



# ARRET CARDIORESPIRATOIRE CHEZ L'ENFANT SOUS ANESTHESIE

---

Dr F.VEYCKEMANS (LILLE)

## Arrêt cardiorespiratoire chez l'enfant sous anesthésie

Dr Francis Veyckemans

Clinique d'Anesthésie-Réanimation pédiatrique

Hôpital Jeanne de Flandre

CHRU de Lille

francis.veyckemans@chru-lille.fr

### Introduction

L'arrêt cardiaque au cours de l'anesthésie d'un enfant est heureusement un événement rare. Les causes en sont particulières et souvent non décrites dans les recommandations internationales (ILCOR, par exemple) consacrées à la prise en charge de l'arrêt cardiaque en extra-ou intra-hospitalier. Les principales particularités des arrêts cardiaques qui se produisent lors d'une anesthésie sont que les causes en sont différentes et souvent évitables, et que les traitements en sont parfois spécifiques. De plus, ils se déroulent sur un patient monitoré et entouré de moyens de réanimation avancée : ils devraient donc avoir un meilleur pronostic, ce qui n'est pas toujours le cas. Dans les pages qui suivent, nous décrivons l'épidémiologie récente des arrêts cardiaques périopératoires chez l'enfant, ainsi qu'un rappel des principales recommandations à propos du diagnostic, des causes et de la prise en charge de l'arrêt cardiaque chez l'enfant. Les spécificités de l'arrêt cardiaque sous anesthésie, le diagnostic et le traitement de ses causes les plus fréquentes, anesthésiques et chirurgicales, sont ensuite détaillées [1, 2, 3]. Le choc anaphylactique et la crise d'hyperthermie maligne ne seront pas décrits.

### Epidémiologie récente

Par définition, l'arrêt cardiaque sous anesthésie est la nécessité de recourir à un massage cardiaque externe ou à une défibrillation cardiaque. Nous savons qu'il s'agit là de manœuvres extrêmes, et qu'il existe de nombreux cas où une situation clinique catastrophique est rattrapée juste avant qu'on doive les utiliser. La notion d'arrêt cardiaque représente donc le sommet de l'iceberg des situations critiques sous anesthésie. Cependant, la majorité de ces arrêts cardiaques sont pris en charge de manière adéquate et leur mortalité et morbidité est généralement faible. Les données les plus récentes ont été rapportées par le groupe Wake-Up-Safe aux USA [4]. Depuis 2010, 29 centres tertiaires américains d'anesthésie pédiatrique récoltent de manière volontaire et anonyme les arrêts cardiaques survenus sous anesthésie. Sur un total de 1.006.658 anesthésies réalisées de 2010 à 2015, 531 arrêts cardiaques ont été rapportés, dont 329 attribuables à l'anesthésie, soit une incidence de 3,3/10.000. La mortalité globale était de 10,9% mais était doublée si l'arrêt cardiaque survenait en-dehors des heures ouvrables, la nuit ou le week-end. Les principales causes de ces arrêts cardiaques étaient cardiovasculaires dans 49%, respiratoires dans 35% et médicamenteuses dans 7% des cas. Le détail des principales causes est rapporté dans le tableau ci-dessous :

<b>Causes cardiovasculaires</b> <b>n= 261</b>	Troubles du rythme 87 Décompensation cardiaque 50 <b>Hémorragie</b> 48 Hypertension pulmonaire 30 <b>Hypovolémie</b> 16 <b>Embolie</b> 13 (10 : gazeuse)
<b>Causes respiratoires</b> <b>n= 186</b>	<b>Laryngospasme</b> 43 <b>Ventilation et intubation difficiles</b> 20 <b>Extubation accidentelle</b> ou prématurée 19 <b>Bronchospasme</b> 8 <b>Intubation oesophagienne</b> 6 <b>Aspiration</b> 3
<b>Causes médicamenteuses</b> <b>n= 37</b>	<b>Erreur</b> 6 <b>Intoxication AL</b> 1

La distribution des causes est certainement influencée par le fait que ces arrêts cardiaques sont survenus dans des centres de références où sont pris en charge des cas lourds et la chirurgie cardiaque infantile : les causes présentées en gras sont plus communes dans la pratique générale. Outre l'anesthésie pour une procédure cardiaque, les principaux facteurs de risque identifiés étaient un âge inférieur à un an, l'urgence et un score ASA  $\geq 3$ .

Le même groupe a également analysé les arrêts cardiaques survenus en SSPI : même si seuls 4,7 % des arrêts cardiaques y ont eu lieu, leur mortalité était 10 fois plus élevée (3,8 % !), 69% étaient évitables, et plus de 50% étaient d'origine respiratoire.

### Signes annonciateurs

Les signes annonciateurs d'un événement grave sous anesthésie sont bien connus :

- bradycardie rapidement progressive ou brutale,
- perte du signal du saturomètre ou désaturation brutale,
- diminution ou perte du capnogramme,
- hypotension ou difficulté de fonctionnement du système de mesure invasive ou non-invasive de la pression artérielle. Un problème crucial est de savoir à quel niveau de pression artérielle (systolique ou moyenne) il faut réagir. Les chiffres cités dans la littérature pédiatrique concernent l'enfant éveillé : par exemple, il est recommandé de maintenir une pression systolique la valeur supérieure à

<p><b>&lt; 1 mois : &gt; 60 mmHg</b></p> <p><b>&lt; 1 an : &gt; 70 mmHg</b></p> <p><b>1-10 ans : &gt; 70 mmHg + âge x 2</b></p> <p><b>&gt; 10 ans : &gt; 90 mmHg</b></p>
--

On admet généralement que les **valeurs sous anesthésie peuvent être inférieures de 10 à 20%**.

Ces signes sont peu spécifiques et peuvent être également dus à un dysfonctionnement du monitoring concerné : il est essentiel de vérifier d'abord l'état du patient (palpation d'un pouls, vérification du tracé de l'ECG, etc) et d'interpréter ces données dans le contexte clinique (saignement, manœuvre chirurgicale) tout en vérifiant le bon fonctionnement du monitoring (artéfacts, déconnexion, etc).

### Recommandations récentes :

Le diagnostic d'arrêt cardiaque effectif ou imminent implique le déclenchement immédiat d'un traitement symptomatique et d'un traitement causal.

Le but du traitement symptomatique est de rétablir une circulation efficace en attendant qu'un diagnostic étiologique soit établi et que le traitement causal soit mis en place.

Le traitement symptomatique de l'arrêt cardiaque chez l'enfant comprend :

- **Assurer un rapport compression/ventilation de 15:2**
- **Au rythme de 100-120 compressions /min, cela revient à assurer une fréquence ventilatoire lente (10-12/minute) de façon à faciliter le retour veineux au cœur : l'objectif est d'obtenir une valeur de CO<sub>2</sub> téléexpiratoire > 10-15 mmHg**
- **Dès que le retour à une circulation spontanée est constaté, il faut titrer la FiO<sub>2</sub> pour obtenir une SpO<sub>2</sub> 94-98%. L'utilisation de 100% O<sub>2</sub> est réservé aux cas d'hypertension artérielle pulmonaire et de circulation de type ventricule unique**  
(Fontan, par exemple)

Dès qu'un tracé ECG est disponible, le traitement est adapté comme suit :

- **La dysrythmie peut être traitée à l'aide d'un défibrillateur**  
= fibrillation ventriculaire, tachycardie ventriculaire sans pouls ou mal supportée, tachycardie d'origine ? à complexes larges
  - défibriller dès que possible : palettes pédiatriques si <10 kg et débiter avec 4J/kg en cas de tachycardie supraventriculaire mal supportée : 0,5 à 1J/kg ou adénosine IV
  - poursuivre le massage cardiaque et la ventilation tant qu'il n'y a pas de retour à une circulation spontanée avec un rythme si possible sinusal
  - administrer de l'adrénaline (10 µg/kg) après la 3<sup>ème</sup> défibrillation infructueuse
- **La dysrythmie ne peut être traitée par une défibrillation**  
= Asystolie, activité électrique sans pouls, bradycardie extrême
  - poursuivre le massage cardiaque et la ventilation tant qu'il n'y a pas de retour à une circulation spontanée avec un rythme si possible sinusal
  - administrer de l'adrénaline (10 µg/kg)
  - l'atropine (20-40 µg/kg) est parfois utile

En cas de tachycardie ventriculaire réfractaire à la défibrillation ou de tachycardie supraventriculaire, il est recommandé d'administrer de l'amiodarone 5mg/kg en IV lente jusqu'à un maximum de 15 mg/kg ou 300 mg. Etant donné le risque d'allongement du QT

associé à l'amiodarone, en milieu hospitalier il est préférable de demander l'avis d'un collègue cardiologue. A notre avis, le médicament de choix en salle d'opération reste la lidocaïne IV (qui est disponible dans tous les blocs) à la dose de 1-1,5 mg/kg en IV.

### **Causes possiblement réversibles d'un arrêt cardiaque**

Les recommandations internationales reconnaissent 12 causes réversibles d'arrêt cardiaque décrites sous « 6H et 6T ».

Les 6 H sont : **H**ypoxie, **H**ypovolémie, **H**ypo et hyperkaliémie, ions **H** (acidose), **H**ypoglycémie, **H**ypothermie

Les 6 T sont : pneumo**T**horax sous tension, (**T**hrombo)embolie, **T**amponnade, **T**oxines, **T**rauma, **T**hrombose coronaire.

Cette série de causes d'arrêt cardiaque doit être élargie en cas d'anesthésie :

Pour les H : **H**ypertension intracrânienne, **H**yperthermie maligne de l'anesthésie, **H**ypervagotonie.

Pour les T : outre l'inclusion du surdosage médicamenteux, de l'anaphylaxie et de l'intoxication aux anesthésiques locaux dans les **T**oxines, il faut ajouter hyper**T**ension artérielle pulmonaire, **Q**T long et les autres troubles congénitaux du rythme cardiaque.

**Certaines de ces causes sont décrites en détail ci-dessous.**

#### ***Hypoxémie***

C'est une cause fréquente d'arrêt cardiaque en salle d'opération. Les causes en sont multiples : laryngospasme, bronchospasme, difficulté de ventilation au masque facial ou d'intubation, présence d'un corps étranger (compresse oubliée) ou technique (déconnexion du circuit de ventilation ou de l'arrivée des gaz frais). Même si cette catégorie d'arrêt cardiaque répond rapidement à une ventilation efficace, il faut garder à l'esprit que le pronostic fonctionnel (morbidity à moyen ou long terme) peut en être sombre car l'arrêt cardiaque est survenu sur un terrain hypoxique. Les arbres décisionnels publiés dans le nouveau référentiel sur la gestion des voies aériennes chez l'enfant [5] sont utiles pour éviter d'arriver à cette situation critique.

#### ***Hypovolémie***

La cause est évidente en cas d'hémorragie importante. Le diagnostic est plus difficile en cas de saignement progressif comme en orthopédie ou en chirurgie plastique : l'hypovolémie et/ou l'anémie s'installe progressivement et est souvent sous-estimée. La physiologie nous apprend que, chez le petit enfant éveillé, la chute de pression artérielle est plus tardive mais aussi plus brutale que chez l'adulte : chez l'adulte, la pression artérielle commence à chuter dès que 20% du volume circulant est perdu alors que chez l'enfant la pression artérielle reste stable jusqu'à la perte de 40% du volume circulant, juste avant un collapsus circulatoire brutal. Cependant, la tachycardie est précoce chez l'enfant. Le diagnostic d'hypovolémie est plus difficile chez l'enfant sous anesthésie car la plupart des agents anesthésiques ont un effet

sur les barorécepteurs et qu'il existe d'autres causes de tachycardie : analgésie insuffisante, surdosage médicamenteux, sepsis, température etc. De plus, une étude prospective réalisée au cours de la chirurgie pour craniosténose a montré que, chez l'enfant de moins de 2 ans, une hypotension majeure peut n'être accompagnée d'aucune tachycardie [6]. L'évaluation de la volémie est donc difficile chez l'enfant car ni la mesure (en général intermittente) de la pression artérielle ni la fréquence cardiaque ne sont des critères parfaits, et que les critères de réponse au remplissage utilisés chez l'adulte ( $\Delta$ pp, par exemple) ne sont pas valides. Il appartient donc au praticien d'être particulièrement vigilant dans les situations à risque d'hypovolémie et de réaliser une épreuve de remplissage (20 ml de Ringer lactate en 10 minutes) en cas de doute. Les modalités ultérieures du remplissage vasculaire dépendent du contexte clinique.

L'hypovolémie peut être relative en cas par exemple de compression de la veine cave inférieure par le chirurgien. Il faut enfin être attentif aux causes iatrogènes d'hypotension artérielle comme la perte de l'onde P (et donc de la contraction auriculaire qui correspond à 20% du remplissage diastolique des ventricules) ou le collapsus de re-ventilation après une période d'hypoventilation (correction trop rapide d'une hypercarbie).

### ***Hyperkaliémie***

Il s'agit d'une source souvent méconnue d'arrêt cardiaque chez l'enfant sous anesthésie. Elle est importante à garder en tête en cas d'arrêt cardiaque brutal et difficile à expliquer ou en cas de troubles du rythme cardiaque multiples car **c'est la seule indication d'administration de calcium** (20 mg/kg de chlorure ou 50 mg/kg de gluconate). En cas d'afflux massif de K, il peut être nécessaire de faire appel à une solution de glucose-insuline voire à une hémofiltration en urgence. Les causes en sont :

- l'administration de succinylcholine à un brûlé récent (>24h) ou à un patient immobilisé depuis plusieurs semaines
- une rhabdomyolyse aiguë en cas d'utilisation d'un agent halogéné, avec ou sans succinylcholine, chez un enfant porteur d'une myopathie méconnue. L'exemple classique est celui de la myopathie (dystrophinopathie) de Duchenne.
- la transfusion massive: chez l'enfant, la source principale est l'hydrolyse mécanique lors d'une transfusion rapide ou massive via une extension de perfusion de petit calibre
- la levée d'un syndrome de compartiment abdominal
- en présence d'un syndrome de lyse tumorale, spontané ou induit, en cas de lymphome rapidement évolutif
- l'insuffisance rénale terminale
- l'hémolyse aiguë
- le déclampage d'un gros vaisseau en cas de transplantation rénale ou hépatique.

### ***Embolie gazeuse***

Il s'agit d'un événement rare et en général d'origine chirurgicale, sauf en cas de purge insuffisante d'une trousse de perfusion (bulles). Les causes les plus fréquentes sont

- la laparoscopie : embolie de CO<sub>2</sub> ou d'air (en début d'insufflation, si les raccords de l'insufflateur n'ont pas été rincés avec du CO<sub>2</sub> auparavant)
- la chirurgie intracrânienne : brèche d'une veine, surtout si la crâne est surélevé par rapport au niveau de l'oreillette droite
- toute injection d'air (intra-articulaire, par exemple)

Le traitement en est spécifique. Il est inutile de placer l'enfant en décubitus latéral gauche ou en position de Trendelenbourg : en cas de collapsus cardiovasculaire ou d'arrêt cardiaque, il faut initier le plus rapidement possible un massage cardiaque externe pour fractionner le bouchon gazeux qui fait obstacle à l'éjection du ventricule droit et rétablir la circulation sanguine pulmonaire. Il y a un risque d'embolie paradoxale (cerveau, coronaires) en présence d'un foramen ovale perméable (25% de la population adulte) ou si la capacité de filtration des poumons est dépassée (embolie gazeuse massive). Dans ce cas, il est utile de réaliser quelques séances de caisson hyperbare en post-opératoire.

### ***Embolie graisseuse***

Il s'agit d'un événement rare d'origine chirurgicale : chirurgie orthopédique lourde, polytraumatisé. Le diagnostic en est généralement tardif : une hypoxémie s'installe progressivement, au fur et à mesure que l'arbre artério-capillaire pulmonaire est obturé par les embolies graisseuses. La réanimation est difficile car il faut gérer une hypoxémie réfractaire, une hypertension artérielle pulmonaire (obstacle mécanique + vasoconstriction) et une coagulation intravasculaire disséminée. L'échographie cardiaque confirme le diagnostic (dilatation du VD et éléments échogènes) : la pose rapide d'une ECMO est sans doute la seule chance de survie.

### ***Intoxication aux anesthésiques locaux***

Les causes en sont l'injection IV accidentelle et l'erreur de dosage. La prévention est simple et repose sur une technique rigoureuse (l'échoguidage devrait diminuer l'incidence d'injection IV accidentelle), le calcul précis de la dose maximale utilisable, et, éventuellement, sur l'utilisation d'une dose test adrénalinée à 0,5 ou 2,5 µg/ml de solution de lidocaïne à 1%. L'arrêt cardiaque est typiquement précédé d'un BAV et d'un élargissement progressif du QRS. Le traitement repose sur l'arrêt immédiat de l'injection de la solution d'anesthésique local, et la mise en place d'une réanimation cardiorespiratoire basée sur les principes décrits plus haut sauf qu'il faut débiter avec de **faibles doses d'adrénaline IV : 1-5 µg/kg !** Si une stabilité hémodynamique n'est pas rapidement rétablie, il est recommandé d'administrer rapidement de l'**Intralipide®** à 20% à la dose de 1,5 ml/kg en 1 minute poursuivre à la dose de 0,25 ml/kg/min (soit 15 ml/kg/h) jusqu'au retour de la stabilité hémodynamique ; on peut répéter 2 fois le bolus initial à 5 min d'intervalle en cas de non-réponse. Dose maximale : 10 ml/kg en 30 minutes En cas d'utilisation de Medialipide® à 20%, il faut administrer 6 à 9 ml/kg en 1 minute, dose qui peut être répétée 1 x à 5 minutes.

### ***L'enfant cardiaque***

Tout enfant porteur d'une anomalie cardiaque présente un risque anesthésique majoré. Les pathologies suivantes sont particulièrement à risque d'arrêt cardiaque :

- la sténose aortique surtout si elle est serrée (gradient  $\geq 50$  mmHg) ; la présence d'un syndrome de Williams-Beuren est un facteur de risque supplémentaire
- les circulations de type ventricule unique (Fontan, par exemple)
- l'hypertension artérielle pulmonaire surtout si elle est iso- ou supra-systémique. Il faut être attentif à dépister l'hypertension artérielle pulmonaire dans certaines pathologies à risque comme les apnées obstructives du sommeil très sévères, la bronchodysplasie de l'ancien prématuré (surtout si elle est associée à une sténose progressive d'une ou des veines pulmonaires), l'hypertension portale ou la drépanocytose (adolescent).
- toute cardiomyopathie.

Il en est de même pour les enfants souffrant d'un trouble du rythme congénital comme le QT long congénital ou le syndrome de Brugada. Ces enfants doivent idéalement être pris en charge dans un centre spécialisé après avis de leur cardiologue. En cas d'urgence ou si la prise en charge est autorisée dans un centre peu spécialisé, il est très utile de se référer aux recommandations particulières pour la réanimation de l'enfant cardiaque publiées dans *Circulation* en 2018 [7].

## Conclusion

Comme cela est clairement démontré dans toutes les grandes séries publiées, la majorité des causes d'arrêt cardiaque liées à l'anesthésie sont prévisibles et donc évitables. Il est donc de notre responsabilité de les éviter sur la base d'un examen préopératoire attentif, d'une préparation soignée de l'anesthésie (plan A & B), d'une titration de la dose de chaque agent anesthésique, d'un monitoring adapté (standards de la SFAR) dont les limites sont comprises, d'une vigilance constante (surveillance du champ opératoire) et d'une réaction appropriée en cas d'événement annonciateur (voir plus haut). De plus, les séances de simulation nous permettent de nous familiariser avec ces situations critiques rares et d'améliorer notre façon de travailler en équipe.

En cas d'arrêt cardiaque, si l'arrêt cardiaque ne répond pas rapidement au traitement, il faut reconsidérer le diagnostic causal initialement posé, faire appel rapidement à l'échographie cardiaque (remplissage, fonction myocardique ? embolies ?) et penser insuffisance surrénalienne méconnue si les catécholamines sont inefficaces.

Après la réanimation, il est essentiel d'informer les parents sur les causes et circonstances de l'arrêt cardiaque. Il faut également prendre soin de mettre par écrit rapidement tout ce qui s'est passé juste avant, pendant et après la réanimation cardiorespiratoire: tout cela sera une source essentielle d'informations lors du débriefing technique (réunion mortalité-morbidité) ou en cas de problème médico-légal. Enfin, il faut penser à organiser rapidement (dans les 72h qui suivent) un débriefing «psychologique» de toute l'équipe présente afin de permettre à chacun(e) d'exprimer comment il/elle a vécu l'incident critique, ce qui a bien fonctionné et ce qui a dysfonctionné, et d'essayer d'en tirer des conclusions positives pour le futur.

## Références :

En ligne,

- Situations critiques en Anesthésie pédiatrique : site e-ADARPEF

- Aides cognitives pour la gestion de crise au bloc opératoire sur le site de la SFAR (+ application smartphone)

-1- Shaffner DH, Heltmiller ES, Deshpande JK. Pediatric perioperative life support. *Anesth Analg* 2013 ; 117 : 960-79

-2- Moitra VK, Einar S, Thies K-C, Nunnally ME, Gabrielli A et al. Cardiac arrest in the operating room: Part 1 resuscitation and management for the anesthesiologist. *Anesth Analg* 2018; 126: 876-88.

-3- Mc Evoy MD, Thies K-C, Einar S, Ruetzler K, Moitra VK, Nunnally ME et al. Cardiac arrest in the operating room: Part 2 Special situations in the perioperative period. *Anesth Analg* 2018; 126: 889-903.

- 4- Christensen RE, Lee AC, Gowen MS, Rettiganti MR, Deshpande JK et al. Pediatric perioperative cardiac arrest, death in the off hours: a report from Wake Up Safe, the pediatric quality improvement initiative. *Anesth Analg* 2018; 127: 472-7.

-5- Dadure C, Sabourdin N, Veyckemans F, Babre F, Bourdaud N, Dahmani S et al.. Gestion des voies aériennes de l'enfant. *Anesth Réanim* 2019; 5 : 408-26.

- 6- Stricker P, Lin EE, Fiadjoe JE, Sussman EM, Jobes DR. Absence of tachycardia during hypotension in children undergoing craniofacial reconstruction surgery. *Anesth Analg* 2012; 115:339-46.

- 6- American Heart Association. Cardiopulmonary resuscitation in infants and children with cardiac disease. *Circulation* 2018; 137: e691-782.