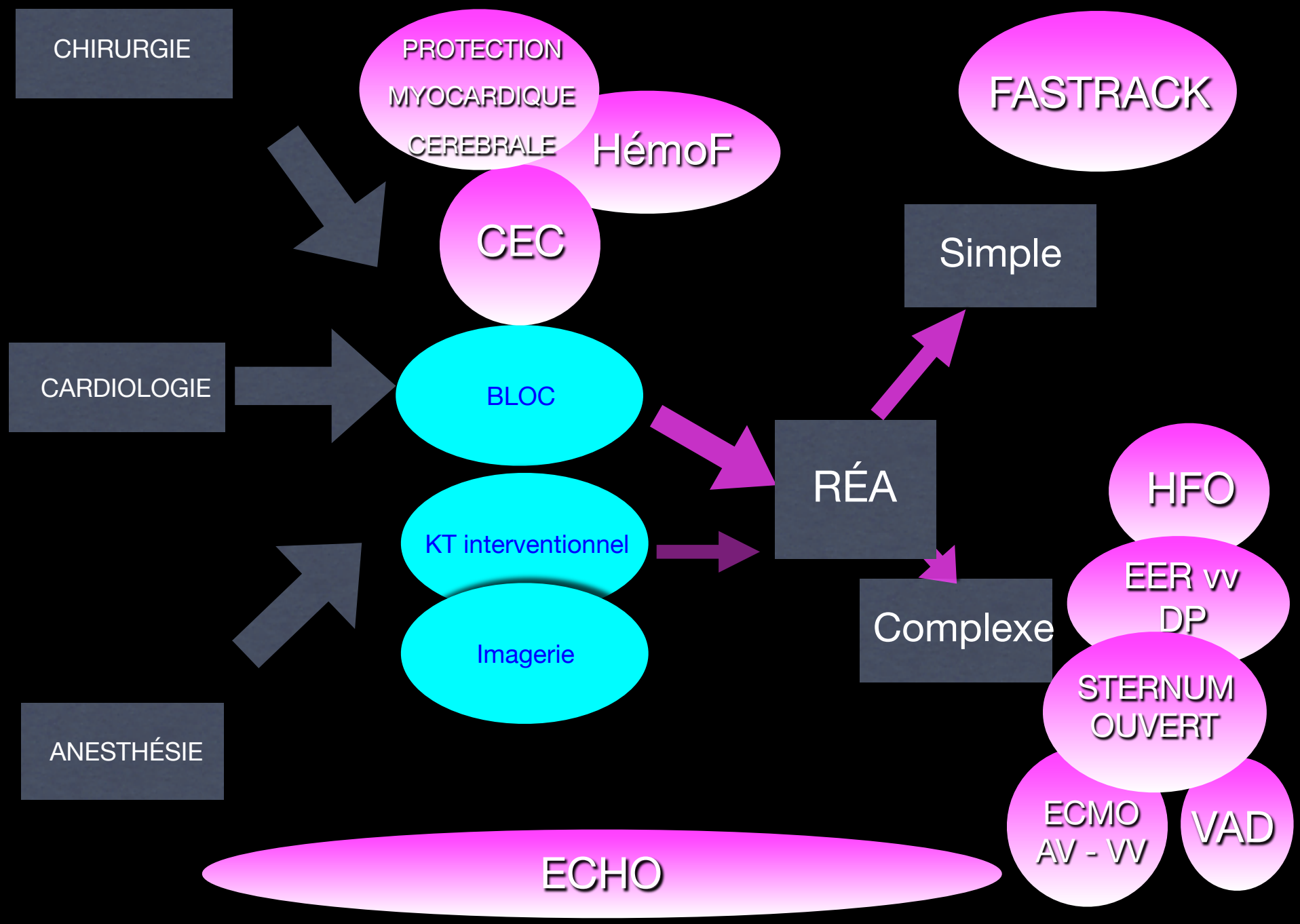
Réanimation post-opératoire des cardiopathies congénitales

Philippe Mauriat

Novembre 2018

C·H·U
Hôpitaux de Bordeaux

PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE DES CARDIOPATHIES CONGÉNITALES



Pré et post-opératoire

Status post-interventionnel dépend :

- De l'atteinte organique pré-op
- De la cardiopathie
- Du type de chirurgie
- Présence et durée de la CEC et du clampage aortique

Conséquences pour le séjour post-op du patient :

- De la SSPI à la réa polyvalente lourde

- KT SEDATI

prismaflex
PERFUSE
0.75
PHILIPS

VAD droit et gauche : Berlin Heart

Evaluation clinique initiale

Hémodynamique

Oxygénation (PaO2 - saturations)

Neurologique : réveil - anesthésie

Ventilation

Hémostase

Diurèse

Température

Examens

- Biologie
  - GDS
  - Hémostase
  - Lactates
  - Troponine - BNP
  - Iono
- Prélèvements bact-viro
- Hémocultures

- Echo
- Radio de thorax
- ECG
- EEG –Doppler TC

Intérêt des lactates

Initial postoperative serum lactate levels predict survival in children after open heart surgery. *Intensive Care Med. 1996 Dec*

	DCD	Vivants	MOF	Pas MOF
Lactates	6,86±0,79	2,38±0,13	4,87±0,7	2,35±0,19

Serial blood lactate leves as a predictor of mortality in children after cardiopulmonary bypass surgery. *Pediatr Crit Care Med 2008 May*

Lactatémie > 2 mmol/L si > 48h = valeur prédictive dcd 60%

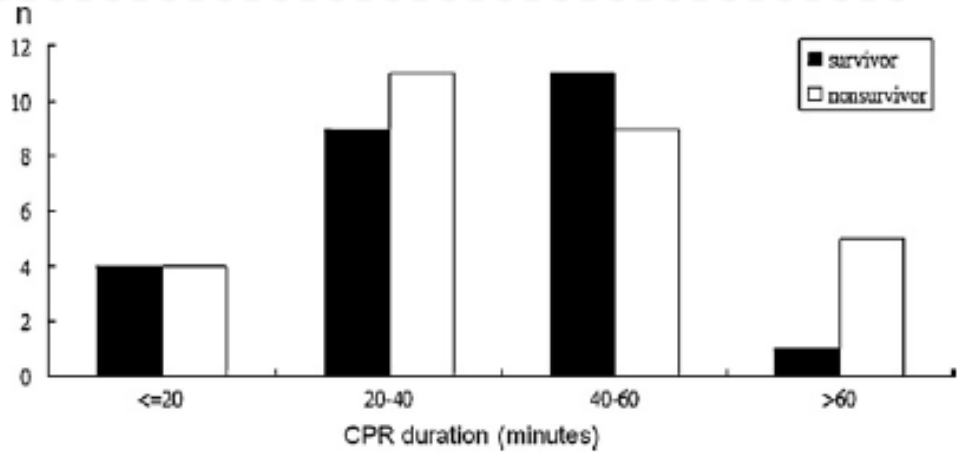
Lactates

Eleven years of experience with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for paediatric patients with in-hospital cardiac arrest☆

Resuscitation 83 (2012) 710–714

Shu-Chien Huang[a], En-Ting Wu[b], Ching-Chia Wang[b], Yih-Sharng Chen[a], Chung-I. Chang[a], Ing-Sh Chiu[a],

	Survivors ($n=25$)	Non-survivors ($n=29$)	p
Pre-CPR			
Age (yr)	5.8 ± 6.1	4.6 ± 5.7	0.847
Renal failure	6/19	12/17	0.18
Cholestasis	10/15	15/14	0.47
pH	7.27+/10.19	7.23 ± 0.24	0.59
$PaCO_2$ (mmHg)	51 ± 24	48 ± 33	0.95
PaO_2 (mmHg)	121 ± 151	118 ± 141	0.77
HCO_3^- (mmol/L)	20.8 ± 7.5	19.2 ± 6.2	0.43
Base excess (mmol/L)	-5.5 ± 6.9	-7.3 ± 7.6	0.44
Lactate (mmol/L)	8.8 ± 5.1	13.4 ± 6.4	0.008



C·H·U
Hôpitaux de Bordeaux

NIRS et lactates

Multisite Near-Infrared Spectroscopy Predicts Elevated Blood Lactate Level in Children After Cardiac Surgery

Sujata B. Chakravarti, MD,* Alexander J.C. Mittnacht, MD,† Jason C. Katz, MD,* Khahn Nguyen, MD,‡

Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia, Vol 23, No 5 (October), 2009: pp 663-667

Moyenne (rSO2c + rSO2s)

≤ 65% prédictible

de lactates > 3 mmol/l

Sensibilité 95%

Spécificité 83%

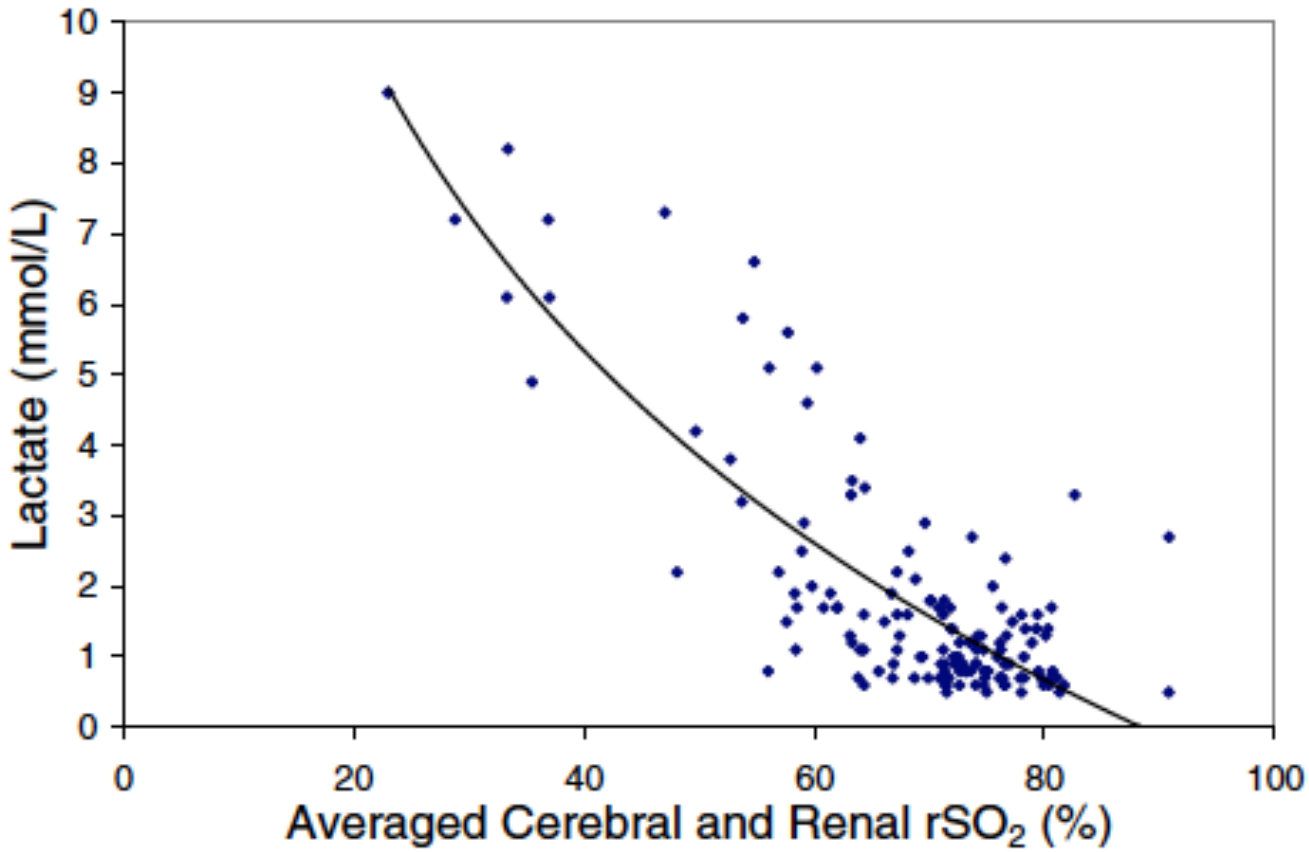


Table 5. Predictors of Lactate by Stepwise Multiple Regression Analysis

Variable	Coefficient	Standard Error	*p* Value
ln (average cerebral and renal rSO_2)	−5.32	0.43	<0.0001
Heart rate	0.03	0.01	0.03
Temperature	−0.30	0.10	0.005
pCO_2	0.03	0.01	0.0001

C·H·U Hôpitaux de Bordeaux

Congenit Heart Dis. 2017 Mar;12(2):188-195. doi: 10.1111/chd.12426. Epub 2016 Nov 10.

Cerebral tissue oxygenation index and lactate at 24 hours postoperative predict survival and neurodevelopmental outcome after neonatal cardiac surgery.

Aly SA[1], Zurakowski D[2], Glass P[3], Skurow-Todd K[4], Jonas RA[5], Donofrio MT[4].

Diagnosis (procedure)	Number
Biventricular heart defects:	
D-TGA (arterial switch)	14
D-TGA + VSD (arterial switch and VSD patch)	4
DORV + hypoplastic arch (arterial switch)	1
Co A (AA reconstruction)	2
Co A + VSD (AA reconstruction + VSD patch)	3
TOF (repair)	3
TAPVR (repair)	2
Transitional AVC (repair)	2
Supra-valvular PS (supra-valvular patch)	1
VSD + ASD (patch repair)	2
Truncus arteriosus (repair)	1
Total	35
Single ventricle defects:	
HLHS (Norwood)	20
HLHS variants (Norwood)	15
DILV + TGA (Norwood)	2
Unbalanced AVC + DORV + HRV (Norwood)	1
TA + TGA + CoA (Damus–Kaye–Stansel)	2
Total	40

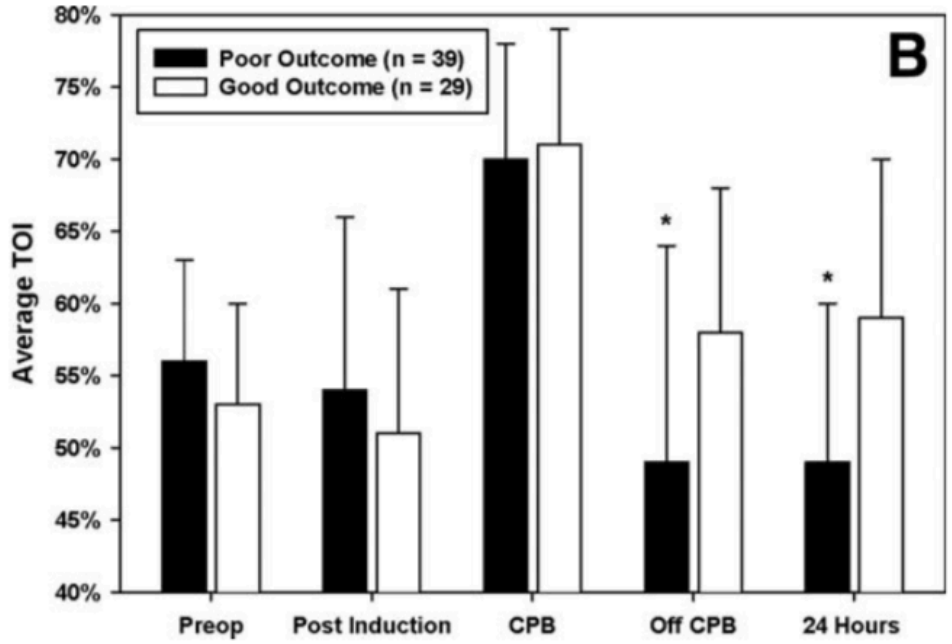


TABLE 5 Multivariable predictive algorithm for probability of mortality and poor outcome

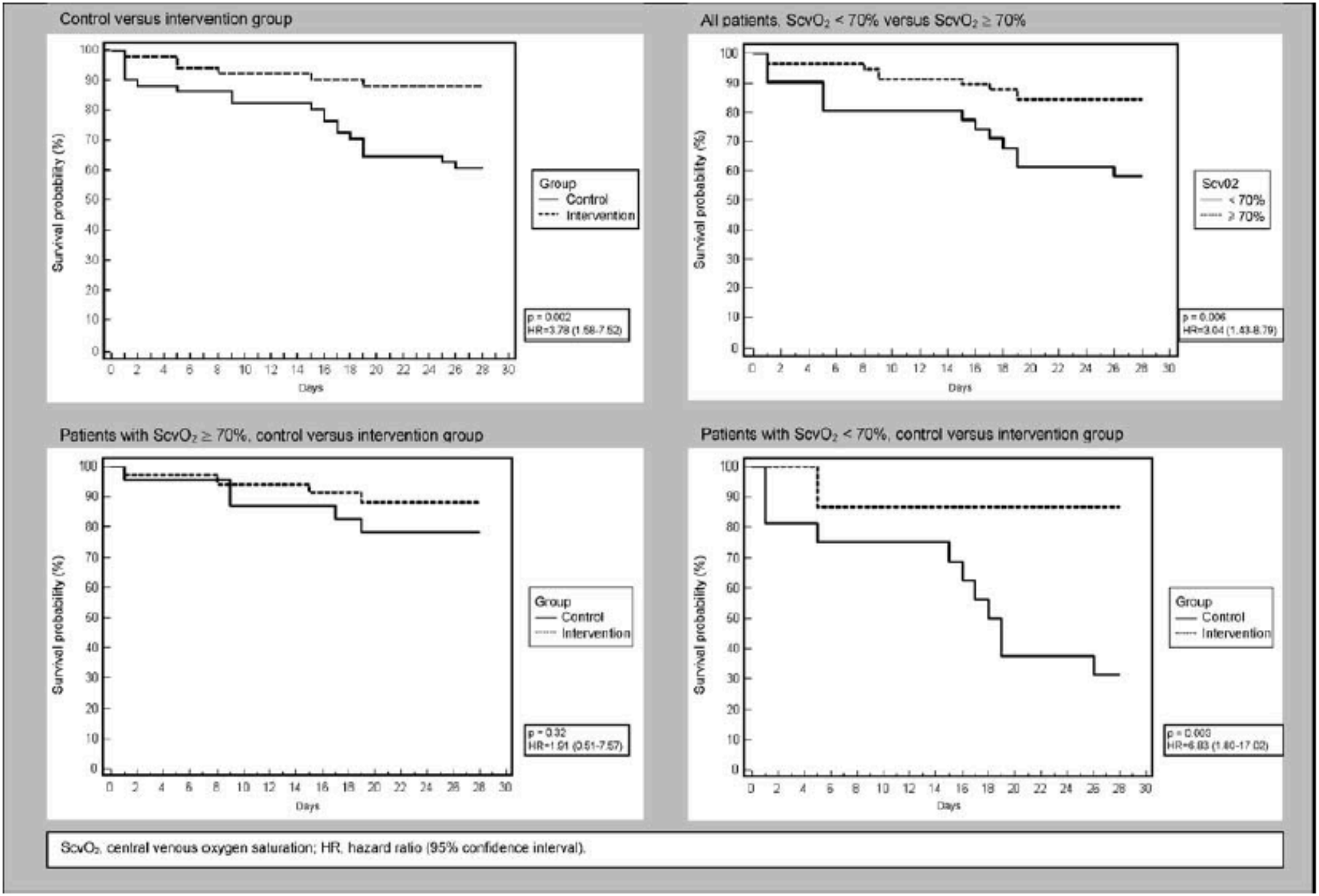
cTOI (%) at 24 hours	Lactate (mmol/L) at 24 hours	Probability of mortality (%)	Probability of poor outcome (%)
<58	>7.4	45 (25–65)	90 (70–97)
<58	≤7.4	15 (5–30)	65 (45–80)
≥58	>7.4	10 (1–25)	40 (15–65)
≥58	≤7.4	2 (0–12)	10 (4–30)

Predictive algorithm based on the combination of average cerebral tissue oxygenation index (cTOI) and blood lactate concentration at 24 hours

C·H·U
Hôpitaux de Bordeaux

Intérêt de la Scv02

Int Care Med 2008



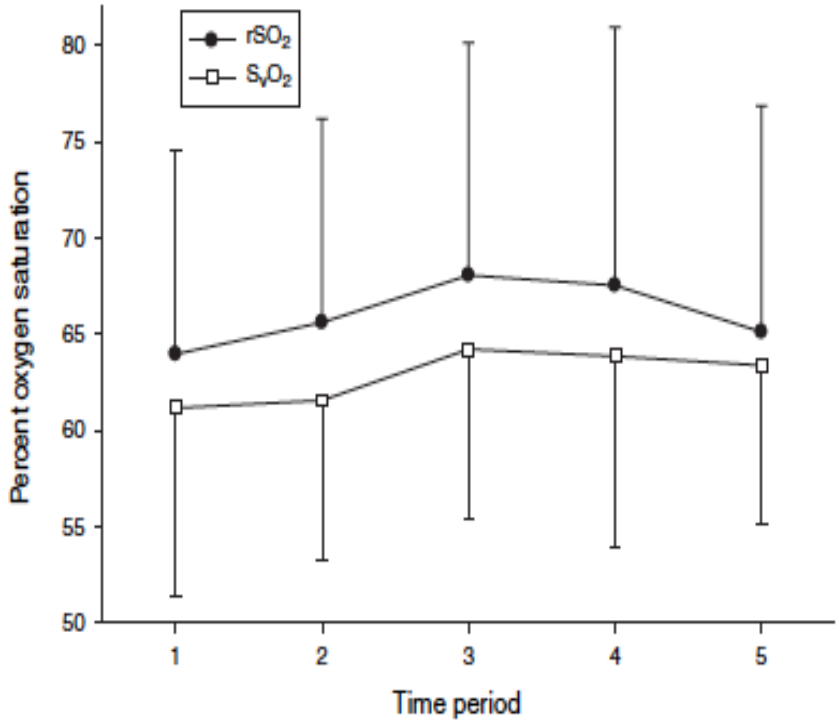
rSO2 et SvO2

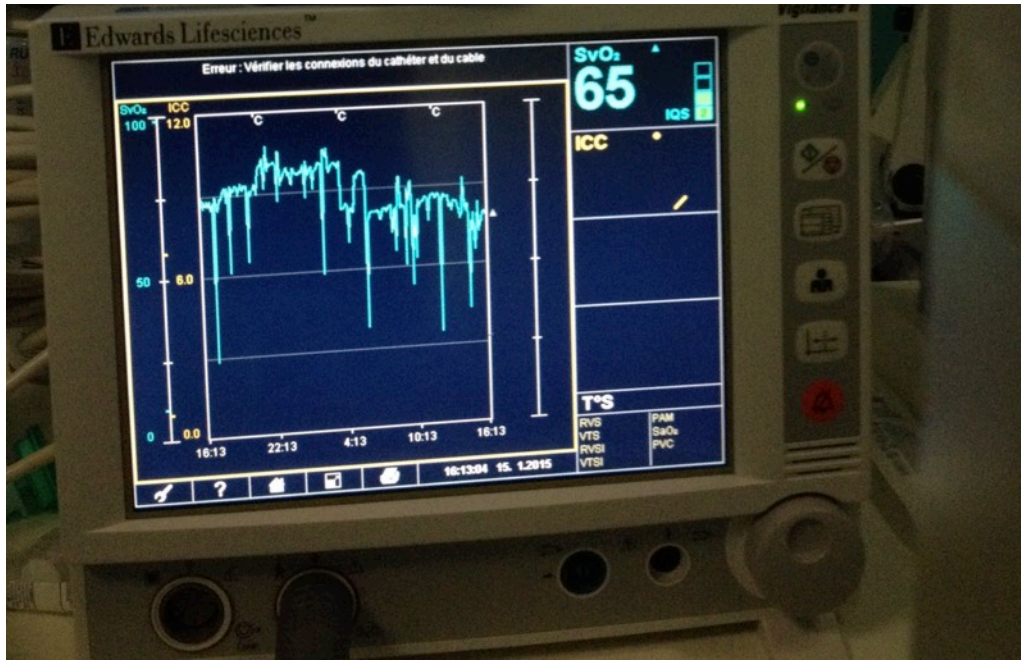
A noninvasive estimation of mixed venous oxygen saturation using near-infrared spectroscopy by cerebral oximetry in pediatric cardiac surgery patients

Pediatric Anesthesia 2005 15: 495–503

TIA A. TORTORIELLO MD FAAP*, STEPHEN A. STAYER MD†,

	Time 1 (n = 20)	*Time 2* (n = 20
Mean time from CPB (min)	23.4 ± 17.2	52.8 ± 20.5
rSO_2 (%)	64.0 ± 10.6	65.6 ± 10.6
SvO_2 (%)	61.1 ± 9.8	61.6 ± 8.3

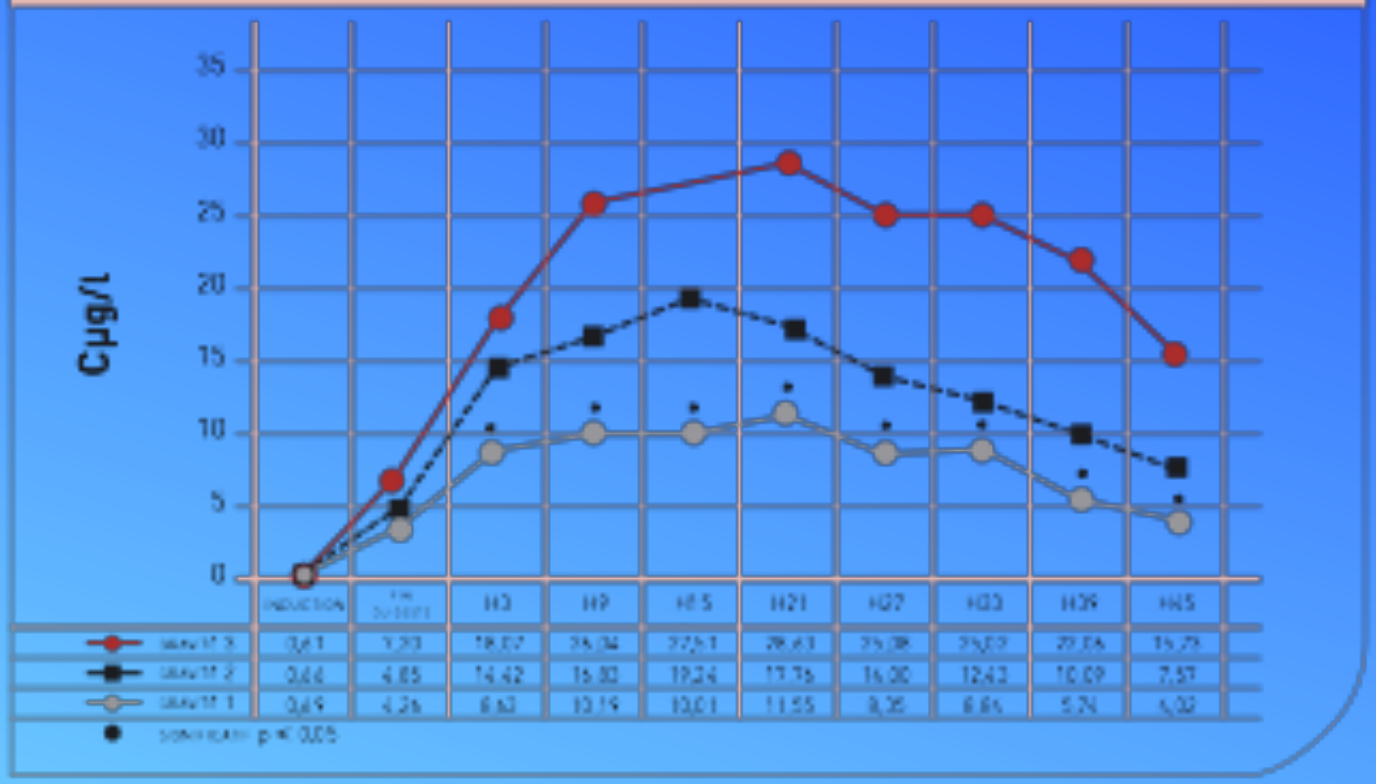




C·H·U
Hôpitaux de Bordeaux

Troponine en fonction de la gravité myocardique

Figure 6 : **Évolution comparée des taux de troponine (µg/l) des 48 premières heures post-opératoires en fonction de la gravité cardiaque.** *D'après Mauriat et al* [30].



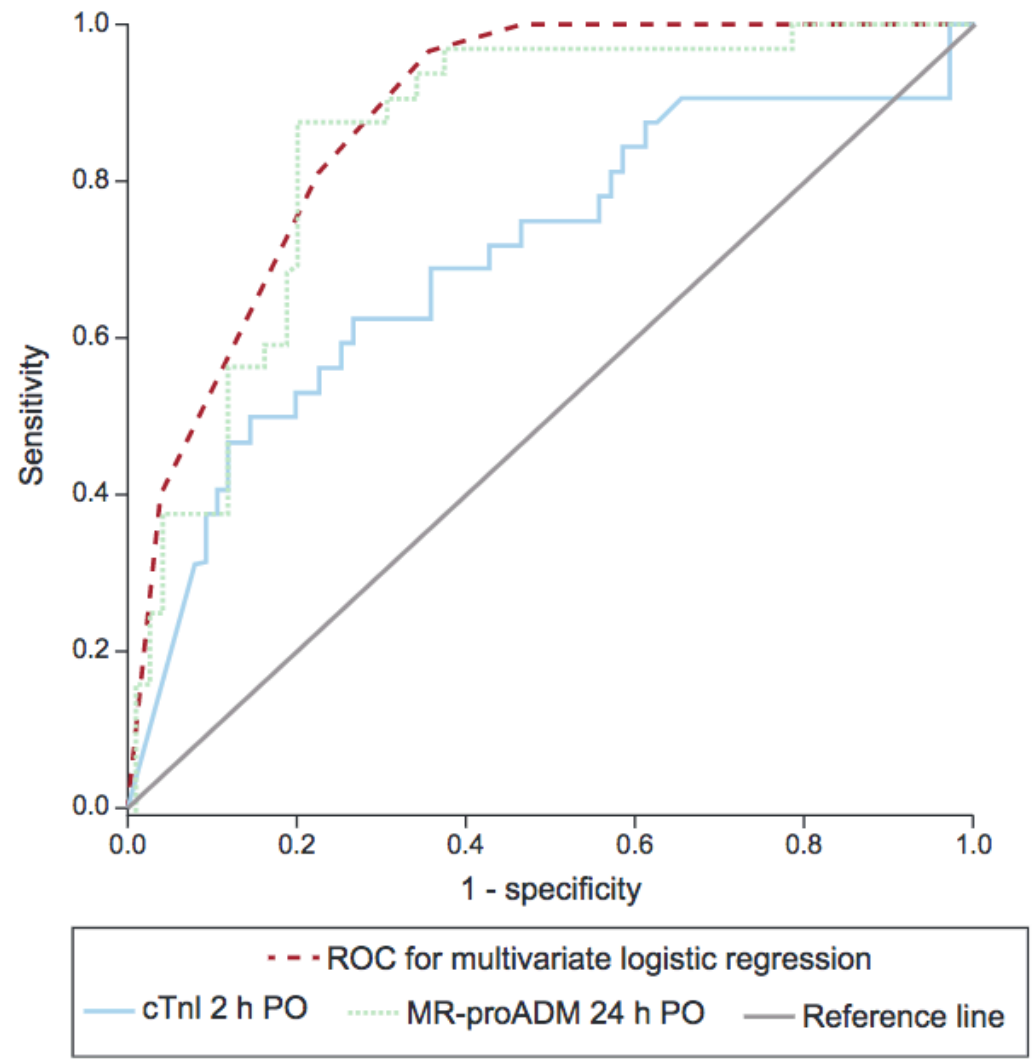
Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2017 Apr;70(4):267-274. doi: 10.1016/j.rec.2016.09.011. Epub 2016 Oct 27.

Cardiac Biomarkers of Low Cardiac Output Syndrome in the Postoperative Period After Congenital Heart Disease Surgery in Children.

[Article in English, Spanish]

Pérez-Navero JL[1], de la Torre-Aguilar MJ[2], Ibarra de la Rosa I[3], Gil-Campos M[2], Gómez-Guzmán E[4], Merino-Cejas C[5], Muñoz-Villanueva MC[6], Llorente-Cantarero FJ[2].

		No. patients (%)
Type of CHD	Tetralogy of Fallot	18 (15.4)
	Atrioventricular canal defect	15 (12.8)
	CoA/interrupted arch	13 (11.1)
	Pulmonary atresia	12 (10.3)
	TGA	14 (12)
	VSD/ASD	22 (18.8)
	CAT	8 (6.8)
	HLHS	6 (5.1)
	Mitral/aortic regurgitation	3 (2.6)
	TAPVC	3 (2.6)
	Others	3 (2.6)



cTn-I **at 2 hours post-CPB** is an evident independent early predictor of LCOS

This predictive capacity is reinforced when cTn-I is combined with MR-proADM levels **at 24 hours following CPB.**

Situation d'urgence en post-opératoire

Bas débit - arrêt cardiaque

Troubles du rythme

- Bradycardie (BAV) - FV

Désaturation extrême

Saignement - Tamponnade

Pb techniques

- Drogues - Ventilation (extubation)
- Drains - Pace Maker

Au terme du bilan

Qualité de la réparation ?

- CRO en fonction de la gravité de la cardiopathie
- Echo per et post-op

Qualité de la fonction myocardique ?

- Hémodynamique PA – PVC - POG – PAP
- Oxygénation PaO2 - SaO2 - SvO2
- ECG - Echo
- Troponine

Quelle évolution prédictible ?

- Normale - Compliquée

Recherche de lésions résiduelles

- Recherche échographique précoce
  - Sténose, fuite, obstacle persistant
  - Communication (shunt) résiduelle
- Peuvent se révéler après amélioration de la fonction ventriculaire
  - De qq heures à plusieurs jours
- Apprécier la tolérance – discussion multidisciplinaire
- Reprise immédiate ou après une période d'observation

Stratégie initiale en post-opératoire

Fonction des critères myocardiques :

Gravité de la cardiopathie et difficulté de la réparation

En fonction du score ARISTOTLE : data base chirurgicale

Echo, inotropes, troponine, ECG

± sternum ouvert

1 - Tout est normal => fast track

2 - Echo moyenne, inotrope moyen, tropo anormale

=> stand by 12h et réévaluation

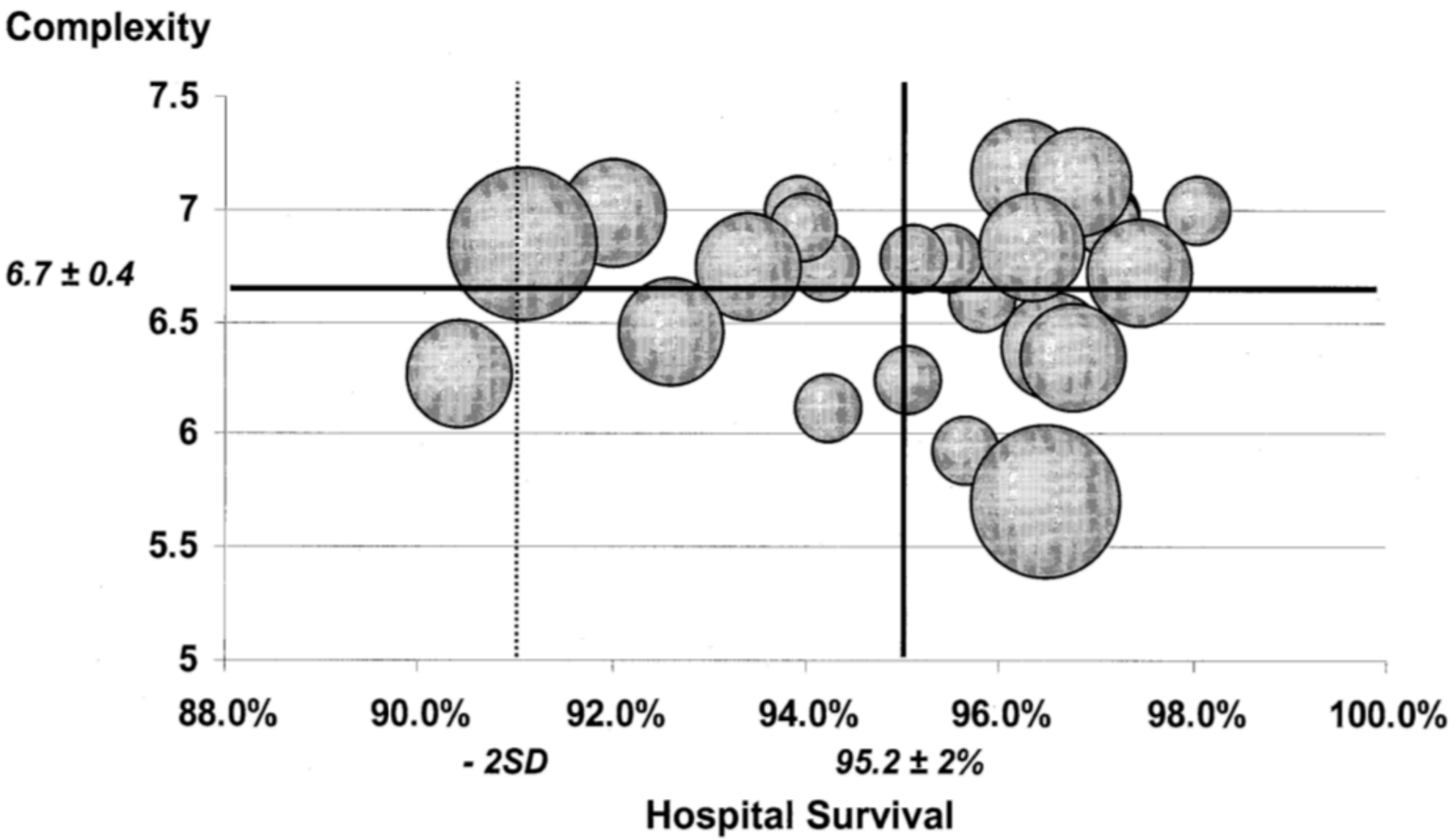
3 – Tout est anormal

=> stand by ± AG, réévaluation régulière en attente de l'amélioration

The Aristotle Score for Congenital Heart Surgery

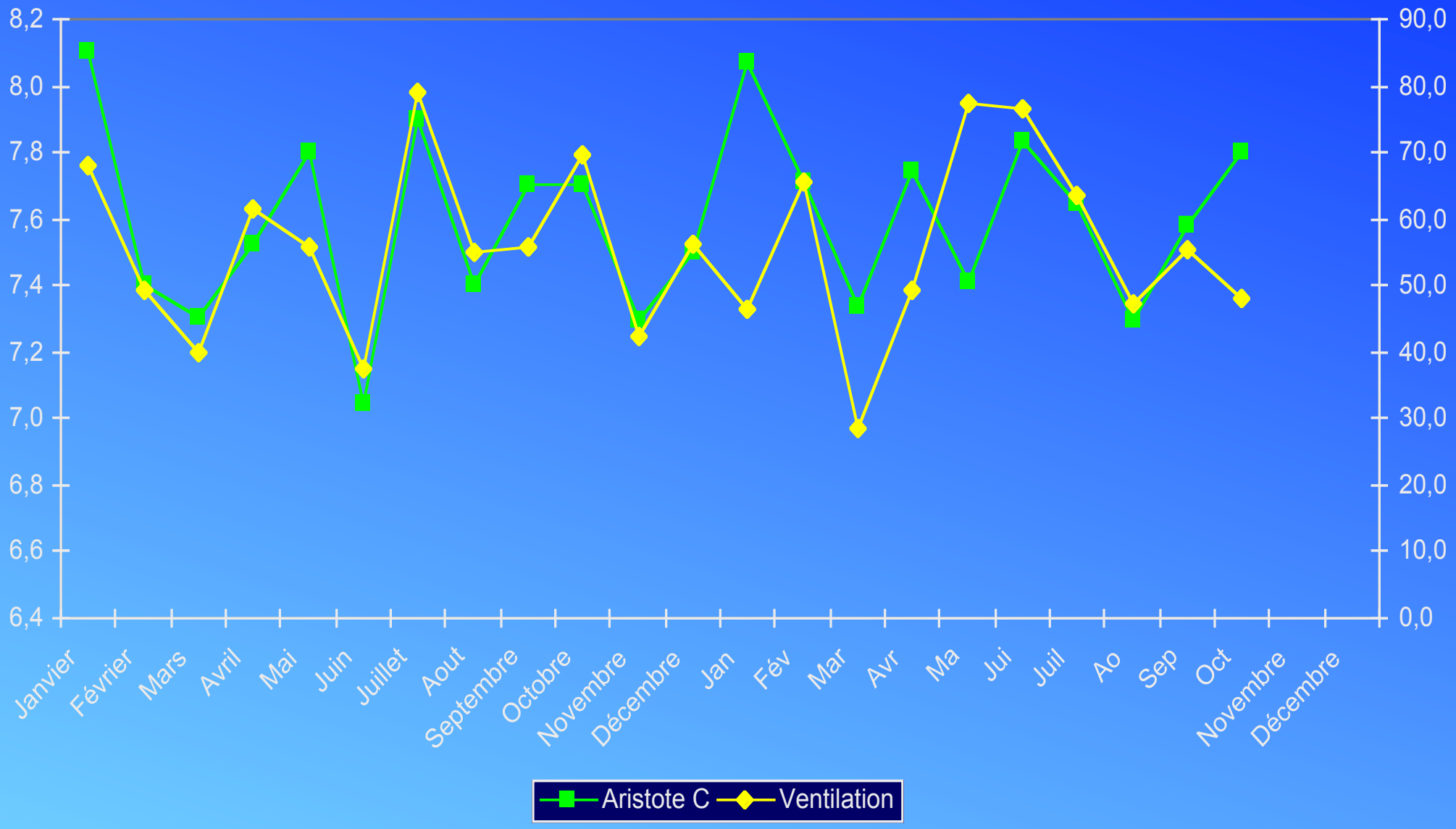
Francois Lacour-Gayet, David Clarke, Jeffrey Jacobs, William Gaynor, Leslie Hamilton, Marshall Jacobs, Bohdan Maruszewski, Marco Pozzi, Thomas Spray, Christo Tchervenkov, Constantine Mavroudis, and the Aristotle Committee

Pediatric Cardiac Surgery Annual of the Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery, Vol 7, 2004: pp 185-191



L59
R55
S91
S80
55
Vigilee

ARISTOTLE et extubation



Evolution favorable

Fastracking

Sevrage de la ventilation

- Baisse de la FiO2
- Baisse des pressions d' insuflation
- Baisse de la fréquence
- Mode : VS-Aide, Nava
- ± Epreuve de débranchement … = épreuve d'effort

Décision d'extubation :

- GDS, PCO2, ETCO2 et hémodynamique, saturations

Intérêt de la VNI qq soit l'interface

Fast track

Factors associated with early extubation after cardiac surgery in young children.

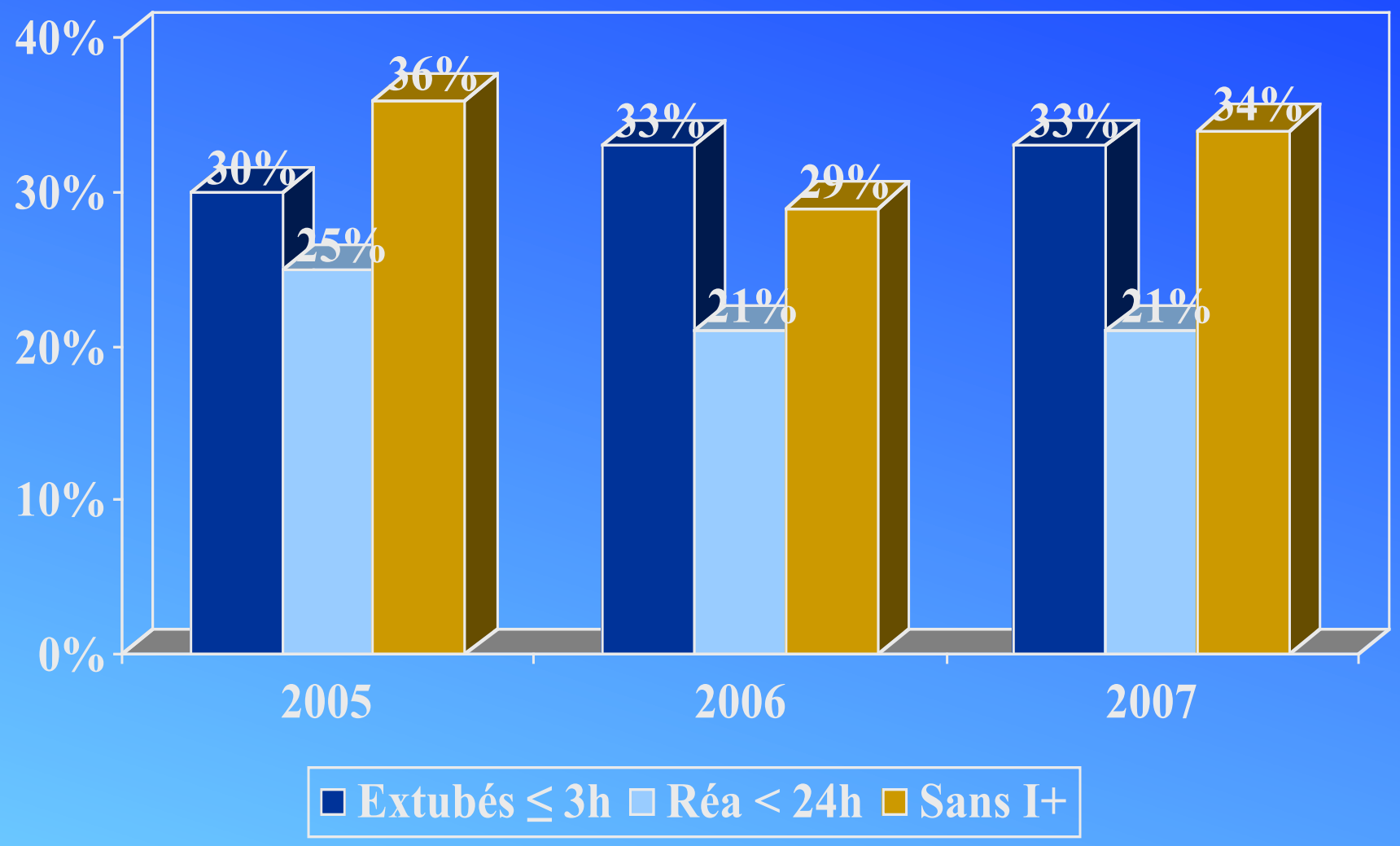
Davis S. Pediatr Crit Care Med. 2004 Jan

103 (47%) enfants extubés < 24 hrs (1%) d'échec

Facteurs favorisant age >6 mois, pas d'HTAP,

âge gestationel >36 semaines, pas de défaillance cardiaque

Fastrack Necker



Etiologie des évolutions anormales

Physiopathologie d'une réparation :

- Précharge VD diminuée ou VG augmentée
  - (CIA fermée)
- Post charge VD diminuée ou VG augmentée
  - (CIV fermée)
- Adaptation ventriculaire (petit VG) -> plusieurs mois
  - Coronaire anormale (ALCAPA)

Conséquences :

- Dysfonction du VG
- Dysfonction du VD
- HTAP

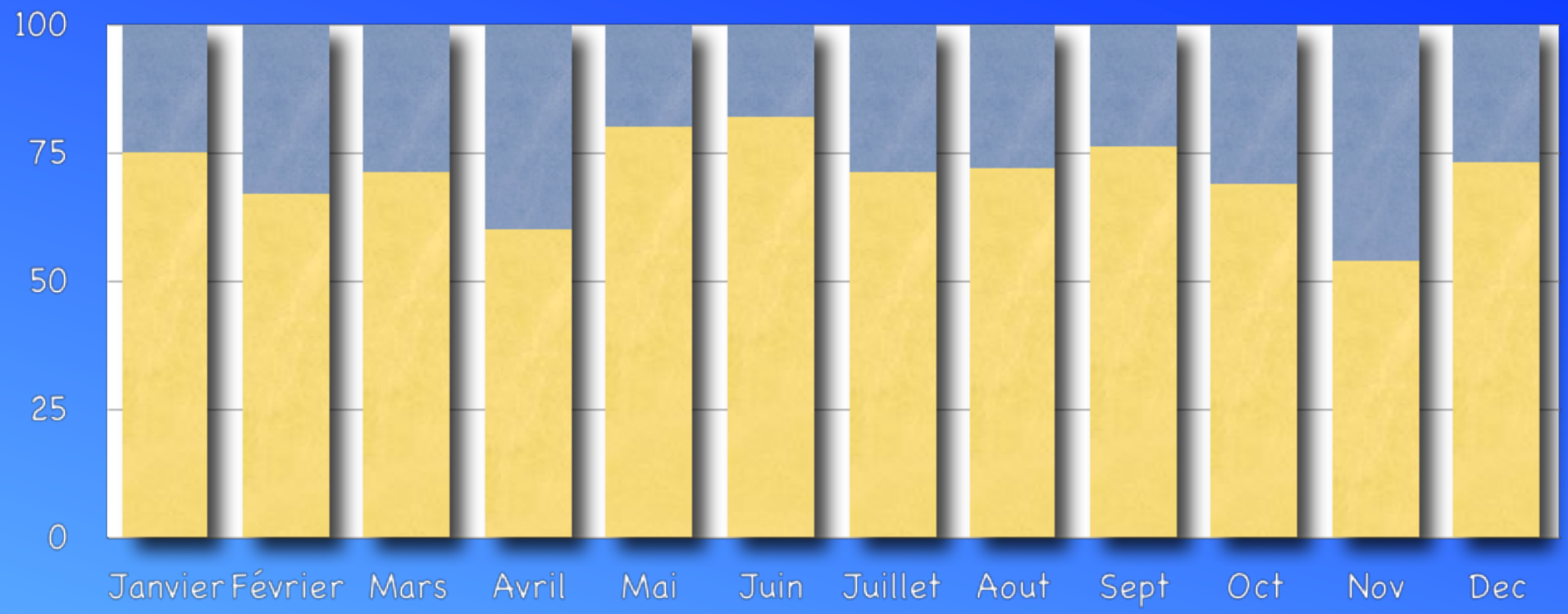
Dysfonction du VG

Postoperative course and hemodynamic profile after the arterial switch operation in neonates and infants. A comparison of low-flow cardiopulmonary bypass and circulatory arrest. Wernovsky G. Circulation. 1995 Oct

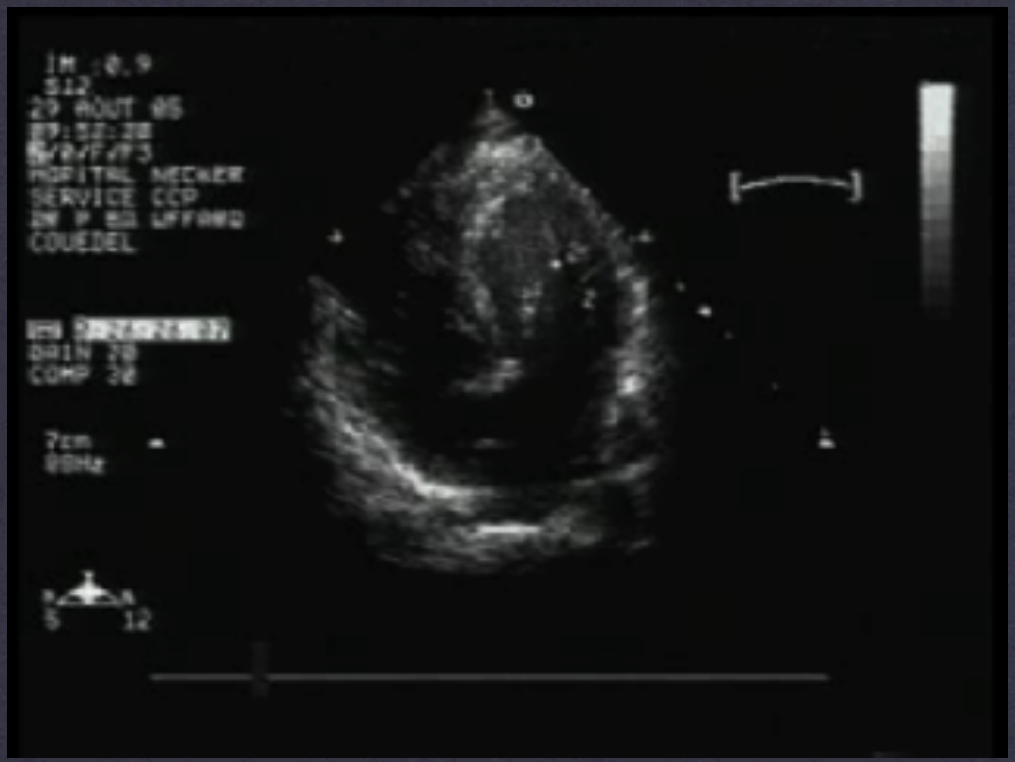
Bas débit cardiaque post-CEC

- 6 à 18 h post op
- Augmentation de 40% des RVP
- Augmentation de 25% des RVS
- 25% des Switch
- Traitement : inhibiteur P3 + épinéphrine

Syndrome de bas débit cardiaque post-opératoire

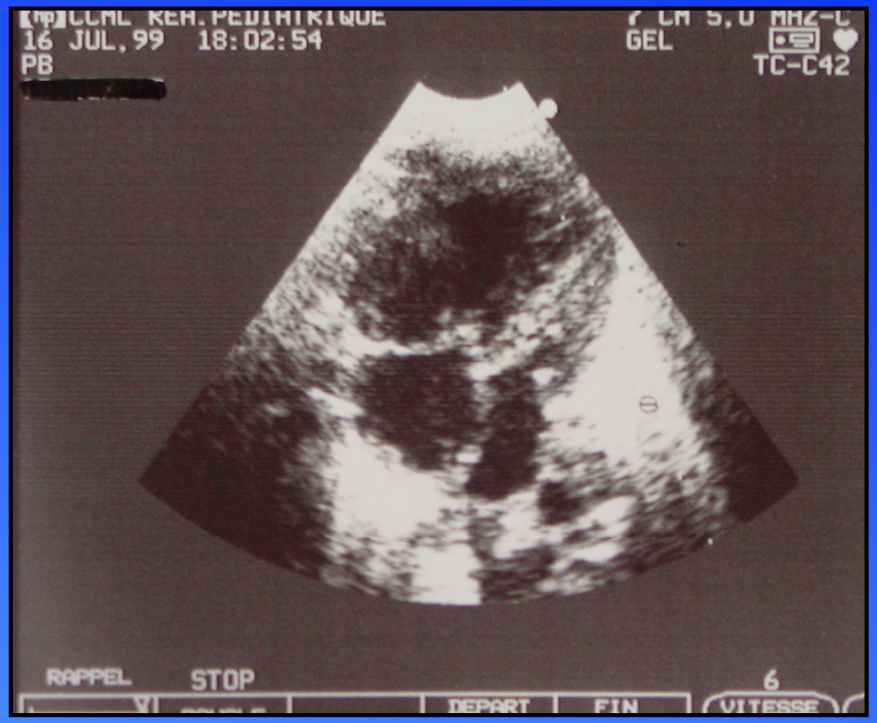


- ± 70% des patients de chirurgie cardiaque pédiatrique sont en défaillance cardiaque ± aiguë après la CEC (exemple NEM)
- Tt : inotrope et/ou assistance circulatoire ± prolongée

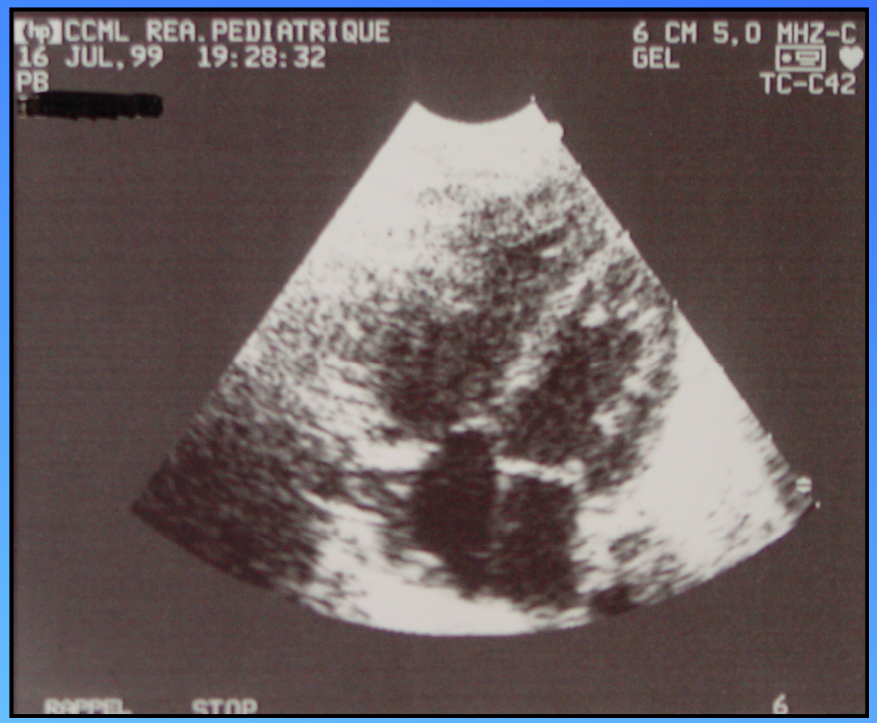


Evolution du Vg de J0 à j4

HTAP
VD dilaté
VG écrasé



NO
VD diminue
VG augmente



Intensive Care Med (2012) 38:1184–1190
DOI 10.1007/s00134-012-2544-x

PEDIATRIC ORIGINAL

Inotropes

Jesse Davidson
Suhong Tong
Hayley Hancock
Amanda Hauck
Eduardo da Cruz
Jon Kaufman

Prospective validation of the vasoactive-inotropic score and correlation to short-term outcomes in neonates and infants after cardiothoracic surgery

- Inotropic Score =
  dopamine dose (µg/kg/min)
  + dobutamine dose (µg/kg/min)
  + 100 x epinephrine dose (µg/kg/min)

- Vasoactive Inotropic score = IS
  + 10 x milrinone dose (µg/kg/min)
  + 10000 x vasopressin dose (U/kg/min)
  + 100 x norepinephrine dose (µg/kg/min)

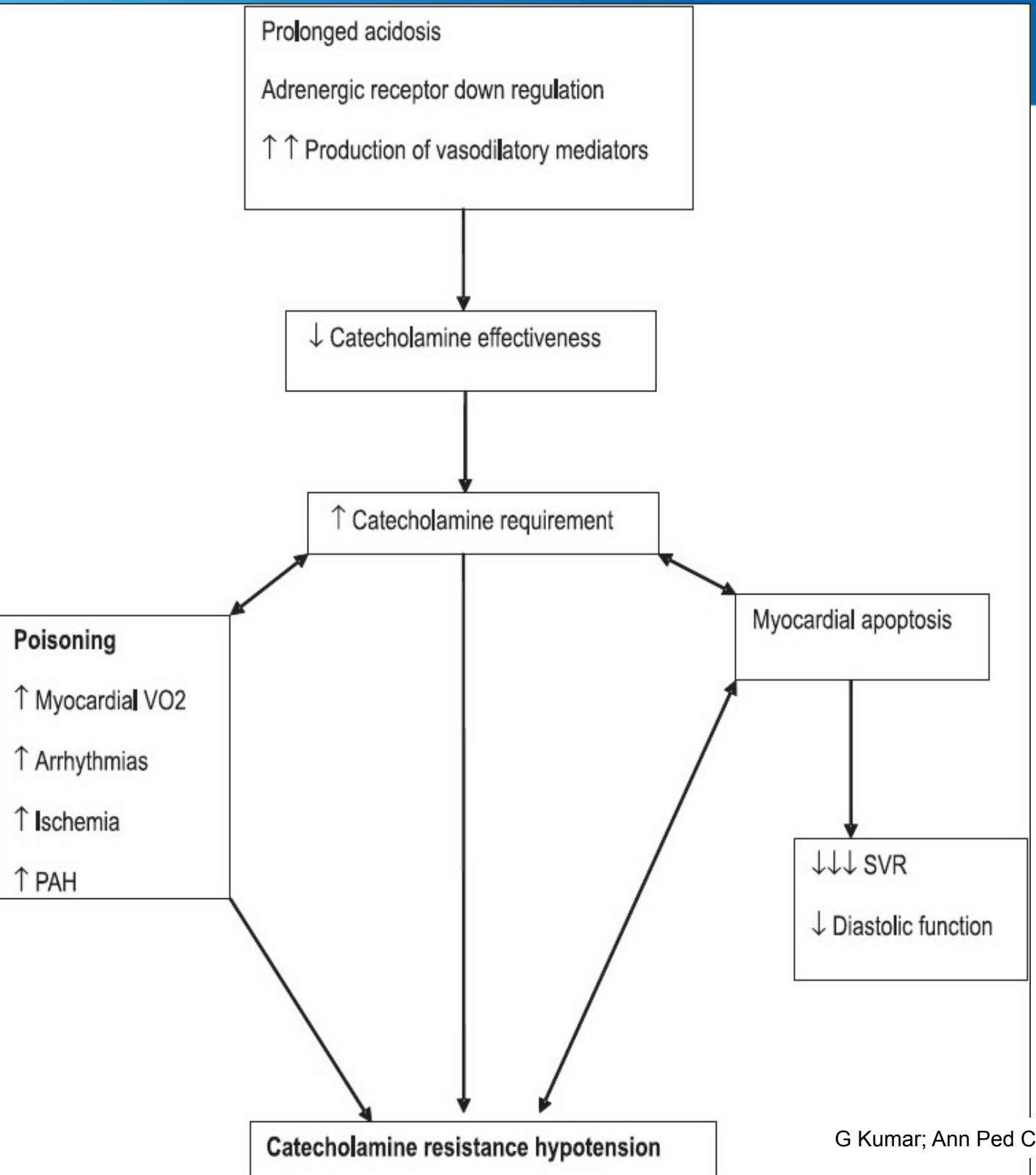
Characteristic	No CPB ($n = 13$)	CPB ($n = 29$)	DSC ($n = 27$)
VIS, 24 h, median (range)	0 (0, 8)	8 (0, 20)	15 (8.0, 23.5)
VIS, 48 h, median (range)	0 (0, 8)	3 (0, 16.5)	13 (5, 34)
VIS, 48 h max, median (range)	0 (0, 13)	10 (0, 24.5)	21 (12, 34)

- VIS à 48h post-op corrélée
  à la durée de ventilation, de séjour en réa et à l'hôpital

- VIS > IS pour prédire les suites post-op

C·H·U
Hôpitaux de Bordeaux

Risques des inotropes



- Les fortes doses d'inotrope pour sevrer la CEC :
  - Favorisent le bas débit cardiaque qq heures plus tard
  - Par down régulation des récepteurs
  - Epuisement des réserves énergétiques dans un contexte de défaut de protection

- En pratique :
- Introduction des inotropes à ± 30% du débit stable de la CEC d'assistance
- Eviter les fortes doses d'emblée
- Sinon ECMO

G Kumar; Ann Ped Cardio 2010

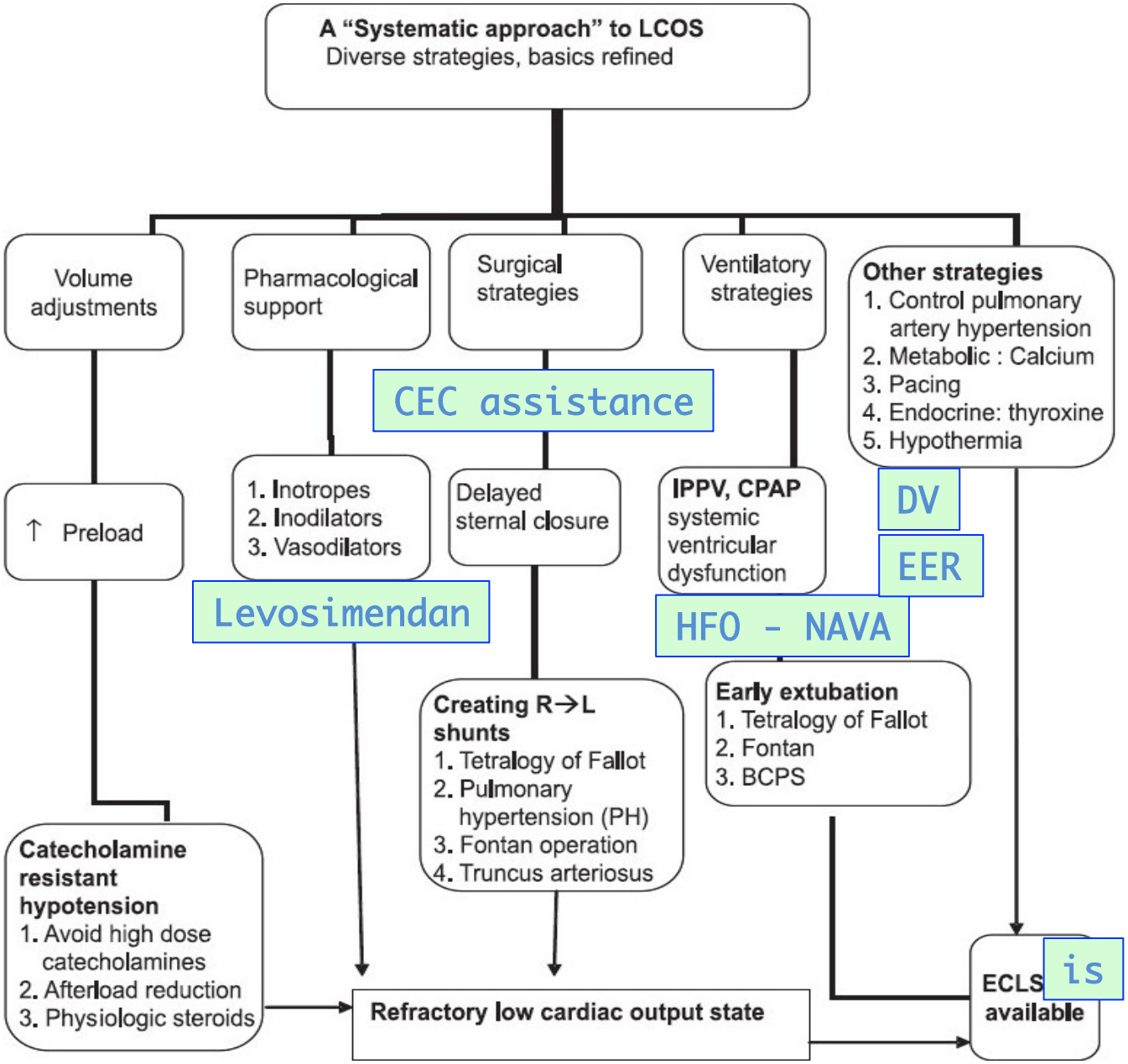
Faut-il éviter l'ECMO ?

Management of perioperative low cardiac output state without extracorporeal life support: What is feasible?

Girish Kumar and Parvathi U Iyer

Ann Pediatr Cardiol. 2010 Jul-Dec; 3(2): 147–158.

- Stratégies per-opératoires :
  - cardio-protection
  - hémofiltration
- Réduction de la post-charge
- Effets lusitropes
- Corrections des lésions résiduelles
- Exploitation des interactions cardio-pulmonaires
- Correction des déséquilibres métaboliques et hormonaux
- **Résultats : 97% de survie, soit 3% de mortalité**



C·H·U Hôpitaux de Bordeaux

Précocité de l'ECMO

Cardiac ECMO for biventricular hearts after paediatric open heart surgery

R R Chaturvedi, D Macrae, K L Brown, M Schindler, E C Smith, K B Davis, G Cohen, V Tsang, M Elliott, M de Leval, S Gallivan, A P Goldman

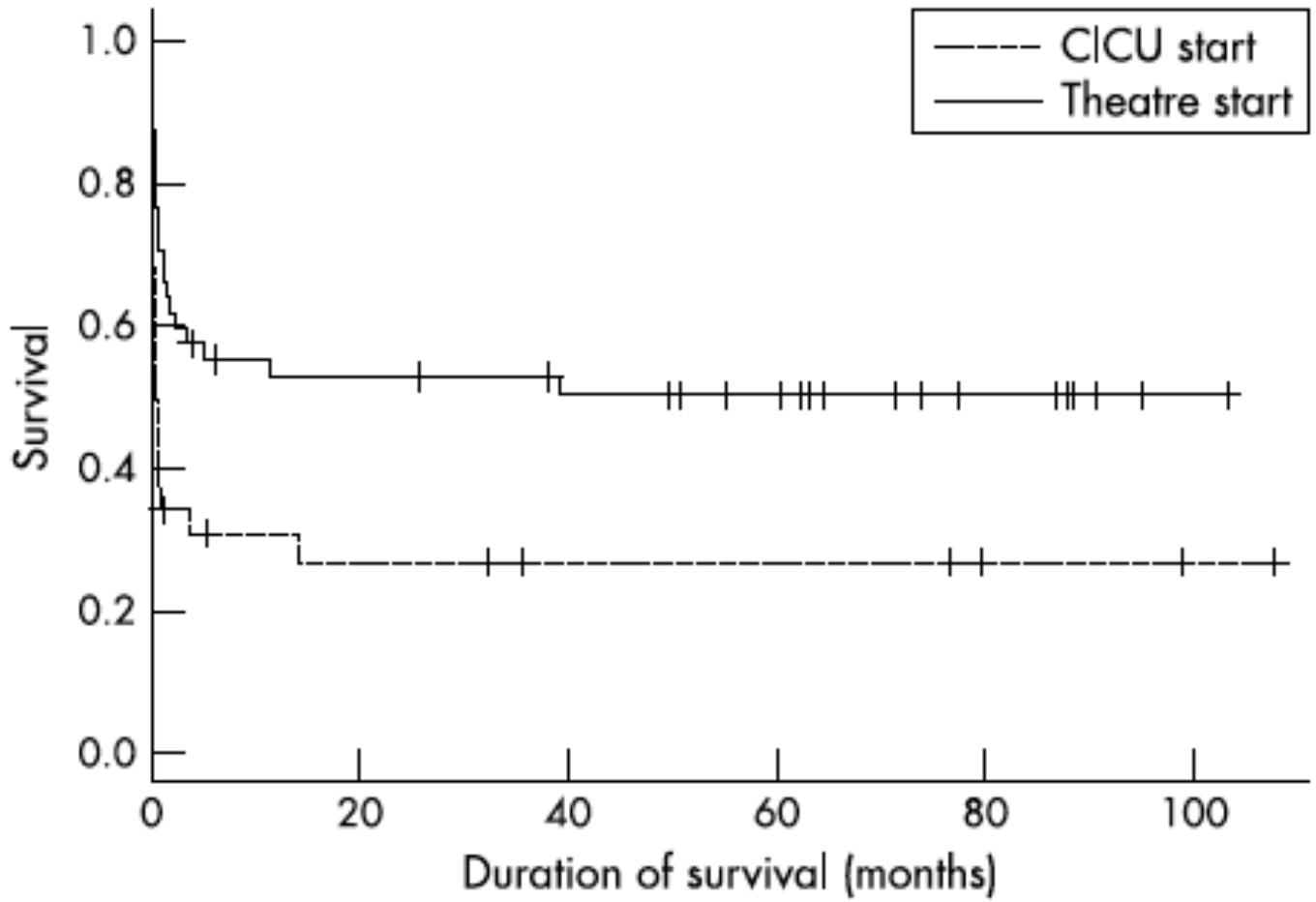
Heart 2004;90:545–551. doi: 10.1136/hrt.2002.003509

- 81 ECMO pédiatriques en post-op de chirurgie cardiaque congénitale (1992-2000)

Table 2 Important determinants of hospital survival for children placed on ECMO after open heart surgery

Variable
Adverse factors
Serious circuit problem
Renal support
Residual lesions
ECMO duration
Blood product transfusion
Cross clamp time
Beneficial factors
Pulmonary hypertension
ECMO started in theatre

Diagnosis	CMO duration ours)*	ECMO weaned†	Hospital discharge
Arterial swi			
Tetralogy o			
LAVVR			
TAPVC			
AS			
Transplant			
ALCA			
Truncus arte			
VSD			
AVSD			
IAA			
Endocarditi			
Rastelli operation	2	17.6–18.0	
Supravalvar AS	1	55.6	
LCA fistula	1	6.4	
Left isomerism	1	0.4	
Whole group¶	81	2.4 (0.6–1	



C·H·U
Hôpitaux de Bordeaux

Facteurs de risques

Risk factors for long intensive care unit stay after cardiopulmonary bypass in children. Brown KL. Crit Care Med. 2003 Jan

Ventilation en pré-op, nouveau-né

Réparation très complexe

Durée de CEC et de clampage prolongée, arrêt circulatoire per CEC

Fermeture sternale retardée, sepsis, insuffisance rénale,

HTAP, chylothorax, paralysie diaphragmatique, troubles du rythme

Score ARISTOTLE élevé

HF20 Set

Autres complications

Saignement et troubles de l'hémostase

Dysfonction pulmonaire

Atteinte neurologique

Atteinte rénale

Atteinte digestive

Infection

Chylothorax

SIRS

Réanimation de CC

Réa chirurgicale et médicale cardiaque pédiatrique et adulte…

SSPI : Fastracking

Réa polyvalente :

- Pneumologique
- Infectieux
- Neurologique
- Rénale
- Nutritionnel

Equipe multidisciplinaire et formation spécifique +++