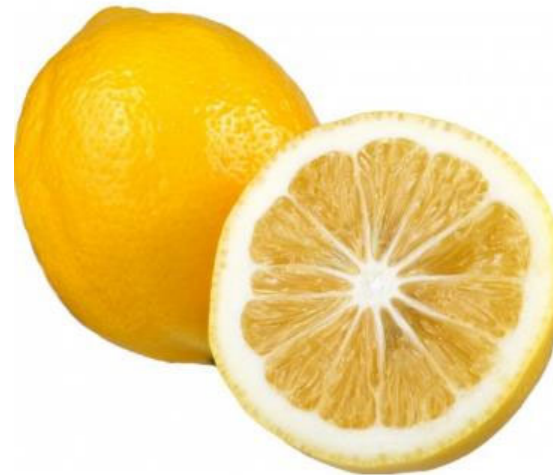




Anticoagulation et EER

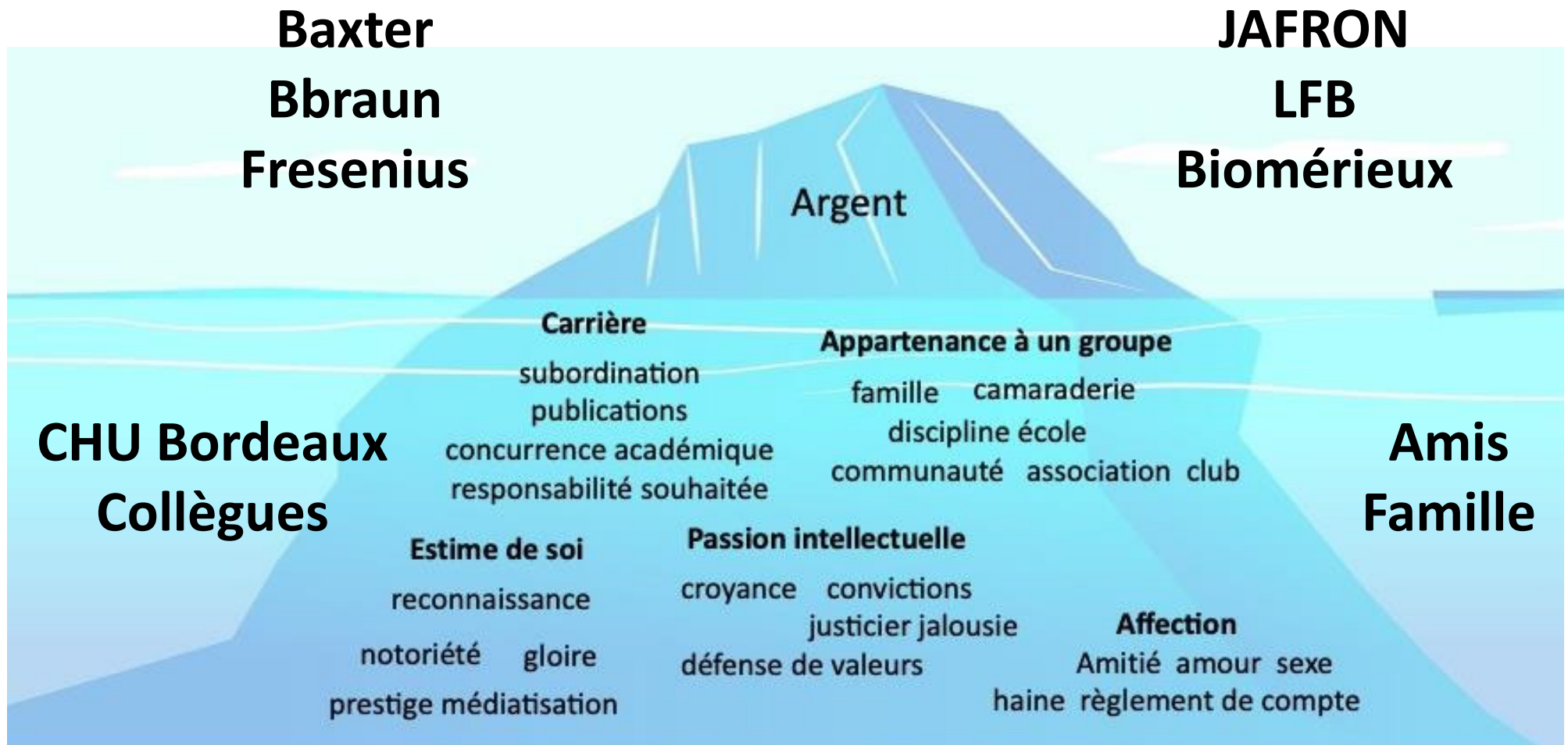


Pr Olivier JOANNES-BOYAU

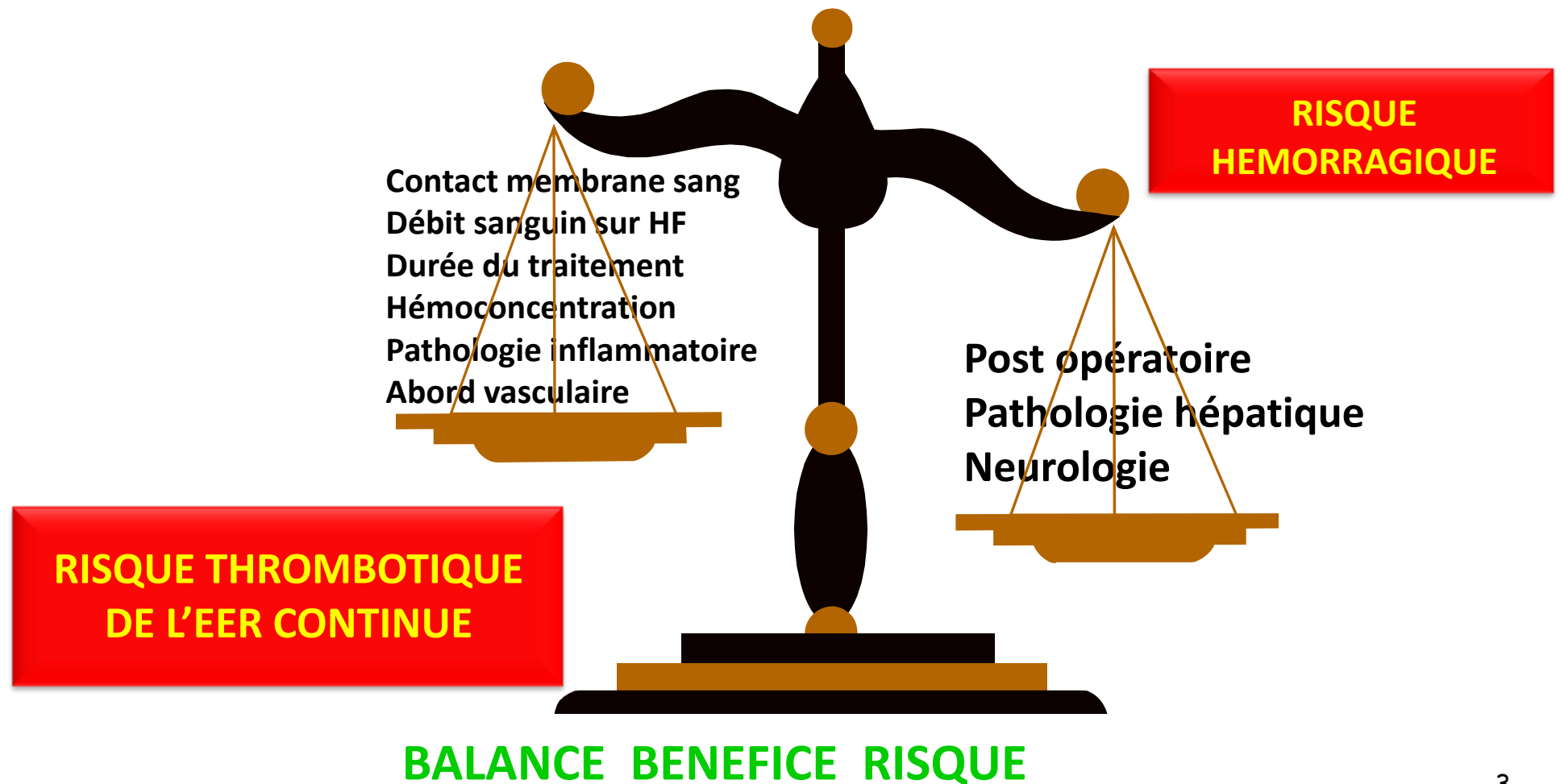
Pôle Anesthésie-Réanimation, CHU Bordeaux

Olivier.joannes-boyau@chu-bordeaux.fr

Liens d'intérêts



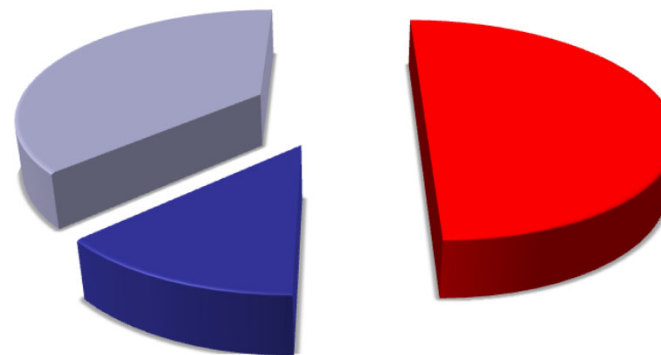
Anticoagulation



Coagulation

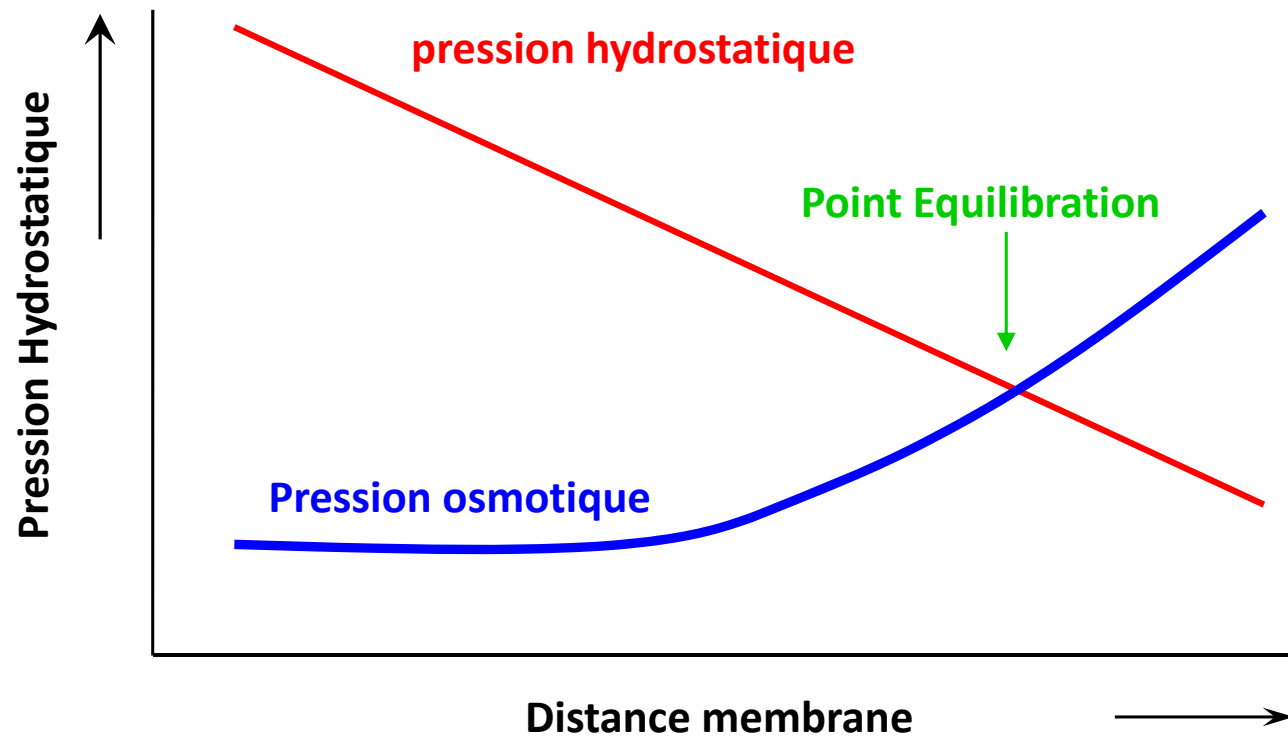
Origine des thromboses de filtres:

- 50% = KT (insertion, nursing, cause locale...)
- 37% = Coagulopathie
- 13% = Technique



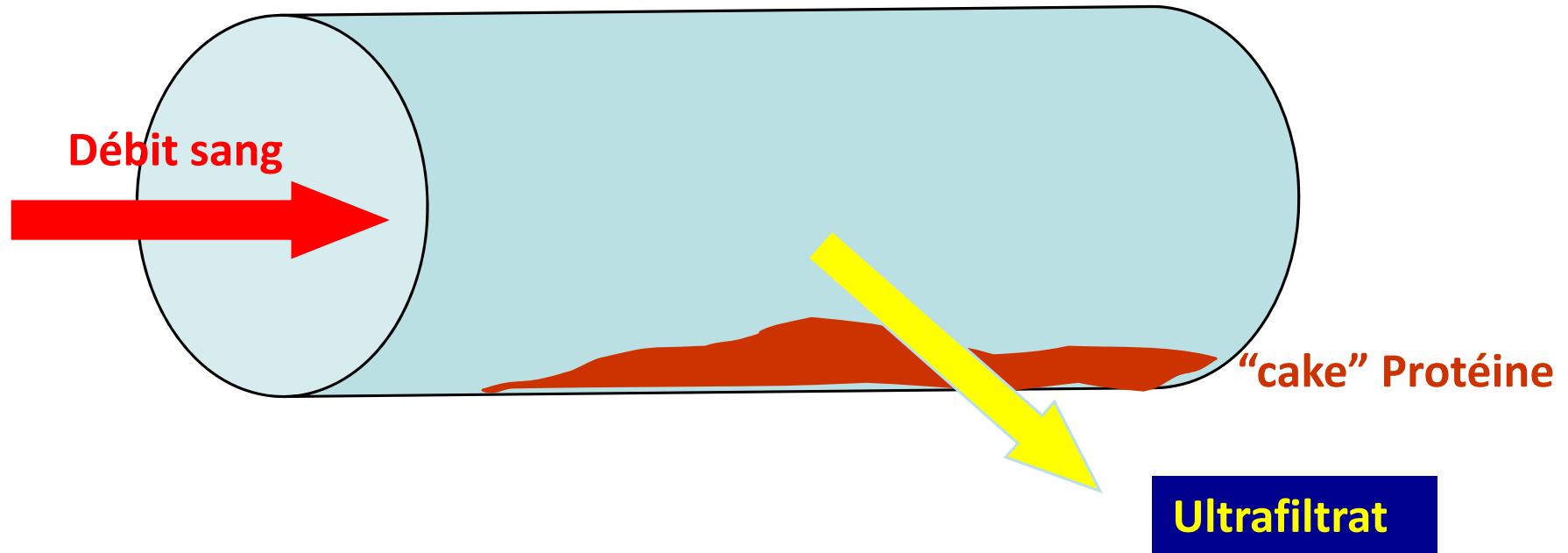
- Catheter
- Probleme technique
- Coagulopathie

Convection



Fraction Filtration

$$FF = \frac{\text{Pre} + \text{Post} + \text{Perte patient}}{\text{Débit Sg} + \text{Pre}}$$

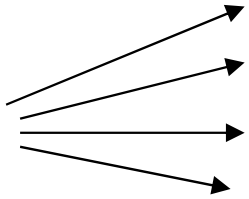


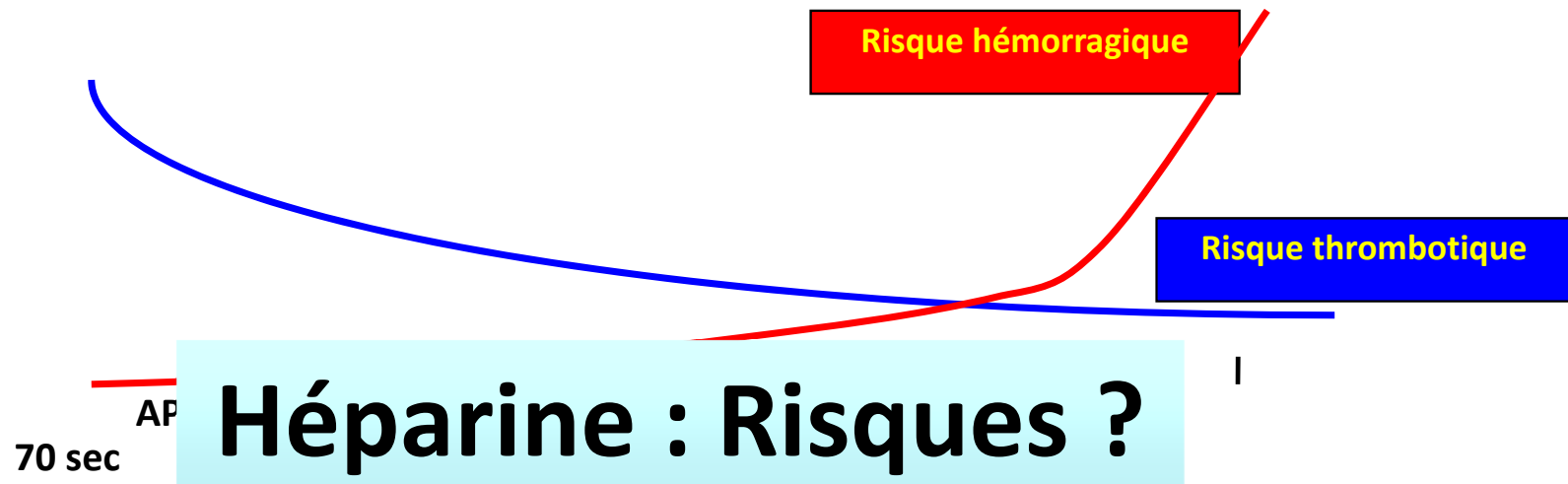
Quel Anticoagulant ?

HEPARINE voie générale

Héparine

Héparine non fractionnée

- Dose ajustée 
 - Plaquettes > or < 50.000
 - APTT (TCA) ou héparinémie
 - risque hémorragique
 - Poids corporel
- Co-enzyme : AT souvent diminué chez les patients de réanimation
- Doses = Bolus 15-30 UI/kg puis 5-15 UI/kg/h



Moriniere P et al. Blood Purif..

Thrombopénie induite par l'héparine

Après 1 semaine.

Thrombocytopénie isolée

Ou associée à des phénomènes de thrombose

Héparine : les risques ?

N ENGL J MED 359;1 WWW.NEJM.ORG JULY 3, 2008

Intensity of Renal Support in Critically Ill Patients with Acute Kidney Injury

The VA/NIH Acute Renal Failure Trial Network*

Anticoagulant — no. of treatments (%)		
None	1736 (54.6)	1666 (59.7)
Heparin	645 (20.3)	530 (19.0)
Citrate	649 (20.4)	495 (17.7)
Other	148 (4.7)	98 (3.5)

Supplementary Table 5. Reported Complications Associated with Study Therapy – All Modalities of Renal Replacement Therapy (RRT) *

Event	Intensive Management Strategy (N=563)		Less-Intensive Management Strategy (N=561)		P-Value
	number (percent)				
Study days	7572		7227		
RRT treatments	6681		4921		
Reported serious adverse events (SAEs)					
	PatientsEvents		PatientsEvents		
Bleeding	7 (1.2)	9 (0.1)	6 (1.1)	6 (0.1)	0.79

Héparine : les risques ?

N ENGL J MED 361;17 NEJM.ORG OCTOBER 22, 2009

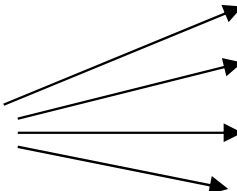
rium syndrome, one case of cerebral edema, one of rectal bleeding, one of cardiac arrest, and one of too rapid correction of hyponatremia) that were

considered by the site investigators to be potentially related to treatment (Table 4). In the lower-intensity group, there were five serious adverse events (three cases of heparin-induced thrombocytopenia, one case of hypoxemia, and one of car-

Type of a			
Prefil			0.87
No at			0.05
Hepa			0.25
Syste			0.52
Other			0.42
One or m			
No. d			0.77
No. of episodes	4	5	—

Héparine

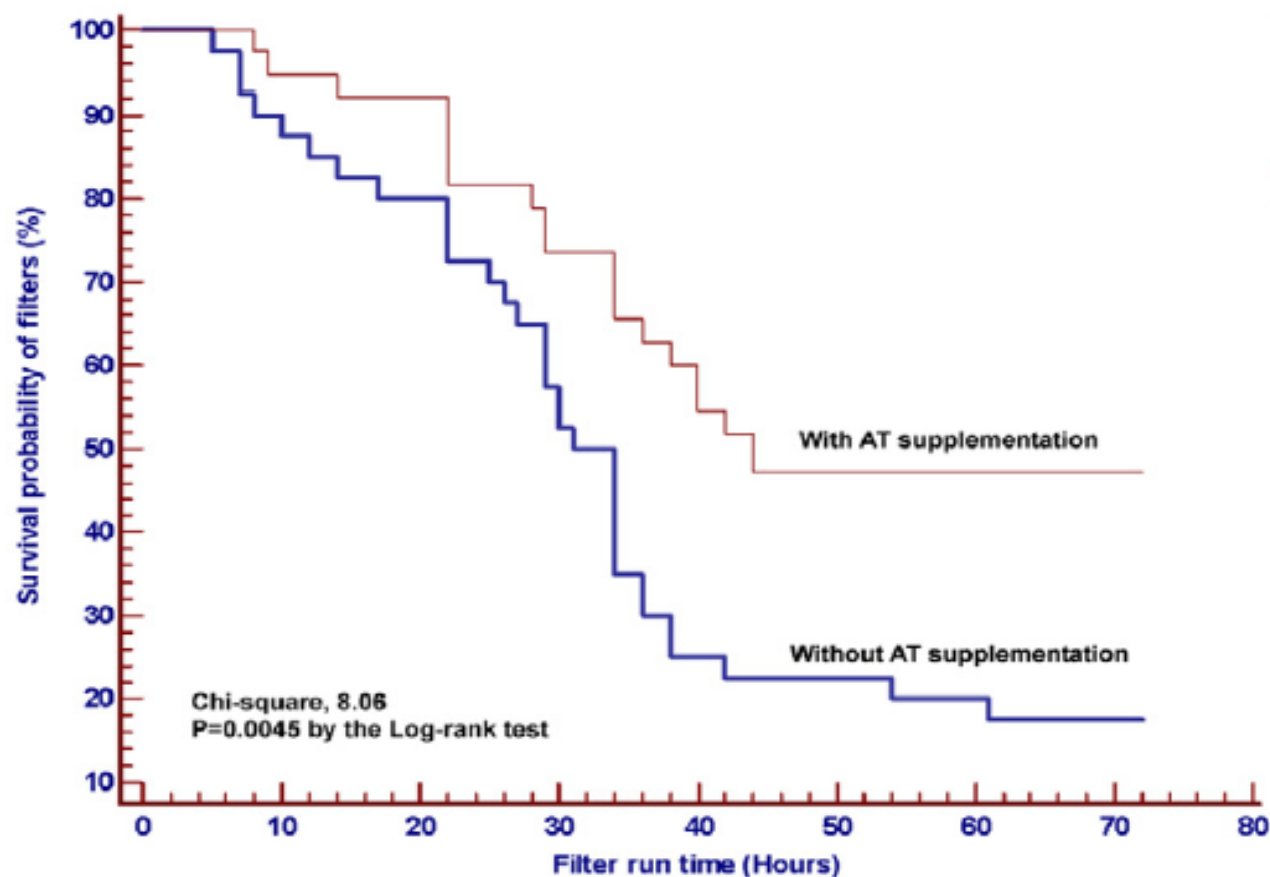
Héparine non fractionnée

- Dose ajustée 
 - Plaquettes > or < 50.000
 - APTT (TCA) ou héparinémie
 - risque hémorragique
 - Poids corporel
- Co-enzyme : AT souvent diminué chez les patients de réanimation
- Doses = Bolus 15-30 UI/kg puis 5-15 UI/kg/h

Antithrombin supplementation for anticoagulation during continuous hemofiltration in critically ill patients with septic shock: a case-control study

Damien du Cheyron¹, Bruno Bouchet¹, Cédric Bruel², Cédric Daubin¹, Michel Ramakers¹ and Pierre Charbonneau¹

2006





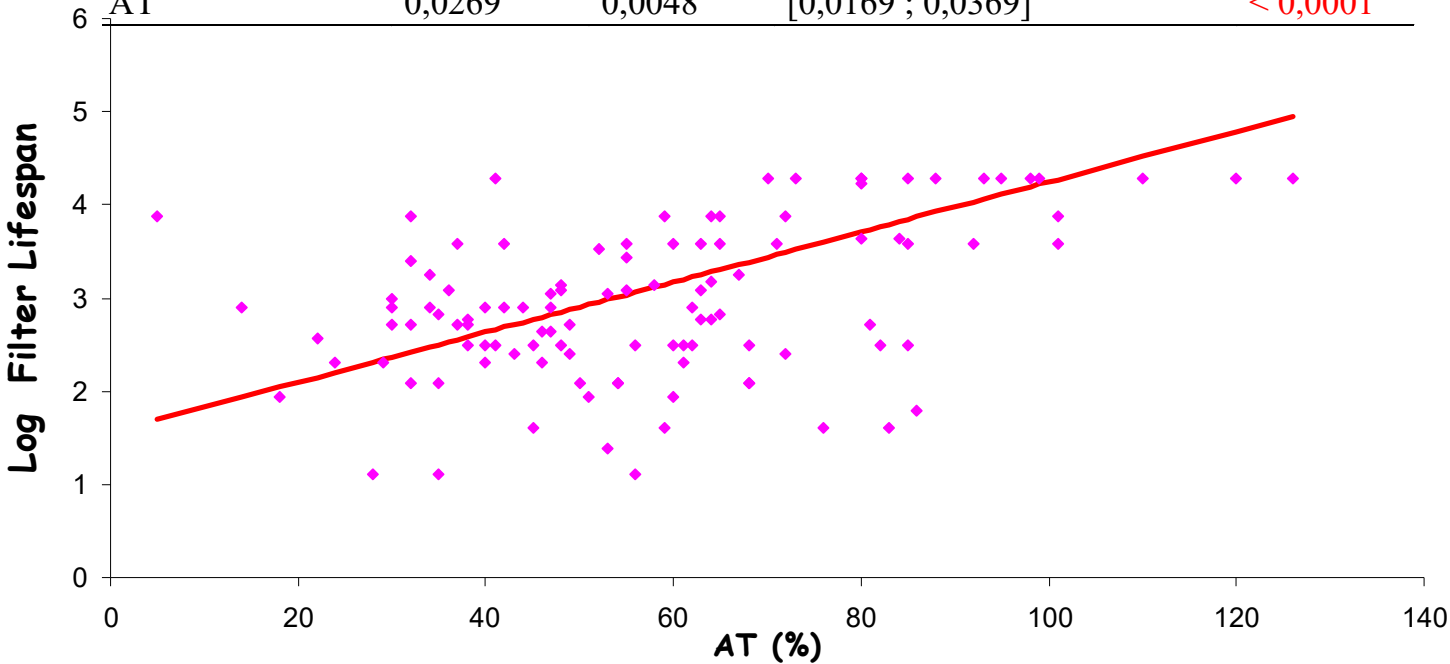
Acquired Deficit of Antithrombin and Role of Supplementation in Septic Patients During Continuous Veno-Venous Hemofiltration

2008

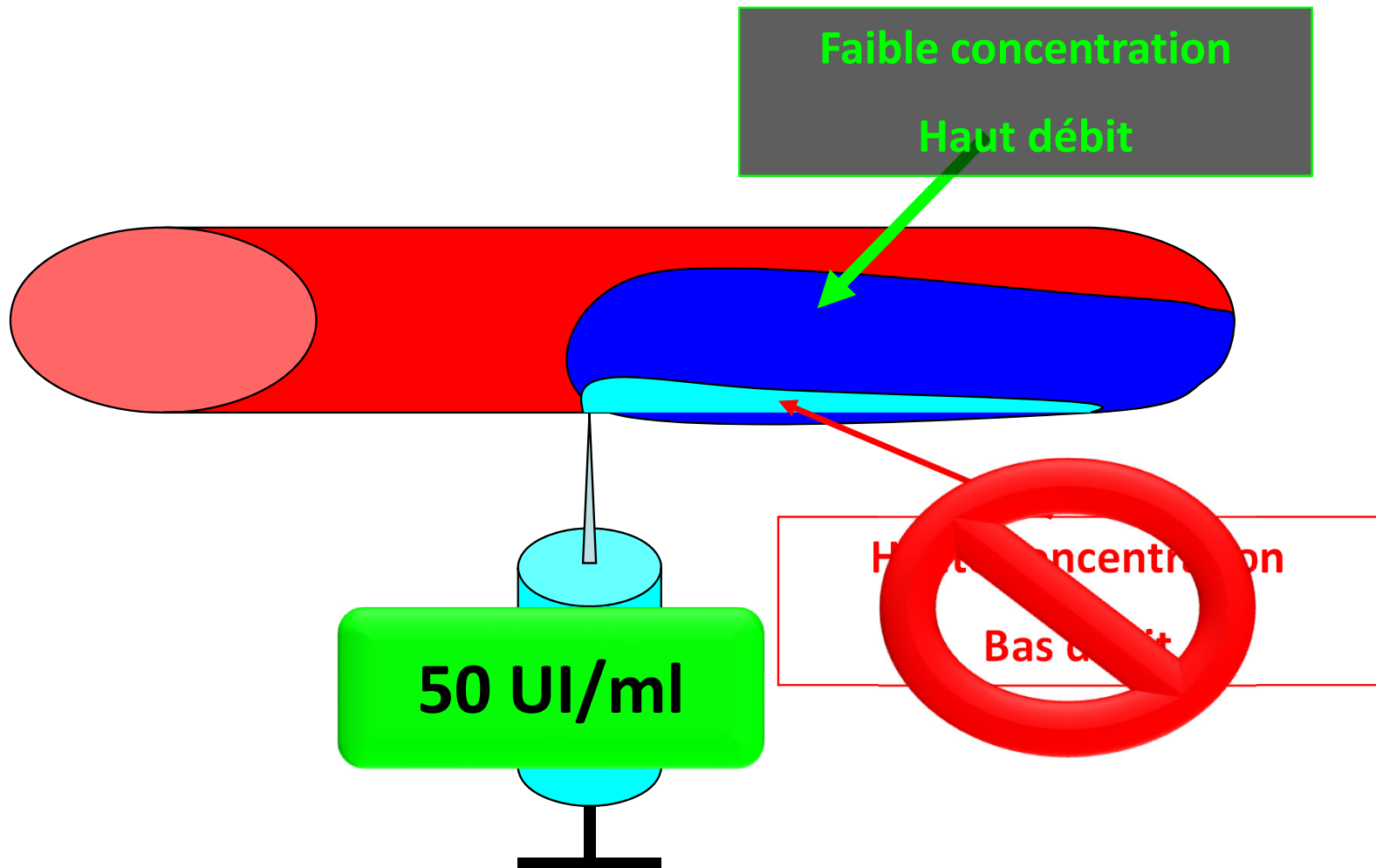
MATHIEU LAFARGUE,* OLIVIER JOANNES-BOYAU,* PATRICK M. HONORÉ,† BERNARD GAUCHE,‡ HUBERT GRAND,‡
CATHERINE FLEUREAU,* HADRIEN ROZÉ,* AND GÉRARD JANVIER*

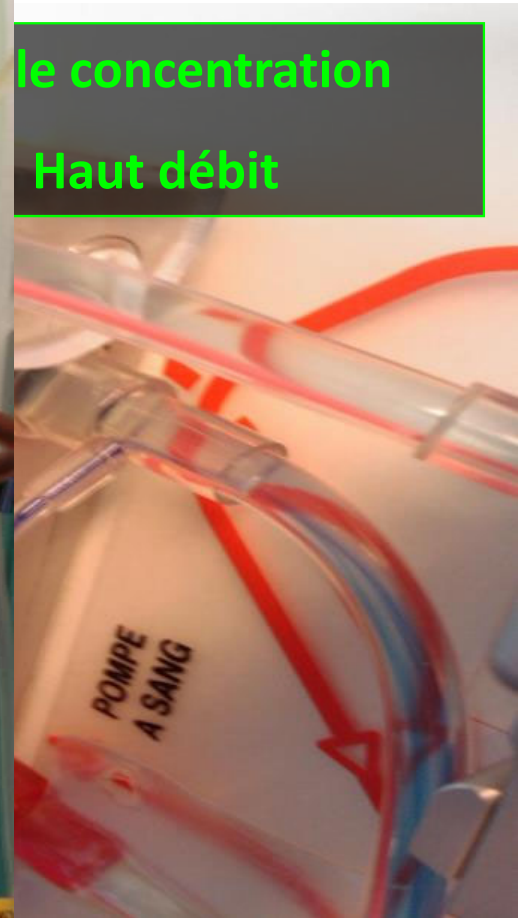
Relationship Log Filter Lifespan / AT activity level

Parameter	Estimation	Ecart-type	confidence Interval 95%	p-value
Intercept	1,5565	0,2981	[0,9325 ; 2,1805]	< 0,0001
AT	0,0269	0,0048	[0,0169 ; 0,0369]	< 0,0001



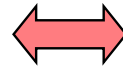
Héparine





Quel anticoagulant ?

HEPARINE voie générale

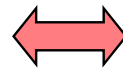


Risque élevé de saignement **SAFE**

HEPARINISATION régionale ?

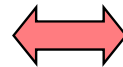
Quel anticoagulant ?

HEPARINE voie générale



SAFE

HEPARINISATION régionale



Difficultés techniques

HBPM ?

HBPM

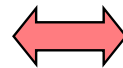
- Action anti Xa et moindre action antithrombine
- Réduit le risque hémorragique
- Très utilisées chez l'IRC
- Moins maniables en réanimation
 - surveillance difficile.
 - Accumulation chez l'insuffisant rénal
 - Antagonisation partielle par la protamine

De Pont AC, et al. *Crit Care Med.* 2000

Joannidis M, et al. *Int Care Med.* 2007

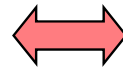
Quel anticoagulant ?

HEPARINE voie générale



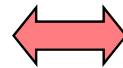
SAFE

HEPARINISATION régionale



Difficultés techniques

HBPM



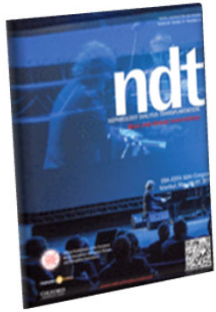
Peu maniable en réa

PROSTACYCLINE ?

Prostaglandines

Prostacycline (PGI₂)

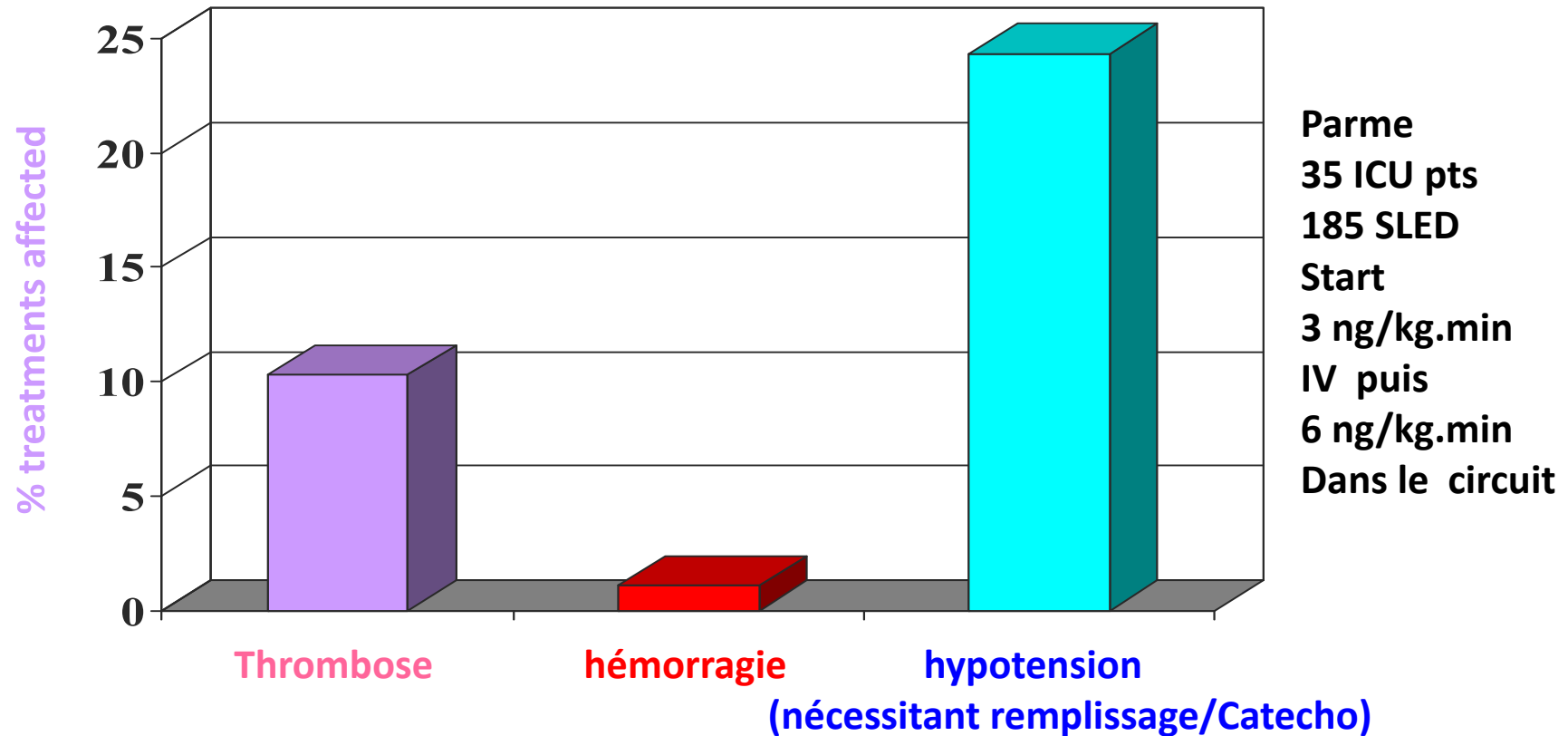
- Antiagrégant.
- Puissante action **vasodilatatrice**.
- En association avec HBPM ou HNF
- **Coût**



Sustained low-efficiency dialysis (SLED) with prostacyclin in critically ill patients with acute renal failure*

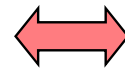
Enrico Fiaccadori, Umberto Maggiore, Elisabetta Parenti, Roberto Giacosa, Edoardo Picetti, Carlo Rotelli, Dante Tagliavini and Aderville Cabassi

(2007)



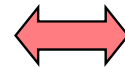
Quel anticoagulant ?

HEPARINE voie générale



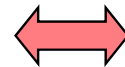
SAFE

HEPARINISATION régionale



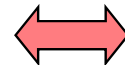
Difficultés techniques

HBPM



Peu maniable en réa

PROSTACYCLINE



Risque hémorragique ⚡

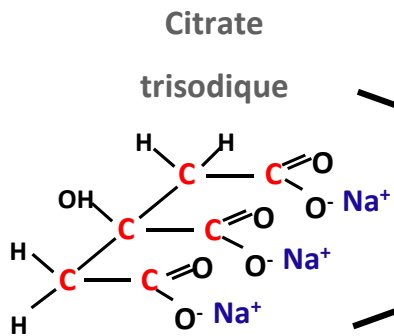
Effets secondaires ↗

CITRATE ?

Citrate & Coagulation

Citrate = Chélateur du calcium

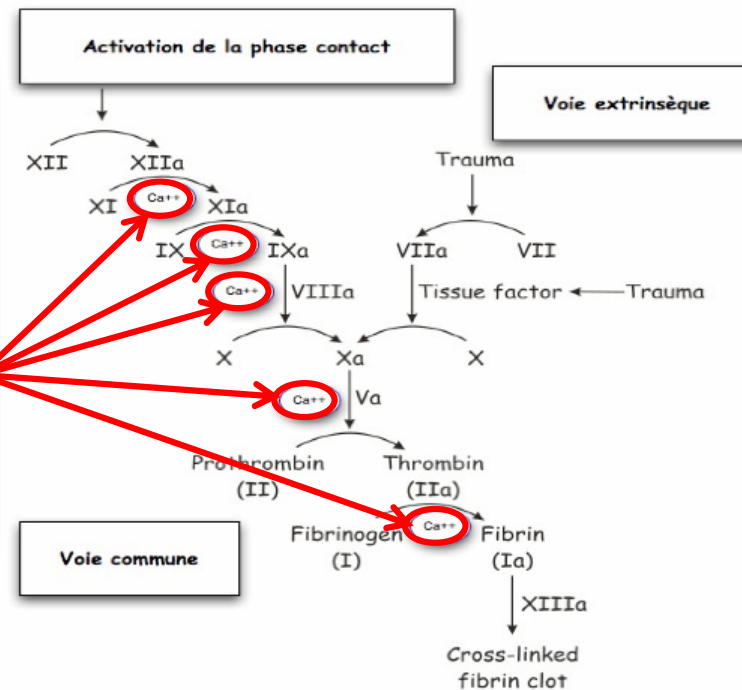
Hypocalcémie



Calcium = cofacteur indispensable à:

- Coagulation
- Activation leucocytes
- Voie alterne du complément

Cascade de la coagulation



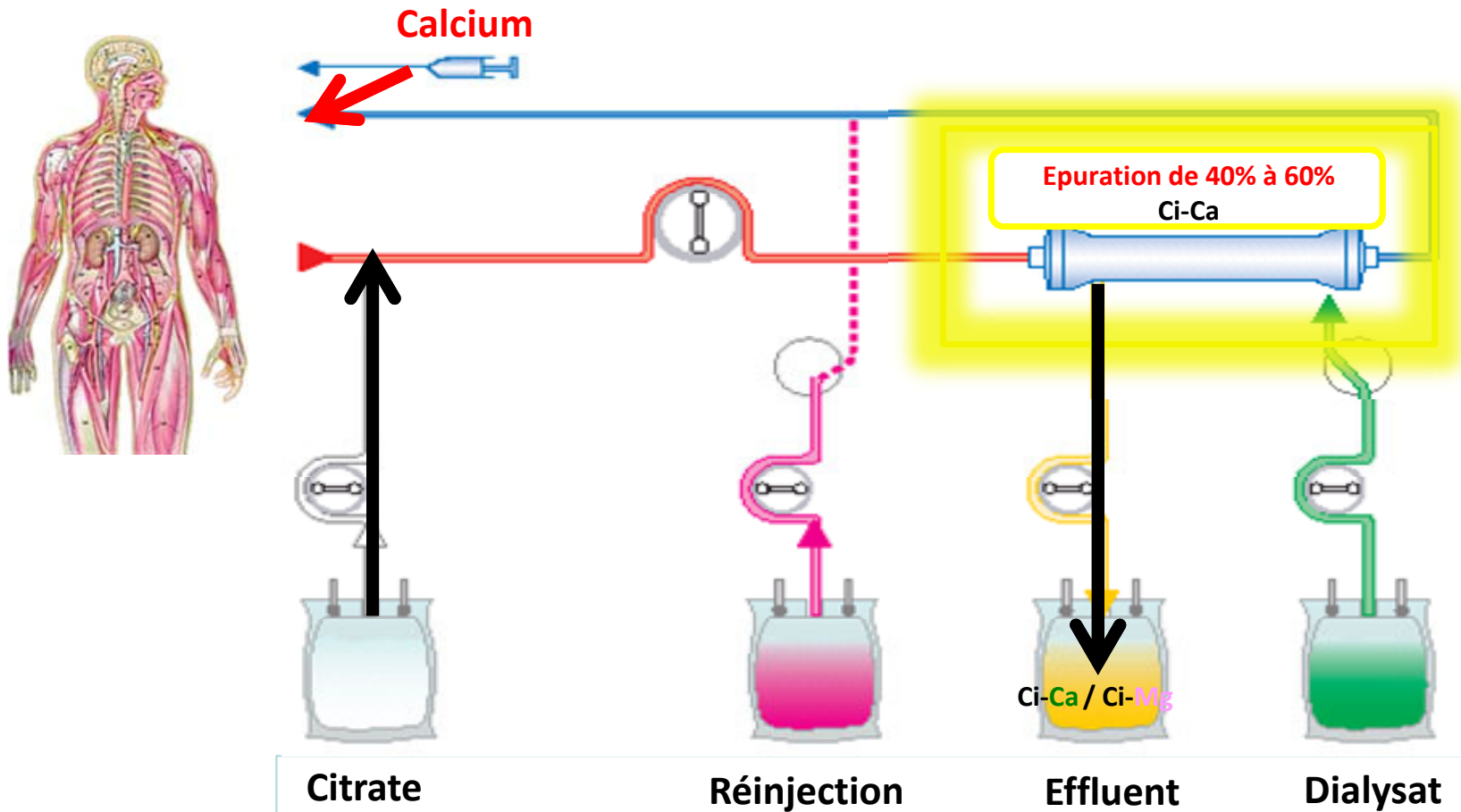
et

Citrate = Chélateur du magnésium

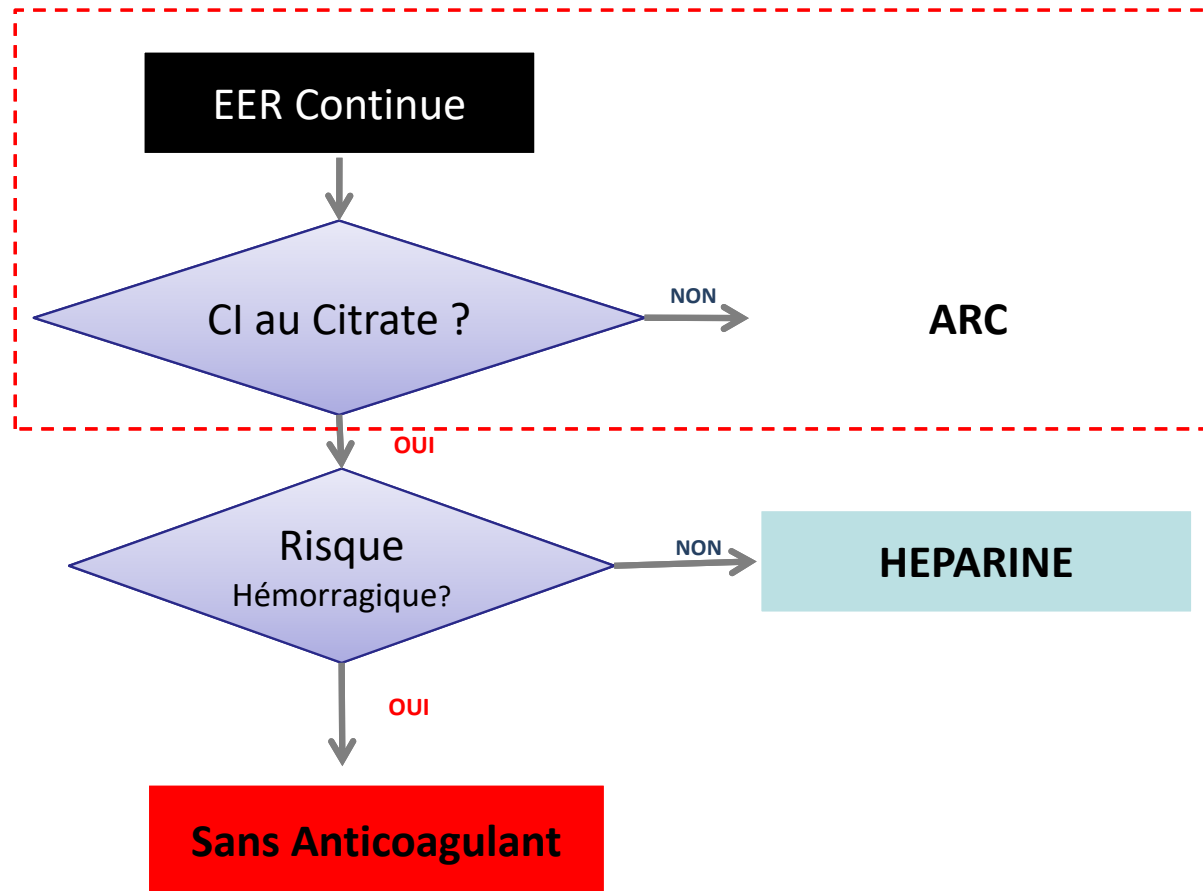
Hypomagnésémie

=> Supplémentation

Citrate



KDIGO : Kidney Disease Improving Global Outcomes





Épuration extrarénale en réanimation adulte et pédiatrique.

2014

Champs 2.3 : Anticoagulation

2.3.1 Chez le patient à haut risque hémorragique ou présentant une coagulopathie

2.3.2 Chez le patient à faible risque hémorragique ne nécessitant pas d'anticoagulation systémique

2.3.3 Chez le patient nécessitant une anticoagulation systémique

2.3.1.1 En épuration intermittente, il faut probablement ne pas faire d'anticoagulation systémique. Accord faible

2.3.1.2 En épuration continue, il faut probablement privilégier, sauf contre-indication, le recours à l'anticoagulation régionale au citrate par rapport à l'absence d'anticoagulation. Accord fort

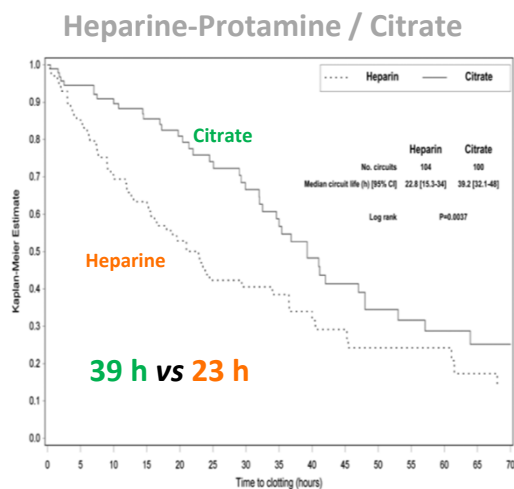
2.3.2.1 En épuration intermittente, il faut probablement privilégier l'héparine non fractionnée ou de bas poids moléculaire par rapport à d'autres anticoagulants systémiques. (Avis d'experts) Accord fort

2.3.2.2 En épuration continue, chez l'adulte, il faut probablement privilégier, sauf contre-indication, l'anticoagulation régionale au citrate, dans le but de prolonger la durée de vie du circuit. Accord faible

Gattas et al. trial

212 patients

Moniteur: 5 Prismaflex (CVVHDF) 2 Aquarius
Solutions : Prismocitrate 10/2 Hemosol

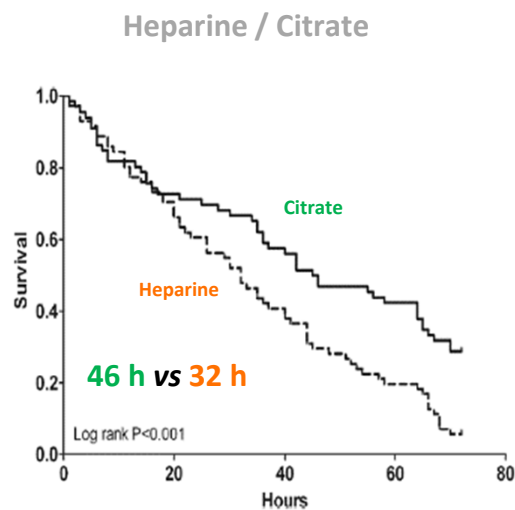


Gattas et al. Critical Care Med 2015, 43:1622–1629

CASH trial

139 patients

Moniteur: Dirinco (CVVH)
Solutions : HFCitPre HF32bic

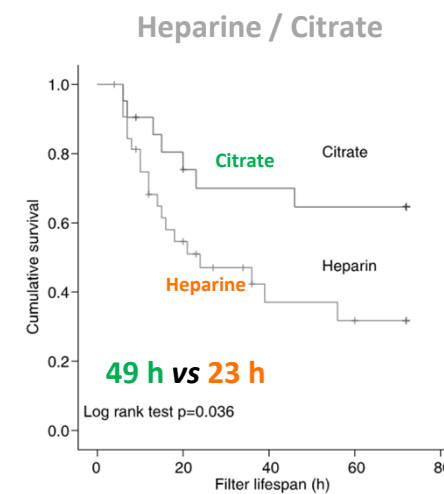


Schilder et al. Critical Care 2014, 18:472

Strucker et al. trial

103 patients

Moniteur: Prismaflex (CVVHDF)
Solutions : Prismocitrate 18/0 Prsimocal B22
 Primasol



Strucker et al. Critical Care 2015, 19:91



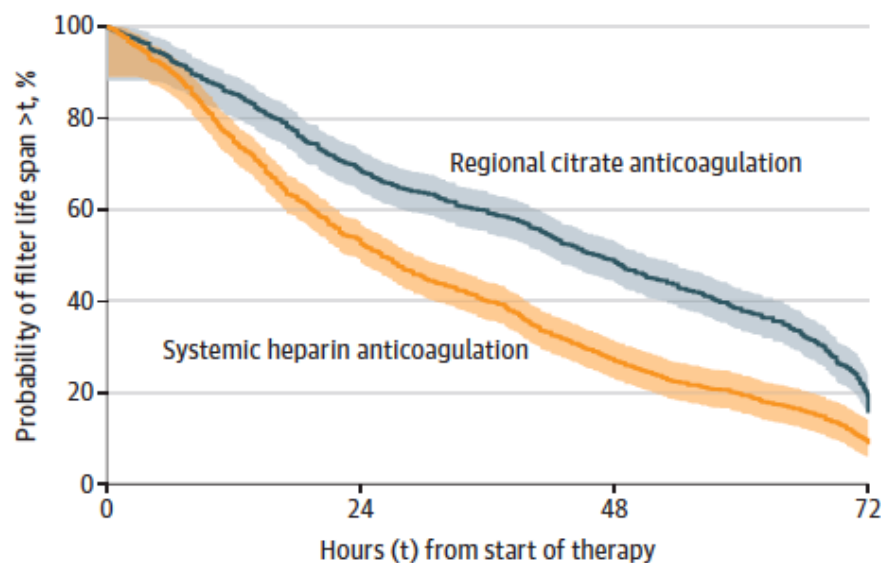
Effect of Regional Citrate Anticoagulation vs Systemic Heparin Anticoagulation During Continuous Kidney Replacement Therapy on Dialysis Filter Life Span and Mortality Among Critically Ill Patients With Acute Kidney Injury

A Randomized Clinical Trial

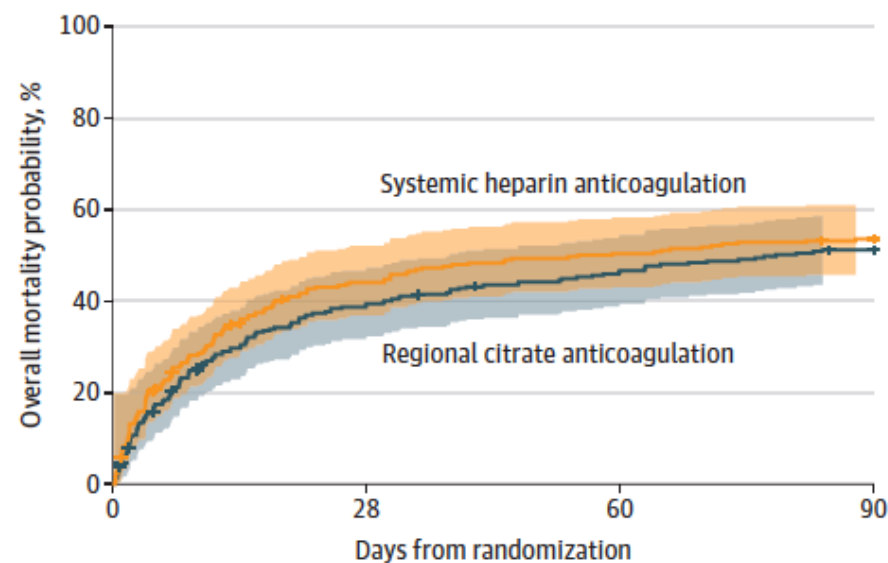
2020

Alexander Zarbock, MD; Mira Küllmar, MD; Detlef Kindgen-Milles, MD; Carola Wempe, PhD; Joachim Gerst, PhD; Timo Brandenburger, MD; Thomas Dimski, MD; Bartosz Tyczynski, MD; Michael Jahn, MD; Nils Mülling, MD; Martin Mehrländer, MD; Peter Rosenberger, MD; Gernot Marx, MD;

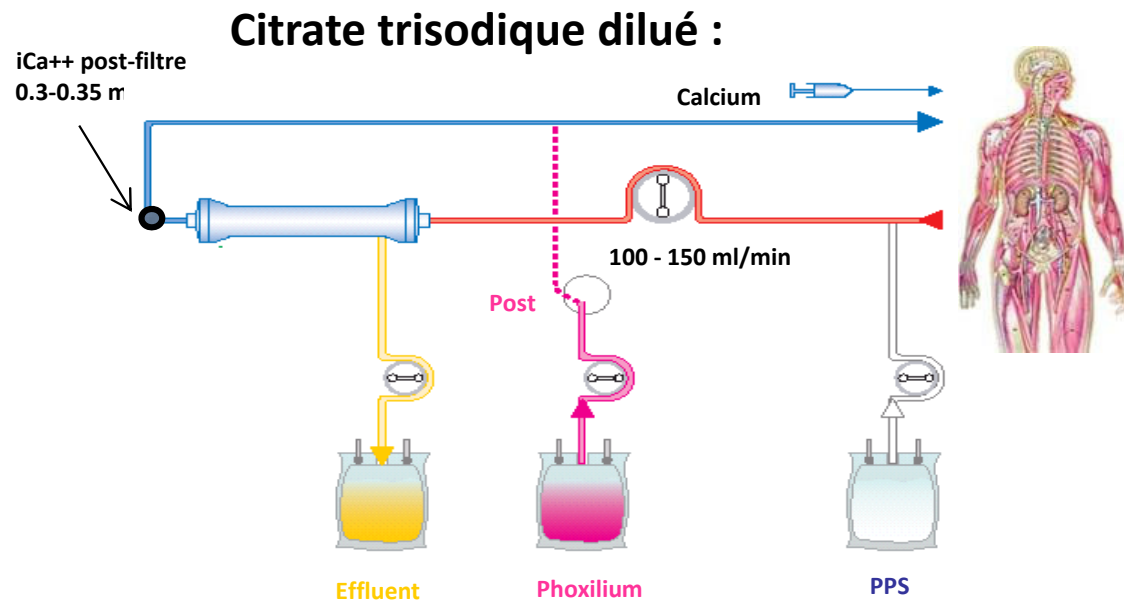
A Circuit survival truncated at 72 h



B 90-d overall mortality



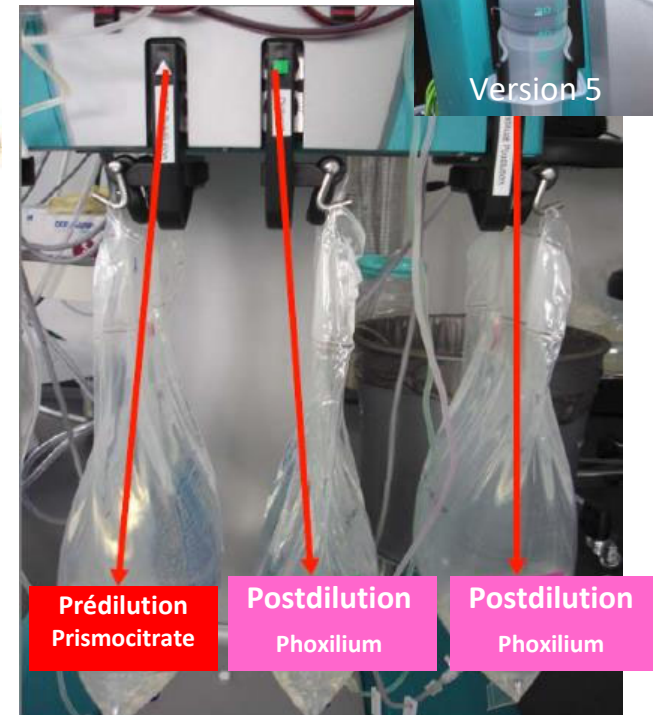
Citrate trisodique dilué 18/0



PrismoCitrate 18/0
1500-3000 ml/h

Na ⁺	140	mmol/l
K ⁺	4	mmol/l
Mg ⁺⁺	0,6	mmol/l
Ca ⁺⁺	1,25	mmol/l
HCO ₃ ⁻	30	mmol/l
Cl	116	mmol/l
Lactate	3	mmol/l

Na ⁺	140	mmol/l
K ⁺	0	mmol/l
Mg ⁺⁺	0	mmol/l
Ca ⁺⁺	0	mmol/l
HCO ₃ ⁻	0	mmol/l
Cl	86	mmol/l
Glucose	0	g/l



Surveillance indispensable

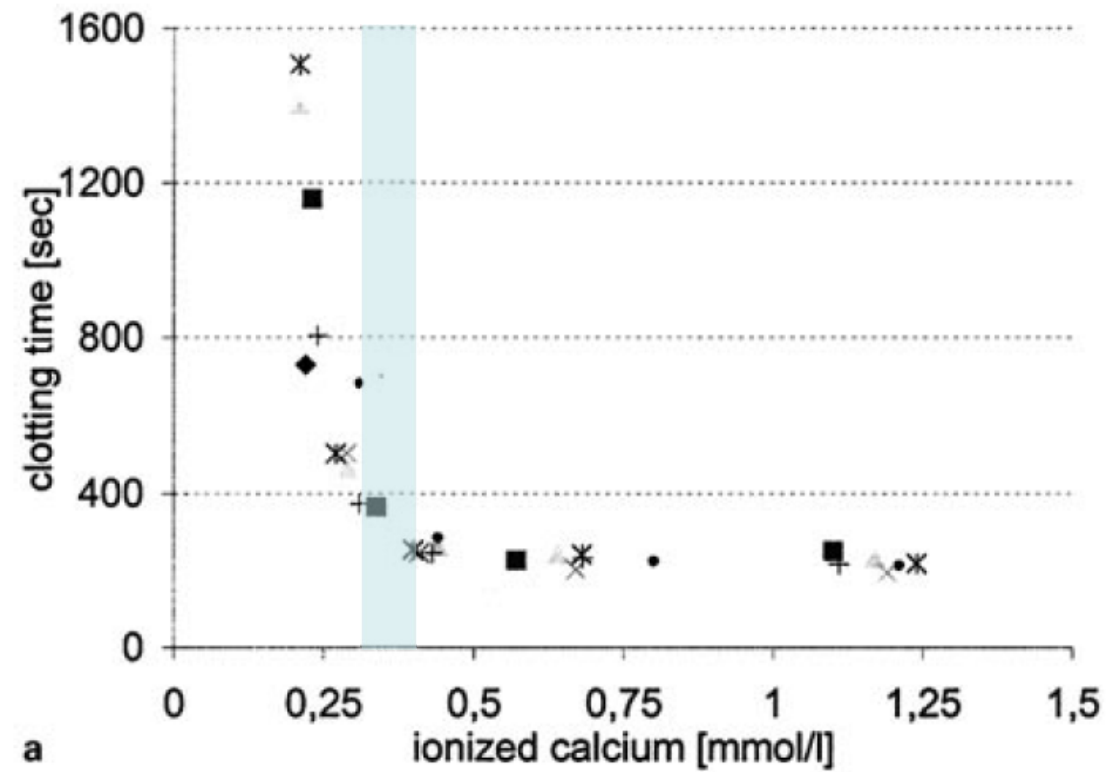
- pH, Na⁺, Cl⁻ et Bicarbonate
- Calcium **ionisé** (entre 1 et 1,1) et Ca total
- Magnésium



Citrate Anticoagulation for Extracorporeal Circuits: Effects on Whole Blood Coagulation Activation and Clot Formation

2001

A. Calatzis^a M. Toepfer^b W. Schramm^a M. Spannagl^a H. Schiffl^b

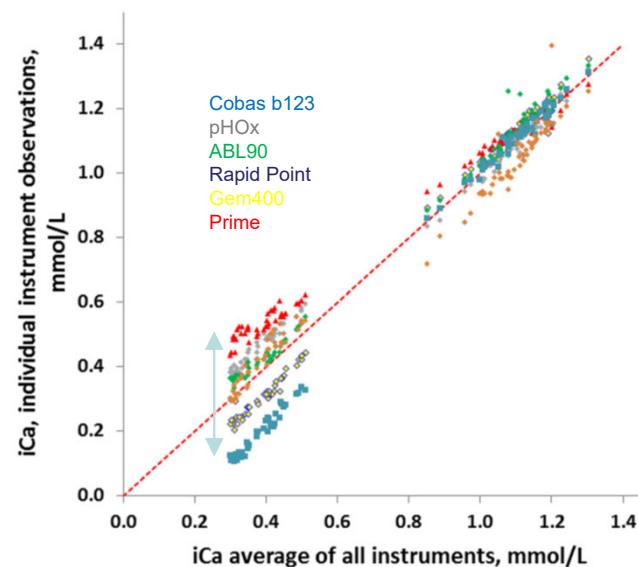
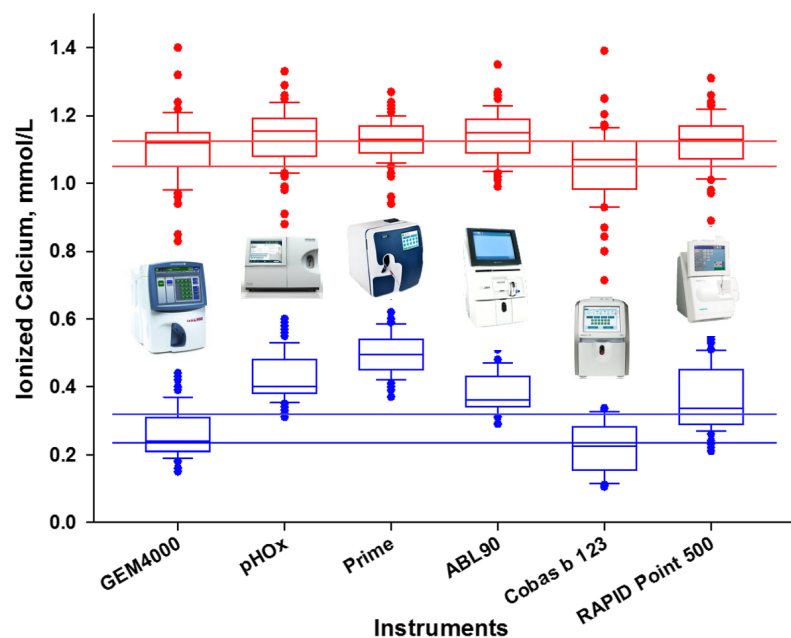




Discrepant post filter ionized calcium concentrations by common blood gas analyzers in CRRT using regional citrate anticoagulation

(2015)

Patrik Schwarzer¹, Sven-Olaf Kuhn², Sylvia Stracke³, Matthias Gründling², Stephan Knigge², Sixten Selleng², Maximilian Helm¹, Sigrun Friecke⁴, Peter Abel⁴, Anders Kallner⁵, Matthias Nauck¹ and Astrid Petersmann^{1*}





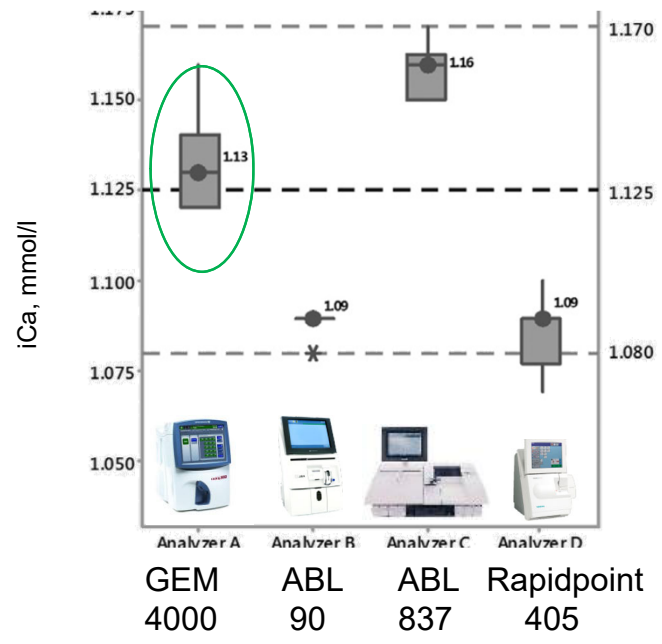
Accuracy of commercial blood gas analyzers for monitoring ionized calcium at low concentrations

Paul D'Orazio *, Helen Visnick, Shankar Balasubramanian

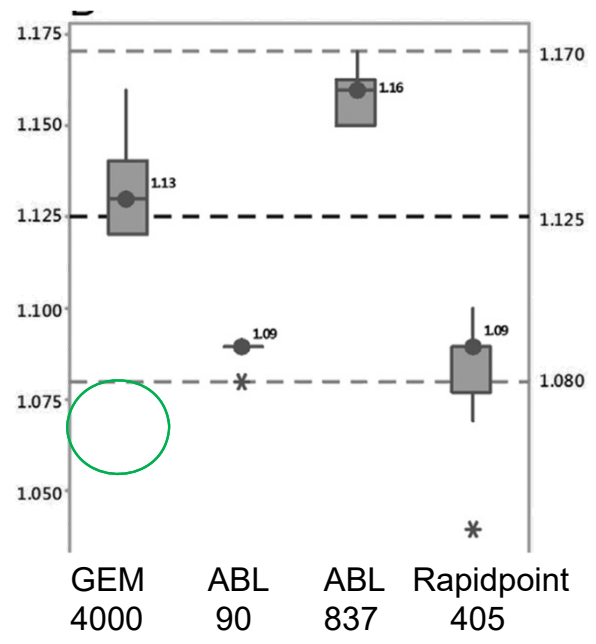
2016



iCa²⁺ 1,125



iCa²⁺ 0,25



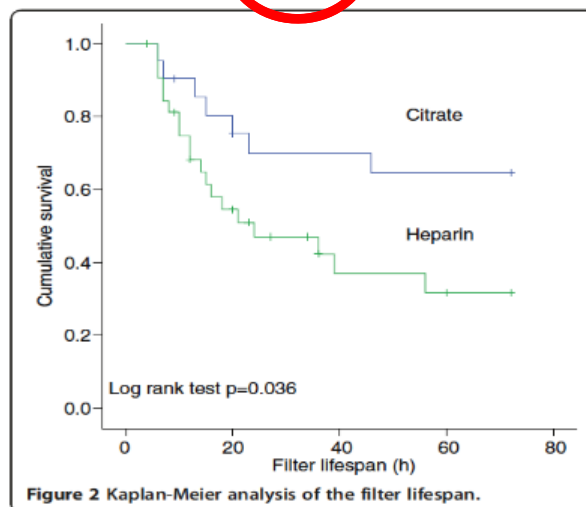


Efficacy and safety of citrate-based anticoagulation compared to heparin in patients with acute kidney injury requiring continuous renal replacement therapy: a randomized controlled trial

Fabien Stucker^{1†}, Belen Ponte^{1†}, James Tataw¹, Pierre-Yves Martin¹, Hannah Wozniak², Jérôme Pugin² and Patrick Saudan^{1*}

Table 2 Intervention data

Variables	Citrate (n = 54)	Heparin (n = 49)	<i>p</i>
Delivered RRT dose, ml/kg/h	29 (3)	27 (5)	0.005
Effective delivered RRT dose*, ml/kg/h	28 (5)	26 (4)	0.15
Filter lifespan, h	49 (29)	28 (23)	0.004
Metabolic disorders:	14	3	
Metabolic alkalosis	3	0	

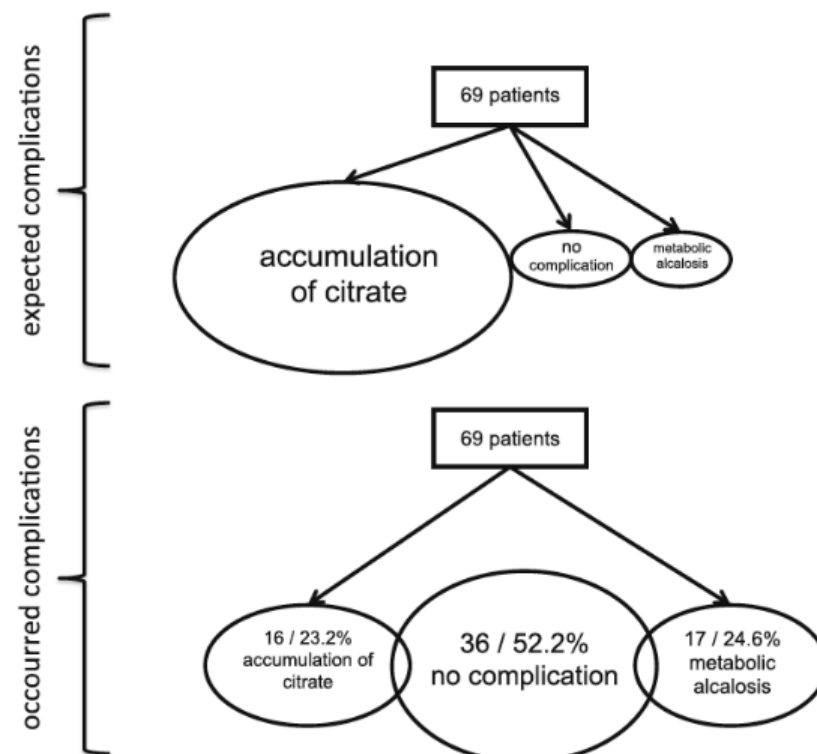




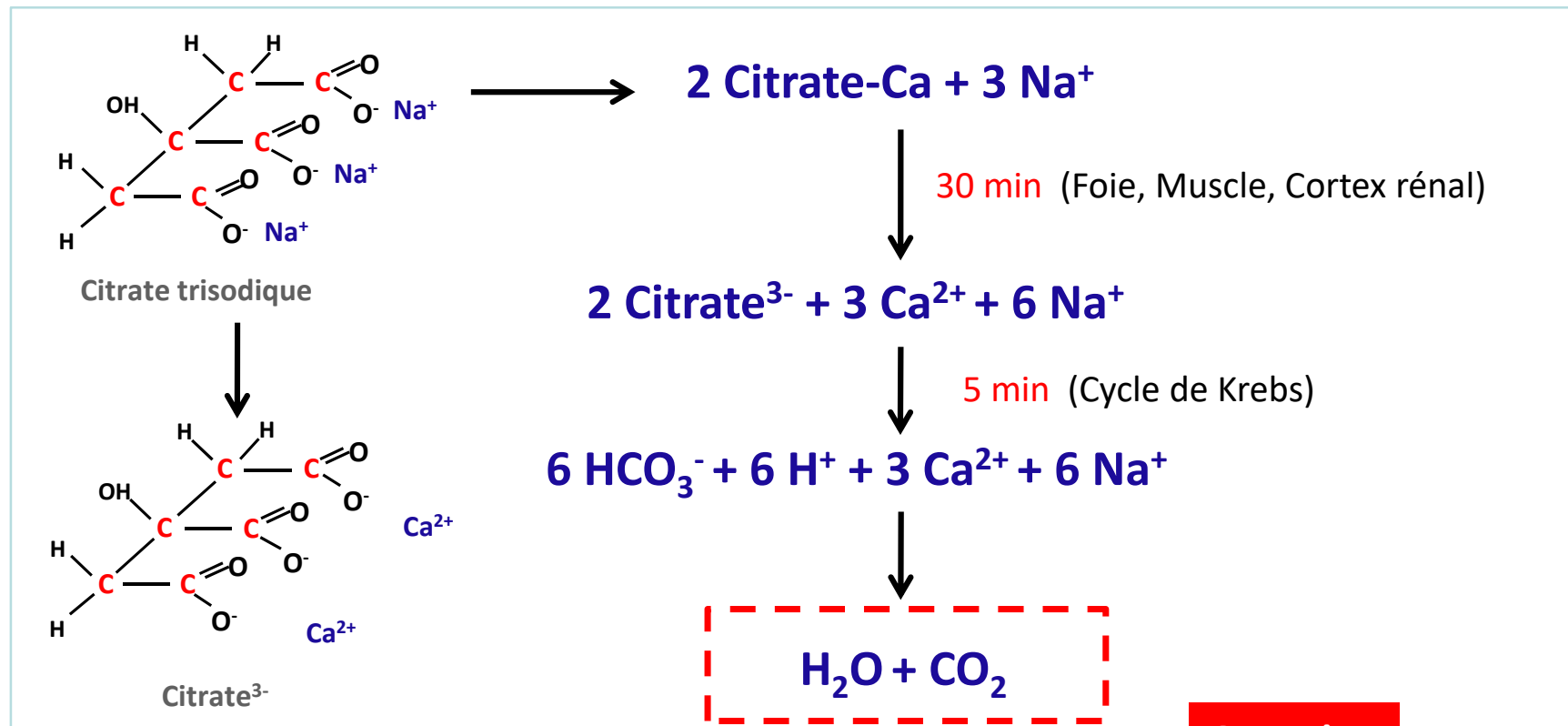
Long-term continuous renal replacement therapy and anticoagulation with citrate in critically ill patients with severe liver dysfunction

(2017)

Matthias Klingele^{1,2,3*} , Theresa Stadler¹, Danilo Fliser¹, Timo Speer¹, Heinrich V. Groesdonk⁴ and Alexander Raddatz⁴



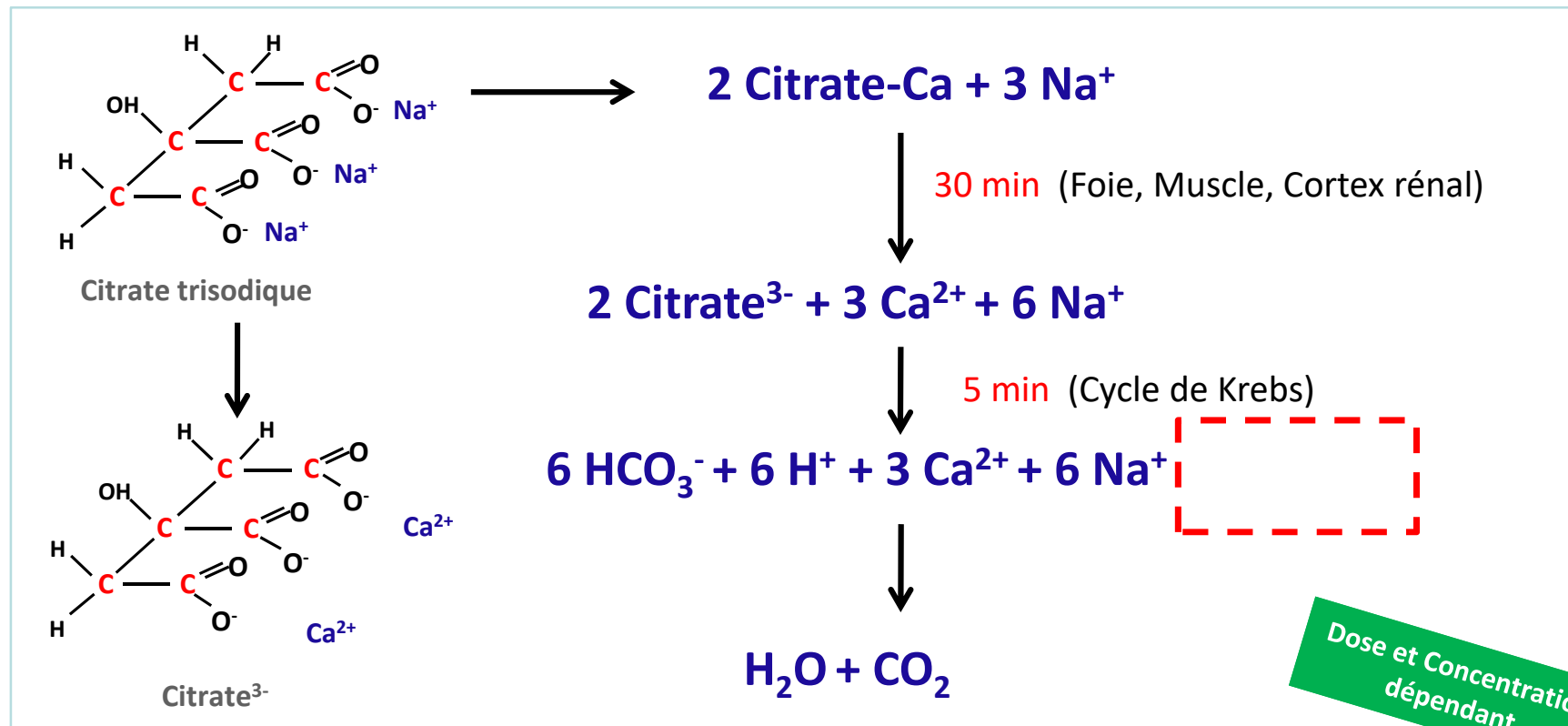
Métabolisme du citrate



Attention

BPCO en ventilation spontanée
SDRA

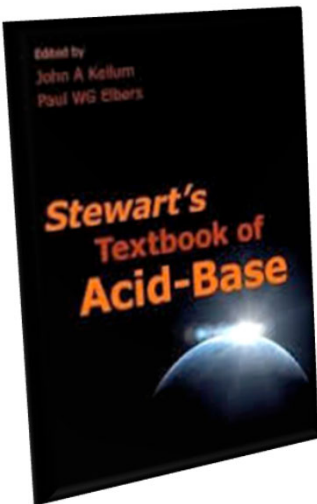
Métabolisme du citrate



Dose et Concentration
dépendant

Risque d'alcalose métabolique

Risque d'hypernatrémie



Stewart ?

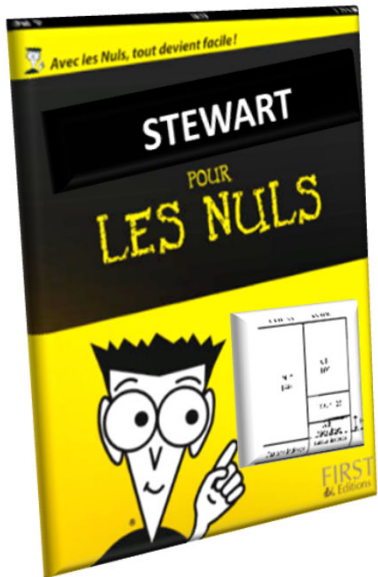
$$a[H^+]^4 + b[H^+]^3 + c[H^+]^2 + d[H^+] + e = 0 \quad (10)$$

Where $a = 1$; $b = [SID^+] + K_a$; $c = \{K_a \times ([SID^+] - [A_{TOT}]) - K'_w - K'_1 \times S \times P_{CO_2}\}$; $d = -\{K_a \times (K'_w + K'_1 \times S \times P_{CO_2}) - K_3 \times K'_1 \times S \times P_{CO_2}\}$; and $e = -K_a K_3 K'_1 S P_{CO_2}$.

$$pH = pK'_1 + \log \frac{[SID^+] - K_a[A_{TOT}]/K_a + 10^{-pH}}{S \times P_{CO_2}}$$

$$SIG = [SID^+]_a - [SID^+]_e = AG - [A^-]$$

$$[SID^+]_e = [HCO_3^-] + [Pr^{X-}] + [Pi^{Y-}]$$

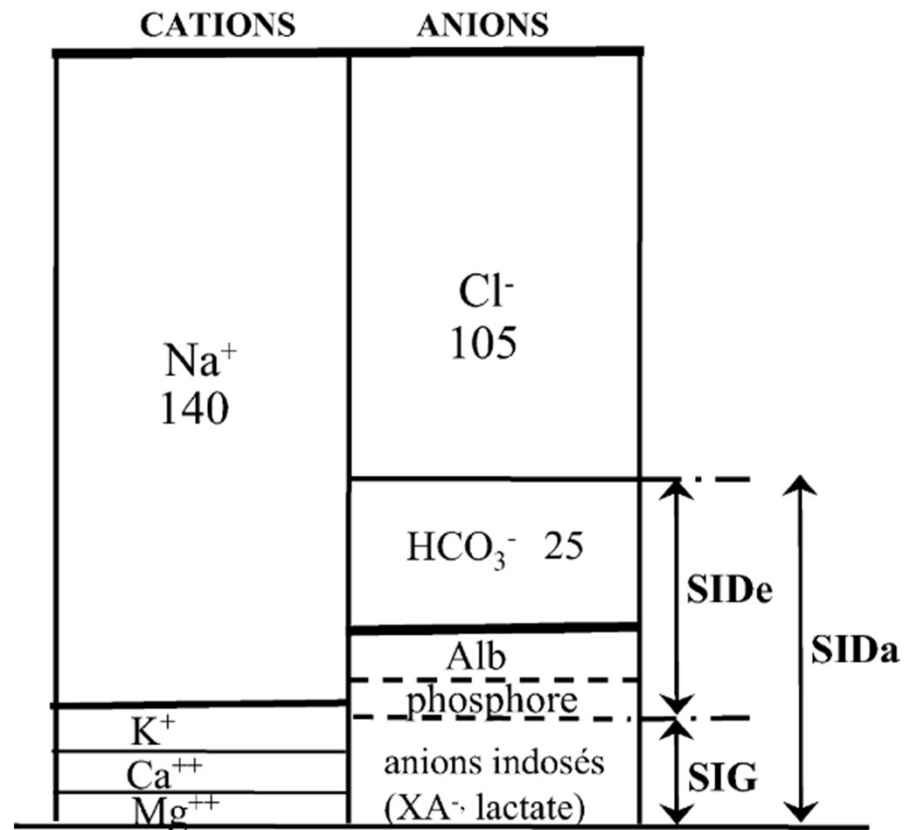


Stewart ?



Peut-on faire plus simple ?

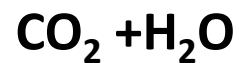
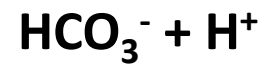
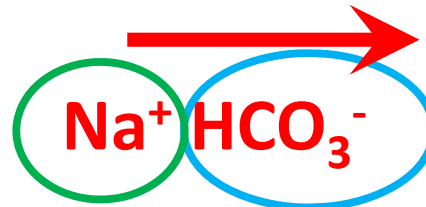
Stewart



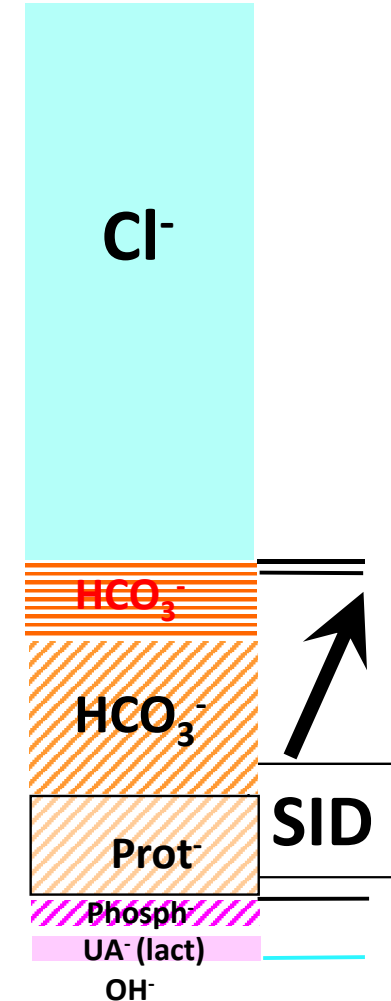
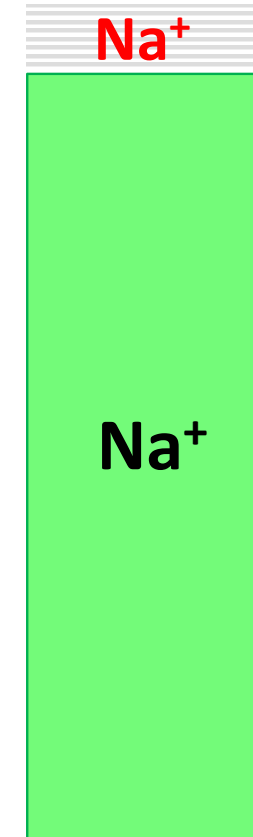
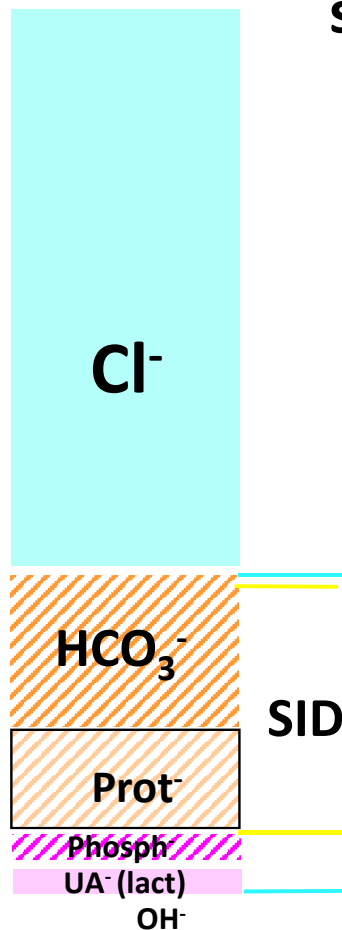
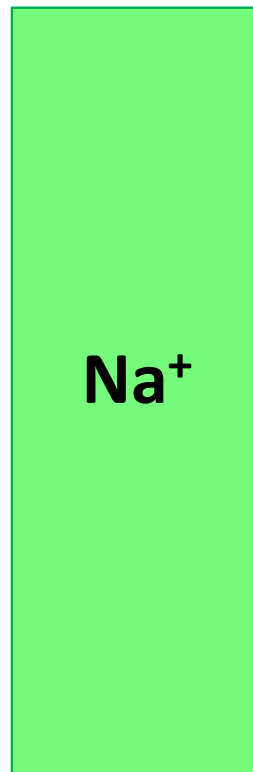
Stewart PA, *Resp Physiol* 1978; FencI V, *Resp Physiol* 1993

Acide / Base

Le bicarbonate de sodium alcalinise

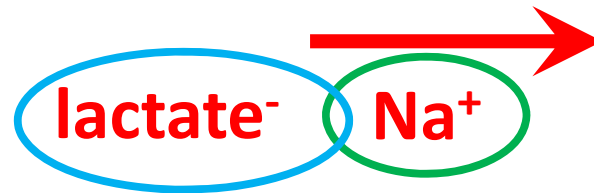


**Effet alcalinisant
dps de capacité à
épurer CO_2**

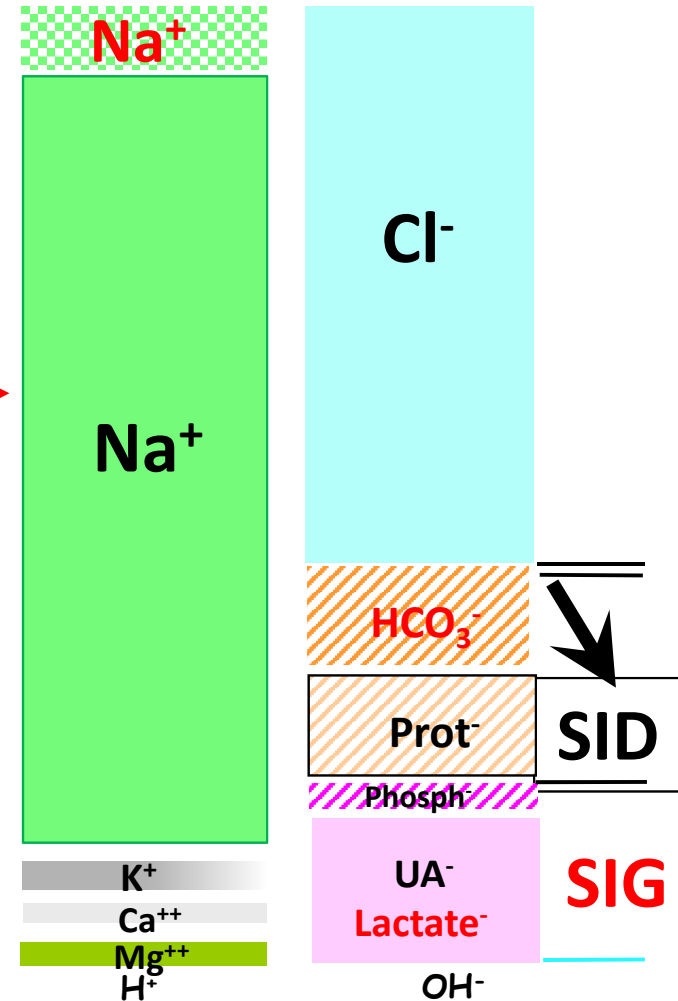


Acide / Base

Le lactate de sodium acidifie
L'acétate de sodium acidifie
Le citrate de sodium acidifie

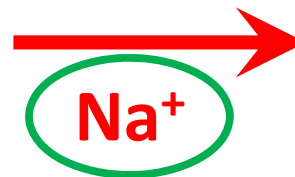
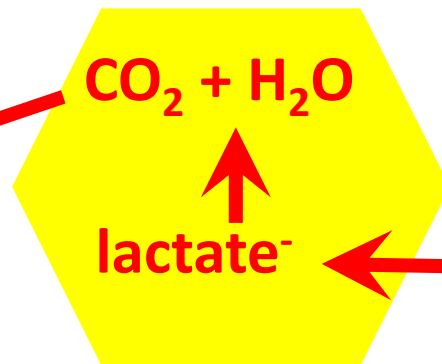


= anions organiques

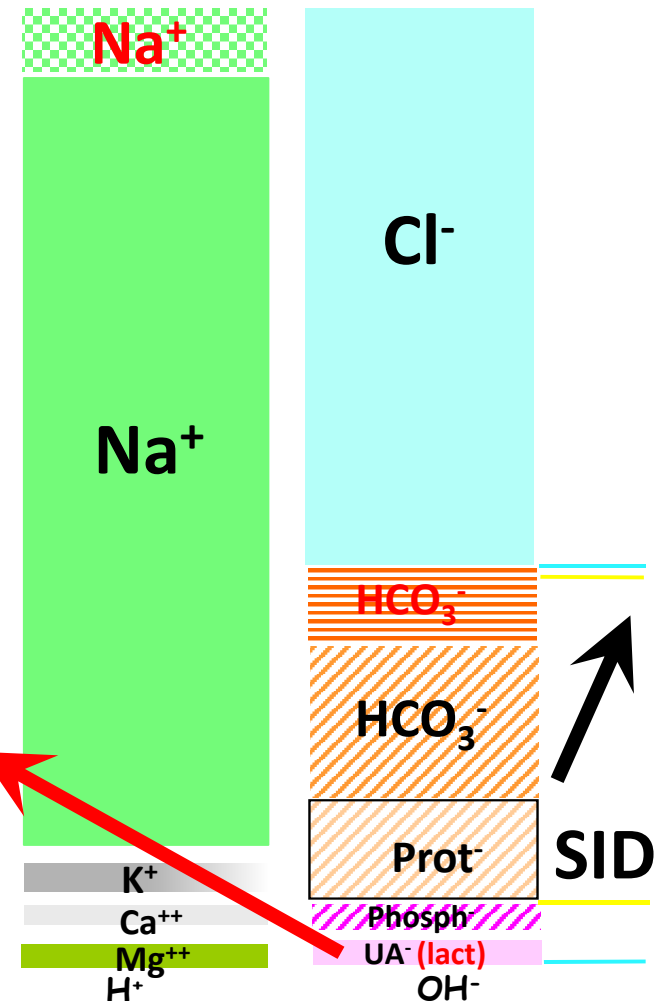


Acide / Base

Le lactate de sodium alcalinise
L'acétate de sodium alcalinise
Le citrate de sodium alcalinise
= anions métabolisables



Effet alcalinisant d'après la capacité
à métaboliser l'anion



Substitution Calcique

Asservi :

**Qs / Dose Citrate / Dose épuration
Présence Ca⁺ dans substitution**

CaCl₂ >>> Gluconate de Ca

Si CaCl₂ : Sur circuit (le plus proximal du patient)

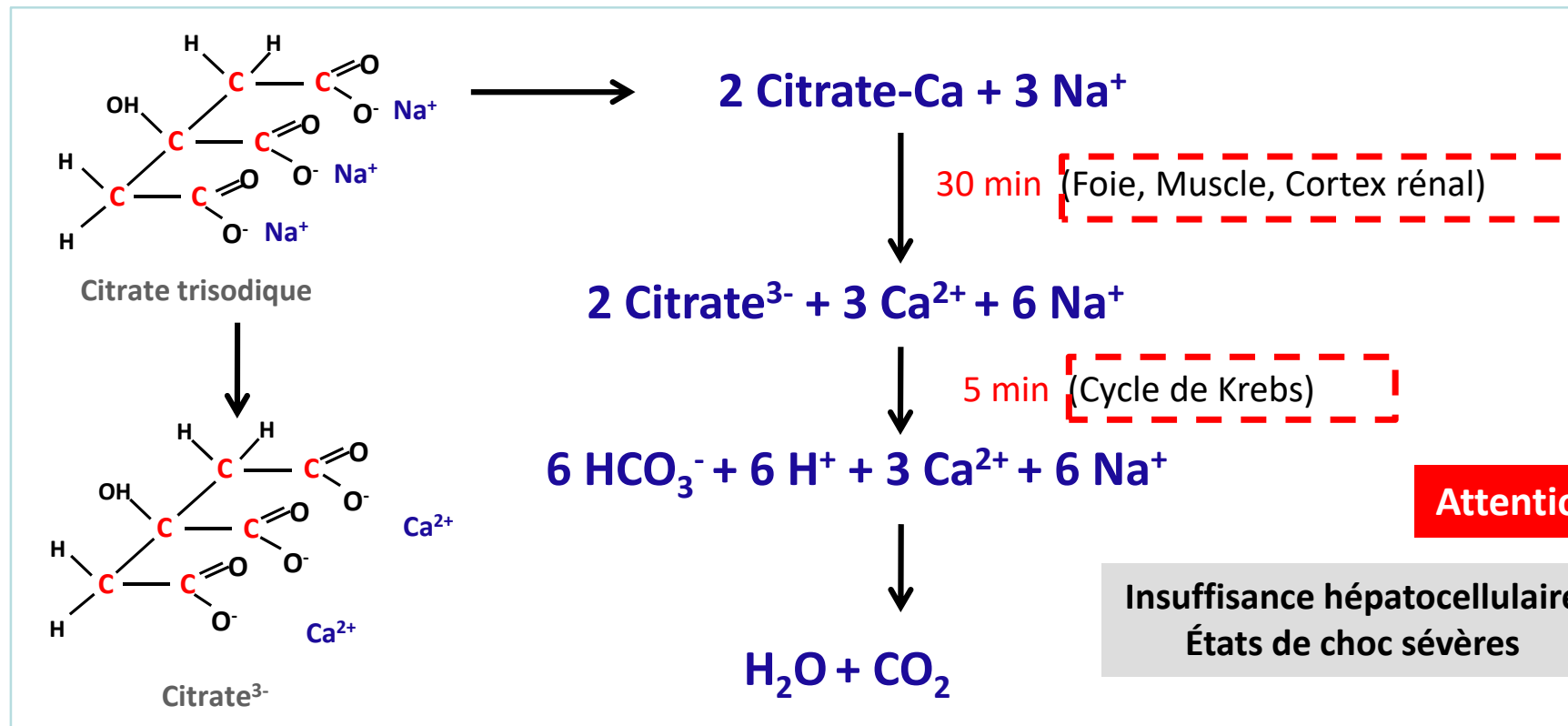
ou sur VVC



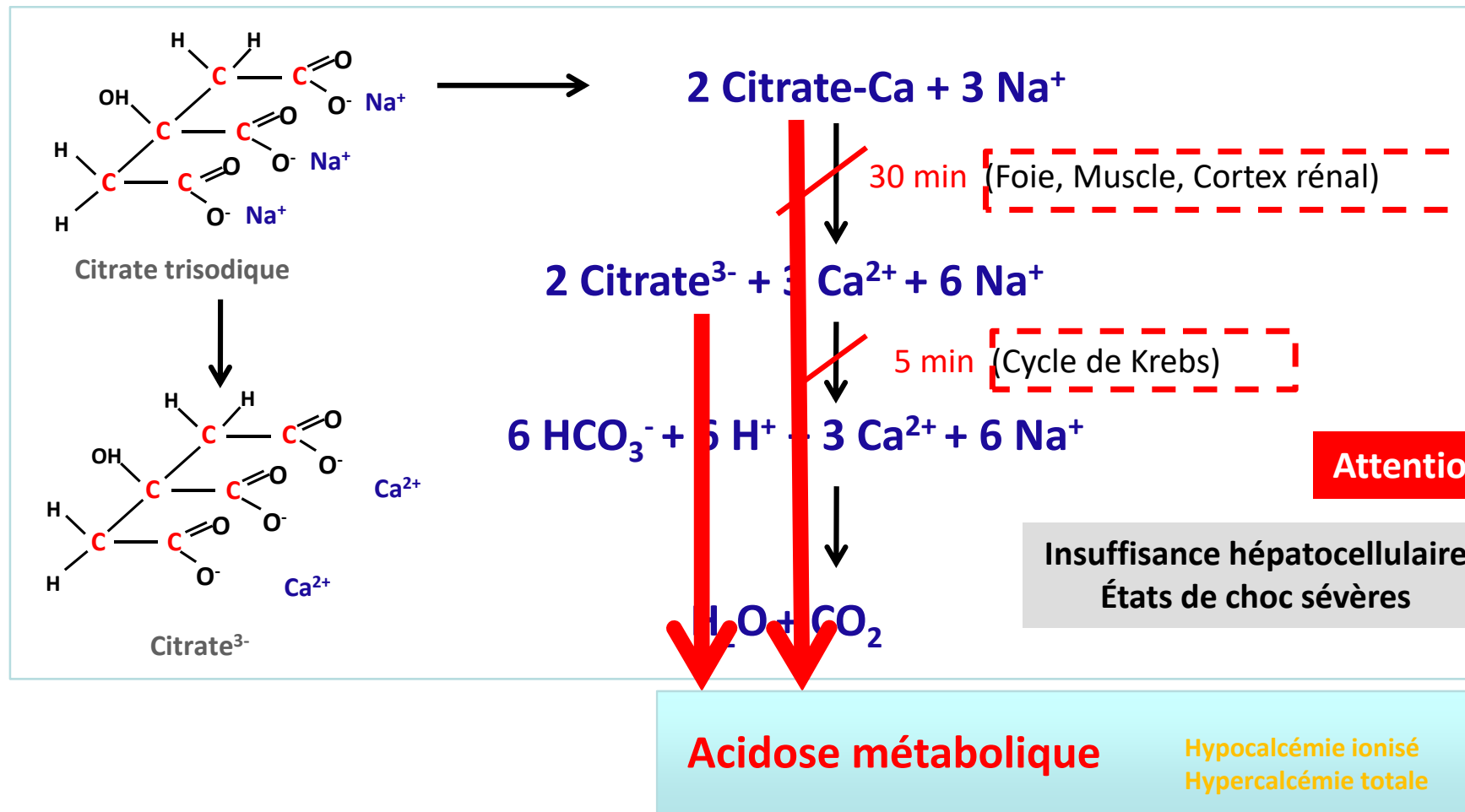
pas sur VVP...

**Toujours disposer iCa²⁺ patient
avant mise en route de l'EER Ca/Ci**

Métabolisme du citrate



Métabolisme du citrate



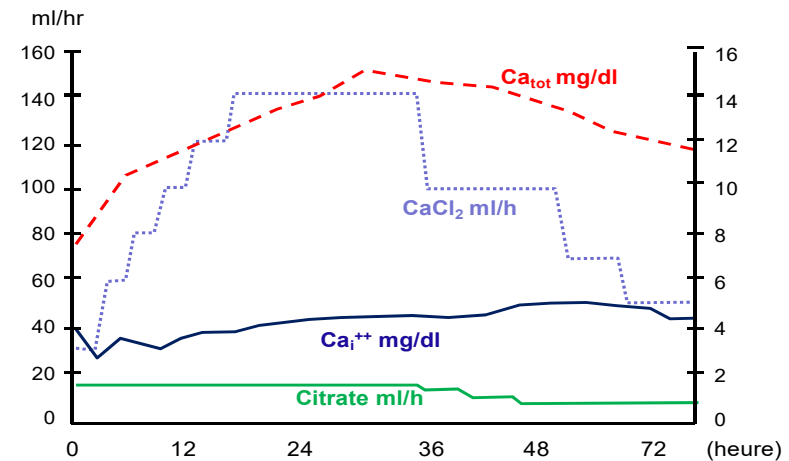
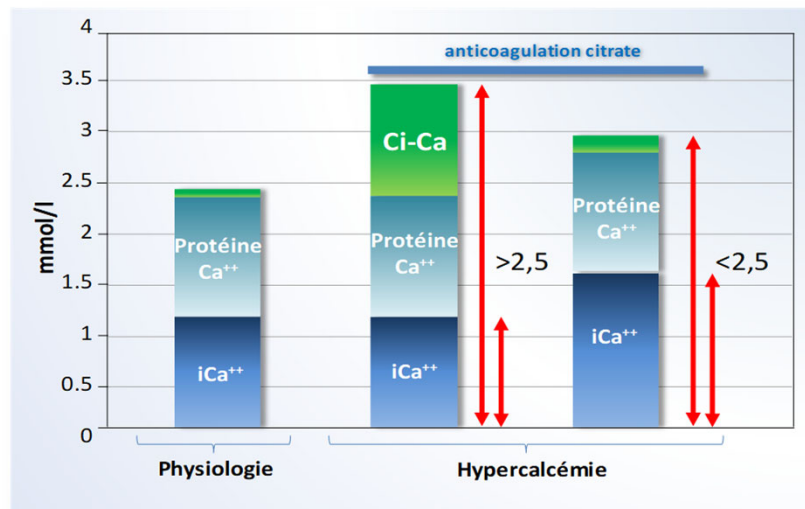
Syndrome d'accumulation de citrate

$$\frac{\text{Ca total}}{\text{Ca ionisé}} > 2,5$$

Il est conseillé d'arrêter l'anticoagulation régionale citrate si :

Calcium total > 3 mmol/l

Ratio Calcium total / Calcium ionisé > 2,5



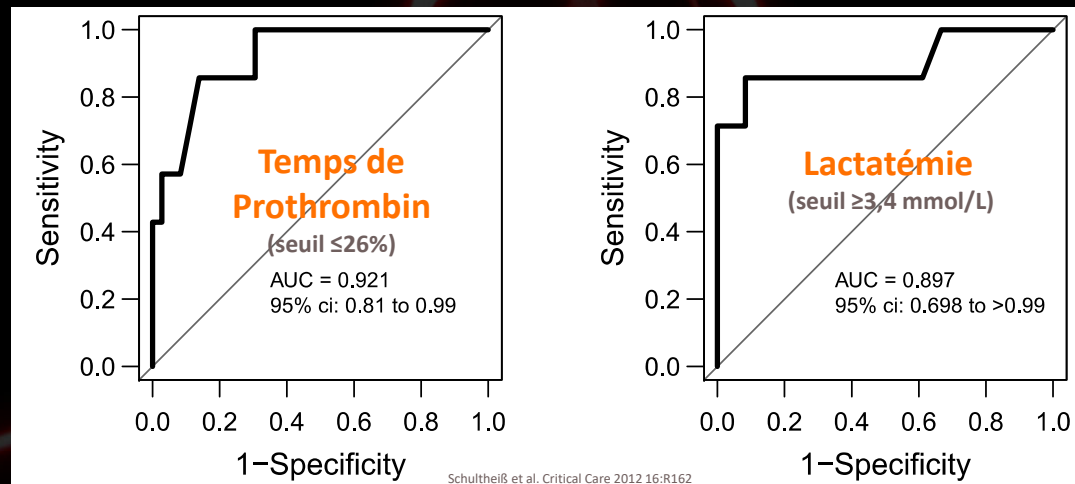
Meier-Kriesche et coll. AJKD 1999

Toute hypo iCa résistante à l'↗
de la supplémentation calcique

=> Dosage Ca Tot/ iCa

Le coté obscure du citrate ..

Le syndrome d'accumulation



of Critical Care 29 (2014) 265–271

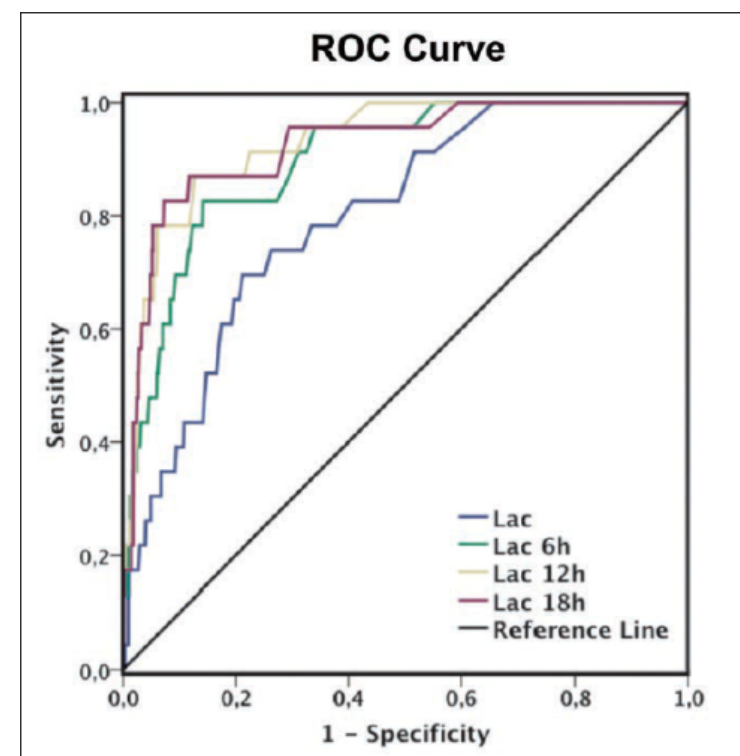
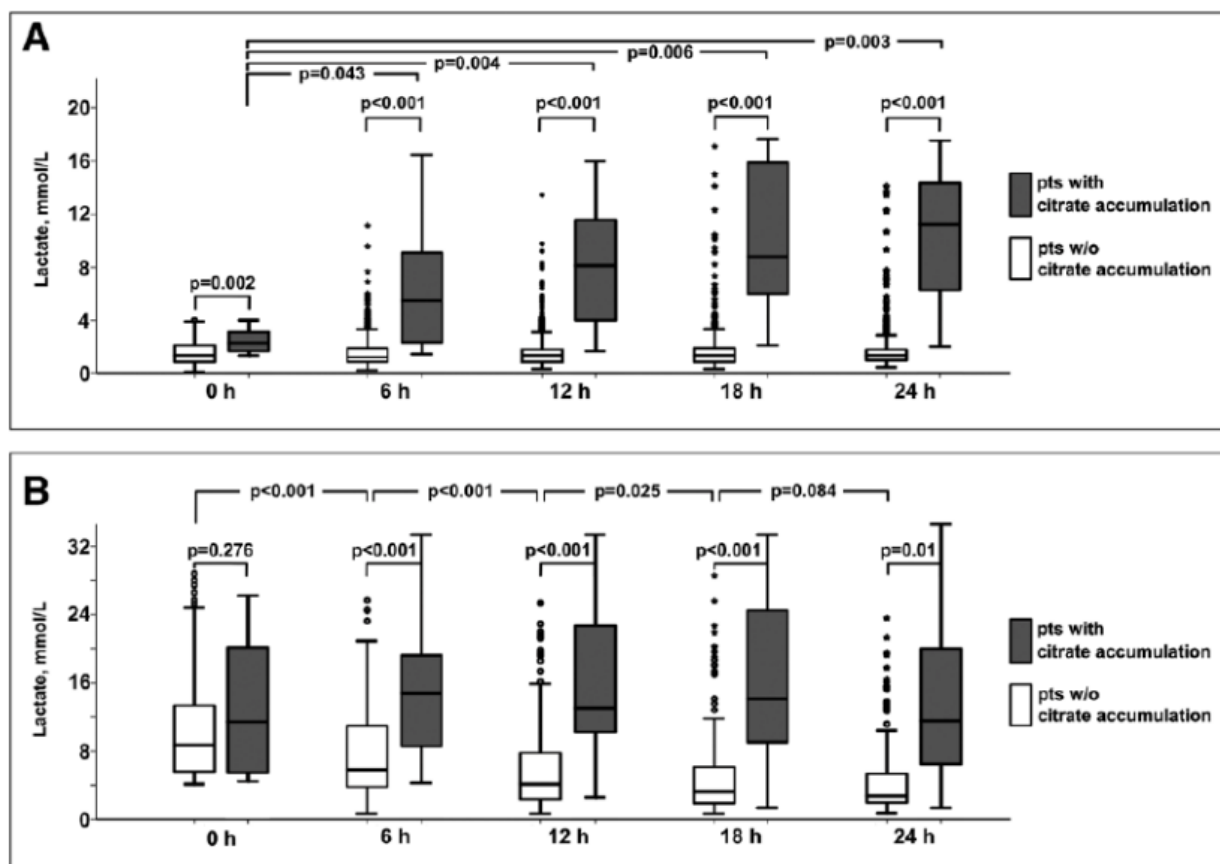
hépatique



Hyperlactatemia, Lactate Kinetics and Prediction of Citrate Accumulation in Critically Ill Patients Undergoing Continuous Renal Replacement Therapy With Regional Citrate Anticoagulation

2017

Dmytro Khadzhynov, MD¹; Annette Dahlinger¹; Christin Schelter, MD¹; Harm Peters, MD¹; Detlef Kindgen-Milles, MD²; Klemens Budde, MD¹; Lukas Johannes Lehner, MD¹; Fabian Halleck, MD¹; Oliver Staack, MD¹; Torsten Slowinski, MD¹



Prescription ?

Je sais pas si
c'est la
couleur...

... mais je
me sens pas
bien!

Interne



Version 20 Février 2022

PROTOCOLE D'ANTICOAGULATION AU CITRATE:

GUIDE DE PRESCRIPTION PRISMAX

! Faire absolument un prélèvement GDS avant branchement pour corriger la calcémie ionisée du patient (1,1-1,3 mmol/l) !

Matériels et préparation nécessaires :

- Ligne calcium pour relier la seringue au circuit
- Calcium branché sur le patient (Voie centrale ou 3^{ème} voie KT EER)
- Poches de réinjection : PHOXILIUM
- Poche de Citrate : PRISMOCITRATE 10/0 ou REGIOCIT
- Le calcium (seringue) est OBLIGATOIREMENT du chlorure de calcium

Poche de PRISMOCITRATE ou REGIOCIT sur le peson PPS

Poches de PHOXILIUM sur les pesons Dialysat et Réinjection

Seringue de calcium à la place de la seringue d'héparine

Prescription de départ : CVVH

Débit de Post-dilution : 20 ml/kg/h

Débit sang : pour FF machine : **50% MAX** (cf annexe)

Soit Fraction de filtration calculée : $\frac{\text{Pré} + \text{Post} + \text{perte patient}}{\text{Débit sg} + \text{Pré}} < 40\%$

(Augmenter jusqu'à 180 ml/min max)

Dose citrate: 3,2 mmol/l

Compensation calcium: 110% (comprend le calcium injecté par la seringue et celui présent dans les poches Phoxilium)

Perte de poids horaire: à la discrétion du médecin prescripteur

Version 20 Février 2022

Contrôle Calcémie :

- **30 minutes après le branchement**, CONTROLE SECURITE, GDS artériel et machine, appel du médecin si résultat hors norme (**bleu**). (pH, Ca^{2+} patient)
- Contrôle 2 heures après branchement ou après changements de réglages, (GDS artériel et machine), appel médecin si résultats en dehors de la normale.
- Contrôle toutes les 6 heures ensuite, adaptation des réglages selon les tableaux
- Tous les jours Calcium Total et rapport Calcium Total / calcium Ionisé + Magnésium

Calcium ionisé post hémofiltre	Débit citrate guide de programmation
$0,3 < \text{Ca}^{2+} < 0,4$	Pas de changement
$\text{Ca}^{2+} > 0,4$	Augmenter le débit de citrate de 0,2 mmol/L
$\text{Ca}^{2+} < 0,3$	Diminuer le débit de citrate de 0,2 mmol/L

Si dose de citrate sort de la borne 3 – 4,5 mmol/l → **Appel médecin**

Calcium ionisé plasmatique patient	Compensation Calcium
$\text{Ca}^{2+} < 0,85 \text{ mmol/L}$	10 ml gluconate de calcium à 10% (appel Médecin)
$0,85 < \text{Ca}^{2+} < 0,95 \text{ mmol/L}$	Augmenter de 20%
$0,95 < \text{Ca}^{2+} < 1 \text{ mmol/L}$	Augmenter de 10%
$1 < \text{Ca}^{2+} < 1,25 \text{ mmol/L}$	Pas de changement
$1,25 < \text{Ca}^{2+} < 1,4 \text{ mmol/L}$	Diminuer de 10%
$1,4 < \text{Ca}^{2+} < 1,5 \text{ mmol/L}$	Diminuer de 20%
$1,5 < \text{Ca}^{2+}$	Stop Compensation Calcium (appel Médecin)

Si compensation de Ca^{2+} sort de la borne 80 – 140%

OU 3 augmentations successives de la compensation Ca^{2+} → **Appel Médecin**

Patient pH control:

Objectif pH : $7.35 \leq \text{pH} \leq 7.5$ → Si le pH sort des bornes appel médecin

Si **Acidose** → bilan hépatique et le rapport Calcium Total / Calcium Ionisé.
Si bilan hépatique perturbé ou Rapport CaT/Cal > 2,5 = Syndrome d'accumulation du citrate, **ARRÊT** du citrate, poursuite EER.
Si **Alcalose** → Dose de Citrate trop élevée, diminuer la dose de citrate.
Annexe prescription fonction du poids

Prescription	Anticoagulation
Sang	150 ml/min
PPS Citrate	1600 ml/h
Réinjection	2200 ml/h
	PRE 0 %
Prélèv. liquide Pt	0 ml/h
Effluent	3808 ml/h
Dose Effluent	33 ml/kg/h
Dose UFR	26 ml/kg/h
Fraction filtration	50 %

Prescription	Anticoagulation
Méthode	Cit/Cal
Solution de citrate	Prismocitrate 18/0 Citrate : 18 mmol/l Acide citrique : 0 mmol/l Volume poche : 5000 ml
Dose de citrate	3.2 mmol/l sang
PPS Citrate	1600 ml/h
Charge Citrate Pt	14.3 mmol/h
Solution Calcium	Chlorure Ca++ 10% Calcium : 456 mmol/l
Post-réinjection	Calcium : 1.25 mmol/l
Comp. Calcium	100 %
Hématocrite (HCT)	30 %
Débit seringue	8.0 ml/h
Débit Calcium	3.7 mmol/h
	MODIFIER

Prescription	Anticoagulation
Sang	180 ml/min
PPS Citrate	1920 ml/h
Réinjection	2500 ml/h
	PRE 0 %
Prélèv. liquide Pt	0 ml/h
Effluent	4430 ml/h
Dose Effluent	38 ml/kg/h
Dose UFR	30 ml/kg/h
Fraction filtration	49 %

Prescription	Anticoagulation
Méthode	Cit/Cal
Solution de citrate	Prismocitrate 18/0 Citrate : 18 mmol/l Acide citrique : 0 mmol/l Volume poche : 5000 ml
Dose de citrate	3.2 mmol/l sang
PPS Citrate	1920 ml/h
Charge Citrate Pt	17.7 mmol/h
Solution Calcium	Chlorure Ca++ 10% Calcium : 456 mmol/l
Post-réinjection	Calcium : 1.25 mmol/l
Comp. Calcium	100 %
Hématocrite (HCT)	30 %
Débit seringue	9.5 ml/h
Débit Calcium	4.3 mmol/h
	MODIFIER





Version 8 novembre 2018

PROTOCOLE D'ANTICOAGULATION AU CITRATE:

GUIDE DE PRESCRIPTION MULTIFILTRE (Frésenius)

! Faire absolument un prélèvement GDS avant branchement pour corriger la calcémie ionisée du patient (1,1-1,3 mmol/l) !

Matériels et préparation nécessaires :

- Poches de dialysat CiCa plus
- Poche de Citrate trisodique 4% Frésenius
- Le calcium est OBLIGATOIREMENT du chlorure de calcium mis dans un flex de 500 ml de NaCl. (14 ampoules de CaCl_2 à 10%)

Poche de citrate sur le peson citrate

Poches de dialysat sur les pesons Dialysat

Flex de calcium sur le peson calcium

Prescription de départ : CVVHD (Dialyse continue)

Débit de Dialysat : 30 ml/kg/h

Débit sang: adapté à la dose de dialyse (5%), rapport de 20

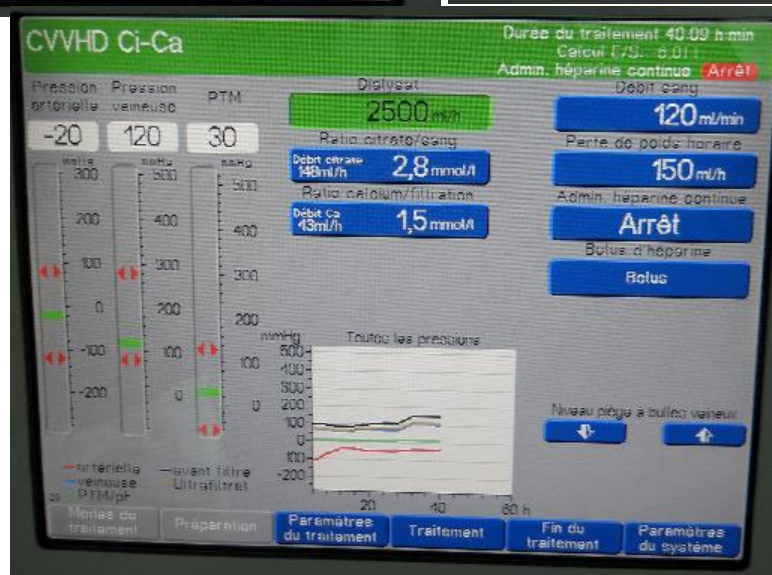
ex : pour 2600 ml/h → 130 ml/min, pour 2000 ml/h → 100 ml/min

Dose citrate: 3,2 mmol/l

Dose Calcium: 1,7 mmol/l

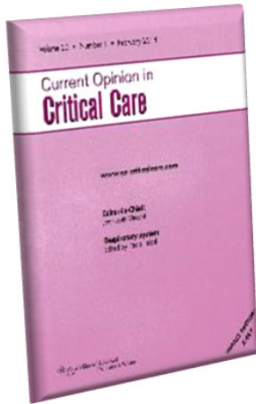
Perte de poids horaire: à la discrétion du médecin prescripteur





Optimisation





Optimizing continuous renal replacement therapy in the ICU: a team strategy

Olivier Joannes-Boyau^a, Lionel Velly^b, and Carole Icha^c

2018,

KEY POINTS

- The successful completion of a RRT session is extremely dependent on the team's experience and the involvement of physicians and nurses.
- Organization, training, evaluation and protocols are the key points of the team's efficiency.
- The training should be repeated, including basic principles and more advanced concepts. Simulation will probably become the cornerstone of the training program in the future, especially in ICUs with high nurse's turnover.
- RRT experts and champions should be identified and trained to write protocols, provide hands-on training and evaluate the team's performance.
- This complex approach is now encouraged and facilitated by the implementation of platforms addressing the problem of data collection and management with current machines.

A First Evaluation of OMNI[®], A New Device for Continuous Renal Replacement Therapy

2017

Pierre Schläpfer^{a,b} Jean-Daniel Durovray^b Valery Plouhinec^a
Cristiano Chiappa^a Rinaldo Bellomo^c Antoine Schneider^a

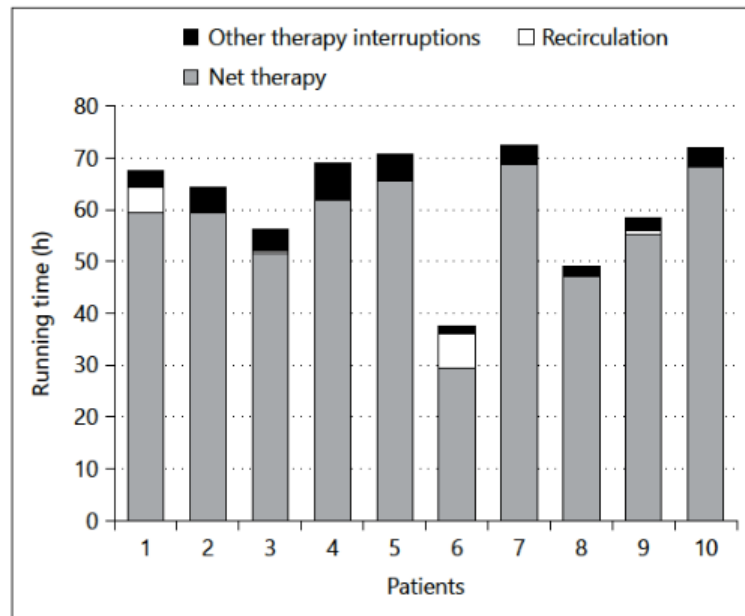


Fig. 1. Therapy running time.

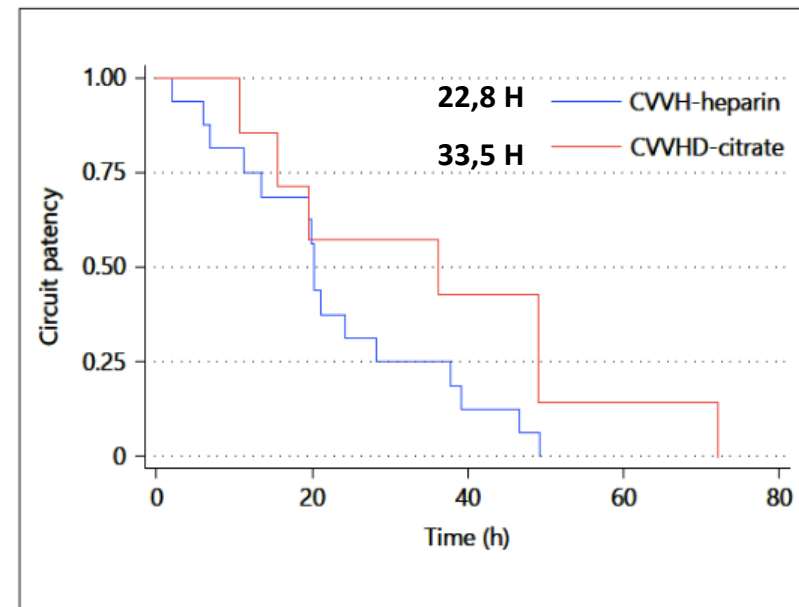


Fig. 2. Survival curves for circuit lifespan.



The Novel PrisMax Continuous Renal Replacement Therapy System in a Multinational, Multicentre Pilot Setting

2018

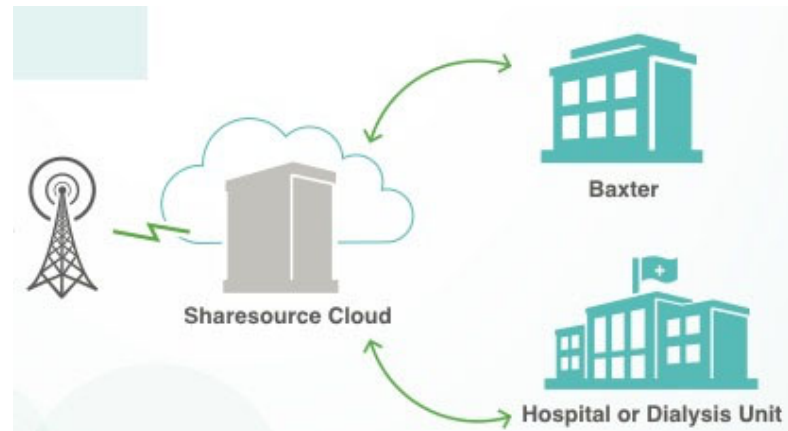
Marcus Broman^a Max Bell^{b, c} Olivier Joannes-Boyau^d Claudio Ronco^{e, f}

Table 1. Comparison of key parameters between the previous Prismaflex system and the novel PrisMax system

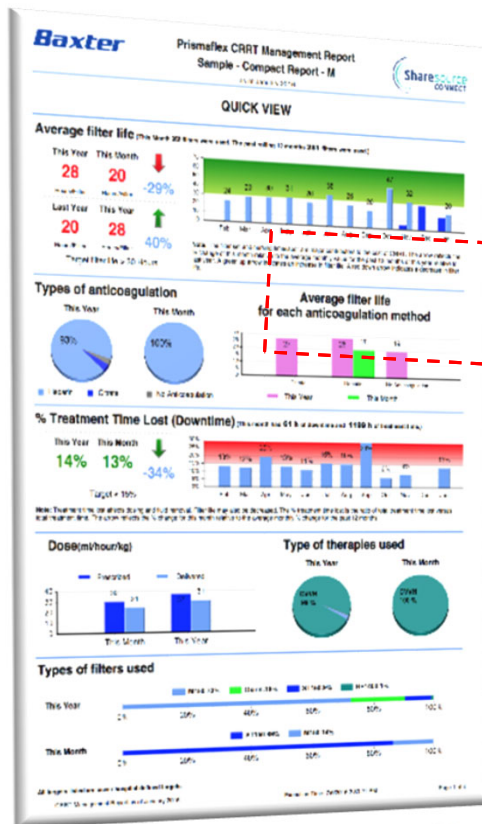
	Prismaflex	PrisMax	Significance level, <i>p</i> value
Priming time, min Mean ± SD per filter <i>n</i> = 4,230	35.27±119.58	24.07±43.03 <i>n</i> = 305	0.4156
Filter life span, h Mean ± SD per filter <i>n</i> = 4,181	25.76±22.51	32.12±29.83 <i>n</i> = 305	0.0007
Blood pump stops, min Mean ± SD per filter <i>n</i> = 4,181	34.12±254.37	6.56±9.54 <i>n</i> = 305	<0.0001
Bag time change, min Mean ± SD per filter <i>n</i> = 3,640	1.66±1.17	0.82±0.31 <i>n</i> = 283	<0.0001
Alarms informational, <i>n</i> Mean ± SD per filter <i>n</i> = 4,181	15.62±22.64	11.97±8.64 <i>n</i> = 305	<0.0001
Alarms malfunction, <i>n</i> Mean ± SD per filter <i>n</i> = 4,181	0.90±2.11	0.22±0.70 <i>n</i> = 305	<0.0001

Evaluation

DOWNTIME



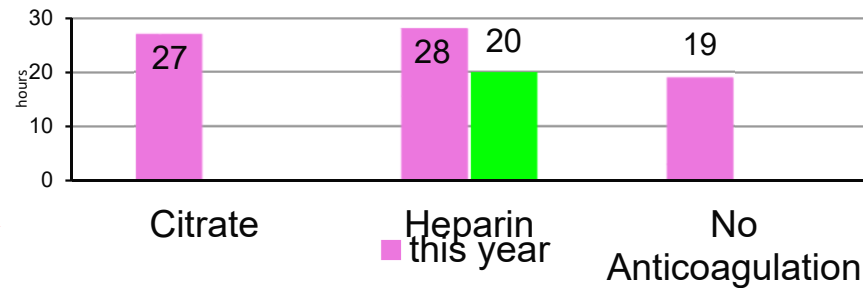
Le citrate ne fait pas tout...



BAD

Average filter life for each anticoagulation method

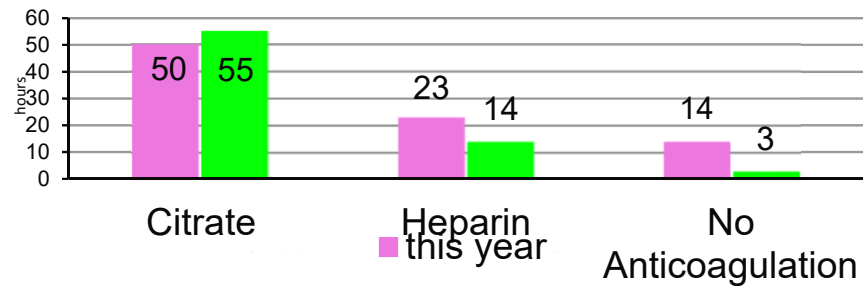
ICU 1



GOOD

Average filter life for each anticoagulation method

ICU 3

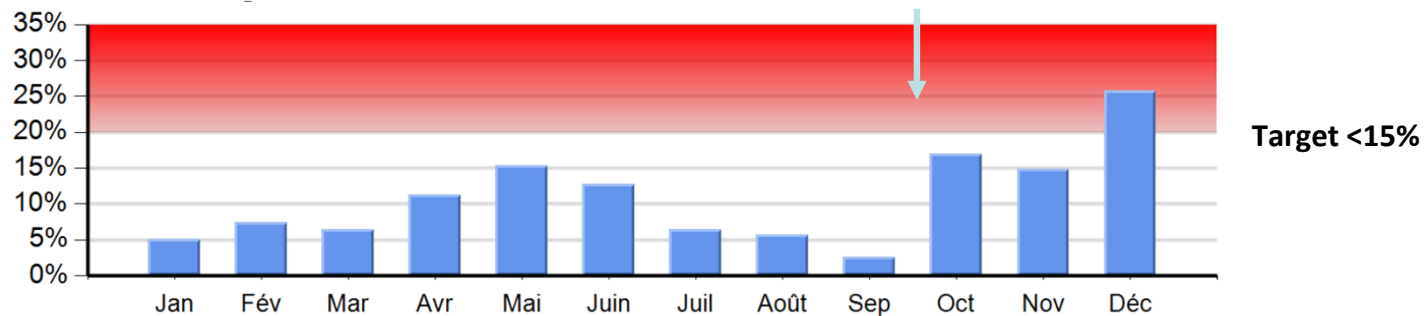


Optimisation

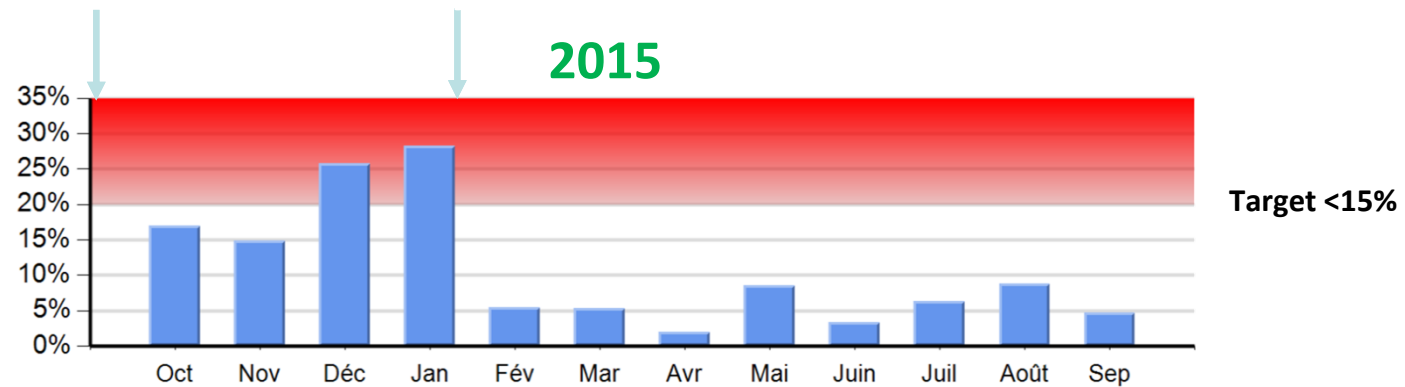
Marseille

% Treatment Time Lost (Downtime)

2014



2015

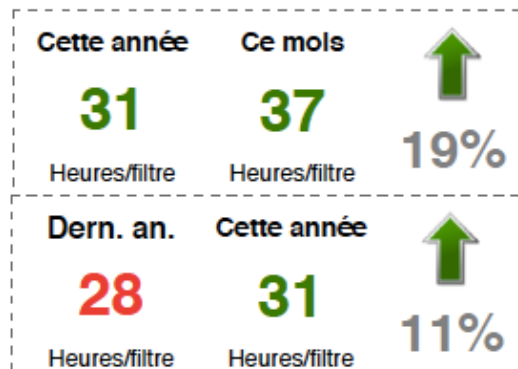


% Treatment Time Lost (Downtime)

Optimisation

Bordeaux

Durée de vie moyenne d'un filtre (Ce mois **40** filtres ont été utilisés. Les 12 derniers mois consécutifs **482** filtres ont été utilisés.)



Durée de vie cible d'un filtre > 30 heures



Remarque: Les ensembles de filtres et les soins infirmiers contribuent au coût du TRSC. Le terme « année » représente la valeur mensuelle moyenne au cours des 12 derniers mois consécutifs. Les flèches correspondent aux différences entre le mois et l'année et d'une année à l'autre. Les flèches vertes indiquent une durée de vie prolongée. Les flèches rouges indiquent une durée de vie diminuée.



FRENCHIES study

FRENch Citrate and Heparin In Extra-renal Support

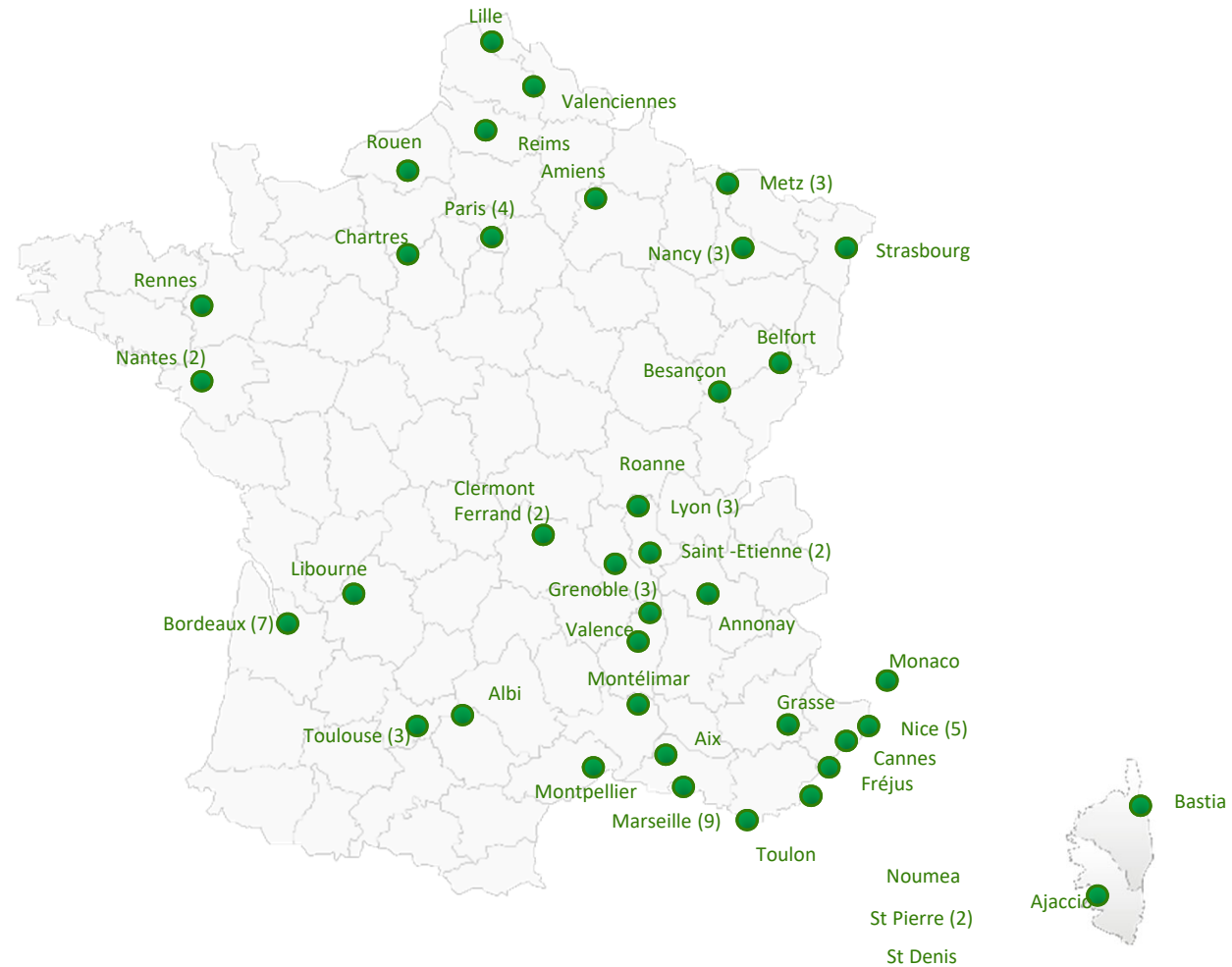
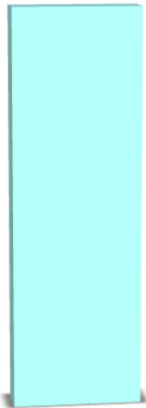
Lionel Velly, Carole Ichai, Olivier Joannes-Boyau, Julien Pottecher, Thomas Rimmelé, Romain Deransy, Olivier Langeron



FRENCHIES study

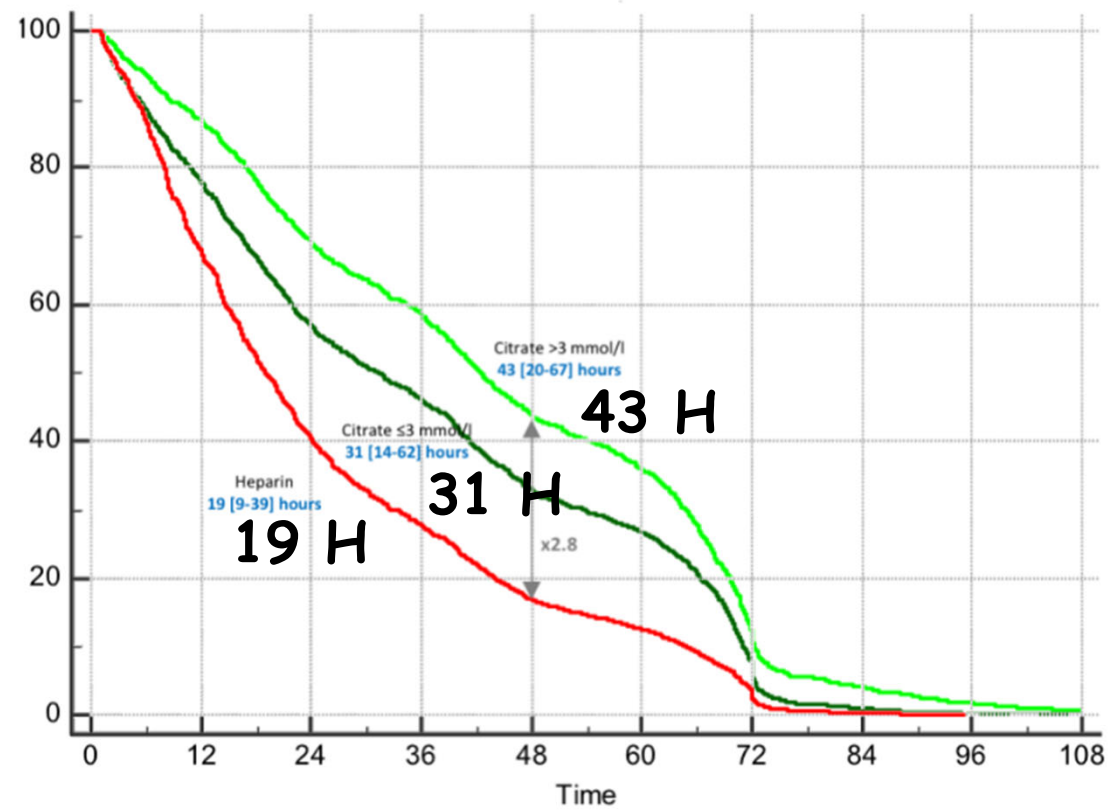


78 Réas



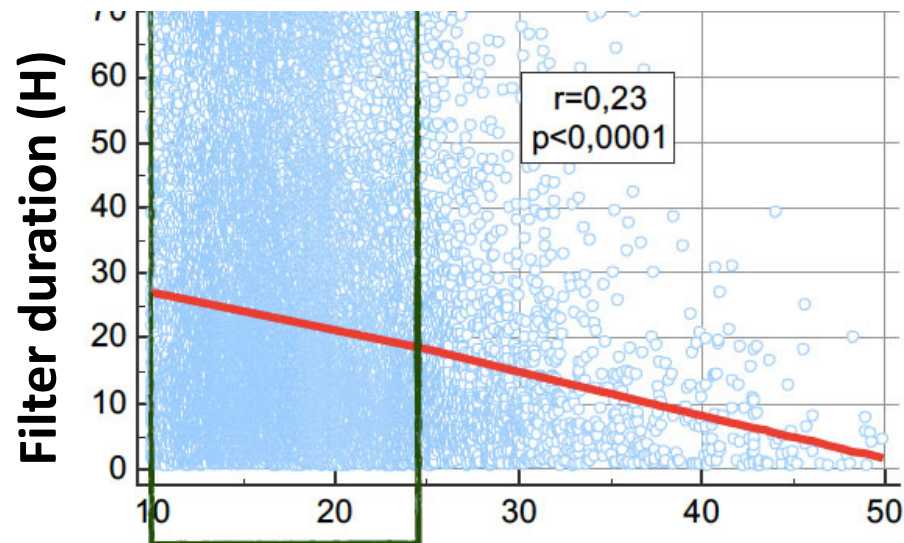
FRENCHIES study

Circuit life span

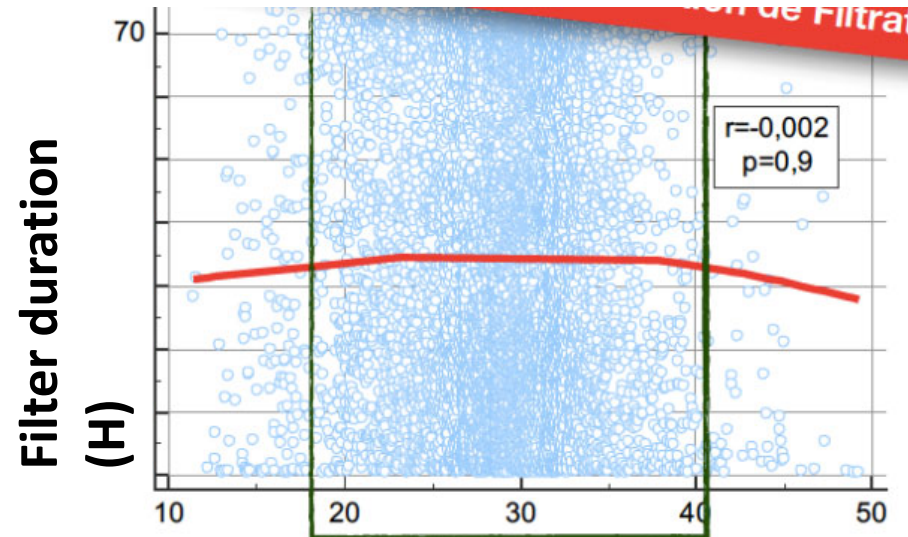


FRENCHIES study

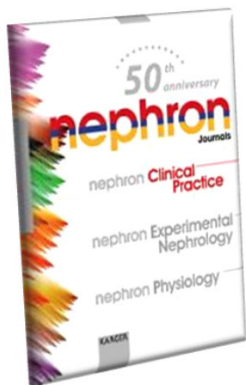
3 dernières années, environ 30 000 traitements



Filtration fraction (%)



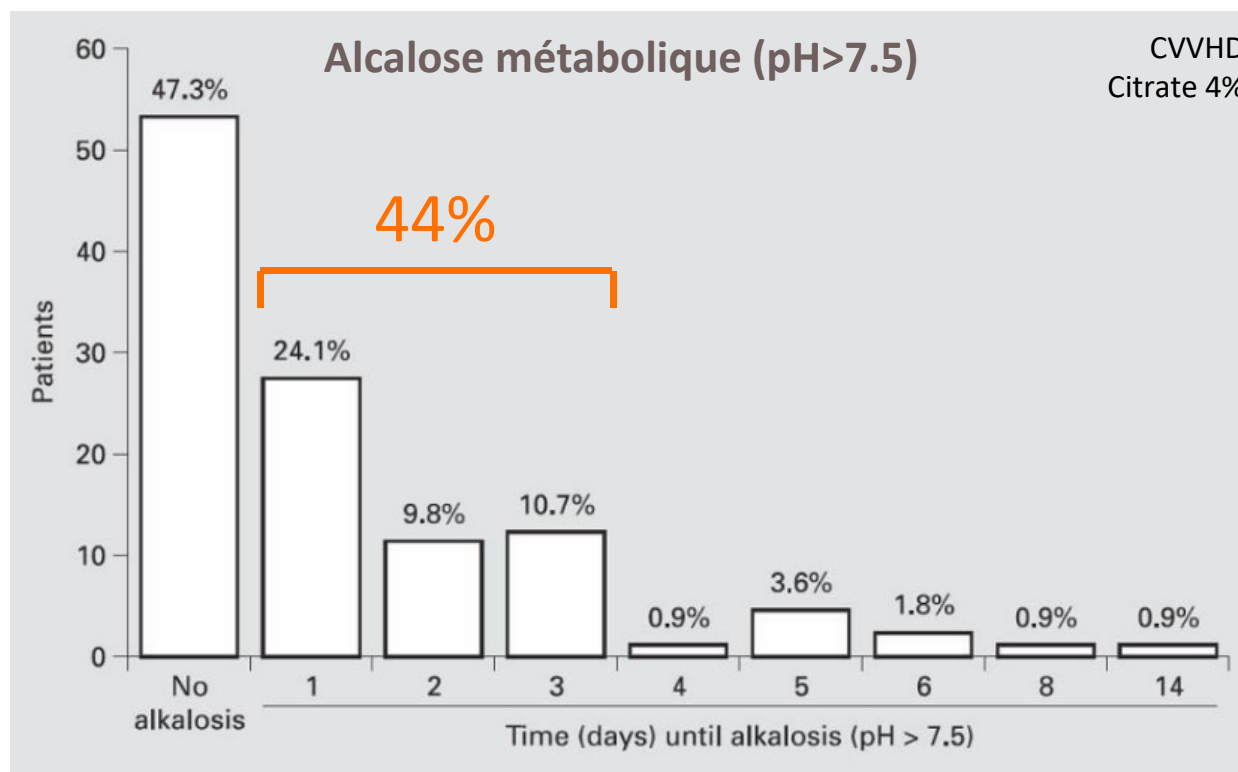
Filtration fraction (%)



Metabolic Complications during Regional Citrate Anticoagulation in Continuous Venovenous Hemodialysis: Single-Center Experience

2004

Stanislao Morgera^a Cornelia Scholle^a Gitana Voss^a Michael Haase^a Ortrud Vargas-Hein^b
Dietmar Krausch^b Christoph Melzer^c Simone Rosseau^d Heidrun Zuckermann-Becker^e
Hans-H. Neumayer^a

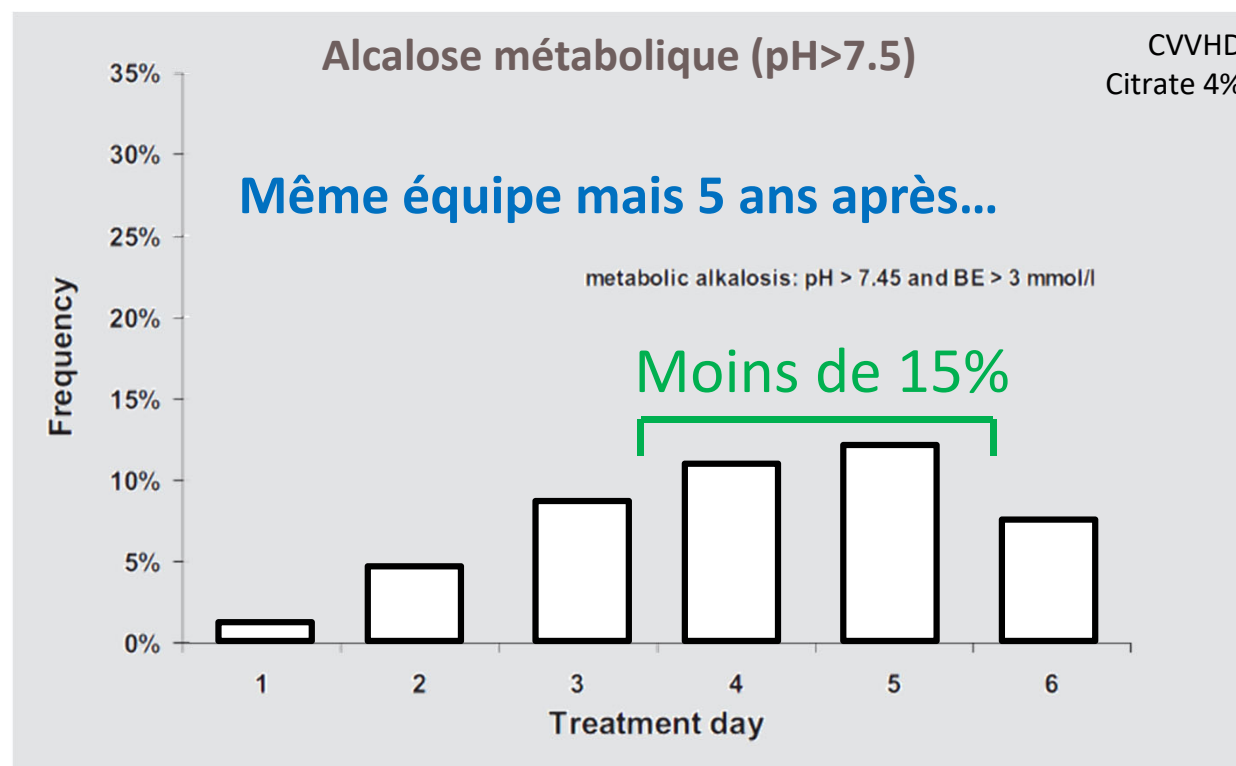




A safe citrate anticoagulation protocol with variable treatment efficacy and excellent control of the acid–base status*

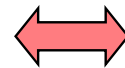
Stanislao Morgera, MD; Michael Schneider, MD; Torsten Slowinski, MD; Ortrud Vargas-Hein, MD; Heidrun Zuckermann-Becker, MD; Harm Peters, MD; Detlef Kindgen-Milles, MD; Hans-Hellmut Neumayer, MD

2009



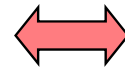
Quel anticoagulant ?

HEPARINE voie générale



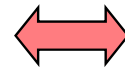
SAFE

HEPARINISATION régionale



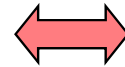
Difficultés techniques

HBPM



Peu maniable en réa

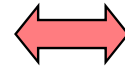
PROSTACYCLINE



Risque hémorragique ↘

Effets secondaires ↗

CITRATE



anticoagulant de choix
en réanimation MAIS...

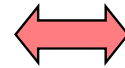
Sans Anticoagulation ?

Sans Anticoagulation : Modalités

- **L' hémofiltration avec prédilution**
- **Le rinçage répété du circuit**
- **L' anticoagulation régionale par citrate ?**

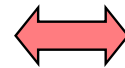
Quel anticoagulant ?

HEPARINE voie générale



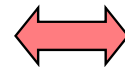
SAFE

HEPARINISATION régionale



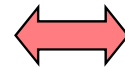
Difficultés techniques

HBPM



Peu maniable en réa

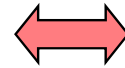
PROSTACYCLINE



Risque hémorragique ↘

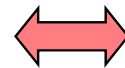
Effets secondaires ↗

CITRATE



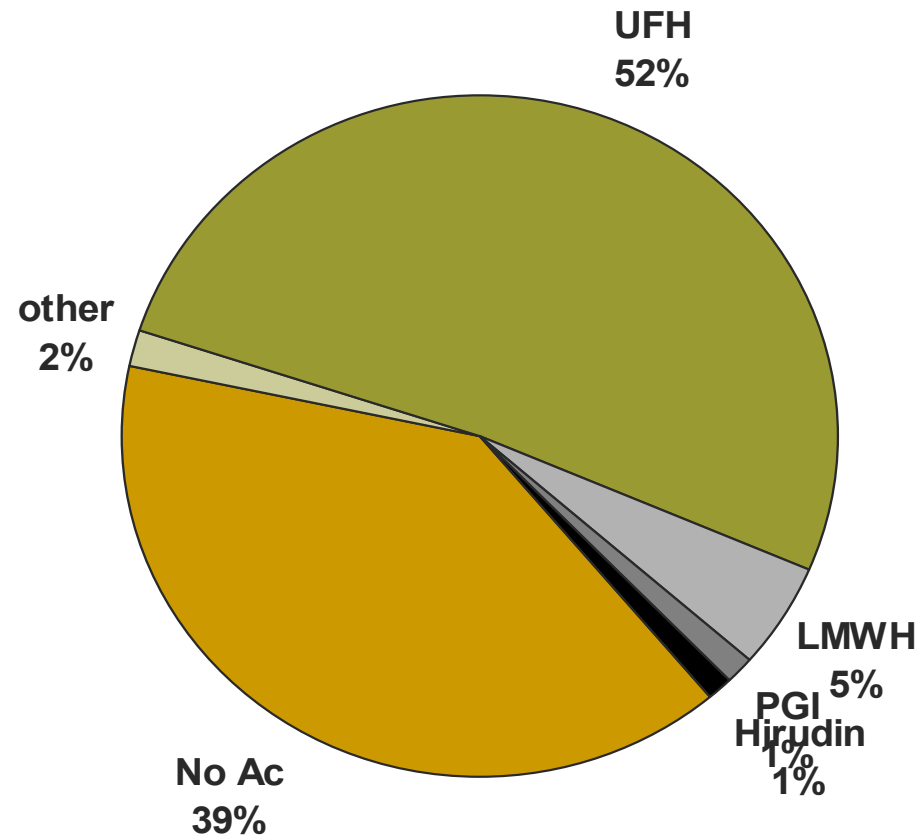
anticoagulant de choix
en réanimation MAIS...

Sans Anticoagulation



Si risque hémorragique

Continuous renal replacement therapy: A worldwide practice survey (B.E.S.T. Kidney)



Uchino S, *Intensive Care Med* 2007

CONCLUSION

- Ne représente qu' 1/3 des causes de thromboses
- Gestion optimale des autres facteurs
- Difficulté accrue dans le sepsis
- Surveiller l'AT et le fibrinogène
- Privilégier l' anticoagulation:
 - A demi-vie courte
 - Antagonisable
 - Fonction des habitudes de service

Conclusion

- Le citrate une anticoagulation « métabolique »

**Le citrate est une anticoagulation
régionale...aux conséquences métaboliques
générales**

- FORMATION +++