

Arrêt cardiaque chez l'enfant sous anesthésie



F Veyckemans
Hôpital Jeanne de Flandre
2019

Pas de conflit d'intérêt



Pourquoi en parler ?

- évènement rare
- causes particulières
 - ⇒ peu de directives (ERC, AHA, ILCOR)
- en général évitable / prévisible
 - ⇒ situations à risque / signes annonciateurs !
- traitement parfois différent
- devrait avoir un meilleur pronostic

Plan

- ✓ épidémiologie récente
- ✓ recommandations actuelles (PALS)
- ✓ situations spécifiques
~~allergie, HM,~~
- ✓ conclusions

Définition

Arrêt cardiaque =

« *nécessité de MCE ± défibrillation* »

index grossier de la sécurité de l'anesthésie

↳ incidents graves sans MCE
ou évités de justesse

= sommet d'un iceberg

Epidémiologie

Difficile à analyser car :

- audit mono- ou multicentrique ?
- collecte prospective ou analyse rétrospective
- déclaration volontaire ou obligatoire ?
- type d'hôpital
enseignement vs général vs spécialisé
- « Case mix » : sévérité des pathologies
complexité des procédures

Pediatric Perioperative Cardiac Arrest, Death in the Off Hours: A Report From Wake Up Safe, The Pediatric Quality Improvement Initiative

Robert E. Christensen, MD,* Angela C. Lee, MD,† Marie S. Gowen, MPH,‡
Mallikarjuna R. Rettiganti, PhD,‡ Jayant K. Deshpande, MD, MPH,§ and Jeffrey P. Morray, MD¶

Anesth Analg 2018; 127: 472-7

- 29 hôpitaux tertiaires US
- banque de données électronique, volontaire
- 1.006.658 anesthésies 2010-2015
- 531 ArCa soit 5,3/10.000



329 liés à l'anesthésie soit 3,3/10.000

mortalité: 0,36/10.000 soit 10,9%

(x 2 si nuit ou WE)

Table 4. Proximate Causes of Arrest (N = 531)

Proximate Cause of Arrest	N (%)
Cardiovascular	261 (49)
Pulmonary hypertension	30
Primary cardiac failure	50
Pulmonary embolus	3
Metabolic	10
Hypovolemia (nonhemorrhage)	16
Hemorrhage	48
Electrolyte abnormality	6
Cardiac tamponade	11
Arrhythmia	87
Air embolus	10
Unclear	5
Arterial line (cardiology wire)	1 (0)
Central venous line	15 (3)
Arrhythmia	6
Cardiac tamponade	4
Sepsis	1
Unclear central venous line	4
Medication related	37 (7)
Inhaled anesthetic	8
Local anesthetic	1
Muscle relaxant	6
Muscle relaxant reversal	2
Narcotic	9
Vasodilator	1
Other/unclear medication event	10
Medication error related	6
Blood products	3 (1)
Respiratory	186 (35)
Respiratory failure	13
Premature extubation	19
Pneumothorax	6
Inability to intubate or ventilate	20
Esophageal intubation	6
Difficult intubation	6
Aspiration	3
Airway obstruction	80
Upper airway obstruction	13
Patient disease related (eg, tumor, secretions)	14
Laryngospasm	43
Foreign body	2
Endotracheal tube-related obstruction	7
Bronchospasm	8
Unclear obstruction	3
Unclear respiratory	10
Could not be determined	36 (14)

Causes

➤ Cardiovasculaires : 261 soit 49%

HTAP 30	Décomp card 50	Embolies 13 : gaz 10
Hémorragie 48	Hypovolémie 16	Tr du rythme 87

➤ Respiratoires : 186 soit 35%

CICO 20	Intub oesophage 6	Laryngospasme 43
Bronchospasme 8	Aspiration 3	Extubation prématurée 19

➤ Médications: 37 soit 7% : 6 erreurs, 1 ALR

En SSPI ?

Anesth Analg 2017; 124: 1231-6

Même banque de données US

- 4,7% des ArCa ont lieu en SSPI
- 3,8% de mortalité (x 10 !)
- 69% évitables
- 26 cas : 17 respiratoires
 - 8 cardiaques
 - 1 erreur médicament

En bref, ArCa perop chez enfant

1) incidence au moins 3,3 /10.000

2) facteurs de risque

< 1 an / urgence / chirurgie cardiaque/ ASA $\geq$ 3

3) causes les + fréquentes $\Rightarrow$ EVITABLES !

- respiratoires: perte contrôle V aériennes
laryngospasme
- médication : surdosage
- hypovolémie : sous-estimée
- hyperK lors de transfusion massive

En bref, ArCa perop chez enfant

1) incidence au moins 3,3 /10.000

2) facteurs Causes chirurgicales :

- hémorragie
- trauma

3) causes - malformation cardiaque complexe

- embolie

laryngospasme

- médication : surdosage
- hypovolémie : sous-estimée
- hyperK lors de transfusion massive

Plan

- ✓ épidémiologie
- ✓ recommandations actuelles
- ✓ situations spécifiques
- ✓ conclusions

Recommandations PALS

1) reconnaître que quelque chose va mal

- bradycardie
- hypotension /difficulté de mesurer TA
- problème de SpO_2
- anomalie de EtCO_2

2) agir : symptomatique + causal

3) réévaluer régulièrement l'efficacité du R/
(et pertinence du diagnostic)

Diagnostic de l'ArCa/pré-ArCa

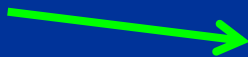
- pouls palpable ?
courbe artérielle /pléthysmo ?

- ECG: quel rythme ?

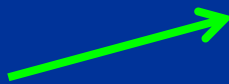


Activité
électrique
sans pouls !

- SpO₂



- EtCO₂



Débit
cardiaque



Délai
de
réponse

Particularités ArCa chez l'enfant

- 1) L' hypotension est un signe tardif en cas
d'hypovolémie
d'insuffisance circulatoire
- 2) Délai de réponse du monitoring SpO_2 / $EtCO_2$
↳ hypoxémie sous-estimée

Signes cliniques de choc

- TA basse
- FC ↑ ou ↓
- t de recoloration capillaire prolongé
- pouls périphérique: où ? puissance ?

À interpréter dans contexte

- anesthésie
- chirurgie
- comorbidités

TA systolique seuil ?

Recommandations pédiatriques, enfant éveillé:

< 1 mois : > 60 mmHg

< 1 an : > 70 mmHg

1-10 ans : > 70 mmHg + âge x 2

> 10 ans : > 90 mmHg

technique de mesure ?

sous anesthésie ? - 20% ?

Nouvelles directives PALS

- compression/ventilation rapport 15:2
- compression 100-120/min
= fréquence ventilatoire **lente** 10-12/min
(↑ retour veineux)
⇒ **$EtCO_2 > 10-15$ mmHg**
- dès que retour à circulation spontanée
titrer FiO_2 pour **SpO_2 94-98%**
[100% $O_2 \Leftrightarrow$ ventricule unique
hypertension pulmonaire]

Nouvelles directives PALS

* Rythme défibrillable

Fib Vent

Tach Vent sans pouls

Tach ? à complexes larges

Tach supraV mal supportée

- 
- 1) MCE
 - 2) défibrillation
 - 3) adré 10 μ g/kg après 3^e choc

Adénosine ou défibrillation

* Rythme non-défibrillable

Asystolie

Activité électrique sans pouls

Brady extrême

- 
- 1) MCE
 - 2) adré 10 μ g/kg
 - 3) atropine ?

Nouvelles directives PALS

- * **défibrillation** : palettes pédiatriques si < 10 kg
 - 4 J/kg jusqu'à 10 J/kg
 - 0,5 à 1 J/kg si T supraVent

- * **amiodarone** : si TSV ou TV réfractaire
 - 5 mg/kg jusqu'à 15 mg/kg
 - max 300 mg/dose
 - ! prolonge QT : avis d'un expert

Adieu lidocaïne ?

- PALS: 2^{ème} choix
 - disponible en SOp
 - effet rapide
 - peu d'effets 2^{aires}
- ↪ a encore une place
au BO:
1-1,5 mg/kg



Accès veineux rapide

Si pas de voie en place
la poser en < 1 minute !
Sinon :
voie intraosseuse



3rd Generation: EZ-IO Drill



EZ-IO Drill Needles

PALS: causes réversibles

- 6 H hypoxie
 - hypovolémie
 - hyper - hypokaliémie
 - H ions (acidose)
 - hypothermie
 - hypoglycémie
- 6 T pneumothorax sous tension
 - tamponnade
 - (thrombo) embolie
 - toxines
 - trauma
 - thrombose coronaire

PALS: causes anesthésiques réversibles

- 6 H hypoxie
 - hypovolémie
 - hyper - hypokaliémie
 - H ions (acidose)
 - hypothermie
 - hypertension intracrânienne**
- + 2 Hyperthermie maligne
 - Hypervagotonie
- 6 T pneumothorax sous tension
 - tamponnade
 - (thrombo) embolie
 - toxines : **surdosage, allergie, AL**
 - trauma
 - thrombose coronaire
- + 2 hyperTension pulmon
 - QT long

Plan

- ✓ épidémiologie
- ✓ recommandations actuelles
- ✓ situations spécifiques
- ✓ conclusions

Situations spécifiques

- hypoxémie
- hyperkaliémie
- hypovolémie
- embolie
- toxicité A Locaux
- anomalie cardiaque préexistante

Hypoxémie

Causes les + fréquentes :

- impossibilité d'oxygéner et d'intuber
- laryngospasme
- bronchospasme
- corps étranger (chewing-gum, compresse, aliments)
- déconnection de l'arrivée des gaz

Airway management complications in children with difficult tracheal intubation from the Pediatric Difficult Intubation (PeDI) registry: a prospective cohort analysis

John Edem Fiadjoe, Akira Nishisaki, Narasimhan Jagannathan, Agnes I Hunyady, Robert S Greenberg, Paul I Reynolds, Maria E Matuszczak, Mohamed A Rehman, David M Polaner, Peter Szmuk, Vinay M Nadkarni, Francis X McGowan Jr, Ronald S Litman, Pete G Kovatsis

données collectées d'août 2012 à jan 2015
dans 13 hôpitaux pour enfants aux USA
1018 intubations difficiles : 80% prévues
soit 2 - 5 /1000 enfants intubés
↳ 2% ArCa hypoxiques
soit 1/68 cas d'intubation difficile

Lancet Respir Med 2016; 4: 37-48

Ventilation au masque facial difficile imprévue durant l'induction de l'anesthésie chez l'enfant de 1 à 8 ans

Ventilation difficile

Administrarer oxygène à 100%

Appeler à l'aide

1^{ère} étape: Vérifier

Position de la tête:

- subluxation de la mandibule
- rouleau sous les épaules (< 2 ans)
- tête en position neutre (> 2 ans)
- ventiler à 4 mains
- adapter la pression cricoidienne si réalisée

Equipement:

- masque? circuit? connecteurs?
- utiliser un ballon autoremplisseur si doute

Profondeur d'anesthésie:

- approfondir l'anesthésie?
- ajouter CPAP?

2^{ème} étape: Insérer une canule oro-pharyngée

Appeler à l'aide, si pas arrivée

Exclure les causes de ventilation difficile:

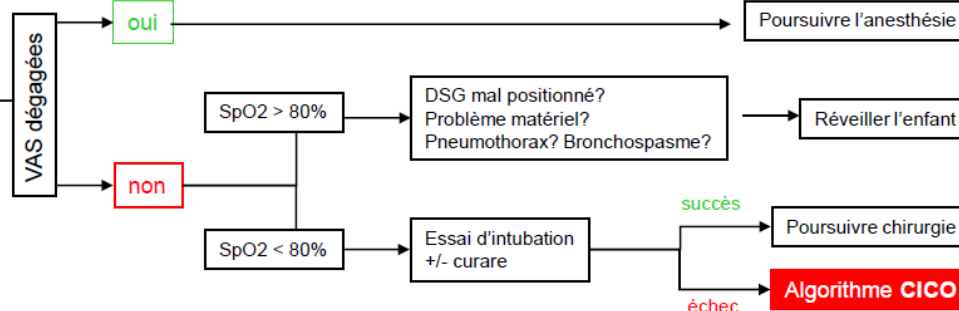
- anesthésie trop légère
- laryngospasme
- distension gastrique (décompresser avec une sonde)

Maintenir la CPAP

- Approfondir l'anesthésie (propofol)
- si curarisé: intuber
- si intubation difficile malgré curare: cf Intubation difficile

3^{ème} étape: Insérer un DSG

Poser un DSG: max 3 essais
Penser à une sonde nasopharyngée
Relâcher la pression cricoidienne



Prévention

Examen minutieux des VAS
pour détecter un risque
d'intubation difficile

Si présent : plan spécial
prévoir aide

masse médiastinale antérieure

= ☠



Hypovolémie

- évidente

saignement ++

- cachée, d'installation progressive

orthopédie, plastique

- iatrogène:

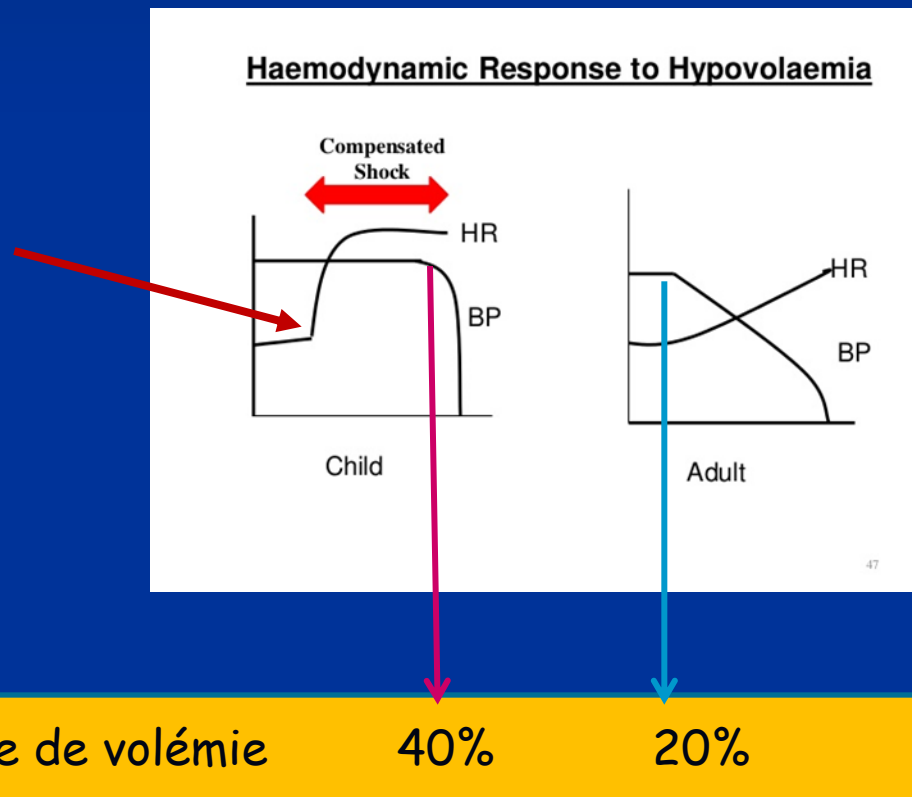
compression VCI / collapsus de reventilation

- fonctionnelle:

perte de l'onde P pendant induction au sévoflurane

! Trisomie 21 et sévoflurane

Physiologie réponse à l'hypovolémie



Physiologie réponse à l'hypovolémie

Effet anesthésiques ?
Effets manœuvres chirurgien ?
Effets ventilation ?

Perte de volémie

40%

20%

Absence of Tachycardia During Hypotension in Children Undergoing Craniofacial Reconstruction Surgery

Paul A. Stricker, MD, Elaina E. Lin, MD, John E. Fiadjoe, MD, Emily M. Sussman, BA, and David R. Jobes, MD

- âge 6m -2a : 57 procédures chez 53 patients
- chirurgie crâniofaciale élektive
- enregistrement électronique
- hypotension = PAm < 40 mmHg : 29 fois chez 10 patients
- données exclues si utilisation d'un vasopresseur

Anesth Analg 2012; 115: 139-46

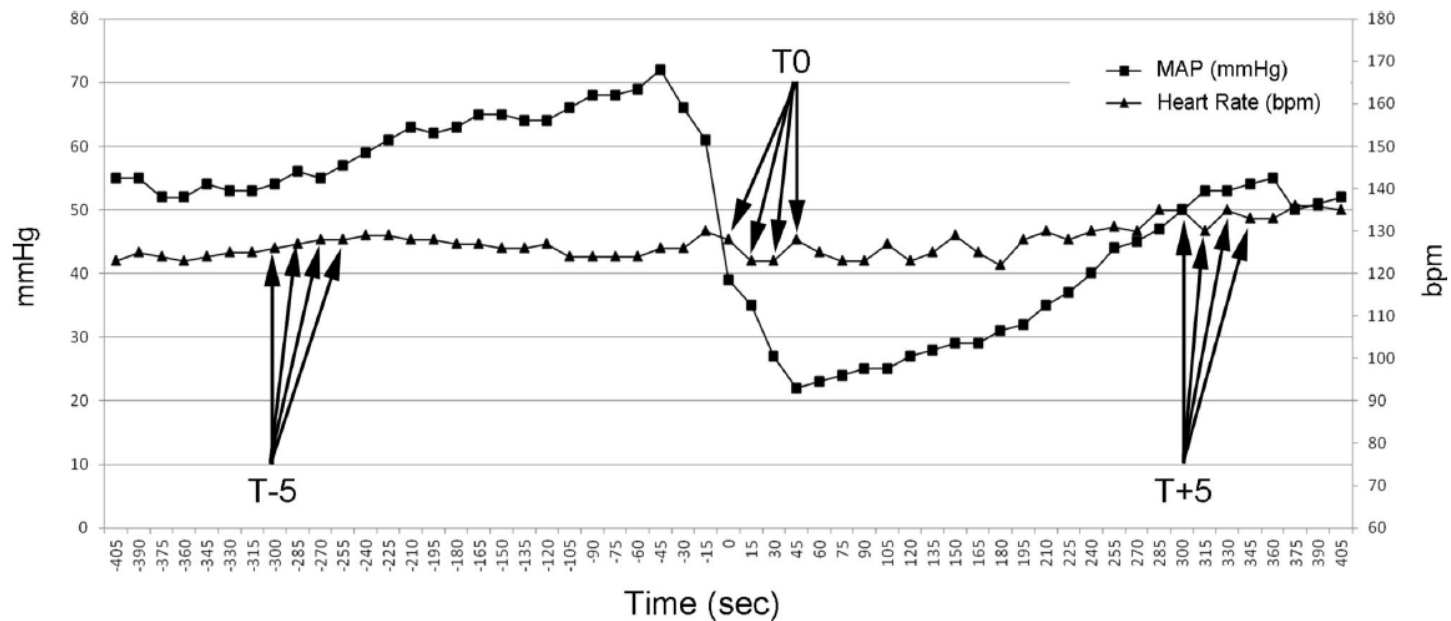


Figure 2. Diagram of sample hypotensive episode (episode 24) showing data points (shown by arrows) included in 1-minute average values, 5 minutes (300 seconds) before start of hypotension (T-5), the first minute of hypotension (T), and 5 minutes (300 seconds) after the onset of hypotension. MAP = mean arterial blood pressure; bpm = beats per minute.

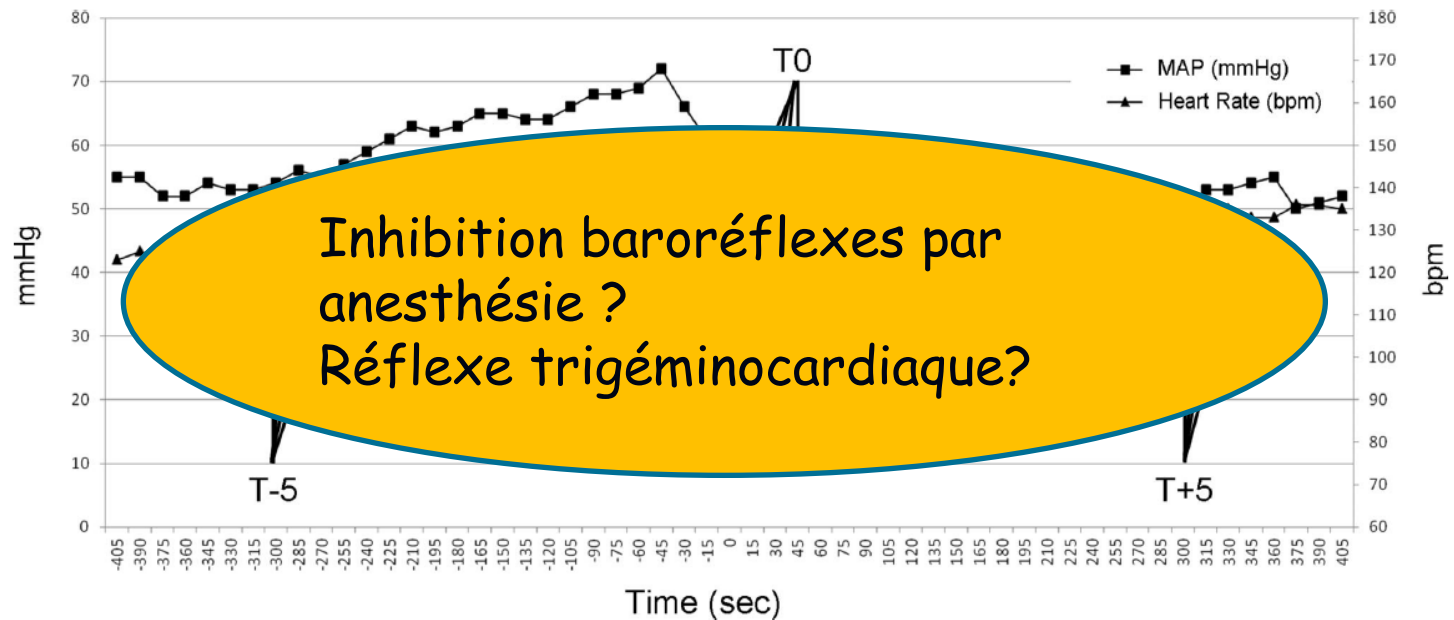
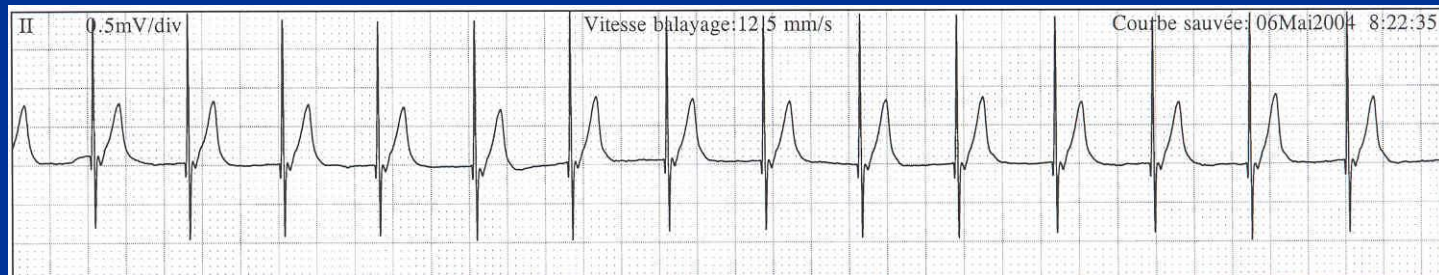


Figure 2. Diagram of sample hypotensive episode (episode 24) showing data points (shown by arrows) included in 1-minute average values, 5 minutes (300 seconds) before start of hypotension (T-5), the first minute of hypotension (T), and 5 minutes (300 seconds) after the onset of hypotension. MAP = mean arterial blood pressure; bpm = beats per minute.

Perte de l'onde P



Onde P = contraction oreillette
= 20% remplissage ventriculaire

Prévention & traitement

- vigilance: surveiller le champ opératoire
pouvoir palper un pouls
☠ si perte du pouls radial !
effet de l'AG sur les barorécepteurs
- traitement:
 - si hypovolémie: 20 ml/kg IV vite
 - perte onde P :
si pas de réponse à ↓ [sévo] : atropine

Hyperkaliémie : causes

- rhabdomyolyse aiguë
- succinylcholine chez brûlé récent (>24h)
- transfusion massive
- levée d'un syndr de compartiment abdominal
- insuffisance rénale
- lyse tumorale, hémolyse aiguë
- déclampage d'un gros vaisseau (greffe foie/rein)

Transfusion et K⁺

➤ source

- hémolyse mécanique: injection sous pression dans une tubulure fine
- durée de conservation du sang
- vitesse d'administration

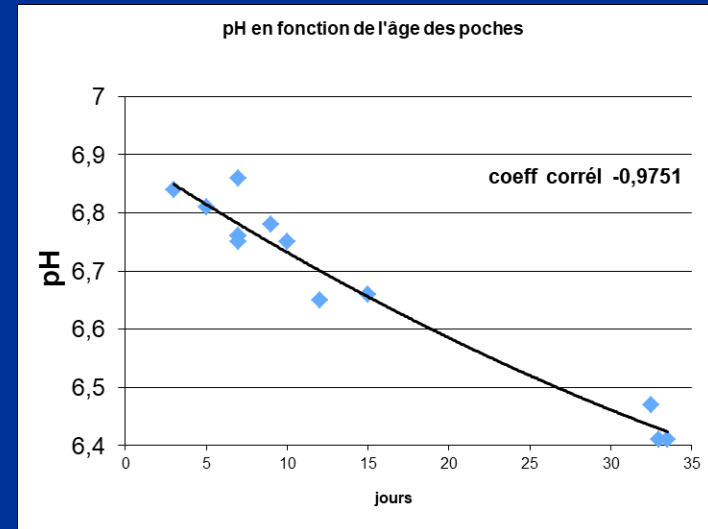
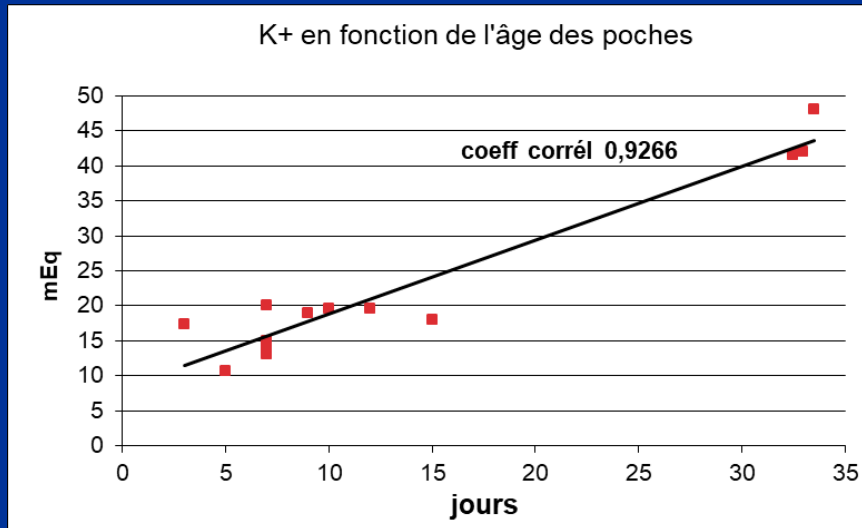
➤ prévention

- lavage sang de banque ds Cell-Saver
- glucose + insuline dès que $K > 5,5 \text{ mEq/L}$

Transfusion et K⁺

➤ source

- [K] ↗ avec la durée de conservation du sang



Rhabdomyolyse aiguë

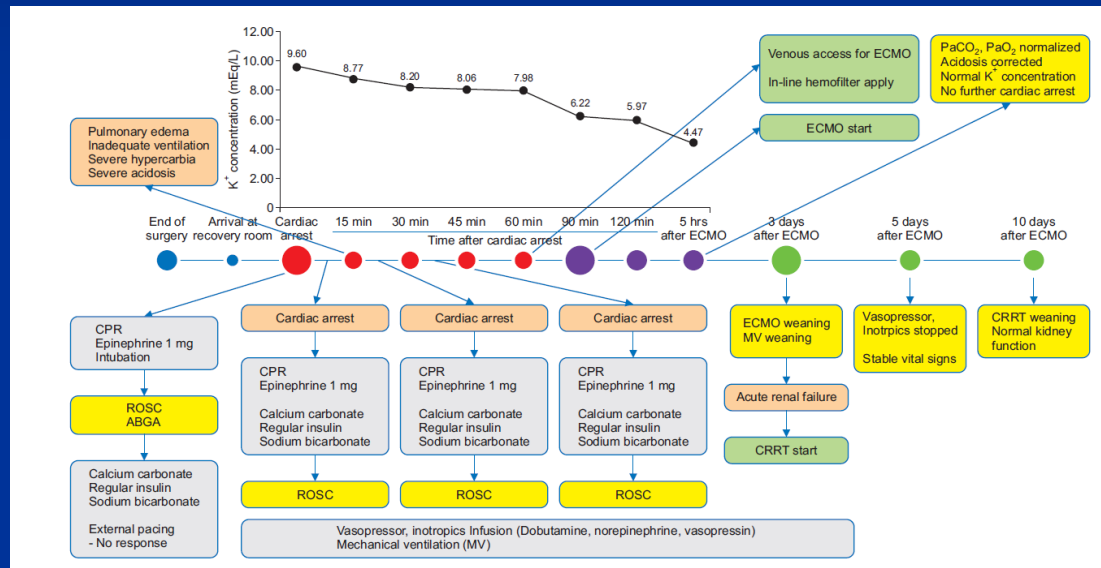
- enfants (garçons) avec dystrophinopathie méconnue (Duchenne, Becker, dystrophie des ceintures)
 - 1/3500 garçons mais 50% mutations nouvelles
 - ↳ pas d'histoire familiale !
diagnostic tardif (3-5 a)
 - exposés à halogéné ± succinylcholine
- SI ArCa DANS UN « CIEL BLEU » : induction
(+ tard)

PENSER MYOPATHIE

Hyperkaliémie

ACLS + Calcium IV

Réanimation parfois longue et complexe ...



Kor J Anesth 2019; 72: 178-83

Embolie

Responsable de 19/531 des ArCa dans WUSafe
en général non-liée à l'anesthésie

Sources possibles

- perfusion mal purgée (bulles) : air
- chirurgie intracrânienne : air
- laparoscopie : CO_2 ou air
- toute injection d'air
- os : graisse

Embolie d'air ou CO₂ : traitement

- * **inutile** : déc lat gauche / Trendelenbourg
- * Si KT central en place : aspirer air/mousse ?
- * Si ARCA ou collapsus :
MCE + adrénaline $\Rightarrow$ fractionner le bouchon gazeux intracardiaque
- *  embolie paradoxale si
 - foramen ovale perméable (25%)
 - volume de gaz > capacité de filtration du poumon

Embolie graisseuse

- chirurgie orthopédique lourde
(membres)
- traumatisme osseux majeur
- Diagnostic en général tardif
 - * majeure partie de la circulation pulmonaire
 - * vasoconstriction
 - * CIVD

hypertension pulm
hypoxémie

Toxicité aiguë d'un AL

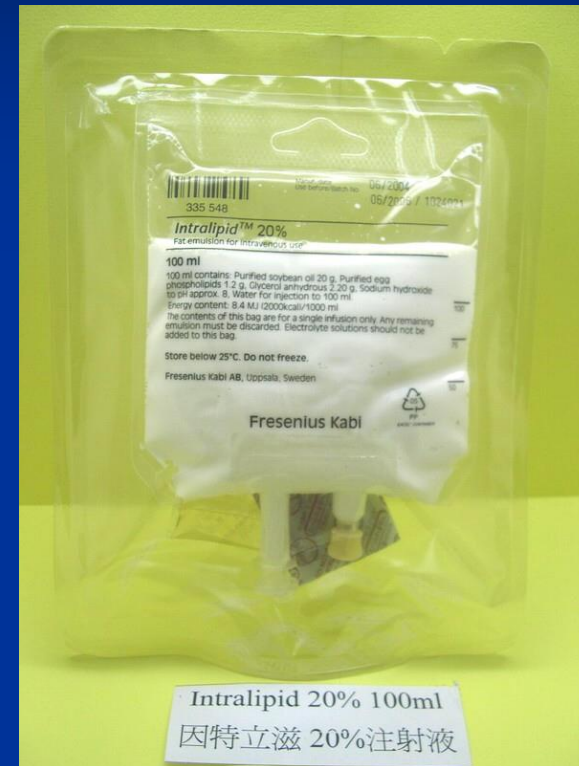
Cause : surdosage
injection IV accidentelle

Prévention : calculer dose, vérifier %
technique rigoureuse
dose-test adrénalinée

Si problème cardiaque :
suivre recos mais adrénaline 1-5 $\mu\text{g}/\text{kg}$!!)

Si ARCA répond mal à PALS

INTRALIPID 20%
1,5 mL/kg en 1 min
répéter 2 x (5 min)
si nécessaire
+ continuer infusion
15 mL/kg/h
jusqu'à stabilité
hémodynamique
(x 6-9 mL/kg
si MEDIALIPID 20%)



Anomalie cardiaque

Situations dangereuses :

- sténose aortique
- ventricule unique (Fontan)
- hypertension pulmonaire
- cardiomyopathie

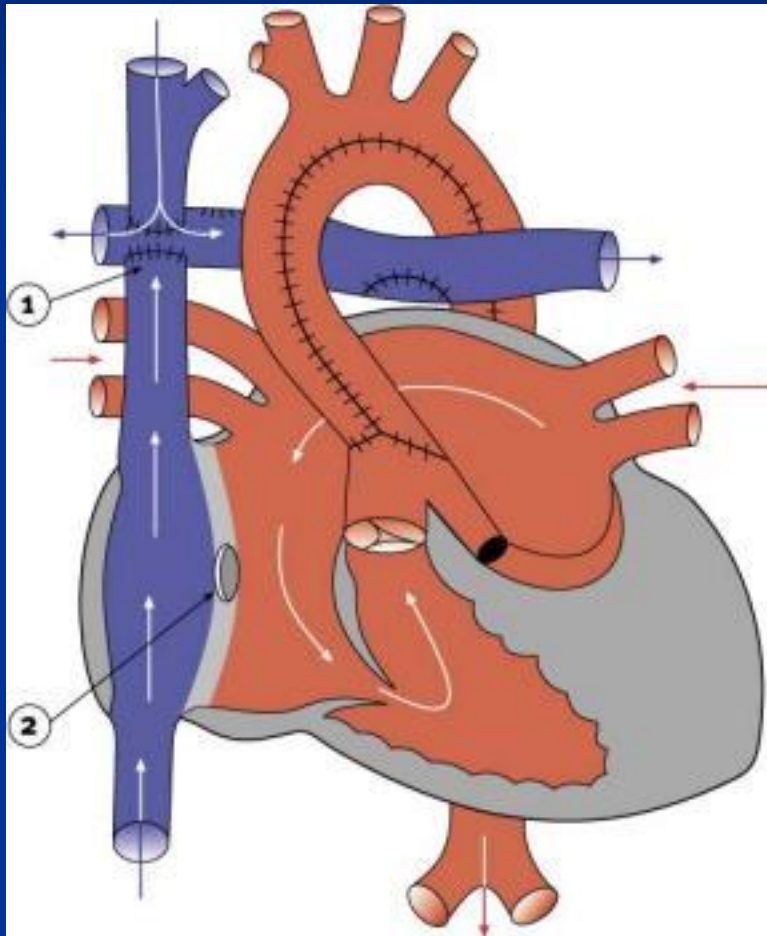
de plus :

- ✓ *un cœur réparé n'est pas normal*
- ✓ *examen clinique : souffle ? arythmie?*
- ✓ *antécédent de perte de conscience ?*

Hypertension pulmonaire méconnue

- Bronchodysplasie pulmonaire (ex prémas)
☹ sténose veine(s) pulmonaire(s)
- Hypertension portale
- Drépanocytose (ado)
- Hernie diaphragmatique congénitale opérée

Être prêt: p ex, Fontan



contractilité	=
FC	= sinus
remplissage	↑
résistance systémique	=
résistance pulmonaire	↓

+ SpO₂ à l'air

Précautions particulières ?

Circulation

AHA SCIENTIFIC STATEMENT

Cardiopulmonary Resuscitation in Infants and Children With Cardiac Disease

A Scientific Statement From the American Heart Association

Circulation 2018; 137: e 691-782

Plan

- ✓ épidémiologie
- ✓ recommandations actuelles
- ✓ situations spécifiques
- ✓ conclusions

Conclusion (1)

* Être prêt

- examen préopératoire: CPA
- planifier l'anesthésie (plan A & B)
- ECG et TA dès que possible
- titrer les doses des anesthésiques
- vigilance + surveillance du champ opératoire
- ! en cas d'évènement annonciateur
- simulation

Conclusion (2)

* pendant la réanimation

- appel à l'aide (écho cardiaque !)
- penser insuffisance surrénalienne si pas de réponse à inotropes/vasopresseurs
- avis d'experts si cas complexe ①

* après la réanimation

- information parents
- débriefing technique
- débriefing psychologique avec infirmières, chirurgiens

Lectures conseillées

e-ADARPEF: Situations Critiques en Anesthésie Pédiatrique
SFAR:
Aides cognitives pour la gestion de crise au bloc opératoire

■ SPECIAL ARTICLE

CME **Pediatric Perioperative Life Support**

Donald H. Shaffner, MD,* Eugenie S. Heitmiller, MD,* and Jayant K. Deshpande, MD, MPH†

Pediatric advanced life support training and guidelines are typically designed for first-responders and out-of-hospital resuscitation. Guidelines and scenarios that are more applicable to the perioperative environment would be beneficial for anesthesiologists. The goal of this article is to review resuscitation of pediatric patients during the perioperative period. We use a format that focuses on preresuscitation preparation, resuscitation techniques, and postresuscitation management in the perioperative period. In an effort to provide information of maximum benefit to anesthesiologists, we include common pediatric perioperative arrest scenarios with detailed description of their management. We also provide a section on postresuscitation management and review the techniques for maintaining the child's hemodynamic and metabolic stability. Finally, 3 appendices are included: an example of an intraoperative arrest record that provides feedback for interventions; a table of key medications for pediatric perioperative resuscitation; and a review of defibrillator use and simulation exercises to promote effective defibrillation. (Anesth Analg 2013;117:960–79)



Cardiac Arrest in the Operating Room: Resuscitation and Management for the Anesthesiologist: Part 1

Vivek K. Moitra, MD,* Sharon Einav, MD,† Karl-Christian Thies, MD,‡ Mark E. Nunnally, MD,§ Andrea Gabrielli, MD,|| Gerald A. Maccioli, MD,¶ Guy Weinberg, MD,# Arna Banerjee, MD,** Kurt Ruetzler, MD,†† Gregory Dobson, MD,‡‡ Matthew D. McEvoy, MD,** and Michael F. O'Connor, MD, FCCM§§

Cardiac arrest in the operating room and procedural areas has a different spectrum of causes (ie, hypovolemia, gas embolism, and hyperkalemia), and rapid and appropriate evaluation and management of these causes require modification of traditional cardiac arrest algorithms. There is a small but growing body of literature describing the incidence, causes, treatments, and outcomes of circulatory crisis and perioperative cardiac arrest. These events are almost always witnessed, frequently known, and involve rescuer providers with knowledge of the patient and their procedure. In this setting, there can be formulation of a differential diagnosis and a directed intervention that treats the likely underlying cause(s) of the crisis while concurrently managing the crisis itself. Management of cardiac arrest of the perioperative patient is predicated on expert opinion, physiologic rationale, and an understanding of the context in which these events occur. Resuscitation algorithms should consider the evaluation and management of these causes of crisis in the perioperative setting. (Anesth Analg 2018;126:876–88)



Cardiac Arrest in the Operating Room: Part 2—Special Situations in the Perioperative Period

Matthew D. McEvoy, MD,* Karl-Christian Thies, MD, FRCA, FERC, DEAA,† Sharon Einav, MD,‡ Kurt Ruetzler, MD,§|| Vivek K. Moitra, MD, FCCM,¶ Mark E. Nunnally, MD, FCCM,# Arna Banerjee, MD,* Guy Weinberg, MD,** Andrea Gabrielli, MD, FCCM,†† Gerald A. Maccioli, MD, FCCM,‡‡ Gregory Dobson, MD,§§ and Michael F. O'Connor, MD, FCCM|||

As noted in part 1 of this series, periprocedural cardiac arrest (PPCA) can differ greatly in etiology and treatment from what is described by the American Heart Association advanced cardiac life support algorithms, which were largely developed for use in out-of-hospital cardiac arrest and in-hospital cardiac arrest outside of the perioperative space. Specifically, there are several life-threatening causes of PPCA of which the management should be within the skill set of all anesthesiologists. However, previous research has demonstrated that continued review and training in the management of these scenarios is greatly needed and is also associated with improved delivery of care and outcomes during PPCA. There is a growing body of literature describing the incidence, causes, treatment, and outcomes of common causes of PPCA (eg, malignant hyperthermia, massive trauma, and local anesthetic systemic toxicity) and the need for a better awareness of these topics within the anesthesiology community at large. As noted in part 1 of this series, these events are always witnessed by a member of the perioperative team, frequently anticipated, and involve rescuer-providers with knowledge of the patient and the procedure they are undergoing or have had. Formulation of an appropriate differential diagnosis and rapid application of targeted interventions are critical for good patient outcome. Resuscitation algorithms that include the evaluation and management of common causes leading to cardiac in the perioperative setting are presented. Practicing anesthesiologists need a working knowledge of these algorithms to maximize good outcomes. (Anesth Analg 2018;126:889–903)