus^{1,4}, Carlo De Vincentiis⁵, Marianna Volpe⁶, Raffaella Molfetta⁶, Marco Ranucci²



Physiologie du système nerveux autonome

SNA et chirurgie cardiaque

Impairments in Blood Pressure Regulation and Cardiac Baroreceptor Sensitivity Among Heart Failure Patients Supported with Continuous-Flow Left Ventricular Assist Devices

Christine Sailer, MD¹, Hannah Edelmann, BS², Cullen Buchanan, MD³, Pedro Giro, MD³, Matthew Babcock, PhD⁴, Christine Swanson, MD⁵, Melanie Spotts, BSN, RN⁶, Margaret Schulte, BSN, RN⁶, Ashley Pratt-Cordova, BS⁶, Greg Coe, MS¹, Mark Beindorff, RN, BSN¹, Robert L. Page II, PharmD, MSPH⁷, Amrut V. Ambardekar, MD¹, Jay D. Pal, MD, PhD⁸, Wendy Kohrt, PhD^{4,6}, Eugene Wolfel, MD¹, Justin S. Lawley, PhD⁹, Takashi Tarumi, PhD¹⁰, William K. Cornwell III, MD, MSCS^{1,6}

Circulation: Heart Failure

	Pre-LVAD	LVAD	Change	P-value
<i>Low Frequency (0.05-0.15Hz)</i>				
Power Spectral Analysis				
PS-RRI, ms ² Hz ⁻¹	155 (55, 451)	426 (145, 839)	151 (−6, 693)	0.26
PS-SBP, mmHg ² Hz ⁻¹	16 (3, 48)	31 (3, 53)	13 (−17, 39)	0.60
Transfer Function Analysis				
Gain, ms mmHg ⁻¹	1.8 (1.2, 3.4)	2.4 (0.6, 2.8)	0.2 (−1.5, 1.3)	0.73
Phase, radians	−0.79 (−1.20, −0.18)	−0.21 (−0.83, 0.16)	0.34 (−1.11, 1.04)	0.13
Coherence, units	0.37 (0.34, 0.54)	0.36 (0.29, 0.48)	−0.16 (−0.23, 0.13)	0.73

Altération sensibilité baroréflexe

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^{1*}, Christopher Lai², Jean-Louis Teboul², Imane Adda², Laurent Guérin² and Xavier Monnet²

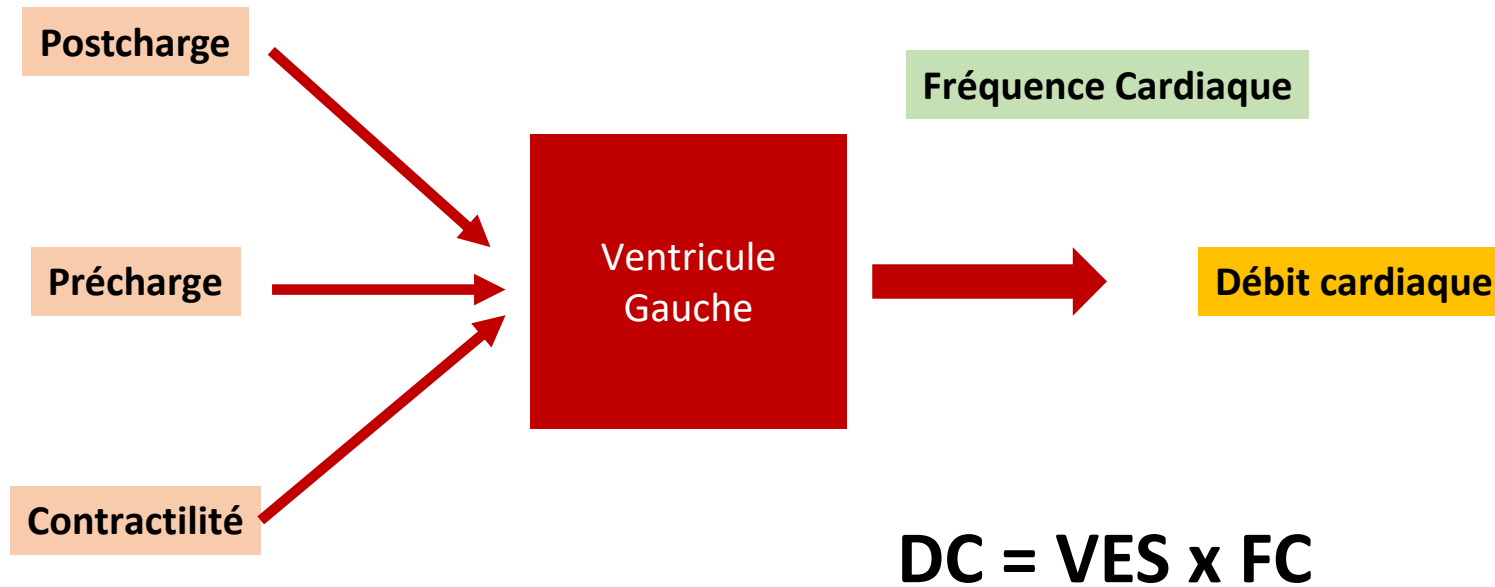


Retour Veineux et CEC

Introduction

Approche classique

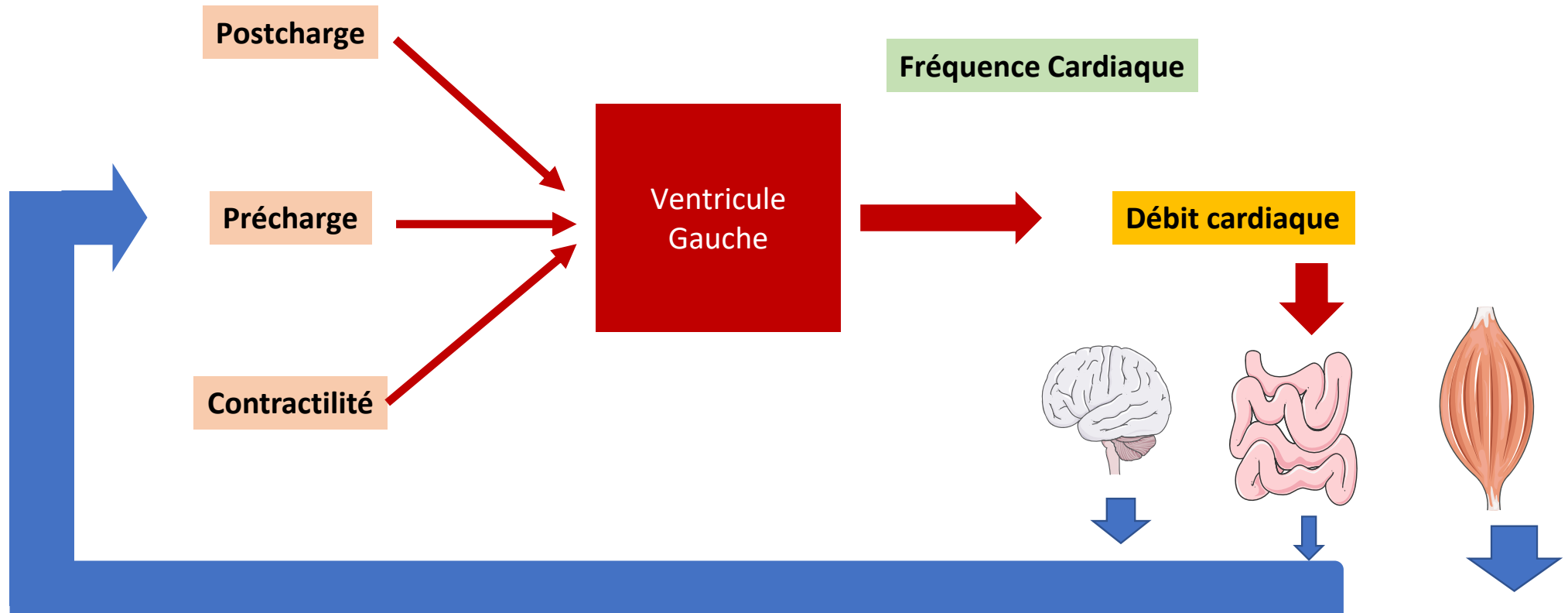
Quel rôle joue le retour veineux et quels liens avec le débit cardiaque ?



Retour Veineux et CEC

Introduction

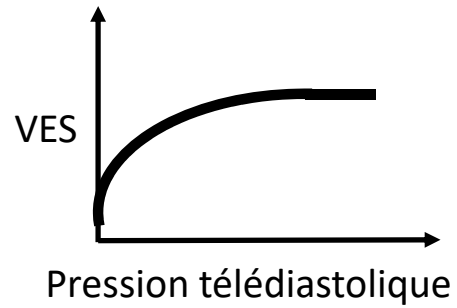
Approche classique



Retour Veineux et CEC

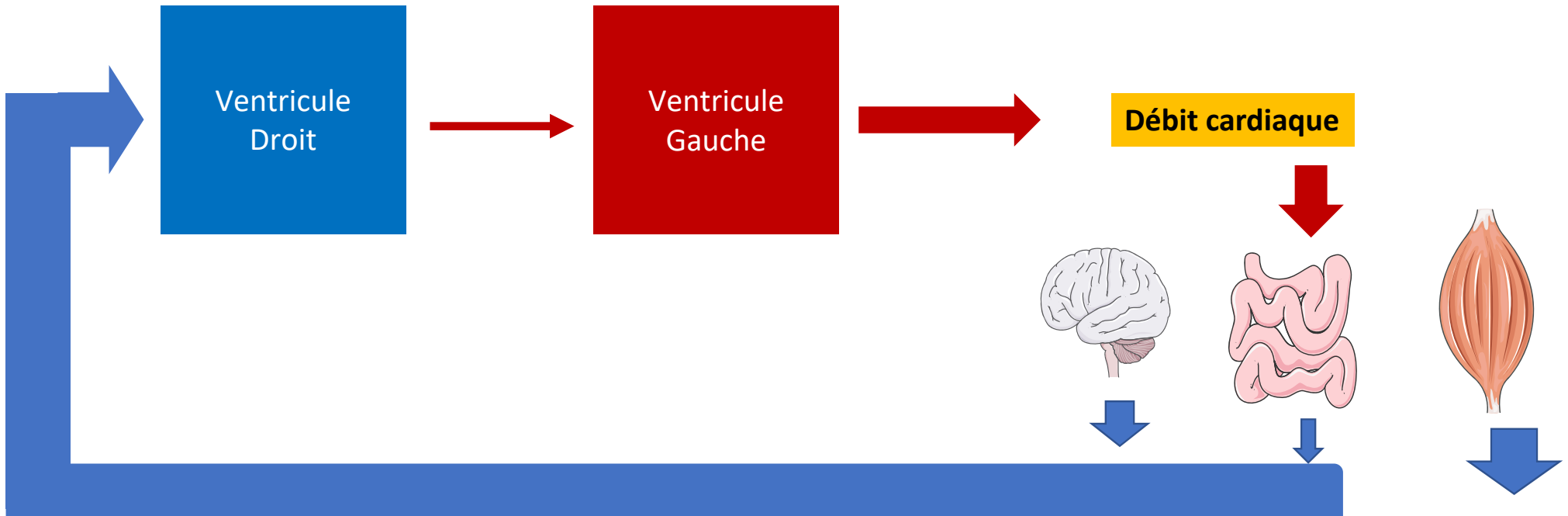
Introduction

Approche classique



Fréquence Cardiaque

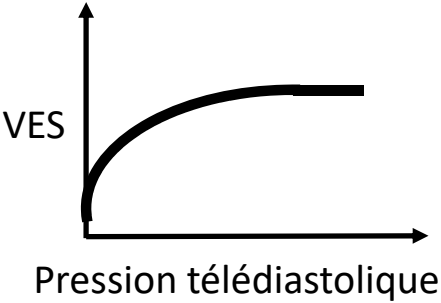
Débit cardiaque



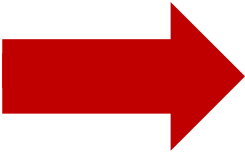
Retour Veineux et CEC

Introduction

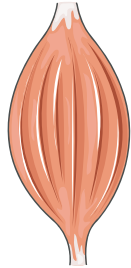
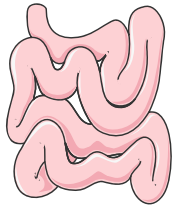
Approche classique



Fréquence Cardiaque



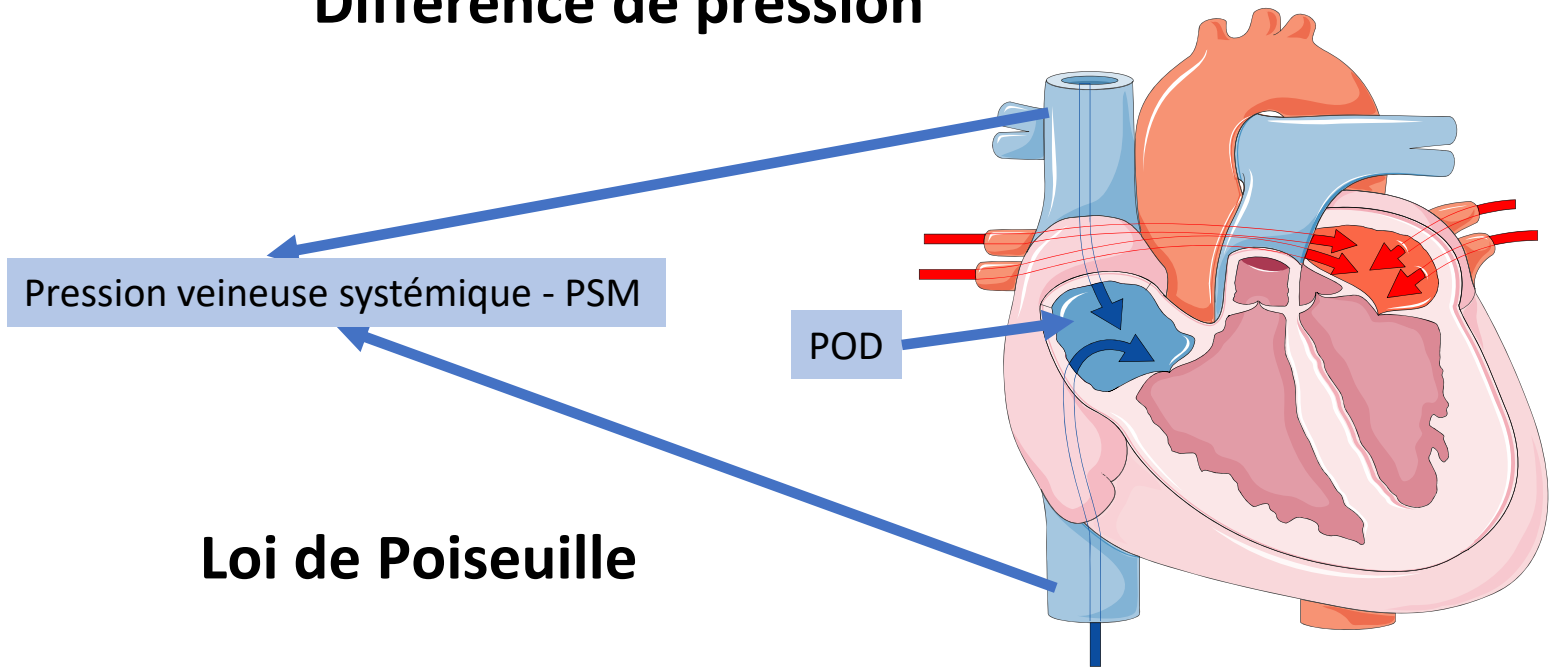
Débit cardiaque



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



Loi de Poiseuille

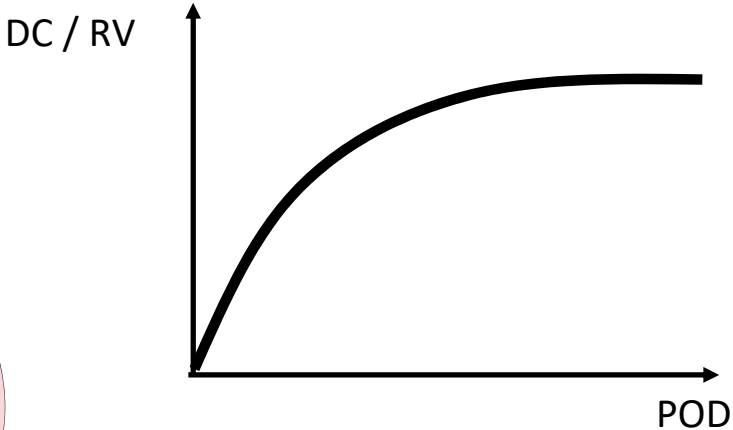
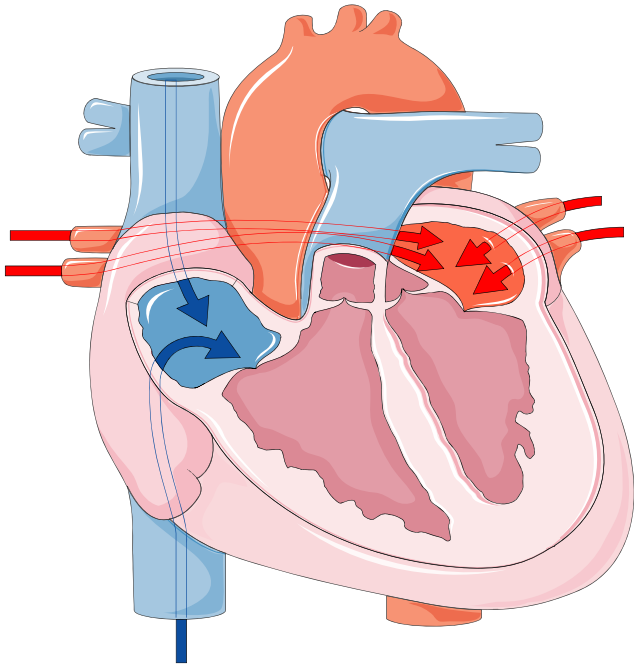
Loi de l'écoulement d'un liquide visqueux dans un tube

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

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

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

POD
=
Pression qui s'oppose au retour veineux



Courbe de fonction ventriculaire
de Sarnoff

POD
=
2 visions non antagonistes

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment le retour veineux est-il généré?

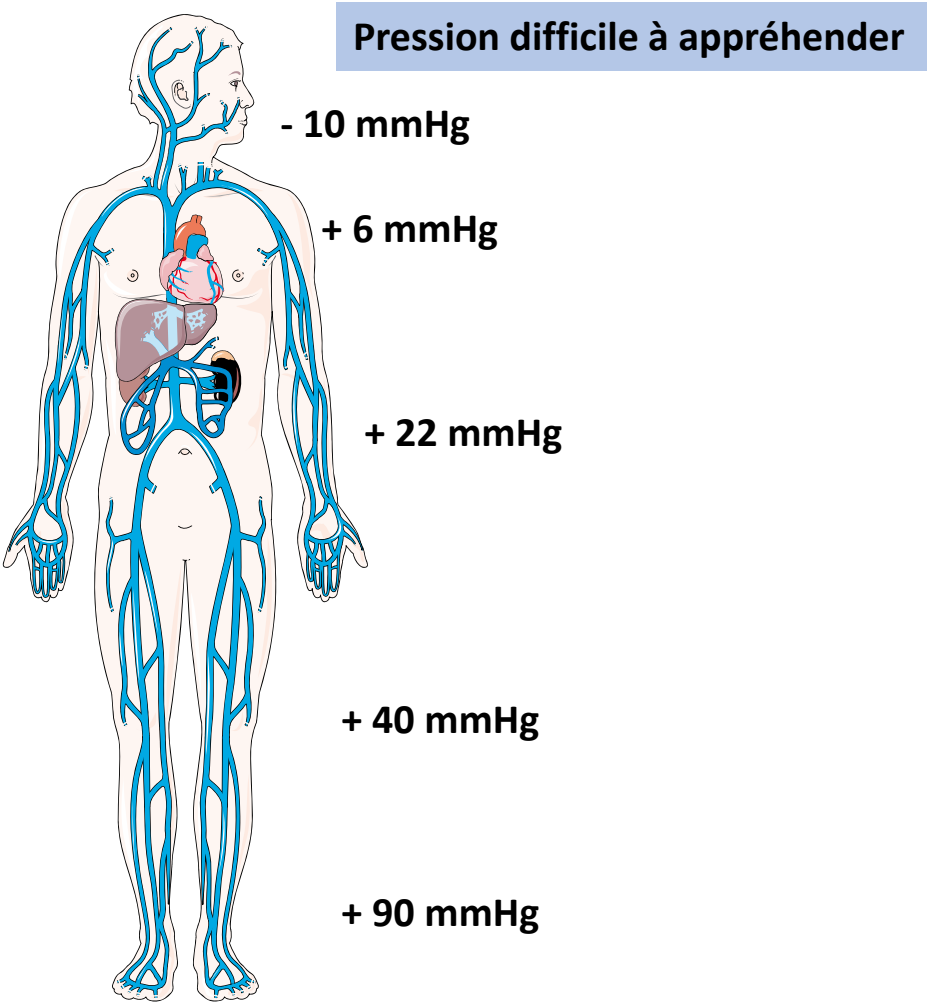
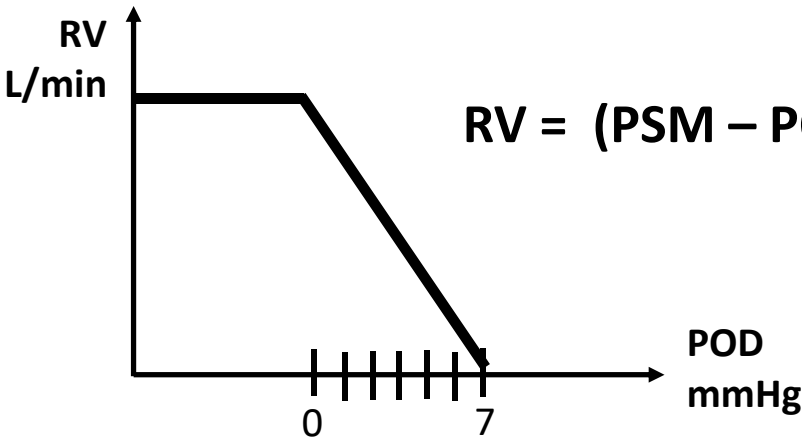
Pression veineuse systémique

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



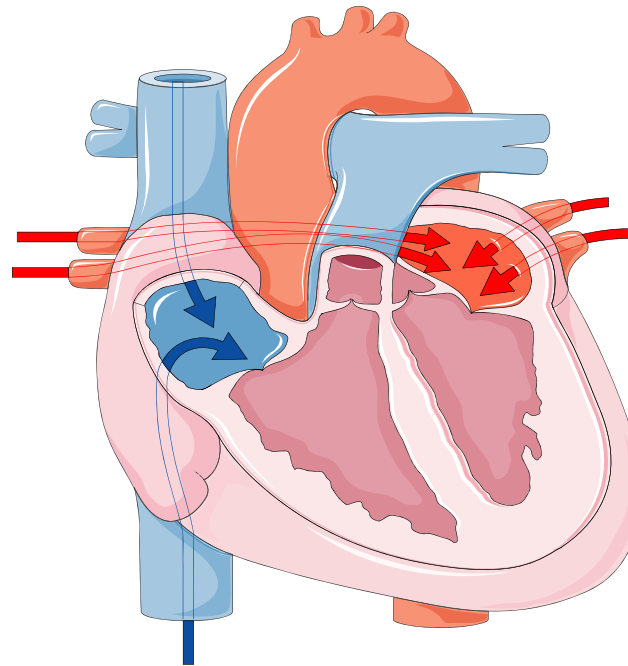
Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment le retour veineux est-il généré?

Cœur
=
Objectif de vidanger le système veineux

Pression veineuse systémique $\neq$ POD

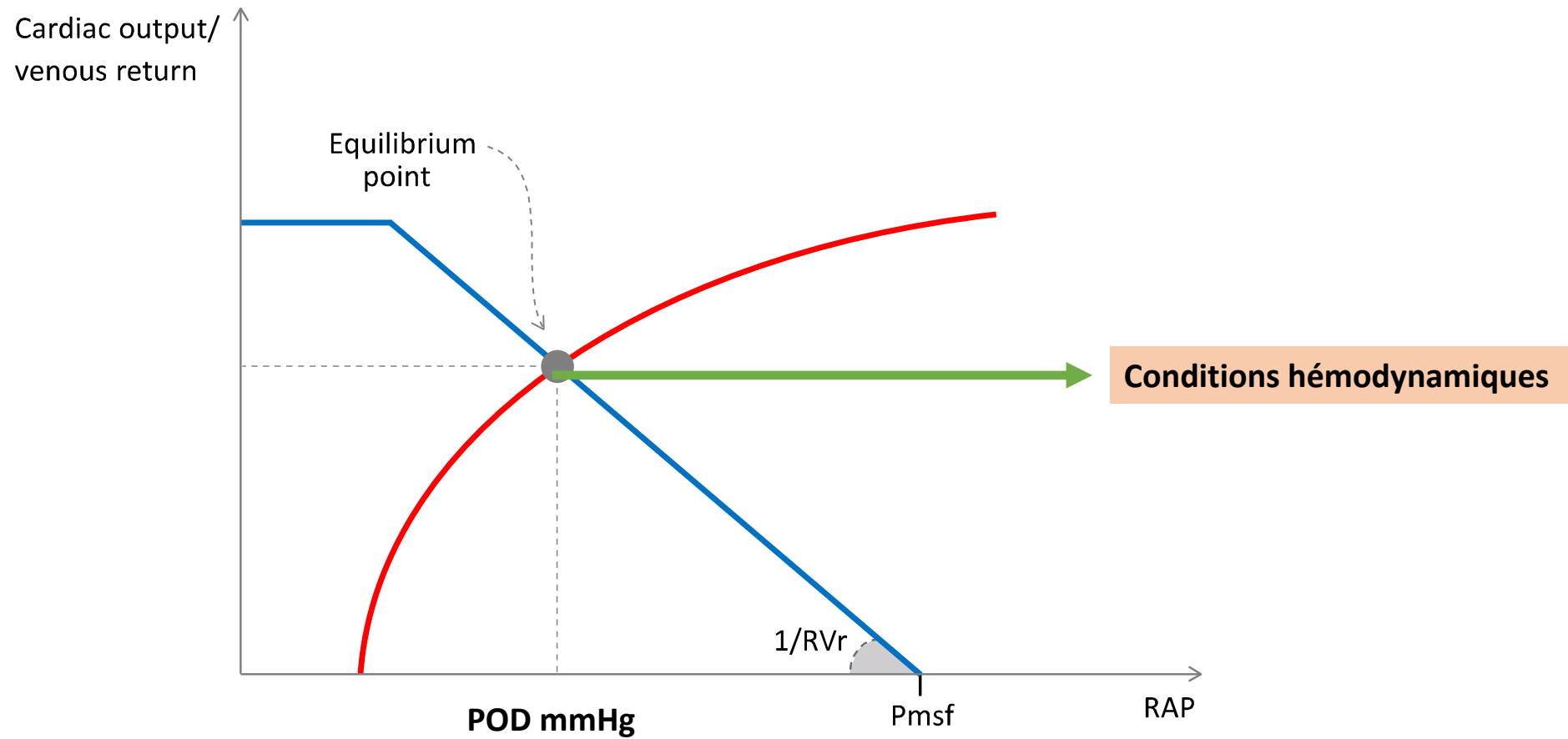
A chaque contraction : OD vidangée
→ Bascule du sang à gauche
→ VG : éjection dans le système à pression élevée
→ Retour du sang dans le système veineux (PSM)



Cœur
=
Objectif de vidanger le système veineux

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment le retour veineux est-il généré?

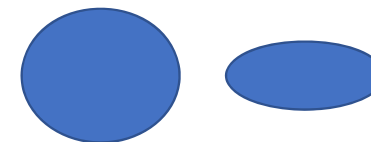


Retour Veineux – Théorie de Guyton

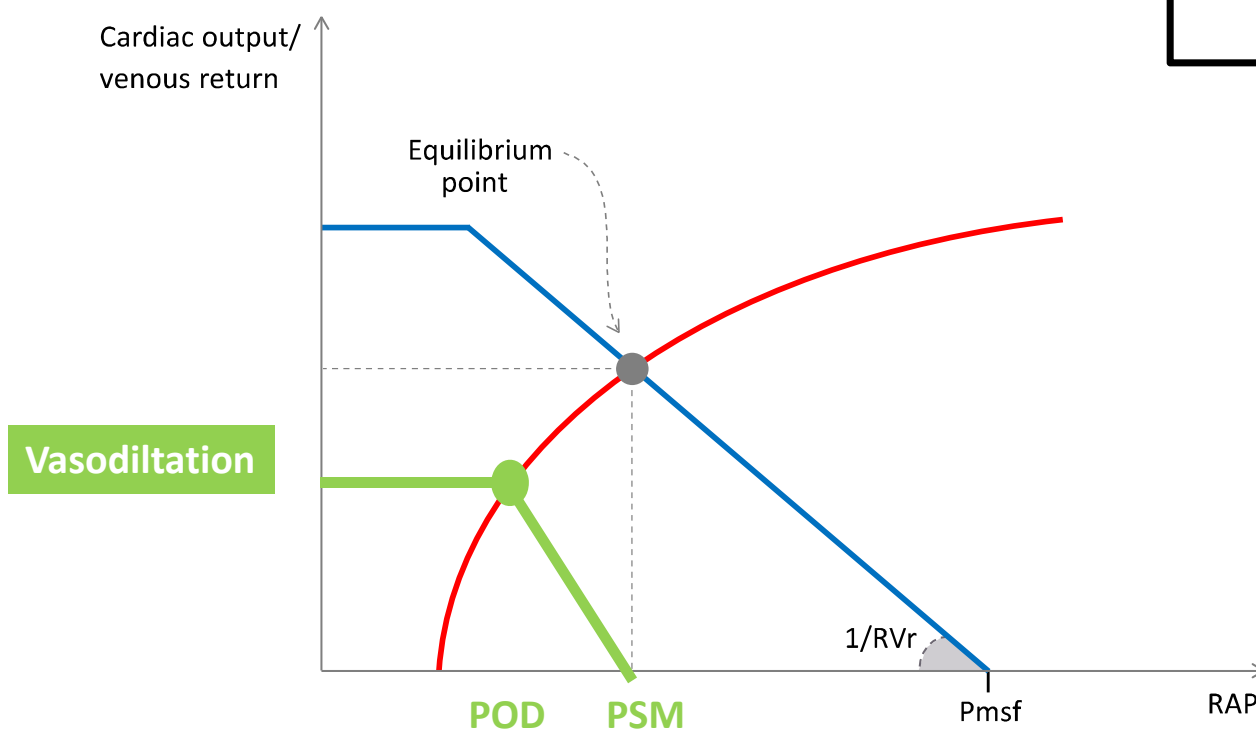
Quels sont les déterminants du retour veineux ?

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

Résistances = Inverse de la pente de la courbe du RV



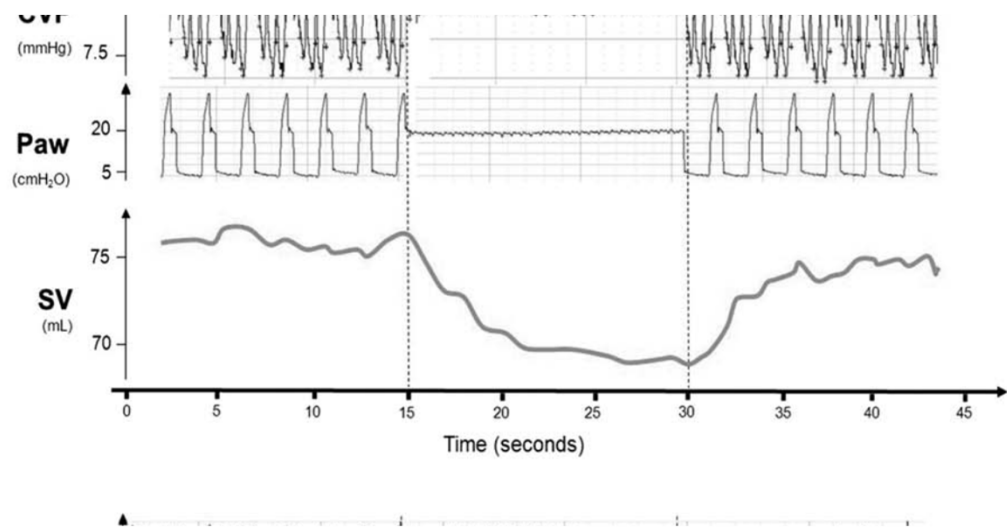
Plus le diamètre augmente
Plus les résistances diminuent
Plus la pente est forte



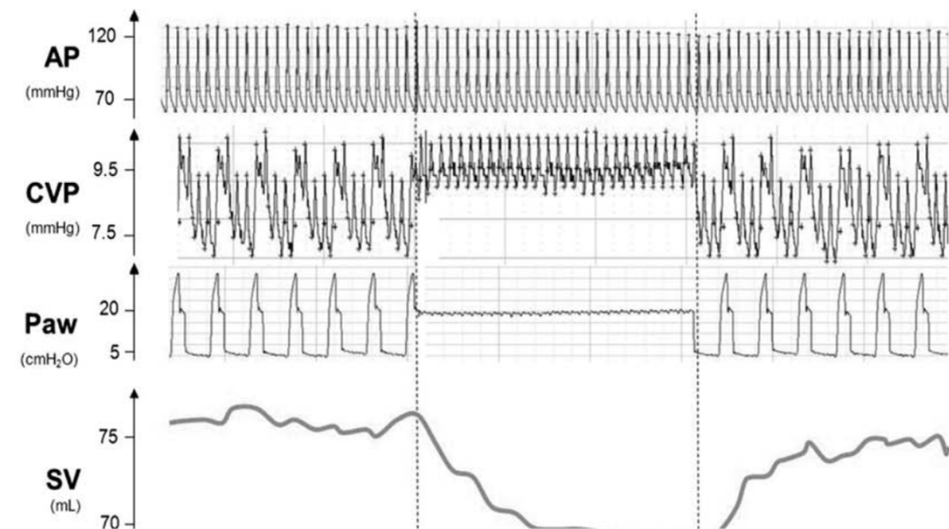
Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment estimer la PVS?

Méthode basée sur interactions cœur-poumons



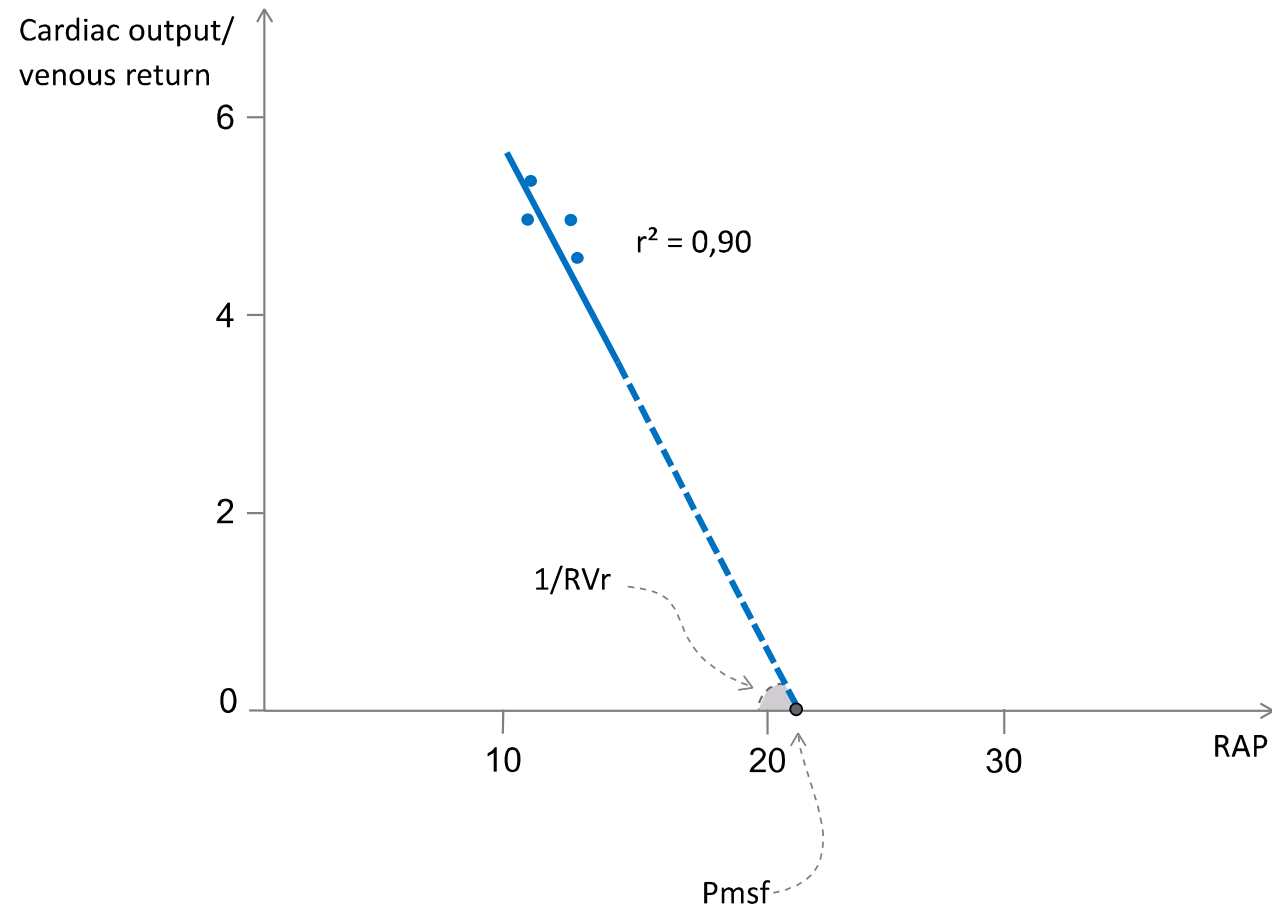
Pause télé-inspiratoire



Pause télé-expiratoire

Retour Veineux – Théorie de Guyton

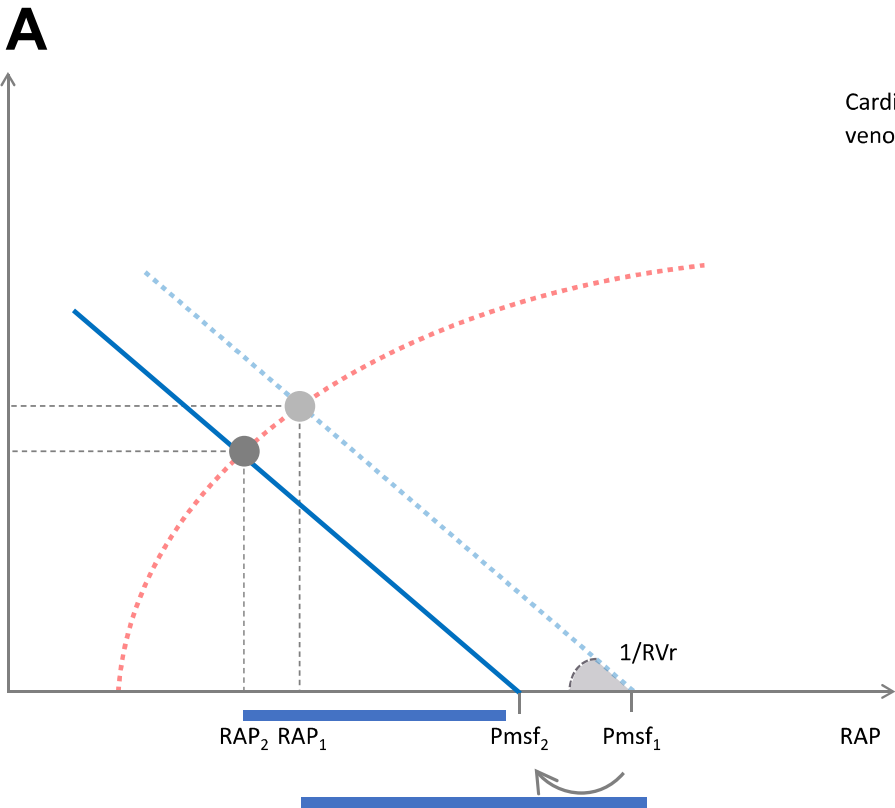
Comment estimer la PVS?



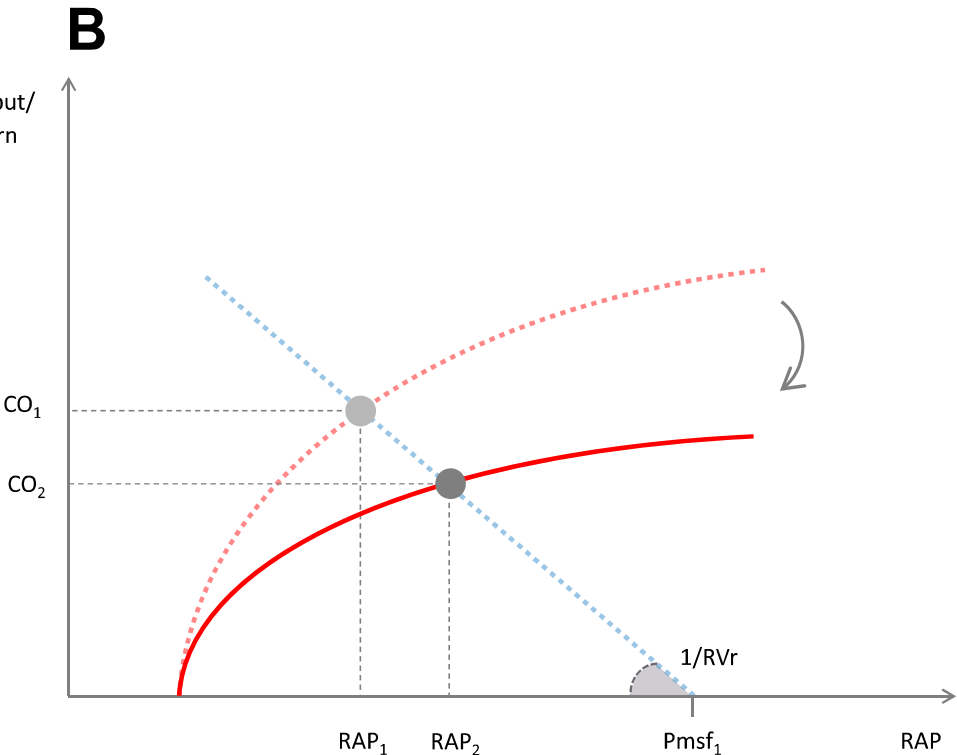
Retour Veineux – Théorie de Guyton

Situations pathologiques

Choc hypovolémique



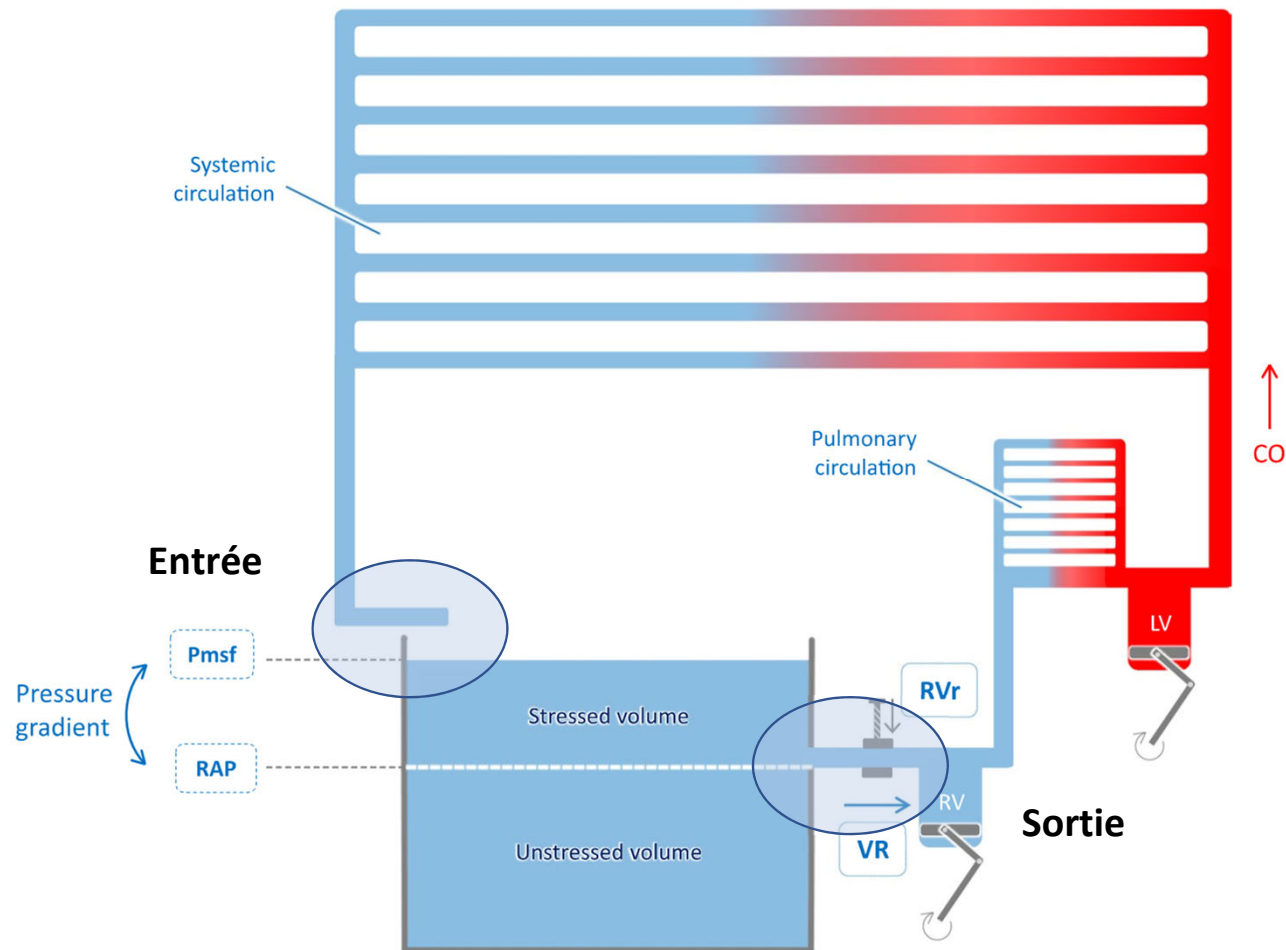
Choc cardiogénique



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

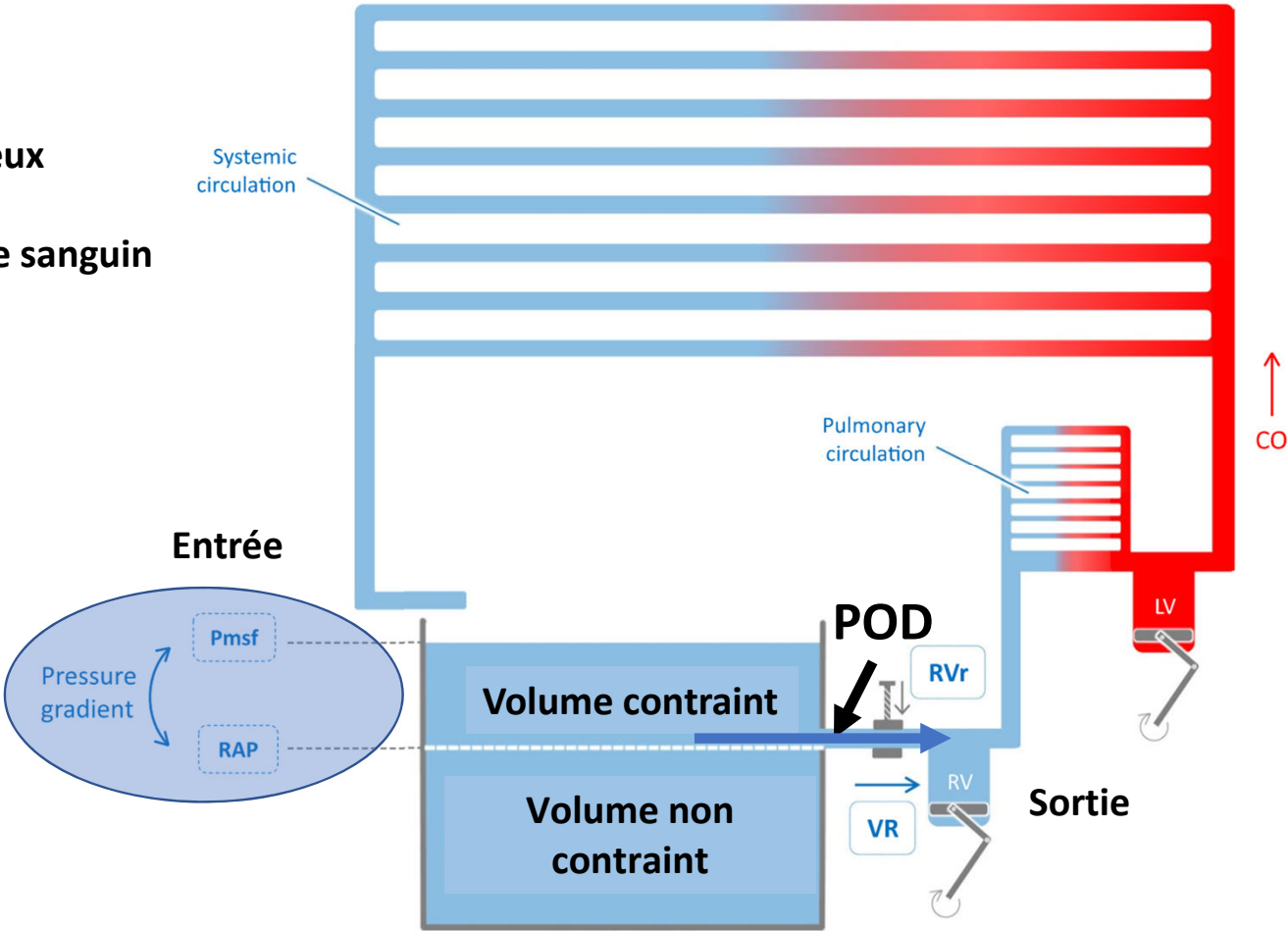


Retour Veineux – Théorie de Guyton

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

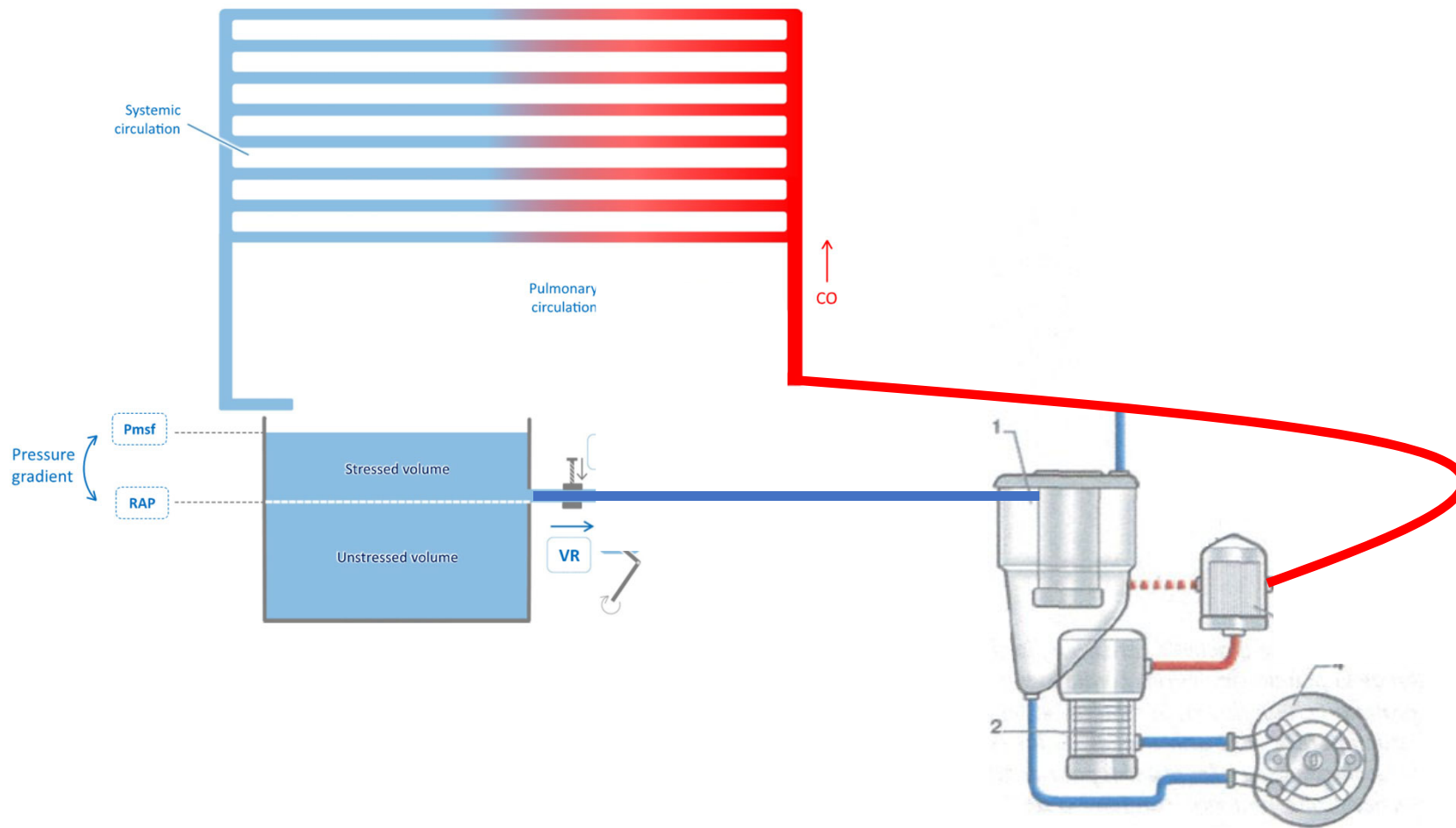


Améliorer RV
Deux solutions :

- Augmenter PSM
- Diminuer la POD

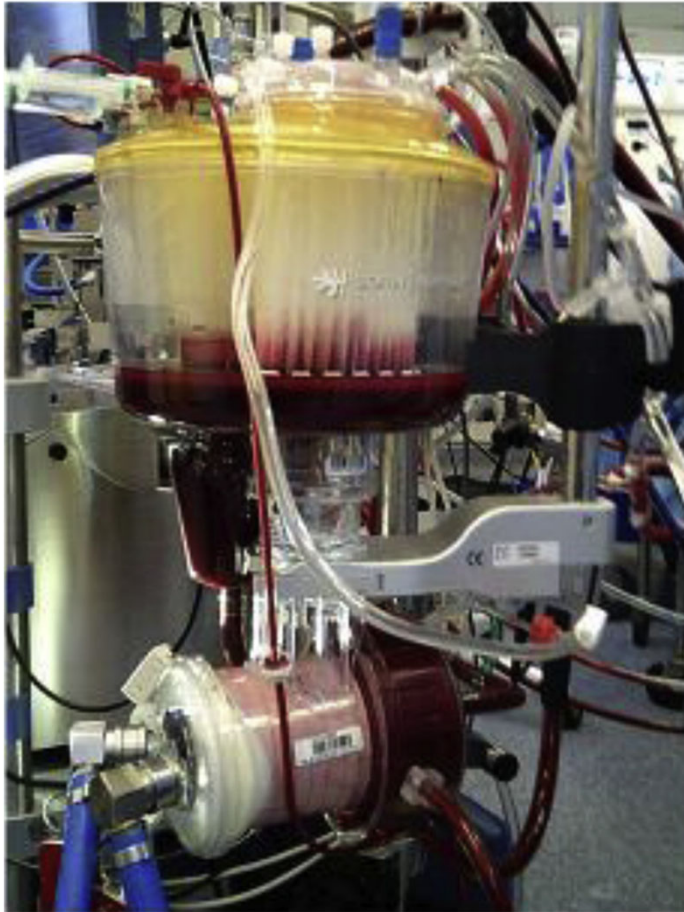
Retour Veineux et CEC

Drainage veineux en CEC



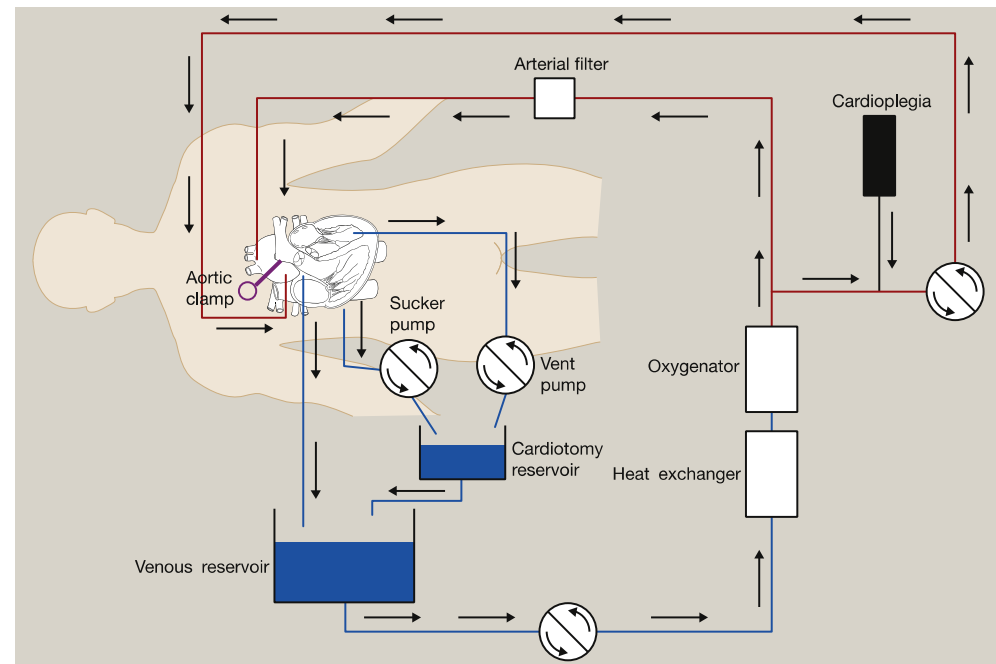
Retour Veineux et CEC

Drainage veineux en CEC



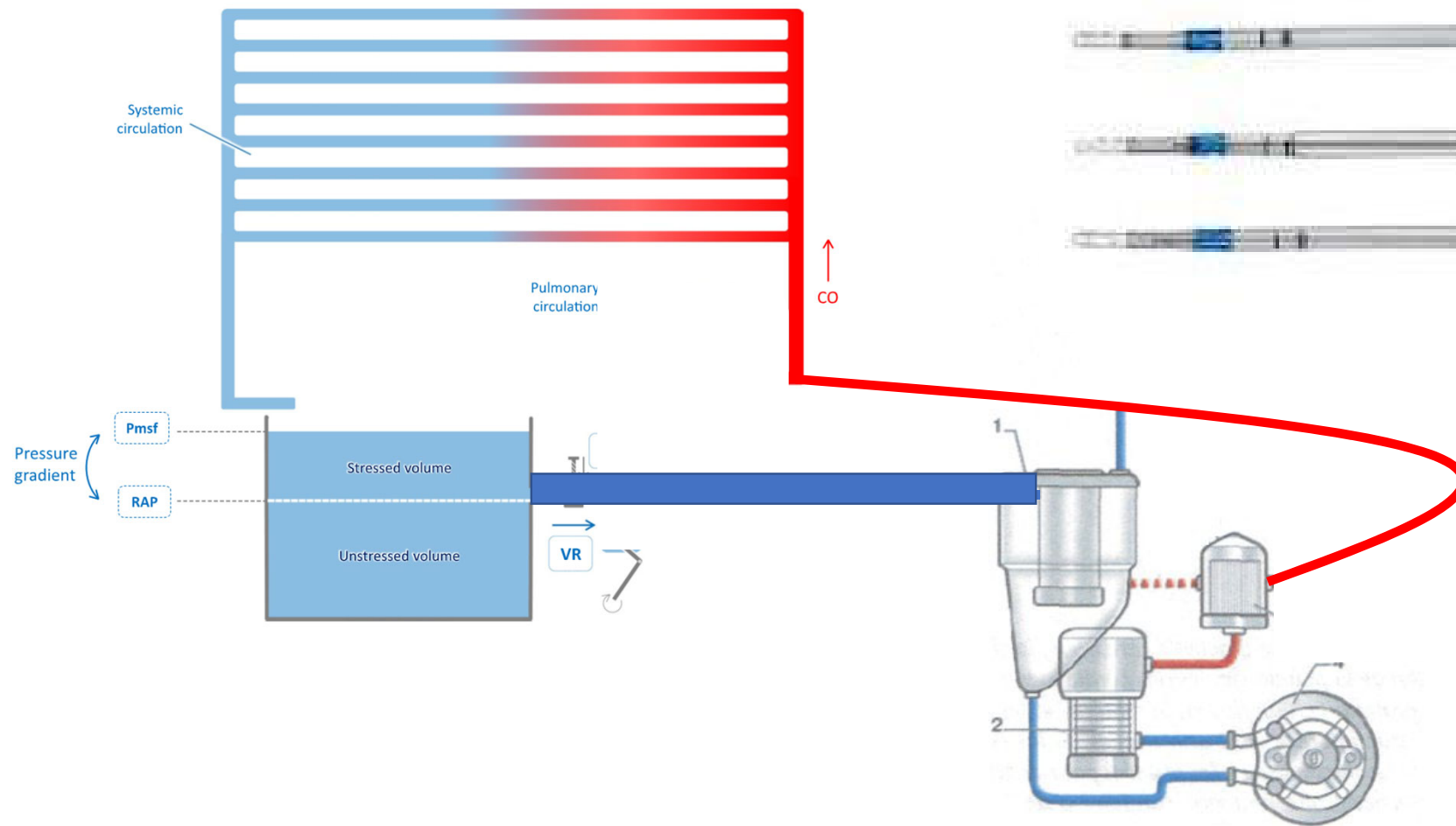
Interface sang / Air

Activation coagulation / Inflammation



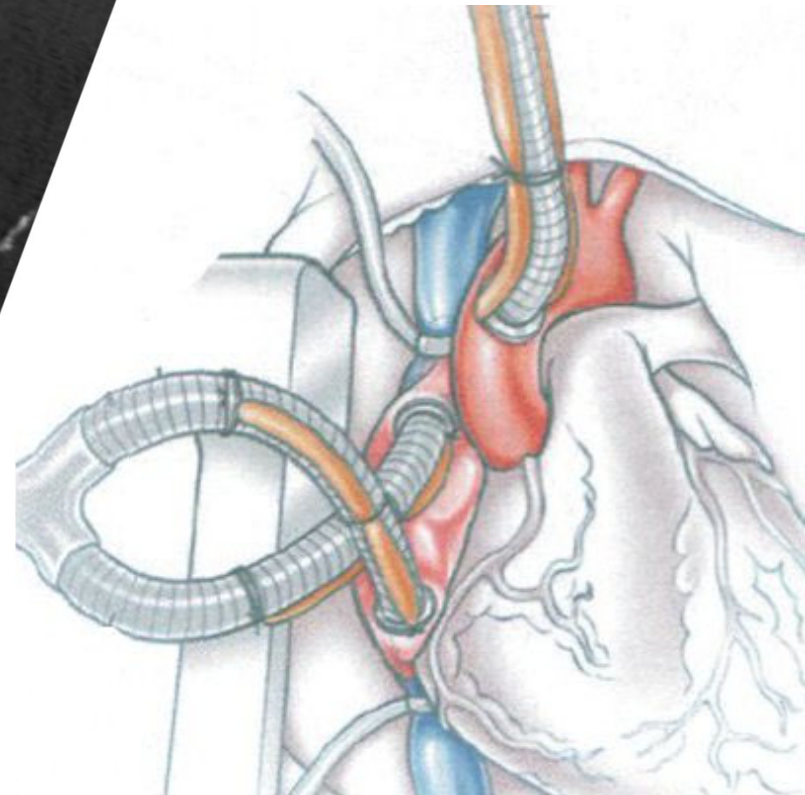
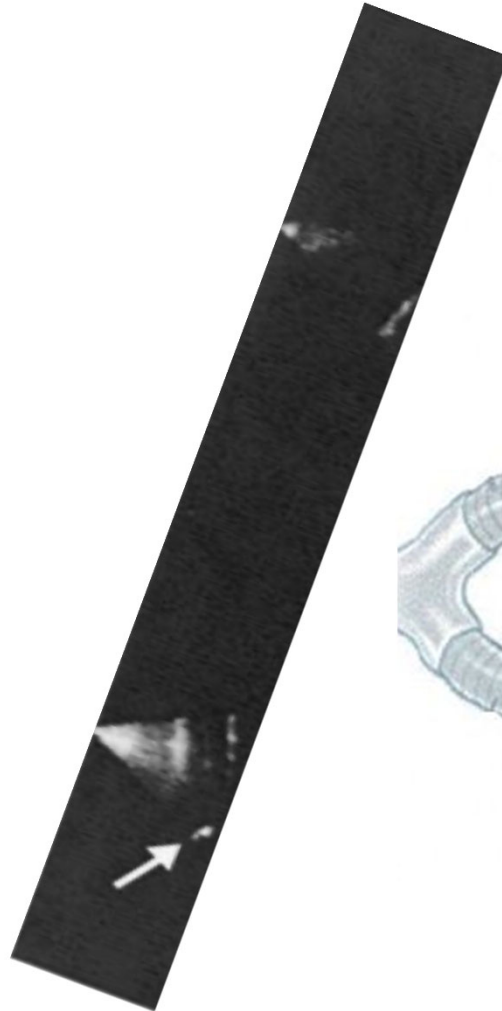
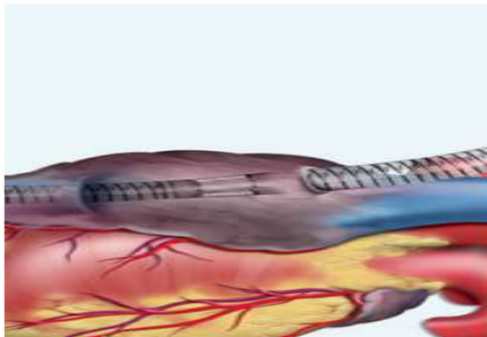
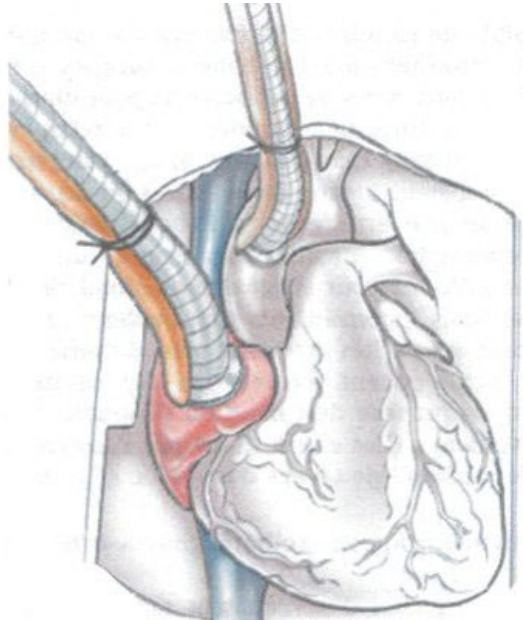
Retour Veineux et CEC

Drainage veineux en CEC



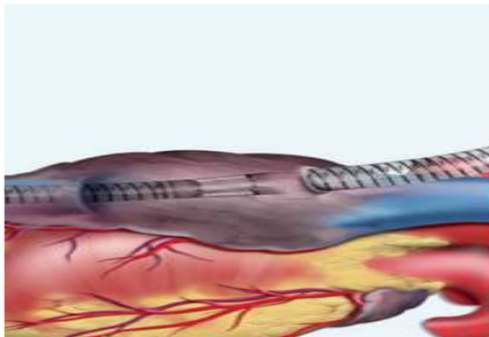
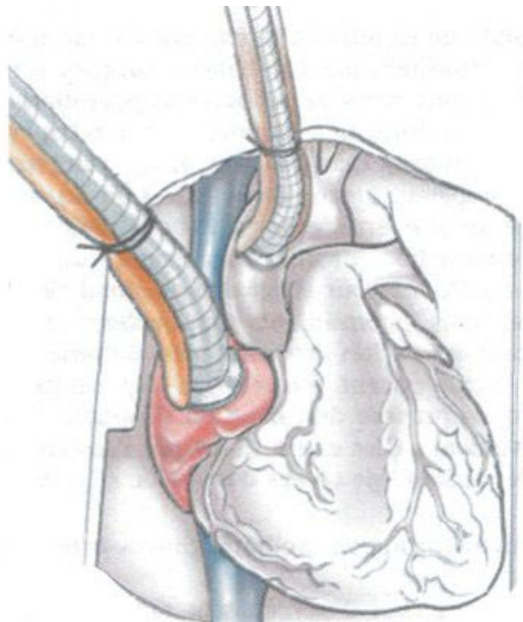
Retour Veineux et CEC

Drainage veineux en CEC



Retour Veineux et CEC

Drainage veineux en CEC

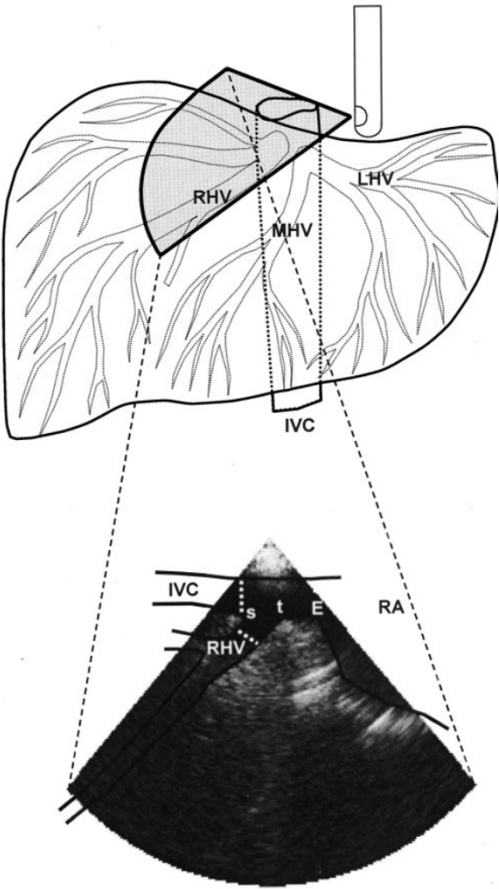


Attention : risque d'obturation des veines hépatiques

Guiding Surgical Cannulation of the Inferior Vena Cava with Transesophageal Echocardiography

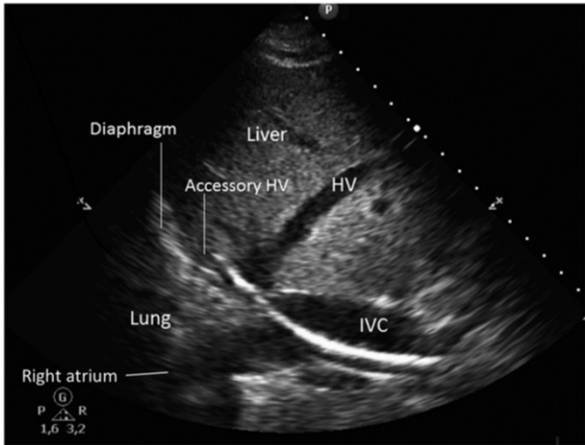
Idar Kirkeby-Garstad, MD*, Arve Tromsdal, MD†, Olav F. M. Sellevold, MD, PhD*, Mads Bjørngaard, MD*, Lise K. Bjella, MD*, Einar M. Berg, MD*, Asbjørn Karevold, MD‡, Rune Haaverstad, MD, PhD‡, Alexander Wahba, MD, PhD‡, Ole Tjomsland, MD, PhD‡, Rafael Astudillo, MD, PhD‡, Arne Krogstad, CCP‡, and Roar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



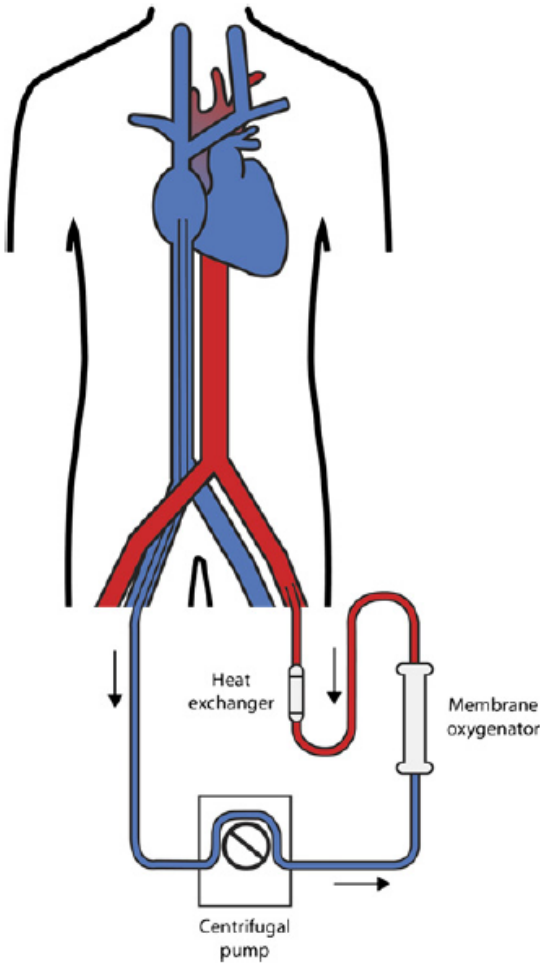
Review Article

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

Alexandra Abruzzo^a, Vasavi Gorantla^a, Sneha E. Thomas^{b,*}

^a Department of Anatomical Sciences, St. George's University School of Medicine, Grenada

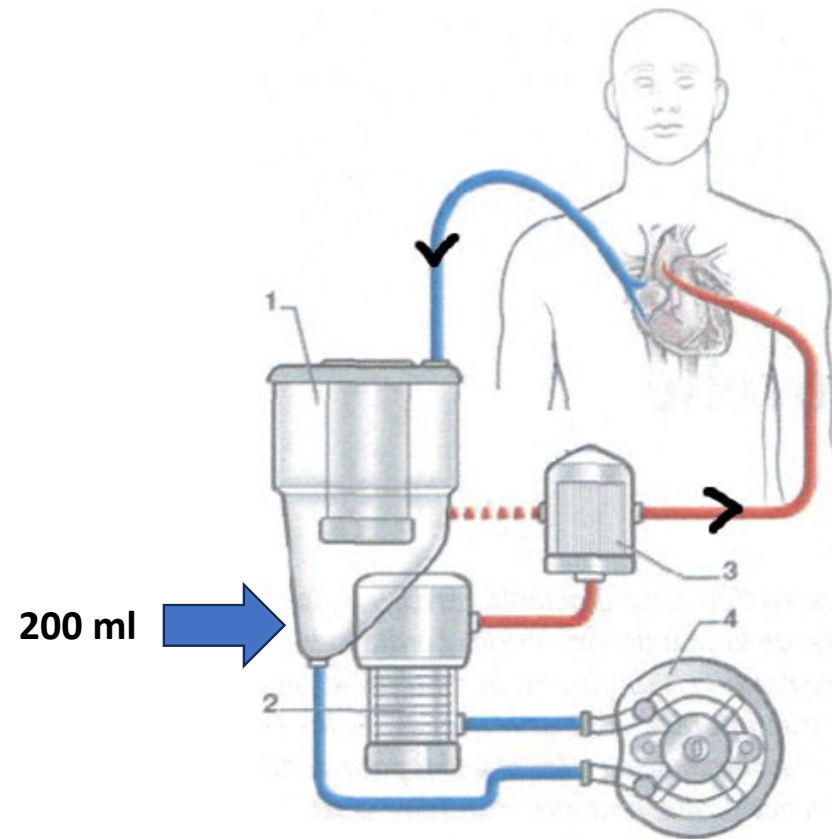
^b Department of Internal Medicine, University of Maryland Medical Center MTC, Baltimore, USA



Retour Veineux et CEC

Drainage veineux en CEC

Comment optimiser le retour veineux ?



Impact direct sur le Débi et donc sur PAM

Retour Veineux et CEC

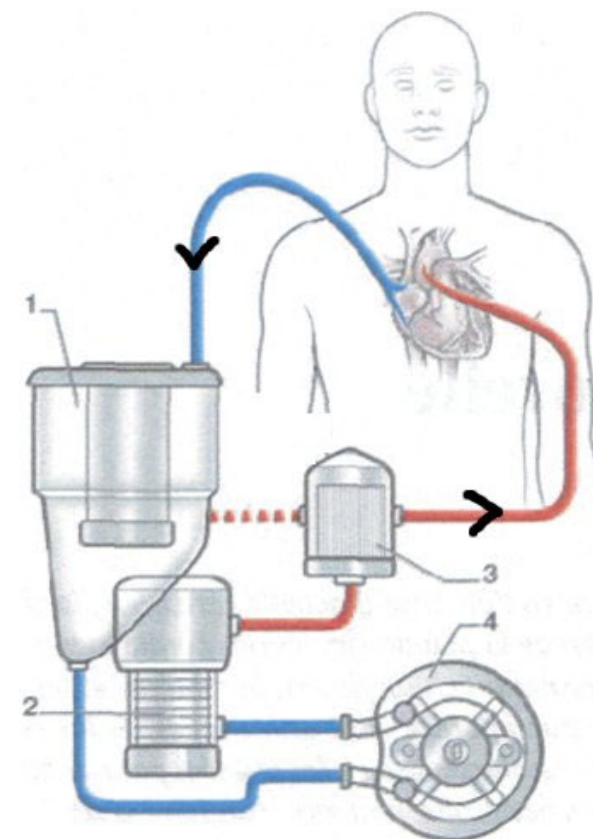
Comment améliorer le retour veineux ?

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

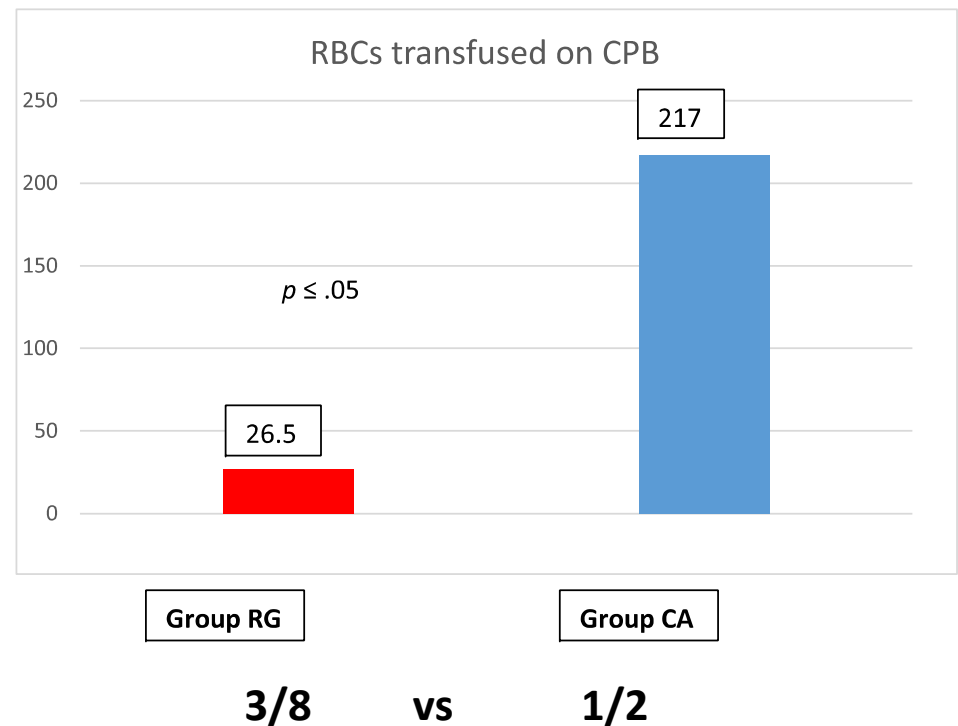
r = radius

ΔP = height differential

η = viscosity

l = length

Figure 3. Poiseuille's law.



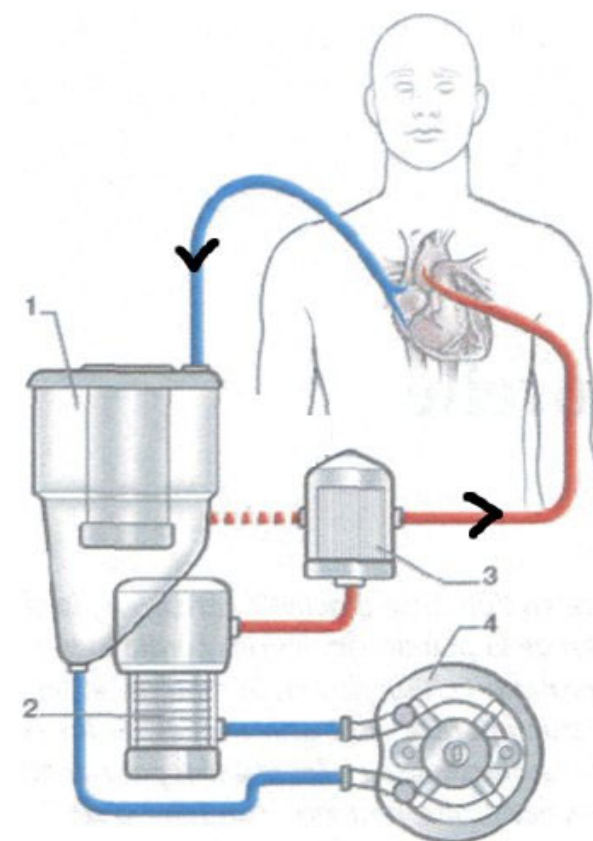
Retour Veineux et CEC

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 ?

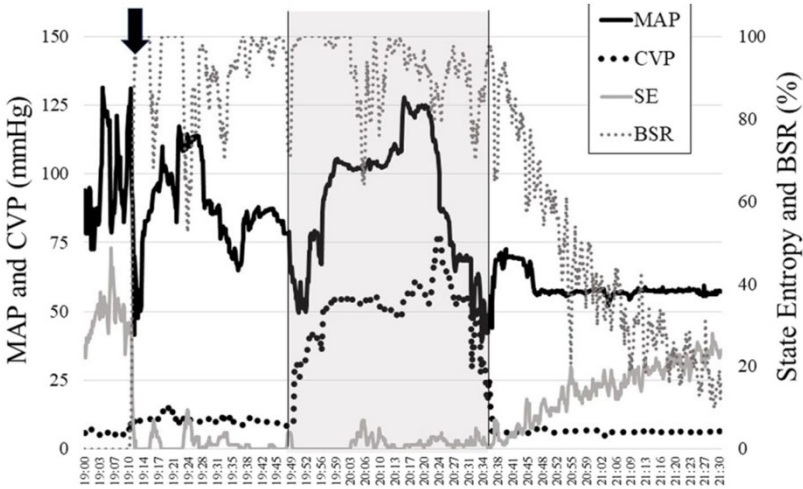
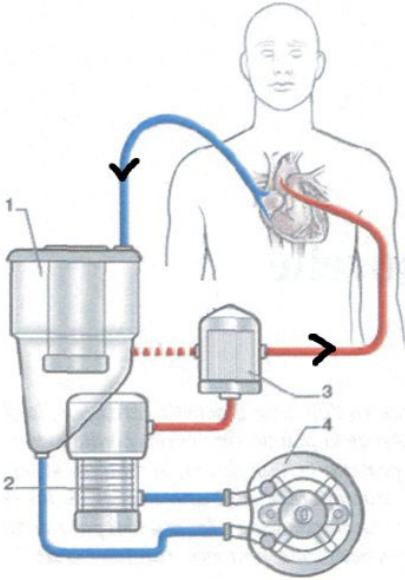
Le cœur est-il bien drainé?

S'aider de la PVC et de l'ETO

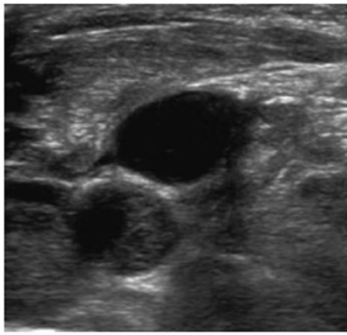
Venous cannula occlusion
during cardiopulmonary bypass recognized
by ultrasonography of the internal jugular vein

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

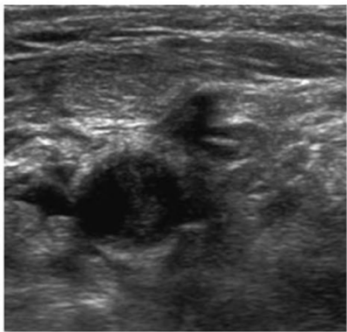
JA Clinical Reports



A. Before adjustment of inflow conduit

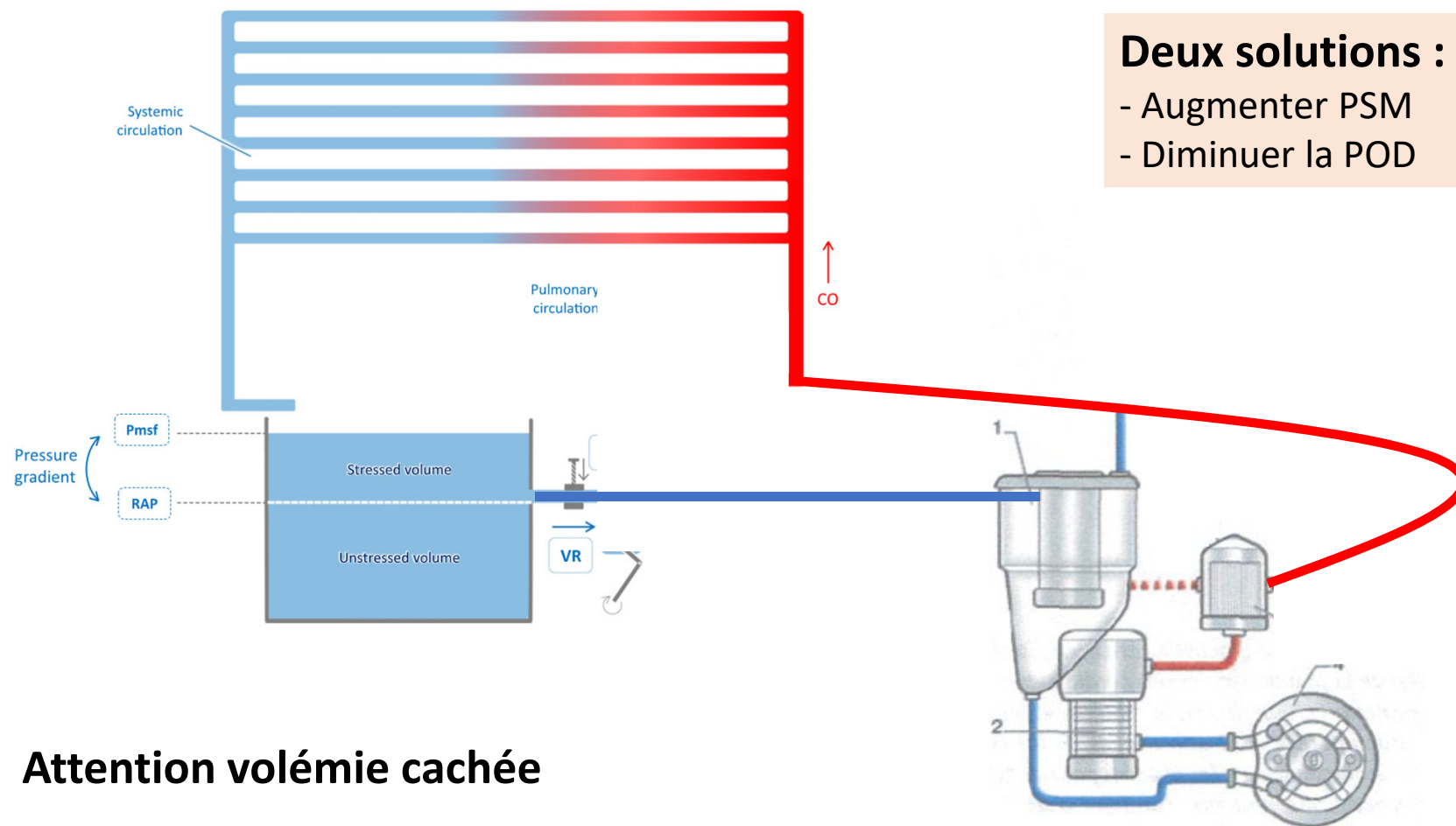


B. Afore adjustment of inflow conduit



Retour Veineux et CEC

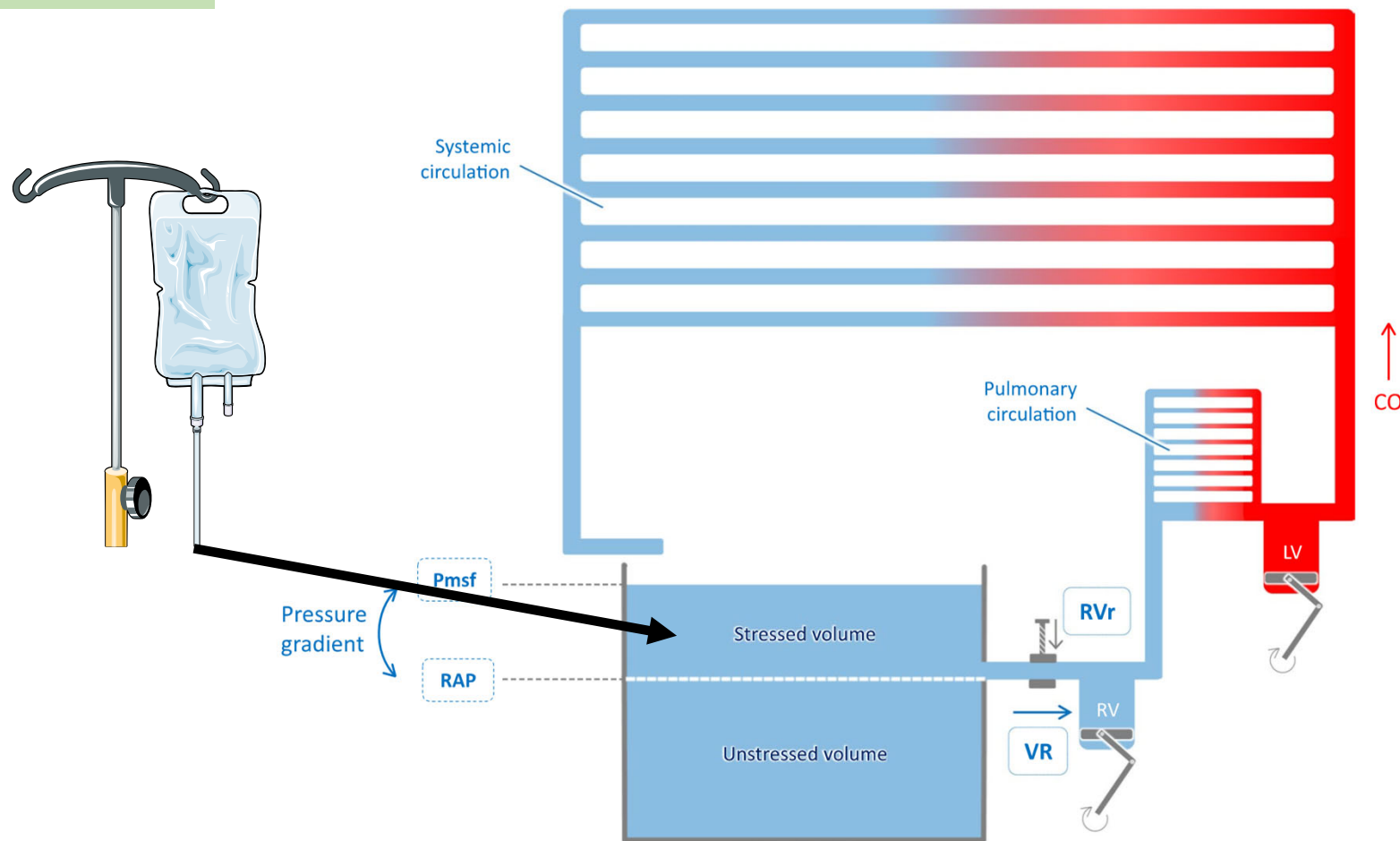
Drainage veineux en CEC



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

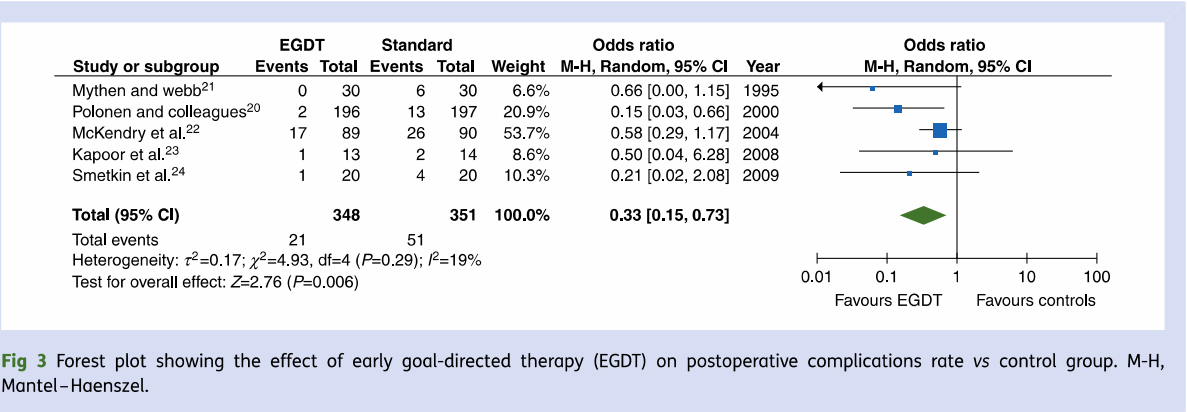


Fig 3 Forest plot showing the effect of early goal-directed therapy (EGDT) on postoperative complications rate vs control group. M-H, Mantel-Haenszel.

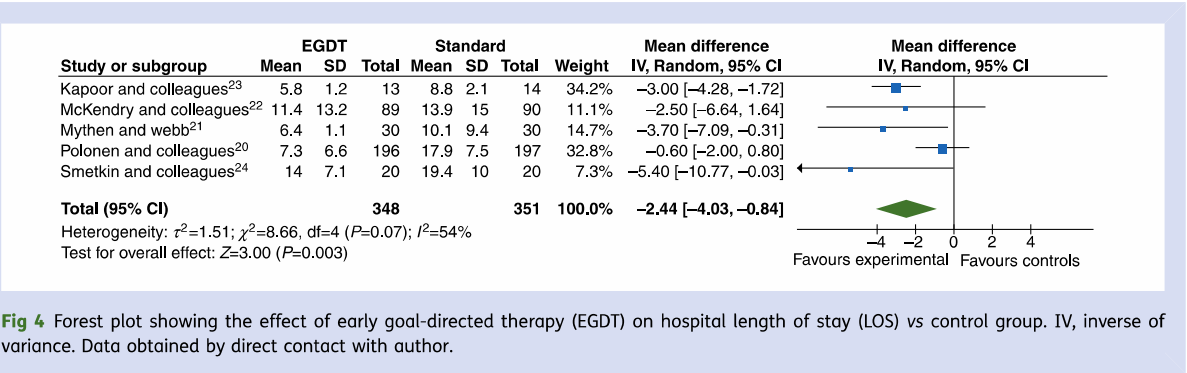


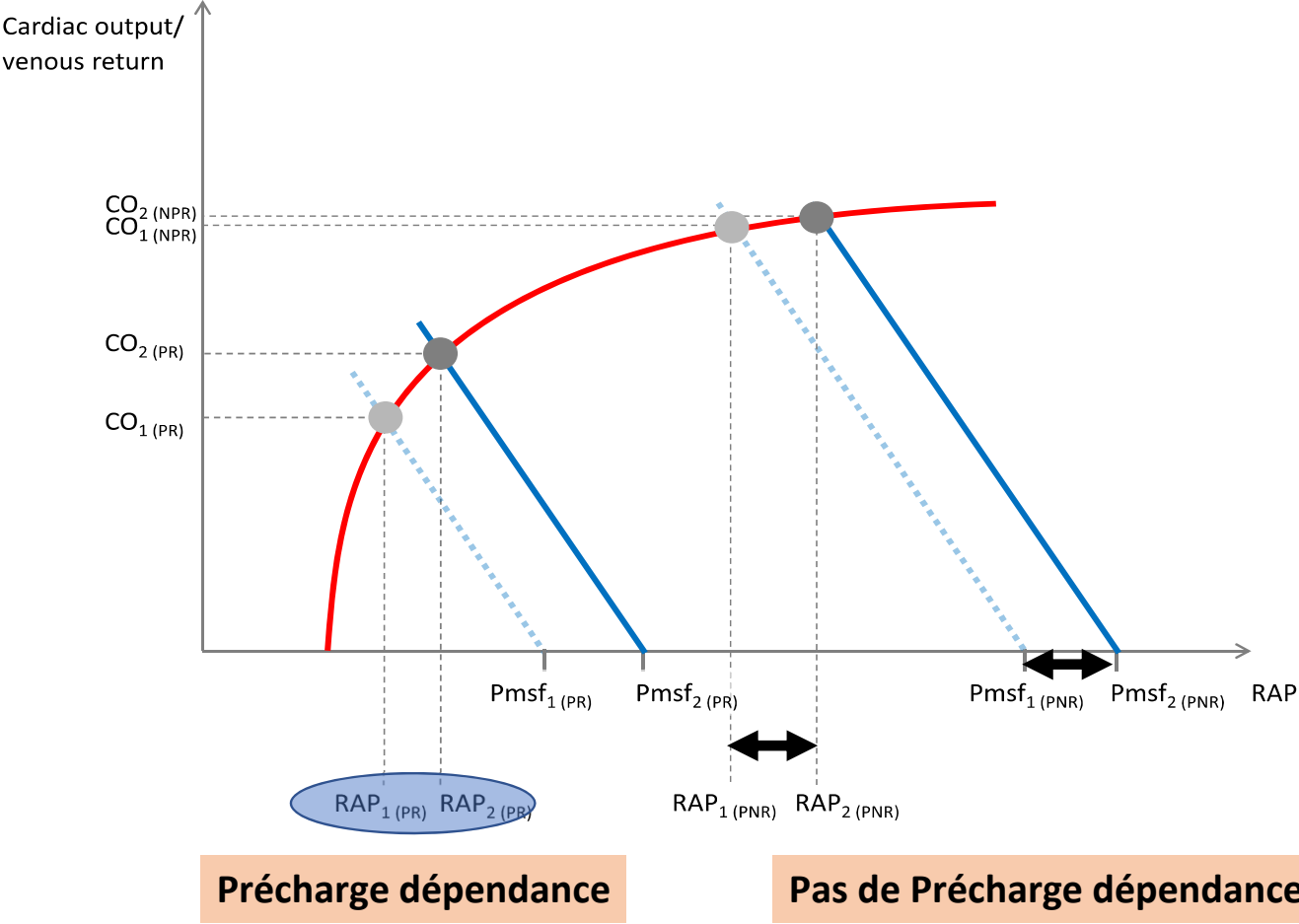
Fig 4 Forest plot showing the effect of early goal-directed therapy (EGDT) on hospital length of stay (LOS) vs control group. IV, inverse of variance. Data obtained by direct contact with author.

Retour Veineux – Théorie de Guyton

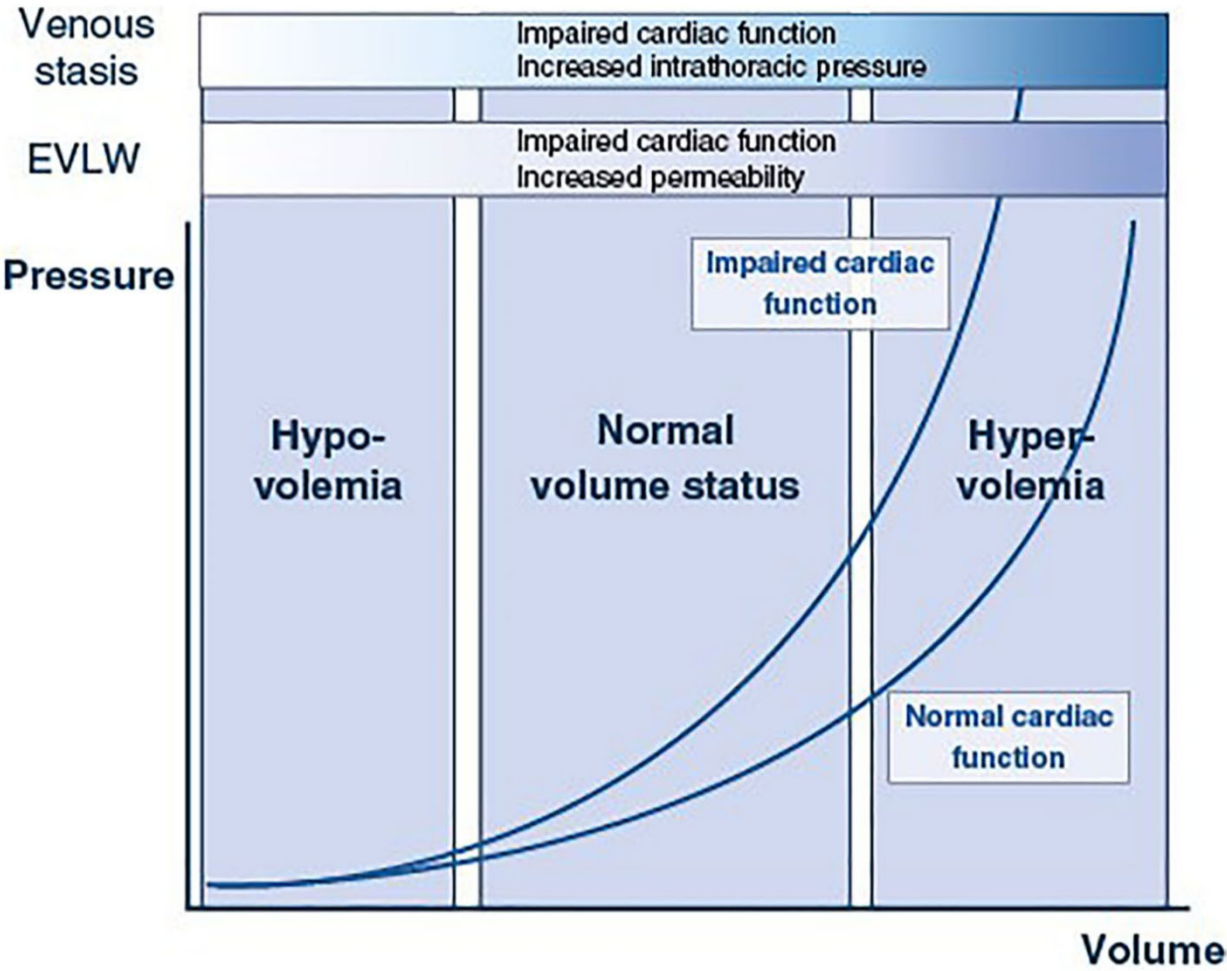
Comment améliorer le retour veineux ?

Remplissage vasculaire

Intérêt d'analyser évolution PVC durant le remplissage



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

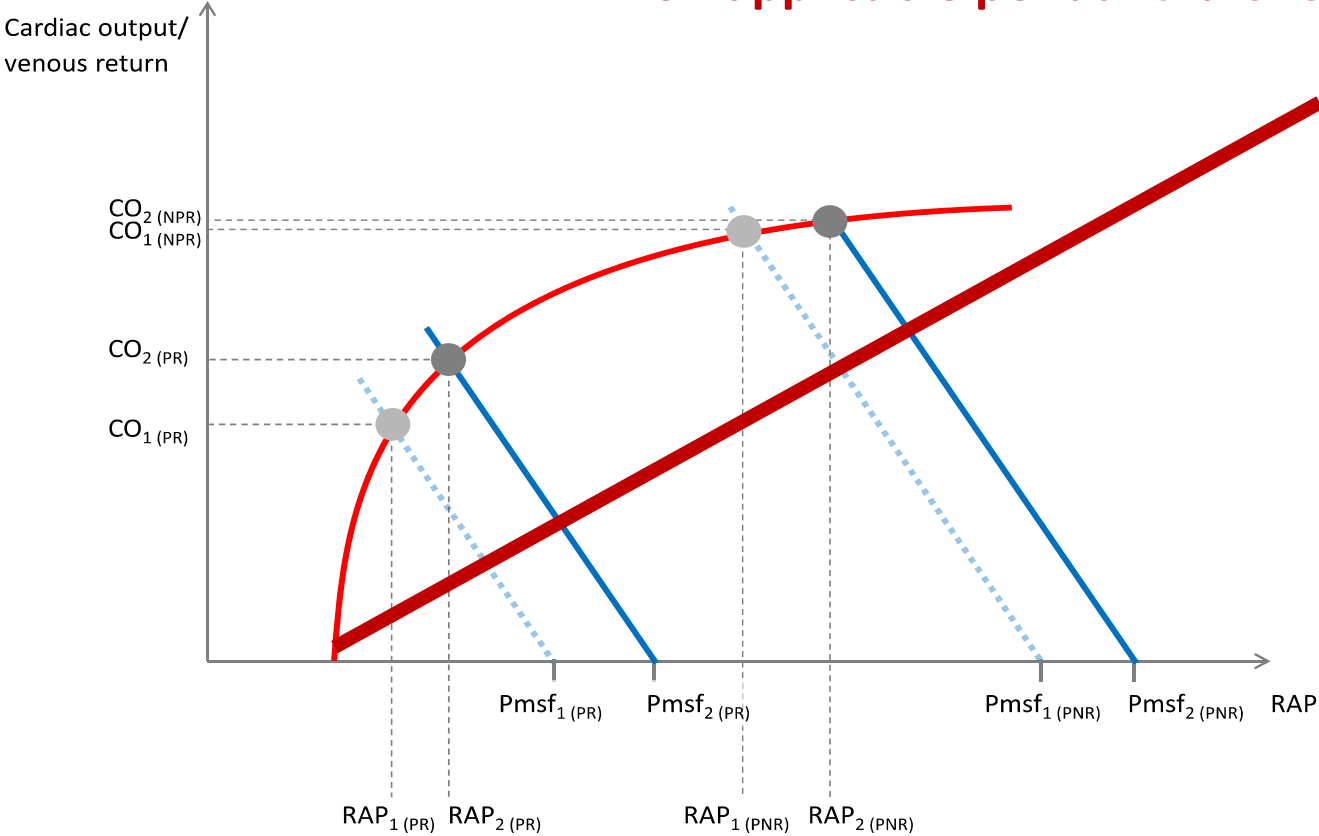


Retour Veineux – Théorie de Guyton

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 ?

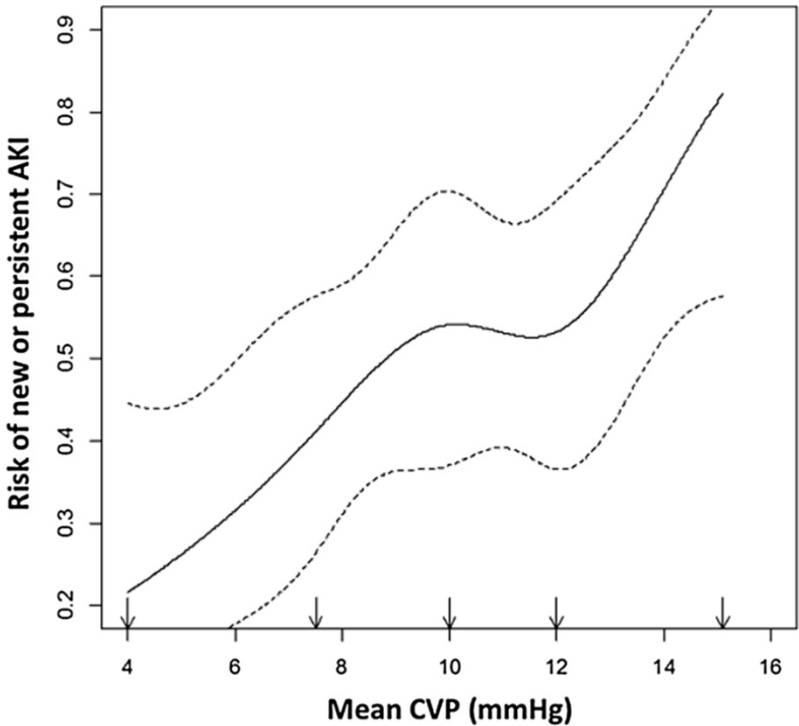
RESEARCH

Open Access

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



Matthieu Legrand^{1,2*}, Claire Dupuis¹, Christelle Simon¹, Etienne Gayat^{1,3}, Joaquim Mateo¹, Anne-Claire Lukaszewicz^{1,2,4} and Didier Payen^{1,2,4}



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 Payen¹, Anne Cornélie de Pont², Yasser Sakr³, Claudia Spies⁴, Konrad Reinhart³, Jean Louis Vincent⁵ 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 

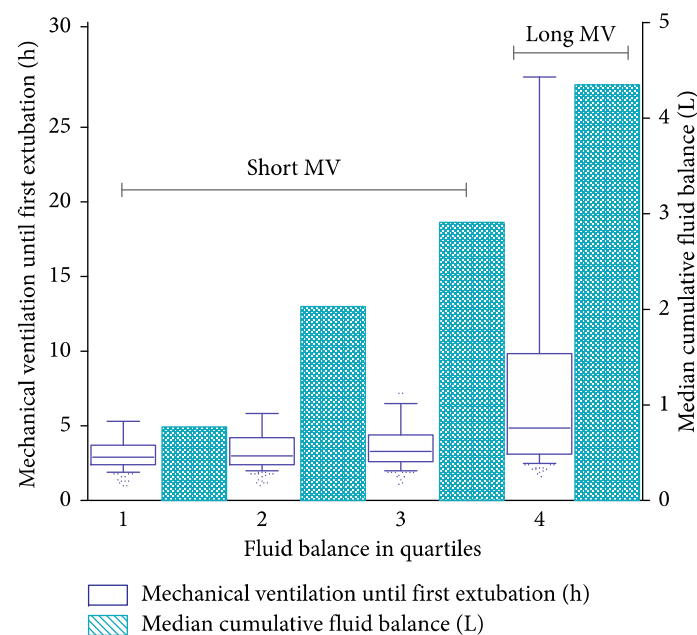


FIGURE 1: Fluid balance and duration of mechanical ventilation.

Balance hydrique
=
Augmentation durée de séjour et ventilation mécanique

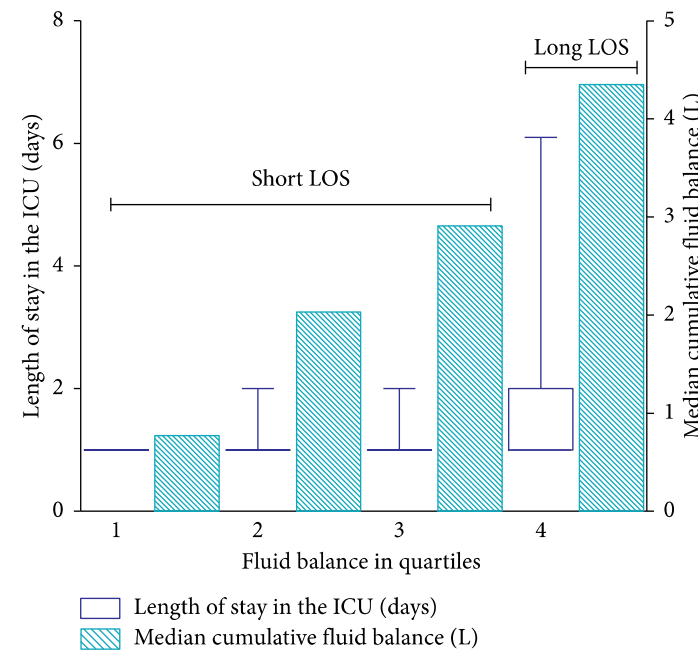


FIGURE 2: Fluid balance and length of stay (LOS) in the ICU.

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 ^a, Ricardo E. Trembl ^b, Tulio Caldonazo ^c,
Henrique T. Katayama ^d, Brenno C. Gomes ^e, Luiz M.S. Malbouisson ^d,
João Manoel Silva Junior ^{d,*}

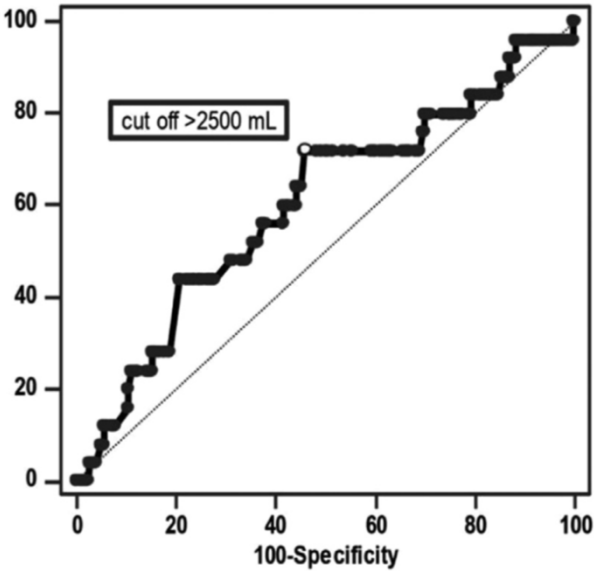
Liberal vs restrictif

Score de propension

N = 360

Table 2 Outcomes summary.

	Original Cohort			Matched Cohort			
	RFB (n = 257)	LFB (n = 329)	p-value	RFB (n = 180)	LFB (n = 180)	RR (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 ^a
Creatinine (mg.dL ⁻¹) median (IQR) ^c	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 ^b
Urinary output (mL) median (IQR) ^d				650 (30–2765)	1337.5 (1000–2235)		0.001 ^b
In-hospital mortality	53 (9.0%)	66 (12%)	0.10	7 (3.9%)	18 (10.0%)	2.6 (1.10–6.0)	0.02 ^a
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 ^a
ICU-LOS (d), median (IQR)	2 (1–4)	2 (1–4)	0.59	3 (1–4)	2 (1–4)	–	0.29 ^b
H-LOS (d), median (IQR)	17 (11–26)	16 (9–25)	0.30	15 (9–23.75)	22 (13–30.75)	–	0.01 ^b



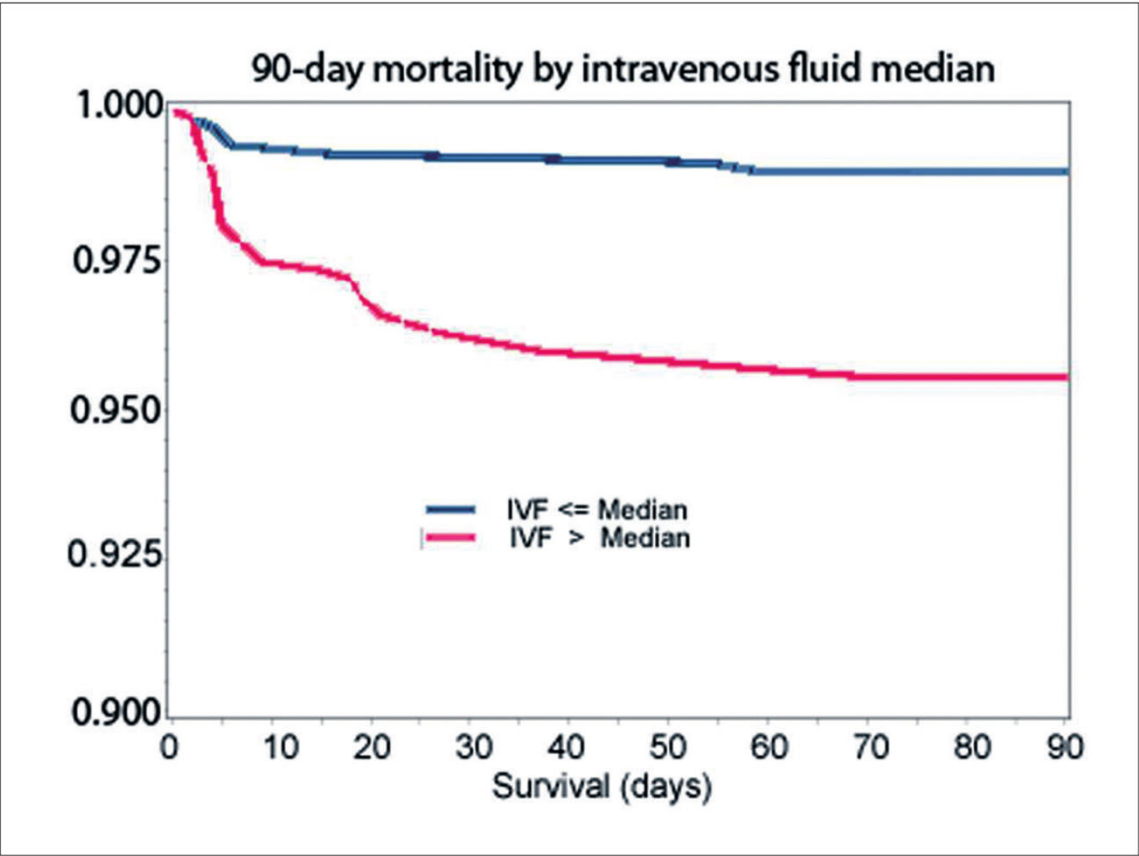
Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?

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

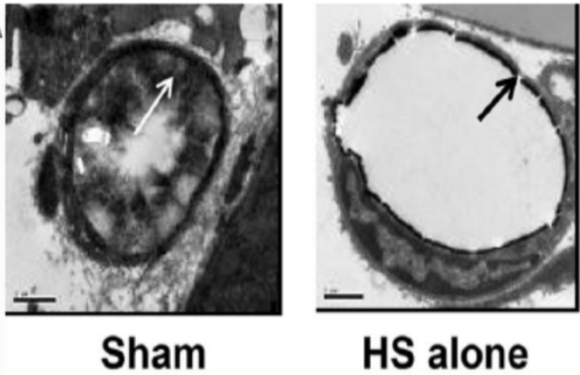
A. Pradeep¹, S. Rajagopalam², H.K. Kolli¹, N. Patel¹, R. Venuto¹, J. Lohr¹, N.D. Nader¹
¹University at Buffalo (SUNY); ²Med. Data Analytics, Buffalo, NY

Etude rétrospective
N = 1358



Retour Veineux et CEC
Drainage veineux

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

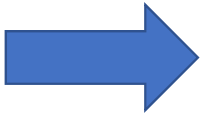


→ Lésions du glycocalyx



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**

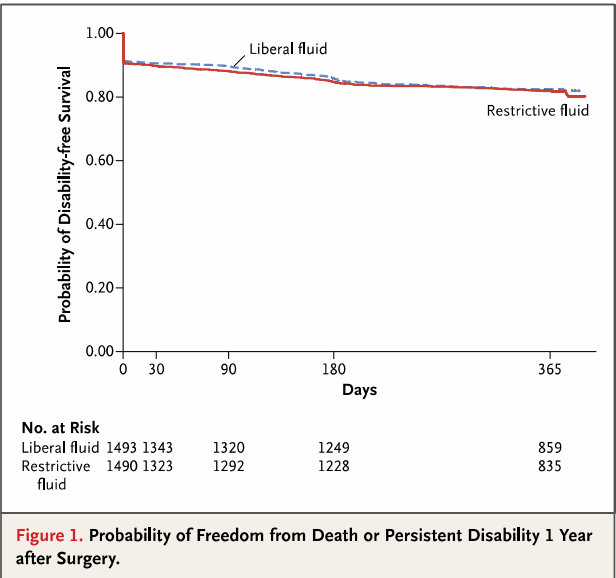
Retour Veineux – Théorie de Guyton

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 (N=1490)	Liberal Fluid (N=1493)	Hazard or Risk Ratio (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

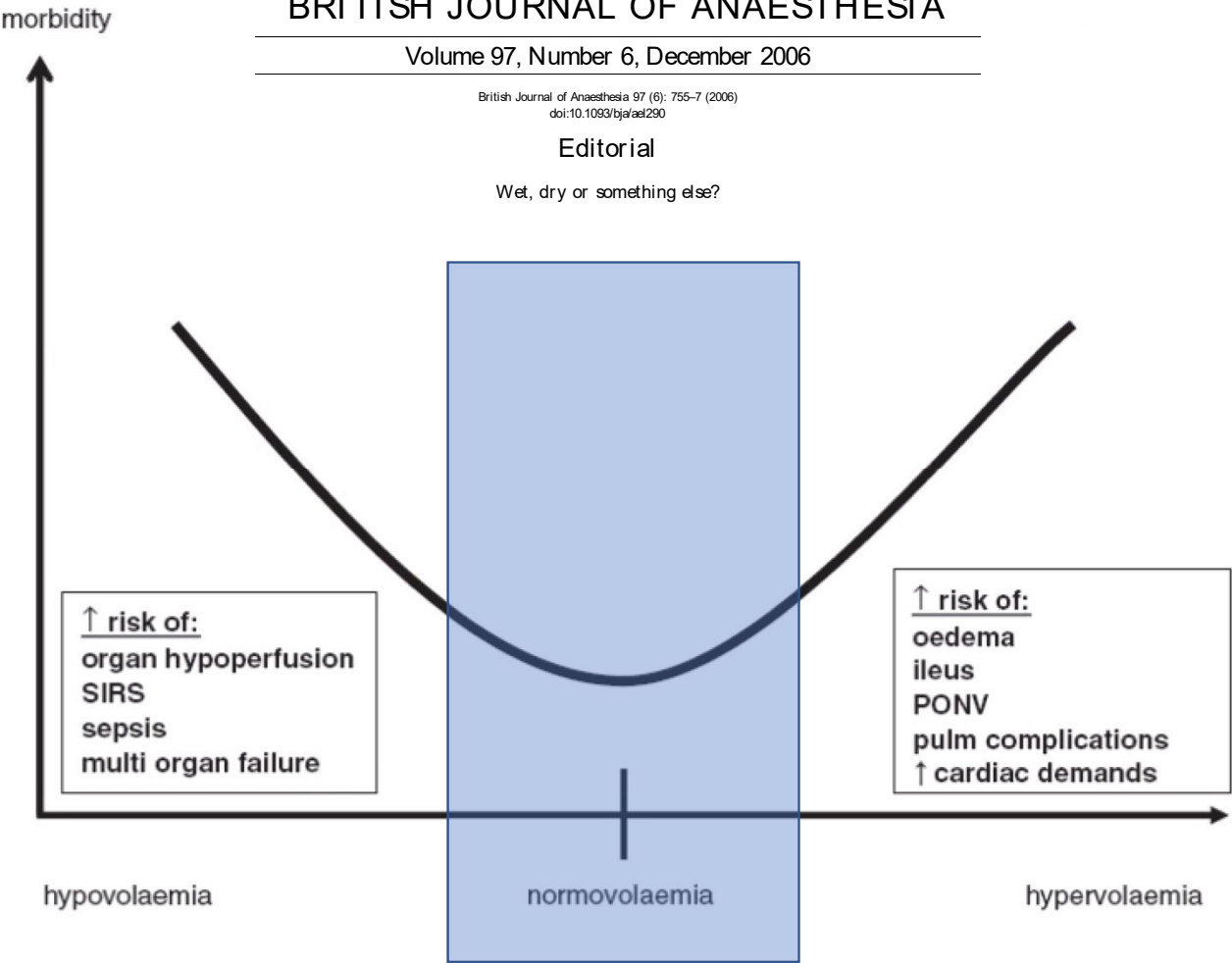
“I would have everie man write what he knowes and no more.”—Montaigne
BRITISH JOURNAL OF ANAESTHESIA

Volume 97, Number 6, December 2006

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

Editorial

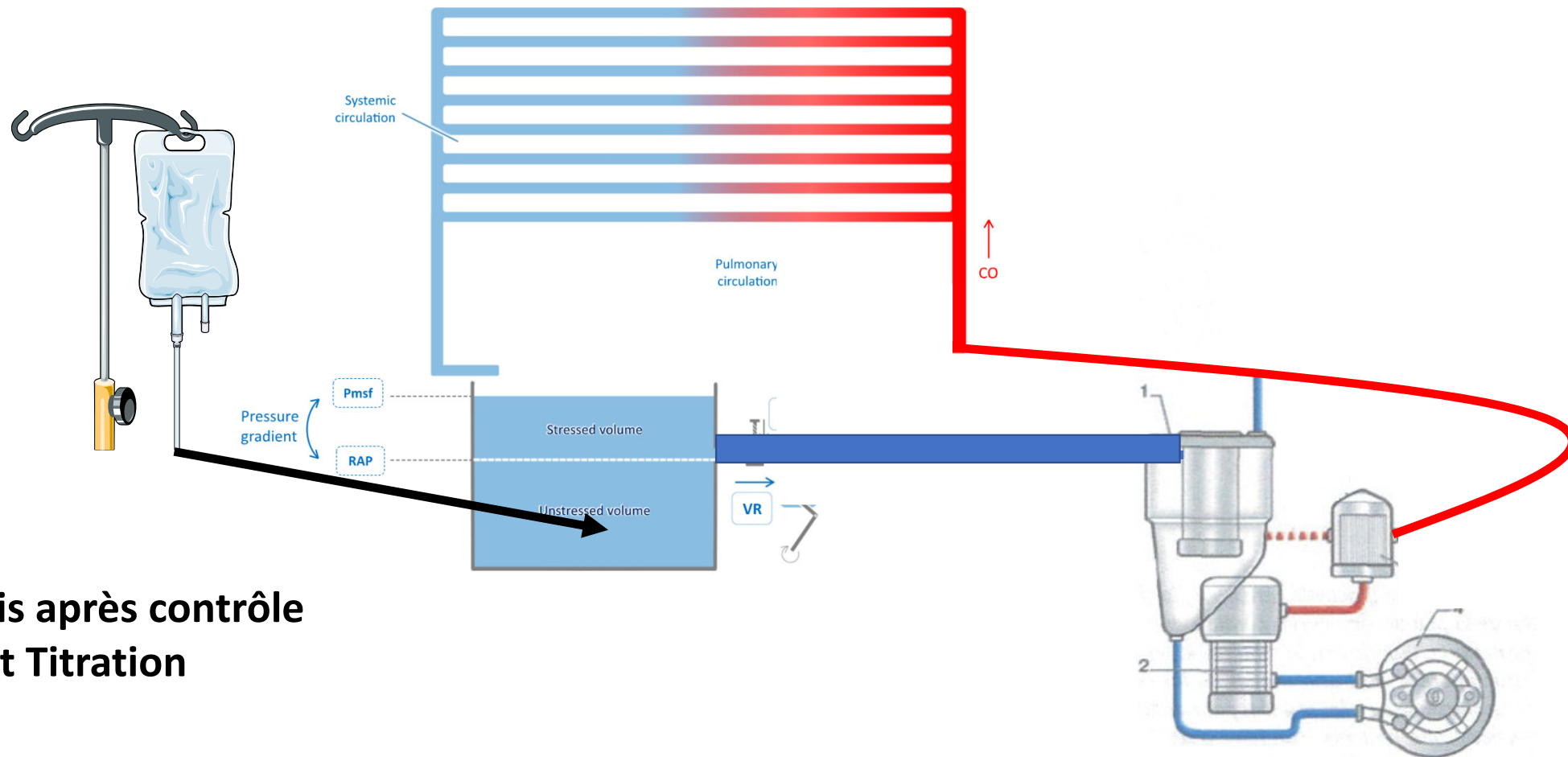
Wet, dry or something else?



Retour Veineux et CEC

Drainage veineux en CEC

Remplissage vasculaire

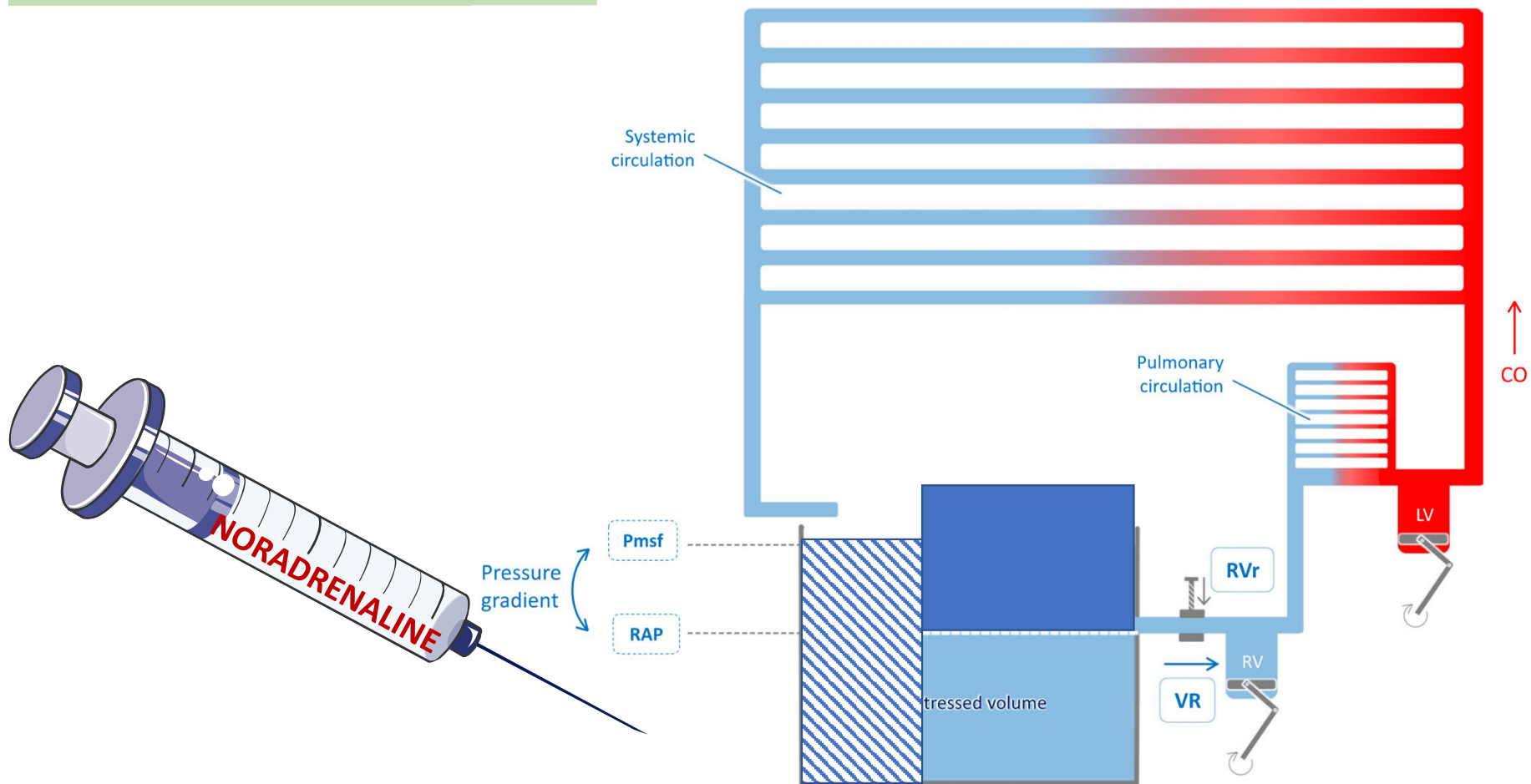


Oui mais après contrôle
Et Titration

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?

Revisiter le rôle des vasopresseurs

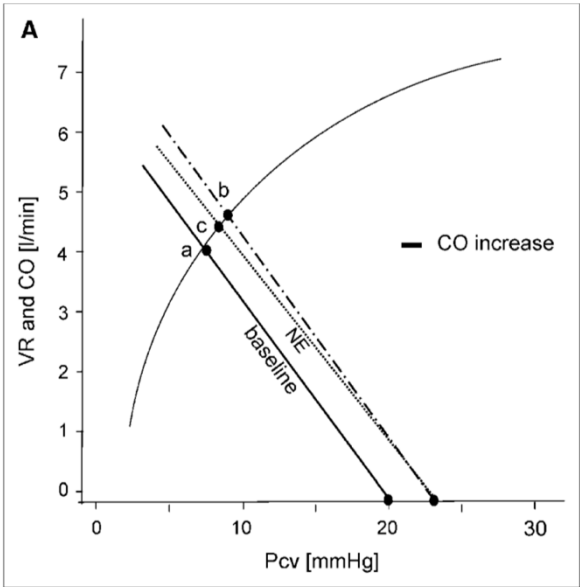


Retour Veineux – Théorie de Guyton

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, MD¹; Michael R. Pinsky, MD, MCCM²; Rob B. de Wilde, PhD¹; Evert de Jonge, MD, PhD¹; Jos R. Jansen, MS, PhD¹



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

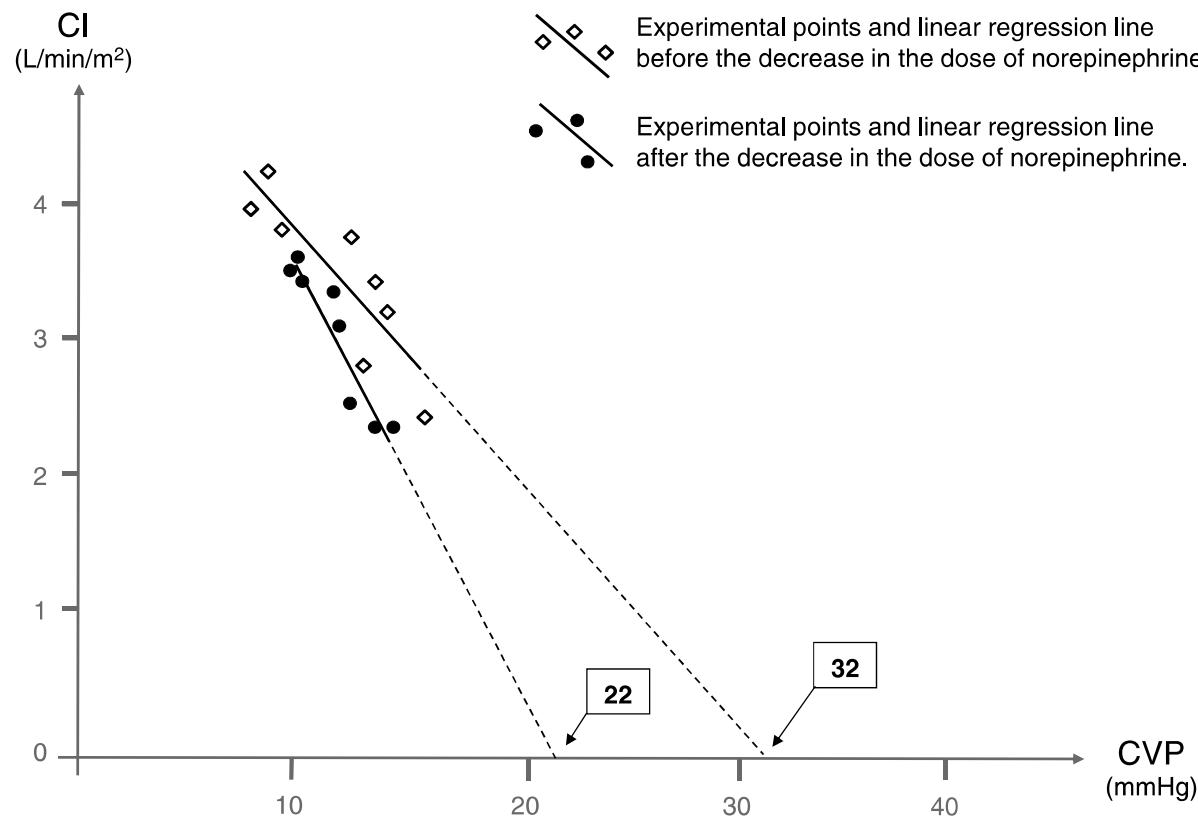
MAP (mm Hg)	81.65 ± 13.67	98.41 ± 10.68	85.14 ± 19.27	0.010
HR (min ⁻¹)	73.2 ± 17.0	72.7 ± 16.1 ^h	73.0 ± 16.1	0.419
CO (L·min ⁻¹)	4.06 ± 0.93	4.31 ± 0.86 ^d	4.16 ± 0.80	0.004
SV (mL)	57.5 ± 16.9	61.4 ± 16.8	59.2 ± 17.1	0.001
PCV (mm Hg)	7.57 ± 2.30	8.03 ± 2.68 ^e	7.37 ± 2.25	0.064
PMSF (mm Hg)	19.80 ± 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 ⁻¹)	2.97 ± 0.57	3.58 ± 0.64 ^{cf}	2.82 ± 0.73	0.026
RSYS (mm Hg·min·L ⁻¹)	18.83 ± 5.01	21.54 ± 4.36 ^g	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 ^a	11.9 ± 2.7 ^b	14.9 ± 3.7 ^a	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



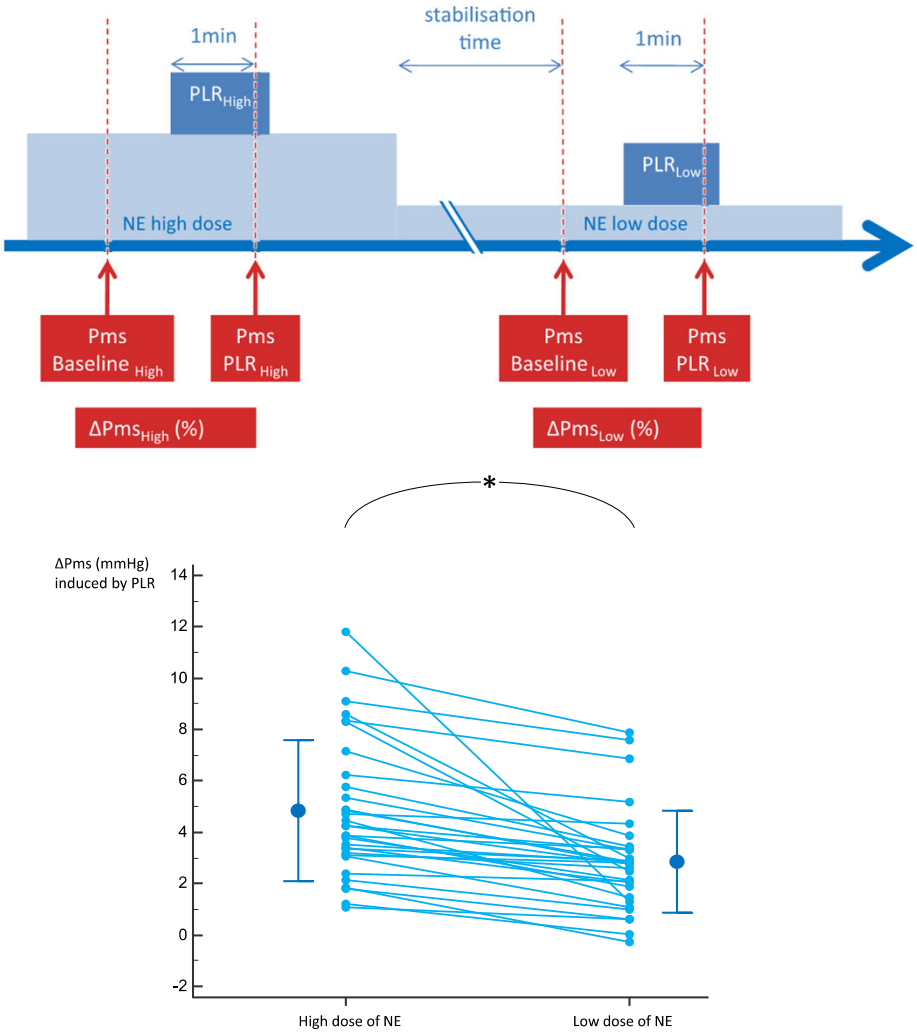
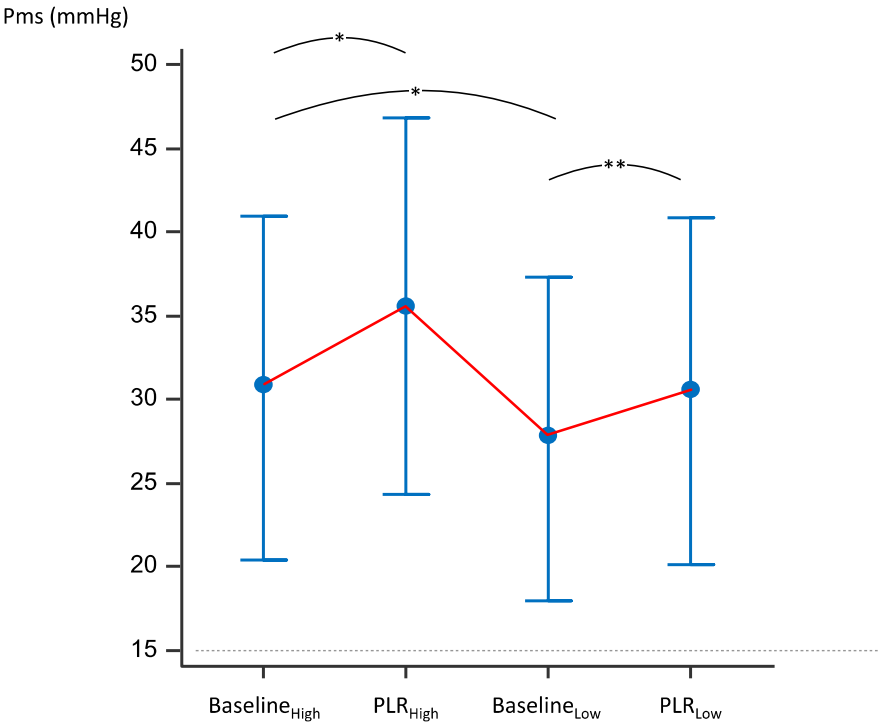
Retour Veineux – Théorie de Guyton

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

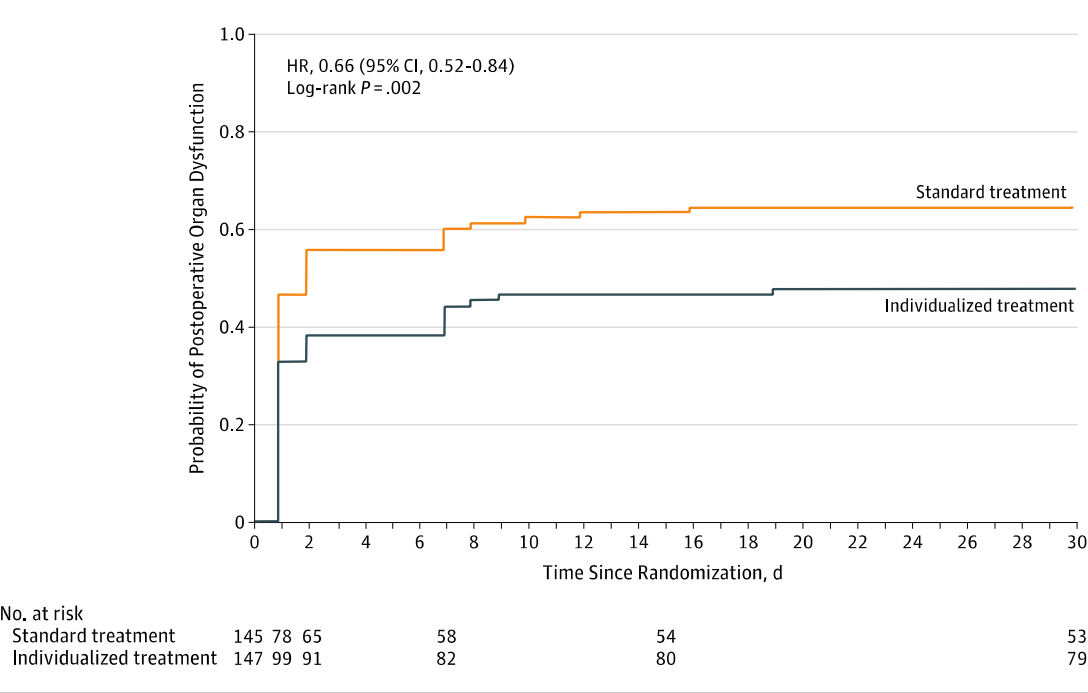
298 patients randomisés

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^a

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^{1,2*}, Glenn Hernandez³, Ingrid Alvarez¹, Luis E. Calderón-Tapia¹, Ramiro Manzano-Núñez¹, Alvaro I. Sánchez-Ortiz¹, Egarido Quiñones¹, Juan E. Ruiz-Yucuma¹, José L. Aldana^{1,2}, Jean-Louis Teboul⁴, Alexandre Biasi Cavalcanti⁵, Daniel De Backer⁶ and Jan Bakker^{3,7,8,9}

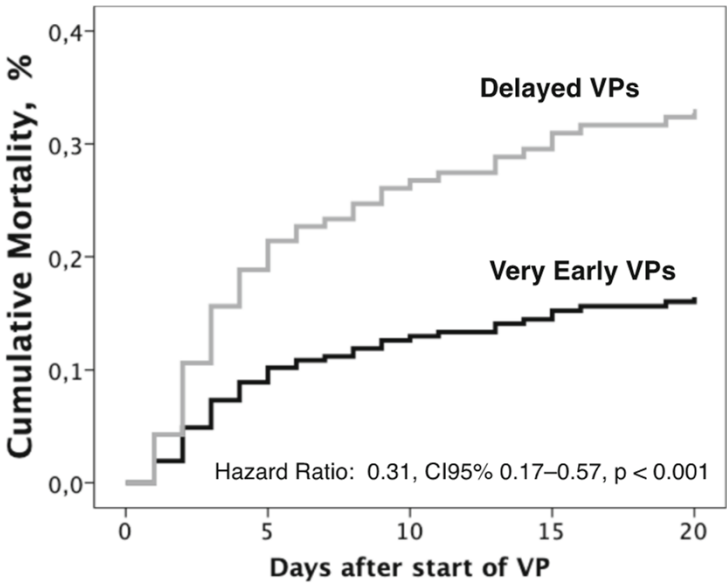
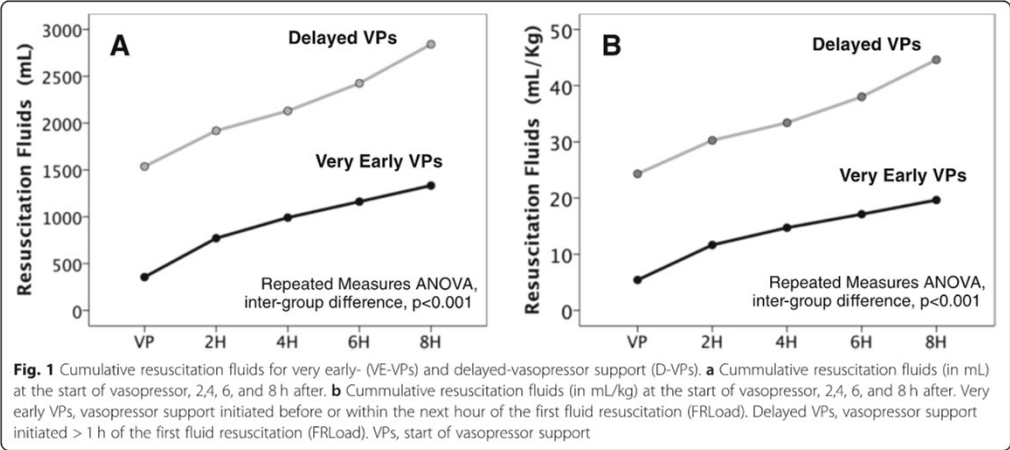


Etude prospective – Score de propension

N = 93 / Groupe

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

	HR	95% CI	<i>p</i>
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 ⁻¹)	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 ⁻¹ m ⁻²)	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 ⁻¹)	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 ⁻⁵ m ⁻²)	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^{1*}, M. Cannesson¹, B. S. Alexander¹, Z. Yu², Z. N. Kain¹, A. E. Cerussi³, B. J. Tromberg³ and W. W. Mantulin³

Baisse 20% de la TA

Bolus :

- Ephédrine : 5 à 20 mg
- Phényléphrine : 100 à 200 µg

Bolus de Phényléphrine

Bolus d'Ephédrine

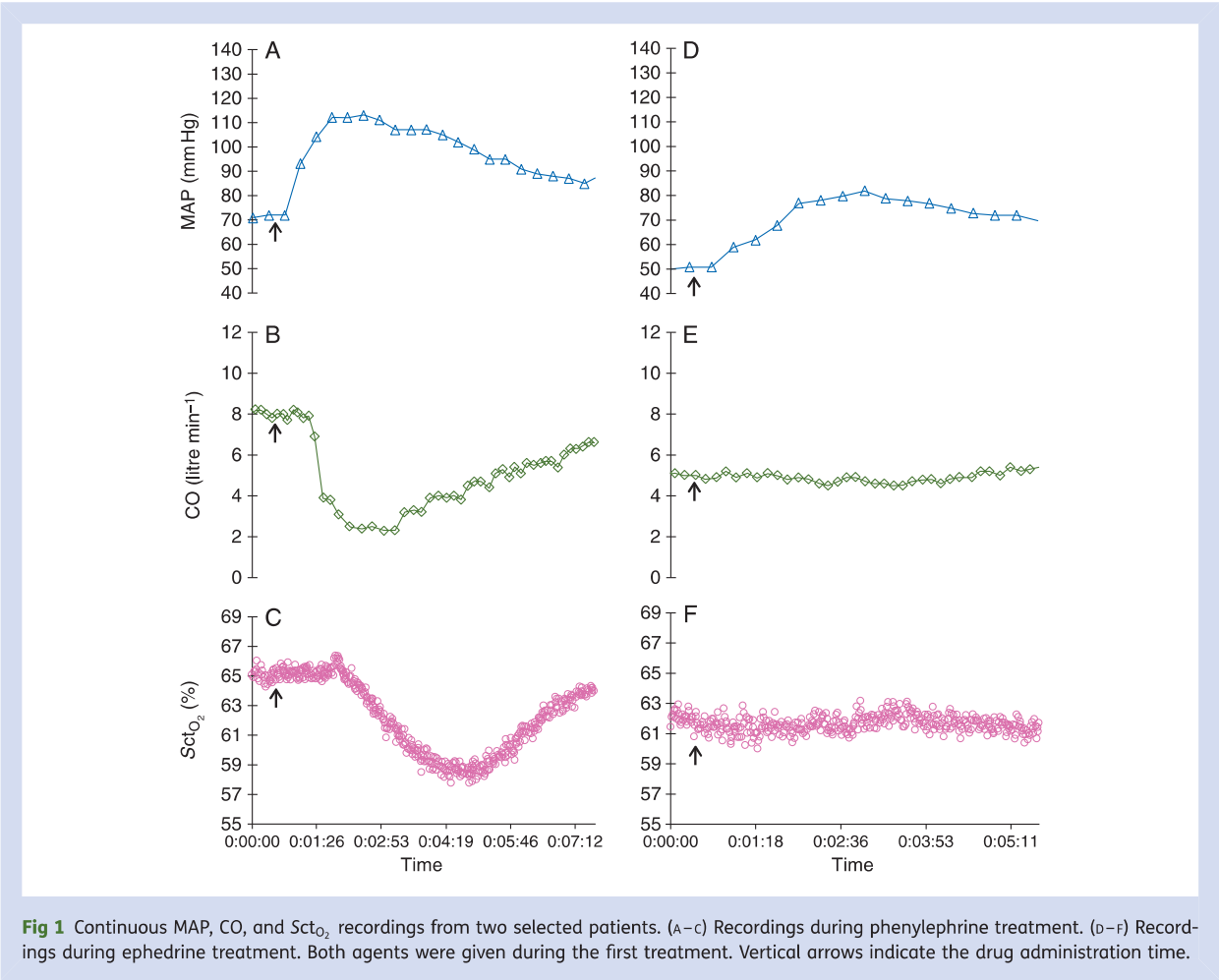


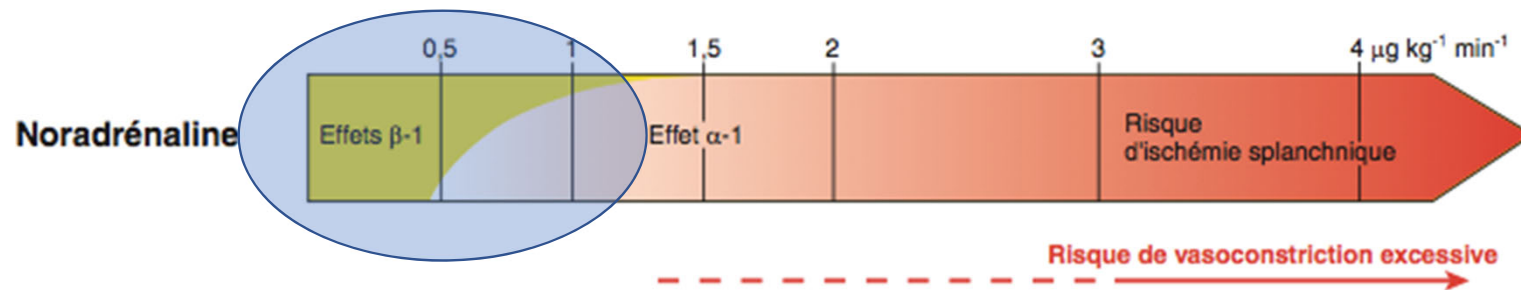
Fig 1 Continuous MAP, CO, and SctO₂ recordings from two selected patients. (A–C) Recordings during phenylephrine treatment. (D–F) Recordings during ephedrine treatment. Both agents were given during the first treatment. Vertical arrows indicate the drug administration time.

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux

Revisiter le rôle de la Noradrénaline

Réduction du volume non-contraint → Augmentation PVS

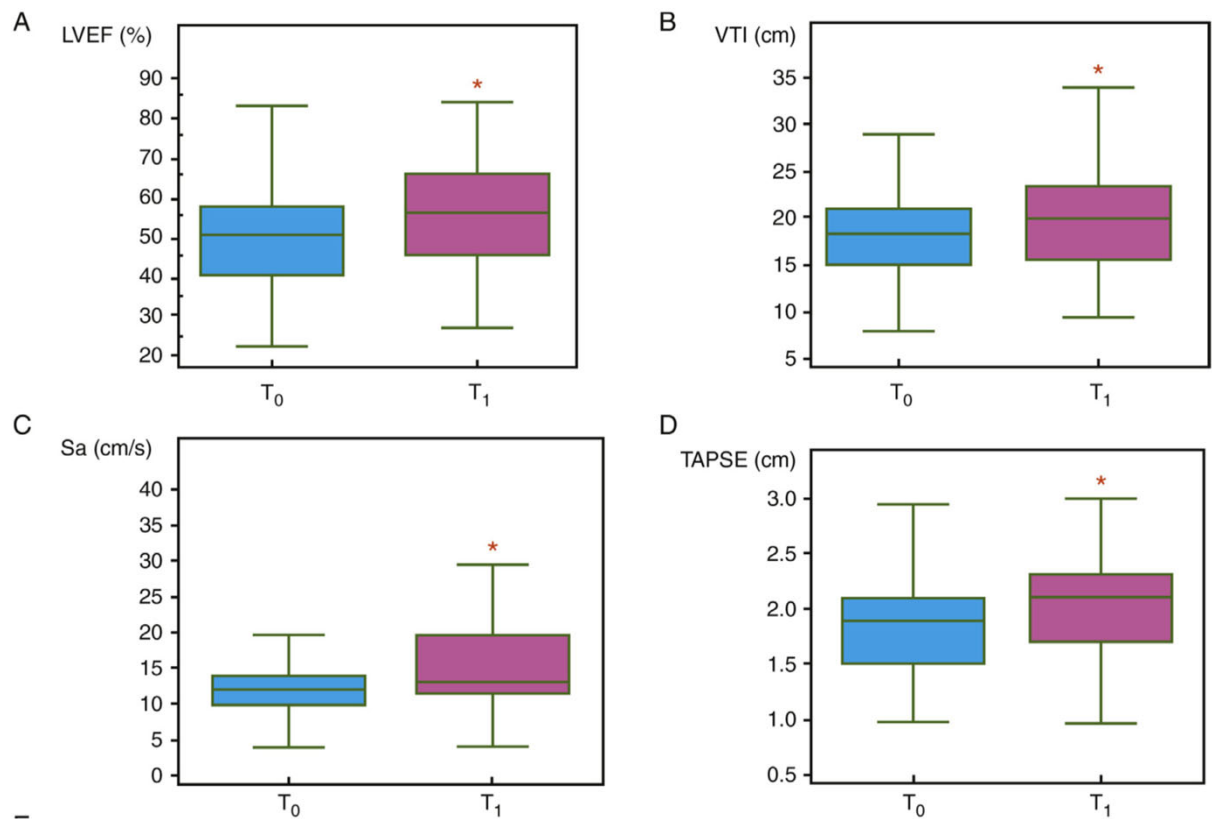


Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux

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

O. Hamzaoui^{1,*}, M. Jozwiak², T. Geffriaud², B. Sztrymf¹, D. Prat¹, F. Jacobs¹, X. Monnet², P. Trouiller¹, C. Richard² and J.L. Teboul²



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, MD¹; Michael R. Pinsky, MD, MCCM²; Rob B. de Wilde, PhD¹; Evert de Jonge, MD, PhD¹; Jos R. Jansen, MS, PhD¹

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

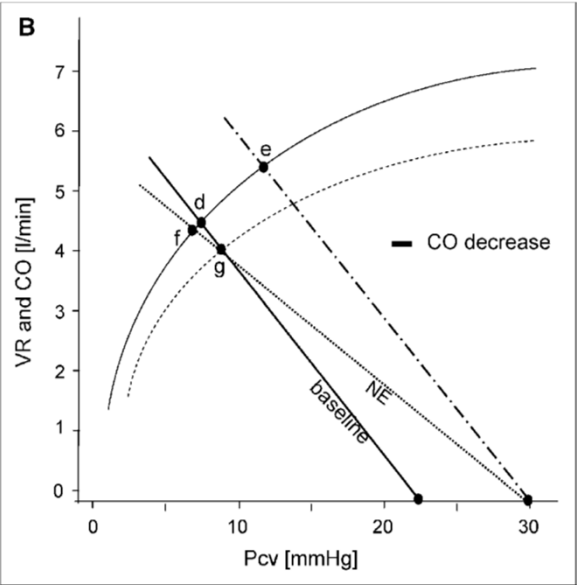
	Baseline-1	NE	Baseline-2	p	
All patients (n = 16)					
➡ MAP (mm Hg)	81.60±10.16	101.85±9.81	82.80±13.60	<0.001	
	HR (min ⁻¹)	74.4±14.0	70.1±13.8	75.7±14.1	0.003
➡ CO (L·min ⁻¹)	4.30±0.78	4.09±0.67	4.44±0.80	0.043	
	SV (mL)	59.4±13.3	60.4±15.2	60.7±15.6	0.825
	PCV (mm Hg)	7.61±2.07	8.55±2.35	7.58±2.13	<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 ⁻¹)	3.14±0.94	4.72±1.64	3.22±0.99	<0.001	
	RSYS (mm Hg·min·L ⁻¹)	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, MD¹; Michael R. Pinsky, MD, MCCM²; Rob B. de Wilde, PhD¹; Evert de Jonge, MD, PhD¹; Jos R. Jansen, MS, PhD¹



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 ⁻¹)	75.1±12.8	68.6±12.9 ^h	77.3±13.4	0.002
CO (L·min ⁻¹)	4.46±0.64	3.96±0.52 ^d	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 ^e	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 ⁻¹)	3.29±1.00	5.41±1.68 ^{cf}	3.48±0.93	0.001
RSYS (mm Hg·min·L ⁻¹)	16.67±2.34	24.37±3.74 ^g	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 ^a	5.3±2.9 ^b	8.7±3.6 ^a	<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^{a,b,*}, Bastien Durand^a, Emmanuel Besnier^c, Paul-Michel Mertes^d, Chloe Bernard^e, Maxime Nguyen^{a,b}, Vivien Berthoud^a, Osama Abou-Arab^f, Belaid Bouhemad^{a,b}, Collaborator study group¹

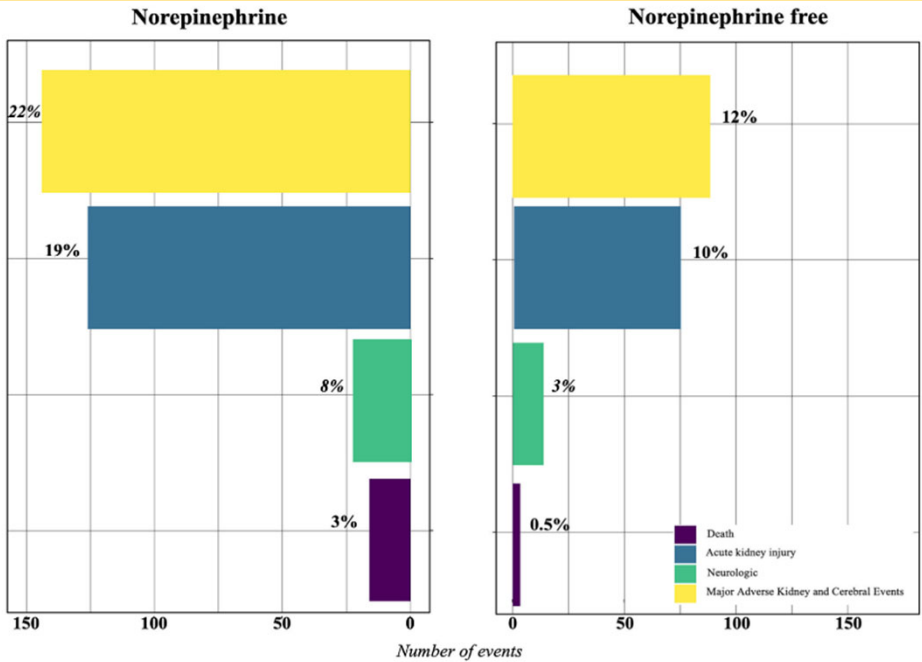


Table 2
Vaso-active support during surgery and ICU course.

	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 ⁻¹ .min ⁻¹)	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 ⁻¹ .min ⁻¹)	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 ⁻¹ .min ⁻¹)	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

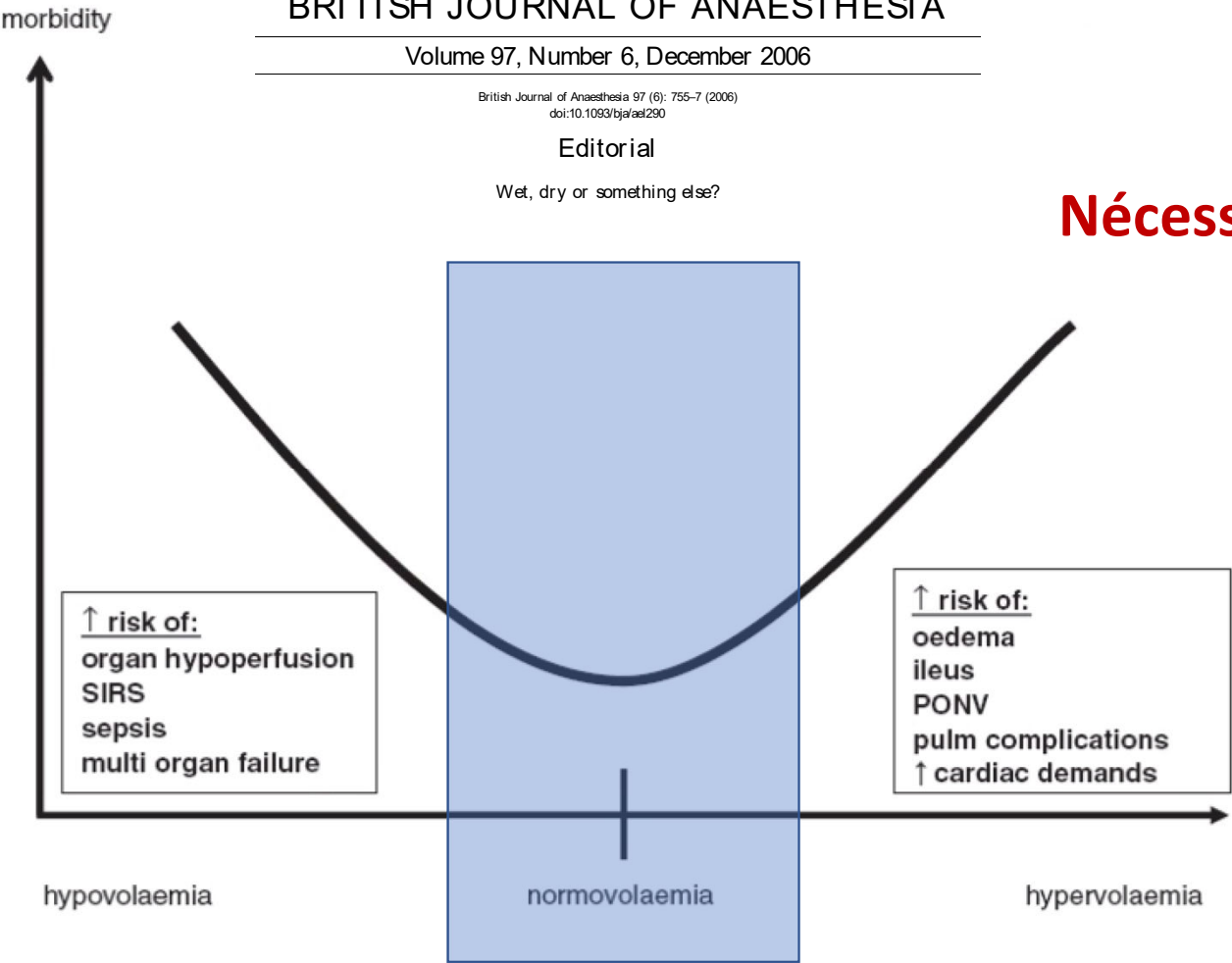
Volume 97, Number 6, December 2006

British Journal of Anaesthesia 97 (6): 755–7 (2006)
doi:10.1093/bja/ael290

Editorial

Wet, dry or something else?

Nécessité de monitorer

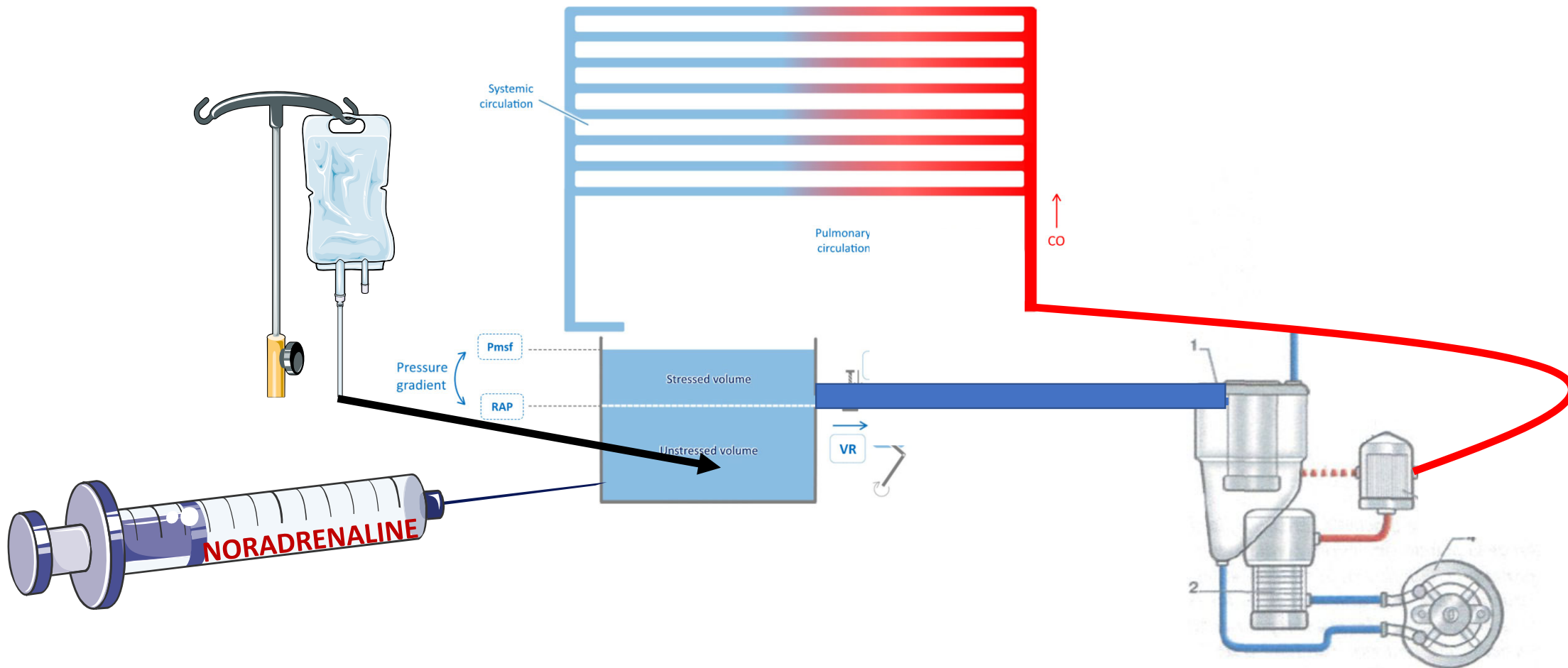


Retour Veineux et CEC

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^{1*} and Jean-Louis Vincent²

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

	Pro	Con
Measurements	Easy to measure Minimal apparatus Cheap	Errors in measurements Influence of mechanical ventilation 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 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 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

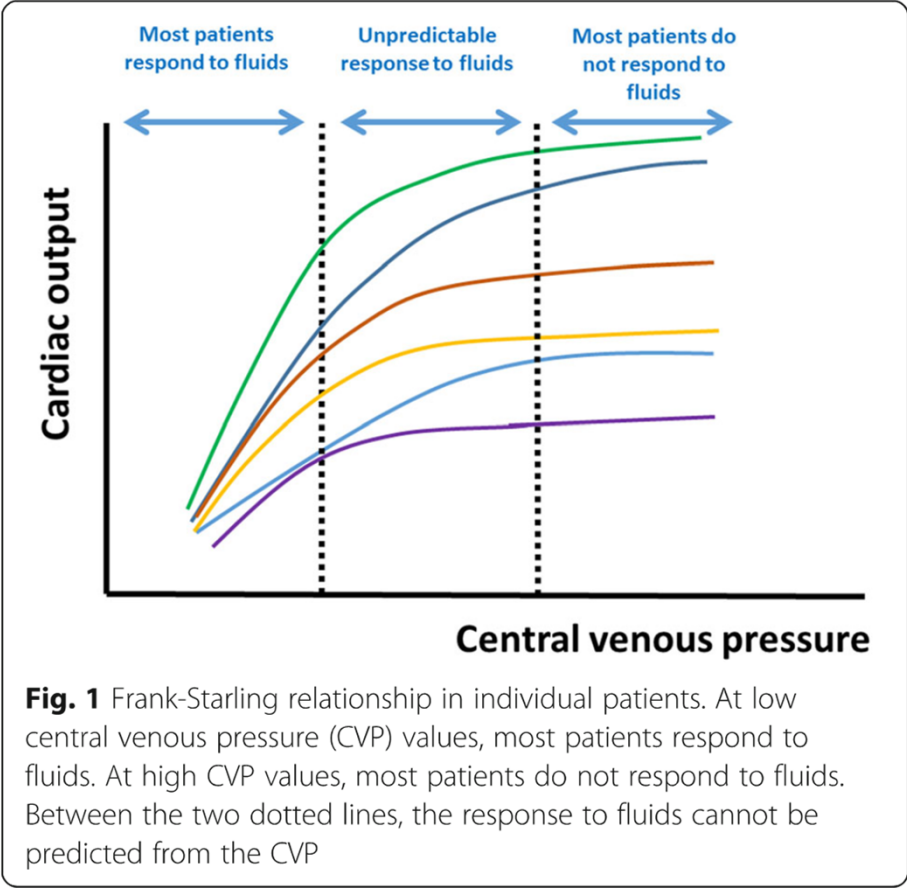
Retour Veineux – Théorie de Guyton

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^{1*} and Jean-Louis Vincent²



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^{1*} and Jean-Louis Vincent²

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

	Pro	Con
Measurements	Easy to measure Minimal apparatus Cheap	Errors in measurements Influence of mechanical ventilation 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 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 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

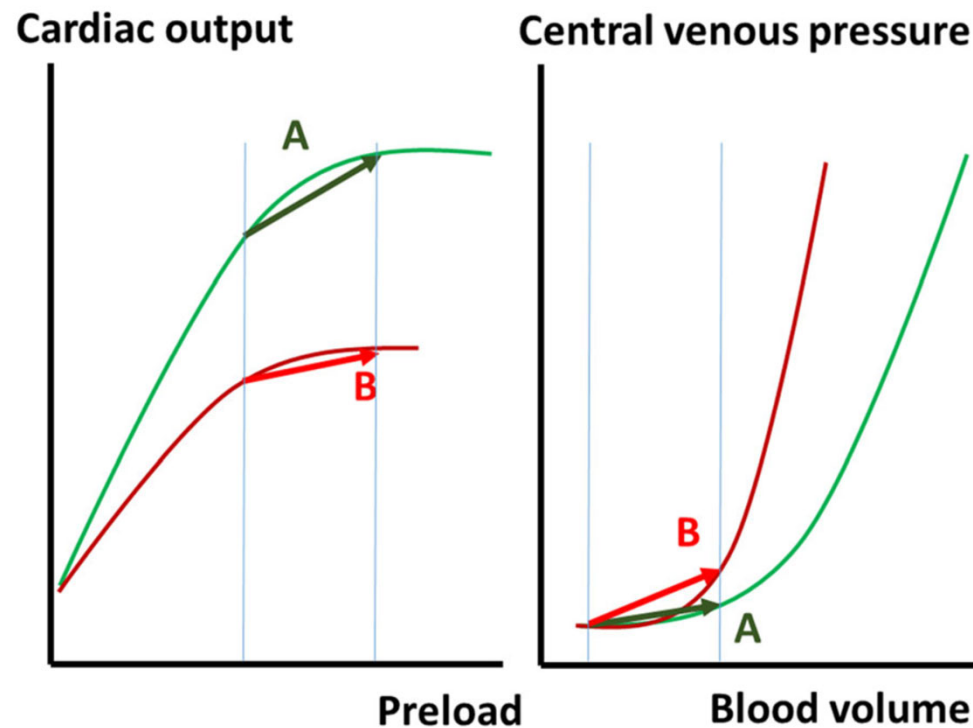
Retour Veineux – Théorie de Guyton

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

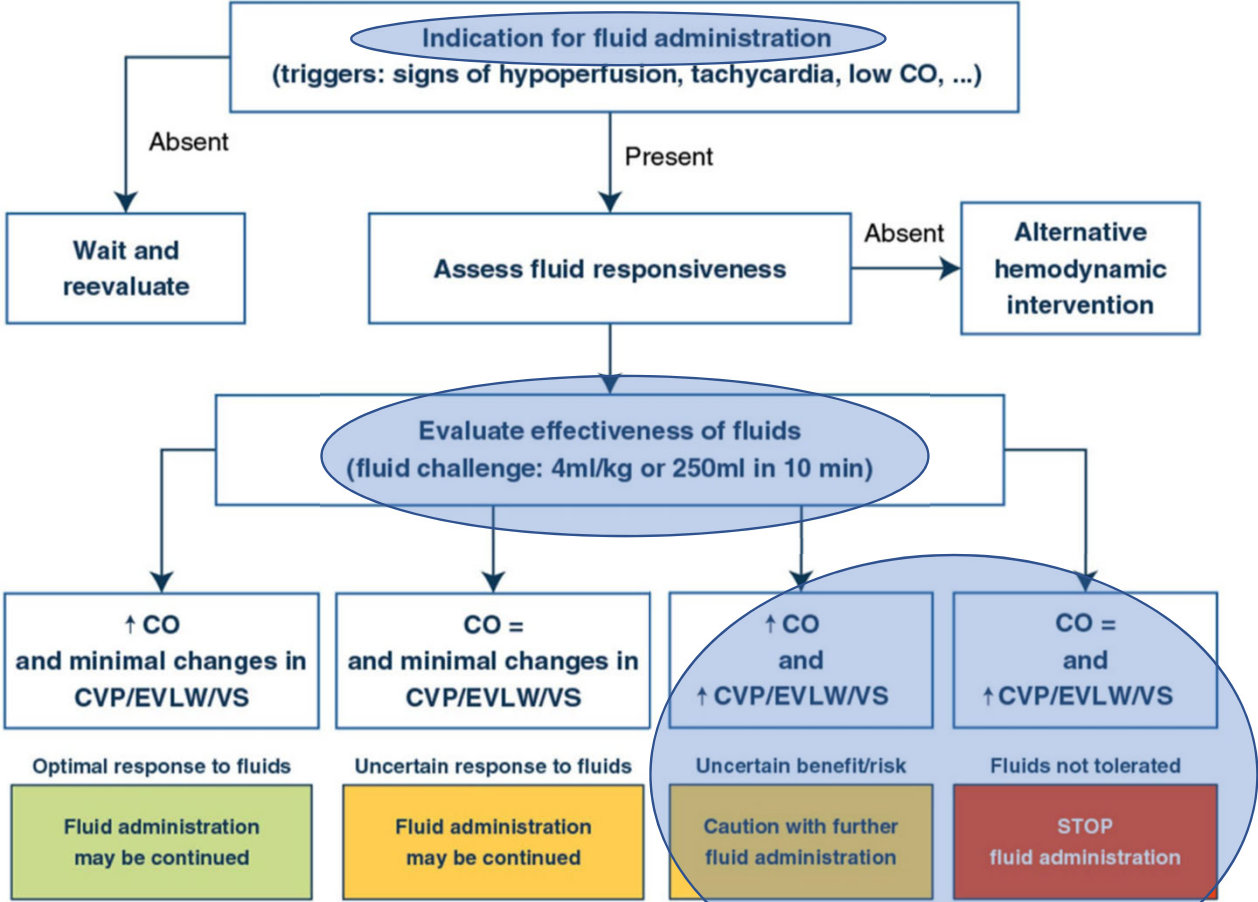
Daniel De Backer^{1*} and Jean-Louis Vincent²



Retour Veineux – Théorie de Guyton

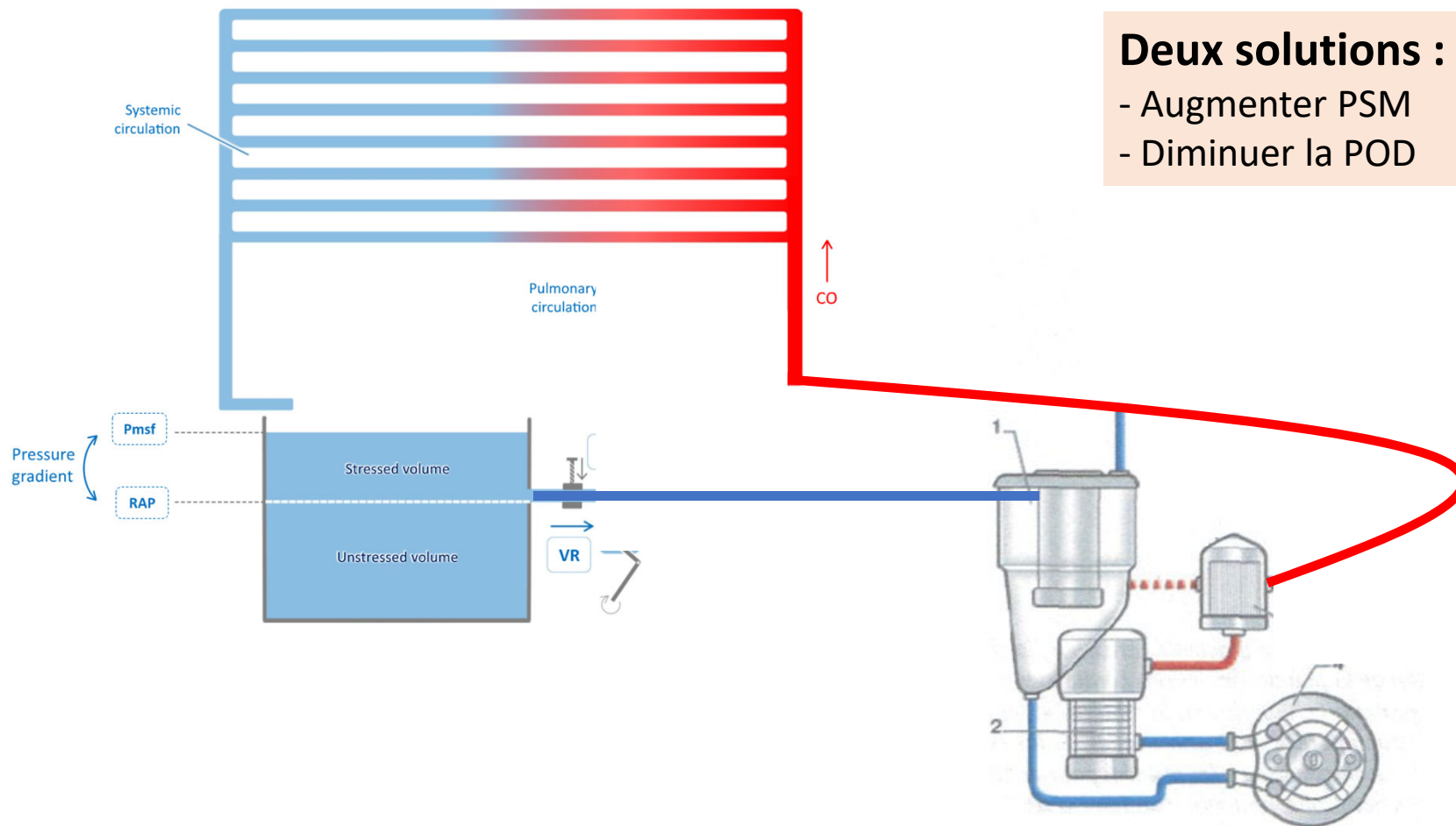
Comment se guider?

Comment réaliser un remplissage?



Retour Veineux et CEC

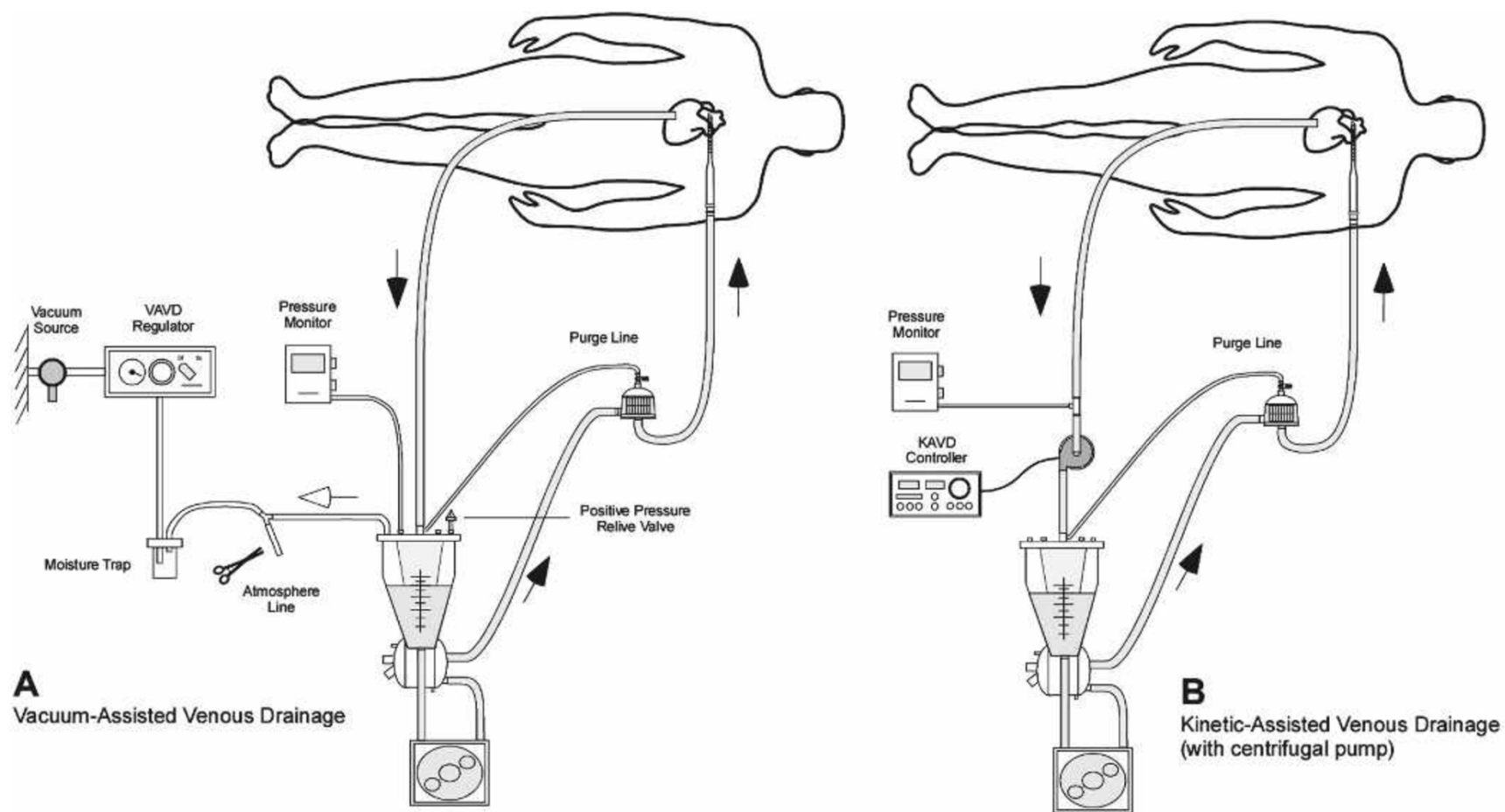
Drainage veineux en CEC



Retour Veineux et CEC

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

Drainage actif

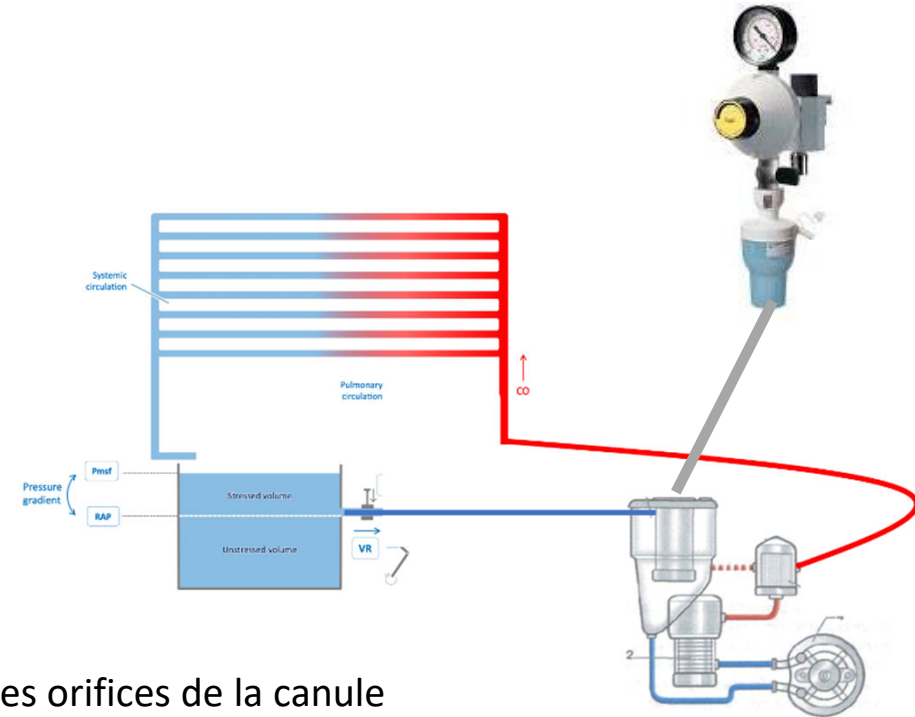


Retour Veineux et CEC

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

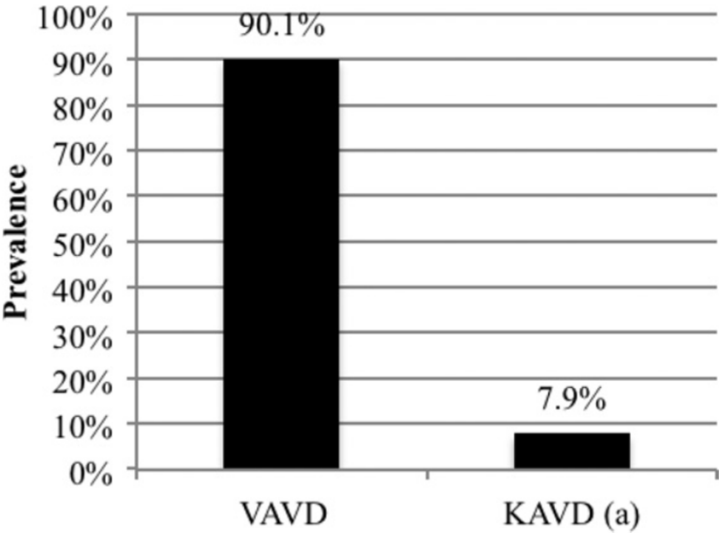


Figure 1. The use of VAVD and KAVD reported by respondents in 2014. VAVD, vacuum-assisted venous drainage; KAVD, kinetic-assisted venous drainage.

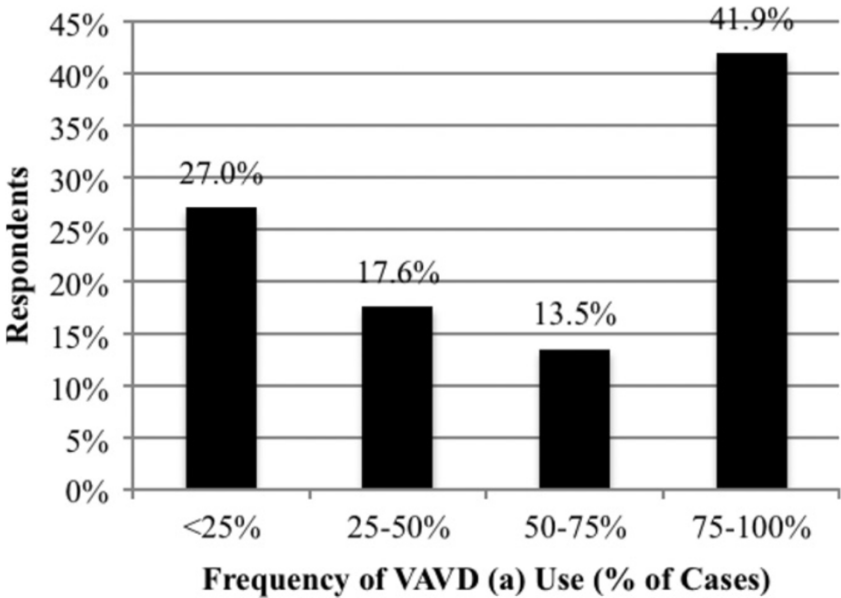


Figure 2. The frequency of VAVD use reported by respondents. VAVD, vacuum-assisted venous drainage.

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^{a,†}, Yongnan Li^{a,b,†}, Xiaolin Diao^c, Shujie Yan^a, Gang Liu^a, Mingyue Liu^a,
Qiaoni Zhang^a, Wei Zhao^{c,*†} and Bingyang Ji^{a,*†}

Etude rétrospective

2004 patients

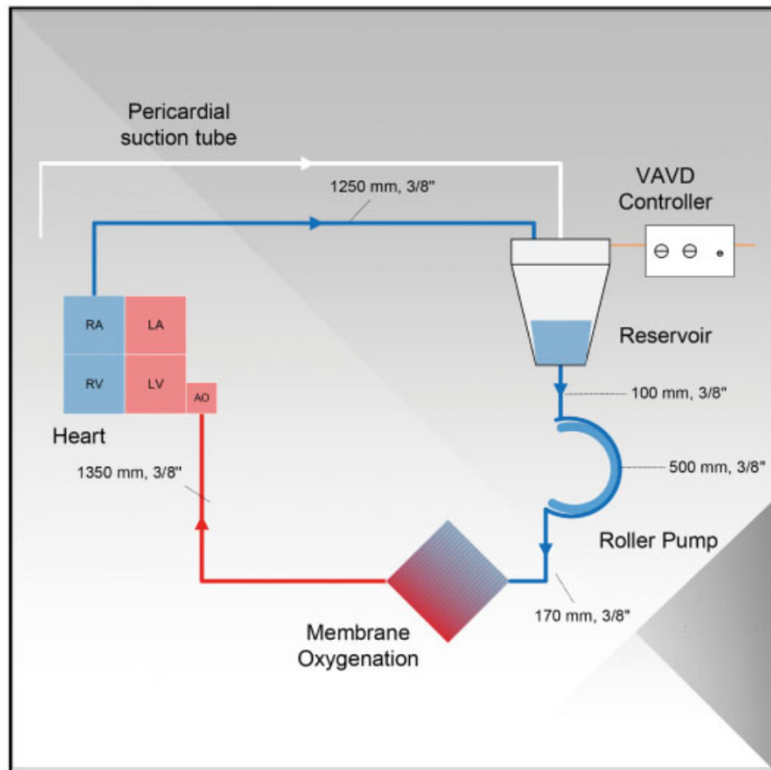


Table 3: Transfusion rate of patients between propensity-matched groups

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

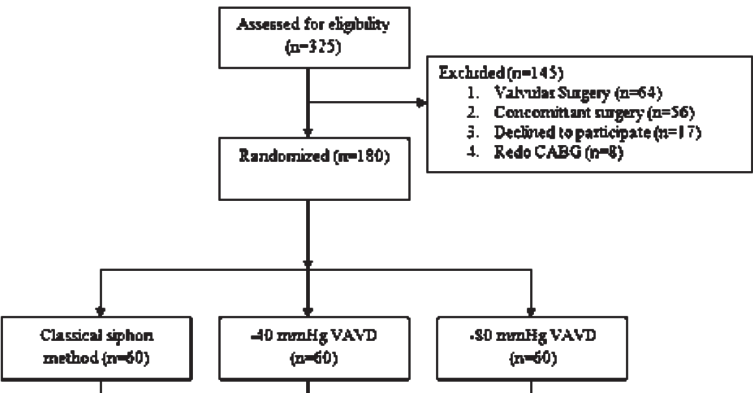
Retour Veineux et CEC

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. Goksedef¹ S. N. Omeroglu¹ O. O. Balkanay¹ E. S. Denli Yalvac¹ Z. Talas¹ A. Albayrak¹ G. Ipek¹



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 Aydin¹, Davut Cekmecelioglu^{2,3}, Serkan Celik², Ismail Yerli¹, Kaan Kirali²

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

	Group 1	Group 2	Control group	<i>P</i>
Plt (10 ^{x9} per liter)				
Preoperative	234.9 ± 70.2	254.7 ± 82.8	236.9 ± 55.2	0.629
Postop 24 th hour	156.5 ± 55.3	183.9 ± 62.1	172.2 ± 62.9	0.367
Postop 48 th 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 th hour	8.9 ± 1.4	8.9 ± 1.1	9.3 ± 1.2	0.508
Postop 48 th 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 th hour	439.5 ± 143.1	419.2 ± 148.6	411 ± 100.3	0.782
Postop 48 th 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 th hour	0.72 ± 0.41	1.26 ± 0.82	0.76 ± 0.51	0.6
Postop 48 th 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

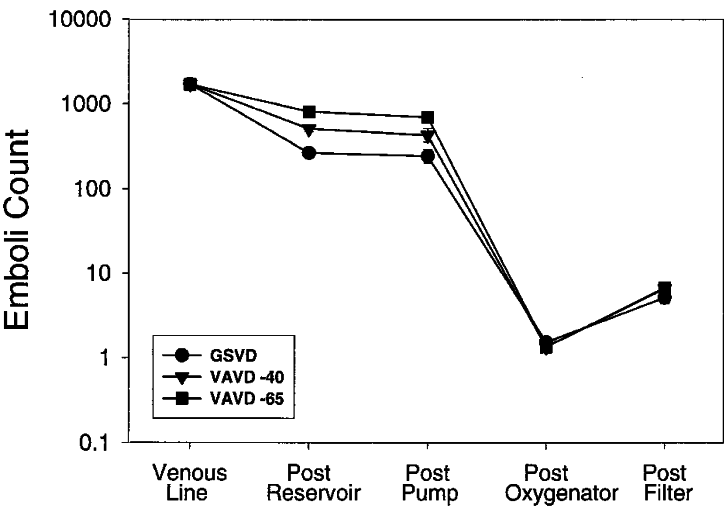
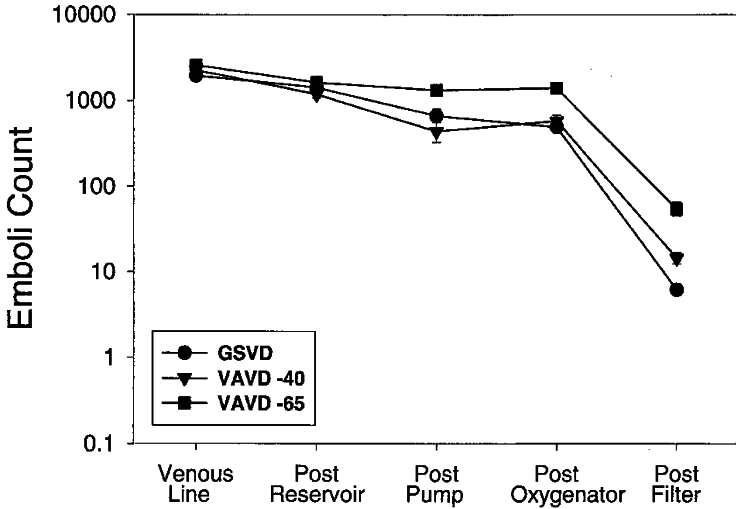
La CEC peut-elle être une solution pour améliorer le retour veineux?

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^{a,†}, Yongnan Li^{a,b,†}, Xiaolin Diao^c, Shujie Yan^a, Gang Liu^a, Mingyue Liu^a, Qiaoni Zhang^a, Wei Zhao^{c,*†} and Bingyang Ji^{a,*†}

2004 patients

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

Characteristics	Overall (n = 2004)	VAVD (n = 1002)	Gravity drainage (n = 1002)	Mean differences (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 ¹² /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 ⁹ /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 00 (2019) 1–42
doi:10.1093/ejcts/ezz267



2019 EACTS/EACTA/EBCP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery

Authors/Task Force Members: Alexander Wahba ^{a,b,*†} (Chairperson) (Norway), Milan Milojevic ^{c,d,*†} (Serbia, Netherlands), Christa Boer ^e (Netherlands), Filip M.J.J. De Somer ^f (Belgium), Tomas Gudbjartsson ^g (Iceland), Jenny van den Goor ^h (Netherlands), Timothy J. Jones ⁱ (UK), Vladimir Lomivorotov ^j (Russia), Frank Merkle ^k (Germany), Marco Ranucci ^l (Italy), Gudrun Kunst ^{m,*†} (Chairperson) (UK) and Luc Puis ^{n,*†} (Chairperson) (Belgium)

Recommendations for use of assisted venous drainage

Recommendations	Class ^a	Level ^b	Ref ^c
It is recommended that an approved venous reservoir be used for assisted venous drainage.	I	C	
It is recommended that the venous line pressure be monitored when using assisted venous drainage.	I	C	
Excessive negative venous pressures are not recommended due to the deleterious haemolytic effects.	III	B	[236]

^aClass of recommendation.
^bLevel of evidence.
^cReferences.

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?

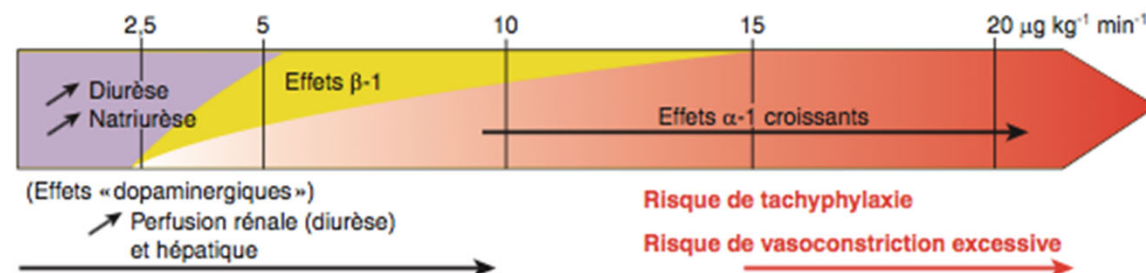
Physiologie du système nerveux autonome

SNA = Cible pharmacologique

Dopamine

- Catécholamine naturelle
- Effets sur les récepteurs adrénergiques :
 - Effet α_1
 - Effet β_1 et β_2
 - Effet δ
- Récepteurs δ :
 - Récepteurs spécifiques de la dopamine
 - Vasodilatation mésentérique, splanchnique, rénale
- Effet dépendant de la posologie

Dopamine



Retour Veineux – Théorie de Guyton

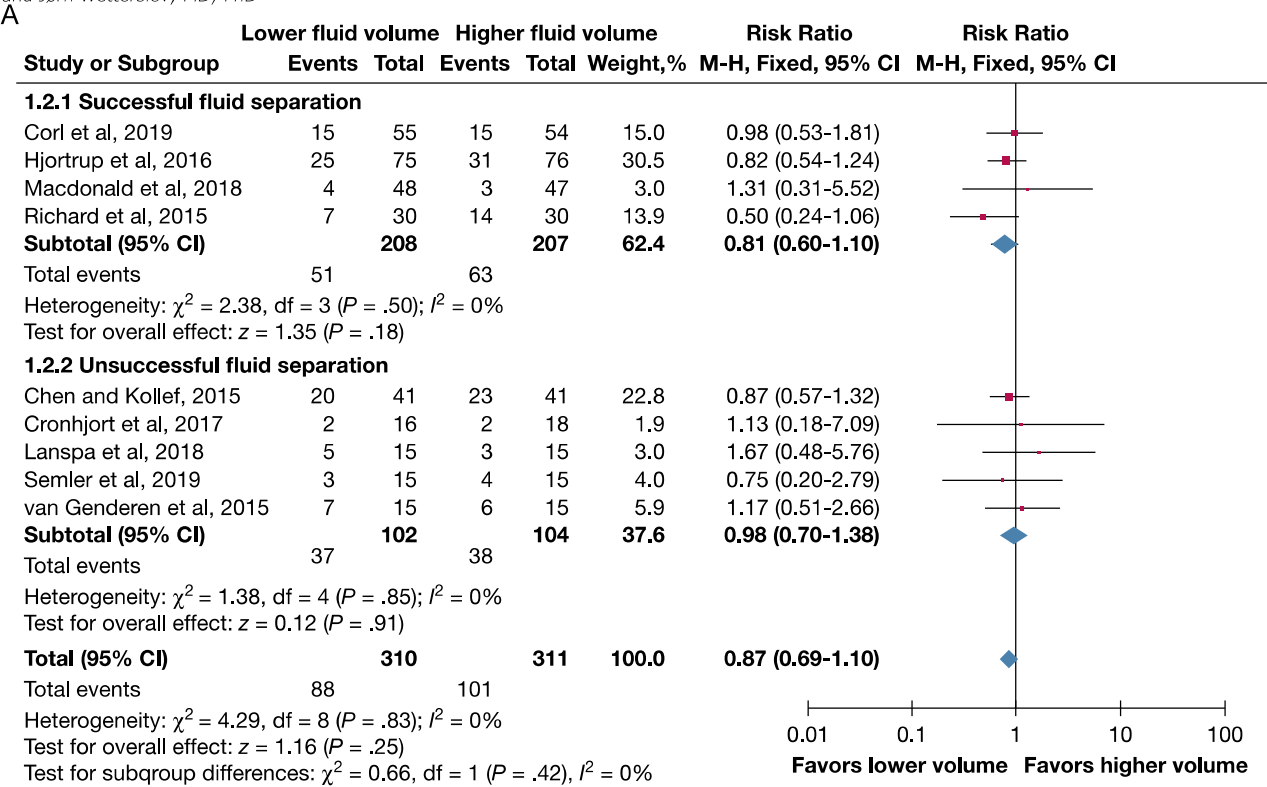
Comment améliorer le retour veineux ?

Lower vs Higher Fluid Volumes During Initial Management of Sepsis

A Systematic Review With Meta-Analysis and Trial Sequential Analysis



Tine Sylvest Meyhoff, MD; Morten Hylander Møller, MD, PhD; Peter Buhl Hjortrup, MD, PhD; Maria Cronhjort, MD, PhD; Anders Perner, MD, PhD; and Jørn Wetterslev, MD, PhD



Dopamine

- **Les effets constatés :**

- 1-3 $\mu\text{g/kg/min}$: effet δ dominant : vasodilatation splanchnique et rénale
- 3-10 $\mu\text{g/kg/min}$: effet β : inotrope + et chronotrope +
- > 10 $\mu\text{g/kg/min}$: effet α_1 dominant, augmentation RAS et RAP
 - Baisse débits périphériques et HTAP
- Action indirecte : libération des stock de Noradrénaline endogène

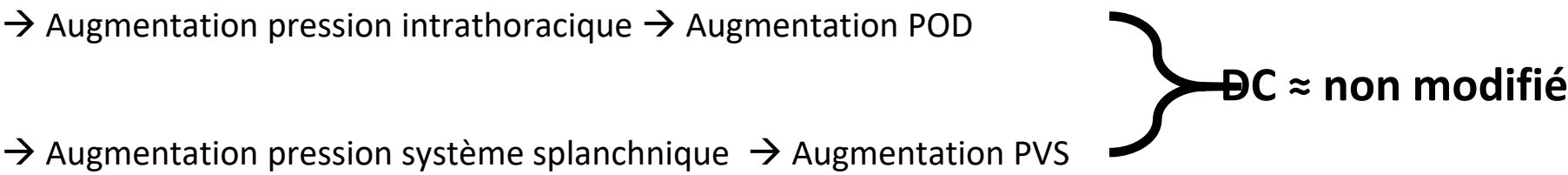
- **Indications :**

- Choc septique : peut être proposé, protection rénale?
- Choc cardiogénique
- Peu utilisé actuellement

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Quels sont les déterminants du retour veineux ?

Ventilation mécanique



Effect of PEEP, blood volume, and inspiratory hold maneuvers on venous return

David Berger,¹ Per W. Møller,^{1,2} Alberto Weber,³ Andreas Bloch,¹ Stefan Bloechlinger,^{1,4} Matthias Haenggi,¹ Søren Søndergaard,² Stephan M. Jakob,¹ Sheldon Magder,⁵ and Jukka Takala¹

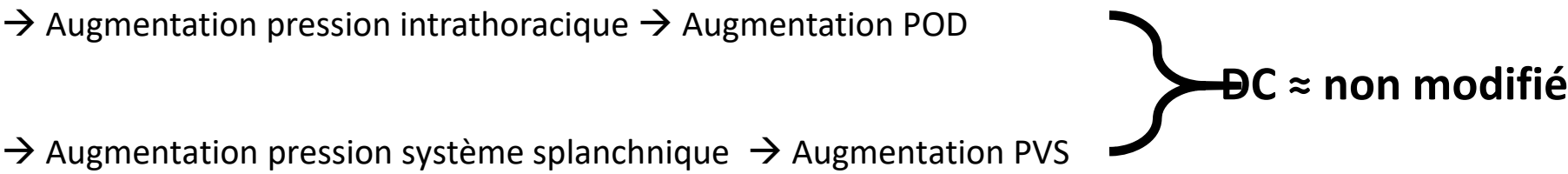
Table 1. *Effect of PEEP and blood volume on hemodynamics*

	PEEP 5 cmH ₂ O, n = 9	PEEP 10 cmH ₂ O, n = 9	P‡	Euolemia PEEP 5 cmH ₂ O, n = 8	Bleeding PEEP 5 cmH ₂ O, n = 8	Hypervolemia PEEP 5 cmH ₂ O, n = 8	P‡
Heart rate, beats/min	100 (29)	96 (23)	0.685	102 (21)	129 (31)	106 (20)	0.001
MAP, mmHg	63 (7)	61 (12)	0.609	60 (10)	50 (11)	63 (12)	0.012
PAP, mmHg	18 (3)	20 (3)	0.018	19 (3)	17 (3)	23 (3)	<0.001
POD RAP, mmHg	5.9 (1.6)	7.5 (1.4)	<.001	5.9 (1.6)	5.1 (1.7)	8.2 (1.9)	<0.001
ΔRAP _{tm_{exp}} *, mmHg		0.26 (1.02)	0.496		0.29 (0.62)	0.98 (1.26)	0.033
Q _{PA} , l/min	2.75 (0.43)	2.56 (0.45)	0.094	2.80 (0.46)	2.20 (0.42)	3.27 (0.42)	<0.001
PVS MSFP _{RAO} , mmHg	12.9 (2.5)	14.0 (2.6)	0.002	13.0 (2.8)	10.8 (2.2)	16.4 (3.0)	<0.001
VRdP, mmHg	7.0 (2.2)	6.5 (2.3)	0.033	7.0 (2.4)	5.7 (1.7)	8.2 (2.2)	<0.001
RVR, mmHg/l ⁻¹ ·min	2.53 (0.52)	2.53 (0.63)	0.945	2.49 (0.59)	2.60 (0.58)	2.50 (0.52)	0.489
Blood volume‡, ml/kg	Before PEEP changes 96 (14)			Before bleeding 98 (16)	After bleeding 89 (15)	In hypervolemia 113 (21)	0.008

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Quels sont les déterminants du retour veineux ?

Ventilation mécanique



Effect of PEEP, blood volume, and inspiratory hold maneuvers on venous return

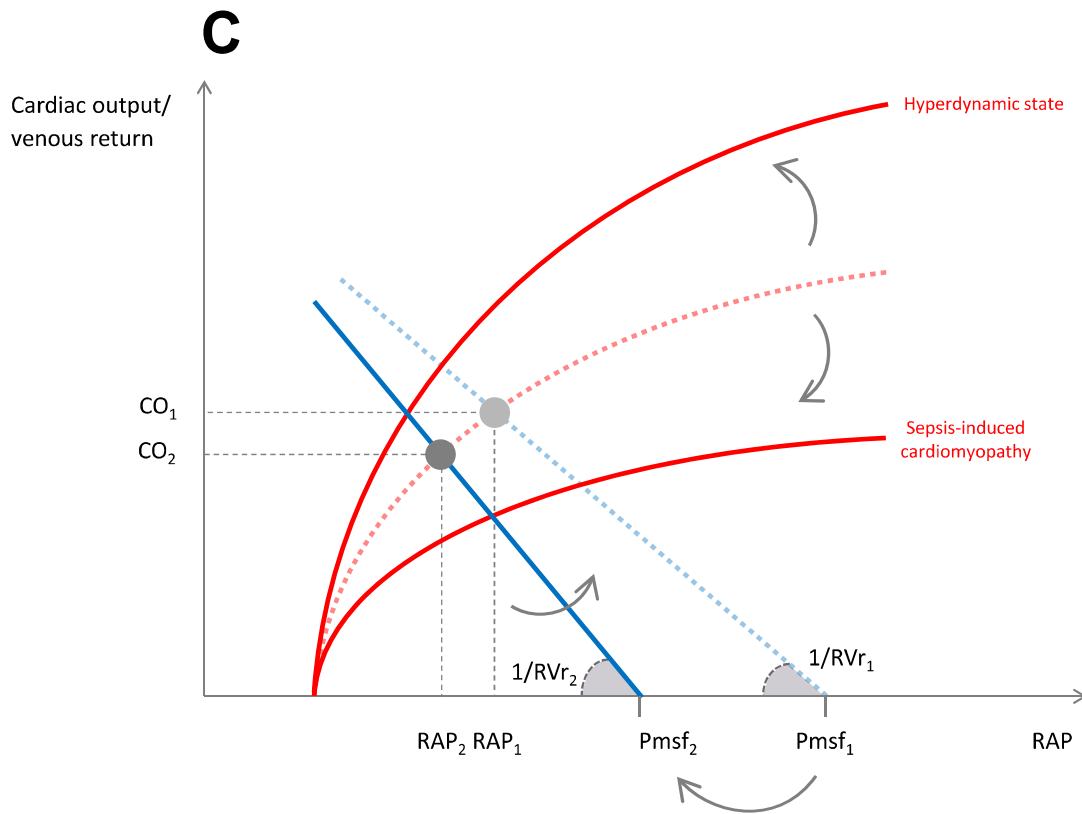
David Berger,¹ Per W. Møller,^{1,2} Alberto Weber,³ Andreas Bloch,¹ Stefan Bloechlinger,^{1,4} Matthias Haenggi,¹ Søren Søndergaard,² Stephan M. Jakob,¹ Sheldon Magder,⁵ and Jukka Takala¹

Table 1. *Effect of PEEP and blood volume on hemodynamics*

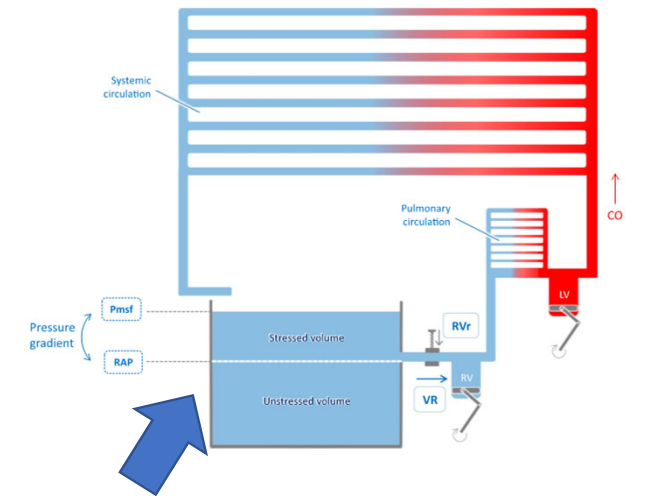
	PEEP 5 cmH ₂ O, n = 9	PEEP 10 cmH ₂ O, n = 9	P‡	Euolemia PEEP 5 cmH ₂ O, n = 8	Bleeding PEEP 5 cmH ₂ O, n = 8	Hypervolemia PEEP 5 cmH ₂ O, n = 8	P‡
Heart rate, beats/min	100 (29)	96 (23)	0.685	102 (21)	129 (31)	106 (20)	0.001
MAP, mmHg	63 (7)	61 (12)	0.609	60 (10)	50 (11)	63 (12)	0.012
PAP, mmHg	18 (3)	20 (3)	0.018	19 (3)	17 (3)	23 (3)	<0.001
RAP, mmHg	5.9 (1.6)	7.5 (1.4)	<.001	5.9 (1.6)	5.1 (1.7)	8.2 (1.9)	<0.001
ΔRAP _{tm_{exp}} *, mmHg		0.26 (1.02)	0.496		0.29 (0.62)	0.98 (1.26)	0.033
Q _{PA} , l/min	2.75 (0.43)	2.56 (0.45)	0.094	2.80 (0.46)	2.20 (0.42)	3.27 (0.42)	<0.001
MSFP _{RAO} , mmHg	12.9 (2.5)	14.0 (2.6)	0.002	13.0 (2.8)	10.8 (2.2)	16.4 (3.0)	<0.001
RV VRdP, mmHg	7.0 (2.2)	6.5 (2.3)	0.033	7.0 (2.4)	5.7 (1.7)	8.2 (2.2)	<0.001
RVR, mmHg/l ⁻¹ ·min	2.53 (0.52)	2.53 (0.63)	0.945	2.49 (0.59)	2.60 (0.58)	2.50 (0.52)	0.489
Blood volume‡, ml/kg	Before PEEP changes 96 (14)			Before bleeding 98 (16)	After bleeding 89 (15)	In hypervolemia 113 (21)	0.008

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Situations pathologiques

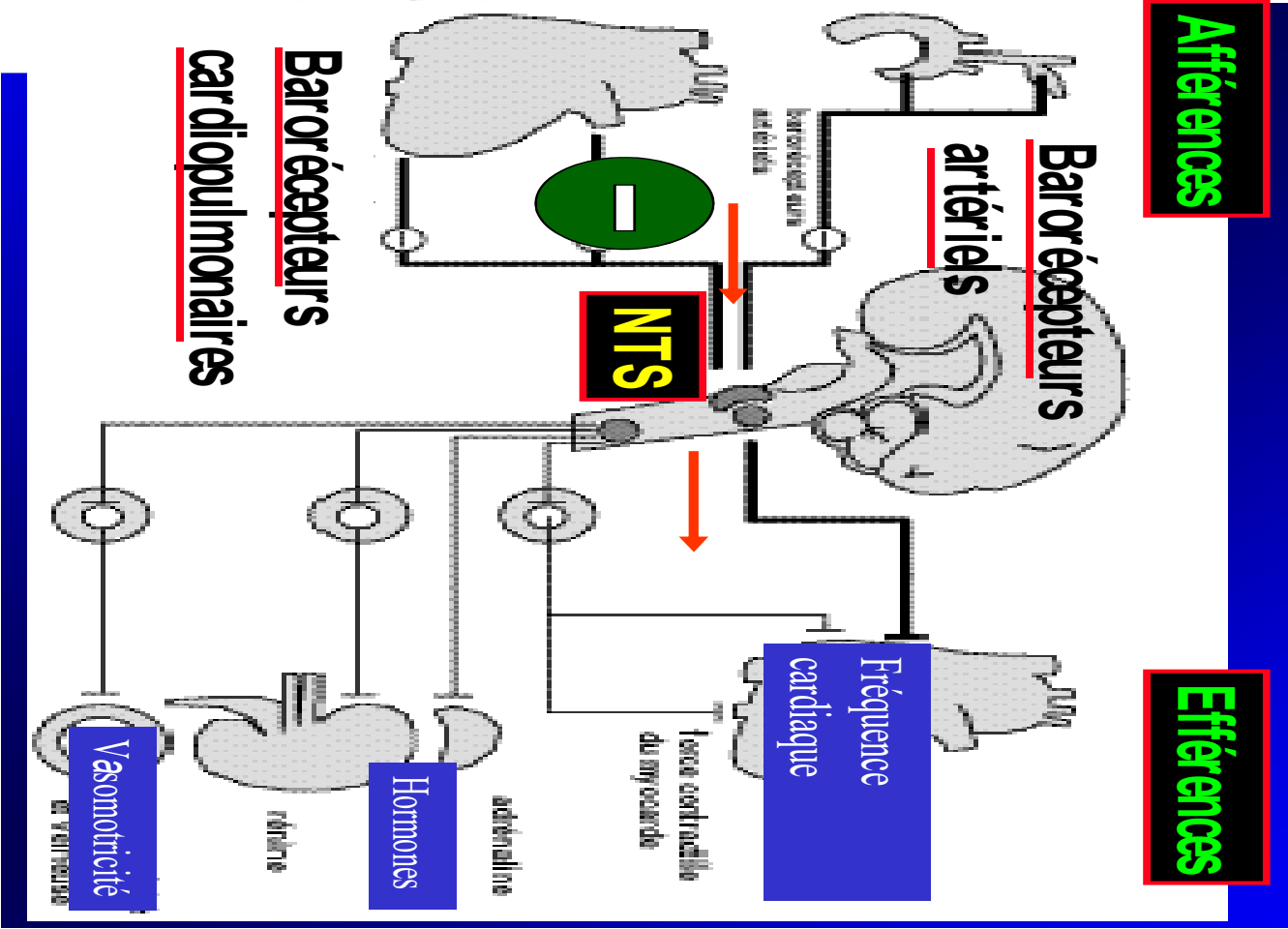


Choc septique



Vasodilatation → Réduction PVS

Physiologie du système nerveux autonome
Régulation de la Pression Artérielle



Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment se guider?

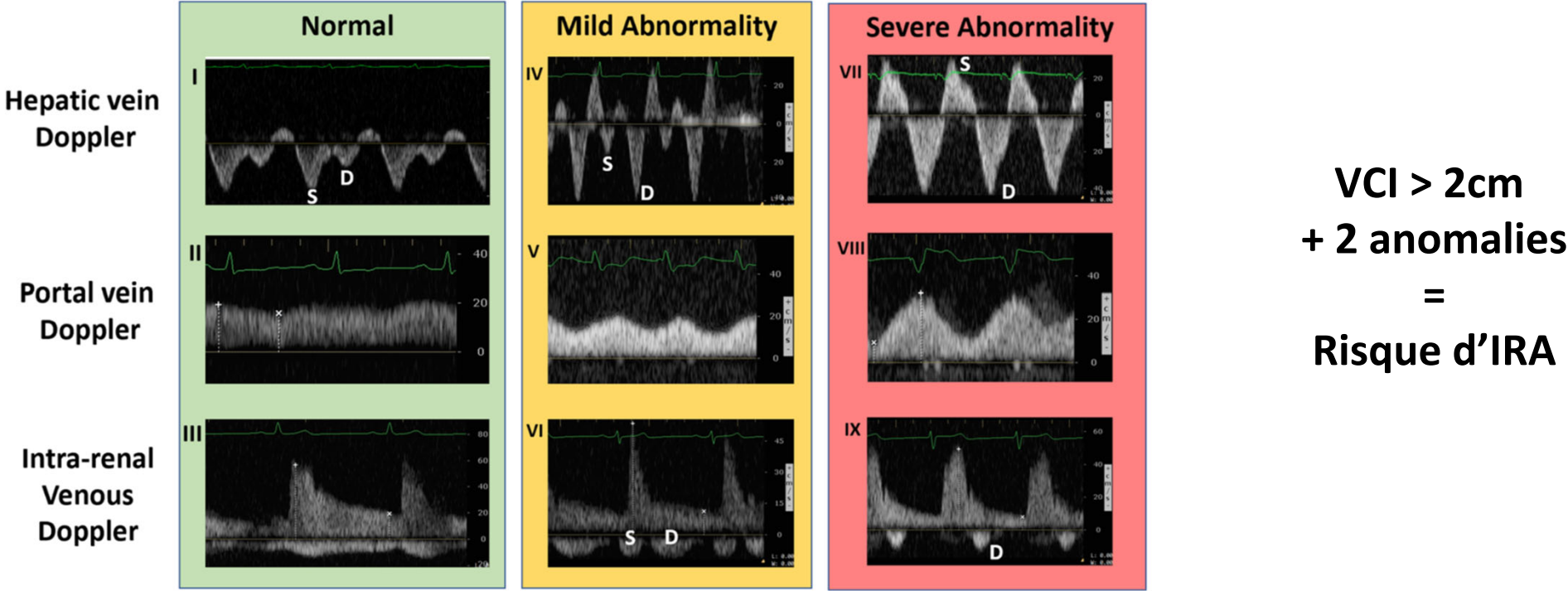
Comment se guider : rôle de l'échographie

ORIGINAL ARTICLE

Open Access

Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system

William Beaubien-Souligny^{1,2*}, Philippe Rola³, Korbin Haycock⁴, Josée Bouchard⁵, Yoan Lamarche⁶, Rory Spiegel⁷ and André Y. Denaut^{1,8}



Physiologie du système nerveux autonome

Exploration du SNA

L'augmentation de l'activité sympathique (augmentation 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

