



Système nerveux autonome Retour Veineux et CEC

DU Circulation extracorporelle et Suppléances d'organes

Dr LABASTE François, MD – PhD
labaste.f@chu-toulouse.fr
@LabasteF

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 β2)
Cœur	Baisse de la fréquence	Augmentation de la fréquence et de la force de contraction (β1)
Artères et veines	Constriction (α) ou dilatation (β)
Poumons	Bronchoconstriction	Bronchodilatation (β2)
Système digestif	Motilité et sécrétion augmentées	Motilité et sécrétion diminuée (α et β2)
Pancréas endocrine	Augmente la sécrétion d'insuline	Baisse la sécrétion d'insuline (α)
Pancréas exocrine	Augmente la sécrétion enzymatique	Diminue la sécrétion enzymatique (α)
Rien	Augmente la sécrétion de rénine (β1)
Vessie	Favorise la miction	Favorise la rétention urinaire (β1)
Organes sexuels	Erection	Éjaculation (α)
Utérus	Variable selon la phase du cycle	Variable selon la phase de cycle
Tissu adipeux	Catabolisme lipidique (β)
Glandes sudoripares	Augmente la sudation (α)

Système nerveux autonome

Physiologie du système nerveux autonome Anatomie

• SNA = rôle essentiel dans le contrôle de l'homéostasie de l'organisme

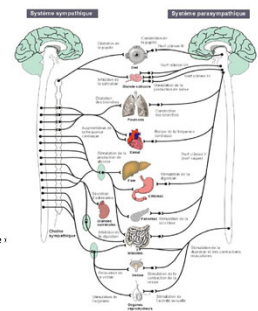
• Deux systèmes :
• Orthosympathique : excitateur : dorso-lombaire
• Parasympathique : inhibiteur : cranio-sacré

• Organisation propre

• Fonctions différentes

Viscères : fonctionnement propre

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



Physiologie du système nerveux autonome Fonctions

Adaptation aux contextes pour maintenir l'homéostasie

Parasympathique

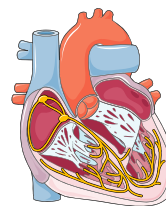
1. ↘ du métabolisme
 2. ↘ du rythme cardiaque et respiratoire
 3. Activation glandes salivaires et digestives
 4. ↗ des apports sanguins aux organes digestifs et urinaires
 5. Activation de la motilité gastro intestinale et vésicale
- Stockage des réserves

Orthosympathique

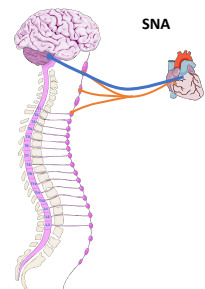
1. ↗ du métabolisme
2. ↗ du débit cardiaque et fonction respiratoire (ventilation)
3. Ralentissement de la digestion et de la filtration urinaire
4. Redirection des apports sanguins vers les muscles
5. ↗ du glucose sanguin

Physiologie du système nerveux autonome Anatomie

Système intrinsèque Autonomie



SNA

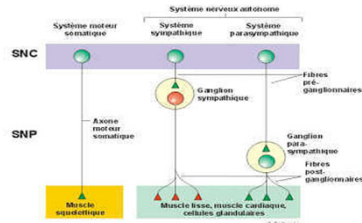


Physiologie du système nerveux autonome

Anatomie

- **Système nerveux somatique** : un motoneurone

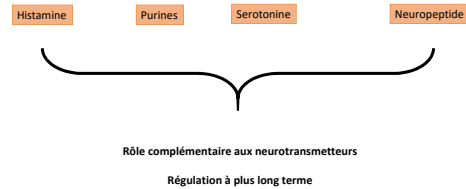
- **Système nerveux autonome**



Physiologie du système nerveux autonome

Récepteurs

Neurotransmetteurs non-adrénergiques et non-cholinergiques



Physiologie du système nerveux autonome

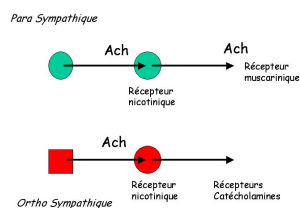
Récepteurs

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

- Acétylcholine
- Noradrénaline
- Adrénaline

- **Récepteurs** :
 - Pré-ganglionnaire : Nicotiniques
 - Para S : Muscariniques
 - Ortho S
 - Récepteurs alpha
 - Récepteurs Bêta

- **Cellules effectrices**



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

Récepteurs

- **Synthèse des neurotransmetteurs** :

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

- **Métabolisme**

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

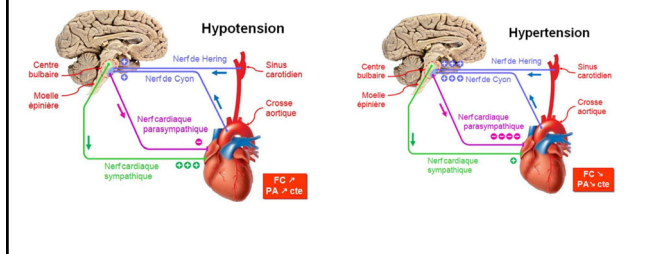
Physiologie du système nerveux autonome

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 = Cible pharmacologique

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

Action par interactions avec le système nerveux autonome

Catécholamines	α_1	α_2	β_1	β_2	DA1	DA2
ADRENALINE	+++	+++	++	+++	0	0
NORADRENALINE	+++	0	+	0	0	0
DObutamine	0	+	0	0	+++	+++
0-3 $\mu\text{g/kg/min}$	+	+	++	+	++	++
3-10 $\mu\text{g/kg/min}$	++	++	++	+	+	+
> 10 $\mu\text{g/kg/min}$	+	0	+++	++	0	0
ISOPRENALINE	0	0	++	+++	0	0
PHENYLEPHRINE	++++	++++	0	0	0	0
EPHEDRINE	+++	+++	+	0	0	0

Physiologie du système nerveux autonome SNA et système cardiovasculaire : récepteurs

Différents effets car différents types de récepteurs avec fonctionnement variable

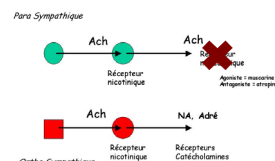
- **Récepteurs alpha :**
 - α_1 : muscles lisses Vx, vessie, iris, tube digestif, bronches
→ vasoconstriction, miction, mydriase, bronchodilatation
 - α_2 : muscles lisses Vx, pancréas
→ vasoconstriction, baisse sécrétion d'insuline
- **Récepteurs Béta : 7 domaines transmembranaires**
 - β_1 : surtout localisation cardiaque et rein
→ inotrope +, bathmotrope +, chronotrope +, augmentation rénine (augmentation volume sanguin circulant)
 - β_2 : localisation cardiaque mais surtout vasculaires et bronchiques
→ Cardio, vasodilatation, bronchodilatation
 - β_3 et β_4

Physiologie du système nerveux autonome SNA = Cible pharmacologique

Atropine

- **Cible pharmacologique : récepteurs muscariniques**

- **Pharmacodynamie :**
 - Antagoniste des récepteurs muscariniques
 - Bloque l'action de l'acétylcholine
= parasympatholytique



Physiologie du système nerveux autonome SNA et système cardiovasculaire : récepteurs

Récepteurs α

α_1 inotropisme, bathmotropisme

α_1 vasoconstriction

α_2 vasoconstriction

Récepteurs β

CELLULES MYOCARDIQUES

β_1 inotropisme, chronotropisme, dromotropisme, bathmotropisme lusitropisme

β_2 inotropisme, chronotropisme

SYST ARTERIEL et VEINEUX

β_2 vasodilatation

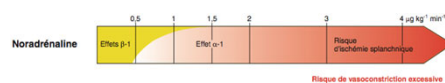
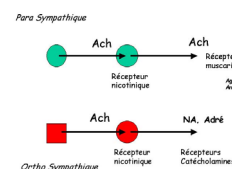
Physiologie du système nerveux autonome SNA = Cible pharmacologique

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



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 = équilibre entre para et orthosympathique

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

Diminution de la FC

Accélération de la FC

= altération du devenir du patient

Physiologie du système nerveux autonome
SNA = 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
 - Anythmogène
 - 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 = équilibre entre para et orthosympathique

Dysautonomies

Ex : Dysautonomie du diabétique

20 à 40% des diabétiques hospitalisés
 50% chez les patients diabétiques hypertendus

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

Physiologie du système nerveux autonome
SNA = équilibre entre para et orthosympathique

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

Diminution de la FC

Accélération de la FC

Physiologie du système nerveux autonome
Altération SNA ↔ Risque de complications postopératoires

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

Augmentation du risque de FA / Evénements CV / Complications globales Mortalité

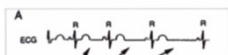
Physiologie du système nerveux autonome Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires

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 baroréflex tend donc à corriger la perturbation tensionnelle initiale (Ach : acétylcholine ; NA : noradrénaline).

intervalle RR. D'une manière générale, les résultats four-
nis 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

réglée 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 seul permettant de stratifier les patients ; enfin, cette variable doit être corrélée aux événements. Nous tenterons de déterminer pour quelles pathologies ces conditions sont remplies.



E.P. Souza Neto et al. / Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation 22 (2003) 425-432

Physiologie du système nerveux autonome Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires

Baroreflex sensitivity and outcomes following coronary surgery



N = 144

14% de BRS avec Index < 3 ms/mmHg

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

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

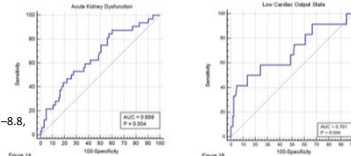


Fig 1. Receiver operating characteristics curve of BRS/LF as predictor of acute kidney dysfunction and low cardiac output state. Receiver operating characteristics curve of BRS/LF (baroreflex sensitivity low frequency) as predictor of acute kidney dysfunction (panel A) and low cardiac output state (panel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

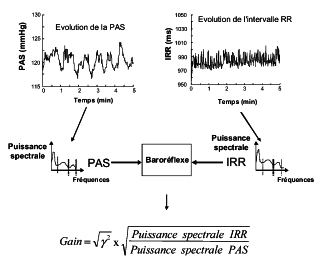
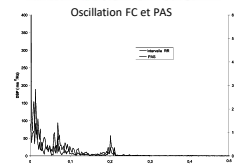
Physiologie du système nerveux autonome Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires

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 baroréflex tend donc à corriger la perturbation tensionnelle initiale (Ach : acétylcholine ; NA : noradrénaline).

intervalle RR. D'une manière générale, les résultats four-
nis 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



E.P. Souza Neto et al. / Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation 22 (2003) 425-432

Physiologie du système nerveux autonome Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires



The Journal of Pain

Available online 9 August 2023

In Press, Corrected Proof What's this? 7



Original Reports

Higher Cardiovascular Baroreflex Sensitivity Predicts Increased Pain Outcomes After Cardiothoracic Surgery

Heberto Suarez-Roca^a, Nergmeldeen Mamoun^a, Lana L. Watkins^a, Andrey V. Bortsov^a, Joseph P. Mathew^a

Physiologie du système nerveux autonome Altération SNA <--> Risque de complications postopératoires

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 baroréflex tend donc à corriger la perturbation tensionnelle initiale (Ach : acétylcholine ; NA : noradrénaline).

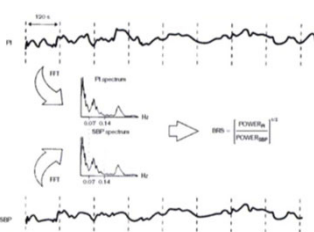
intervalle RR. D'une manière générale, les résultats four-
nis par ces méthodes sont assez bien corrélés, soit qu'on
les compare entre eux, soit qu'on les compare avec les
valeurs fournies par les méthodes invasives [2, 3].

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

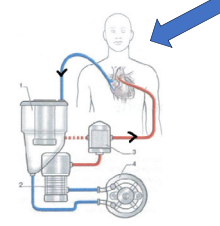


EX : PA \nearrow 10 mmHg et RR \nearrow 100 ms
BRS = 100/10 = 10 ms/mmHg

E.P. Souza Neto et al. / Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation 22 (2003) 425-432

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

Médicaments d'anesthésie



Physiologie du système nerveux autonome

SNA et Anesthésie

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

Système parasympathique :

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

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

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

Physiologie du système nerveux autonome
SNA et Anesthésie

Etomidate

Agoniste GABA

Agoniste GABA

Recepteurs du GABA

7 mm
5 mm
3 mm

Mito. extracellulaire
Pore. cellule
Cytosol

8 mm

Effets

0.4 0.2 0.2 0.2

0.4 0.2 0.2 0.2

0.4 0.2 0.2 0.2

β2 et β3

Mécanismes

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

Conséquences hémodynamiques

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

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et Anesthésie

Propofol

- Symptômes cholinergiques (GABA-A)
- ↓MSNA/↓ANa plasmatique
- Dépression du baroréflexe → faible tachycompensation

Dose standard : 2 à 2,5 mg/kg

Baisse de 15 à 30 % de la

Vaisseaux (pré/post-charge)

- Vasodilatation artérielle (BKCA, ± NG) → ↓SVR
- Venodilatation → ↑capacité → ↓retour veineux (↓précharge)

Myocarde

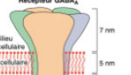
- Inotropie négative modérée
- ↓ entrée Ca²⁺ (canaux L-type), altération couplage E-C

Conséquences hémodynamiques

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

CC(C)c1cc(O)c(C(C)C)cc1

Action Allostérique
Prolongation de l'effet du GABA



Différences

Propofol	Etomidate
• Anesthésie, 0,5-1 mg/kg	• Anesthésie, 0,1-0,3 mg/kg
• ↓SVR	• ↓SVR
• ↓PM	• ↓PM
• ↓tachycardie	• ↓tachycardie
• ↓pression artérielle	• ↓pression artérielle
• ↓pression veineuse	• ↓pression veineuse
• ↓pression capillaire	• ↓pression capillaire
• ↓pression pulmonaire	• ↓pression pulmonaire
• ↓pression artérielle	• ↓pression artérielle
• ↓pression veineuse	• ↓pression veineuse
• ↓pression capillaire	• ↓pression capillaire
• ↓pression pulmonaire	• ↓pression pulmonaire

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et Anesthésie

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

J. A. Hannam^{1,2}, S. J. Mitchell^{1,3}, D. Cumins⁴, C. Frampton¹, A. F. Merry^{1,5,6}, M. R. Moore¹ and C. J. Kruger¹

(British Journal of Anaesthesia, 122 (2) 349-359 (2010))

N = 75 par groupe

Chirurgie cardiaque

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

Physiologie du système nerveux autonome

SNA et Anesthésie

The effect of propofol on haemodynamics: cardiac output, venous return, mean systemic filling pressure, and vascular resistances¹

F. de Witte^a, A. L. van Vliet^a, R. B. de Wiltde^a, J. R. Jansen^a, J. Vuyk^b, L. P. Aarts^a, E. de Jongh^a, D. P. Veelo^a and R. P. Geerts^{a,c}

17 patients
Chirurgie abdominale majeure

⇒ PA
M
↑ FC

⇒ Résistances
artérielles et
veineuses

DC = effet neurale

Parameter	Propofol concentration 1 (low)			Propofol concentration 2 (midlevel)			Propofol concentration 3 (high)		
	Mean	sd	P ₁	Mean	sd	P ₁	Mean	sd	P ₂
MAP (mm Hg)	82	13	75	12	0.04	66	10	<0.001	
HR (bts min ⁻¹)	60	10	73	12	10.02	78	11	<0.001	
CO (l min ⁻¹)	7.5	1.2	7.8	1.1	0.77	7.5	1.2	0.34	
CO (l min ⁻¹ m ⁻²)	2.5	0.2	2.5	0.2	0.09	2.5	0.2	0.02	
MAPV (mm Hg)	27.9	5.4	24.6	4.9	0.01	23.4	4.2	<0.001	
VR slope (l min ⁻¹ mm ⁻¹ Hg)	-0.31	0.11	-0.30	0.21	0.41	-0.40	0.10	<0.001	
P _a (mm Hg)	20.2	5.6	17.2	5.1	0.01	14.2	3.4	<0.001	
P _a (mm Hg min ⁻¹ liter ⁻¹)	3.7	1.4	3.1	1.1	0.01	2.4	0.7	<0.001	
P _a (mm Hg min ⁻¹ liter ⁻¹ m ⁻²)	8.6	3.4	7.5	2.6	0.08	5.8	2.2	<0.001	
P _a (mm Hg min ⁻¹ liter ⁻¹ m ⁻²)	13.6	4.5	12.1	4.3	0.004	11.0	3.4	<0.001	
R _a (mm Hg min ⁻¹ liter ⁻¹)	0.28	0.07	0.26	0.27	0.31	0.25	0.06	0.12	
SVV (%)	6.6	2.2	7.1	2.48	0.7	9.3	3.00	<0.001	
PPV (%)	7.0	2.9	7.5	2.8	0.45	10.8	4.72	<0.001	
TCI dose (mg ml ⁻¹)	2.9	0.86	4.0	0.80	<0.001	5.4	1.9	<0.001	
Propofol C ₀ (μg ml ⁻¹)	3.0	0.90	4.5	1.0	<0.001	6.5	1.2	<0.001	
BIS	54	13	39	8	<0.001	29	7	<0.001	

British Journal of Anaesthesia, 116 (6): 784-9 (2016)

Physiologie du système nerveux autonome SNA et Anesthésie	
Propofol	Etomidate
<ul style="list-style-type: none"> • Précharge ↘ ↘ ↘ = veinodilatation • Postcharge ↘ ↘ = vasodilatation artérielle (↘ RVS) • Inotropisme ↘ : sujet âgé • Resetting du baroréflexe = pas de tachycardie réflexe • Myocarde : réduction mVO2 et mDO2 → effet neutre si PAM préservée • Réduction de la réactivité sympathique 	<ul style="list-style-type: none"> • 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

Actions sur d'autres récepteurs :

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

Mécanismes

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

Conséquences hémodynamiques

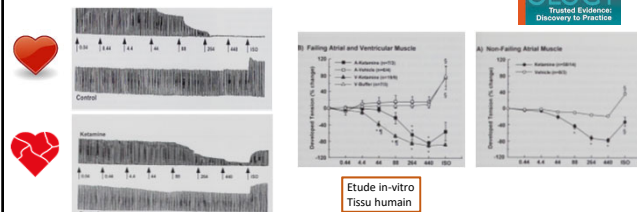
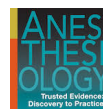
- Possible ↑Résistances artérielles pulmonaires (prudence HTAP)

Références

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

Health: You will be well enough. The greatest part of the material you will be studying. Be sure to be a team player. It is not a first. You will be well enough. Be sure to be a team player. The greatest part of the material you will be studying. Be sure to be a team player.

one treatment with ka tannin was administered to 15
with no cardiac disease and who were single room
with haemoglobin ≥ 10 g/dl and no other medical
conditions. It was found that general anesthesia blocks the
cardiac stimulating properties of ka tannin. E257



Etude in-vitro
Tissu humain

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

*Flotilde Abre, Xavier Combes, Frédéric Lapeste, Mohammed Chausse, Agnès Plozet-Héon, Benoît Vuylens, Lionel Barthelet, Alexandra Bathemini, Florent Gernand, Stéphane Abizaid, Deborah Pechiat, Gaëlle Labat, Charlotte Chollat-Vincent, Virginie Maxime, Christian Brun-Buisson, Jean-Yves Lathier, Pierre-Edouard Ballester, Bruno Mageraies, Jean-Damien Boire, Nadia Anguit, Eric Vauzet, Frédéric Adnet, on behalf of the REJAS Collaborative Study Group**

Isis 2009; 374: 293–300

THE LANCET

France: nation and world



France's role in the world has been a subject of debate for centuries. The country's influence has been shaped by its history, culture, and politics. This special issue explores the challenges and opportunities facing France in the 21st century, from its role in the European Union to its impact on global affairs.

Contents

- France's role in the world: a new chapter?
- The French flag: a symbol of national identity
- France's impact on global culture
- The challenges of globalization for France
- France's role in the European Union
- The future of France: a vision for the 21st century

Editorial Board

- Prof. Dr. Jean-Pierre Chevènement
- Prof. Dr. Jean-François Revel
- Prof. Dr. Jacques Chirac
- Prof. Dr. Nicolas Sarkozy
- Prof. Dr. François Hollande

Subscription Information

For more information on this special issue, please visit our website at www.thelancet.com. You can also contact our subscription department at subscriptions@thelancet.com.

N = 655 patients

Patients de réa, sepsis inclus

Résultats :

- Mortalité J28
- Durée Catécho
- Sevrage respi

NS

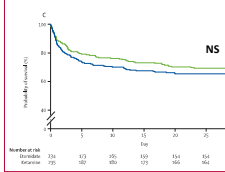
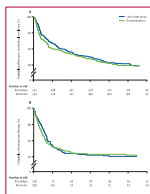


Figure 2: Kaplan-Meier curves comparing patients receiving etomidate or ketamine for emergency intubation.

Peu de données dans la

Relation dose?

Surveillance DC si nécessaire



ATTENTION :

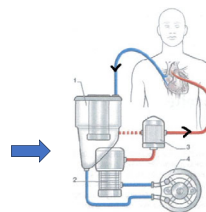
- **Risque de déséquilibre fonction myocardique :**
 - Augmentation flux coronaire
 - MAIS élévation mV02 (tachycardie)
 - Balance potentielle défavorable chez le patient coronarien
- **Effet inotrope direct de la kétamine :**
 - Etudes animales ou in vitro
 - Effet masqué par la stimulation sympathique
 - Potentiel risque chez patients avec réponse sympathique inhibée – épuisée - maximale



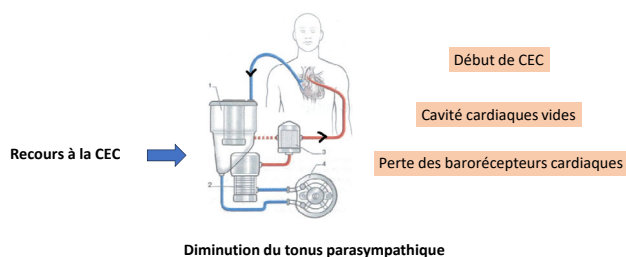
ATTENTION :

- **Risque de déséquilibre fonction myocardique :**
 - Augmentation flux coronaire
 - MAIS élévation mVOT2 (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

Recours à la CEC



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



Physiologie du système nerveux autonome CEC et risque d'altération du SNA

Impact sur le risque de douleur postopératoire

Diminution du tonus vagal → perte du frein anti-nociceptif
 • Le nerf vague inhibe la transmission nociceptive centrale (voie cholinergique anti-inflammatoire).
 • La CEC supprime cette modulation → **facilitation de la transmission douloureuse**.

Hyperactivation sympathique → sensibilisation périphérique
 • Libération de noradrénaline + cytokines → activation des neurones nociceptifs.
 • Pendant le sevrage, la poussée catécholaminergique accentue la réactivité douloureuse.

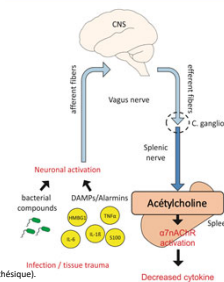
Inflammation systémique → sensibilisation centrale
 • IL-6, TNF- α , IL-1 β augmentent la perméabilité de la barrière hémato-encéphalique.
 • Activation microgiale → **hyperalgésie centrale**.
 • La CEC est un stimulus puissant de cette cascade inflammatoire.

Diminution de la HRV = biomarqueur de dysrégulation nociceptive

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

E) Implications cliniques

• Importance du maintien du tonus vagal (dexméthomidine, blocs parasympathiques, optimisation anesthésique).
 • Pertinent pour les travaux sur la douleur aiguë et chronique en chirurgie cardiaque.



Physiologie du système nerveux autonome CEC et risque d'altération du SNA

En per-CEC

L'hémomodulation, l'hypothermie et l'anesthésie profonde entraînent une sympatholyse relative et une inhibition parasympathique.
 → Le système nerveux autonome devient "plat", avec très peu de modulation. »

Inflammation et contrôle neuro-immun

CEC = activation de l'inflammation = SIRS
 Cette inflammation altère la voie vagale anti-inflammatoire et stimule la production de catécholamines → accentuant le déséquilibre sympathique et vagal.

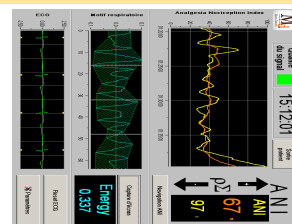
Sevrage de CEC – Hyperactivation

Sevrage = la reprise du flux pulsatile et l'accumulation de catécholamines
 → hyperactivation sympathique brutale.
 → Tachycardie, arythmies, vasoconstriction puis vasoplégie secondaire

Conséquences cliniques

Déséquilibre autonome = instabilité hémodynamique
 La faible variabilité de fréquence cardiaque, les troubles du rythme et la sensibilité accrue au stress postopératoire

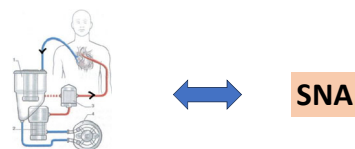
Physiologie du système nerveux autonome SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire



Enregistrement de l'arythmie respiratoire sinusale

Tonus parasympathique

Physiologie du système nerveux autonome CEC et risque d'altération du SNA



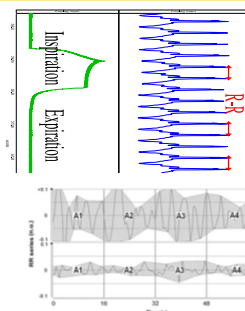
Phase	Effets sur le SNA
Début CEC	Diminution baroréflexe, baisse afférences cardiaques
Pendant CEC	Chute du tonus parasympathique, sympatholyse relative
Sevrage CEC	Hyperactivation sympathique, instabilité hémodynamique
Postopératoire immédiat	Déséquilibre sympathique/vagal + inflammation

Physiologie du système nerveux autonome SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

Tonus parasympathique
 Inspiration = RR ↓
 Expiration = RR ↑

$$ANI = 100 \times \frac{(\alpha \times AUC_{0-10} + \beta)}{12.8}$$

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

Noception

Physiologie du système nerveux autonome
SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

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

Douleur postopératoire

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

Physiologie du système nerveux autonome
SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

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

Consommation per-opératoire de morphiniques

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

Physiologie du système nerveux autonome
SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

Tonus parasympathique

Inspiration = RR
Expiration = RR

CEC

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

Indice entre 0 et 100

Physiologie du système nerveux autonome
SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

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

Délai d'extubation

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

Physiologie du système nerveux autonome
SNA et Anesthésie : monitoring peropératoire

Journal of Anesthesia
https://doi.org/10.1007/s00545-022-01264-8

REVIEW ARTICLE

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

Keisuke Yoshida^{1,2}, Shijun Obara¹, Satoshi Inoue¹

Journal of Clinical Monitoring and Computing (2022) 16(4):355
https://doi.org/10.1007/s10871-022-00772-3

REVIEW PAPER

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

T.Shiva Shahin^{1,2}, Philippe Richebé¹, Melissa Richard-Lalonde^{1,2}, Céline Gellinas^{1,2}

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

Retour Veineux et CEC

Introduction

REVIEW

Open Access

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

Romain Persichini^{1*}, Christopher Lai², Jean-Louis Teboul², Imane Adda³, Laurent Guérin² and Xavier Monnet²



Persichini et al. Critical Care (2022) 26:150

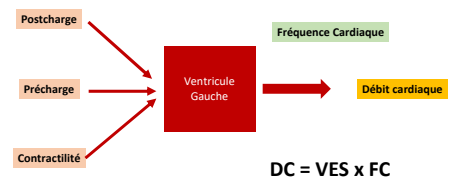
Physiologie du Retour veineux et CEC

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

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

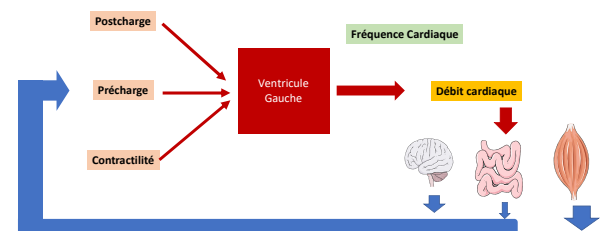
La CEC va-t-elle impacter la physiologie du retour veineux ?

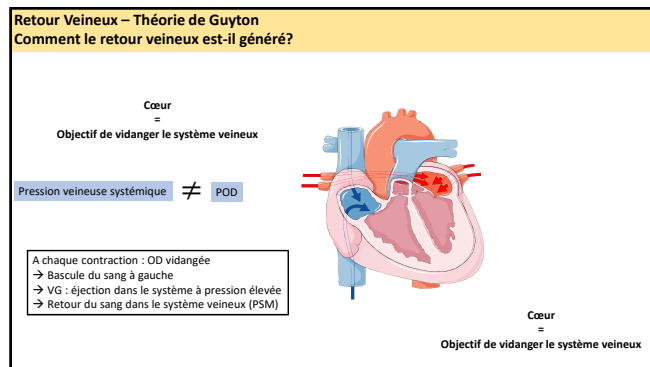
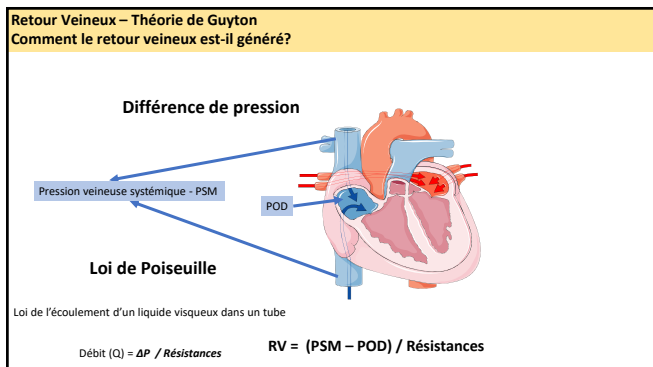
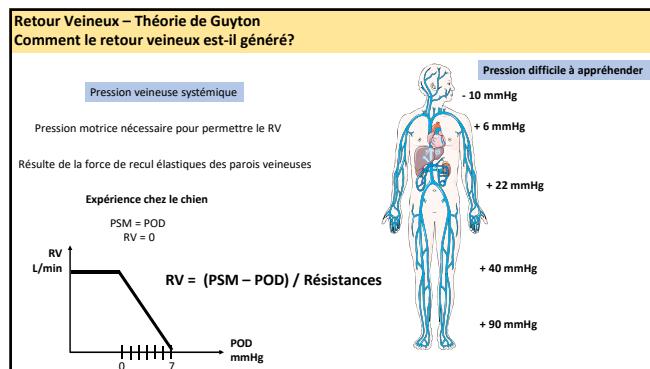
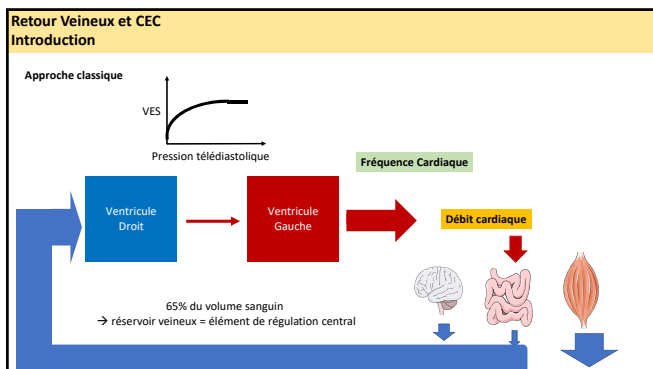
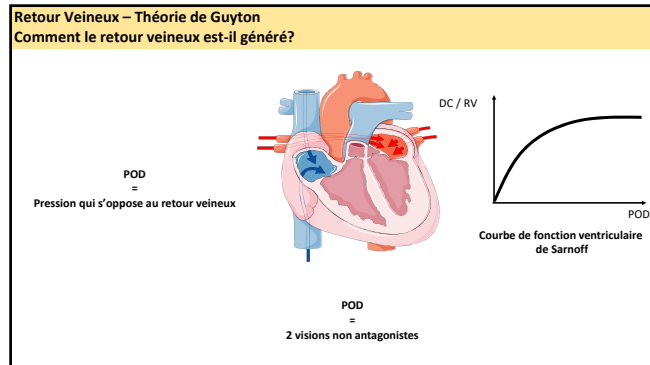
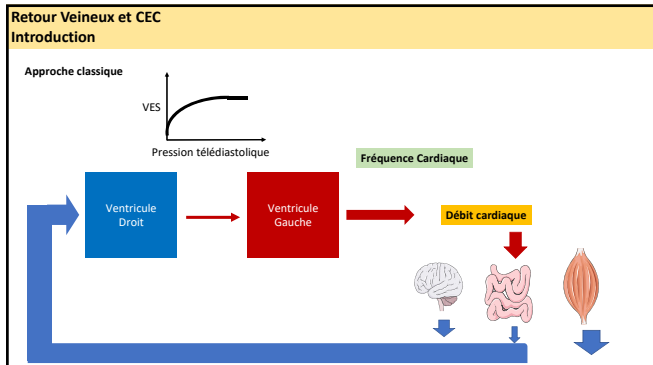
Quels moyens pour optimiser le retour veineux ?

Retour Veineux et CEC

Introduction

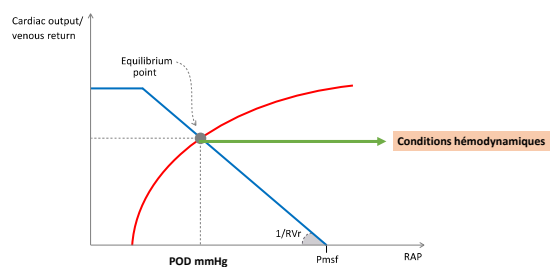
Approche classique





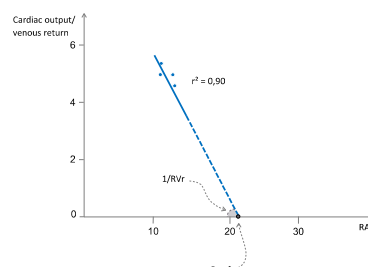
Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment le retour veineux est-il généré?



Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment estimer la PVS?

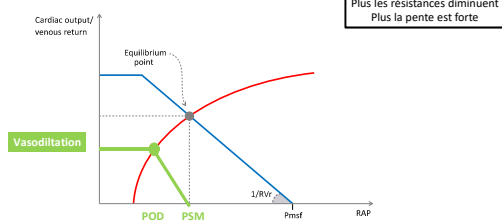


Retour Veineux – Théorie de Guyton

Quels sont les déterminants du retour veineux ?

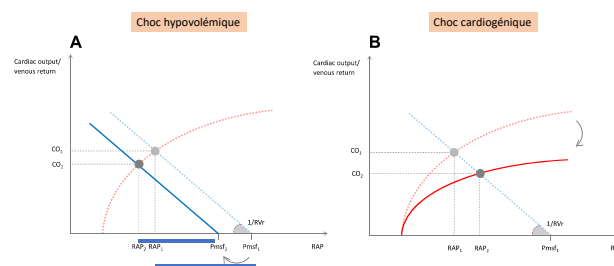
$$\text{Venous return} = (\text{Pmsf} - \text{RAP}) / \text{RVr}$$

Résistances = Inverse de la pente de la courbe du RV



Retour Veineux – Théorie de Guyton

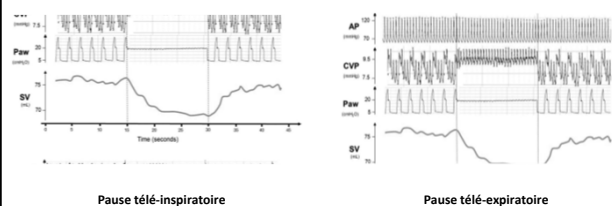
Situations pathologiques



Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment estimer la PVS?

Méthode basée sur interactions cœur-poumons

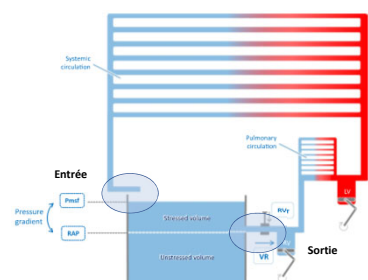


Crit Care Med 2012 Vol. 40, No. 12

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment le retour veineux est-il généré?

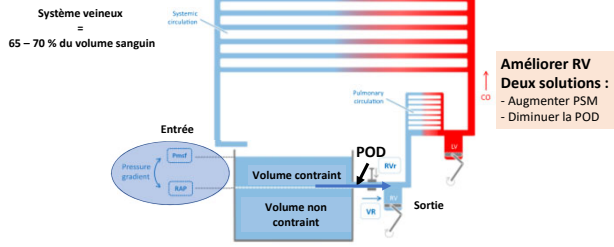
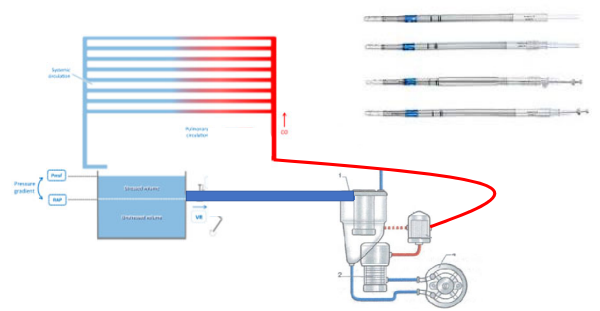
PSM importante pour le retour dans l'OD et non la pression artérielle



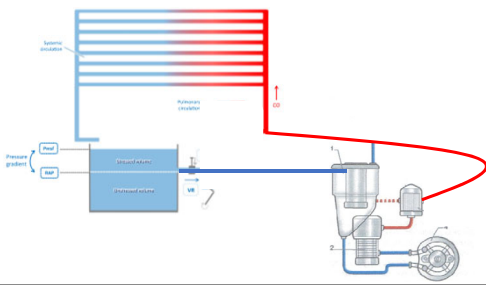
Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment le retour veineux est-il généré?

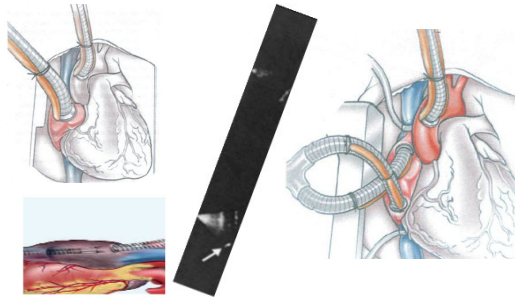
PSM importante pour le retour dans l'OD et non la pression artérielle

Retour Veineux et CEC
Drainage veineux en CEC

Retour Veineux et CEC
Drainage veineux en CEC



Retour Veineux et CEC
Drainage veineux en CEC

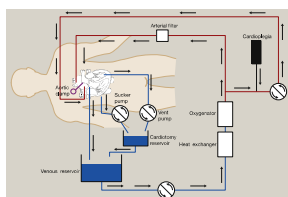


Retour Veineux et CEC
Drainage veineux en CEC

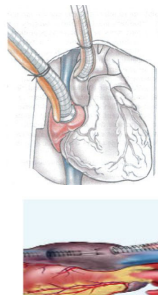


Interface sang / Air

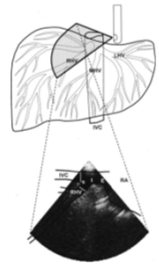
Activation coagulation / Inflammation



Retour Veineux et CEC
Drainage veineux en CEC



Attention : risque d'obturation des veines hépatiques

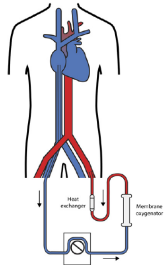


Guiding Surgical Cannulation of the Inferior Vena Cava with Transesophageal Echocardiography

Idar Kikuchi-Garnett, MD, Aron Tremblay, MD, Otar P. M. Salazar, MD, PhD, Made Bjerragard, MD, Lee K. Bjella, MD, Einar M. Berg, MD, Argham Karamali, MD, Anne Husebald, MD, Oleg Alexander Kaban, MD, PhD, Ole Clemmensen, MD, PhD, Rolfed Husebald, MD, PhD, Anne Kjøglund, MD, and Roar Sorensen, MD, PhD

Departments of ¹Anesthesiology and ²Thoracic and Vascular Surgery, Haukeland University Hospital of Trondheim, Norway

Retour Veineux et CEC Drainage veineux en CEC



Complication = thrombose



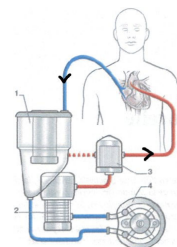
Retour Veineux et CEC Comment améliorer le retour veineux ?

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

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 2025, 47(2), eaa054
https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa054

GUIDELINES

Cite this article as: Hattori, K., Kuroki, S., de Lencastre, J., Aggar, K., Kishida, H., Miki, K., Kishimoto, T. et al. 2024 EACTS/EACTA/EBOP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. Eur J Cardiothorac Surg 2025, 47(2), eaa054. https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa054

2024 EACTS/EACTA/EBOP Guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery

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

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

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?

Bijarati Datt, MSc, CCP, CFC, FPP^a, Kamal K. Pourmoghadam, MD^b,
Hamish M. Munro, MD, FRCA^c, William M. DeCamp, MD, PhD^d

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

Q = Flow
r = radius
 ΔP = height differential
 η = viscosity
l = length

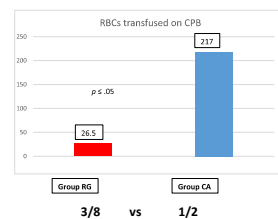
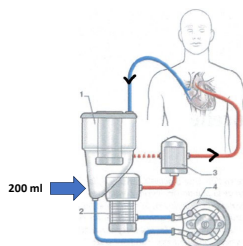


Figure 3. Poiseuille's law.

J Extra Corpor Technol. 2019;51:78-82.
The Journal of Extracorporeal Technology

Retour Veineux et CEC Drainage veineux en CEC

Comment optimiser le retour veineux ?



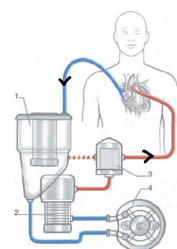
Impact direct sur le Débit et donc sur PAM

Retour Veineux et CEC Comment améliorer le retour veineux ?

Le cœur est-il bien drainé?

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

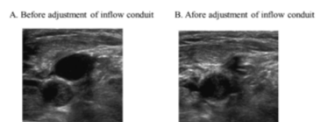
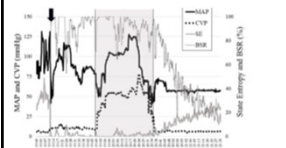
Comment améliorer le retour veineux ?

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

Scott Harasaki, Hirotsugu Miyoshi, Ryui Nakamura, Ayako Sumi, Tomoyuki Watanabe, Sachiko Otsuki and Yasuaki Tsunoda



Resuscitation of Clinical Reports 2007;14:47

Retour Veineux et CEC

Drainage veineux

REVIEW ARTICLES

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

H. D. Ayo, M. Ceccani, M. Hamilton and A. Rhodes

Complications

Durée de séjour

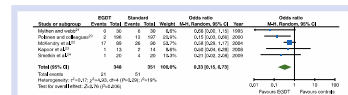


Fig 3. Forest plot showing the effect of early goal-directed therapy (EGDT) on postoperative complication rate in control group. H.D. Ayo et al.

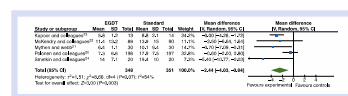
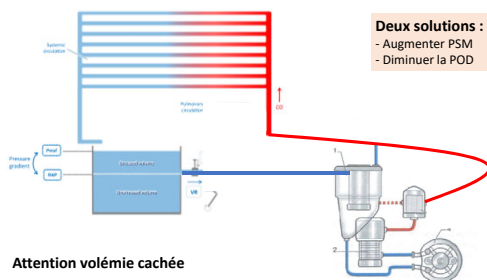


Fig 4. Forest plot showing the effect of early goal-directed therapy (EGDT) on hospital length of stay (LOS) in control group. H.D. Ayo et al.

British Journal of Anaesthesia 110 (4): 510-17 (2013)

Retour Veineux et CEC

Drainage veineux en CEC



Deux solutions :
- Augmenter PSM
- Diminuer la POD

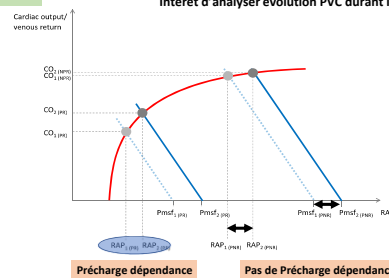
Attention volémie cachée

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?

Remplissage vasculaire

Intérêt d'analyser évolution PVC durant le remplissage



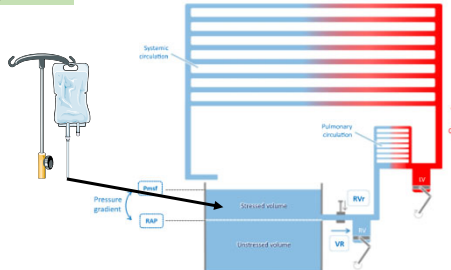
Précharge dépendance

Pas de Précharge dépendance

Retour Veineux – Théorie de Guyton

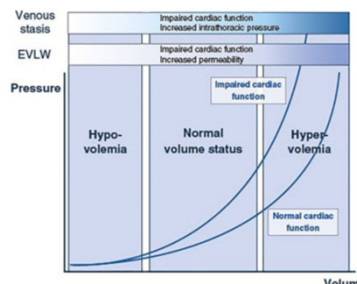
Comment améliorer le retour veineux ?

Remplissage vasculaire

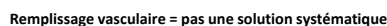


Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?

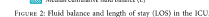
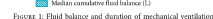


Remplissage vasculaire



Research Article

Balance hydrique
=
Augmentation durée de séjour et ventilation mécanique



Critical Care Research and Practice
Volume 2020, Article ID 4836862, 7 pages

RESEARCH



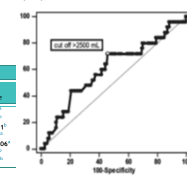
CRITICAL CARE

Legrand et al. *Critical Care* 2013, **17**:R278

Intraoperative fluid

Brazilian Journal of
ANESTHESIOLOGY

Liberal vs restrictif
Score de propension

Residues. *Journal of Neurochemistry* 2003; 86: 608–616.

Research

Open Access

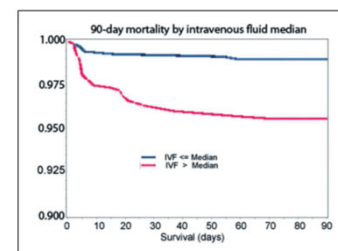
Characteristic	Hazard ratio	95% CI	P value
Age	1.02	1.01-1.03	<0.001
SAPS II (per point)	1.03	1.02-1.04	<0.001
Heart failure	1.38	1.05-1.81	0.02
Medical admission	1.68	1.35-2.08	<0.001
Lower fluid balance (L74 hours)	1.21	1.02-1.43	<0.001
Mechanical ventilation	1.55	1.14-2.11	<0.001
Liver cirrhosis	2.73	1.88-3.95	<0.001

© 2006 The Authors
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd

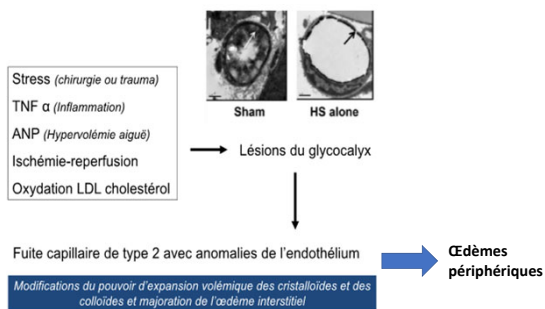
Table 1.

A. Pradeep², S. Rajasekharan², H.K. Kolli¹, N. Patel¹, R. Vemuri², J. Lehr², N.D. Nadeau¹

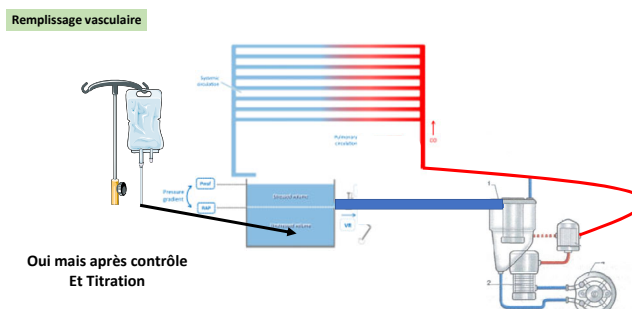
N = 1358



Retour Veineux et CEC
Drainage veineux

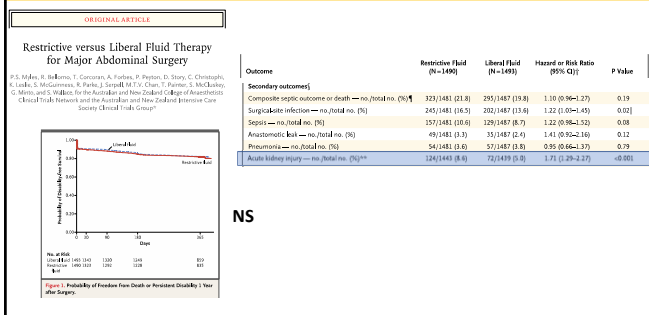


Retour Veineux et CEC
Drainage veineux en CEC



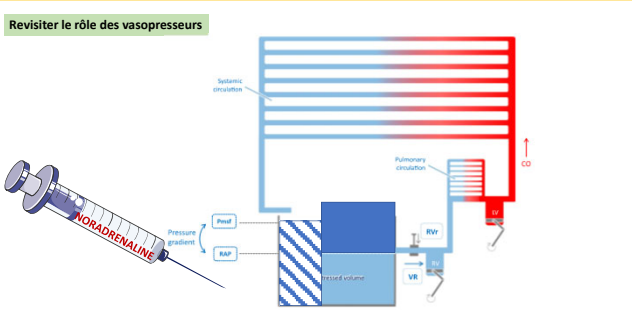
Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?



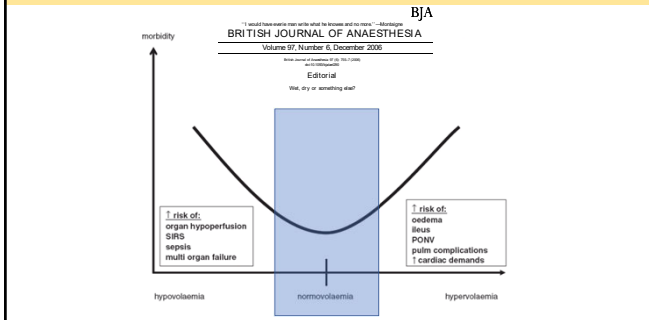
Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?



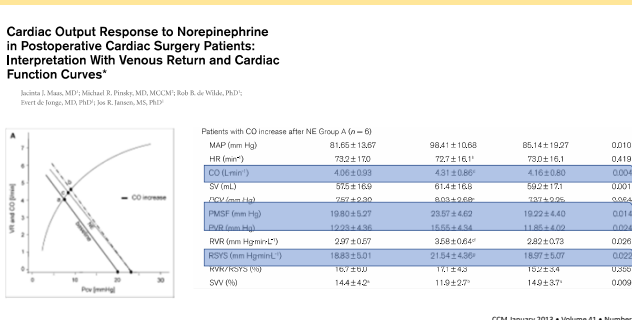
Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?



Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux

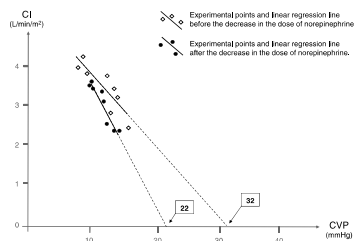


Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?

Effects of norepinephrine on mean systemic pressure and venous return in human septic shock¹

Romain Penechal, MD, Denis Sika, MD, Jean-Louis Teboul, MD, PhD, Mathieu Jaconik, MD, Denis Chetani, MD, PhD, Christian Richard, MD, Xavier Monnet, MD, PhD



Crit Care Med 2012 Vol. 40, No. 12

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?

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

Etude prospective – Score de propension

N = 93 / Groupe

Table 2 Multivariate Cox regression for 28-day mortality (propensity-matched population: n = 180)

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

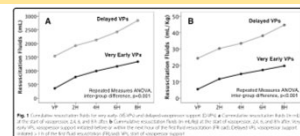


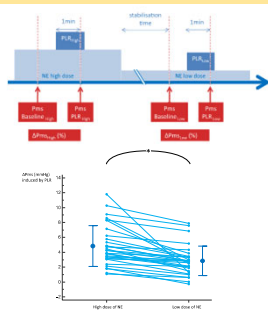
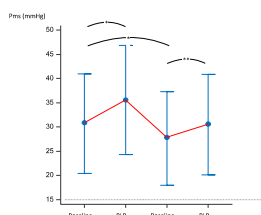
Fig 1. Comparison between delayed and very early start of norepinephrine treatment (VE VPs) vs. delayed start of norepinephrine treatment (Delayed VPs) on 28-day mortality. A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG, AH, AI, AJ, AK, AL, AM, AN, AO, AP, AQ, AR, AS, AT, AU, AV, AW, AX, AY, AZ, BA, BB, BC, BD, BE, BF, BG, BH, BI, BJ, BK, BL, BM, BN, BO, BP, BQ, BR, BS, BT, BU, BV, BW, BX, BY, BZ, CA, CB, CC, CD, CE, CF, CG, CH, CI, CJ, CK, CL, CM, CN, CO, CP, CQ, CR, CS, CT, CU, CV, CW, CX, CY, CZ, DA, DB, DC, DD, DE, DF, DG, DH, DI, DJ, DK, DL, DM, DN, DO, DP, DQ, DR, DS, DT, DU, DV, DW, DX, DY, DZ, EA, EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ, EK, EL, EM, EN, EO, EP, EQ, ER, ES, ET, EU, EV, EW, EX, EY, EZ, FA, FB, FC, FD, FE, FF, FG, FH, FI, FJ, FK, FL, FM, FN, FO, FP, FQ, FR, FS, FT, FU, FV, FW, FX, FY, FZ, GA, GB, GC, GD, GE, GF, GG, GH, GI, GJ, GK, GL, GM, GN, GO, GP, GQ, GR, GS, GT, GU, GV, GW, GX, GY, GZ, HA, HB, HC, HD, HE, HF, HG, HH, HI, HJ, HK, HL, HM, HN, HO, HP, HQ, HR, HS, HT, HU, HV, HW, HX, HY, HZ, IA, IB, IC, ID, IE, IF, IG, IH, II, IJ, IK, IL, IM, IN, IO, IP, IQ, IR, IS, IT, IU, IV, IW, IX, IY, IZ, JA, JB, JC, JD, JE, JF, JG, JH, JI, JJ, JK, JL, JM, JN, JO, JP, JQ, JR, JS, JT, JU, JV, JW, JX, JY, JZ, KA, KB, KC, KD, KE, KF, KG, KH, KI, KJ, KK, KL, KM, KN, KO, KP, KQ, KR, KS, KT, KU, KV, KW, KX, KY, KZ, LA, LB, LC, LD, LE, LF, LG, LH, LI, LJ, LK, LL, LM, LN, LO, LP, LQ, LR, LS, LT, LU, LV, LW, LX, LY, LZ, MA, MB, MC, MD, ME, MF, MG, MH, MI, MJ, MK, ML, MM, MN, MO, MP, MQ, MR, MS, MT, MU, MV, MW, MX, MY, MZ, NA, NB, NC, ND, NE, NF, NG, NH, NI, NJ, NK, NL, NM, NO, NP, NQ, NR, NS, NT, NU, NV, NW, NX, NY, NZ, OA, OB, OC, OD, OE, OF, OG, OH, OI, OJ, OK, OL, OM, ON, OO, OP, OQ, OR, OS, OT, OU, OV, OW, OX, OY, OZ, PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG, PH, PI, PJ, PK, PL, PM, PN, PO, PP, PQ, PR, PS, PT, PU, PV, PW, PX, PY, PZ, QA, QB, QC, QD, QE, QF, QG, QH, QI, QJ, QK, QL, QM, QN, QO, QP, QQ, QR, QS, QT, QU, QV, QW, QX, QY, QZ, RA, RB, RC, RD, RE, RF, RG, RH, RI, RJ, RK, RL, RM, RN, RO, RP, RQ, RR, RS, RT, RU, RV, RW, RX, RY, RZ, SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, SJ, SK, SL, SM, SN, SO, SP, SQ, SR, SS, ST, SU, SV, SW, SX, SY, SZ, TA, TB, TC, TD, TE, TF, TG, TH, TI, TJ, TK, TL, TM, TN, TO, TP, TQ, TR, TS, TT, TU, TV, TW, TX, TY, TZ, UA, UB, UC, UD, UE, UF, UG, UH, UI, UJ, UK, UL, UM, UN, UO, UP, UQ, UR, US, UT, UU, UV, UW, UX, UY, UZ, VA, VB, VC, VD, VE, VF, VG, VH, VI, VJ, VK, VL, VM, VN, VO, VP, VQ, VR, VS, VT, VU, VW, VX, VY, VZ, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG, WH, WI, WJ, WK, WL, WM, WN, WO, WP, WQ, WR, WS, WT, WU, WV, WW, WX, WY, WZ, XA, XB, XC, XD, XE, XF, XG, XH, XI, XJ, XK, XL, XM, XN, XO, XP, XQ, XR, XS, XT, XU, XV, XW, XX, XY, XZ, YA, YB, YC, YD, YE, YF, YG, YH, YI, YJ, YK, YL, YM, YN, YO, YP, YQ, YR, YS, YT, YU, YV, YW, YX, YY, YZ, ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF, ZG, ZH, ZI, ZJ, ZK, ZL, ZM, ZN, ZO, ZP, ZQ, ZR, ZS, ZT, ZU, ZV, ZW, ZX, ZY, ZZ.

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?

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

Etude prospective – Score de propension



Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?

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

A prospective observational study

Etude prospective – Score de propension

	Preload-dependent (n = 27)		P value	Preload-independent (n = 23)		P value
	Before phenylephrine	After phenylephrine		Before phenylephrine	After phenylephrine	
HR (min ⁻¹)	79 (17)	72 (16)	<0.0001	82 (14)	56 (14)	0.001
SAP (mmHg)	78 (9)	108 (15)	<0.0001	69 (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 (min ⁻¹ m ⁻²)	2.1 (1.8, 3.5)	2.1 (1.8, 3.3)	0.188	2.3 (1.9, 3.7)	1.8 (1.5, 2.7)	0.0001
SV (ml)	49 (41, 67)	53 (41, 68)	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 cm ⁻⁵ m ⁻²)	2019 (1255, 2540)	2781 (1907, 3854)	0.0001	1809 (1394, 2443)	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 ?

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

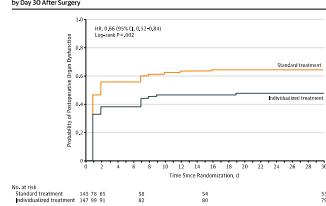
A Randomized Clinical Trial

298 patients randomisés

Pour tous : Optimisation du VES avec monitoring

Variable	Individualized Treatment (n = 149)	Standard Treatment (n = 149)	P value
Cumulative volume of crystalloid, median (SD), mL	2275 (1800-2000)	2300 (1811-2225)	.09
During surgery	1500 (1000-2000)	2000 (1300-2000)	<.001
During 4 hrs following surgery	775 (200-1000)	600 (200-1000)	.14

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



JAMA Published online September 27, 2017

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment améliorer le retour veineux ?

Effect of phenylephrine and ephedrine bolus treatment on cardiac output in anaesthetised patients

Etude prospective – Score de propension

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

Bolus de Phénylphrine Bolus d'Ephédrine

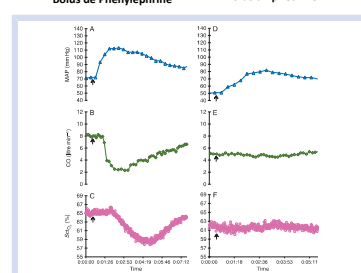
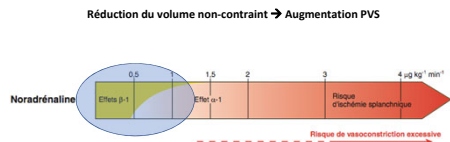


Fig 3. Continuous MAP, CO, and SV, recordings from two selected patients. A, B, C, Recordings during phenylephrine treatment. D, E, Recordings during ephedrine treatment. Both agents were given during the first treatment. Vertical arrows indicate the drug administration time.

Retour Veineux – Théorie de Guyton
Comment améliorer le retour veineux

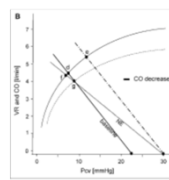
Revisiter le rôle de la Noradrénaline



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*

Jacobs J, Maas MD†, Michael R, Pinsky MR, MCCM†, Rob B, de Witte, PhD†
Dortch de Jonge, MD, PhD†, Jon R. Jansen, MD, PhD†



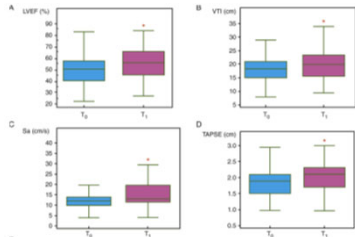
Patients with CO decrease after NE (n = 10)			
MAP (mm Hg)	82.52 ± 8.10	103.91 ± 9.19	82.22 ± 9.21
HR (min ⁻¹)	75.1 ± 12.8	68.6 ± 12.9*	77.2 ± 13.4
CO (L·min ⁻¹)	4.46 ± 0.94	3.96 ± 0.92*	4.41 ± 0.94
SV (mL)	60.5 ± 11.6	59.9 ± 15.1	61.6 ± 15.5
PCV (mm Hg)	7.87 ± 1.93	8.86 ± 2.02*	7.65 ± 2.06
PMSP (mm Hg)	22.40 ± 6.11	20.97 ± 7.88	23.51 ± 4.54
PVR (mm Hg)	14.77 ± 5.52	21.10 ± 6.38	15.86 ± 4.54
RVR (mm Hg·min ⁻¹)	3.29 ± 1.00	5.41 ± 1.88*	3.48 ± 0.93
RSVS (mm Hg·min ⁻¹)	16.87 ± 2.24	24.27 ± 3.74*	16.49 ± 2.96
RVR/RSVS (%)	19.3 ± 7.9	22.2 ± 7.2	21.5 ± 8.4
SVV (%)	9.1 ± 2.4*	5.3 ± 2.9*	8.7 ± 3.6*

CCM January 2013 • Volume 41 • Number 1

Retour Veineux – Théorie de Guyton
Comment améliorer le retour veineux

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

O. Hamzaoui¹, M. Jorziak², T. Geffriaud³, B. Strymfi⁴, D. Prat⁵, F. Jacobs¹, X. Monnet¹, P. Trouiller¹, C. Richard² and J.L. Teboul¹



British Journal of Anaesthesia, 110 (2): 16-24, 2013

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-Clément Guinot^{1,2,3}, Bastien Durand⁴, Emmanuel Besson⁵, Paul-Michel Mertes¹, Clément Bismuth⁶, Maxime Nguyen⁷, Viviane Berthoulet⁸, Ousama Abou-Akleh⁹, Bérald Bouhemad¹⁰, Collaborator study group*

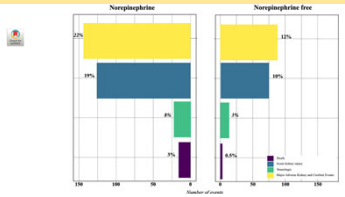


Table 2
Vasoactive support during surgery and ICU course.

	Overall population N = 2543	Norepinephrine free N = 992	Norepinephrine N = 1549	p-value
Operating room	1405 (55)	466 (46.4)	446 (28.8)	0.31
Epidural	15 (0.6)	12 (1.2)	3 (0.2)	0.88
Phenylephrine	408 (16)	233 (23)	385 (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	1227 (79)	<0.001
Median maximal dose (µg/kg · min ⁻¹)	0.17 (0.1-0.28)		0.17 (0.11-0.28)	0.10
Dobutamine	256 (10)	45 (5)	211 (14)	0.001
Median maximal dose (µg/kg · min ⁻¹)	7 (5-16)	5 (4-10)	7 (5-16)	0.98
Epinephrine	14 (0.5)	1 (0.1)	13 (0.8)	0.001
Median maximal dose (µg/kg · min ⁻¹)	0.43 (0.18-0.84)	0.4 (0.4-0.4)	0.4 (0.16-0.87)	NA

Guinot PG, ACCPM, 2023

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*

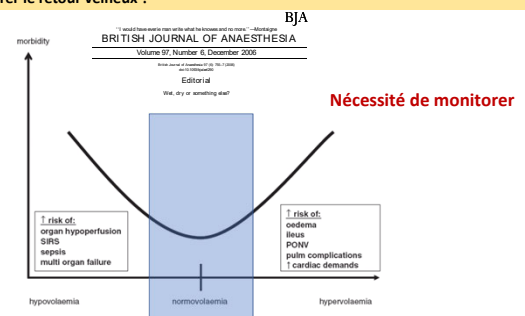
Jacobs J, Maas MD†, Michael R, Pinsky MR, MCCM†, Rob B, de Witte, PhD†
Dortch de Jonge, MD, PhD†, Jon R. Jansen, MD, PhD†

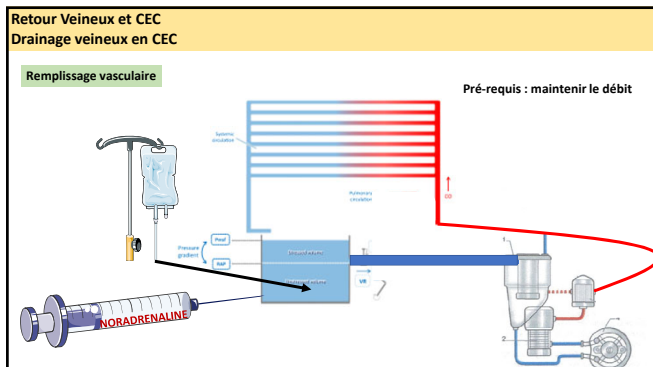
NAD pour augmentation de + 20 mmHg de PAS
N = 16 patients

	Baseline-1	NE	Baseline-2	p
All patients (n = 16)				
MAP (mm Hg)	81.20 ± 10.16	101.85 ± 9.81	82.20 ± 13.00	<0.001
HR (min ⁻¹)	74.4 ± 14.0	70.1 ± 13.8	75.7 ± 14.1	0.203
CO (L·min ⁻¹)	4.30 ± 0.78	4.09 ± 0.67	4.44 ± 0.80	0.243
SV (mL)	59.4 ± 13.3	60.4 ± 15.2	60.7 ± 15.6	0.925
PCV (mm Hg)	7.61 ± 2.07	8.55 ± 2.35	7.58 ± 2.13	<0.001
PMSP (mm Hg)	21.44 ± 6.12	27.57 ± 7.29	21.88 ± 5.34	<0.001
PVR (mm Hg)	15.05 ± 6.05	19.37 ± 6.30	14.88 ± 5.16	0.201
RVR (mm Hg·min ⁻¹)	5.14 ± 0.94	4.72 ± 1.54	3.22 ± 0.99	<0.001
RSVS (mm Hg·min ⁻¹)	17.42 ± 3.88	23.31 ± 4.00	17.35 ± 4.27	<0.001
RVR/RSVS (%)	19.0 ± 7.9	20.4 ± 6.6	19.7 ± 6.9	0.305
SVV (%)	11.1 ± 4.0	7.9 ± 4.3	11.0 ± 4.7	<0.001

CCM January 2013 • Volume 41 • Number 1

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





Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment se guider ?

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

Comment se guider : rôle de la PVC

(credit to Guyton, 1962 and Vincent 2007)

Pro	Con
Measurements	Errors in measurements
Easy to measure	Influence of mechanical ventilation
Minimal apparatus	Influence of abdominal pressure
Cheap	
CVP for fluid responsiveness	The predictive value of extreme CVP values (CVP < 6 mmHg and CVP > 12-15 mmHg) is satisfactory [7, 8]
CVP as a safety value	This safety value should be individually determined as there is no predefined safe upper limit of CVP
CVP as a target value	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 intrathoracic organs
CVP can be used to evaluate the response to fluids	An increase in CVP indicates an increase in preload but does not indicate the response to fluids in fluid administration indicates that insufficient fluids were administered to manipulate preload

De Backer and Vincent *Critical Care* (2018) 22:43

Retour Veineux – Théorie de Guyton

Comment se guider ?

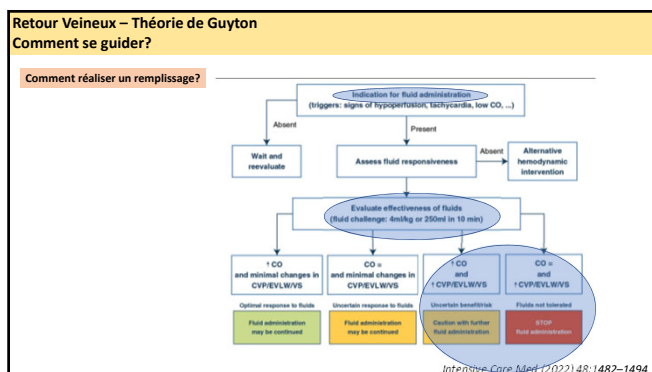
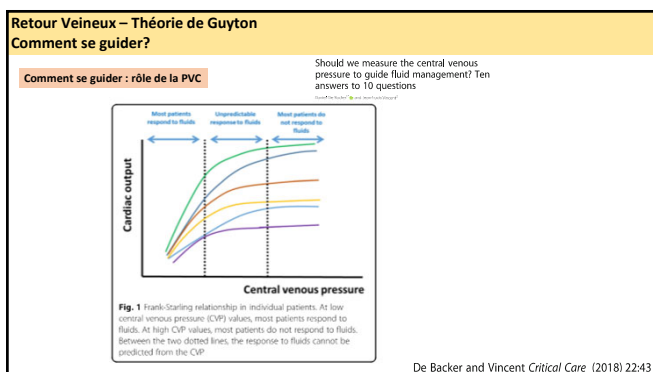
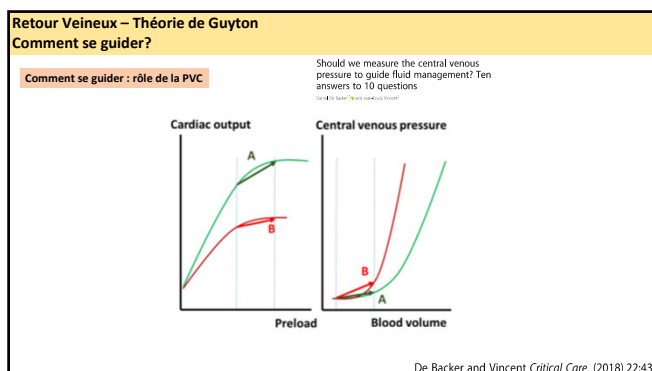
Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions

Comment se guider : rôle de la PVC

(credit to Guyton, 1962 and Vincent 2007)

Pro	Con
Measurements	Errors in measurements
Easy to measure	Influence of mechanical ventilation
Minimal apparatus	Influence of abdominal pressure
Cheap	
CVP for fluid responsiveness	The predictive value of extreme CVP values (CVP < 6 mmHg and CVP > 12-15 mmHg) is satisfactory [7, 8]
CVP as a safety value	This safety value should be individually determined as there is no predefined safe upper limit of CVP
CVP as a target value	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 intrathoracic organs
CVP can be used to evaluate the response to fluids	An increase in CVP indicates an increase in preload but does not indicate the response to fluids in fluid administration indicates that insufficient fluids were administered to manipulate preload

De Backer and Vincent *Critical Care* (2018) 22:43



Comment se guider : rôle de la PVC

Intensive Care Unit

CONFERENCE REPORTS AND EXPERT PANEL

ESICM guidelines on circulatory shock and hemodynamic monitoring 2025

Xavier Munner¹, Antonio Messina², Maximiliano Greco³, Jan Bakker^{1,4}, Nadia Aouass⁵, Maurizio Cecconi⁶, Giacomo Coppadori⁷, Daniel De Backer⁸, Verina Kansore Ebu⁹, Laura Evans¹⁰, Glenn Hernández¹¹, Oliver Hunzelar¹², Can Ince¹³, Thomas Kaufmann¹⁴, Bruno Levy¹⁵, Mulu L. N. G. Muller^{16,17}, Alexandre Melissas¹⁸, Sheila Norman Myhre¹⁹, Marlies Ostermann²⁰, Michael B. Perle²¹, Bernd Saugel²², Marina Saif²³, Mergen Singer²⁴, Jean-Louis Teboul²⁵, Antoine Wendling-Baron²⁶, Jean-Louis Vincent²⁷ and Michelle S. Chaw²⁸

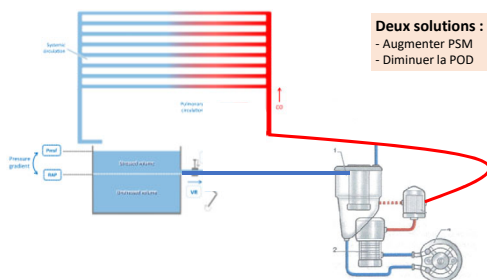
Question 3.6. When should one monitor central venous pressure in shock?

Recommendations 3.6

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

Ungraded good practice statement/Ungraded evidence/Strong agreement

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



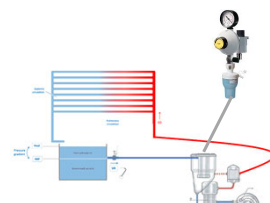
Deux solutions :

- Augmenter PSM
- Diminuer la POD

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

Drainage actif

- Pompe supplémentaire ou surveillance des pressions
- Aspiration d'air par les bourses autour de l'OD ou des veines caves
 - 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.



<https://www.pac5.ch/en/node/155/take>

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

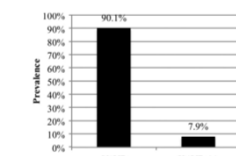


Figure 1. The use of VAVD and KAVD reported by respondents in 2014. VAVD, vacuum-assisted venous drainage; KAVD, kinetic-assisted venous drainage.

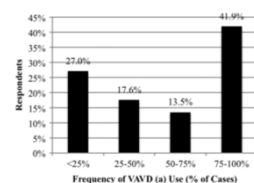
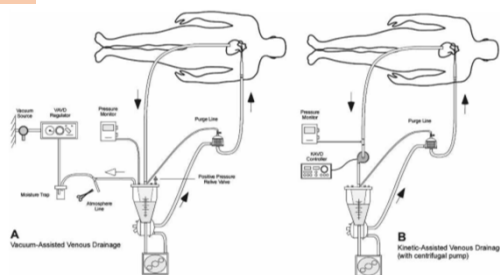


Figure 2. The frequency of VAVD use reported by respondents. VAVD, vacuum-assisted venous drainage.

IEEE, 2015:47766-166
The Journal of Superconducting Technology

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

Drainage actif



JECT: 2000-00-240-256
The Journal of Engineering Technology

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
2004 patients

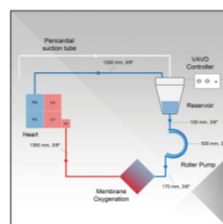


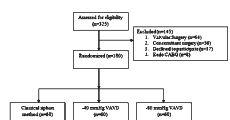
Table 3: Transfusion rate of patients between propensity-matched groups

Characteristics	Overall (n = 2094)	VAVD (n = 1062)	Gravty drainage (n = 1032)	Mean difference (95% CI)	P-value
RBC (%)	31.6 (633)	28.1 (282)	35 (337)	-6.9% (-11.0% to -2.8)	<0.0009
WBC (%)	15.5 (310)	13 (130)	18 (180)	-5.0% (-6.1% to -3.8)	<0.0020
Platelets (%)	6.9 (93)	0.1 (1)	1.8 (18)	-1.7% (-2.5% to -0.9%)	<0.0001

Réduction de la transfusion

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

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

D. Göksefer¹, S. N. Ömürçü¹, O. O. Tokdemir¹, E. S. Demir¹, Y. Koc², Z. Taloğlu¹, A. Akbayrak¹, G. Tokdemir¹

Randomisation

Passif VS -40mmHg VS -80mmHg

l : Majoration de l'hémolyse à -80 mmHg

Table 4 Hemolysis tests

Test	Overall n = 162	Group 1 n = 55	Group 2 n = 50	Group 3 n = 57	p
Pre-att 1	46.1 ± 4.5	39.8 ± 4.7	46.9 ± 4.6	61.1 ± 4.3	0.28
Pre-att 2	27.4 ± 2.6	22.0 ± 2.8	22.2 ± 2.9	26.2 ± 2.5	0.001
Pre-att 3	29.7 ± 2.7	29.7 ± 2.7	29.7 ± 2.7	29.7 ± 2.7	0.999
Pre-att 50%	29.7 ± 2.6	29.7 ± 2.6	30.5 ± 3.1	28.7 ± 2.7	0.001
Pre-att 60%	13.5 ± 1.7	12.5 ± 1.8	13.5 ± 1.8	12.0 ± 1.6	0.04
Pre-att 8	9.2 ± 1.3	8.3 ± 1.3	9.5 ± 1	8.6 ± 1.3	0.001
Pre-att 9	9.2 ± 1.3	8.8 ± 1.1	9.5 ± 1.1	8.6 ± 1.3	0.001
Pre-att 10	9.2 ± 1.3	9.1 ± 1.2	9.0 ± 1.1	9.2 ± 1.2	0.001
1-HB (mg%)	3.2 ± 0.2	3.1 ± 0.3	3.2 ± 0.3	3.2 ± 0.3	0.75
Pre-att 25	5.4 ± 0.4	5.4 ± 0.4	5.4 ± 0.4	5.4 ± 0.5	0.85
Pre-att 26	5.4 ± 0.4	5.4 ± 0.4	5.4 ± 0.4	5.4 ± 0.5	0.85
1-HB (at 25)	1.7 ± 0.5	1.5 ± 0.4	1.6 ± 0.5	2.0 ± 0.4	0.001
1-HB (at 40)	23.7 ± 1.7	23.4 ± 1.8	24.5 ± 1.8	23.1 ± 1.7	0.01
Pre-att 11	11.6 ± 1.1	12.9 ± 1.1	12.9 ± 1.1	13.2 ± 1.2	0.001
Pre-att 12	23.9 ± 1.9	23.9 ± 1.9	23.9 ± 1.9	23.9 ± 1.9	0.999
Pre-att 13	17.5 ± 1.7	16.2 ± 1.0	19.9 ± 1.8	16.6 ± 1.4	0.003
Pre-att 15	3.5 ± 1.8	3.5 ± 1.7	3.6 ± 2	3.3 ± 1.8	0.69
Pre-att 16	3.5 ± 1.8	3.5 ± 1.7	3.6 ± 2	3.3 ± 1.8	0.69
Pre-att 17	5.7 ± 3.3	5.2 ± 2.4	5.3 ± 2.4	6.4 ± 4.2	0.001
Pre-att 18	6.2 ± 2.2	4.2 ± 1.9	4.1 ± 2	4.3 ± 2.5	0.05
Pre-att 19	8.6 ± 3.5	10.1 ± 5.0	8.6 ± 3.5	8.6 ± 3.5	0.001
Pre-att 20	8.6 ± 3.5	10.1 ± 5.0	8.6 ± 3.5	8.6 ± 3.5	0.001
Pre-att 21	6.8 ± 4.8	10.3 ± 3.9	7.5 ± 4.7	7.5 ± 4.8	0.001
Pre-att 23	18 ± 3.1	17 ± 4.5	18.3 ± 5.0	18 ± 3.0	0.001

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

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 4: Postoperative outcomes of patients between propensity-matched groups

[illegible]

Pas d'augmentation des effets adverses

Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery 30 (2020) 236–241

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

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

Sibel Aydın¹, Davut Cakmeceroglu^{2,3}, Serkan Celik², Ismail Yerli¹, Kaan Kirali

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

Pin Values	Group 1	Group 2	Control group	P
IN (10° per liter)				
Preoperative	234.9 ± 70.2	254.7 ± 82.8	236.9 ± 65.2	0.629
Postop 24° hour	156.5 ± 55.3	183.9 ± 62.1	172.2 ± 45.9	0.267
Postop 48° hour	156.1 ± 53.8	187.6 ± 60.5	165.2 ± 57.1	0.336
MPV (fL)				
Preoperative	8.6 ± 1.1	8.6 ± 1.2	8.9 ± 1.1	0.921
Postop 24° hour	8.9 ± 1.4	8.9 ± 1.1	9.3 ± 1.2	0.508
Postop 48° hour	8.9 ± 1.4	8.9 ± 1.3	9.4 ± 1.2	0.336
LDH (unit per liter)				
Preoperative	1915.5 ± 438	1964 ± 357	2230.8 ± 58	0.168
Postop 24° hour	439.3 ± 143.1	410.2 ± 148.6	411 ± 100.3	0.782
Postop 48° hour	353.1 ± 126	339.1 ± 102.1	341.1 ± 87.7	0.487
Hpt (mg/dL)				
Preoperative	1.52 ± 0.72	1.69 ± 1.21	1.28 ± 0.66	0.298
Postop 24° hour	0.72 ± 0.41	1.26 ± 0.82	0.76 ± 0.51	0.6
Postop 48° hour	1.07 ± 0.62	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

Am. J. Cardiovasc. Dis. 2020;10(4):473-479

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

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 2025, 67(2), eaae354
<https://doi.org/10.1093/ejcts/eaee354>

Cite this article as: Wahba A, Kuroki G, de Somer F, Agnew-Kiddali H, Möhr B, Kjellberg G et al. 2024 IACTS/IACTAIC/SCF Guidelines on cardiopulmonary hyper-

in adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2020; doi:10.1093/ejcts/ezaa354

2024 FACTS/EACTAIC/EBCB Guidelines on cardiopulmonary bypass in

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

_____ 87

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

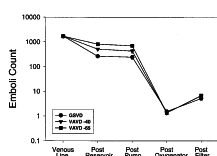
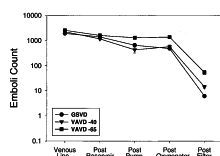
Recommendation Table 44. Recommendations for assisted drainage

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 negative pressures in the venous line be monitored when using assisted venous drainage.	I	C	-
Excessive negative pressures are not recommended due to the deleterious haemolytic effects.	III	B	[58]

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

'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 Pediatrics, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio

*J. Am. Therapeut. Assoc.* 2005;74(2):33-4

Conclusion

Retour veineux : déterminant majeur du débit cardiaque

Optimisation volémie : remplissage - vasopresseurs

Nécessité d'une surveillance : MONITORAGE

CEC : surveillance du retour – drainage actif?

Merci de votre attention