

Pièges du monitoring hémodynamique

Pr Xavier MONNET

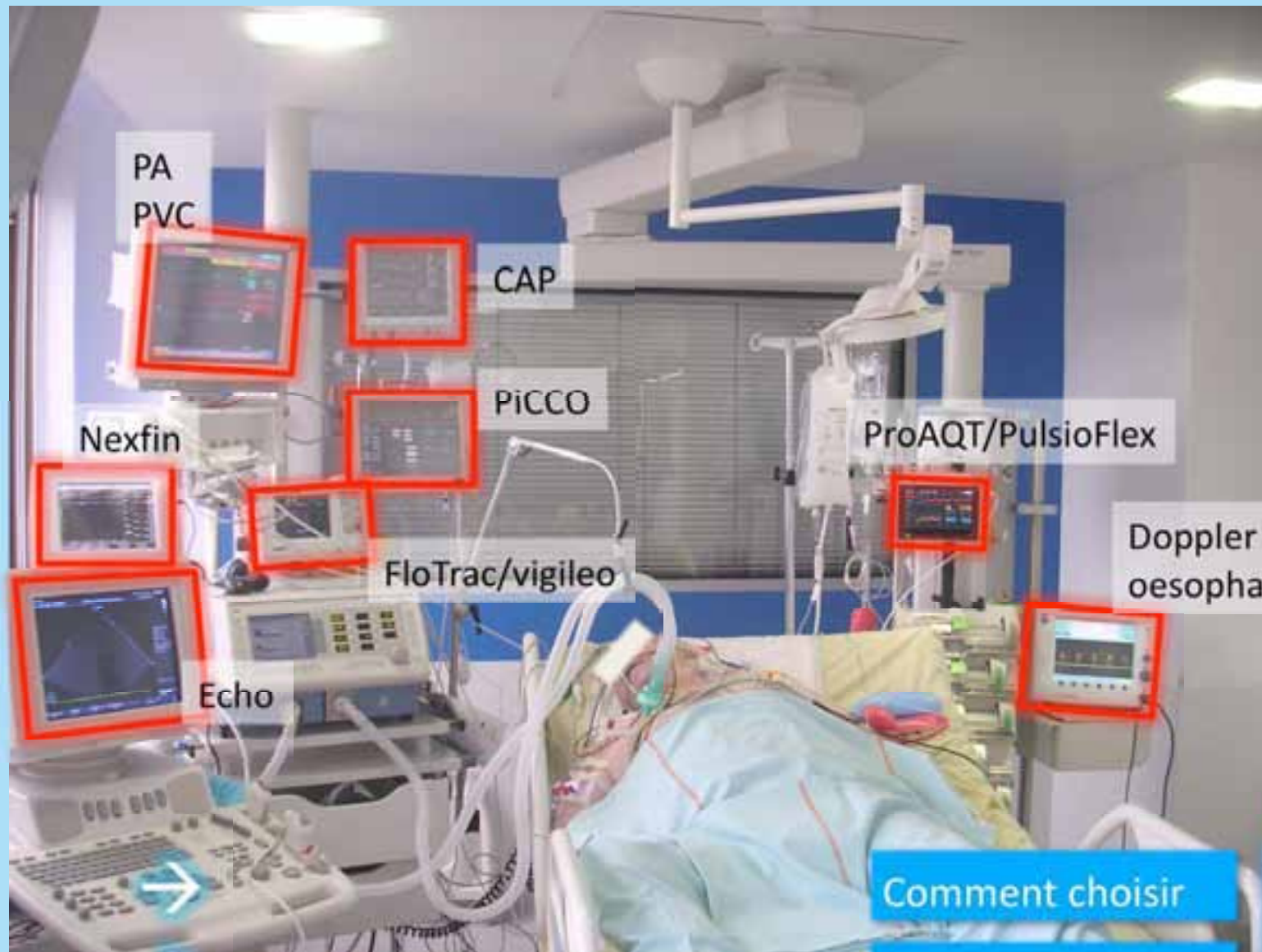
Service de réanimation médicale

Hôpital de Bicêtre

Assistance publique – Hôpitaux de Paris

Conflit d'intérêt

Membre du Medical Advisory Board
de Pulsion Medical Systems



PA
PVC

CAP

PiCCO

Nexfin

ProAQT/PulsioFlex

FloTrac/vigileo

Doppler
oesophagien

Echo

Comment choisir

Quelles limites

?



REVIEW

Clinical review: Update on hemodynamic monitoring - a consensus of 16

Jean-Louis Vincent^{1*}, Andrew Rhodes², Azriel Pevler³, Greg S Martin⁴, Giorgio Della Rocca⁵, Bencat Valeri⁶, Michael R Pinsky⁷, Christoph K Hofer⁸, Jean-Louis Teboul⁹, Willem-Peter de Boodt¹⁰, Sabino Scillitani¹¹, Antoine Veillard-Racot¹², Daniel De Backer¹³, Keith R Walley¹⁴, Marco Maggioni¹⁵ and Mervyn Singer¹⁶

Introduction

Hemodynamic monitoring plays an important role in the management of today's acutely ill patient. Essentially, hemodynamic monitoring can be helpful in **two key settings**. **The first is when a problem has been recognized**; here, monitoring can help to identify underlying pathophysiological processes so that appropriate forms of therapy can be selected. **A typical scenario is the patient in shock** for whom options are to give more fluids or to give a vasopressor or an inotropic agent, depending on the hemodynamic evaluation. **The second setting is more preventative**, with monitoring allowing preemptive actions to be performed before a significant problem arises. **A typical scenario here is the perioperative patient** in whom monitoring can be used to detect hypovolemia

Monitoring péri-op



Monitoring péri-op

Monitoring en réa

Monitoring péri-op

Limites du monitoring « peu invasif »



Limites du monitoring « peu invasif »

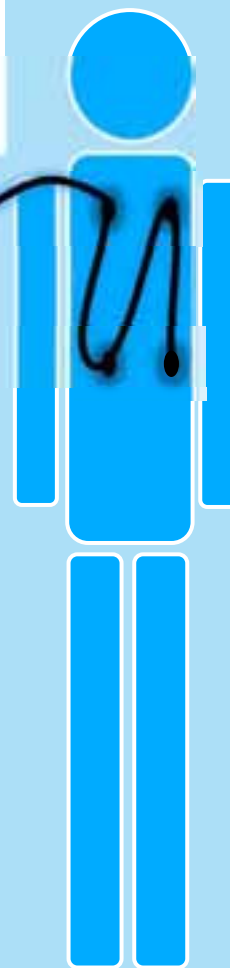
Monitoring péri-op

Limites du monitoring « peu invasif »

Nicom



Manque de validation



Monitoring péri-op

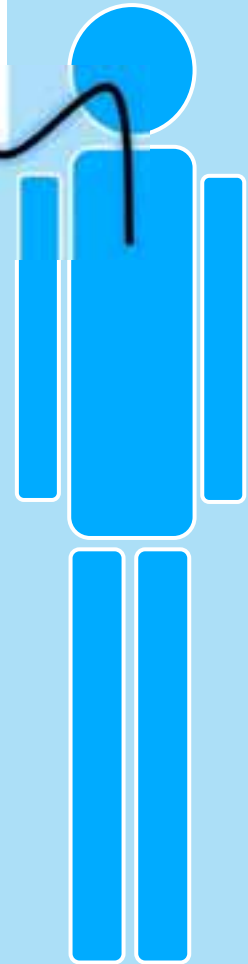
Limites du monitoring « peu invasif »

Doppler oesa



Mobilité de la sonde

Absence de réel « monitoring »



Monitoring péri-op

Limites du monitoring « peu invasif »

Vigileo

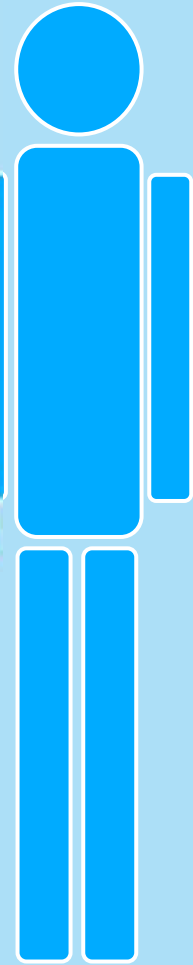


PulsioFlex

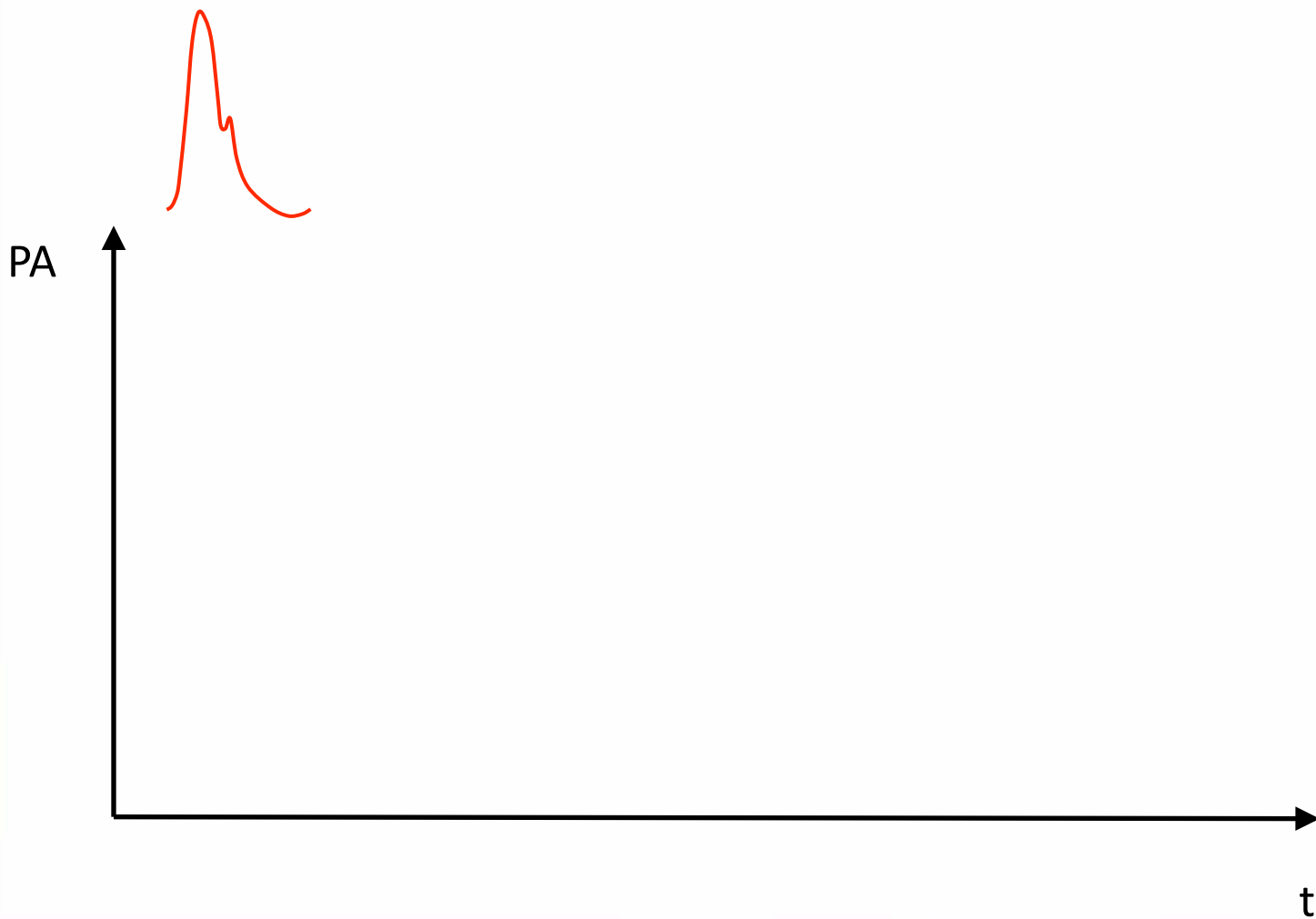


Analyse non calibrée du contour de l'onde de pouls

Réservés à certains patients



Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls



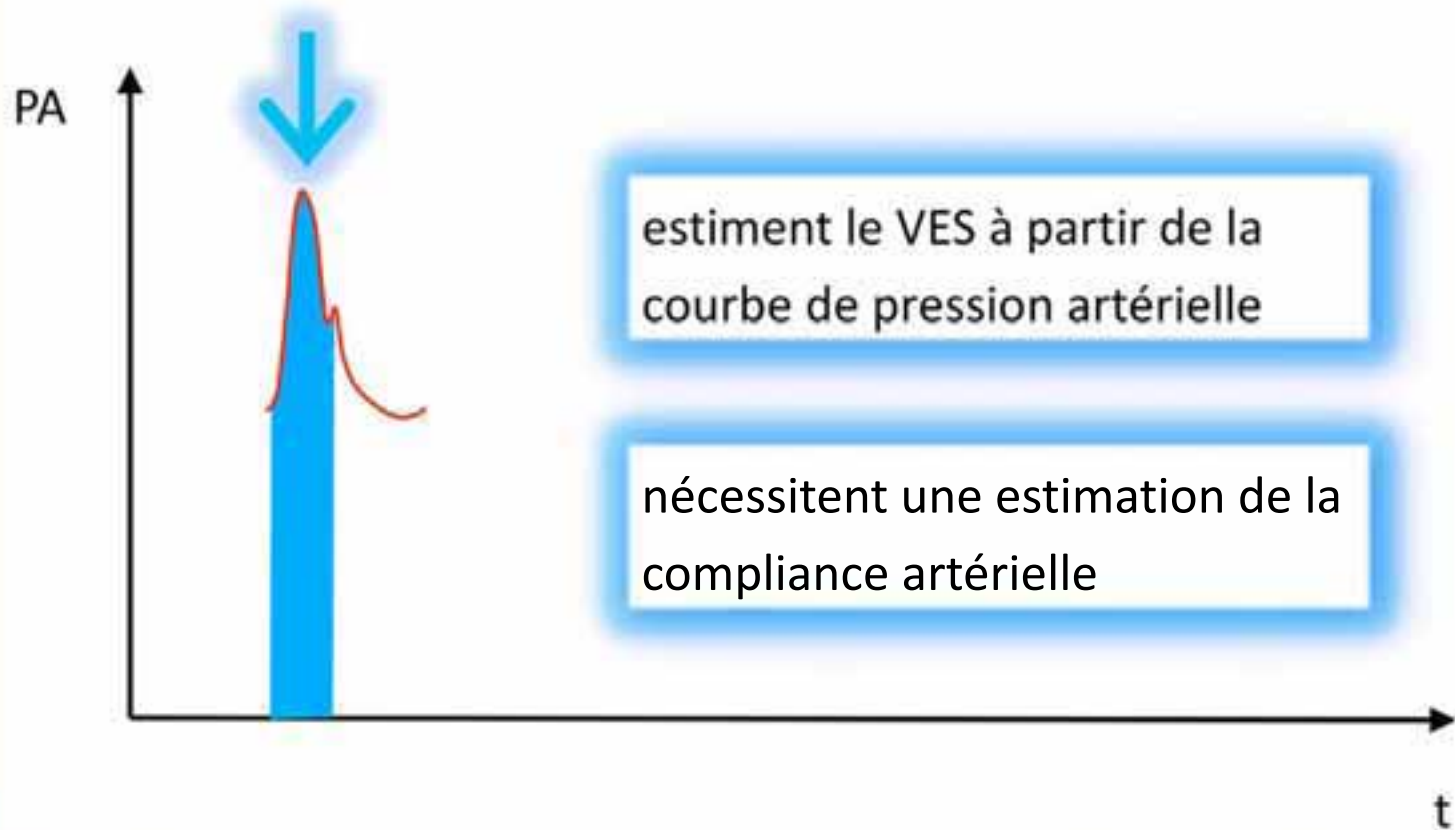
mesure continue du débit cardiaque

Monitoring péri-op



Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls

Valeur initiale fournie
par l'estimation



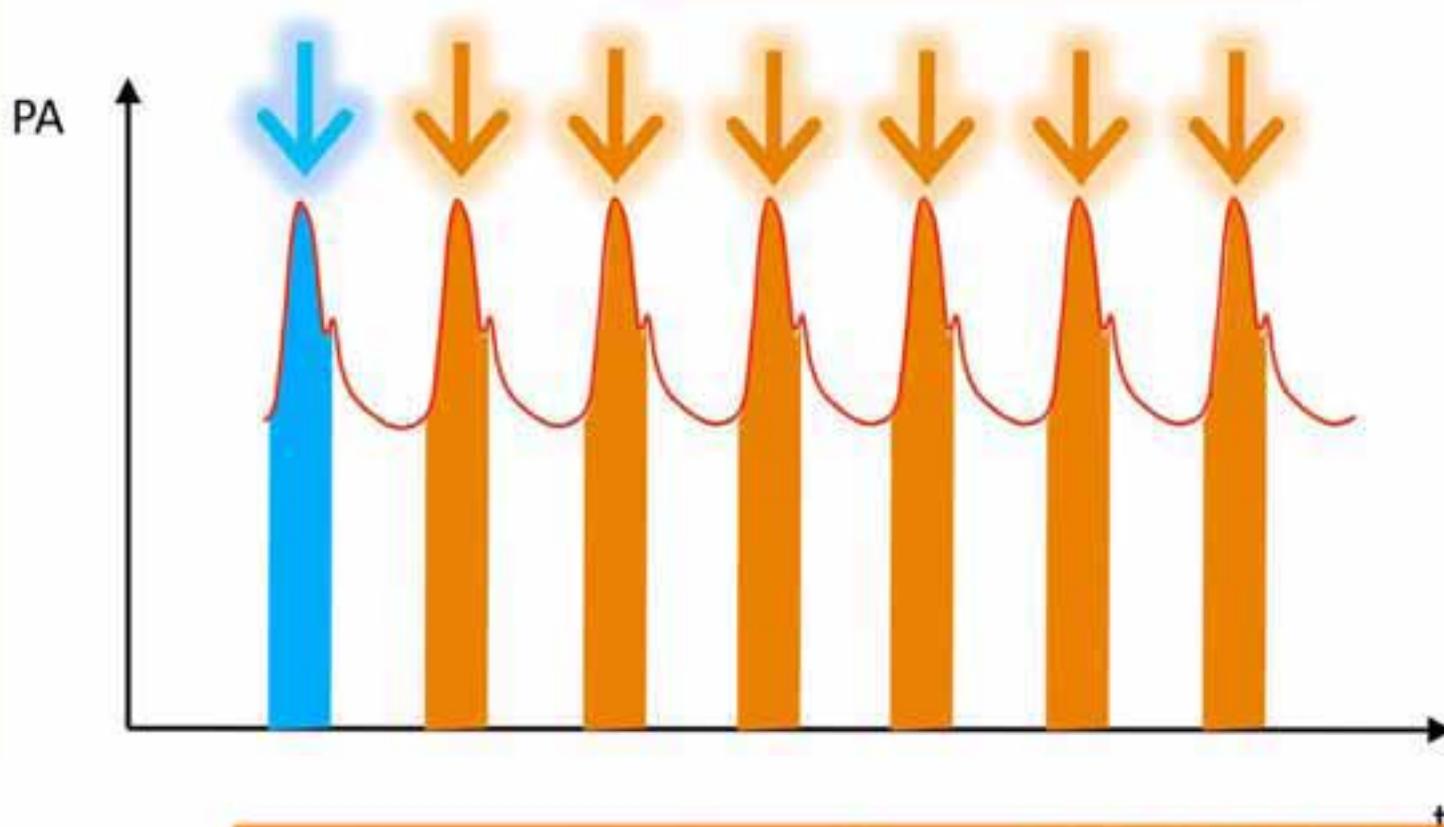


Monitoring péri-op

Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls

Valeur initiale fournie par l'estimation

Réévaluation continue par analyse du contour de l'onde de pouls



... toujours valables lorsque les propriétés physiologiques de la courbe de PA changent (sepsis, vasopresseurs) ?

Monitoring péri-op

Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls

FloTrac/Vigileo



PulsioFlex



systemes non calibrés

PiCCO



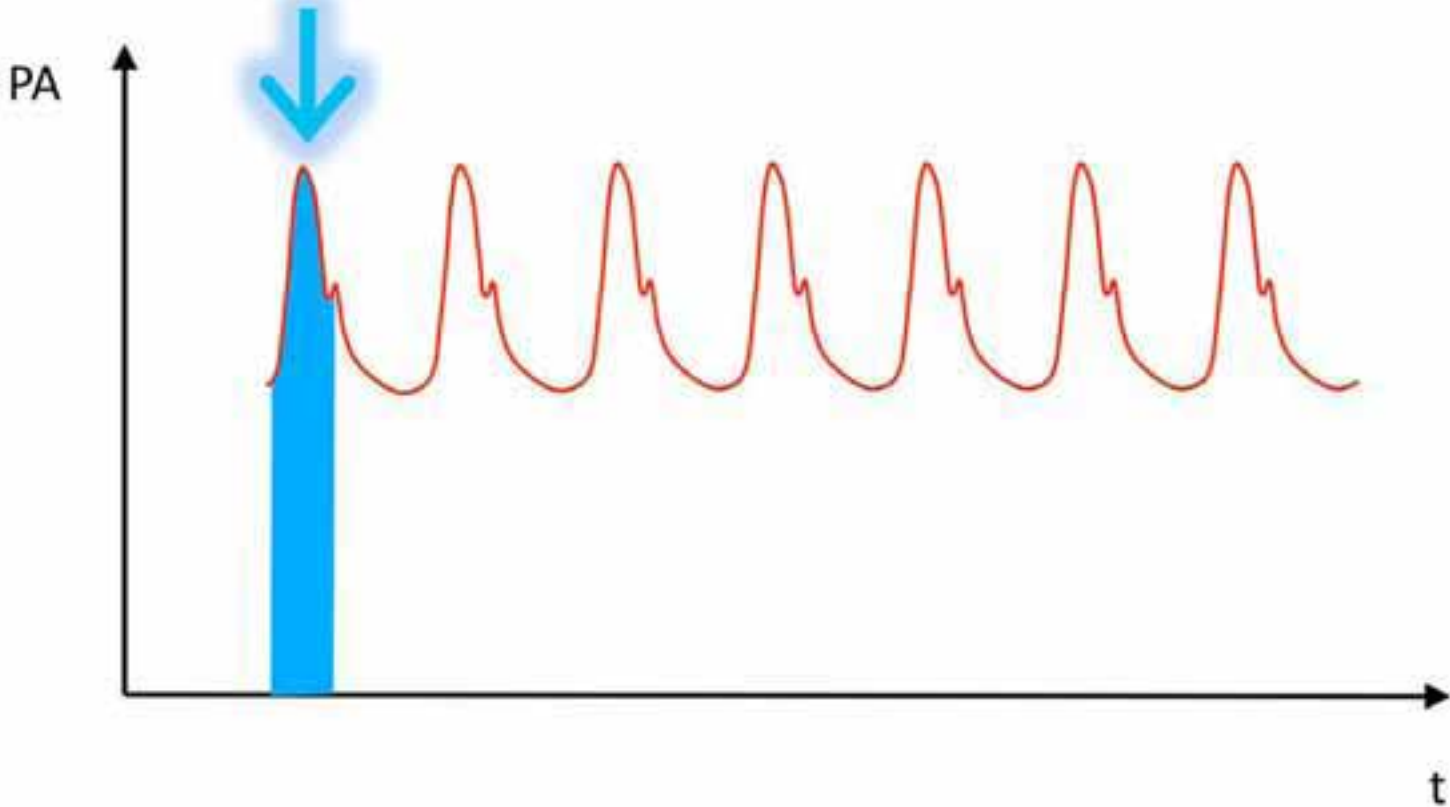
EV 1000



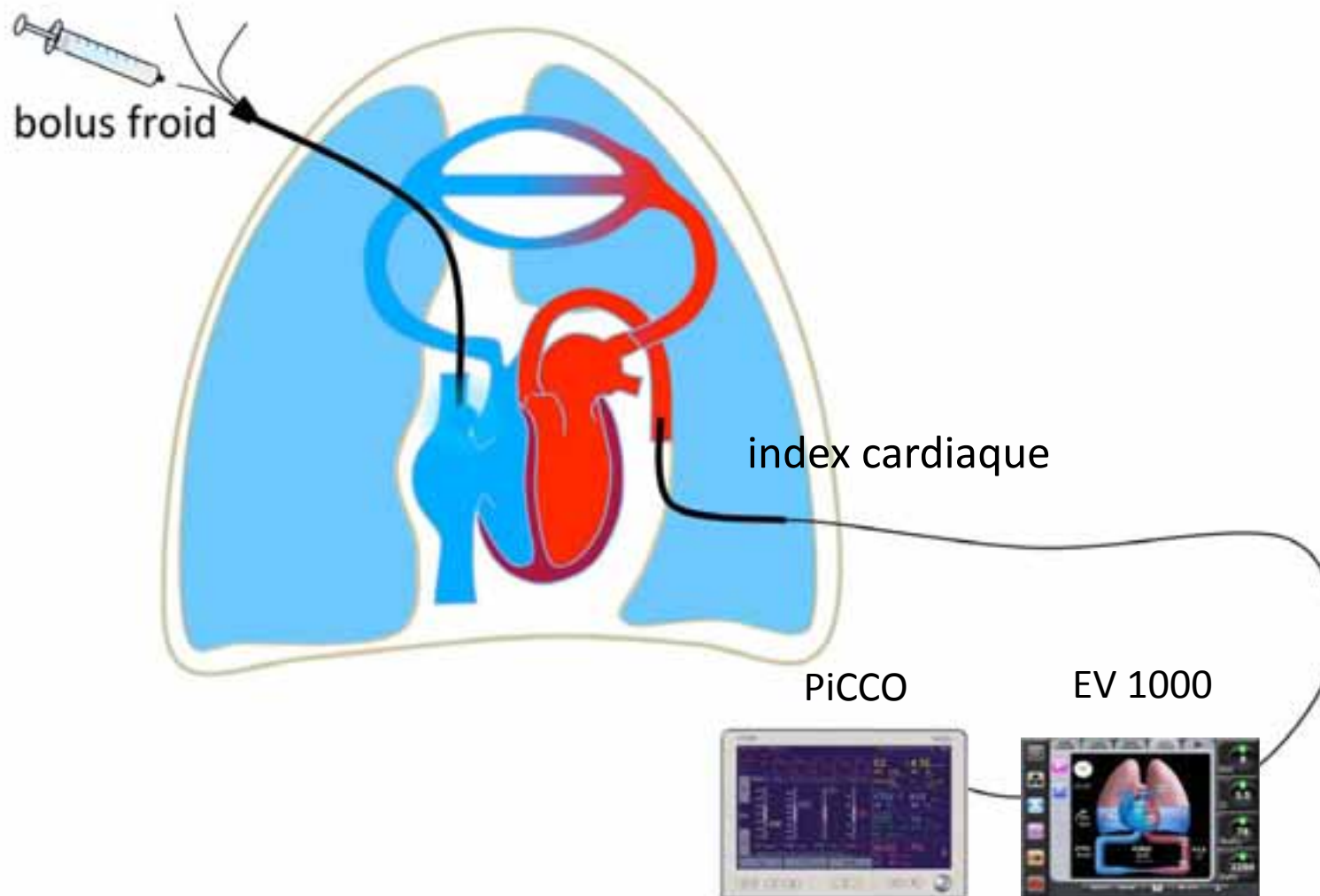
systemes calibrés

Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls

Valeur initiale
fournie par TDTP



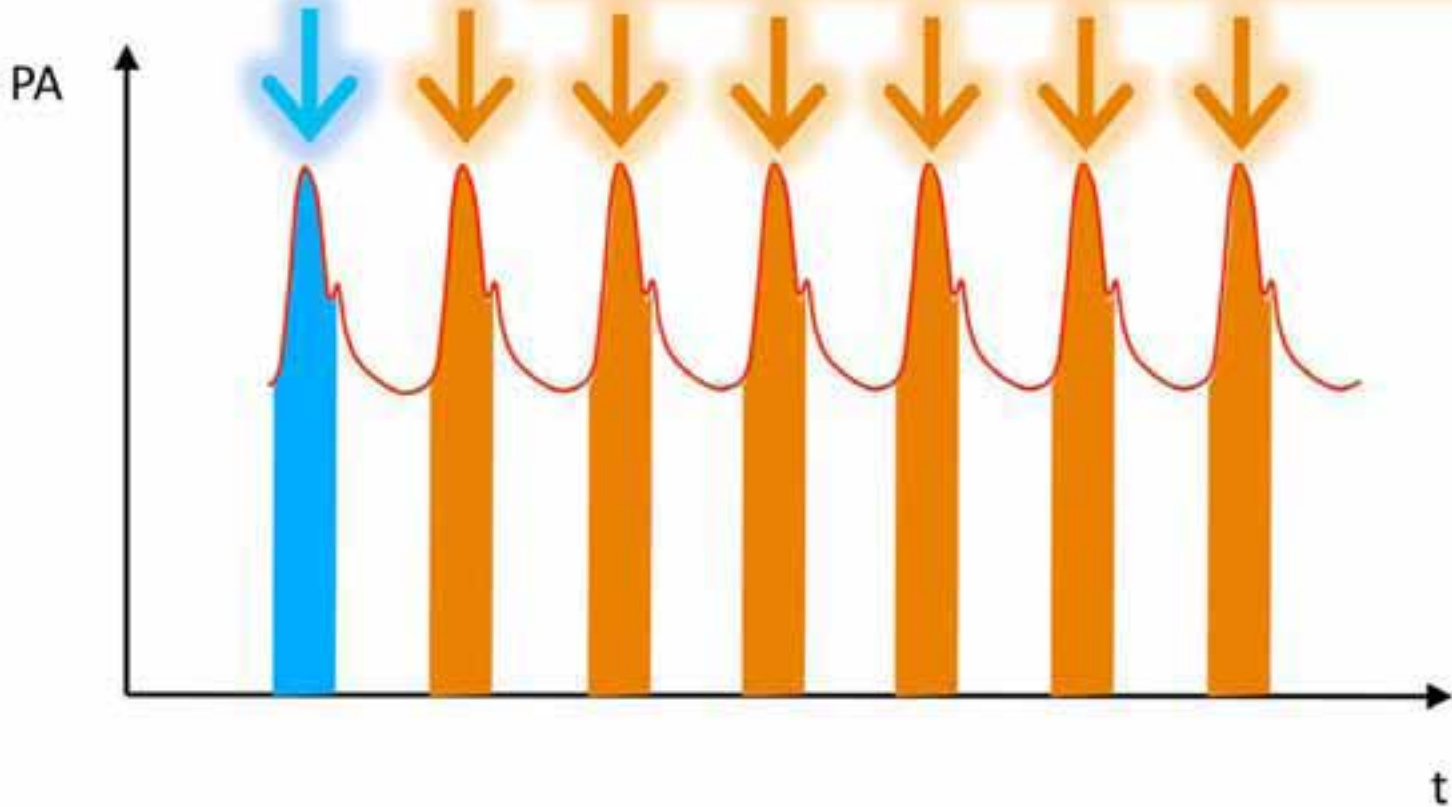
Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls



Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls

Valeur initiale
fournie par TDTP

Réévaluation continue par analyse du contour
de l'onde de pouls (algorithme PCCO)



Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls

Monnet et al. *Critical Care* 2010, **14**:R109



RESEARCH

Open Access

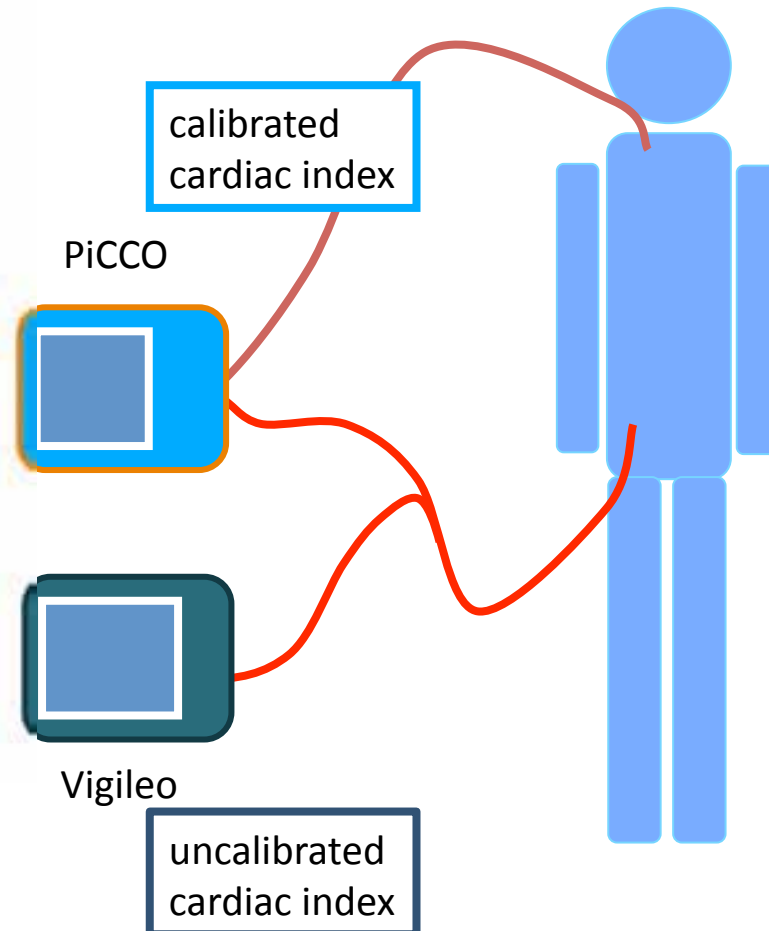
Arterial pressure-based cardiac output in septic patients: different accuracy of pulse contour and uncalibrated pressure waveform devices

Kavir Monnet^{1,2}, Nadia Anguel^{1,2}, Brice Naudin^{1,2}, Julien Jabot^{1,2}, Christian Richard^{1,2} and Jean-Louis Teboul^{1,2}

Ability to track

changes induced by volume expansion (40 patients)

changes induced by norepinephrine (40 patients)



Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls

Monnet et al. *Critical Care* 2010, **14**:R109

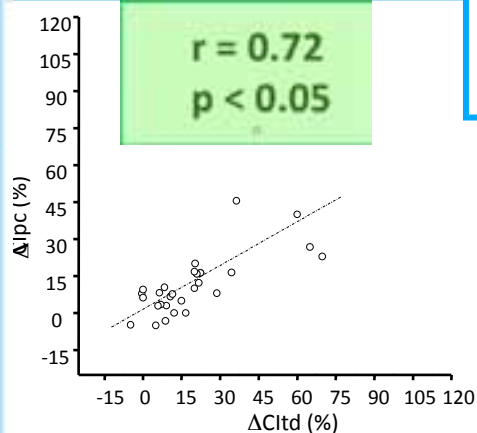


RESEARCH

Open Access

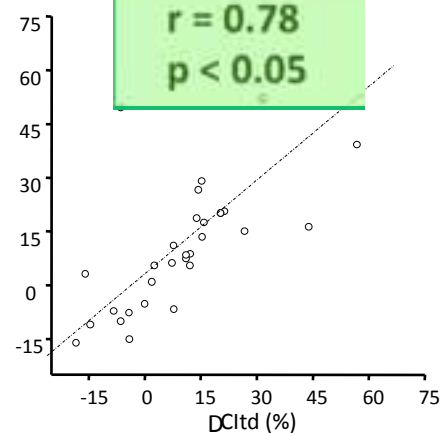
Arterial pressure-based cardiac output in septic patients: different accuracy of pulse contour and uncalibrated pressure waveform devices

Javier Monnet^{1,2}, Nada Angueli^{1,2}, Boris Naoum^{1,2}, Adrien Joffe^{1,2}, Christian Richard^{1,2} and Jean-Louis Teboul^{1,2}



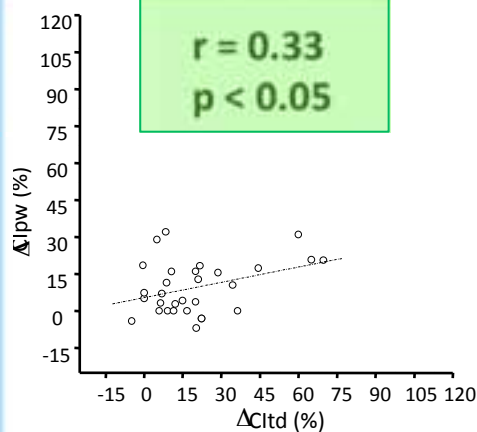
Changes induced by volume expansion

PiCCO

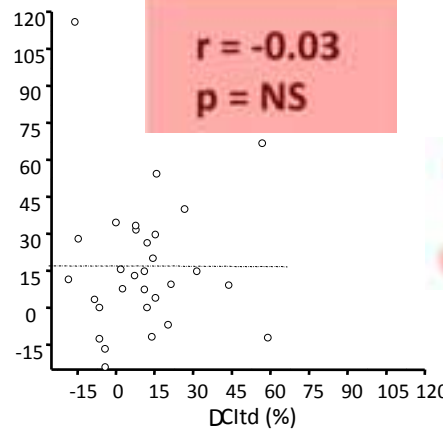


Changes induced by norepinephrine

PiCCO



Vigileo2



~~Vigileo2~~



Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls

BJA Advance Access published January 19, 2012

British Journal of Anaesthesia Page 1 of 8
doi:10.1093/bja/aer491

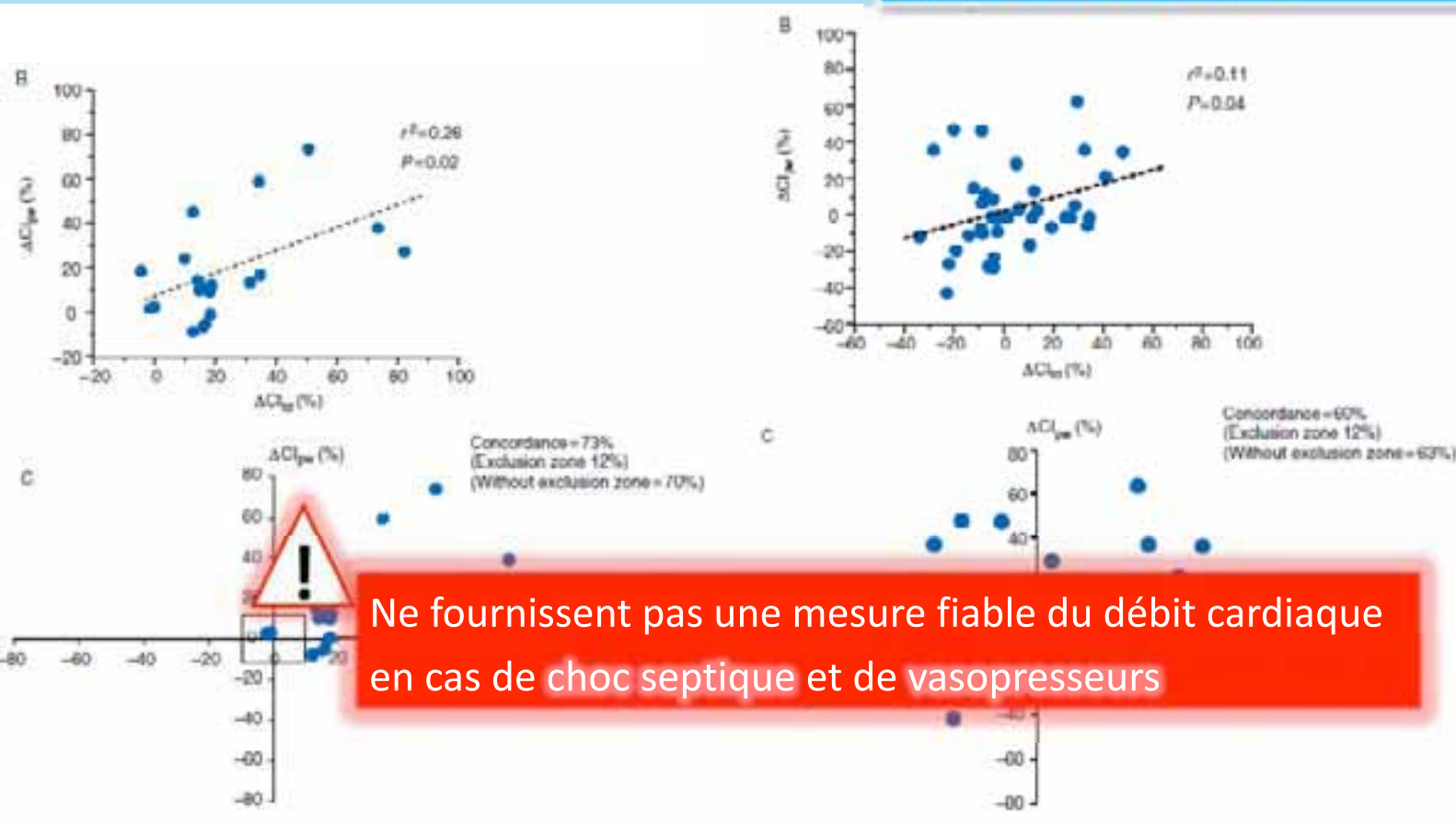
Third-generation FloTrac/Vigileo does not reliably track changes in cardiac output induced by norepinephrine in critically ill patients

X. Monnet^{1,2*}, N. Anguel^{1,2}, M. Jozwiak^{1,2}, C. Richard^{1,2} and J.-L. Teboul^{1,2}

BJA

20 volume expansions, 20 decreases and 20 increases in norepinephrine
Vigileo3 vs. PAC

Vigileo3 is less reliable than TPTD in case of changes in NE doses



Limites de l'analyse du contour de l'onde de pouls

The Impact of Phenylephrine, Ephedrine, and Increased Preload on Third-Generation Vigileo-FloTrac and Esophageal Doppler Cardiac Output Measurements

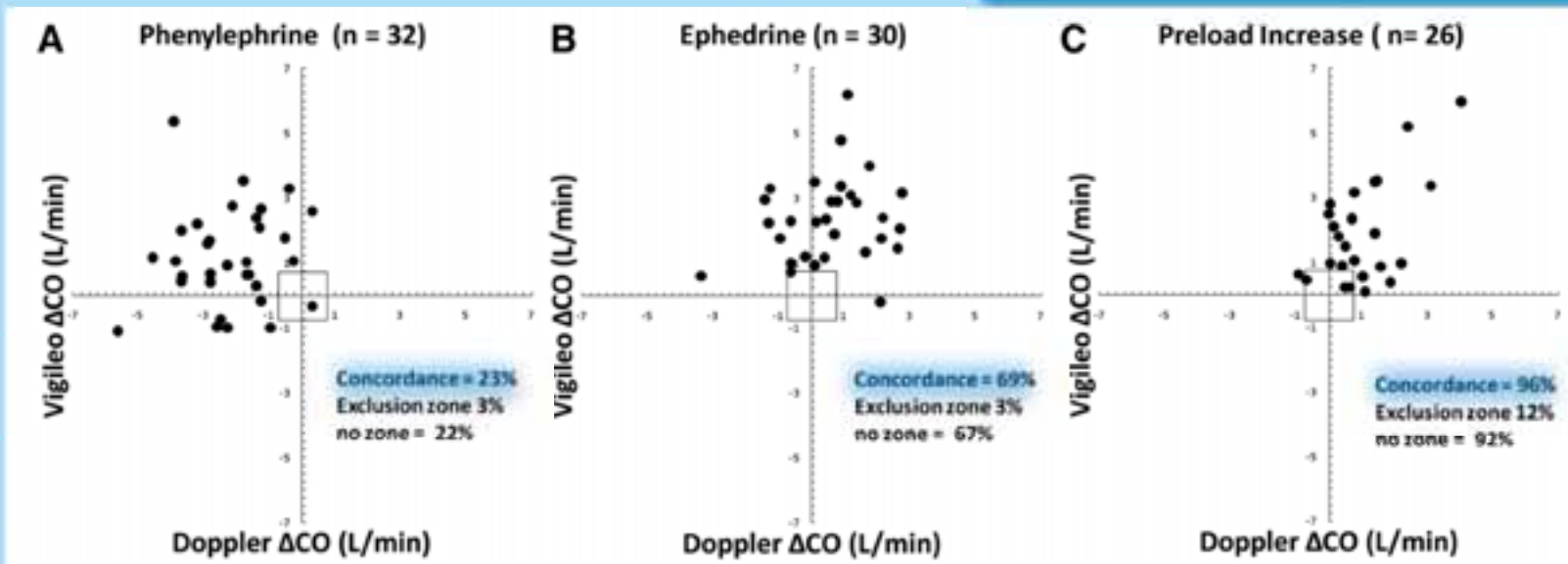
Lingzhong Meng, MD, Nam Phuong Tran, BS, Brenton S. Alexander, BS, Kathleen Laming, BS, Guo Chen, MD, Zeev N. Kain, MD, MBA, and Maxime Cannesson, MD, PhD

Anesth Analg 2011

33 patients

Vigileo3 vs. esophageal Doppler

Hemodynamic challenges by phenylephrine, ephedrine and whole-body tilting



Limites du monitoring « peu invasif »

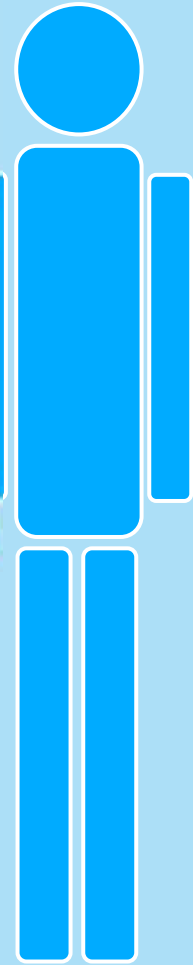
Vigileo



PulsioFlex



Ne fournissent une mesure fiable du débit cardiaque qu'en l'absence de choc septique et de vasopresseurs



Les 6 messages clés

1 L'analyse non calibrée de l'onde de pouls ne permet pas une estimation fiable du débit cardiaque en cas de choc septique sous vasopresseurs

2

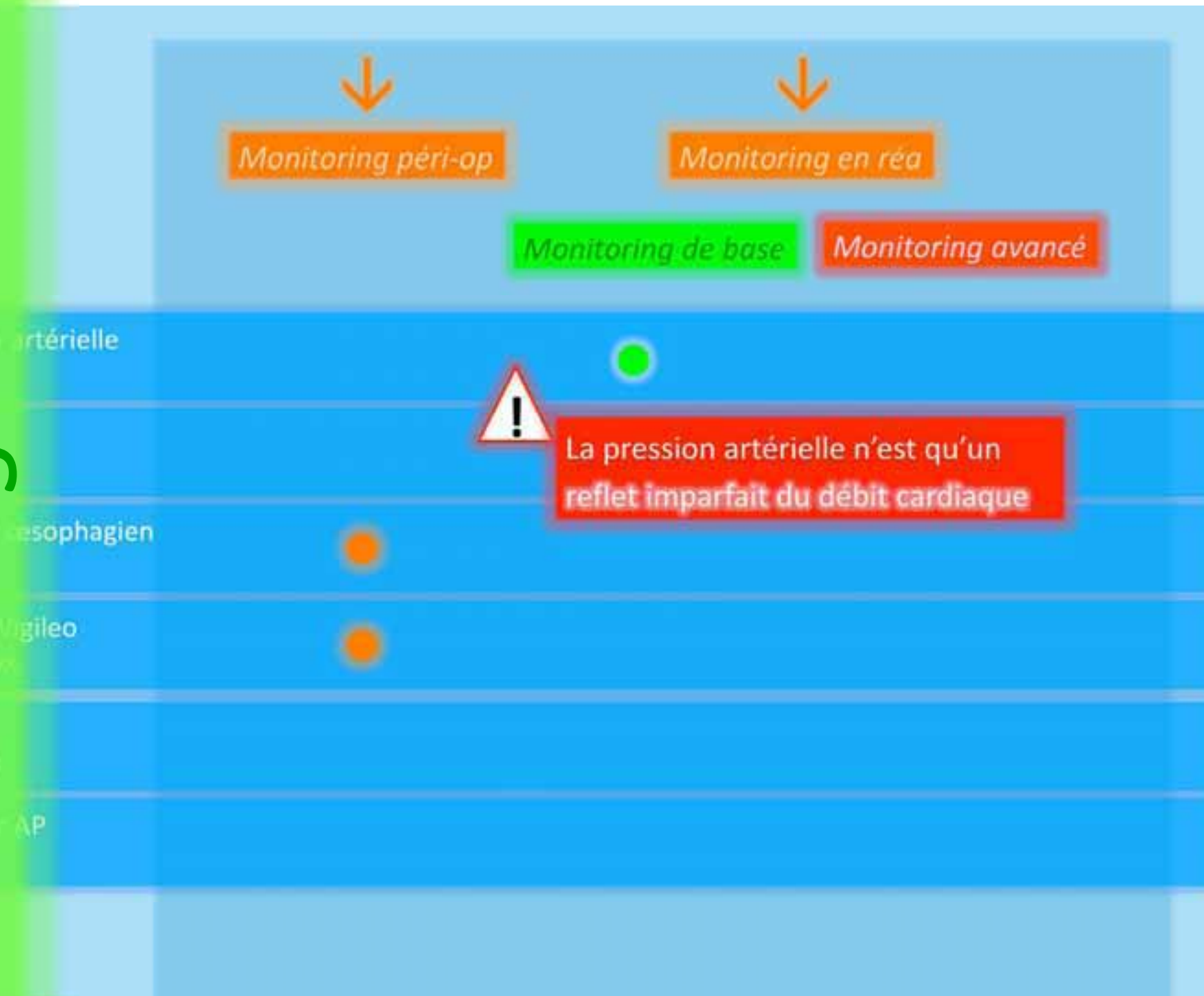
3

4

5

6

Monitoring de base



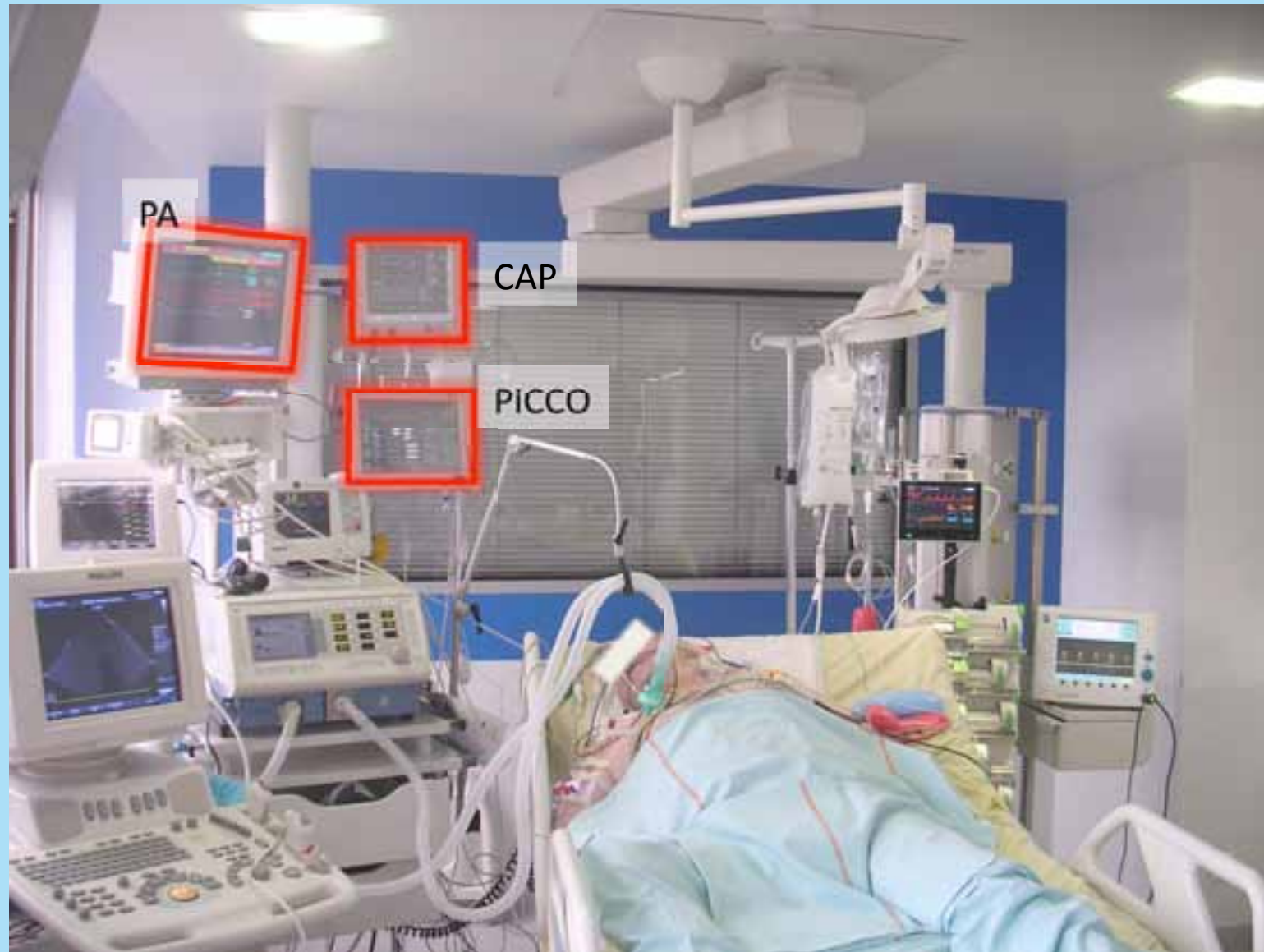
Monitoring de base

Arterial pressure allows monitoring the changes in cardiac output induced by volume expansion but not by norepinephrine*

Xavier Monnet, MD, PhD; Alexia Letierce, PhD; Oifa Hamzaoui, MD; Denis Chemla, MD, PhD; Nadia Anguel, MD; David Osman, MD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD

Crit Care Med 2011

228 pts receiving volume expansion
145 patients with increase of NE



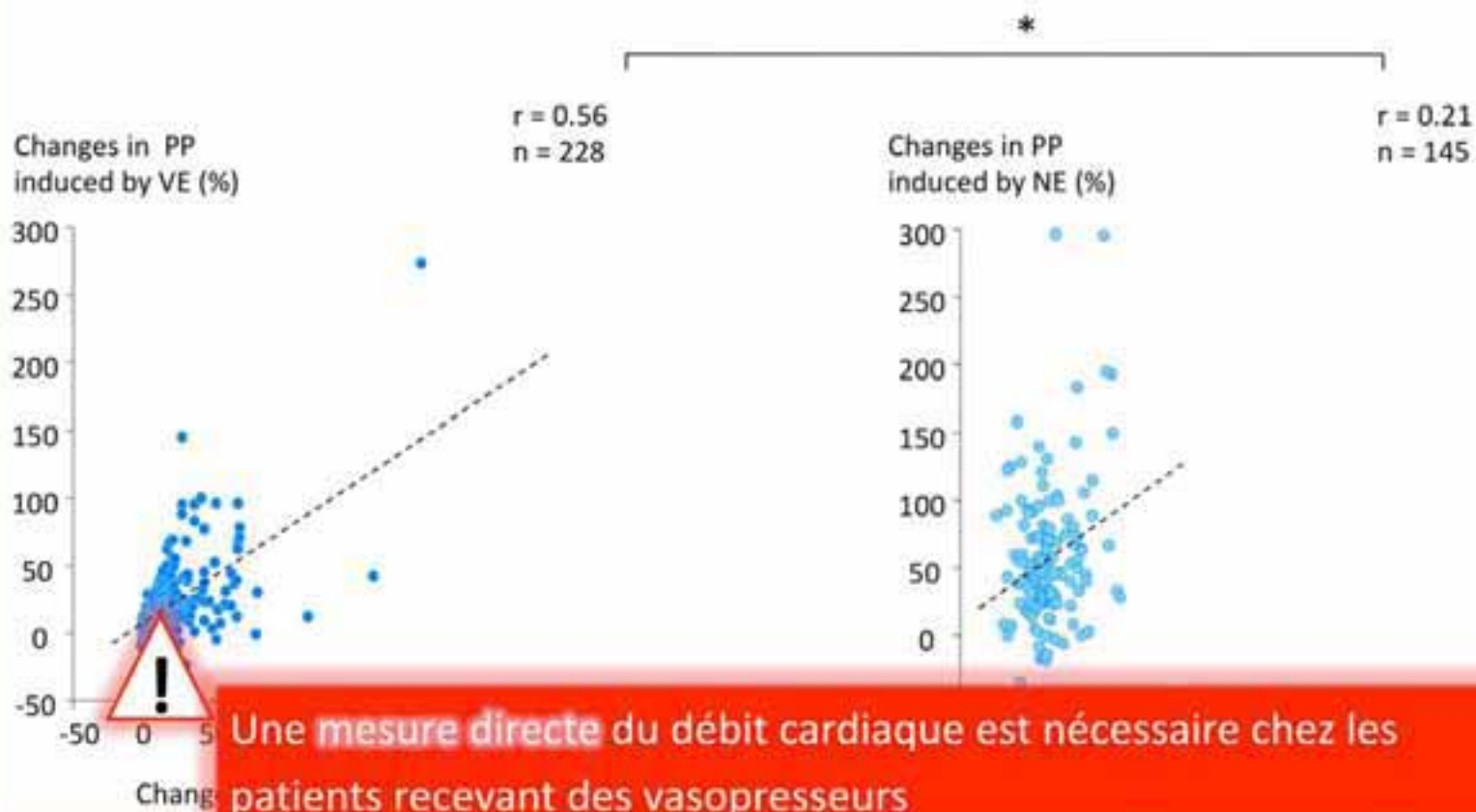
Monitoring de base

Arterial pressure allows monitoring the changes in cardiac output induced by volume expansion but not by norepinephrine*

Xavier Monnet, MD, PhD; Alexia Letierce, PhD; Oifa Hamzaoui, MD; Denis Chemla, MD, PhD; Nadia Anguel, MD; David Osman, MD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD

Crit Care Med 2011

228 pts receiving volume expansion
145 patients with increase of NE



Monitoring de base

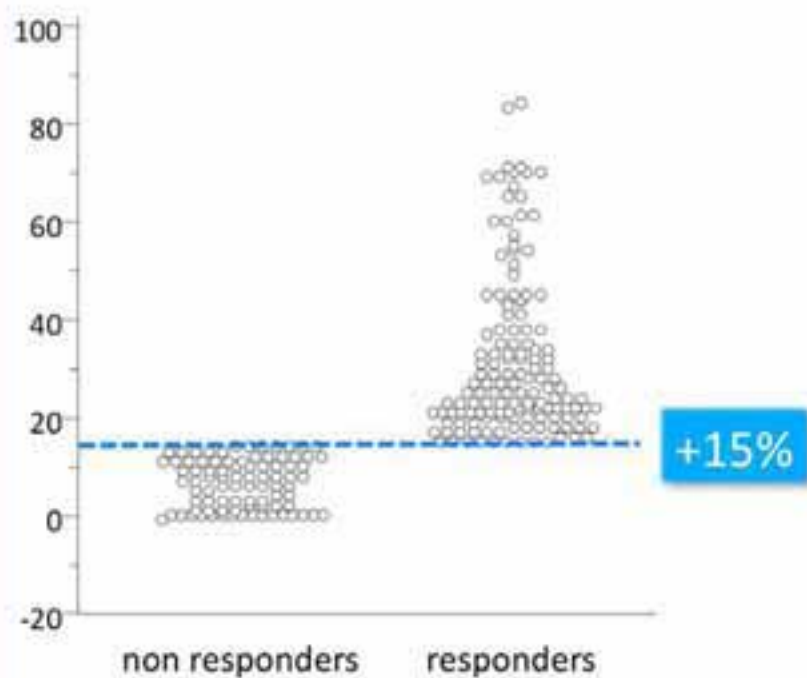
Arterial pressure allows monitoring the changes in cardiac output induced by volume expansion but not by norepinephrine*

Xavier Monnet, MD, PhD; Alexia Letierce, PhD; Oifa Hamzaoui, MD; Denis Chemla, MD, PhD; Nadia Anguel, MD; David Osman, MD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD

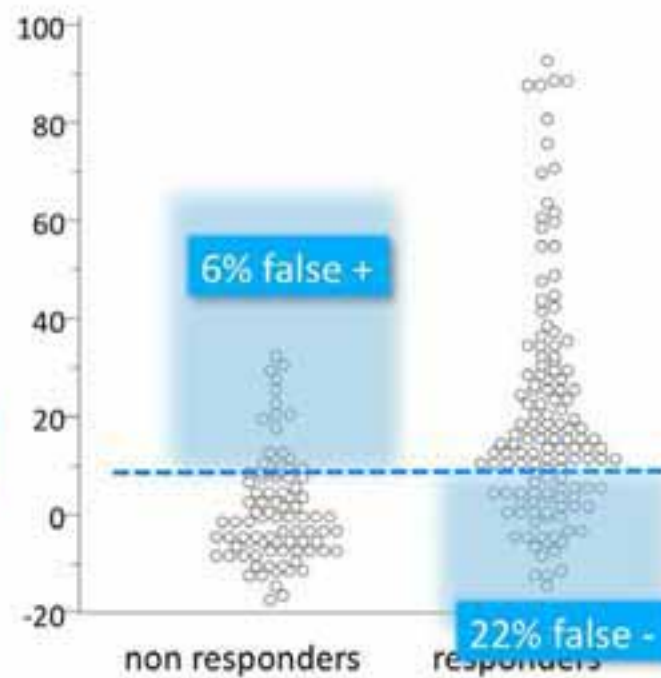
Crit Care Med 2011

228 pts receiving volume expansion
145 patients with increase of NE

changes in CI (%)



changes in PP (%)



Monitoring de base

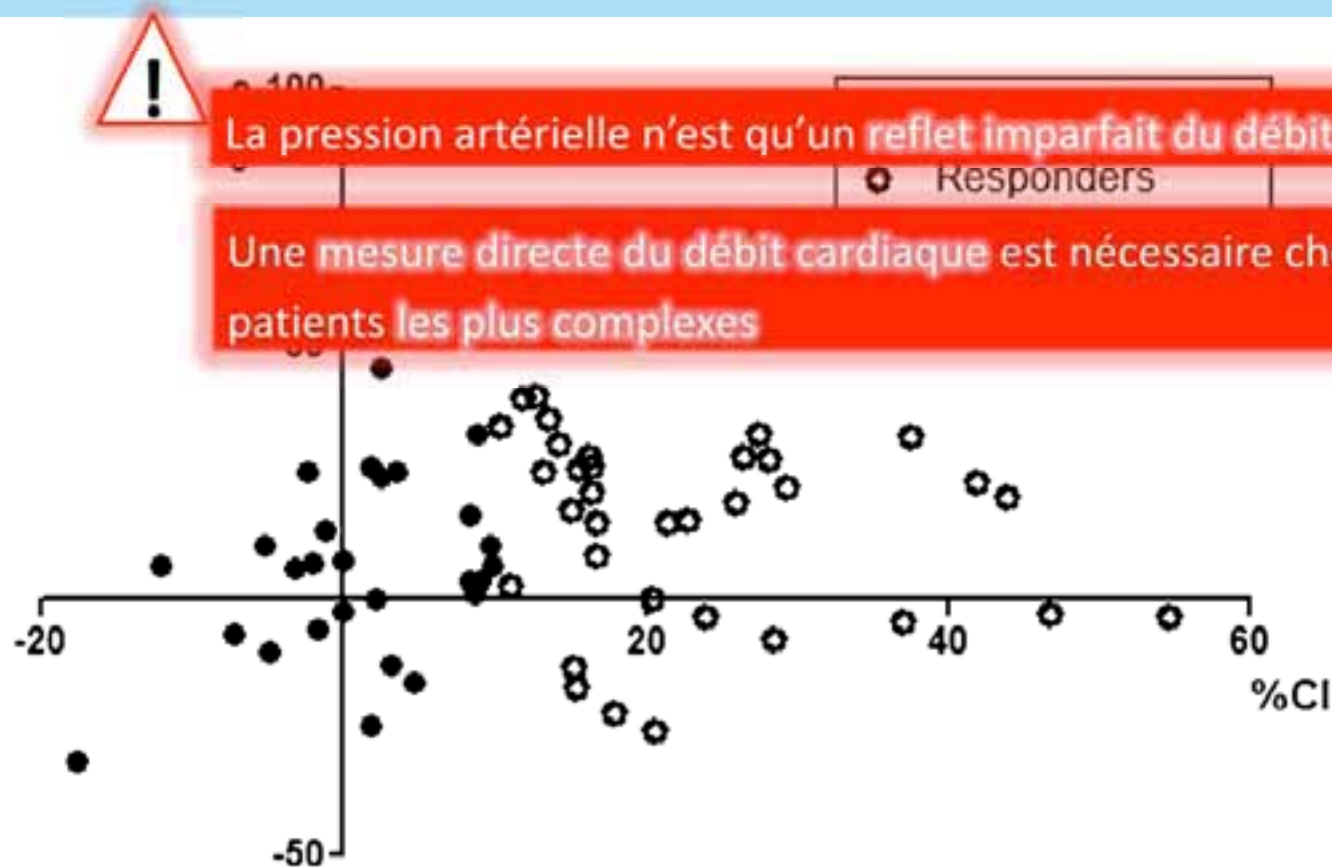
Intensive Care Med (2012) 38:422–428
DOI 10.1007/s00134-011-2457-0

ORIGINAL

Charalampos Pierrakos
Dimitrios Velissaris
Sabino Scolletta
Sarah Heenen
Daniel De Backer
Jean-Louis Vincent

Can changes in arterial pressure be used to detect changes in cardiac index during fluid challenge in patients with septic shock?

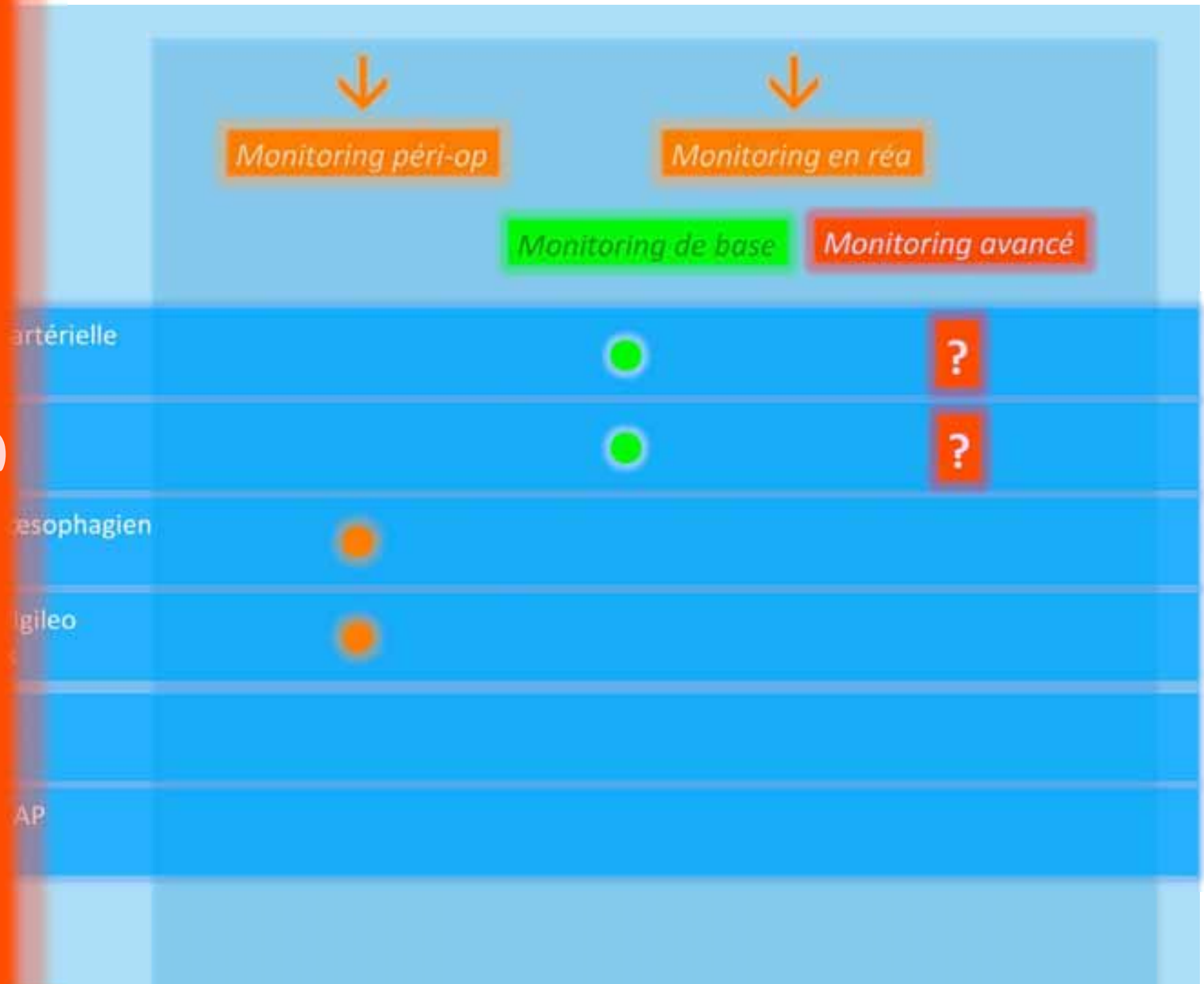
51 pts receiving volume expansion



Les 6 messages clés

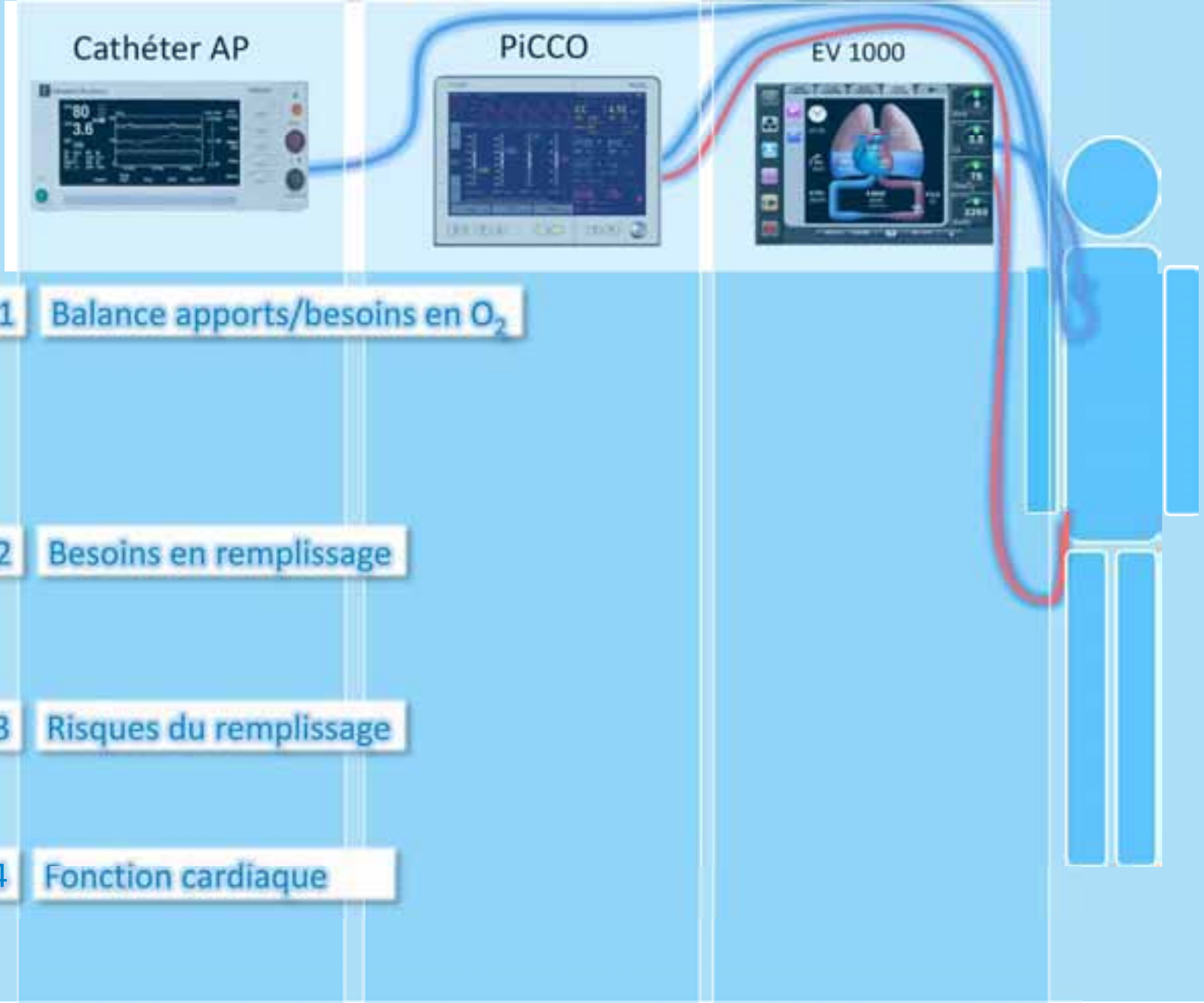
- 1 L'analyse non calibrée de l'onde de pouls ne permet pas une estimation fiable du débit cardiaque en cas de choc septique sous vasopresseurs
- 2 Les changements de la simple pression artérielle ne reflètent qu'imparfaitement les changements de débit cardiaque

Monitoring avancé



Monitoring avancé

Quels sont les pièges du monitoring avancé ?



1 Balance apports/besoins en O₂

2 Besoins en remplissage

3 Risques du remplissage

4 Fonction cardiaque

Monitoring avancé

Quels sont les pièges du monitoring avancé ?



1 Balance apports/besoins en O₂

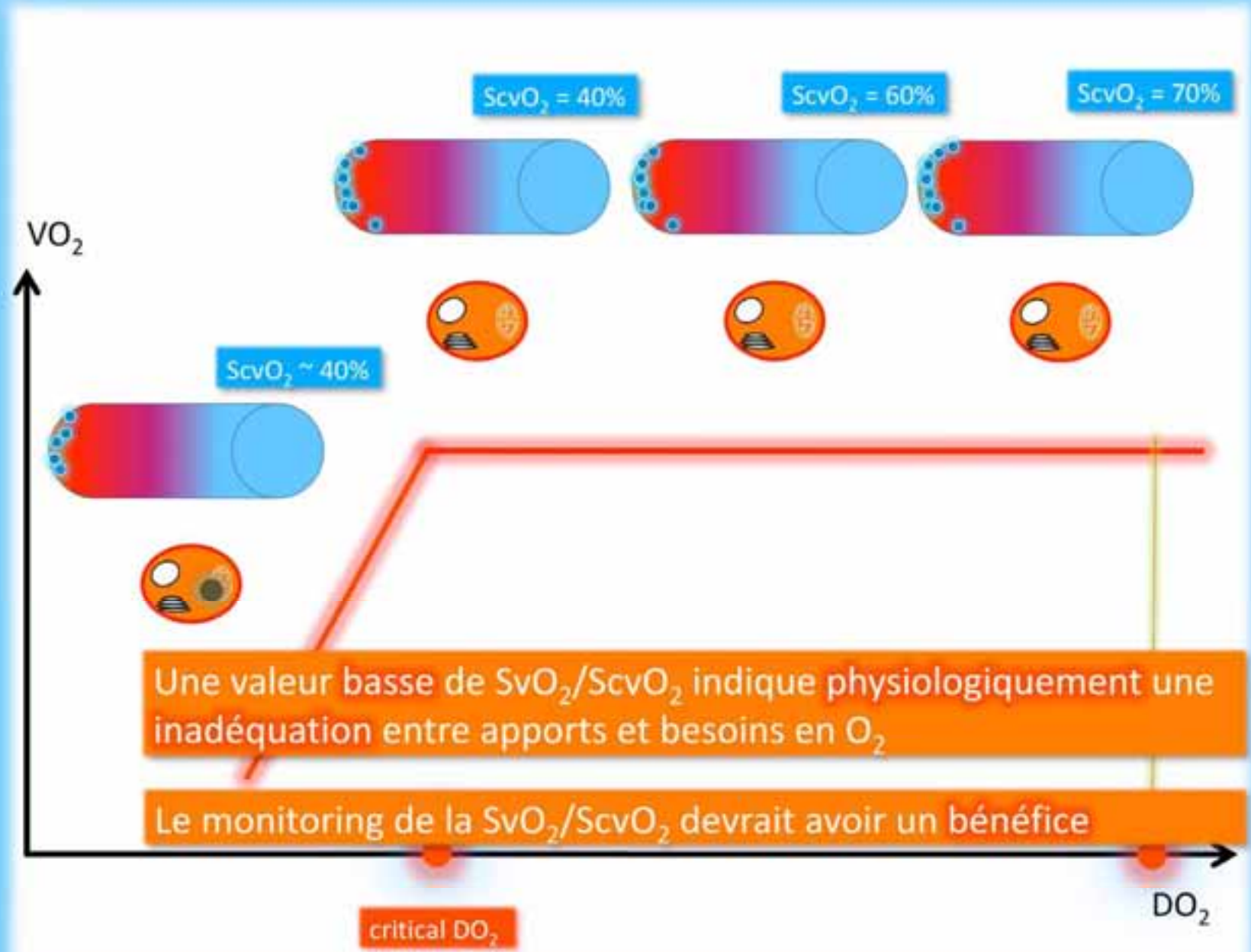
débit cardiaque	débit cardiaque	débit cardiaque
SvO ₂	ScvO ₂	ScvO ₂



Il faut connaître les limites d'interprétation de la ScvO₂

Monitoring avancé

Quels sont les pièges de l'interprétation de la ScvO₂ ?



Monitoring avancé

Quels sont les pièges de l'interprétation de la ScvO₂ ?

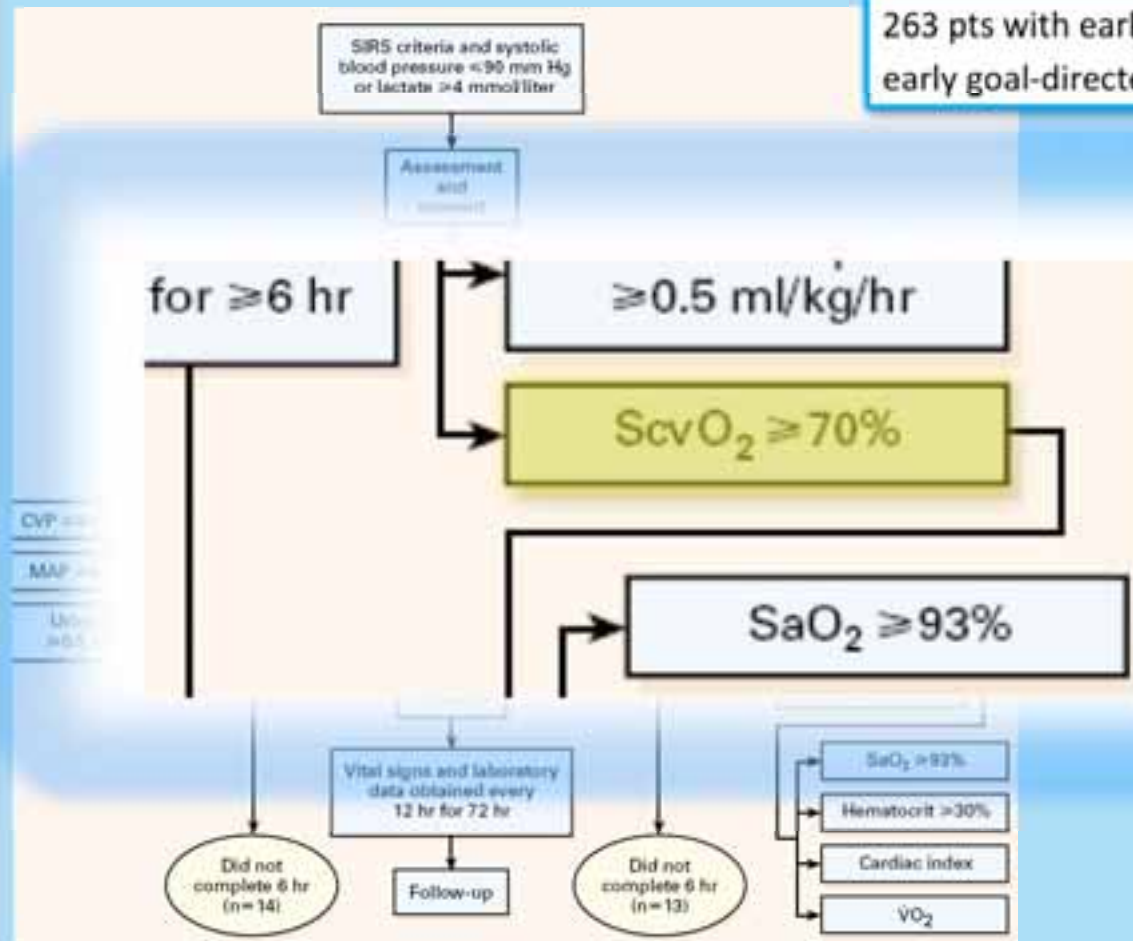
The New England Journal of Medicine

EARLY GOAL-DIRECTED THERAPY IN THE TREATMENT OF SEVERE SEPSIS AND SEPTIC SHOCK

EMANUEL RIVERS, M.D., M.P.H., BRYANT NGUYEN, M.D., SUZANNE HAVSTAD, M.A., JULIE RESSLER, B.S.,
ALEXANDRIA MUZZIN, B.S., BERNHARD KNOBLICH, M.D., EDWARD PETERSON, Ph.D., AND MICHAEL TOMLANOVICH, M.D.,
FOR THE EARLY GOAL-DIRECTED THERAPY COLLABORATIVE GROUP*

N Engl J Med 2001

263 pts with early septic shock
early goal-directed therapy or standard therapy



Quels sont les pièges de l'interprétation de la ScvO₂ ?

The New England Journal of Medicine

EARLY GOAL-DIRECTED THERAPY IN THE TREATMENT OF SEVERE SEPSIS AND SEPTIC SHOCK

EMANUEL RIVERS, M.D., M.P.H., BRYANT NGUYEN, M.D., SUZANNE HAVSTAD, M.A., JULIE RESSLER, B.S., ALEXANDRIA MUZZIN, B.S., BERNHARD KNOBLICH, M.D., EDWARD PETERSON, Ph.D., AND MICHAEL TOMLANOVICH, M.D., FOR THE EARLY GOAL-DIRECTED THERAPY COLLABORATIVE GROUP*

N Engl J Med 2001

ABSTRACT

Background Goal-directed therapy has been used for severe sepsis and septic shock in the intensive care unit. This approach involves adjustments of cardiac preload, afterload, and contractility to balance oxygen delivery with oxygen demand. The purpose of this study was to evaluate the efficacy of early goal-directed therapy before admission to the intensive care unit.

263 pts with early septic shock
early goal-directed therapy or standard therapy

Conclusions Early goal-directed therapy provides significant benefits with respect to outcome in patients with severe sepsis and septic shock.

...group within the groups with respect to some key characteristics. In-hospital mortality was 30.5 percent in the group assigned to early goal-directed therapy, as compared with 46.5 percent in the group assigned to standard therapy ($P=0.009$). During the interval from 7 to 72 hours, the patients assigned to early goal-directed therapy had a significantly higher mean (\pm SD) central venous oxygen saturation (70.4 ± 10.7 percent vs. 65.3 ± 11.4 percent), a lower lactate concentration (3.0 ± 4.4 vs. 3.9 ± 4.4 mmol per liter), a lower base deficit (2.0 ± 6.6 vs. 5.1 ± 6.7 mmol per liter), and a higher pH (7.40 ± 0.12 vs. 7.36 ± 0.12) than the patients assigned to standard therapy ($P < 0.02$ for all comparisons). During the same period, mean APACHE II scores were significantly lower, indicating less severe organ dysfunction, in the patients assigned to early goal-directed therapy than in those assigned to standard therapy (13.0 ± 6.3 vs. 15.9 ± 6.4 , $P < 0.001$).

Conclusions Early goal-directed therapy provides significant benefits with respect to outcome in patients with severe sepsis and septic shock. (N Engl J Med 2001;345:1368-77.)

Le monitoring de la ScvO₂ a acquis une grande popularité pour la prise en charge du choc septique

Quels sont les pièges de l'interprétation de la ScvO₂ ?

Special Article

Surviving Sepsis Campaign: International guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008

† Phillip Dellinger, MD; Mitchell M. Levy, MD; Jean M. Carlet, MD; Julian Bion, MD; Margaret M. Parker, MD; Roman Jaeschke, MD; Conrad Reinhart, MD; Derek C. Angus, MD, MPH; Christian Brun-Buisson, MD; Richard Beale, MD; Thierry Calandra, MD, PhD; Jean-Francois Dhainaut, MD; Herwig Gerlach, MD; Maureen Harvey, RN; John J. Marini, MD; John Marshall, MD; Marco Ranieri, MD; Ibrahim Ramsay, MD; Jonathan Sevransky, MD; B. Taylor Thompson, MD; Sean Townsend, MD; Jeffrey S. Vender, MD; Ianice L. Zimmerman, MD; Jean-Louis Vincent, MD, PhD; for the International Surviving Sepsis Campaign Guidelines Committee

Crit Care Med 2008

Table 3 Initial Resuscitation and Infection Issues

Initial resuscitation (first 6 hours)

Strength of recommendation and quality of evidence have been assessed using the GRADE criteria, presented in brackets after each guideline. For added clarity: ● Indicates a strong recommendation or "we recommend"; ○ indicates a weak recommendation or "we suggest"

- Begin resuscitation immediately in patients with hypotension or elevated serum lactate ≥ 4 mmol/L; do not delay pending ICU admission. (1C)
- Resuscitation goals: (1C)
 - Central venous pressure (CVP) 8–12 mm Hg*
 - Mean arterial pressure ≥ 65 mm Hg
 - Tissue oxygenation $\geq 70\%$ and ScvO₂ $\geq 70\%$

– Central venous (superior vena cava) oxygen saturation $\geq 70\%$,
or mixed venous $\geq 65\%$

*Values from at least three different sites (1C)

- One or more ICs should be patent/usable
- One IC from each vascular access device in place > 48 h
- Culture other sites as clinically indicated

- Perform imaging studies promptly in order to confirm and sample any source of infection; if safe to do so. (1C)

Antibiotic therapy

- Begin intravenous antibiotics as early as possible, and always within the first hour of recognizing severe sepsis (1D) and septic shock (1B).
- Broad-spectrum: one or more agents active against likely bacterial/fungal pathogens and with good penetration into presumed source (1B)
- Reassess antimicrobial regimen daily to optimise efficacy, prevent resistance, avoid toxicity & minimise costs. (1C)
 - Consider combination therapy in Pseudomonas infections. (2D)
 - Consider combination empiric therapy in neutropenic patients. (2D)
 - Combination therapy no more than 3–5 days and deescalation following susceptibilities. (2D)
- Duration of therapy typically limited to 7–10 days; longer if response slow, undrainable foci of infection, or immunologic deficiencies. (1D)
- Stop antimicrobial therapy if cause is found to be non-infectious. (1D)

Source identification and control

- A specific anatomic site of infection should be established as rapidly as possible (1C) and within first 6 hrs of presentation (1D).
 - Formally evaluate patient for a focus of infection amenable to source control measures (eg: abscess drainage, tissue debridement). (1C)
 - Implement source control measures as soon as possible following successful initial resuscitation. (1C)
- Exception: infected pancreatic necrosis, where surgical intervention best delayed. (2B)
- Choose source control measure with maximum efficacy and minimal physiologic upset. (1D)
 - Remove intravascular access devices if potentially infected. (1C)

Quels sont les pièges de l'interprétation de la ScvO₂ ?

Special Article

Surviving Sepsis Campaign: International guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008

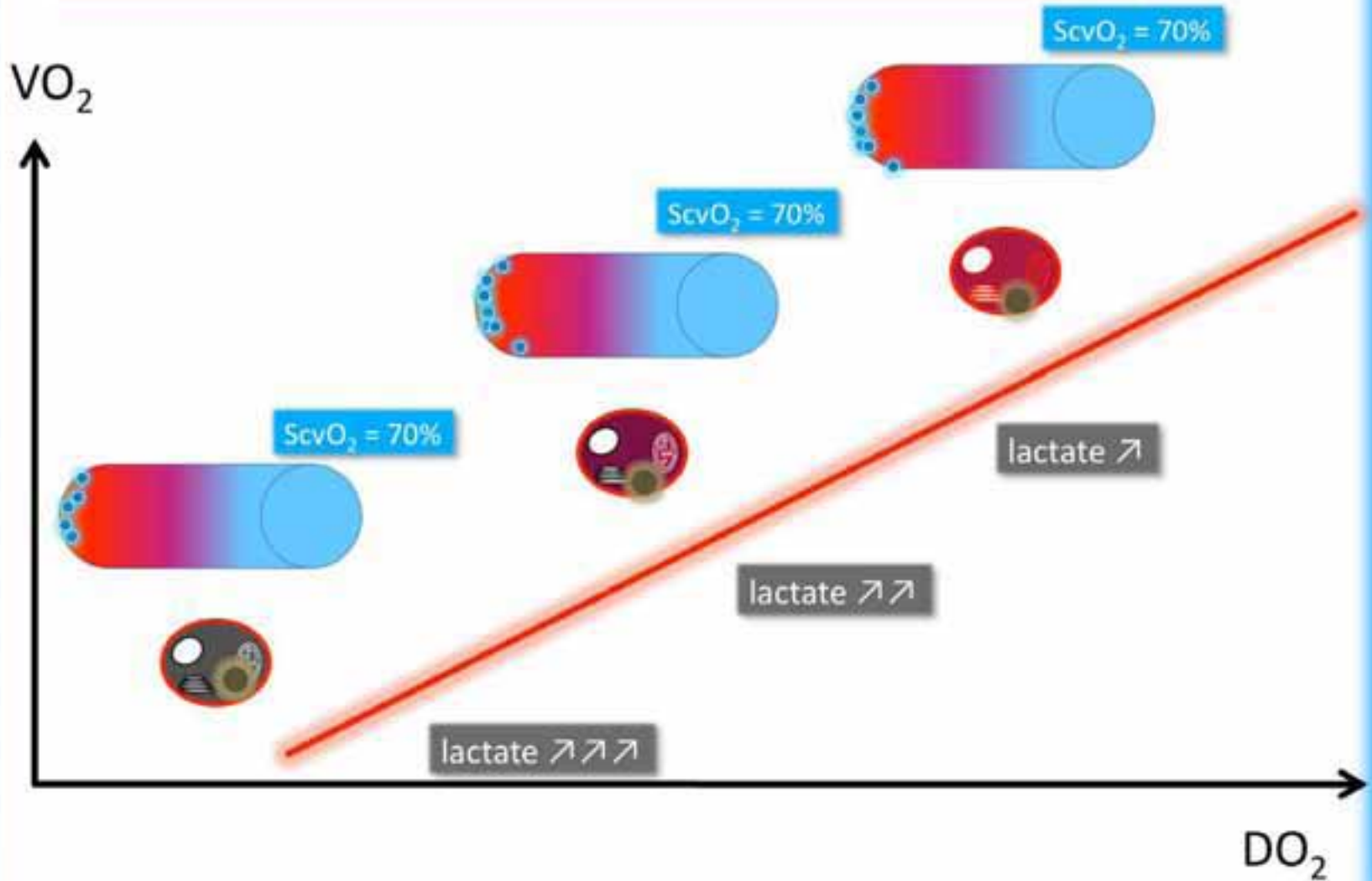
R. Phillip Dellinger, MD; Mitchell M. Levy, MD; Jean M. Carlet, MD; Julian Bion, MD; Margaret M. Parker, MD; Roman Jaeschke, MD; Konrad Reinhart, MD; Derek C. Angus, MD, MPH; Christian Brun-Buisson, MD; Richard Beale, MD; Thierry Calandra, MD, PhD; Jean-Francois Dhainaut, MD; Herwig Gerlach, MD; Maurene Harvey, RN; John J. Marini, MD; John Marshall, MD; Marco Ranieri, MD; Graham Ramsay, MD; Jonathan Sevransky, MD; B. Taylor Thompson, MD; Sean Townsend, MD; Jeffrey S. Vender, MD; Janice L. Zimmerman, MD; Jean-Louis Vincent, MD, PhD; for the International Surviving Sepsis Campaign Guidelines Committee

Monitoring avancé

Quels sont les pièges de l'interprétation de la ScvO₂ ?



La ScvO₂ est normale dans la majorité des cas de choc septique



Quels sont les pièges de l'interprétation de la ScvO₂ ?

Research

Open Access

The incidence of low venous oxygen saturation on admission to the intensive care unit: a multi-center observational study in The Netherlands

PA van Beest^{1,2}, JJ Hofstra³, MJ Schultz^{3,4}, EC Boerma¹, PE Spronk^{3,4,5} and MA Kuiper^{1,3,4}



Mixed venous oxygen saturation cannot be estimated by central venous oxygen saturation in septic shock

A TRIAL OF GOAL-ORIENTED HEMODYNAMIC THERAPY IN CRITICALLY ILL PA
LEONARD GATTI, M.D., LUIS BRUNO, M.D., ENZO PETRO, M.D., ROBERTO LATINI, J.
GIUSEPPE TORANZI, M.D., ANTONIO PASARELLI, M.D., and ROBERTO FUMAGALLI, M.D.

Intensive Care Med (2006) 34:2218-2225
DOI 10.1007/s00134-006-1199-0

ORIGINAL

Implementation and outcomes of the Multi-Organ Dysfunction Therapies (MUST) protocol*

Nathan I. Shapiro, MD, MPH; Michael D. Howell, MD; Daniel Talmi; Dermot Lahay, BA; Long Ngo, PhD; Jon Buras, MD, PhD; Richard J. Woodrow Weiss, MD; Alan Lisbon, MD

Fabrice Vallée
Benoit Vallet
Olivier Mathe
Jacqueline Parragotte
Arnaud Mari
Sten Silva
Kamran Samil
Olivier Fourcade
Michèle Genestal

Central venous-to-arterial carbon dioxide difference: an additional target for goal-directed therapy in septic shock?

Research

The incidence of low venous oxygen saturation on admission to the intensive care unit: a multi-center observational study in The Netherlands

PA van Beest^{1,2}, JJ Hofstra³, MJ Schultz^{3,4}, EC Boerma¹, PE Spronk^{3,4,5} and MA Kuiper^{1,3,4}

Critical Care 2006

Willems et al. Critical Care 2011, 15:R111
http://cc.ccmjournal.com/content/15/R111



RESEARCH

Open Access

High mixed venous oxygen saturation levels do not exclude fluid responsiveness in critically ill septic patients

Critical Care 2011

Dimitrios Willems, Charalambos Petalidis, Sabina Scolletta, Daniel De Backer and Jean-Louis Vincent*

Quels sont les pièges de l'interprétation de la ScvO₂ ?

Research

Open Access

The incidence of low venous oxygen saturation on admission to the intensive care unit: a multi-center observational study in The NetherlandsPA van Beest^{1,2}, JJ Hofstra³, MJ Schultz^{3,4}, EC Boerma¹, PE Spronk^{3,4,5} and MA Kuiper^{1,3,4}*Critical Care* 2008Prospective observation in Dutch ICUs
340 pts compared to the Rivers' study

Variable	Sepsis (n = 125)	EGDT study (n = 263)
Heart rate (beats/min)	115 ± 26	115 ± 29
CVP (mmHg)	10.8 ± 4.9	5.7 ± 8.5
MAP (mmHg)	60 ± 13	75 ± 25
ScvO ₂ (%)	74.0 ± 10.2	48.9 ± 12.3
Lactate (mmol/l)	2.7 ± 2.2	7.3 ± 4.6

Monitoring avancé

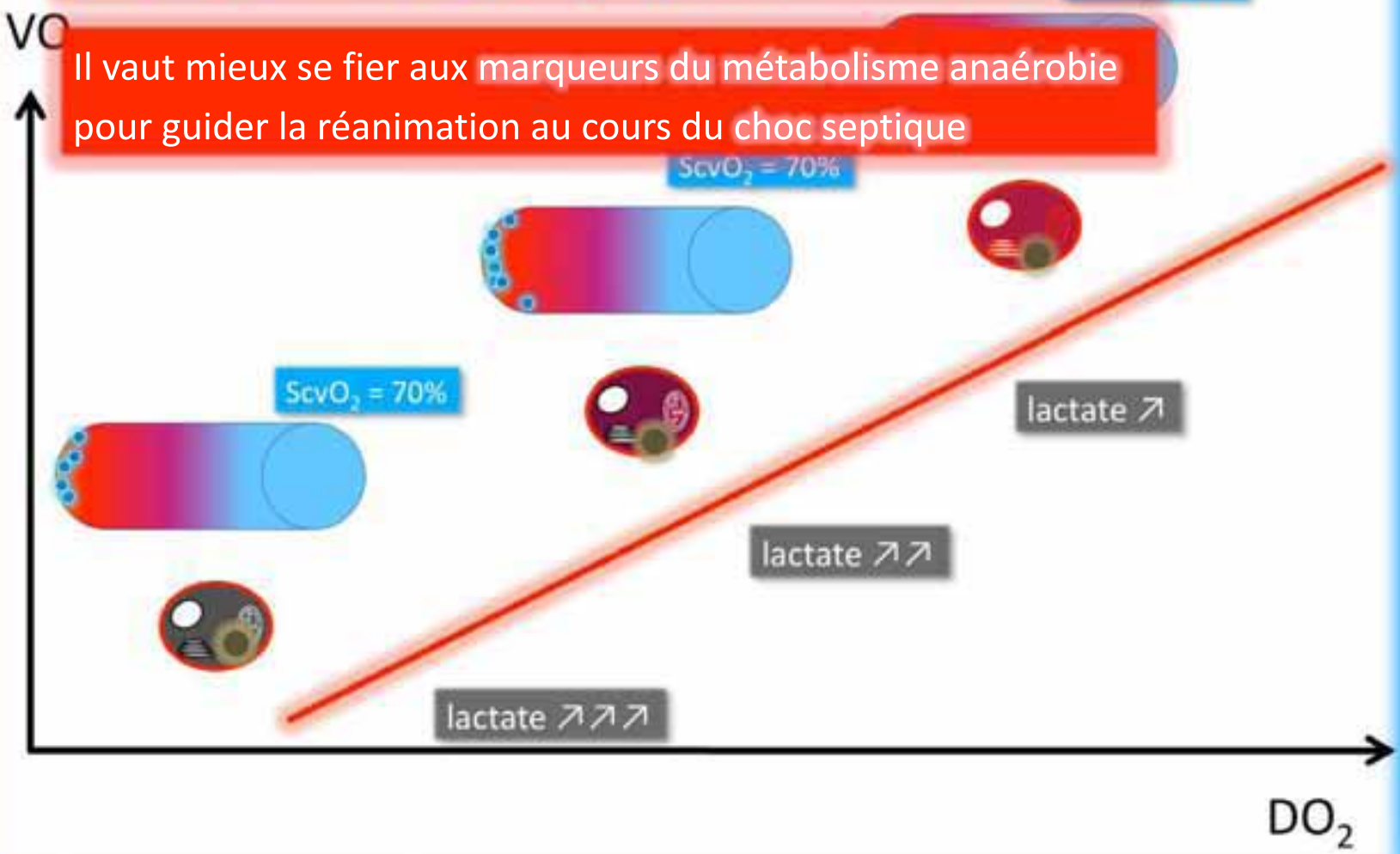
Quels sont les pièges de l'interprétation de la ScvO₂ ?



La ScvO₂ est normale dans la majorité des cas de choc septique

Une ScvO₂ normale ne signifie pas qu'il ne faut rien faire

Il vaut mieux se fier aux marqueurs du métabolisme anaérobie pour guider la réanimation au cours du choc septique



Les 6 messages clés

- 1 L'analyse non calibrée de l'onde de pouls ne permet pas une estimation fiable du débit cardiaque en cas de choc septique sous vasopresseurs
- 2 Les changements de la simple pression artérielle ne reflètent qu'imparfaitement les changements de débit cardiaque
- 3 La $ScvO_2$ ne permet pas de guider la réanimation hémodynamique lorsqu'elle est élevée au cours du choc septique

Monitoring avancé

Quels sont les pièges du monitoring avancé ?



	1	2	
Balance apports/besoins en O₂	débit cardiaque	débit cardiaque	débit cardiaque
	SvO ₂	ScvO ₂	ScvO ₂
Besoins en remplissage		PPV, SVV tests de LJP et OTE	PPV, SVV tests de LJP et OTE
	PAPO		

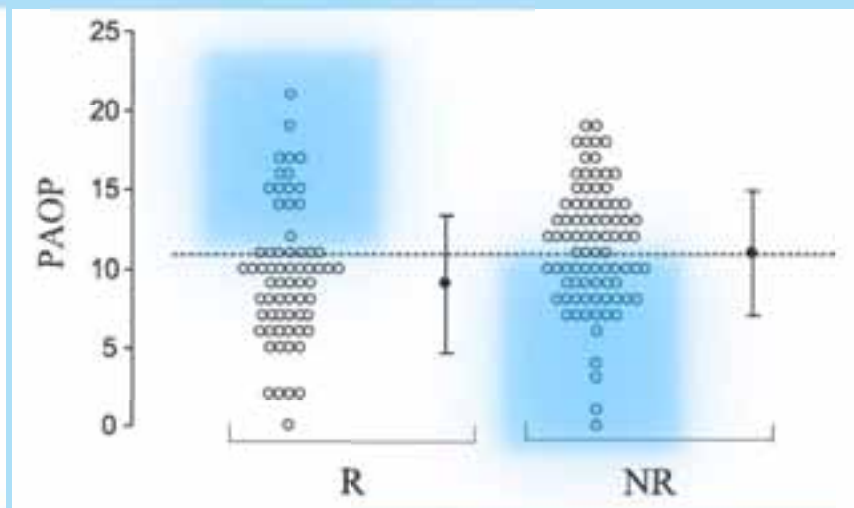
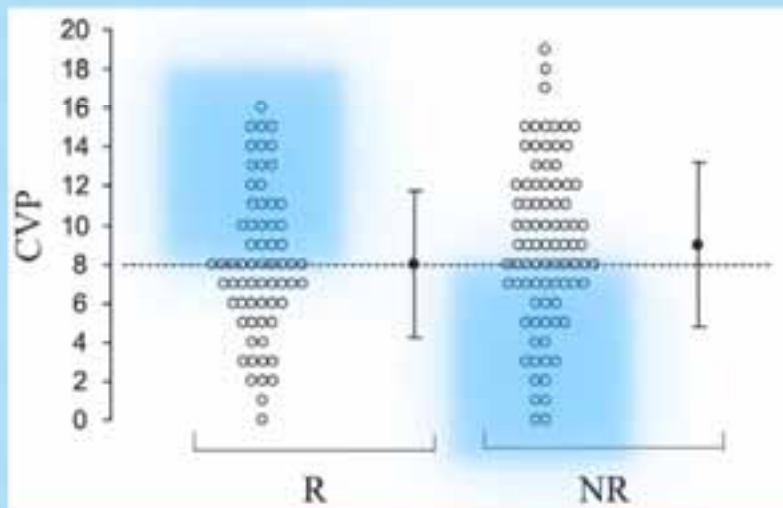
Quels sont les pièges du monitoring avancé ?

Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge*

David Osman, MD; Christophe Ridel, MD; Patrick Ray, MD; Xavier Monnet, MD, PhD; Nadia Anguel, MD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD

Crit Care Med 2007 Vol. 35, No. 1

150 volume challenges in 90 patients
Response of cardiac output to 500mL saline



Monitoring avancé

Quels sont les pièges du monitoring avancé ?



	1	2	3
1	Balance apports/besoins en O₂		
	débit cardiaque	débit cardiaque	débit cardiaque
	SvO ₂	ScvO ₂	ScvO ₂
2	Besoins en remplissage		
	PAP0	PPV, SVV tests de LJP et OTE	PPV, SVV tests de LJP et OTE



Quels sont les pièges de la prédiction de la réponse à l'EV par la VPP ?

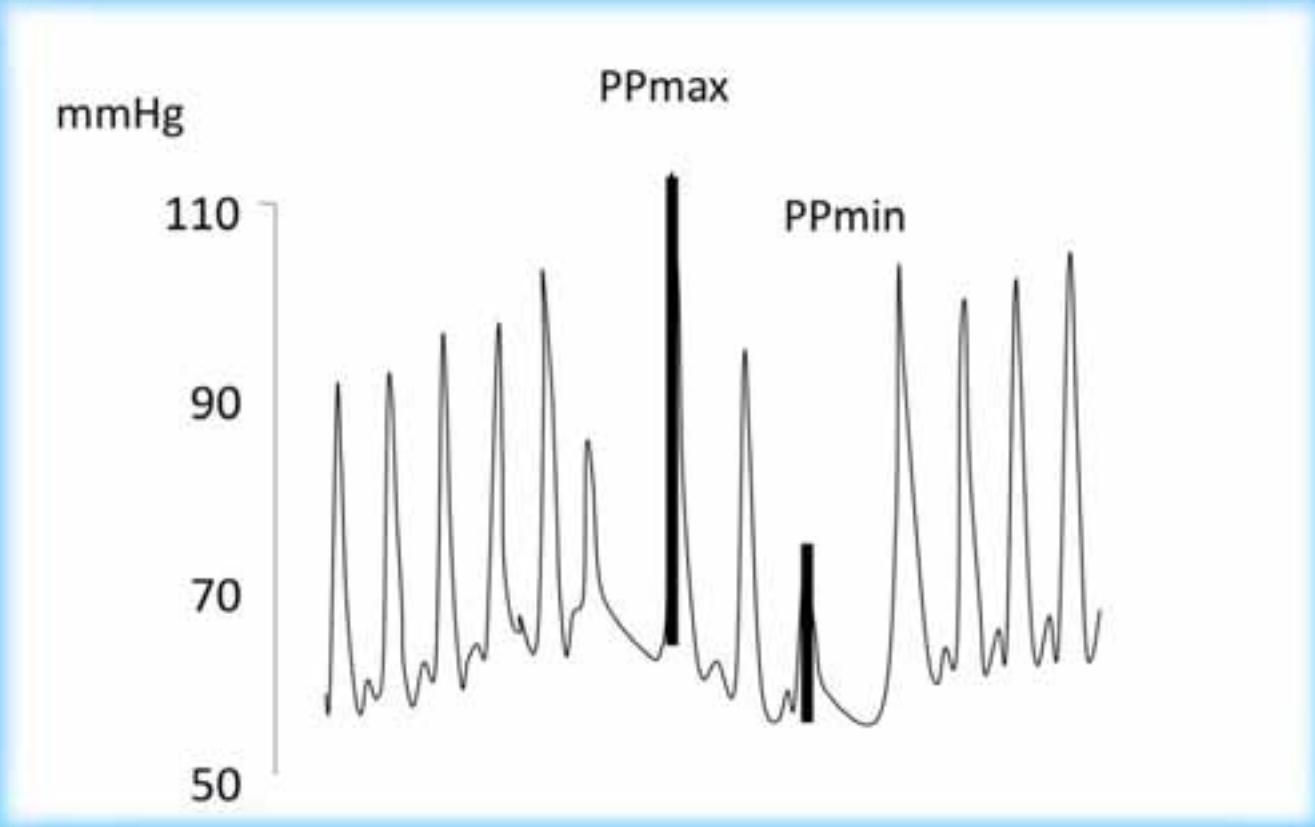
Monitoring avancé

Quels sont les pièges de la prédiction de la réponse à l'EV par la VPP ?



Ne peut être utilisée en cas de :

arythmie cardiaque



Monitoring avancé

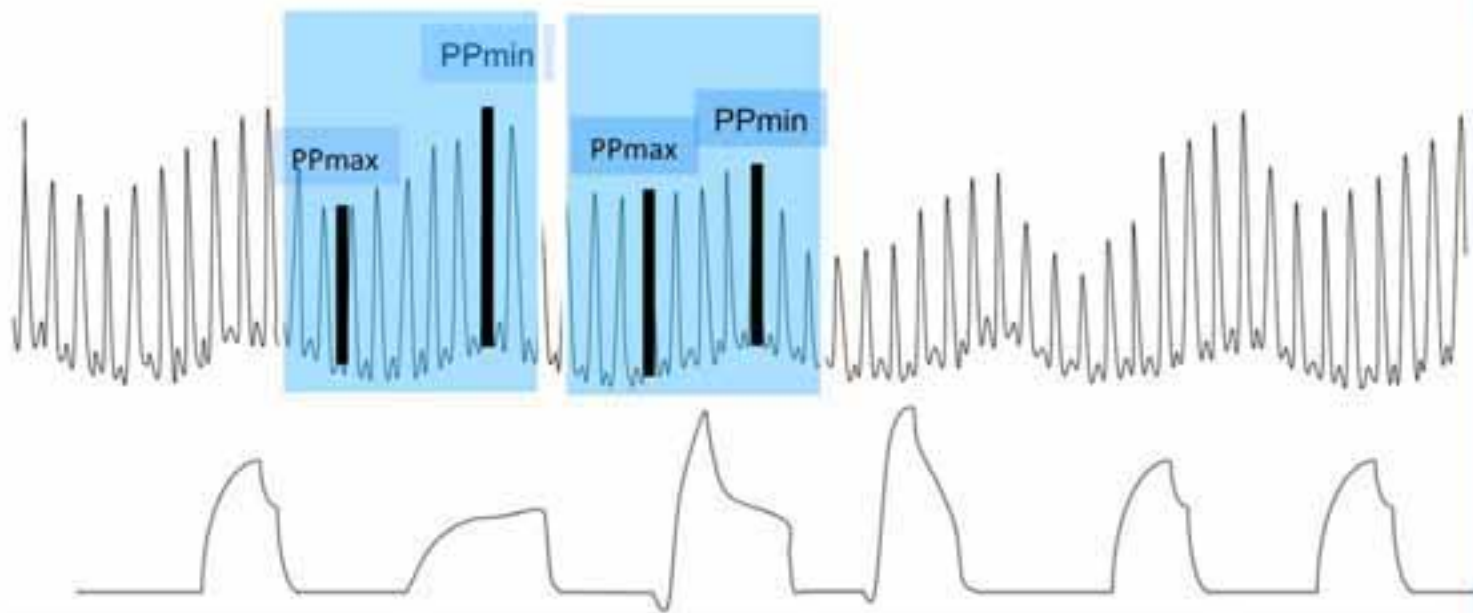
Quels sont les pièges de la prédiction de la réponse à l'EV par la VPP ?



Ne peut être utilisée en cas de :

arythmie cardiaque

activité respiratoire spontanée



Monitoring avancé

Quels sont les pièges de la prédiction de la réponse à l'EV par la VPP ?



Ne peut être utilisée en cas de :

arythmie cardiaque

activité respiratoire spontanée

SDRA avec petit Vt et/ou faible compliance

Quels sont les pièges de la prédiction de la réponse à l'EV par la VPP ?

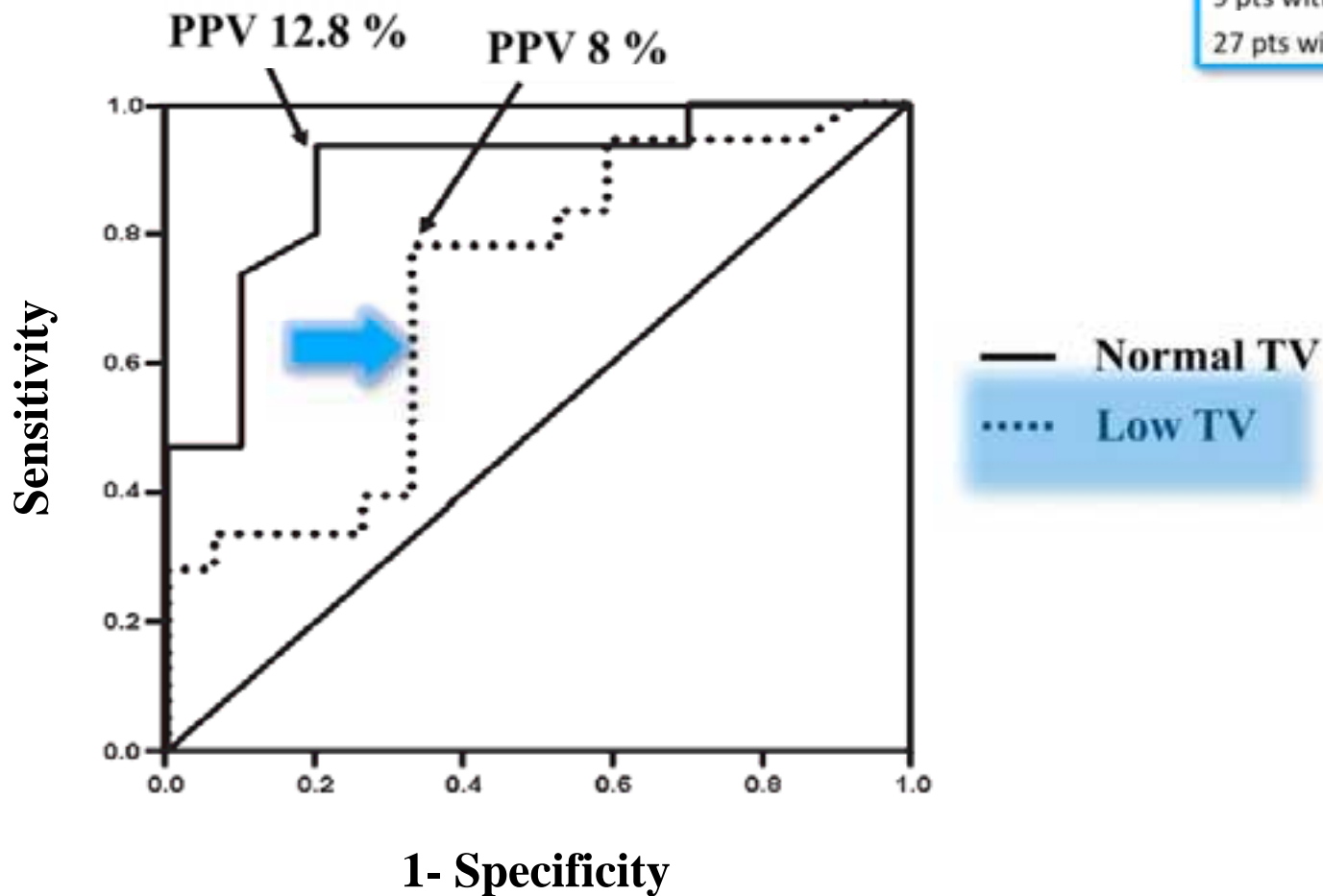
Intensive Care Med (2005) 31:517-523
DOI 10.1007/s00134-005-2586-4

ORIGINAL

Daniel De Backer
Sarah Heenen
Michael Piagnerelli
Marc Koch
Jean-Louis Vincent

Pulse pressure variations to predict fluid responsiveness: influence of tidal volume

26 pts with $V_t < 7$ mL/kg
9 pts with $V_t 7-8$ mL/kg
27 pts with $V_t > 8$ mL/kg

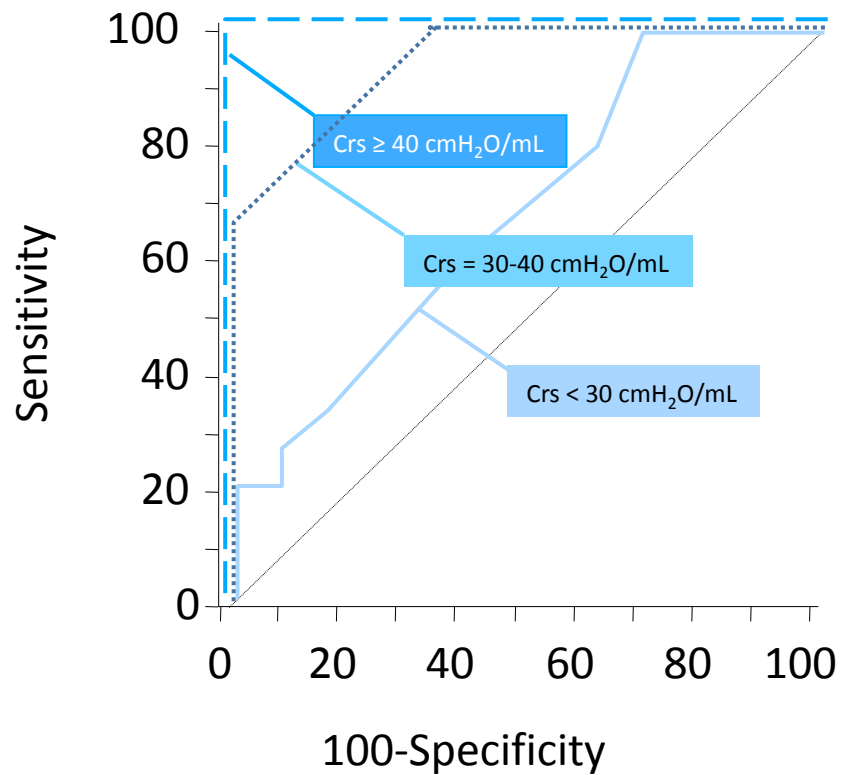


Quels sont les pièges de la prédiction de la réponse à l'EV par la VPP ?

Passive leg-raising and end-expiratory occlusion tests perform better than pulse pressure variation in patients with low respiratory system compliance

Kavier Monnet, MD, PhD; Alexandre Bleibtreu, MD; Alexis Ferre, MD; Martin Dres, MD; Rim Gharbi, MD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD

Crit Care Med 2012



39 septic shock patients
19 ARDS and 20 non ARDS patients

Quels sont les pièges de la prédiction de la réponse à l'EV par la VPP ?



Ne peut être utilisée en cas de :

arythmie cardiaque

activité respiratoire spontanée

SDRA avec petit Vt et/ou faible compliance

3 situations fréquentes
en réanimation

Quels sont les pièges de la prédiction de la réponse à l'EV par la VPP ?

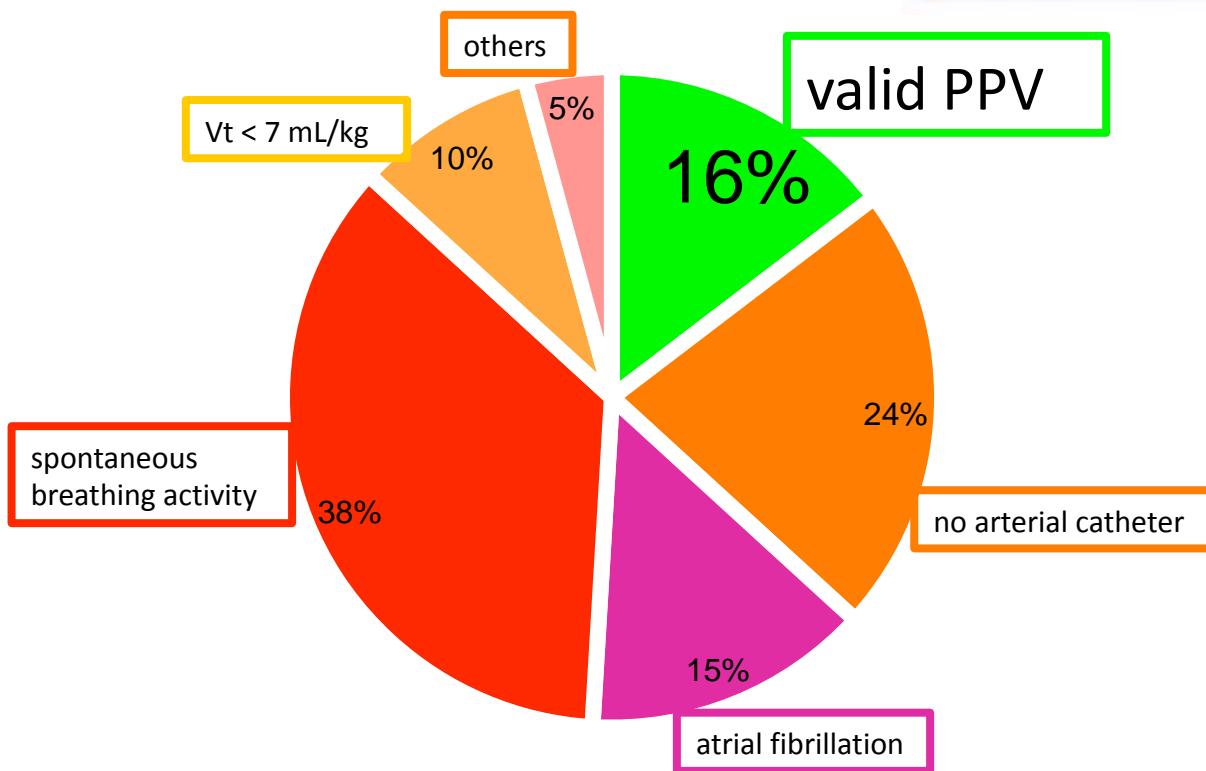
Pulse pressure cannot be used in a large majority of ICU patients for predicting fluid responsiveness

Jozwiak M, Teboul JL, Richard C, Monnet X

submitted

200 volume expansions

Validity of PPV as a marker of fluid responsiveness



Monitoring avancé

Quels sont les pièges du monitoring avancé ?



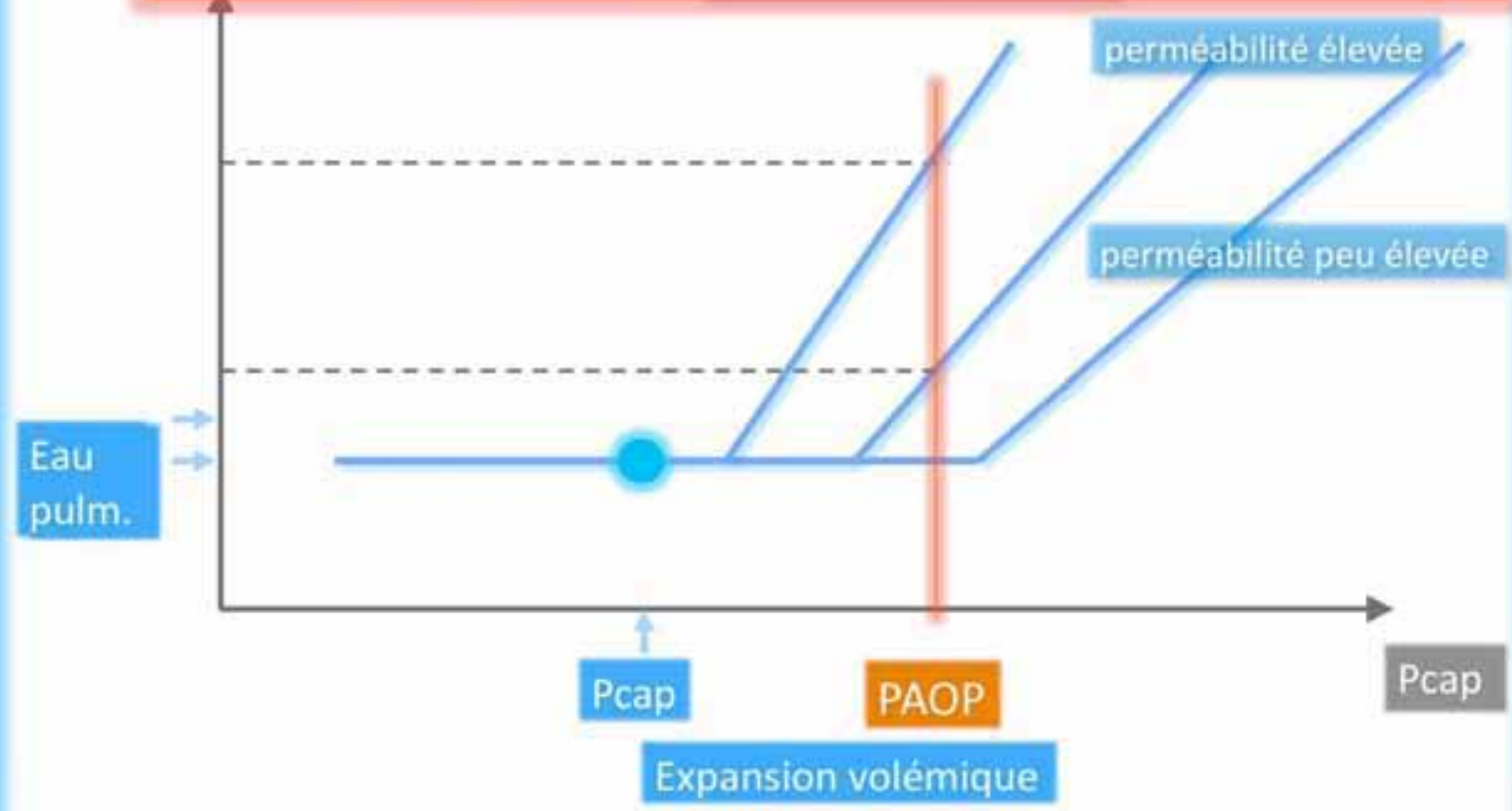
	Cathéter AP	PiCCO	EV 1000
1 Balance apports/besoins en O₂			
	débit cardiaque	débit cardiaque	débit cardiaque
	SvO ₂	ScvO ₂	ScvO ₂
2 Besoins en remplissage			
	PAPO	PPV, SVV tests de LJP et OTE	PPV, SVV tests de LJP et OTE
3 Risques du remplissage			
	PAPO	Eau pulmonaire	Eau pulmonaire

Monitoring avancé

Quels sont les pièges du monitoring avancé ?



La PAPO n'est physiologiquement qu'un mauvais indicateur du risque pulmonaire de l'expansion volémique au cours du SDRA



Les 6 messages clés

- 1 L'analyse non calibrée de l'onde de pouls ne permet pas une estimation fiable du débit cardiaque en cas de choc septique sous vasopresseurs
- 2 Les changements de la simple pression artérielle ne reflètent qu'imparfaitement les changements de débit cardiaque
- 3 La PAPO ne permet pas d'estimer le risque pulmonaire de l'expansion volémique en cas de SDRA

Monitoring avancé

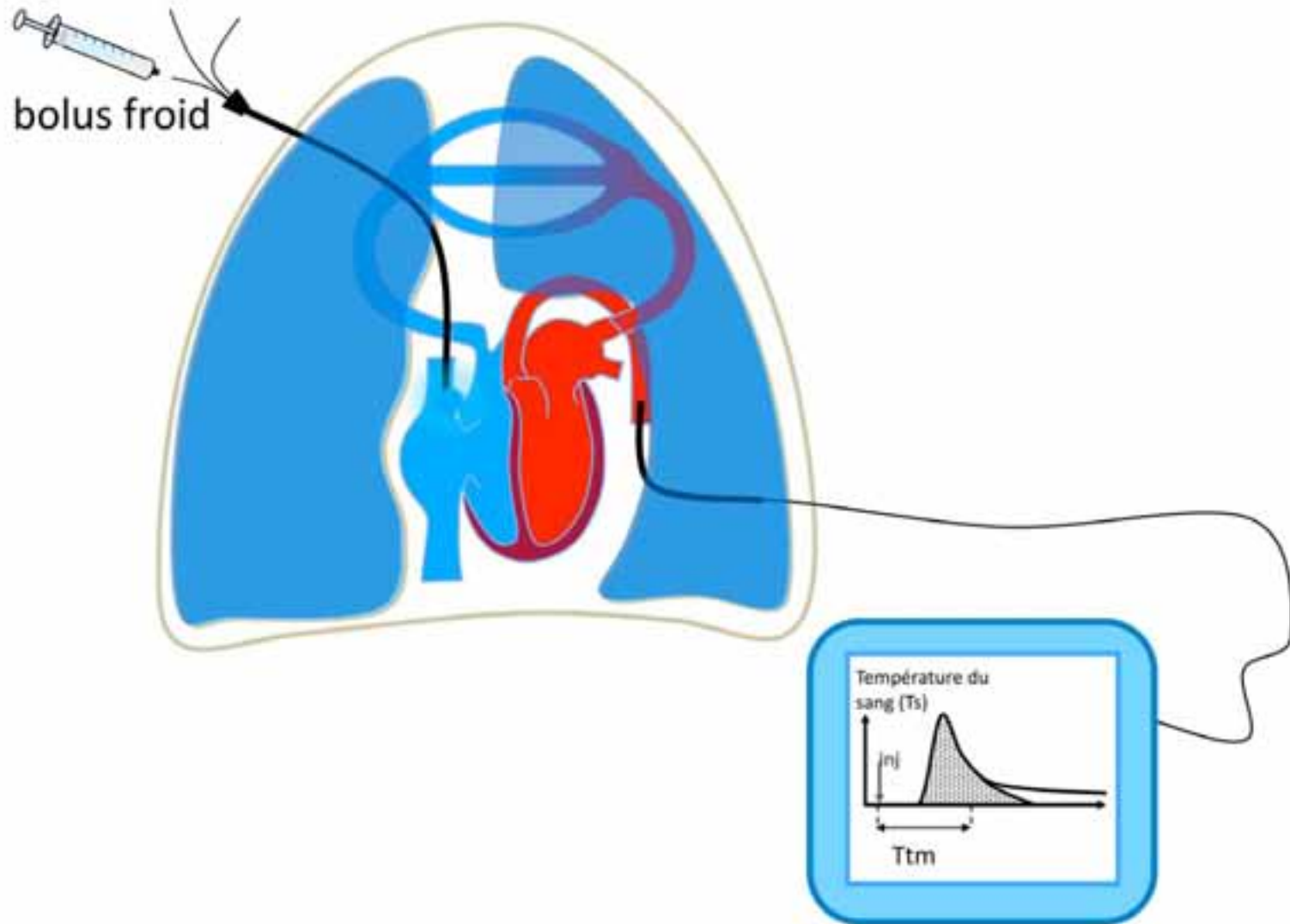
Quels sont les pièges du monitoring avancé ?



	Cathéter AP	PiCCO	EV 1000
1 Balance apports/besoins en O₂			
	débit cardiaque	débit cardiaque	débit cardiaque
	SvO ₂	ScvO ₂	ScvO ₂
2 Besoins en remplissage			
	PAPO	PPV, SVV tests de LJP et OTE	PPV, SVV tests de LJP et OTE
3 Risques du remplissage			
	PAPO	Eau pulmonaire	Eau pulmonaire

Monitoring avancé

Quels sont les pièges du monitoring avancé ?



Monitoring avancé

Quels sont les pièges de la mesure de l'eau pulmonaire ?



L'estimation de l'eau pulmonaire par la thermodilution est :

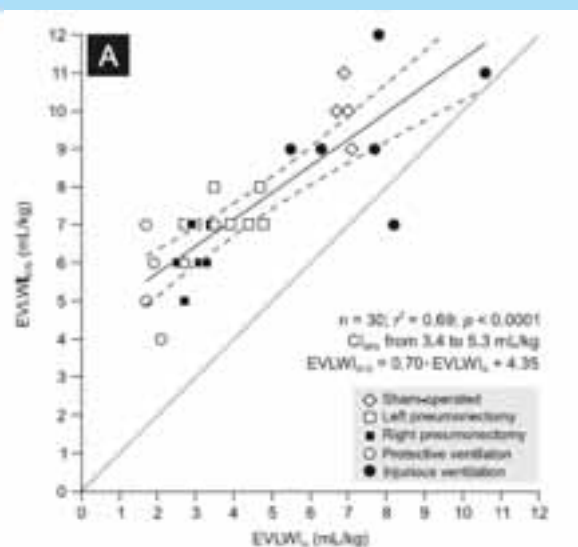
sous-estimée en cas de pneumonectomie

Quels sont les pièges de la mesure de l'eau pulmonaire ?

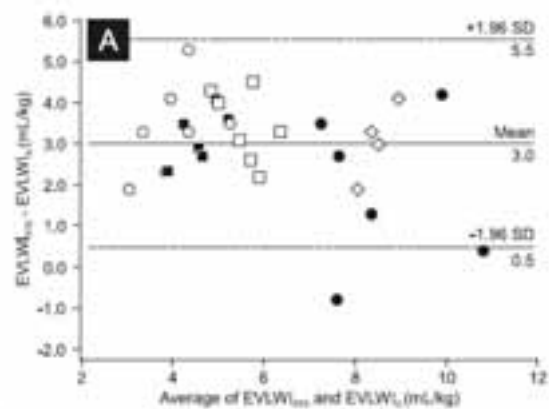
Extravascular lung water after pneumonectomy and one-lung ventilation in sheep

Vsevolod V. Kuzkov, MD, PhD; Evgeny V. Suborov, MD; Mikhail Y. Kirov, MD, PhD;
Vladimir N. Kuklin, MD, PhD; Mehrdad Sobhkhhez, MSc; Solveig Johnsen, MD; Kristine Waerhaug, MD;
Lars J. Bjertnaes, MD, PhD

Crit Care Med 2007



30 sheep
18 pneumonectomy
12 injurious ventilation
EVLW (TD) vs gravimetry



Quels sont les pièges de la mesure de l'eau pulmonaire ?



L'estimation de l'eau pulmonaire par la thermodilution est :

sous-estimée en cas de pneumonectomie

sous-estimée en cas d'obstruction vasculaire

Quels sont les pièges de la mesure de l'eau pulmonaire ?

Intensive Care Med (2001) 27: 1814-1818
 DOI 10.1007/s00134-001-1122-4

EXPERIMENTAL

T. Schreiber
 L. Hüter
 K. Schwarzkopf
 H. Schubert
 N. Preussler
 F. Bloos
 E. Gaser
 W. Karzai

Lung perfusion affects preload assessment and lung water calculation with the transpulmonary double indicator method

7 pigs
 occlusion of the branch of AP for middle lower R lung
 EVLW by TDD

	Right lower and middle lung lobe artery		
	Open	Occluded	Open
Heart rate	95 ± 8	95 ± 7	97 ± 7

	Right lower and middle lung lobe artery		
	Open	Occluded	Open
Extravascular lung water index (ml/kg)	7.2 ± 0.5	4.2 ± 0.4*	6.9 ± 0.4

Quels sont les pièges de la mesure de l'eau pulmonaire ?



L'estimation de l'eau pulmonaire par la thermodilution est :

sous-estimée en cas de pneumonectomie

sous-estimée en cas d'obstruction vasculaire

sous-estimée en cas de SDRA inhomogènes

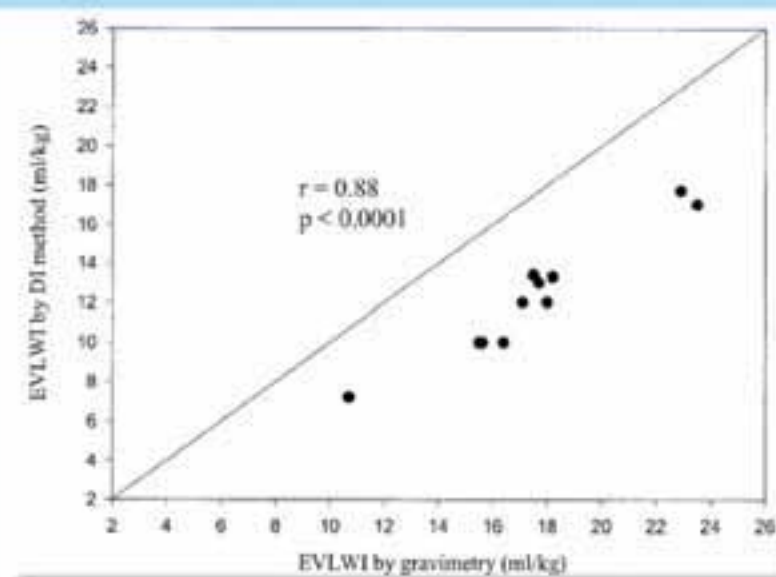


Quels sont les pièges de la mesure de l'eau pulmonaire ?

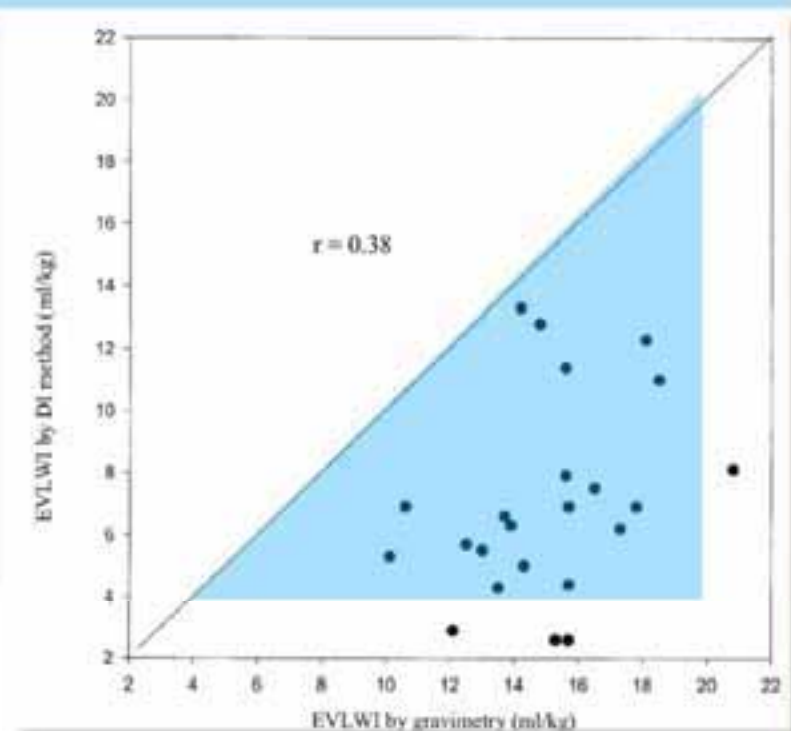
Accuracy of the double indicator method for measurement of extravascular lung water depends on the type of acute lung injury*

Antoine Roch, MD; Pierre Michelet, MD; Dominique Lambert, MD; Stéphane Delliaux, MD; Christophe Saby, MD; Gilles Perrin, MD; Olivier Ghez, MD; Fabienne Bregeon, MD; Pascal Thomas, MD, PhD; Jean-Pierre Carpentier, MD; Laurent Papazian, MD, PhD; Jean-Pierre Aufray, MD

Crit Care Med 2004



SDRA par instillation d'acide oléique
SDRA homogène



SDRA par instillation d'acide chlorhydrique
SDRA inhomogène

Les 6 messages clés

- 1 L'analyse non calibrée de l'onde de pouls ne permet pas une estimation fiable du débit cardiaque en cas de choc septique sous vasopresseurs
- 2 Les changements de la simple pression artérielle ne reflètent qu'imparfaitement les changements de débit cardiaque
- 3 La PAPO ne permet pas d'estimer le risque pulmonaire de l'expansion volémique en cas de SDRA
- 4 La mesure de l'eau pulmonaire est normale dans les formes condensées de SDRA

Monitoring avancé

Quels sont les pièges de la mesure de l'eau pulmonaire ?

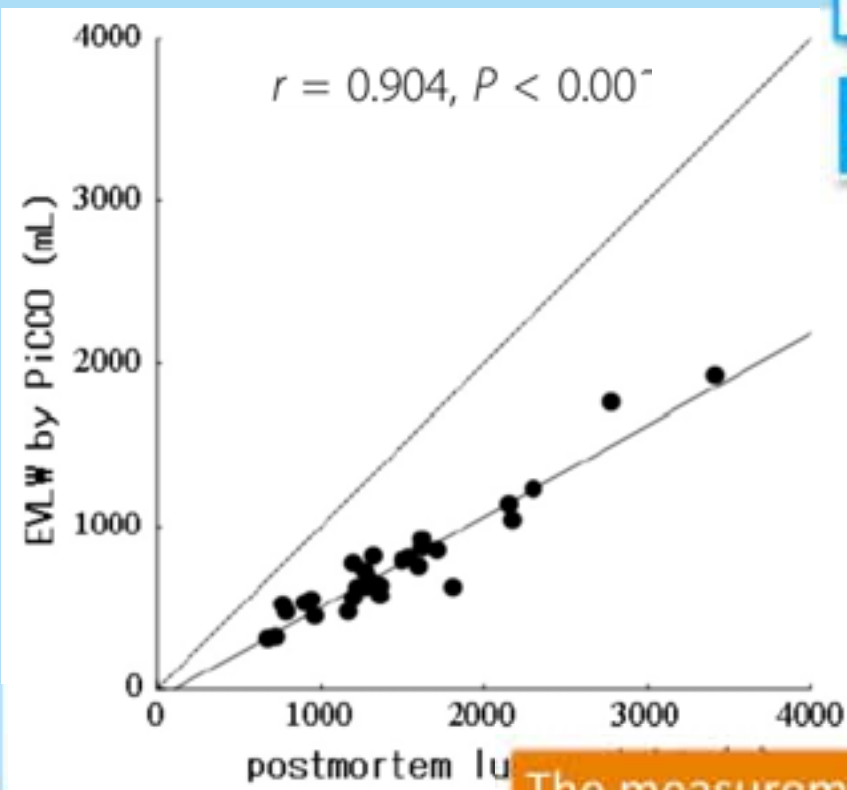
Tagami et al. *Crit Care* 2016, **14**:R142
http://dx.doi.org/10.1186/s13054-016-1425-9

CRITICAL CARE

RESEARCH Open Access

Validation of extravascular lung water measurement by single transpulmonary thermodilution: human autopsy study

Takashi Tagami^{1*}, Shigeki Kushimoto², Yasuhiro Yamamoto³, Takahiro Atsumi², Ryoichi Tsui⁴, Ryoichi Matsuda⁴, Renshi Oyama⁵, Takahiro Kawaguchi⁶, Tomohiko Masuro⁷, Hisao Hirama⁸, Hiroaki Yokota⁹



30 pts
EVLW measured by TPTD and by postmortem gravimetry

First validation of EVLW-TPTD evaluation in humans

The measurement of lung water is validated in human beings

Quels sont les pièges de la mesure de l'eau pulmonaire ?

Extra-vascular lung water and pulmonary vascular permeability index are independent prognostic factors in patients with acute respiratory distress syndrome

Jozwiak M, Silva S, Persichini R, Anguel N, Osman D, Richard C, Teboul JL, Monnet X

submitted

200 pts with ARDS
EVLW measured by PiCCO device

	Odds Ratio (CI 95%)	p value
Maximal blood lactate	0.81 (0.71 - 0.93)	0.002
Mean PEEP	1.25 (1.07 - 1.47)	0.005
EVLWI_{max}	0.94 (0.87 - 0.98)	0.01
SAPS II	0.97 (0.95 - 0.99)	0.02
Mean fluid balance	0.9996 (0.9993 - 0.9999)	0.02
Minimal P/F ratio	1.01 (1.00 - 1.02)	0.02
Minimal pH	35.97 (0.47 - 2769.52)	0.10

Monitoring avancé

Quels sont les pièges du monitoring avancé ?



	Cathéter AP	PiCCO	EV 1000
1 Balance apports/besoins en O₂	débit cardiaque	débit cardiaque	débit cardiaque
	SvO ₂	ScvO ₂	ScvO ₂
2 Besoins en remplissage	PAPO	PPV, SVV tests de LJP et OTE	PPV, SVV tests de LJP et OTE
3 Risques du remplissage	PAPO	Eau pulmonaire	Eau pulmonaire
4 Fonction cardiaque	PAPO	Indice de fonction cardiaque	Indice de fonction cardiaque

Monitoring avancé

Quelles sont les limites de la FEVG

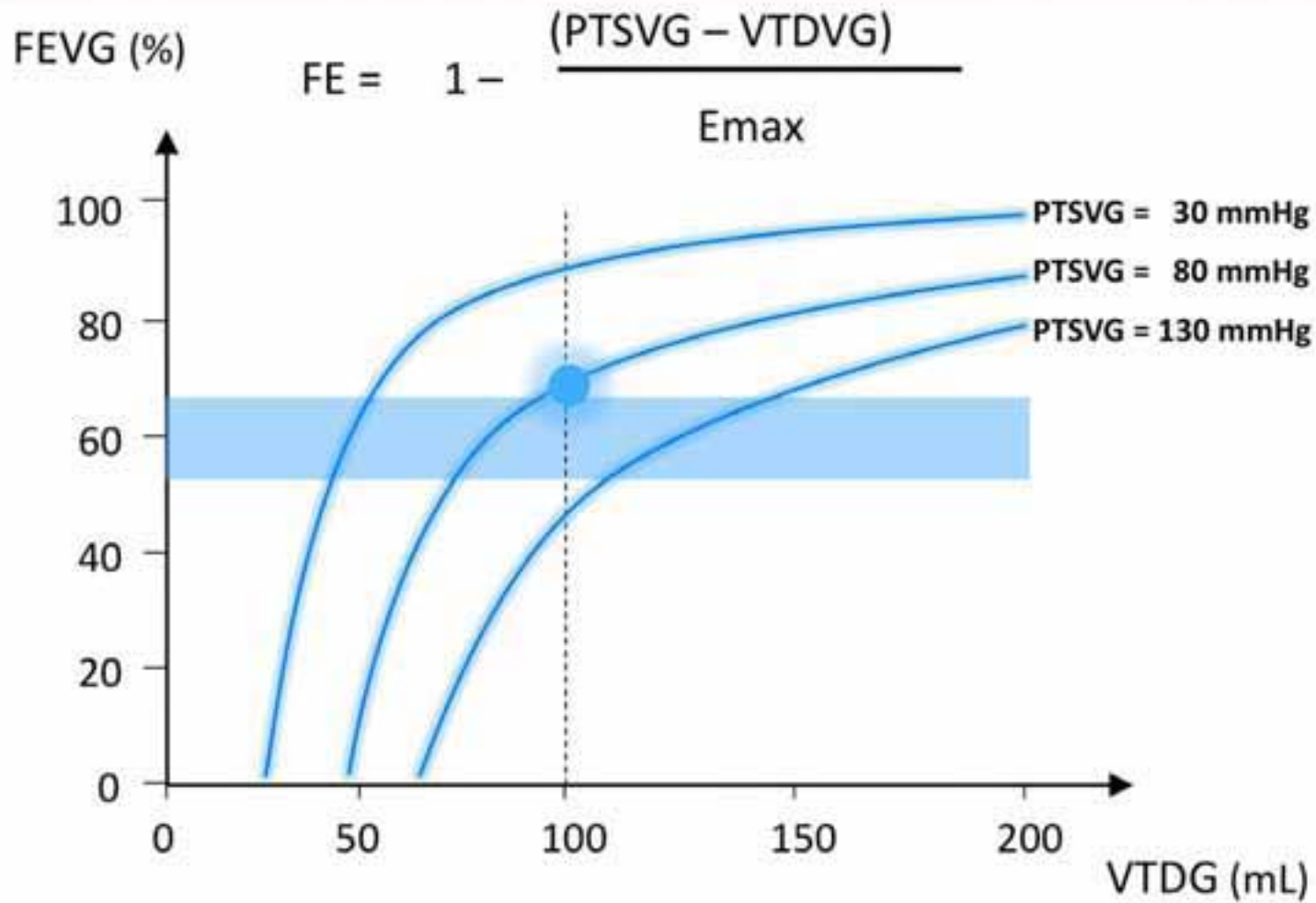
L'échographie est le gold standard



La FEVG doit être interprétée en fonction des conditions de charge

Monitoring avancé

Quelles sont les limites de la FEVG



d'après Robotham et al., Anesthesiology 1991

Les 6 messages clés

- 1 L'analyse non calibrée de l'onde de pouls ne permet pas une estimation fiable du débit cardiaque en cas de choc septique sous vasopresseurs
- 2 Les changements de la simple pression artérielle ne reflètent qu'imparfaitement les changements de débit cardiaque
- 3 La PAPO ne permet pas d'estimer le risque pulmonaire de l'expansion volémique en cas de SDRA
- 4 La mesure de l'eau pulmonaire est normale dans les formes condensées de SDRA
- 5 La FEVG n'est pas un marqueur pur de contractilité et doit être interprétée en fonction des conditions de charge

Monitoring avancé

Quelles sont les limites de la FEVG

L'échographie est le gold standard



La FEVG doit être interprétée en fonction des conditions de charge

L'échocardiographie ne permet pas de monitoring continu

Monitoring avancé

Quels sont les pièges du monitoring avancé ?

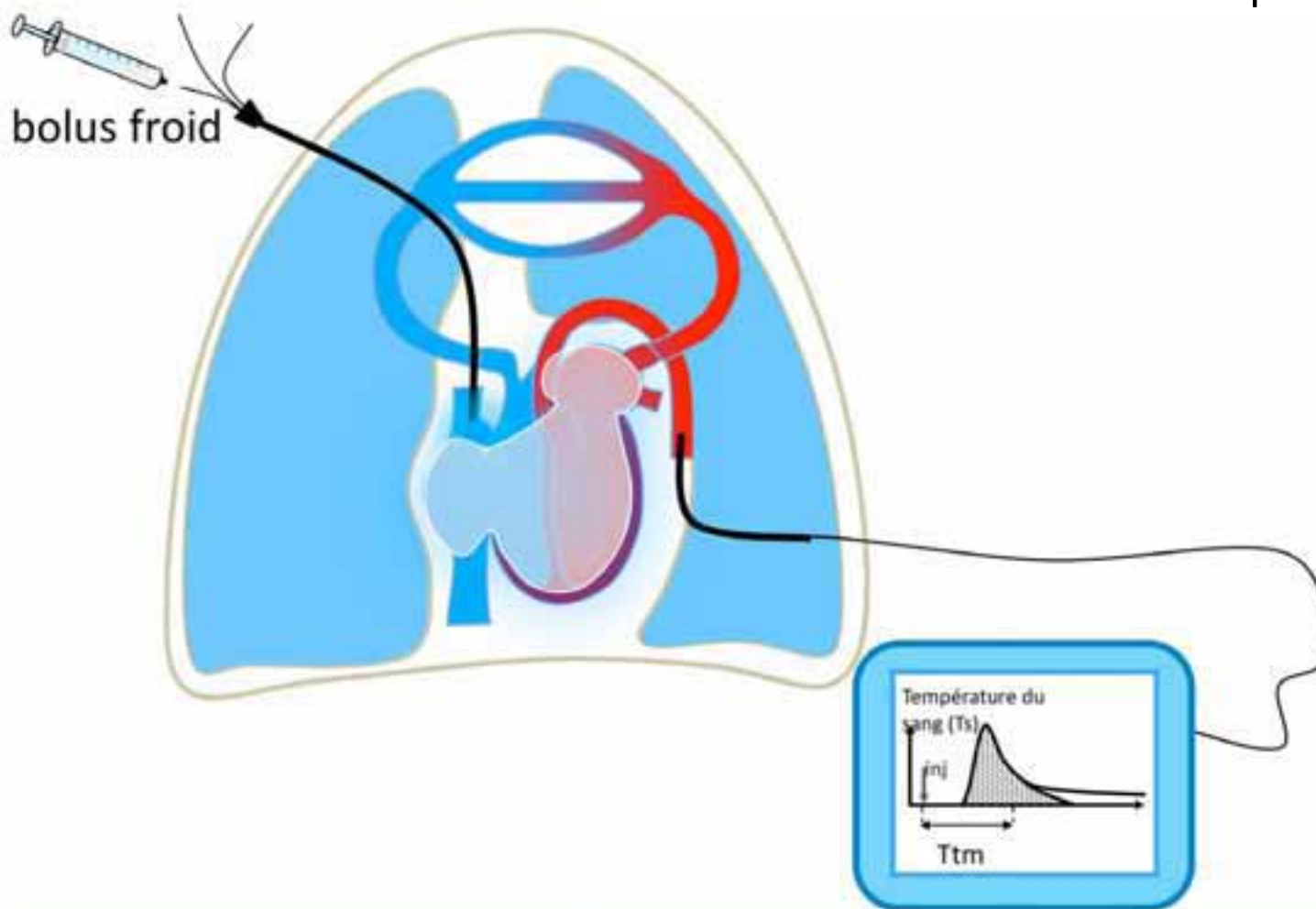


	Cathéter AP	PiCCO	EV 1000
1 Balance apports/besoins en O₂	débit cardiaque	débit cardiaque	débit cardiaque
	SvO ₂	ScvO ₂	ScvO ₂
2 Besoins en remplissage	PAPO	PPV, SVV tests de LJP et OTE	PPV, SVV tests de LJP et OTE
3 Risques du remplissage	PAPO	Eau pulmonaire	Eau pulmonaire
4 Fonction cardiaque	PAPO	Indice de fonction cardiaque	Indice de fonction cardiaque

Monitoring avancé

Thermodilution transpulmonaire

$$FEVG = \frac{VES}{\text{volume télodiastolique VG}}$$

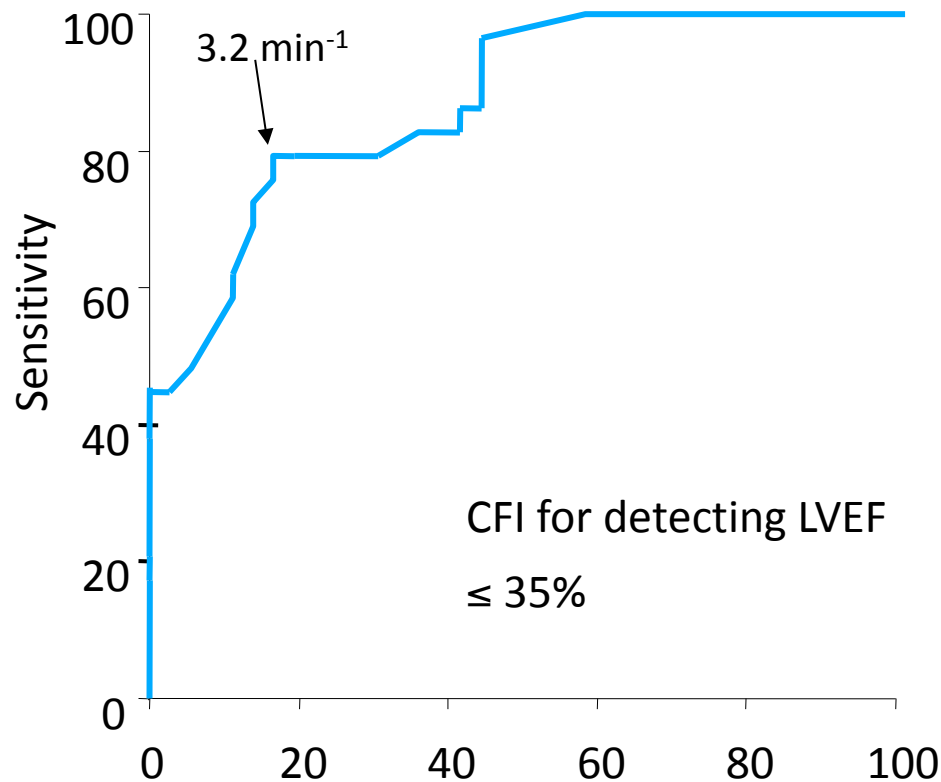


Thermodilution transpulmonaire

Cardiac function index provided by transpulmonary thermodilution behaves as an indicator of left ventricular systolic function

Julien Jabot, MD; Xavier Monnet, MD, PhD; Lamia Bouchra, MD, PhD; Denis Chemla, MD, PhD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD

Crit Care Med 2009



60 pts
Monitoring with PICCO and TTE

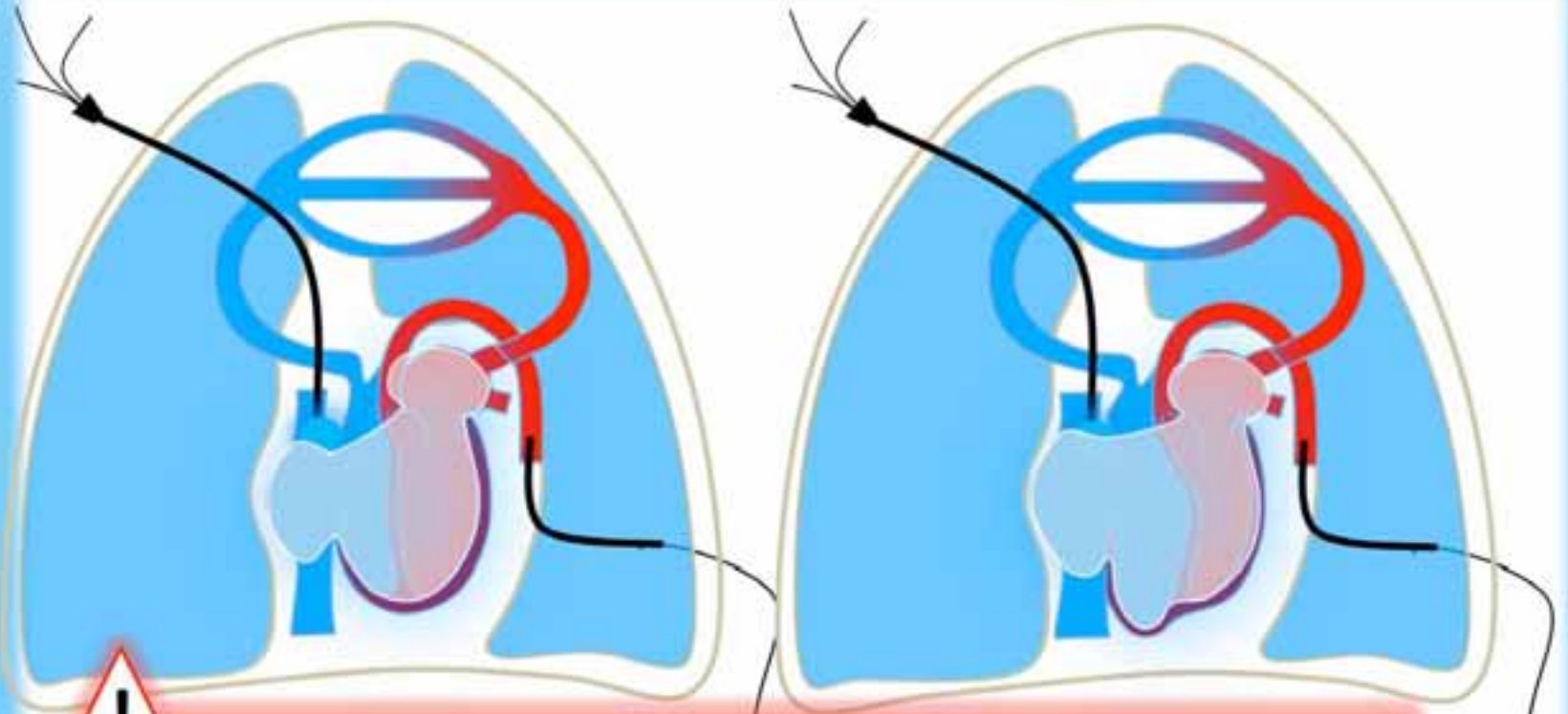
CFI reflects LVEF

CFI for detecting LVEF
 $\leq 35\%$

La thermodilution transpulmonaire permet une estimation facile de la fonction systolique

Monitoring avancé

Quels sont les pièges de l'index de fonction cardiaque ?



L'IFC sous-estime la FEVG en cas de dilatation des cavités droites

VTDGi
= 750 mL/m²

VTDGi
= 850 mL/m²

Quels sont les pièges de l'index de fonction cardiaque ?

Cardiac function index provided by transpulmonary thermodilution behaves as an indicator of left ventricular systolic function

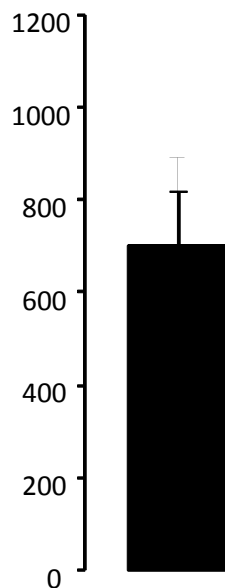
60 pts
Monitoring with PiCCO and TTE

Julien Jabot, MD; Xavier Monnet, MD, PhD; Lamia Bouchra, MD, PhD; Denis Chemla, MD, PhD; Christian Richard, MD; Jean-Louis Teboul, MD, PhD

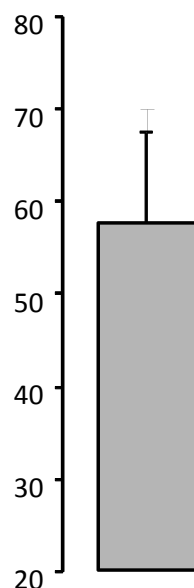
Crit Care Med 2009

RVEDA / LVEDA < 0.6 (n = 51)

GEDV
L/min/m²

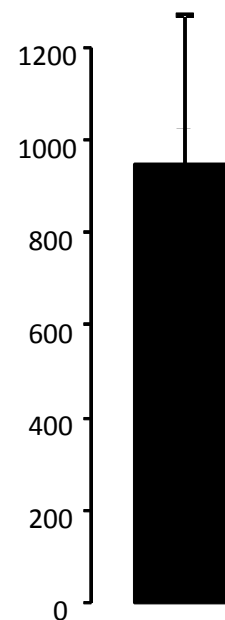


LVEDV
mL/m²

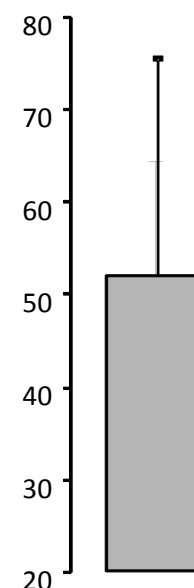


RVEDA / LVEDA > 0.6 (n = 9)

GEDV
L/min/m²



LVEDV
mL/m²



Les 6 messages clés

- 1 L'analyse non calibrée de l'onde de pouls ne permet pas une estimation fiable du débit cardiaque en cas de choc septique sous vasopresseurs
- 2 Les changements de la simple pression artérielle ne reflètent qu'imparfaitement les changements de débit cardiaque
- 3 La PAPO ne permet pas d'estimer le risque pulmonaire de l'expansion volémique en cas de SDRA
- 4 La mesure de l'eau pulmonaire est normale dans les formes condensées de SDRA
- 5 La FEVG n'est pas un marqueur pur de contractilité et doit être interprétée en fonction des conditions de charge
- 6 L'indice de fonction cardiaque en thermodilution transpulmonaire surestime la FEVG en cas de dilatation des cavités droites