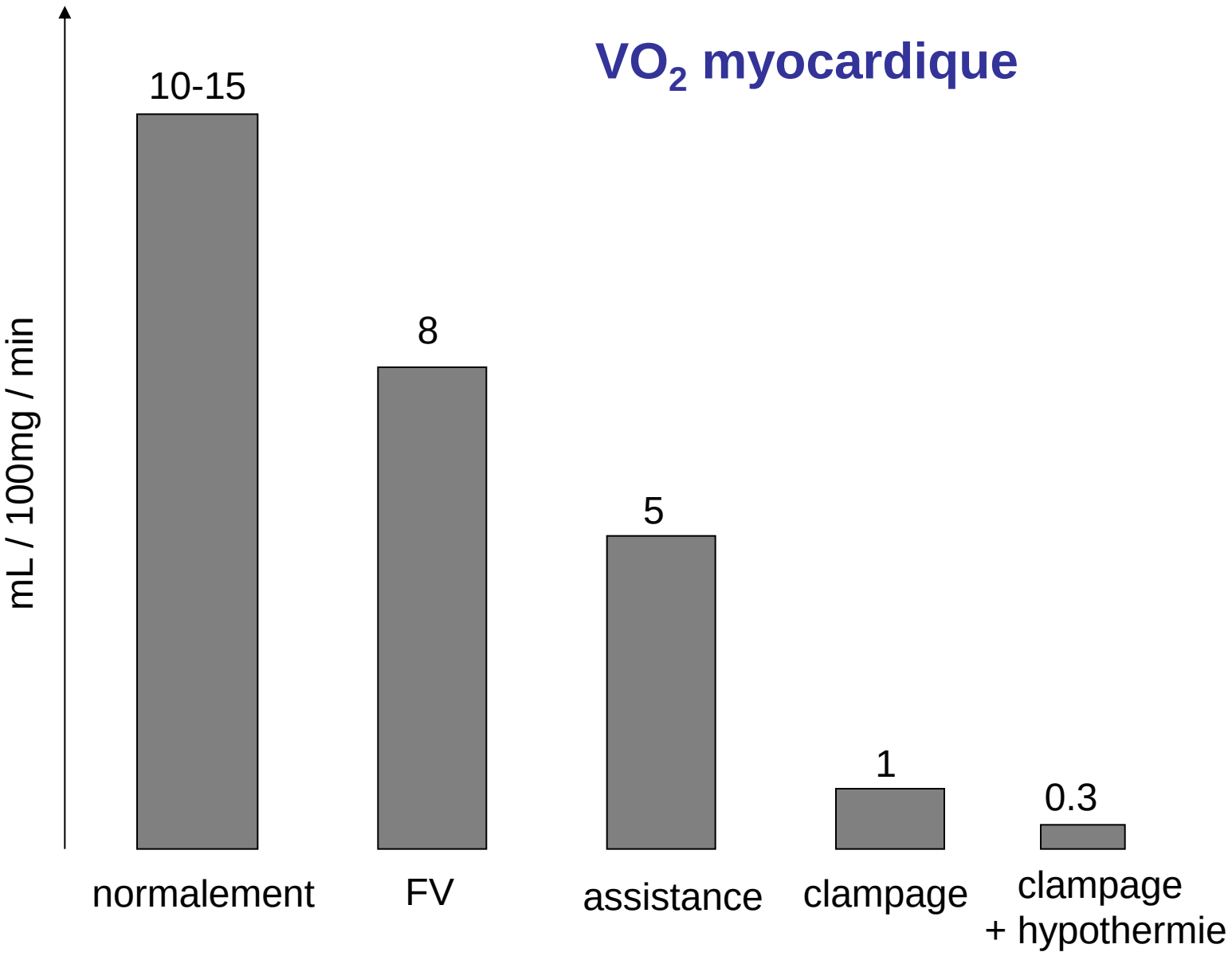
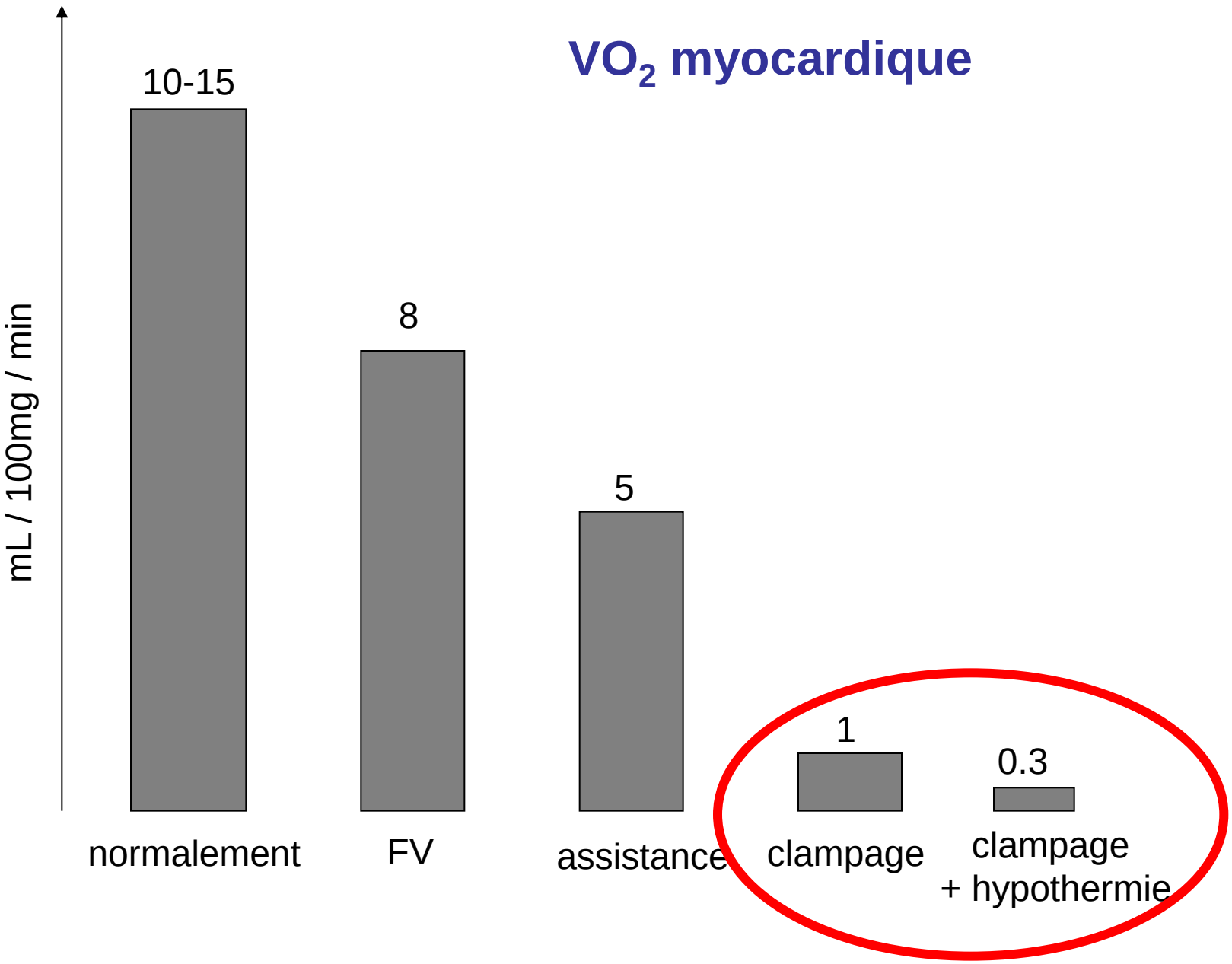
Cardioplégie

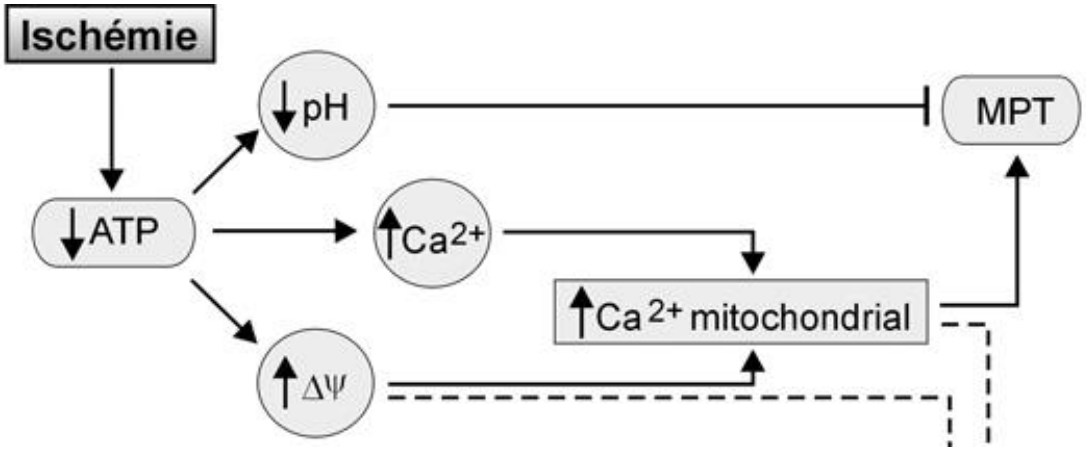
Mirela Bojan,
Département d'Anesthésie, Pôle Cardiopathies Congénitales
Hôpital Marie Lannelongue
m.bojan@ccml.fr

Hôpital
Marie Lannelongue

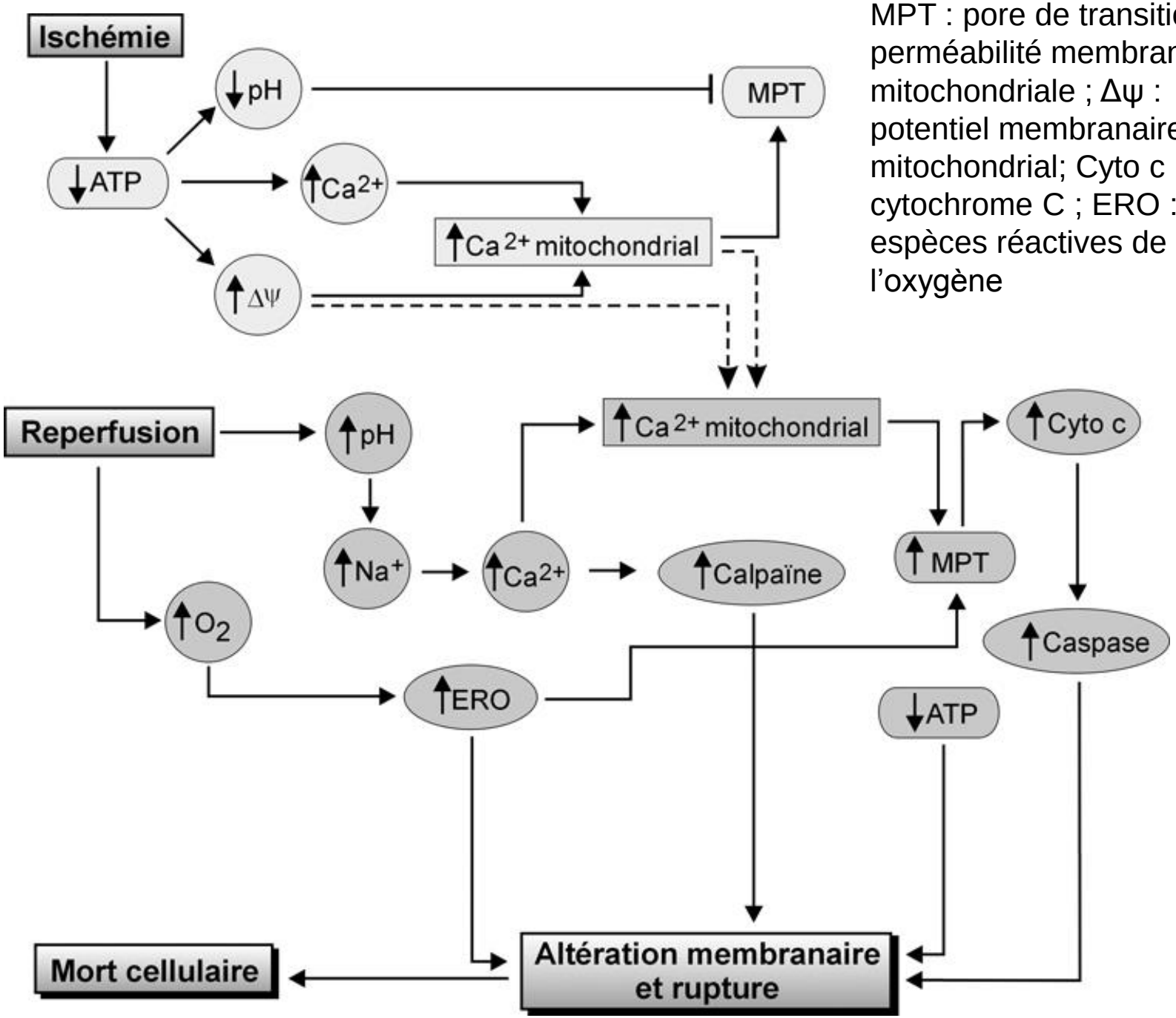
UNIVERSITÉ
PARIS-SUD 11


VO2 myocardique
mL / 100mg / min
10-15
8
5
1
0.3
normalement
FV
assistance
clampage
clampage
+ hypothermie


VO2 myocardique
mL / 100mg / min
10-15
8
5
1
0.3
normalement
FV
assistance
clampage
clampage
+ hypothermie



MPT : pore de transition de perméabilité membranaire mitochondriale ; Δψ : potentiel membranaire mitochondrial



MPT : pore de transition de perméabilité membranaire mitochondriale ; Δψ : potentiel membranaire mitochondrial; Cyto c : cytochrome C ; ERO : espèces réactives de l'oxygène

Protection myocardique durant la chirurgie cardiaque

1. réduction de la VO2 myocardique
2. apporter le substrat énergétique nécessaire pour le maintien de l'intégrité cellulaire
3. maintien du pH intracellulaire
4. prévention de l'œdème cellulaire
5. prévention des lésions de reperfusion

Protection myocardique durant la chirurgie cardiaque

1. réduction de la VO2 myocardique
2. apporter le substrat énergétique nécessaire pour le maintien de l'intégrité cellulaire
3. maintenir le pH intracellulaire
4. prévenir l'œdème cellulaire
5. prévenir les lésions de reperfusion

} **choix de la solution de cardioplégie**

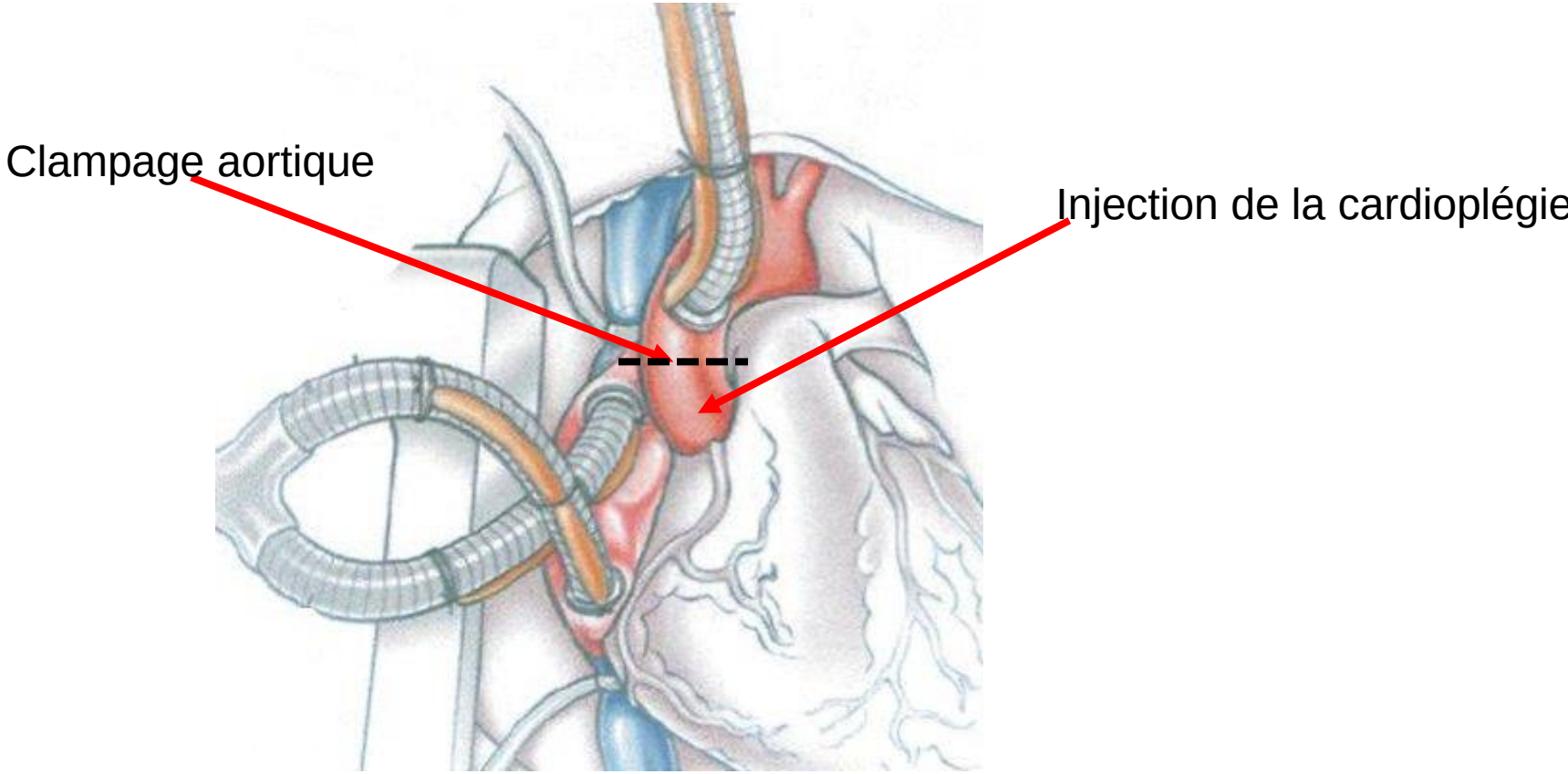
6. éviction de l'hyperoxygénation du myocarde cyanosé
7. contrôle de la pression d'injection de la cardioplégie (*Kronon, ATS 1998*)
8. éviction de la distension des cavités lors du rétablissement des retours veineux en fin de CEC
9. homéostasie énergétique, thermique, hydro-éléctrolytique et acido-basique

167 solutions de cardioplégie (*Demmy, Transplantation 1997*)

224 protocoles de cardioplégie en pédiatrie, dont 86% au sang et 93% froide (*Kotani, ATS 2013*)

au sang / cristalloïde
chaude / froide
chaude puis froide / froide puis *hot shot*
continue / intermittente
antérograde / rétrograde
a composition intracellulaire / extracellulaire

?


Clampage aortique
Injection de la cardioplégie

Warm Pediatric Cardiac Surgery

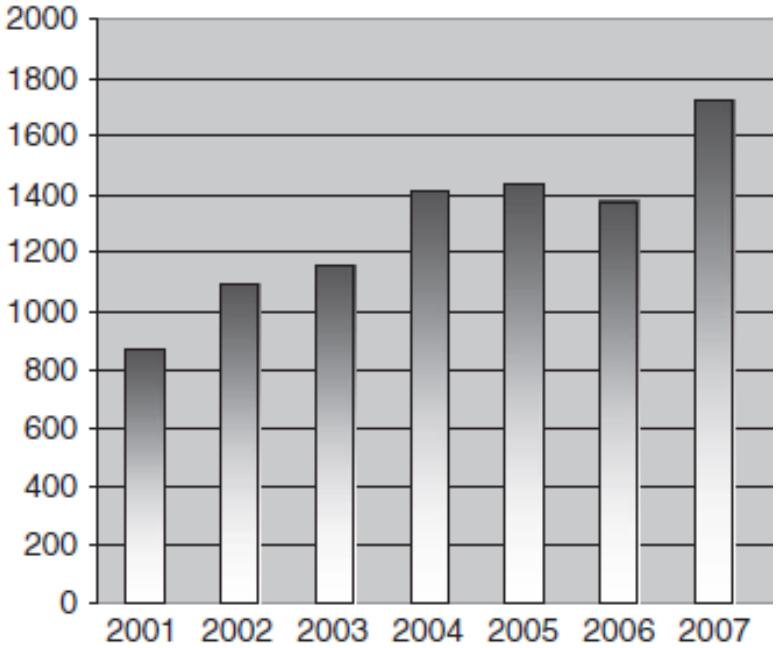
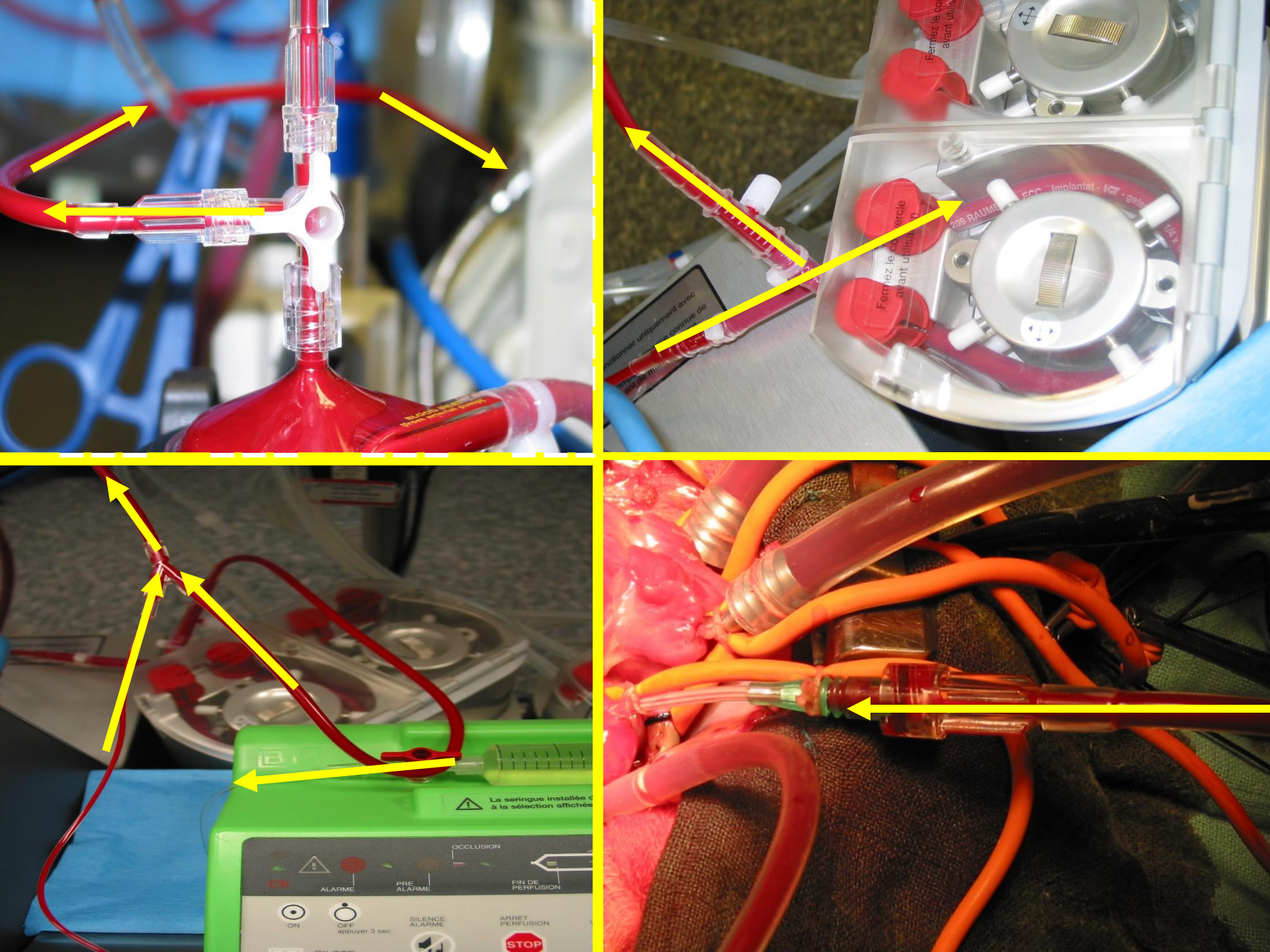
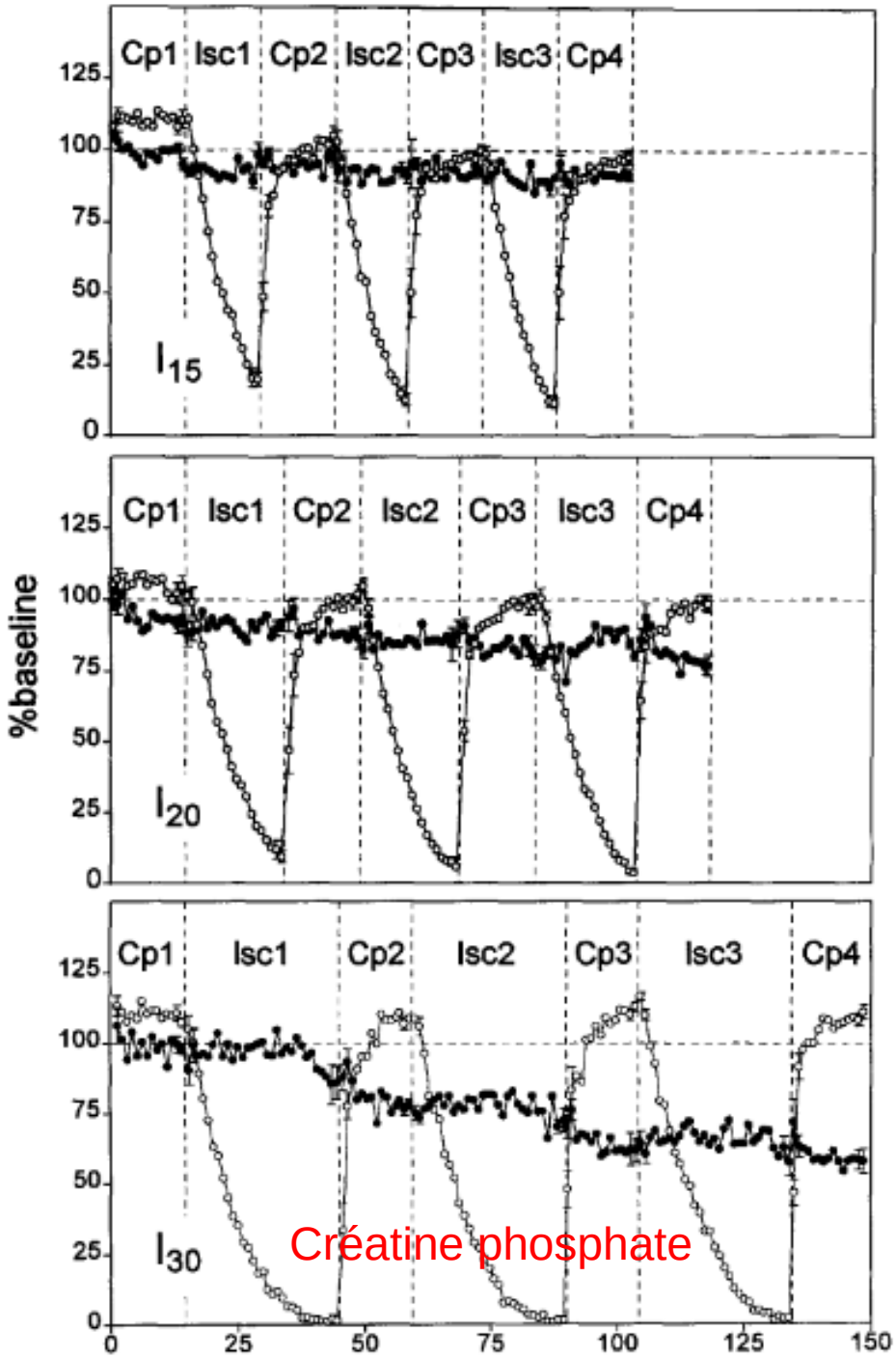


Figure 4. Number of warm pediatric procedures in from 2001 to 2008.

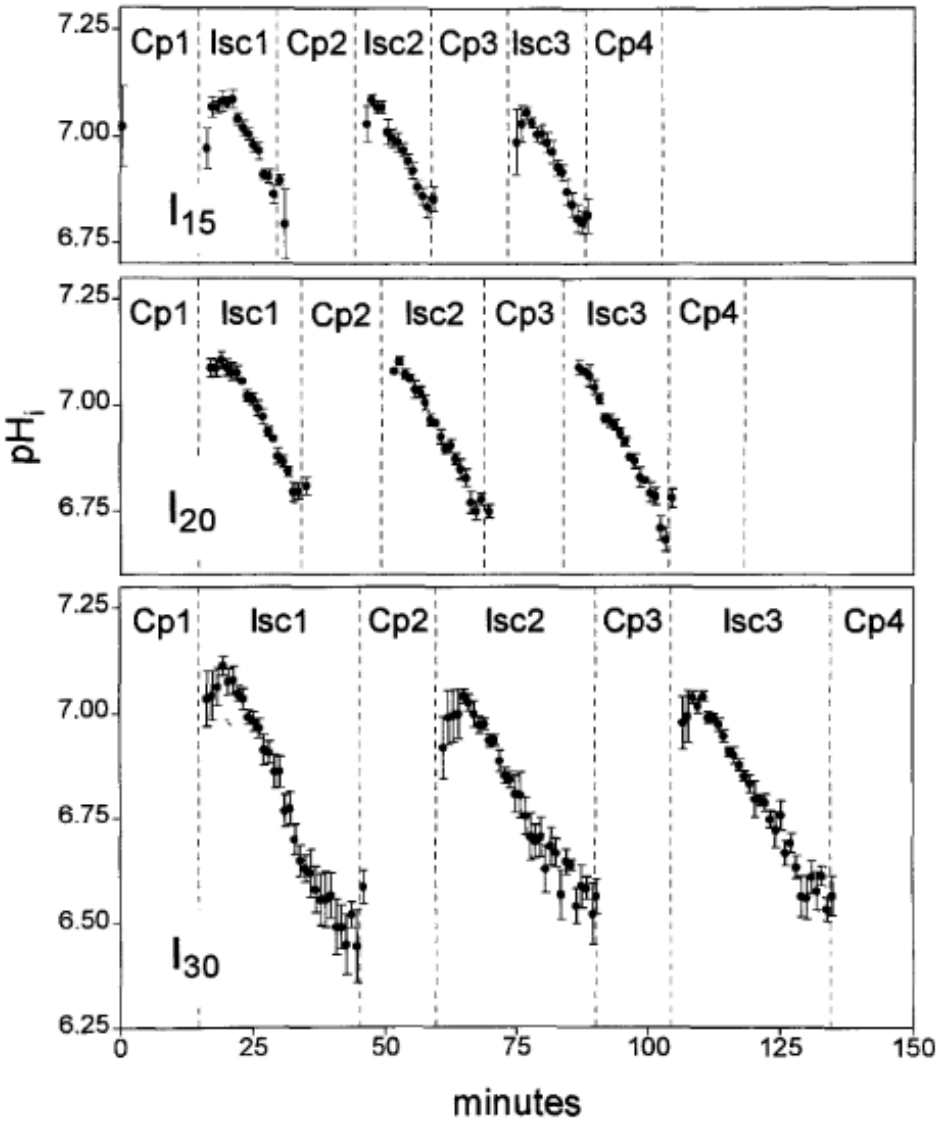
Durandy, Asian Cardiovascular & Thoracic Annals 2010


Fermez le cercle avant utilisation
OCCLUSION
ALARME
PRE ALARME
FIN DE PERFUSION
ON
OFF
appuyer 3 sec.
SILENCE ALARME
ARRET PERFUSION
STOP



Cardioplégie chaude: intervalle des réinjections

De Oliveira, JTCVS 1997

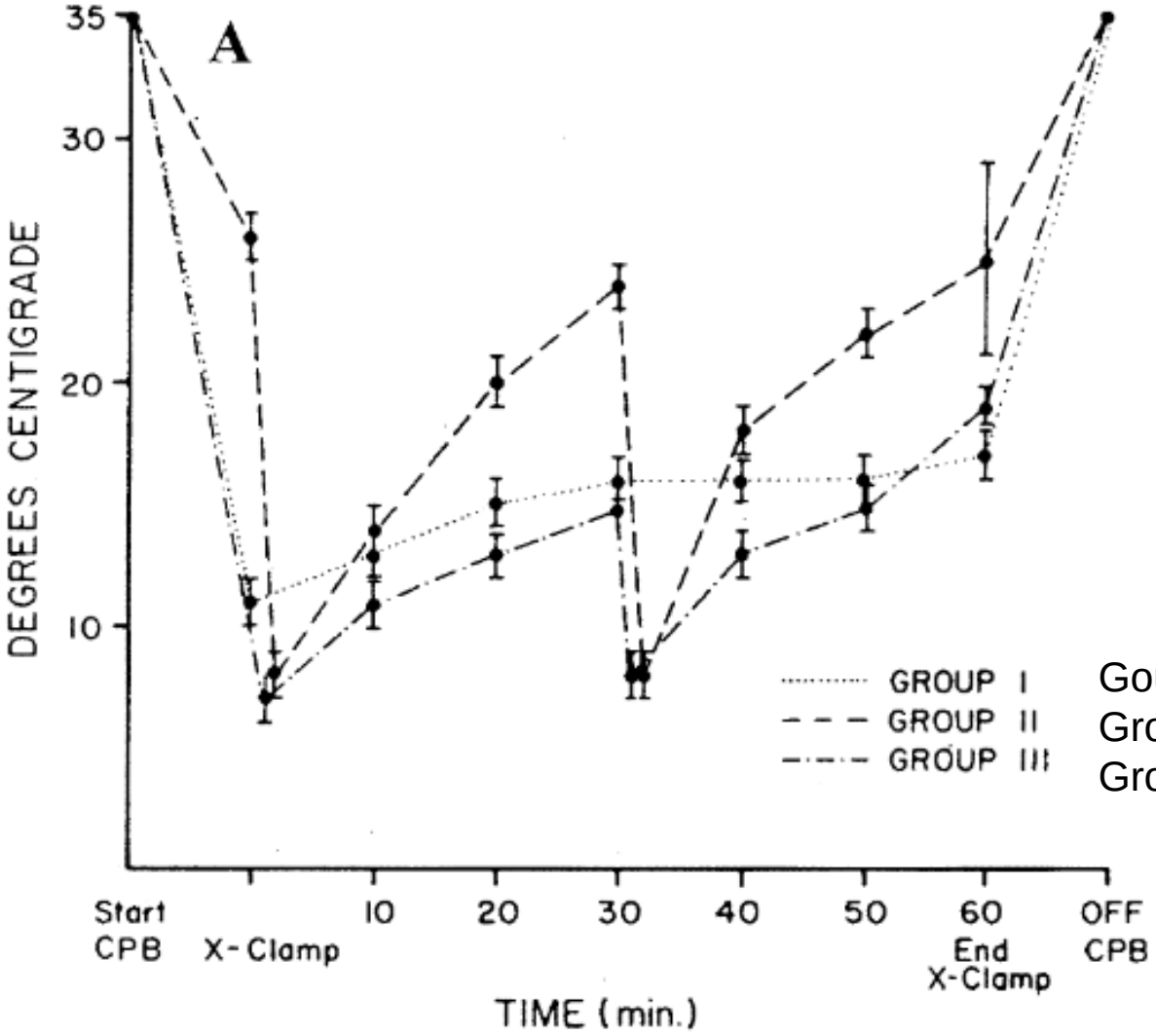


Cardioplégie chaude: intervalle des réinjections

De Oliveira, JTCVS 1997

Chez l'adulte: temps d'ischémie chaude <13min (*Lichtenstein, Circulation 1995*)

Cardioplégie froide: réchauffement du myocarde



Goupe I : CEC 15°C
Groupe II : CEC 28°C, cardioplégie 4°C
Groupe III: CEC 15°C, cardiopléie 4°C

Ganzel, JTCVS 1988

Cardioplégie chaude / froide au sang / cristalloïde

	Chaude au sang	Froide au sang	Froide cristalloïde
Hémodilution	-	++	
Apport 0_2	++	±	-
Inhibiteurs ROS	+	+	±
Pouvoir tampon	++	++	±
Contrôle t°C myocarde	+	- surtout si collatérales	
Substrat nutritif	+	+	±
Réinjections	++	±	

La dysfonction myocardique : le stunning

Kloner, Jennings, Circulation 2001

« dysfonction transitoire postischémique d'un myocarde viable »

Fréquence rapportée: 10%

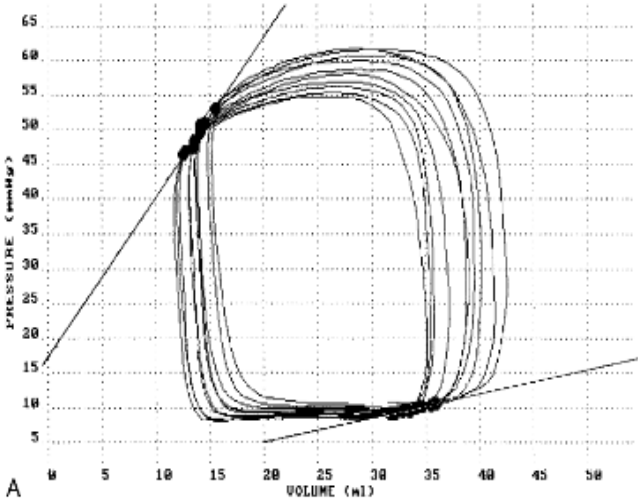
Méchanisme hypothétique:

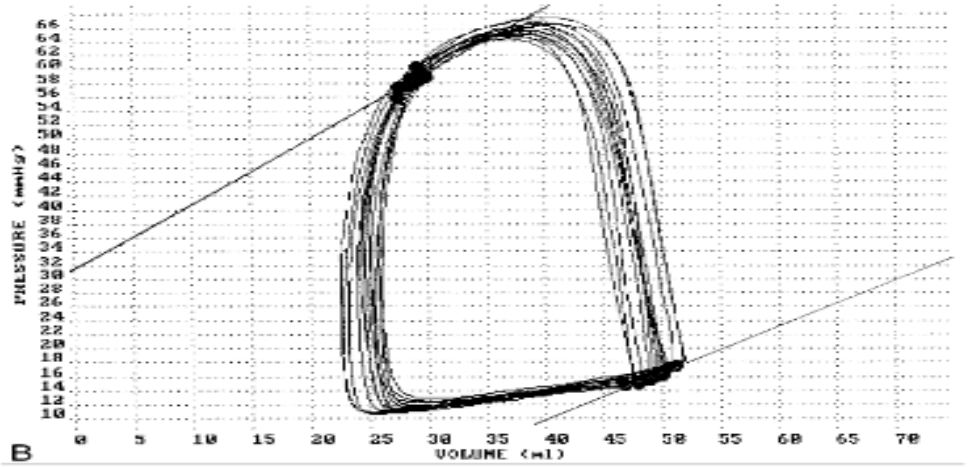
- ROS : apparaissent lors de premières min de reperfusion -> intérêt des chélateurs de Fe, superoxyde dysmutase, catalase et glutathion reductase
- surcharge en Ca2+ lors de la reperfusion
- protéolyse de la troponine I
- dérivés hydroxylés résultant de la réaction entre OH- et Phe
- Peroxynitrite résultant de la réaction NO+superoxide

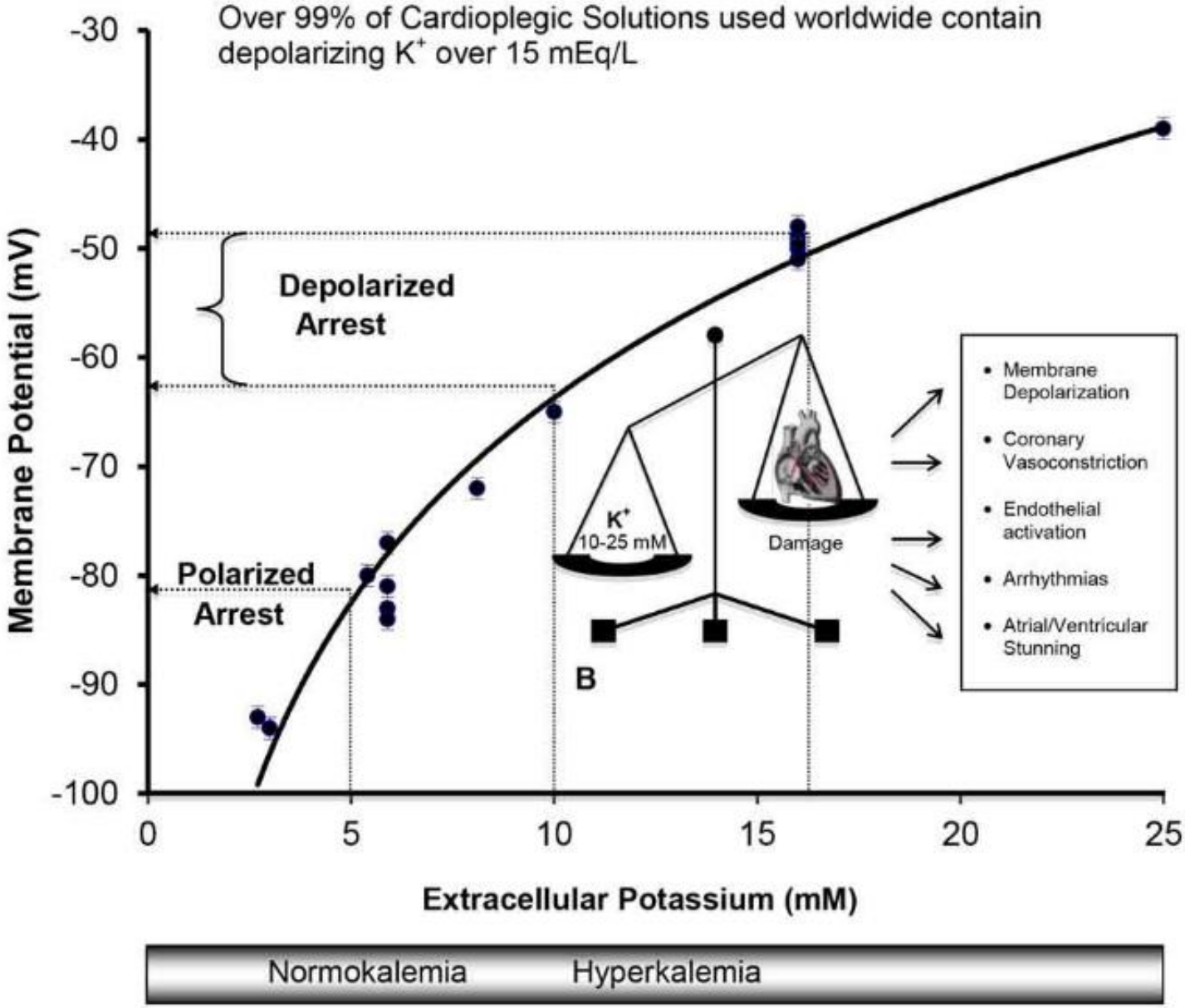
Dysfonction systolique, ici mise en évidence par la mesure de l'élastance à l'aide d'un cathéter de conductance

Chaturvedi, JTCVS 1998

13 patients porteurs de CIA







Dobson, Frontiers Physiol 2013

Choix du critère d’évaluation de la qualité de la cardioplégie:

DC ? Infarctus postop ? Durée de séjour ?

Bas débit postop ?

Dysfonction myocardique postop?

Choix du critère d'évaluation de la qualité de la cardioplégie:

DC ? Infarctus postop ? Durée de séjour ?

Bas débit postop ?

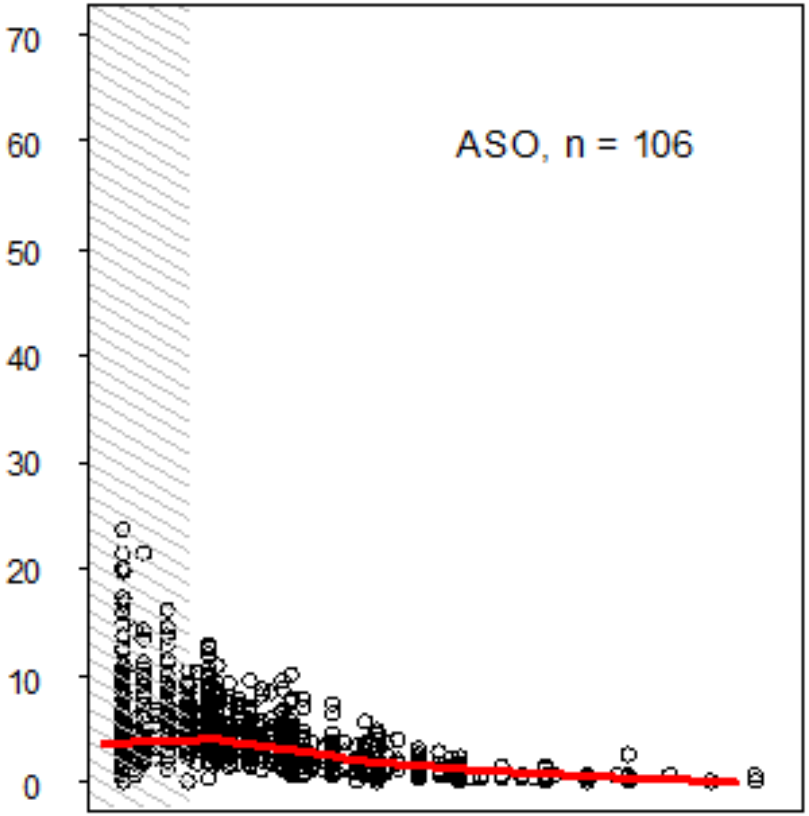
Dysfonction myocardique postop?

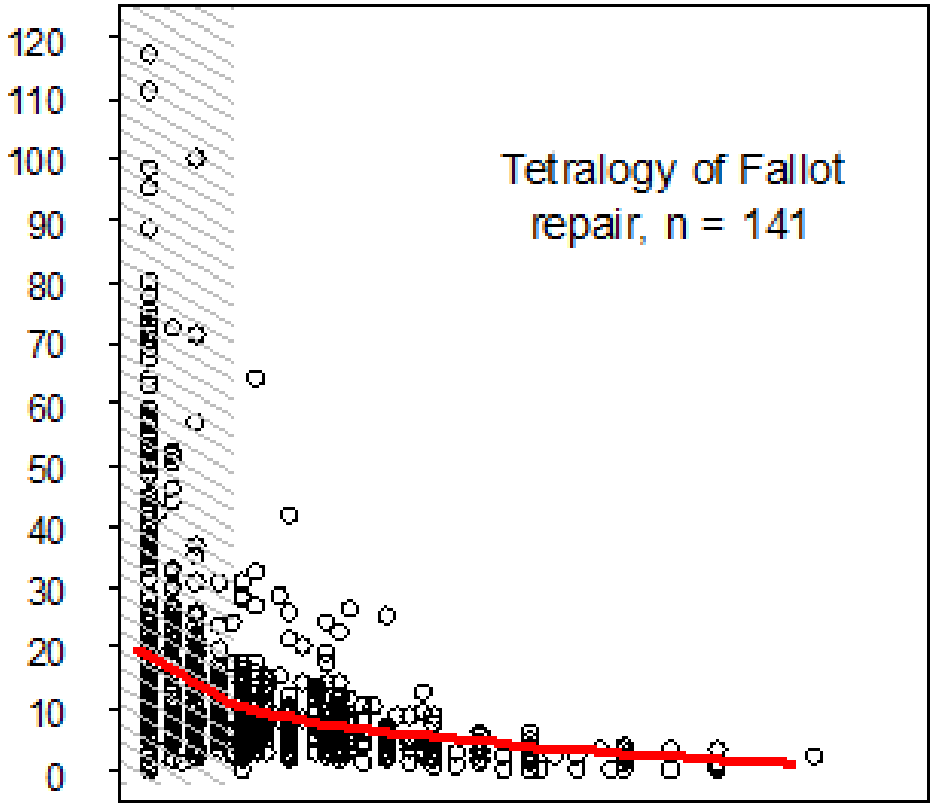
Élévation postop des enzymes cardiaques ?

+++ chez l'adulte (*Domanski, JAMA 2011*)

chez l'enfant: > 5.9ng/mL associé au DC à 30 jours (*Mildh, ATS 2006*)
> 100ng/mL = forte prédiction du DC postop (*Immer, JACC 1999*)

L'élévation postop des enzymes cardiaques chez l'enfant dépend du type de chirurgie





Bojan, JTCVS 2012

Chez l'adulte, la cardioplégie au sang est supérieure à la cristalloïde

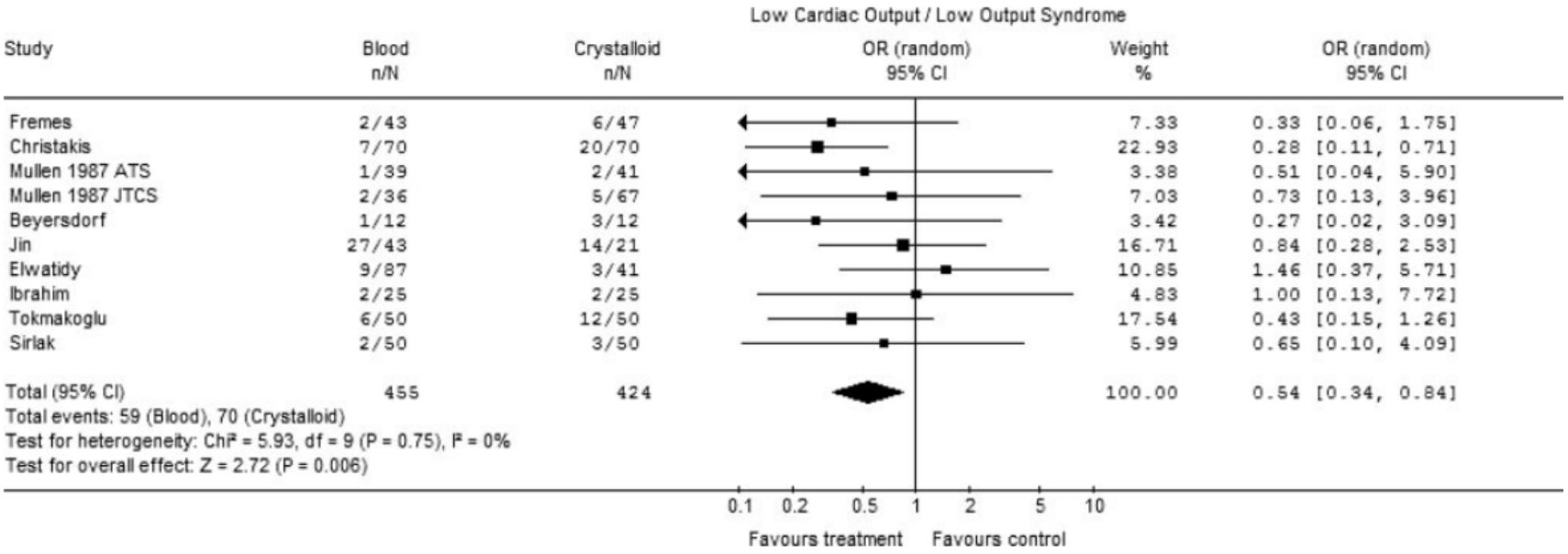


TABLE 3. Aggregated Evidence of Lower Cardiac Enzyme Increase With Blood Cardioplegia

CKMB Time Point Postoperatively	N of Patients in Blood Arm	N of Patients in Crystalloid	Random Weighted Mean Difference (95% CI) of Crystalloid as Compared to Blood Cardioplegia
1 hour[14,15,21,22,28,38,50]	403	383	−3.55 (−8.07, 0.98)
7 hours[12,14,15,21,28,35,38]	351	336	−7.09 (−12.92, −1.26)
24 hours[13–15,19,22,28,38]	425	396	−5.91 (−10.21, −1.62)
48 hours[14,15,19,35,38]	262	253	−0.39 (−3.33, 2.54)

Guru, Circulation 2006

Il n'y a pas de démonstration formelle de la supériorité d'un cardioplégie par rapport à une autre en pédiatrie

Comparaison chaude au sang / cristalloïde froide:

- *Rassmussen JCVA 2001*, n = 20 nourrissons 6.5 mois, randomisée, équivalence

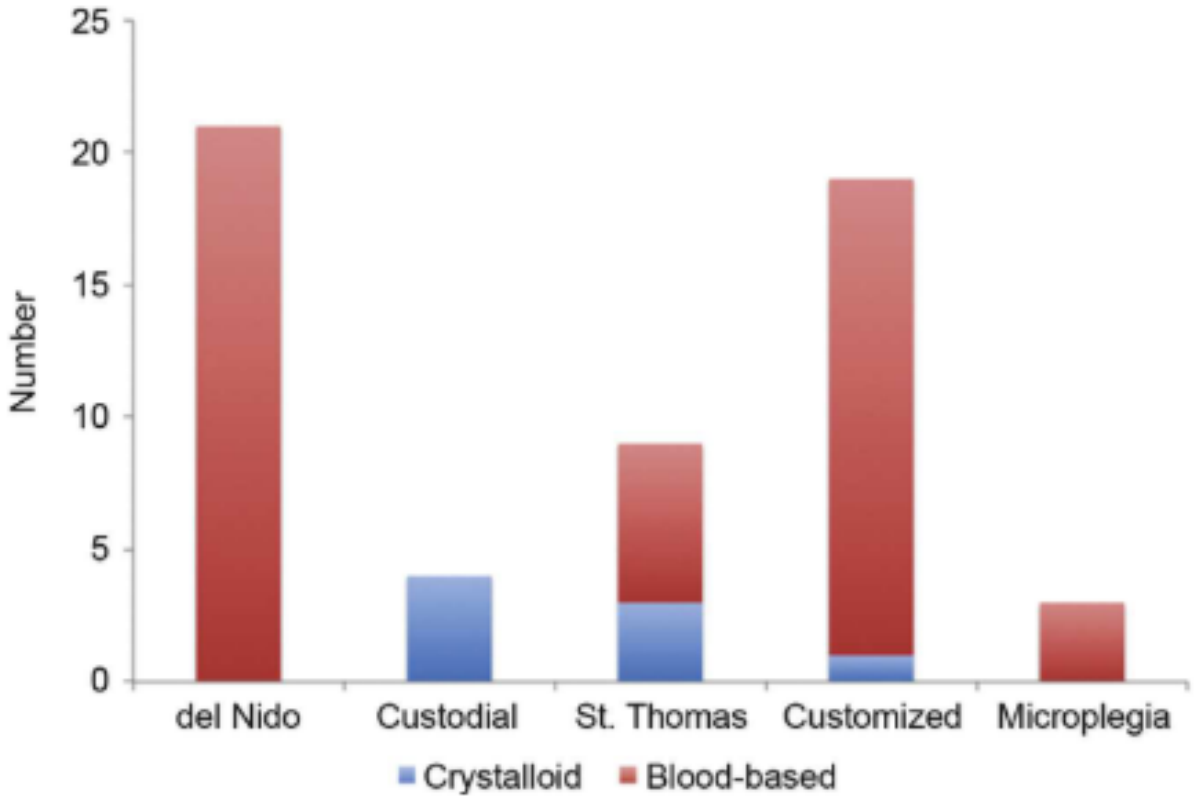
- *Caputo, ATS 2005*, n = 59 enfants 6.5 ans, randomisée, troponine ↑ avec cristalloïde

- *Pouard, EJTCS 2006*, n = 40 ASO, rétrospective, équivalence

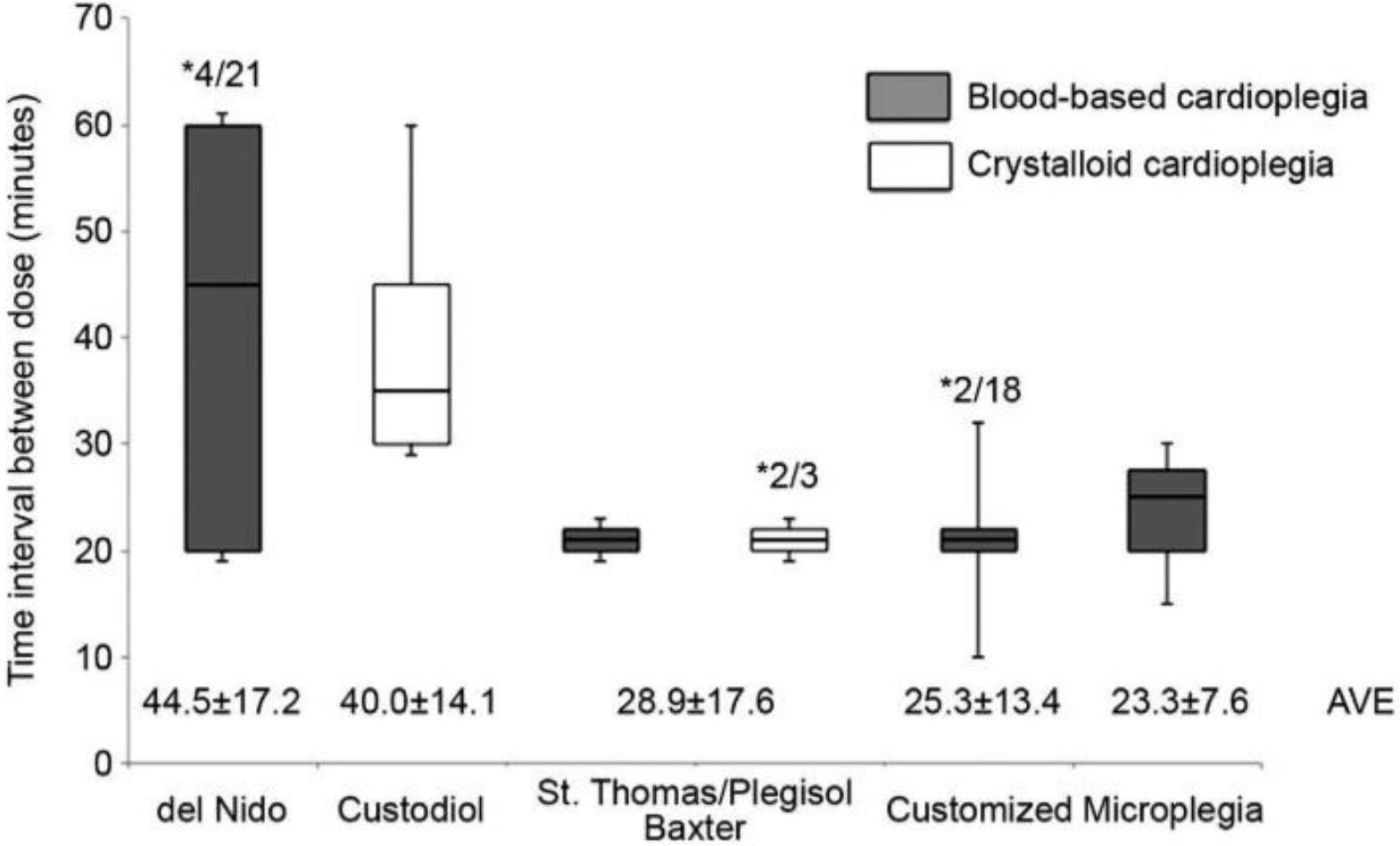
- *Poncelet EJCTS 2011*, n = 47 nourrissons 19 mois, randomisée, ATP ↑ avec chaude

- *Bojan, ATS 2013*, n = 218 ASO, rétrospective, troponine ↑ avec cristalloïde

Pratique de la cardioplégie dans 56 centres Nord-Américains



Kotani, ATS 2013



Kotani, ATS 2013

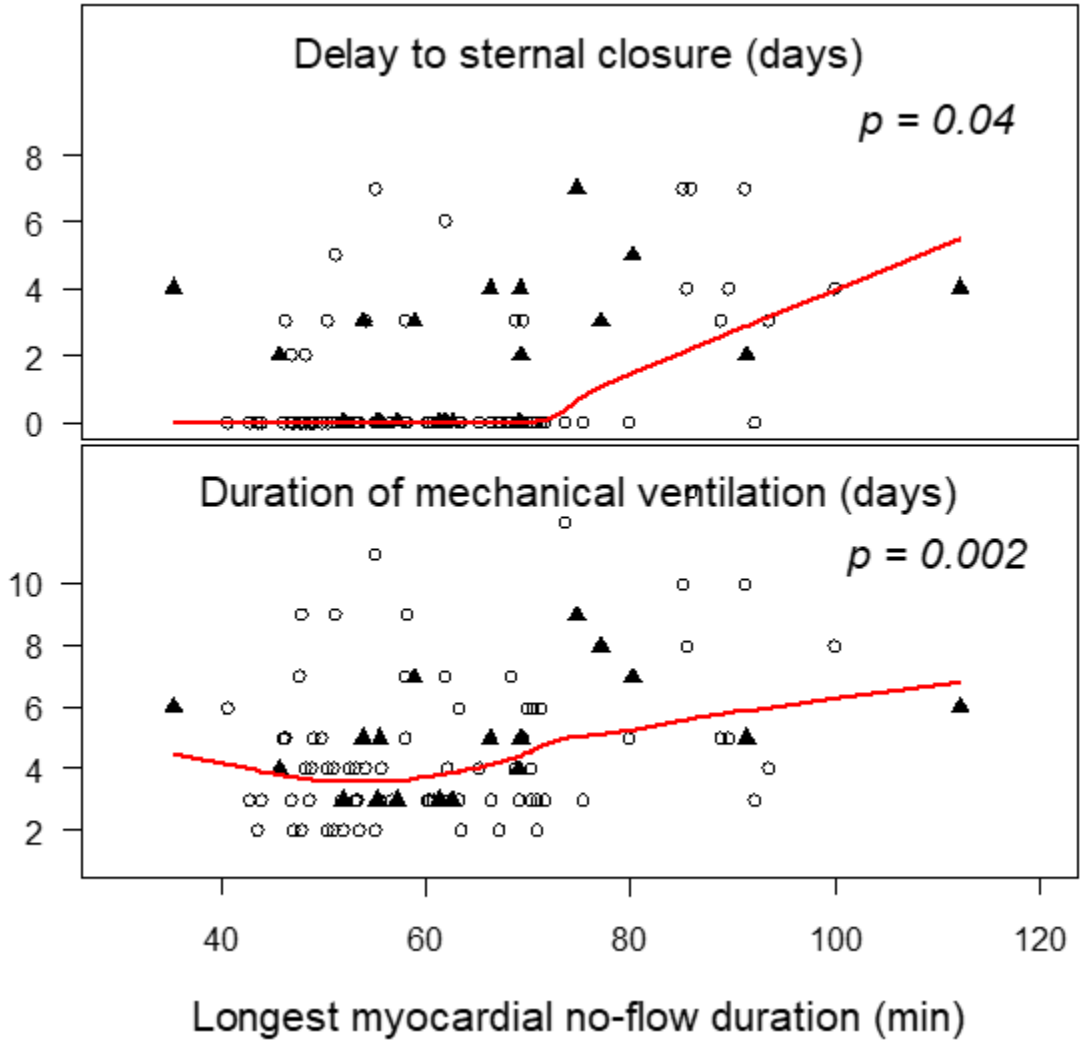
Enquête international sur la pratique de la cardioplégie (146 centres)

Harvey, JECT 2012

	NA (n = 89) (%)	CSA (n = 14) (%)	Asia (n = 10) (%)	OA (n = 5) (%)	EU (n = 28) (%)	Total (n = 146) (%)
Hyperpolarizing (Custodiol® HTK)*	4	23	0	0	31	10
Depolarizing (high potassium)	64	77	89	100	62	68
Modified depolarizing (del Nido)†	32	0	11	0	8	22

*Custodiol® HTK Solution (Dr. Franz Köhler Chemie GmbH, Alsbach-Hähnlein, Germany).
†Original patent University of Pittsburgh now expired. Composition (8).
NA, North America; CSA, Central and South America; OA, Oceana; EU, European Union.

Intervalle de réinjection de la cardioplégie au Custodiol pour switch artériel



Necker, 2017

« For the foreseeable future, we would have to deal with one of those real live situations for which complete information is not available to guide our decision. Thus, any decision regarding this choice will involve weighing some mix of limited directly applicable evidence, peripheral evidence, logic and experience »

Frank Hanley