Anesthesia and Congenital Heart Disease

Non-Cardiac Surgery and Cath Lab

DIU RCCC

Necker le 17/01/2019

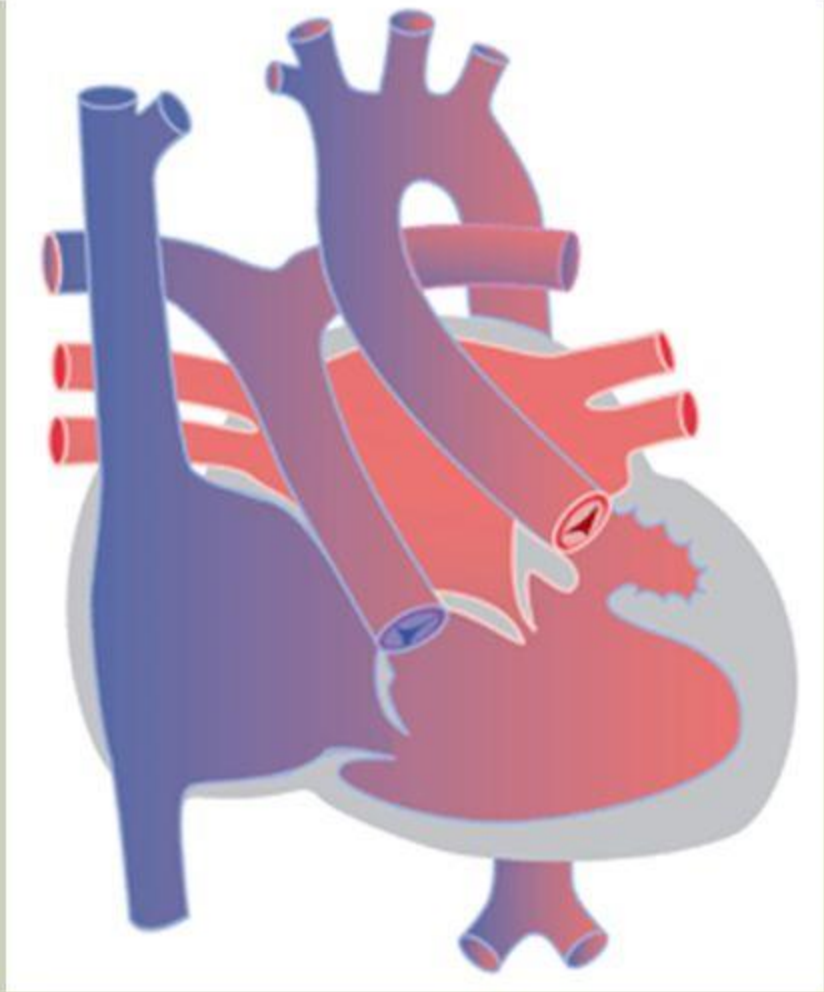
Dr Michel PELLEGRINI
Hôpitaux Universitaires de Genève

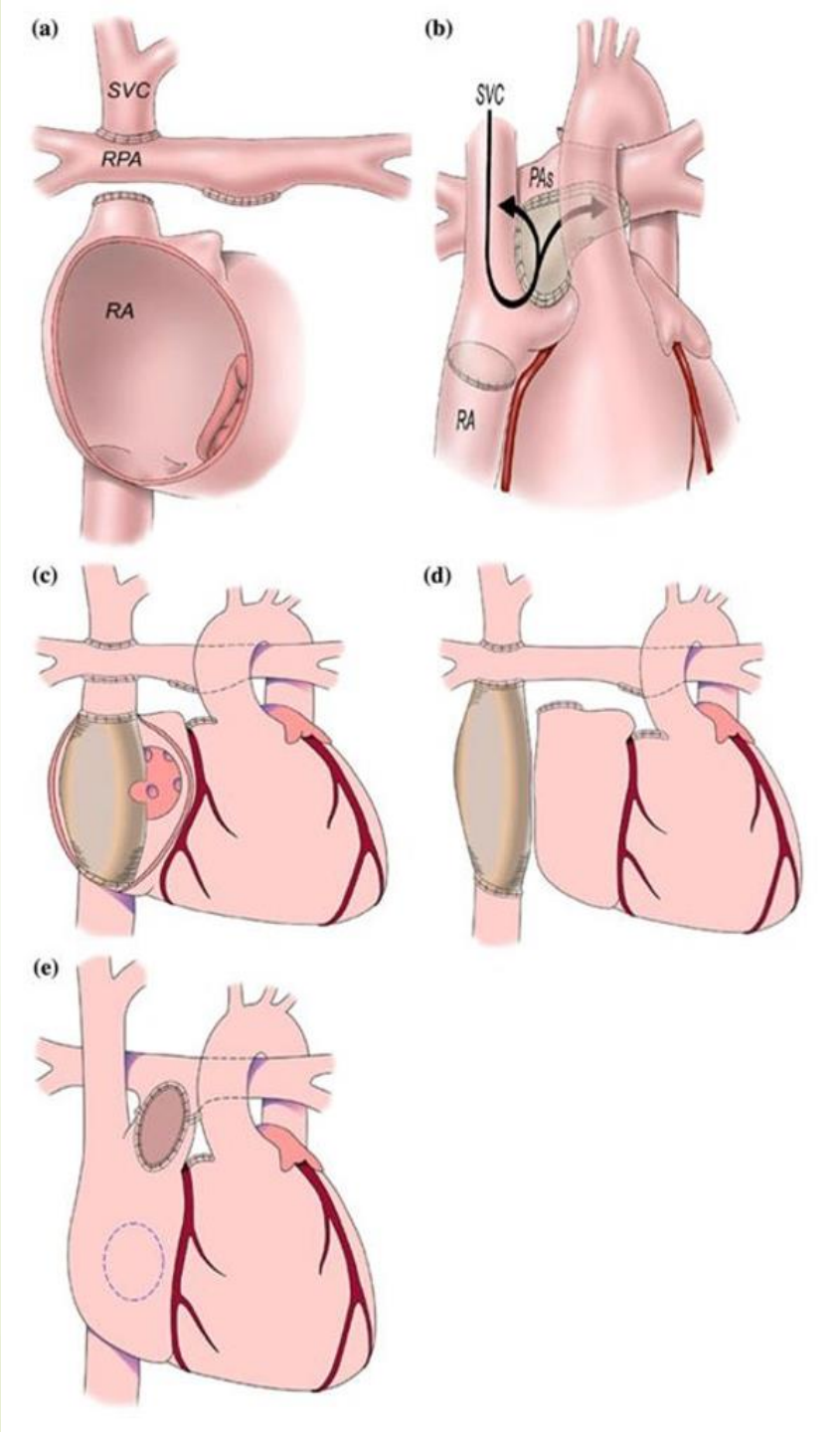
Michel.pellegrini@hcuge.ch

Cas clinique

- Jeune femme de 28 ans, Hypoplasie cœur G, Norwood puis Fontan depuis 26 ans.
- Va plutôt bien (NYHA II) sauf un long QT et une arythmie
- Programmée pour une cholécystectomie sous laparoscopie

CŒUR UNI-VENTRICULAIRE





Yuki K et al, J Anesth 2011; 25: 247-56

Chirurgie laparoscopique

- Avantages :

Réduit la douleur post op et le temps d'hospitalisation

- Inconvénients

Hypercapnie

Embolie gazeuse

Instabilité hémodynamique

Emphysème médiastinal

Pneumothorax

Gestion pendant la Laparoscopie

- Limiter la Pintra abdo à 8-10 mmHg pour conserver le retour veineux et le Qc
- La PIA doit toujours être inférieure à la PVC
- Limiter le temps de chirurgie (chirurgien expérimenté)
- Maintenir une ventilation eucapnique
- Maintenir une bonne volémie

Pans SJA et al. Hemodynamics in a patient with Fontan physiology undergoing laparoscopic cholecystectomy. Neth Heart J 2015; 23 : 383-5

D-tgv, CIA, CIV

2 mois ½,
2.5 kg

Arrivé la veille de Tunisie pour correction de sa cardiopathie

Vient des
USI
Sous VNI
Pas de VVP

On aimerait le renutrire avant la chir cardiaque

Cachéxie, tirage, fébrile, adénopathies (BG- et CG+), mycose buccale, inguinale et du siège, Insuff rénale

Sat O2 50-60 % AA

Broviac en axillaire

Stratégie anesthésique ?

AG ?

ALR ?

TOT ou VNI ou autre ?

Organisation, précautions à prendre ?

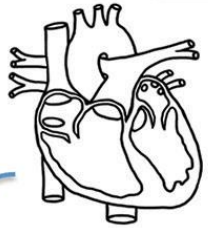
Increase Pulmonary output

Decrease PVR

- Hypocapnia
- Pulmonary vasodilators (Nitrous oxide, Volatile anaesthetics,Vasopressin, PDE inhibitors)
- Metabolic Alkalosis

Increase SVR

- Sympathetic stimulation
- Vasoconstrictors
- Hypothermia.



Extracardiac or aorto- Pulmonary shunt

Atrial level Shunt

Ventricular level shunt

Increase Systemic output

Increase PVR

- Hypoxia
- Hypercarbia
- Hypothermia
- High Haematocrit
- IPPV
- Metabolic acidosis
- Alpha Adrenergic Stimulation

Decrease SVR

- Vasodilators – Nitrites, PDE inhibitors
- Spinal and Epidural Anaesthesia
- Deep GA
- Hyperthermia.
- Low Haematocrit
- Beta Agonists

Depending on direction of shunt the balance in SVR and PVR will affect Cardiac output and systemic perfusion

Junghare SW, Desurkar V. Congenital heart diseases and anaesthesia. Indian J Anaesth 2017;61:744-52.

PLAN

- Cas cliniques
- Définitions et Épidémiologie
- Le VU
- Le patient avec HTAP
- Qui fait quoi ?
- Principes de base
- Anesthésie pour KT et Hors bloc
- Conclusions

Épidémiologie

JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY
VOL. 67, NO. 7, 2016
© 2016 BY THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY FOUNDATION
ISSN 0735-1097/$36.00
PUBLISHED BY ELSEVIER
http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2015.11.057

Post-Operative Outcomes in Children With and Without Congenital Heart Disease Undergoing Noncardiac Surgery

David Faraoni, MD, PhD, David Zurakowski, PhD, Daniel Vo, MD, Susan M. Goobie, MD, Koichi Yuki, MD, Morgan L. Brown, MD, PhD, James A. DiNardo, MD

Propensity score matching
Stratification by severity of CHD

COMPARISON OF MORTALITY AND ADVERSE POST OP OUTCOMES

JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY
VOL. 67, NO. 7, 2016
© 2016 BY THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY FOUNDATION
PUBLISHED BY ELSEVIER
ISSN 0735-1097/$36.00
http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2015.11.057

Post-Operative Outcomes in Children With and Without Congenital Heart Disease Undergoing Noncardiac Surgery

David Faraoni, MD, PhD, David Zurakowski, PhD, Daniel Vo, MD, Susan M. Goobie, MD, Koichi Yuki, MD, Morgan L. Brown, MD, PhD, James A. DiNardo, MD

ACS NSQIP = American College of Surgeons
National Surgical Quality Improvement Program

51 008 children in the database

4520 With CHD underwent non cardiac surgery

Définitions

Cardiopathies congénitales

- Mineures
- Majeures
- Sévères

Chirurgies Non-cardiaques

TABLE 1 ACS NSQIP Classification of CHD Based on Residual Lesion Burden and Functional Status

Classification	Definition and Criteria
Minor CHD	• Cardiac condition with or without medication and maintenance (e.g., atrial septal defect, small-to-moderate ventricular septal defect with no symptoms) • Repair of congenital heart defect with normal cardiovascular function and no medication
Major CHD	• Repair of congenital heart defect with residual hemodynamic abnormality with or without medications (e.g., tetralogy of Fallot with wide open pulmonary insufficiency, hypoplastic left heart syndrome including stage 1 repair)
Severe CHD	• Uncorrected cyanotic heart disease • Patients with any documented pulmonary hypertension • Patients with ventricular dysfunction requiring medications • Listed for heart transplant

ACS NSQIP = American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program; CHD = congenital heart disease.

TABLE 3 Mortality and Post-Operative Outcomes for Matched Controls and Severe CHD Patients

	Controls (n = 417)	Severe (n = 417)			
	Patients	Patients	Odds Ratio (95% CI)	p Value	Risk Difference (95% CI)
30-day mortality	3 (0.7)	24 (5.7)	8.43 (2.52 to 28.21)	**<0.001**	0.050 (0.027 to 0.074)
Overall mortality	5 (1.2)	34 (8.1)	7.32 (2.83 to 18.90)	**<0.001**	0.070 (0.041 to 0.098)
Cardiac arrest	0 (0.0)	13 (3.1)	–	**<0.001**	–
Reintubation	7 (1.7)	21 (5.0)	3.11 (1.31 to 7.39)	**0.005**	0.034 (0.009 to 0.058)
Infection*	18 (4.3)	27 (6.5)	1.54 (0.83 to 2.83)	0.11	0.016 (−0.009 to 0.052)
Renal failure	0 (0.0)	4 (1.0)	–	0.06	–
Neurological failure	3 (0.7)	4 (1.0)	1.34 (0.30 to 6.01)	0.50	0.002 (−0.010 to 0.015)
Thromboembolic complications	1 (0.2)	1 (0.2)	1.00 (0.06 to 16.04)	0.75	−0.000 (−0.007 to 0.007)
30-day reoperation	29 (7.0)	32 (7.7)	1.11 (0.66 to 1.87)	0.40	0.007 (−0.028 to 0.043)
30-day readmission	38 (9.1)	41 (9.8)	1.09 (0.68 to 1.73)	0.41	0.007 (−0.033 to 0.047)

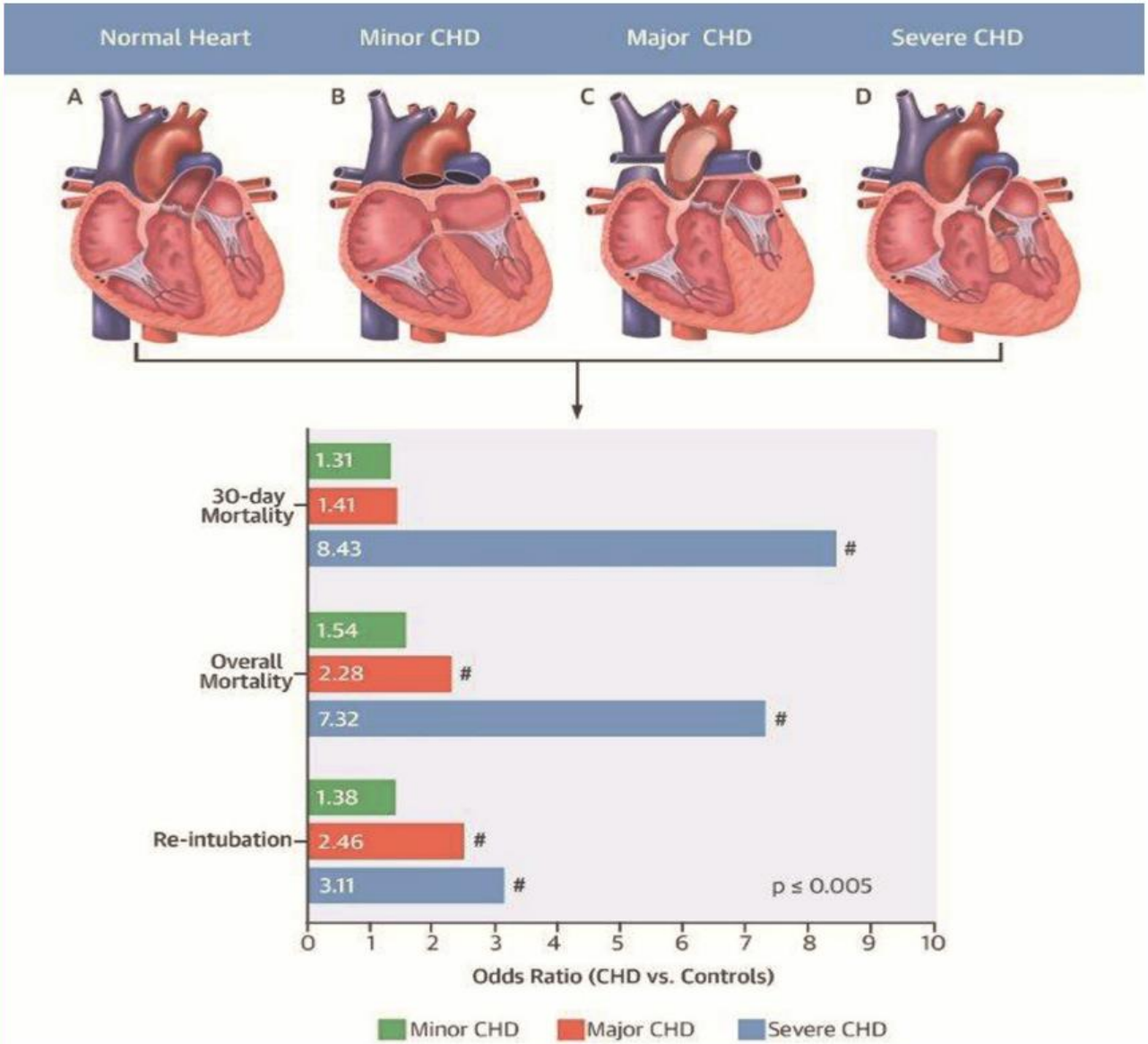
TABLE 4 Mortality and Post-Operative Outcomes for Matched Controls and Major CHD

	Controls (n = 1,272)	Major CHD (n = 1,272)			
	Patients	Patients	Odds Ratio (95% CI)	p Value	Risk Difference (95% CI)
30-day mortality	20 (1.6)	28 (2.2)	1.41 (0.79 to 2.51)	0.25	0.006 (−0.004 to 0.017)
Overall mortality	22 (1.7)	49 (3.8)	2.28 (1.37 to 3.79)	**0.002**	0.021 (0.009 to 0.034)
Cardiac arrest	6 (0.5)	14 (1.1)	2.34 (0.90 to 6.13)	0.08	0.006 (−0.001 to 0.013)
Reintubation	29 (2.3)	69 (5.4)	2.46 (1.58 to 3.82)	**<0.001**	0.031 (0.017 to 0.046)
Infection*	70 (5.5)	80 (6.3)	1.15 (0.83 to 1.60)	0.40	0.008 (−0.010 to 0.026)
Renal failure	1 (0.1)	4 (0.3)	4.01 (0.45 to 35.92)	0.22	0.002 (−0.001 to 0.006)
Neurological failure	14 (1.1)	14 (1.1)	1.00 (0.47 to 2.11)	1.00	0.000 (−0.008 to 0.008)
Thromboembolic complications	3 (0.2)	2 (0.2)	0.67 (0.11 to 3.99)	0.66	−0.001 (−0.004 to 0.003)
30-day reoperation	72 (5.7)	95 (7.5)	1.34 (0.98 to 1.85)	0.07	0.018 (−0.001 to 0.037)
30-day readmission	114 (9.0)	106 (8.3)	0.92 (0.70 to 1.22)	0.57	−0.006 (−0.028 to 0.016)

TABLE 5 Mortality and Post-Operative Outcomes for Matched Controls and Minor Congenital Heart Disease Patients

	Controls (n = 2,805)	Minor CHD (n = 2,805)			
	Patients	Patients	Odds Ratio (95% CI)	p Value	Risk Difference (95% CI)
30-day mortality	23 (0.8)	30 (1.1)	1.31 (0.76 to 2.26)	0.34	0.003 (−0.003 to 0.008)
Overall mortality	28 (1.0)	43 (1.5)	1.54 (0.96 to 2.49)	0.08	0.005 (−0.001 to 0.011)
Cardiac arrest	6 (0.2)	14 (0.5)	2.34 (0.90 to 6.10)	0.08	0.003 (−0.001 to 0.006)
Reintubation	53 (1.9)	73 (2.6)	1.38 (0.97 to 1.98)	0.07	0.007 (−0.001 to 0.015)
Infection*	106 (3.8)	150 (5.3)	1.44 (1.12 to 1.86)	0.006	0.016 (0.005 to 0.027)
Renal failure	7 (0.2)	4 (0.1)	0.57 (0.17 to 1.95)	0.37	−0.001 (−0.003 to 0.001)
Neurological failure	21 (0.8)	13 (0.5)	0.62 (0.31 to 1.24)	0.17	−0.003 (−0.007 to 0.001)
Thromboembolic complications	3 (0.1)	3 (0.1)	1.00 (0.20 to 4.96)	1.00	0.000 (−0.002 to 0.002)
30-day reoperation	144 (5.1)	167 (5.9)	1.17 (0.93 to 1.47)	0.18	0.008 (−0.004 to 0.020)
30-day readmission	208 (7.4)	230 (8.2)	1.12 (0.92 to 1.36)	0.27	0.008 (−0.006 to 0.022)

CENTRAL ILLUSTRATION **Mortality and Post-Operative Outcomes for Controls and Children With CHD: Stratified by Severity Classification**



Faraoni, D. et al. J Am Coll Cardiol. 2016; 67(7):793–801.

(A) Normal heart, **(B)** atrial septal defect, **(C)** hypoplastic left heart syndrome stage 2 repair, **(D)** uncorrected tetralogy of Fallot. Children with major **(C)** and severe congenital heart disease (CHD) **(D)**, undergoing noncardiac surgery, have an increased risk of mortality and increased incidence of post-operative reintubation compared with children without CHD **(A)** and with minor CHD **(B)**. #p ≤ 0.005.

Autres données

- 19 % de mortalité (Torres 2002)
- 50 % mortalité (Hennein 1994)
- 25 % des ACR pédiatriques lors de chirurgie non cardiaque surviennent sur des CHD (Flick 2007, Ramamoorthy 2010)
- Plus de patients adultes avec CHD que d'enfants
- 30 % des CHD ont des anomalies annexes (Egbe 2014)

White MC, Pediatr Anesth 2011; 21: 522-9
Ramamoorthy C, Anesth Analg 2010; 110 : 1376-82

4 complications majeures

- Arythmies
- Insuffisance cardiaque
- HTAP
- Cyanose

White MC, Pediatr Anesth 2011; 21: 522-9

Arythmies

- Sutures atriales ou ventriculotomies extensives
- Peuvent apparaître tardivement
- Asymptomatiques ou mort subite
- Sinus venosus, CIA, Mustard ou Senning, Fontan
- Progrès chirurgicaux
- QT Longs
- Ectopies Ventriculaires

ECG systématique chez tout patient porteur d'une CHD avant une anesthésie

Défaillance cardiaque

- Surcharge chronique en volume et/ou en pression
- Réduction du tonus sympathique peut précipiter la défaillance (préférer Kétamine au propofol)
- Induction longue : être patient pour éviter les surdosages (IV ou Inhalatoires)
- Evaluer le risque pour la circulation coronaire (Adré prête) même pour une chir « mineure »

HTAP

- > 25 mmHg au repos
- Shunt G->D
- Obstruction sur les VP ou POG haute
- Risque x 8 de cpkt majeure
- CAV, TAC, d-TGV+CIV
- T21
- Gestion des RVP

Carmosino MJ et al, Anesth Analg 2007; 104: 521-7
Friesen RH et al, Pediatr Anesth 2008; 18: 208-16
Fischer LG et al , Anesth Analg 2003; 96: 1603-16

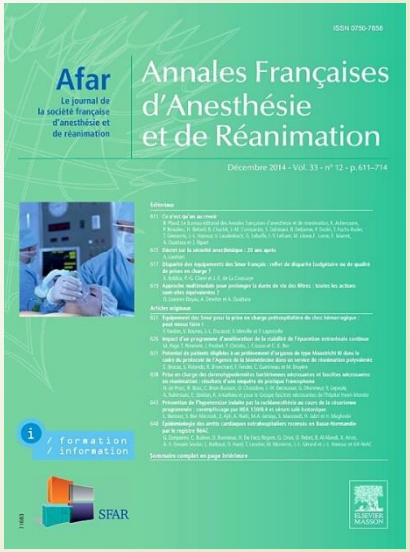
Cyanose

- Shunts D->G, faible Qp mais pas seulement
- Conséquences hémato : Ht
- Thromboses et AVC
- Limiter le jeûn et ramener Ht < 60%
- Fausses crases
- Ne pas arrêter l'aspirine pour les shunts
- $EtCO_2$ sous estime la pCO_2
- Méfiance prémédic et hypoxie postop

Anesthésie et Ventricule Unique

Savoir à quel stade de la réparation on est :

- Préintervention
- Intervention initiale
- DCPP
- DCPT



Mauriat P, Tafer N. AFAR 32 (2013) : e31-e36

Anesthésie et Ventricule Unique Préintervention

- Rare et grave : NEC
- Ducto dépendance (PGE1)
- Maintenir la perfusion par le Canal Artériel
- Besoin d'inotropes, mais pas de vasoconstriction (ne pas augmenter les RVS)
- Maintenir le Qp/Qs
- Monitoring invasif si possible (PI et VVC)
- NIRS cérébrale et rénale : reflets de la SvO2 et du Qp/Qs

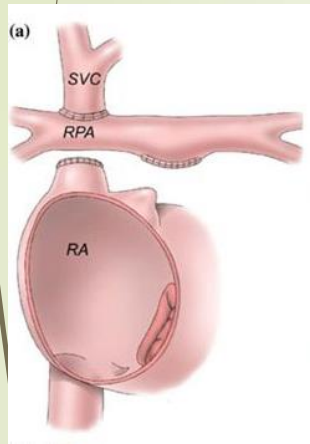
Anesthésie et Ventricule Unique après ASP, Norwood ou Sano

- Qp/Qs délicat à équilibrer : diamètre de l'ASP, RVP, RVS, Qc
- Qp souvent important au début puis diminue avec la croissance de l'enfant
- Déterminer le Qp/Qs : $(SaO_2-SvO_2)/(SpvO_2-SpaO_2)$

Approché par le score Oméga : $SaO_2 /(SaO_2-SvO_2)$

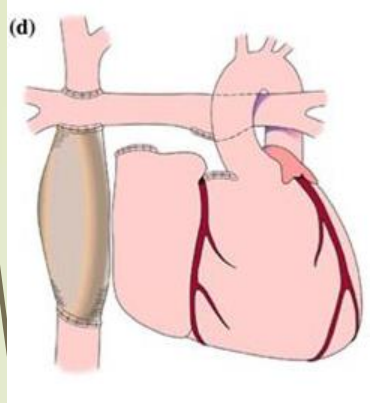
- NIRS permet d'approcher le Qp/Qs indirectement hors chirurgie cardiaque

Anesthésie et Ventricule Unique après DCPP



- Quelques mois après 1ère intervention
- Améliore le Qp sur VD défaillant. Préparation du lit pulm au Fontan
- L'ASP est supprimée et le VU moins chargé
- SaO_2 entre 75 et 85 %
- Qc dépend en partie du Qp
- Qp dépend de la précharge veineuse et des RVP
- Eviter : toute hypovolémie, tout problème de ventilation et d'atteinte pulmonaire
- Induction halogénés lente : préférer IV
- Conserver un Ht haut, comme en préop

Anesthésie et Ventricule Unique après FONTAN



- Après 2-4 ans
- Fenestration ? (soupape, risques d'embolie)
- Estimer les RVP en préop, connaître les traitements vasodilatateurs pris par le patient.
- La volémie est le moteur du Qc qui dépend du Qp
- Il y aura toujours peu ou prou une maladie endothéliale pulm
- La meilleure ventilation est la spontanée. Attention aux PEEP, intrinsèque ou extrinsèque
- Limiter les pneumopéritoines à 8cmH2O, les durées de procédures et optimiser la ventilation

Déterminants du succès du Fontan

- RVS
- RVP
- Fonction AV
- Rythme
- Fonction ventriculaire

La moindre anomalie rejaillira sur le Qc

Monitoring : définir ce qui est obligatoire

- ECG
- Oxygène
- Ventilation

$EtCO_2$ sous estime la PCO_2

- Neuro : NIRS ?

Surcharge ? Hyperventilation ?

- VVC ?

Localisation ?

- Artère invasive ?

Induction et maintien

Chute du Qc ?

Dépression myocardique

Ventilation mécanique

Vasodilatation systémique

Induction et maintien

- Éviter d'augmenter les RVP
- Maintenir
  - Les RVS
  - La contractilité myocardique
  - Le rythme cardiaque sinusal

Ventilation mécanique

- Éviter d'augmenter les pressions des VA

FR faible

Petits Vt (5-6 ml/kg)

Peu de PEEP

Temps inspiratoire court

Risques de la Ventilation mécanique

- Augmente les P Intrathoraciques
- Diminue le retour veineux
- Diminue le flux dans les AP
- Diminue le Qc

Visite préopératoire

- Attention aux IVRS
- ECG, arrythmies, HTAP ?
- Capital vasculaire ?
- Médicaments ? En général, les continuer
- Prémédication ? Monitorer les cyanogènes
- Prophylaxie de l'EI
- Ne pas minimiser les risques, en parler à la famille et avoir un référent dispo si nécessaire

Comorbidités dans les suites des DCPT

- Dysfonction du VU

Surtout chez les patients ayant eu une DCPT précoce

- Troubles du rythme

Ty atriale > 50% souvent hémodynamiquement parlante

- Entéropathie avec perte de protéines

3-14% avec une mortalité de 50% dans les 5 ans du Dc

Due à la dysfonction de la DCPT

- Obstruction bronchique

Moules bronchiques nécessitant des bronchoscopies rigides

- Thromboses

Tous sous ttt anticoagulants +/- antiaggrégants

Penser aux relais à l'héparine perop, à prévoir les risques hémorragiques

- Shunts résiduels
- Anomalies du développement

Table 3 Management of lesions with single ventricle physiology

Physiology	Management
Balanced flow	
Qp: Qs = 0.7–1.5: 1	No intervention
SaO_2 75–80%	
SaO_2–$SmvO_2$ 25–30%	
Overcirculated	
Qp: Qs > 2–3: 1	Raise PVR: Controlled hypoventilation, mild acidosis, Low FiO_2
Causes: Low PVR, large MBTS or Sano shunt, residual arch obstruction	Increase systemic O_2 delivery: Afterload reduction, inotropic support, hematocrit > 40%
SaO_2 > 85–90%	
SaO_2–$SmvO_2$ 35–40%	
Undercirculated	
Qp: Qs <0.7: 1	Lower PVR: Controlled hyperventilation, alkalosis, sedation/paralysis, aggressively treat atelectasis, nitric oxide
SaO_2 < 65–75%	Increase systemic O_2 delivery: inotropic support
SaO_2–$SmvO_2$ 25–30%	
Causes: High PVR, small MBTS or Sano shunt, pulmonary venous desaturation with underestimation of actual Qp: Qs	
Low cardiac output	
SaO_2 < 70–75%	Minimize O_2 consumption: Sedation/paralysis, inotropic support, afterload reduction
SaO_2–$SmvO_2$ 35–40%	
Causes: Ventricular dysfunction, myocardial ischemia, depressed contractility, afterload mismatch (Residual arch obstruction), AV valve regurgitation	

PVR pulmonary vascular resistance, *MBTS* modified Blalock-Taussig shunt, *AV* atrioventricular

Yuki K et al, Anesthetic management of non cardiac surgery for patients with single ventricule physiology. J Anesth 2011; 25: 247-56

QUI ?

- Anesthésiste qui connaît la pathologie cardiaque
- Structure de soins post op adaptée
- Cardio-pédiatres à disposition
- Au minimum assistance téléphonique

Patient avec HTAP

ry of studies showing morbidity and mortality associated with pulmonary hypertension (PH) in patients undergoing non-cardiac surgery [2–6, 38]. Values are proportion.

	Ramakrishna et al. (2005) (n = 145)	Minai et al. (2006) (n = 21)	Lai et al. (2007) (n = 62)	Price et al. (2010) (n = 28)	Memtsoudis et al. (2010) (n = 3543)	Kaw et al. (2011) (n = 96)
Country	USA	USA	Taiwan	France	USA	USA
PH due to left heart disease	No	No	Yes	No	No	Yes
General anaesthesia	100%	79%	58%	50%	Data unavailable	100%
Major surgery	79%	86%	58%	57%	THR/TKR	100%
Mortality	7%	18%	9.7%	7%	2.4/0.9%	1%
Morbidity	42%	14%	24%	29%	_	28%
Study type/ limitations	Retrospective No control ECHO criteria to define PH	Retrospective No control Severe PH	Retrospective Contolled Doppler ECHO criteria	Retrospective No control RHC criteria Mild-to-moderate disease	NIS database Matched samples. Immediate postoperative period only	Retrospective Controlled RHC criteria

ECHO, echocardiography; RHC, right heart catheterisation; THR/TKR, total hip/knee replacement; NIS, National Inpatient Sample.

Pilkington SA et al. Anaesthesia 2015, 70 : 56-70

Patient avec HTAP

- Morbi / Mortalité difficiles à définir : 14-42% / 1-18%
- mPAP >= 25 mmHg au KT droit, au repos
- Distinguer les causes pré et post capillaires
- Dans tous les cas : dysfonction endothéliale avec vasoconstriction et remodelling vasculaire

Pilkington SA et al. Anaesthesia 2015, 70 : 56-70

Caractériser l'HTAP

Table 2 Haemodynamic definition of pulmonary hypertension [9, 10, 12].

Definition	Characteristics (all values at rest)	WHO clinical groups
Pulmonary hypertension (PH)	mPAP $\geq$ 25 mmHg	All
1) Pre-capillary PH	mPAP $\geq$ 25 mmHg PAWP $\leq$ 15 mmHg PVR > 3 WU CO normal/reduced/high	Pulmonary arterial hypertension PH due to lung disease CTEPH PH with unclear and/or multifactorial mechanisms
2) Post-capillary PH	mPAP $\geq$ 25 mmHg, PAWP > 15 mmHg CO normal/reduced/high	PH due to left heart disease
2a) Isolated post-capillary PH*	PAWP > 15 mmHg	PH due to left heart disease
2b) Post-capillary PH with pre-capillary component*	DPAP-PAWP < 7 mmHg PAWP > 15 mmHg DPAP-PAWP $\geq$ 7 mmHg	PH due to left heart disease

mPAP, mean pulmonary arterial pressure; PAWP, pulmonary artery wedge pressure; PVR, pulmonary vascular resistance; WU, Wood units; CTEPH, Chronic thromboembolic pulmonary hypertension; CO, cardiac output; High cardiac output can be present in cases of hyperkinetic conditions such as systemic to pulmonary shunts (pulmonary circulation only), anaemia, hyperthyroidism, portal hypertension, sepsis etc.; DPAP, Diastolic pulmonary artery pressure.
*Proposed definition by Vachiéry et al.

Patient avec HTAP

- Informer les patients et parents des possibles complications et du risque de décès (influencé par la sévérité de l'HTAP et le type de chirurgie)

Table 5 Functional classification of pulmonary hypertension (modified after the New York Heart Association (NYHA) functional classification according to the WHO 1998) [9].

Class 1	Pulmonary hypertension but without resulting limitation of physical activity. Ordinary physical activity does not cause undue dyspnoea or fatigue, chest pain or near syncope.
Class 2	Pulmonary hypertension resulting in slight limitation of physical activity. Comfortable at rest. Ordinary physical activity causes undue dyspnoea or fatigue, chest pain or near syncope.
Class 3	Pulmonary hypertension resulting in marked limitation of physical activity. Comfortable at rest. Less than ordinary physical activity causes undue dyspnoea or fatigue, chest pain or near syncope.
Class 4	Pulmonary hypertension with inability to carry out any physical activity without symptoms. These patients manifest signs of right-heart failure. Dyspnoea and/or fatigue may even be present at rest. Discomfort is increased by any physical activity.

FACTEURS DE RISQUES

- Chirurgie en urgence
- Chirurgie majeure
- Durée opératoire

Price LC et al. Eur Respi J 2010; 35:1294-302

- Mortalité après arthroplastie hanche ou genou est 4 à 4,5 fois plus importante si HTAP

Mensoudis SG et al. Anesth Analg 2010; 111: 1110-6.

- Les patients mal investigués doivent être envoyés chez le spécialiste

Examens préop du patient avec HTAP

- Labo : Hb, fonction rénale, pro-BNP
- ECG
- TTE
- Rx thorax
- KT
- Continuer et optimiser le traitement
- Les anticoagulants prophylactiques peuvent être stoppés

Principes de management EVITER

- Les crises d'HTAP
- L'insuffisance ventriculaire droite
- Tout ce qui augmente la post charge du VD
  - Passage de la VS à la VC
  - PEEP trop élevée
  - Position du patient
  - Pneumopéritoine
  - Compression diaphragmatique

Principes de management favoriser contractilité du VD

- Halogénés diminuent fortement la contractilité
- Sévo a peu d'effet sur les RVP
- Pento et Kétamine sont peu dépresseurs et n'ont pas d'effet sur les RVP des enfants.
- Etomidate semble une bonne option, mais pas d'études
- Dobutamine réverse bien la dépression du VD due au Propofol
- Les opiacés sont neutres
- L'ALR lombaire est safe. Ne pas monter en thoracique
- Toujours proscrire l'hypotension systémique

Principes de management Ventilation

- Toujours O2
- Eviter l'hypoxie, l'hypothermie et les bulles d'air dans les tubulures
- Maitriser à tout moment l'airway
- Bonne profondeur d'anesthésie (pas de stimulation sympathique)
- Bonne ventilation (pas d'hypercapnie, d'acidose, de pression ventilatoire élevée ou de PEEP élevée)

Principes de management Circulation

- Maintenir l'hémodynamique préop
- Compenser la réduction des RVS due à l'anesthésie par de FAIBLES DOSES de vasoconstriteurs

Table 8 Peri-operative haemodynamic goals.

Systolic blood pressure $\geq$ 90 mmHg and/or 40 mmHg above sPAP
MAP $\geq$ 65 and/or 20 mmHg above mPAP
mPAP $<$ 35 mmHg or 25 mmHg lower than MAP
PVR/SVR ratio $<$ 0.5 or aim for pre-operative PVR/SVR ratio
RAP the lowest possible that maintains MAP $>$ 65 mmHg
Cardiac index $\geq$ 2.2 $l.min^{-1}.m^{2}$

Inotropes dans l'HTAP

- PPDI-3 (Milrinone, Enoximone) diminuent plus les RVP que les RVS
- Adrénaline, Dobutamine et Levosimendan augmentent les performances du VD
- Noradrénaline et Vasopressine augmentent la perfusion des coronaires, diminuent PVR / SVR et augmentent indirectement le Qc
- Vasodilatateurs : NO, Sildenafil et Iloprost. Effet rebond du NO sur la durée

- User de chacun avec prudence et en fonction des buts suivis

Dexmedetomidine et HTAP

We conclude that despite a significant systemic vasoconstrictive response to dexmedetomidine initial loading doses, the pulmonary vasculature does not exhibit a similar response, even in children with pulmonary hypertension. **Dexmedetomidine appears to be a reasonable choice for sedation of children with pulmonary hypertension receiving chronic pulmonary vasodilator therapy**

The Hemodynamic Response to Dexmedetomidine Loading Dose in Children With and Without Pulmonary Hypertension
Friesen RH, Anesth Analg 2013;117:953–9

JE SUIS CHARLIE

ANESTHÉSIE au KT PÉDIATRIQUE

Dr Michel Pellégrini
Unité d'Anesthésiologie Pédiatrique
Hôpitaux Universitaires de Genève

michel.pellegrini@hcuge.ch
+41 79 55 32 050

PLAN

- Études épidémiologiques
- Anesthésie : les choix à faire – Qui ? – Comment ?
- IRM cardiaque pédiatrique
- CT Scan cardiaque pédiatrique
- Électrophysiologie
- Take Home Messages

Society for Pediatric Anesthesia

Section Editor: Peter J. Davis

ME

The Frequency of Cardiac Arrests in Patients with Congenital Heart Disease Undergoing Cardiac Catheterization

Kirsten C. Odegard, MD, Lisa Bergersen, MD, MPH, Ravi Thiagarajan, MD, Laura Clark, RA, Avinash Shukla, MBBS, David Wypij, PhD, and Peter C. Laussen, MBBS

Table 1. Definition of Anesthesia-Related Cardiac Arrests

Not related	The event is clearly related to other factors such as the catheterization procedure or underlying clinical condition.
Possibly related	The event follows a compatible temporal sequence from induction of anesthesia to completion of the catheterization procedure. The event could have been related to anesthesia, but co-contributing causes could also not be excluded.
Likely related	The event cannot be reasonably explained by factors other than those related to administration of anesthesia and were temporally related to either the induction of anesthesia, intubation of the trachea with controlled ventilation, or administration of anesthetic agents.

Anesthesia-Analgesia January 2014 • Volume 118 • Number 1: 175-182

ACR au KT Pédiatrique

- BOSTON 2004 – 2009 : 7289 KT → 70 ACR = 0,96%
- Biopsie myocardique : 0,1 %, KT Dg : 0,6 %, KT Intv : 1,4%
- Procédures « vedettes » : VSD closure (12%), dilatations: FOP restr (10%), Mitrale (5%), Veine Pulm (3,6%), Artère Pulm (0,6%)
- Âge < 1 an (médianes 210 jours, 6,4 kg)

Odegard KC. Anesthesia-Analgesia January 2014 • Volume 118 • Number 1: 175-182

7289 procédures

70 ACR
0.96 %

48 OK
69 %

18 ECMO
26 %

4 DCD
6 %

Odegard KC Anesth Analg 2014;118:175-

Society for Pediatric Anesthesia

Section Editor: Peter J. Davis

CME

The Frequency of Cardiac Arrests in Patients with Congenital Heart Disease Undergoing Cardiac Catheterization

Kirsten C. Odegard, MD, Lisa Bergersen, MD, MPH, Ravi Thiagarajan, MD, Laura Clark, RA, Avinash Shukla, MBBS, David Wypij, PhD, and Peter C. Laussen, MBBS

Procedure	N (%)	Age, y median (IQR)	Weight, kg median (IQR)	Arrests n (per 100 procedures [99% CI])
Biopsy	1420 (19)	13.8 (6.7–17.1)	45.0 (20.5–60.0)	2 (0.1; [0.01–0.7])
Diagnostic	1654 (23)	4.9 (0.6–16.3)	17.0 (6.5–54.5)	10 (0.6; [0.02–1.3])
Interventional	4215 (58)	4.2 (0.9–13.8)	15.4 (7.4–46.3)	58 (1.4*; [1.0–1.9])

IQR = interquartile range; CI = confidence interval.

*P < 0.001 for cardiac arrest during an interventional procedure.

(Anesth Analg 2014;118:175–82)

ACR IMPUTABLES à L'ANESTHÉSIE

90 % (63/70) des ACR sont imputables à la procédure

	Diagnosis	Procedure	Age (y)	Weight (kg)	Presumed etiology
Likely anesthesia-related					
1	PV stenosis	PV BD	0.5	5.4	GETA; respiratory arrest after extubation
2	SV s/p BDG and BTS	Shunt BD and stent placement	2.0	12.6	GETA; bradycardia and hypotension after induction of anesthesia
3	Congenital AS, s/p Ross procedure	Aortic valve BD	0.5	6.1	GETA; PEA after induction of anesthesia
Possibly anesthesia-related					
4	s/p Cardiac TX	Biopsy	1.2	7.8	Asystole after neostigmine, acute rejection on biopsy, ECMO cardiopulmonary resuscitation
Likely nurse-managed sedation-related					
5	Congenital PS	Pulmonary valve BD	1 day	2.9	Respiratory arrest after morphine and midazolam bolus
6	Heterotaxy, SV, PV stenosis s/p mBTS	PV BD, BTS dilation	18.1	63.2	Respiratory arrest at completion of the case, due to airway obstruction and pulmonary edema
7	Congenital PS	Pulmonary valve BD	0.25	6.0	Bradycardia and respiratory arrest after sedation bolus

PV = pulmonary vein; GETA = general endotracheal anesthesia; SV = single ventricle; BDG = bidirectional Glenn; BD = balloon dilation, ECMO = extracorporeal membrane oxygenation PS = pulmonary valve stenosis; mBTS = modified Blalock Taussig shunt; AS = aortic stenosis; TX = transplantation; PEA = pulseless electrical activity; s/p = status/post.

Society for Pediatric Anesthesia

Section Editor: Peter J. Davis

The Frequency of Cardiac Arrests in Patients with Congenital Heart Disease Undergoing Cardiac Catheterization

Kirsten C. Odegard, MD, Lisa Bergersen, MD, MPH, Ravi Thiagarajan, MD, Laura Clark, RA, Avinash Shukla, MBBS, David Wypij, PhD, and Peter C. Laussen, MBBS

(Anesth Analg 2014;118:175–82)

38 ACR (54 %) ont débuté par un trouble du rythme soudain

Dans 71 % des cas, la réanimation a duré moins de 11 minute

Les ACR sont associés au jeune âge et à l'interventionnel

CATHÉTÉRISME CARDIAQUE COMPLICATIONS

- Désaturation (19.8 %)
- Troubles du rythme (8 %)
- Détresse resp (2.4 %)
- ACR (4.8 %)
- Saignement (2.4 %)
- Spell (0.8 %)

Tanidir IC et al NIRS monitoring in the Pediatric Cardiac Catheterization Laboratory. Artificial Organs 2014

Si complication, avoir bien prévu la réanimation

DCS
Live Mon A
DCS
66.0 kV
58.5 mA
00:00
2 mGy
12.1 µGym²
00:01:38
CHIKH ECHIOUKH, IYAD,AHMED
97460277
* 7/23/2013
STUDY 215399
3/13/2014
10:24:01 AM
0 - 29/29
H
HUG, Cardiologie, GENEVE
AXIOM-Artis
VB35D 110803
HFS
?
Review
Pointer
Fluoro Card
cm 20
kV 68
mA 58
776 x 776
EE 16%
DDO 40%
WC 1850
WW 2300

NE RIEN
POSER a
CET
ENDROIT
Artis

ÉTUDE **CHARM**
Congenital **H**eart disease **A**djustment for **R**isk **M**ethod

- Multicentrique sur 2 ans ½ (2007 → 2009)
- 9362 cas
- Basée sur la C3PO (Congenital Cardiac Catheterisation Project on Outcome)
- Évènement Indésirable (EI) : de 1 à 5, Sévères (3 à 5): conséquence vitale si non traité
- EIS : 1,9 – 7,3 % (5%)
- 3 Facteurs d'appréciation du risque : HD, âge, Procédures

Bergersen L et al. JACC Cardiovasc Intv 2011;4,9:1037-1046

ÉTUDE **CHARM**

- Variables Hémodynamiques :
  - PTDVsystémique >= 18 (OR : 1.8)
  - Sat O2 < 95% ou < 78 % si VU (OR : 1.9)
  - Sat vein mélée < 60% ou < 50% si VU (OR : 2.6)
  - PAPsystol >= 45 mmHg ou PAPm >= 17 mmHg si VU (OR : 2.0 à 2.7)
- Âge : < 1mois ; < 1an ; > 1an
- Procédures

Bergersen L et al. JACC Cardiovasc Intv 2011;4,9:1037-1046

JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY
VOL. 64, NO. 23, 2014
© 2014 BY THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY FOUNDATION
ISSN 0735-1097/$36.00
PUBLISHED BY ELSEVIER INC.
http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2014.09.045

ORIGINAL INVESTIGATIONS

Procedural Results and Safety of Common Interventional Procedures in Congenital Heart Disease

Initial Report From the National Cardiovascular Data Registry

Moore JW. JACC 2014;64,23:2439-2451

JACC
JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY

ÉTUDE **IMPACT**
IMproving **P**ediatric and **A**dult **C**ongenital **T**reatment

- Étude cardiologique basée sur le National Cardiovascular Data Registry (NCDR) de 2011 à 2013
- Étude de 6 procédures :

  Fermetures de CIA et de CA

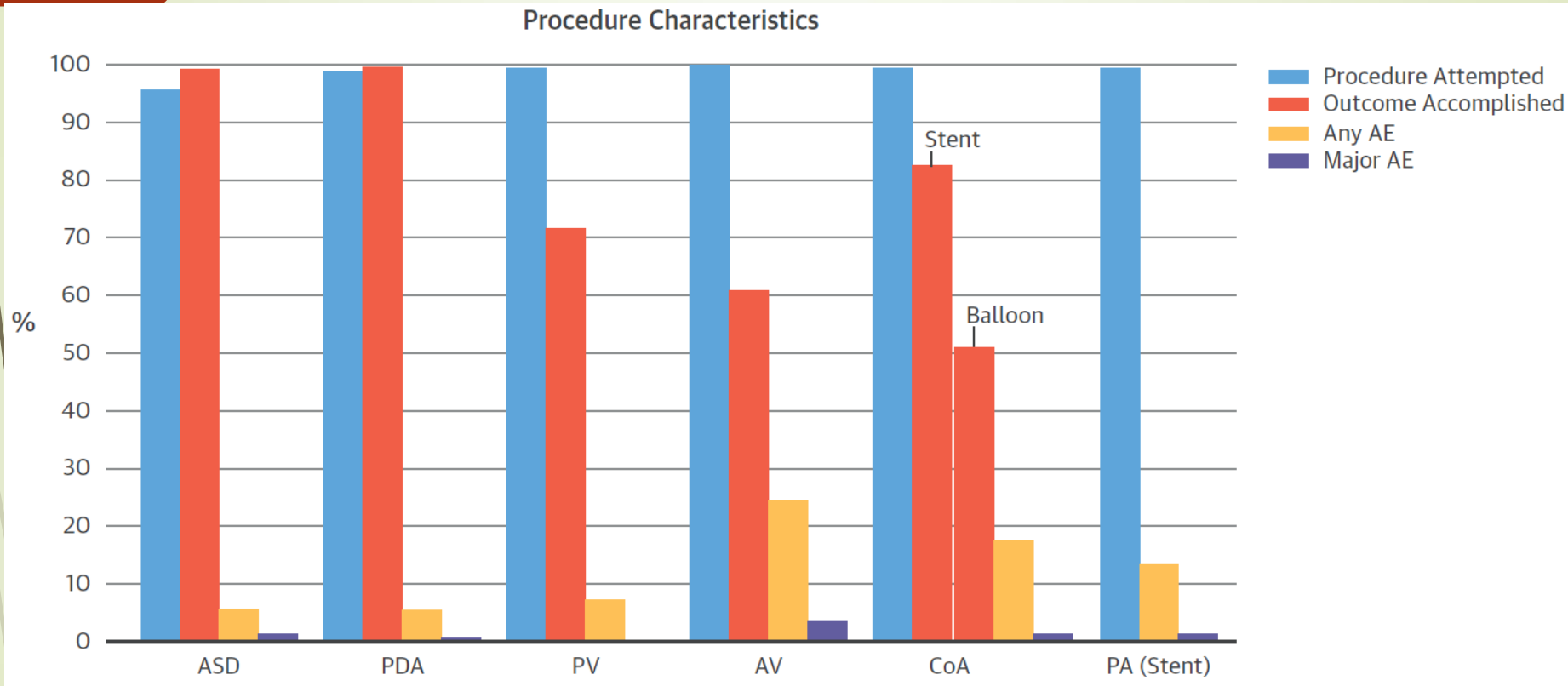
  Valvuloplasties Pulm et Aortique

  Angioplastie et Stent de Coarctation Ao

  Stent de l'Artère Pulmonaire
- 4152 KT (sur 26000 de la BdD)
- EIS : 0 – 3,3% sur un total de 5,3 – 24,6 %

Moore JW. JACC 2014;64,23:2439-2451

IMPACT résultats



Moore, J.W. et al. J Am Coll Cardiol. 2014; 64(23):2439–51.

The number of isolated common interventional procedure episodes reported to the IMPACT Registry between January 2011 and March 2013, as well as their outcomes. AE = adverse event; ASD = atrial septal defect; AV = aortic valvuloplasty; CoA = coarctation of the aorta; PA = pulmonary artery; PDA = patent ductus arteriosus;

Moore JW. JACC 2014;64,23:2439-2451

KT CARDIAQUE PÉDIATRIQUE : ÉPIDÉMIO

- LE LIEU DE TOUS LES DANGERS !
- Évènements indésirables sévères : 5 % sur 9362 cas (CCCPO)
- Mortalité : 0,2 % tout confondu
- ACR : 0,96 % dont 26 % finissent en ECMO (81% survie)
- Risque supérieur à l'anesthésie pour chirurgie pédiatrique cardiaque ou non
- FR d' ACR au KT : Interventionnel (CIV, Dilat Mitrale, CIA restrictive…)

QUELLE ANESTHÉSIE AU KT PÉDIATRIQUE ?

- AG avec TOT et Ventilation mécanique ?
- AG en Ventilation Spontanée ?
- Sédation ?
- ALR ?

QUELLE ANESTHÉSIE AU KT PÉDIATRIQUE ?

- Les PRÉREQUIS :
  - SÉCURITÉ : drogues d'anesthésie, techniques d'anesthésie
  - FIABILITÉ DES MESURES ET CALCULS
  - TURN OVER
- Deux phases douloureuses :
  - Accès vasculaires
  - Compression
- Entre les deux :
  - Stabilité
  - Adapter l'anesthésie aux mesures (NO, O2, GDS….)

VOLATILES

- Marge thérapeutique faible (fluo)
- Hépato toxicité et métabolites actifs
- Composé A du Sévo
- Potentialisation des curares
- Abolition des baroréflexes
- Hyperthermie maligne

- SEVOFLURANE chez l'enfant
- Souvent la seule solution possible au début

CAM 1 selon Dalens

EFFETS HÉMODYNAMIQUES DES AAH

AAH	Tonus veineux	Tonus artériel	Contractilité myocardique	FC	PA	DC
N2O	nd	↑ P>S	↓	↓	+/-	↓
Halothane	↓	↓	↓↓	0 Arrythmogène	12.5% ↓	↓
Enflurane	↓	↓	↓↓	0	↓	↓
Isoflurane	↓	↓	↓	↑	20% ↓↓	↓
Desflurane	↓	↓	↓	↑	↓ 25%	↓
Sévoflurane	↓	↓	↓	↑	↓ 7.5%	↓

(d'après JJ Lehot, CC Arvieux, V Piriou)

ÉTOMIDATE

- Pas ou peu d'effet hémodynamique
- Protection cérébrale
- Courte durée d'action
- Allongée par faible débit hépatique ou IH
- Inhibe le CYP450 et diminue la clairance de drogues à faible extraction hépatique (diazepam, théoph.,warfarine, propranolol, digitoxine)

0.3 mg/kg IV

ÉTOMIDATE

- Nécessite une VVP
- Vd et clairance plus grands chez l'enfant
- Douleur à l'injection
- Myoclonies
- Inhibition cortisol : interdit en perfusion continue
- AMM > 2 mois

MIDAZOLAM

- Benzodiazépine
- Très utilisé en PM – Effets paradoxaux
- Sédatif, Amnésiant, Anticonvulsivant
- Éviter l'awareness…???
- Hémodynamique stable si bolus lents
- Dépresseur respiratoire
- Synergie gaz, opiacés
- Permet une continuité en réa
- Antagonisable : Flumazenil (5-10 mcg/kg)

KÉTAMINE

- Augmente les résistances systémiques
- Augmente le débit cardiaque
- N'augmente pas le shunt Dte→Gche

INDUCTION DE L'ENFANT CYANOSÉ

- N'augmente pas les résistances vasc pulmonaires chez l'enfant avec HTAP

Williams GD et al Anesth Analg 2007;105:1578-84

KÉTAMINE

- Excellente stabilité hémodynamique
- Analgésie de surface
- Anti NMDA : → anti hyperalgésie

- Dissociation (MDZ)
- HTAP (+/-)
- Rigidité musculaire
- Hypersalivation (Atropine)

Tamponnade
Brulures
Asthme

1-3 mg/kg IV
3-5 mg/kg IM

0.15 mg/kg IV +/- 2-4mcg/kg/mn

Hyperalgésie

PROPOFOL

- Hypnotique pur
- En solution lipidique
- Court délai, courte durée
- Métabolisme hépatique
- Douleur injec
- Anti émétique

- Hypotenseur (>Penthotal)
- Vasodilatateur (syst)

Peut aggraver un shunt Dt → Gche

- Apports intralipides
- PRIS

Williams GD et al Anesth Analg 1999; 89 : 1411-6

PRIS : PROPOFOL INFUSION SYNDROME

- Rare mais souvent fatal
- Décrit avec des perfusions de plus en plus courtes
- Surtout chez l'enfant, aussi chez l'adulte
- Défaillance cardiaque, Rabdomyolyse, Acidose métabolique, Insuff.Rénale
- Déclencheurs : catécholamines, corticoïdes, inflammation

DEXMÉDÉTOMIDINE

- a_2 agoniste, surtout a_{2A} et a_{2C}
- hyperpolarise les neurones noradrénergiques du Locus Ceruleus
- Sympatholyse – HOTA et By
- Dim de la salivation, de la Pintra Oculaire, du seuil de shivering, de la motilité intestinale et de la sécrétion d'insuline
- Augm de la filtration glomérulaire

Tobias, J.D.et al. Pediatr Cardiol (2011) 32: 1075 - 1087

DEXMÉDÉTOMIDINE

- Liée à 94% aux protéines plasmatiques, non compétitive
- Premier passage hépatique important, glucoronidation et hydroxylation (P450), métabolites inactifs
- Bonne biodisponibilité en Sublingual (84%)
- PK linéaire entre 0,2 et 0,7 mcg/kg/h
- CSHT : 4mn pour 10 mn et 250 mn pour 8h

DEXMÉDÉTOMIDINE

- CV : Biphasique avec diminution Fc
  - Cave béta bloqués, digitalisés, V éjection fixé et hypovolémie
- SNC : Diminution du CBF
  - Neuroprotection
- RESP : Aucune dépression respiratoire
  - Facilite le sevrage respiratoire
  - Limite la toux à l'extubation

Carollo DS, Dexmedetomidine: a review of clinical applications . Curr Opin Anaesthesiol 2008; 21 : 457-61

Su F, Hammer G Dexm Pediatric Pharmacology, clinical uses and safety. Expert Opin Drug Saf 2011; 10: 55-66

Mason KP, the transition to Dexm for radiological imaging studies. Paediatr Anaesth 2010; 20: 265-72

OPIACÉS

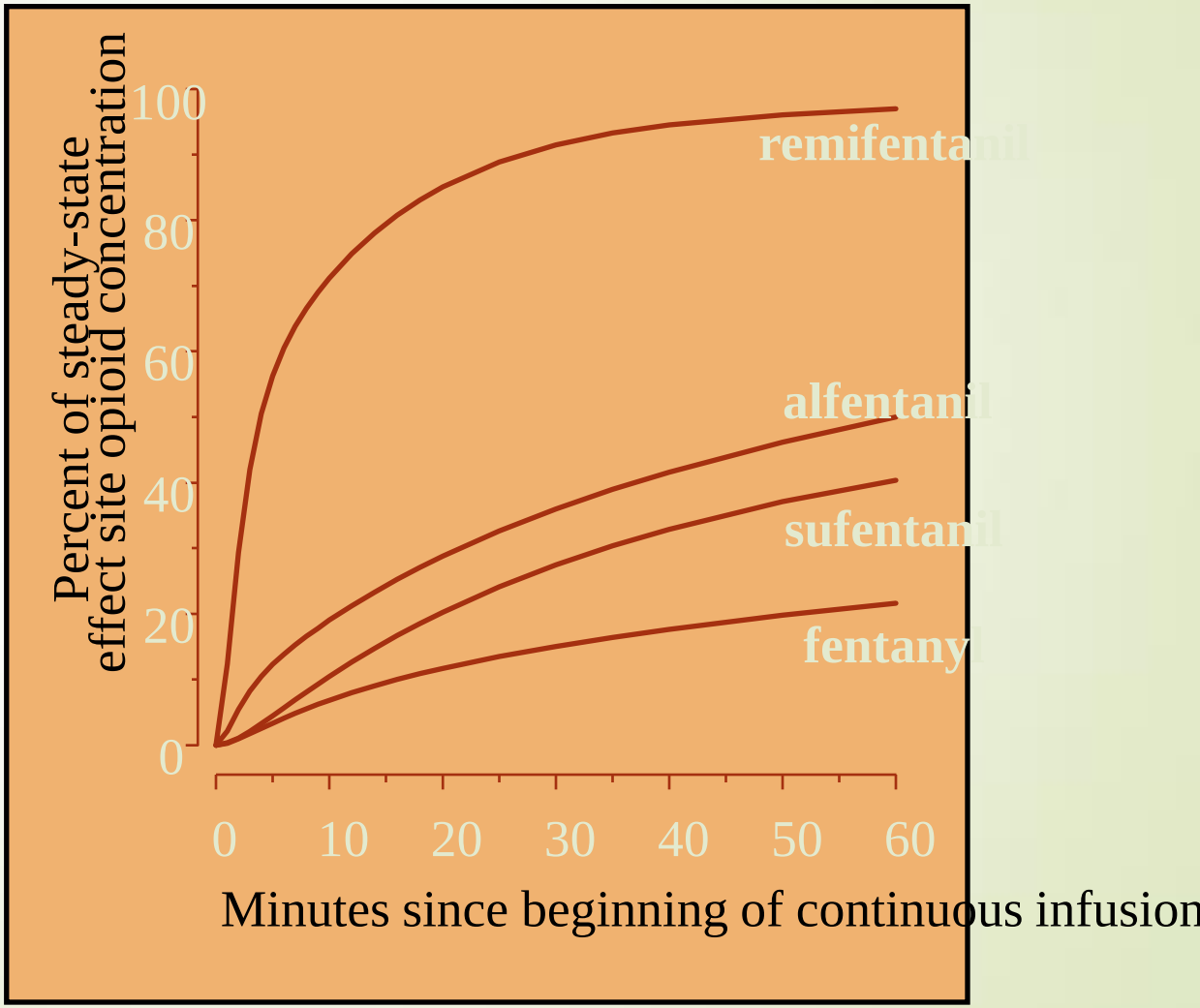
- Besoin à l'induction et en fin d'intervention, jusqu'au réveil
- Ne doit pas augmenter le temps de réveil, mais être efficace pendant la compression.
- Fentanyl ou Alfentanil en bolus
- Rémifentanil en perfusion continue
- ALR ?

UTILISATION PRATIQUE RÉMIFENTANIL

- Choisir les indications
- Sédation 0,05 mcg/kg/mn en VS
- Rarement besoin de bolus (jamais !)
- Penser à l 'analgésie postop avant de commencer

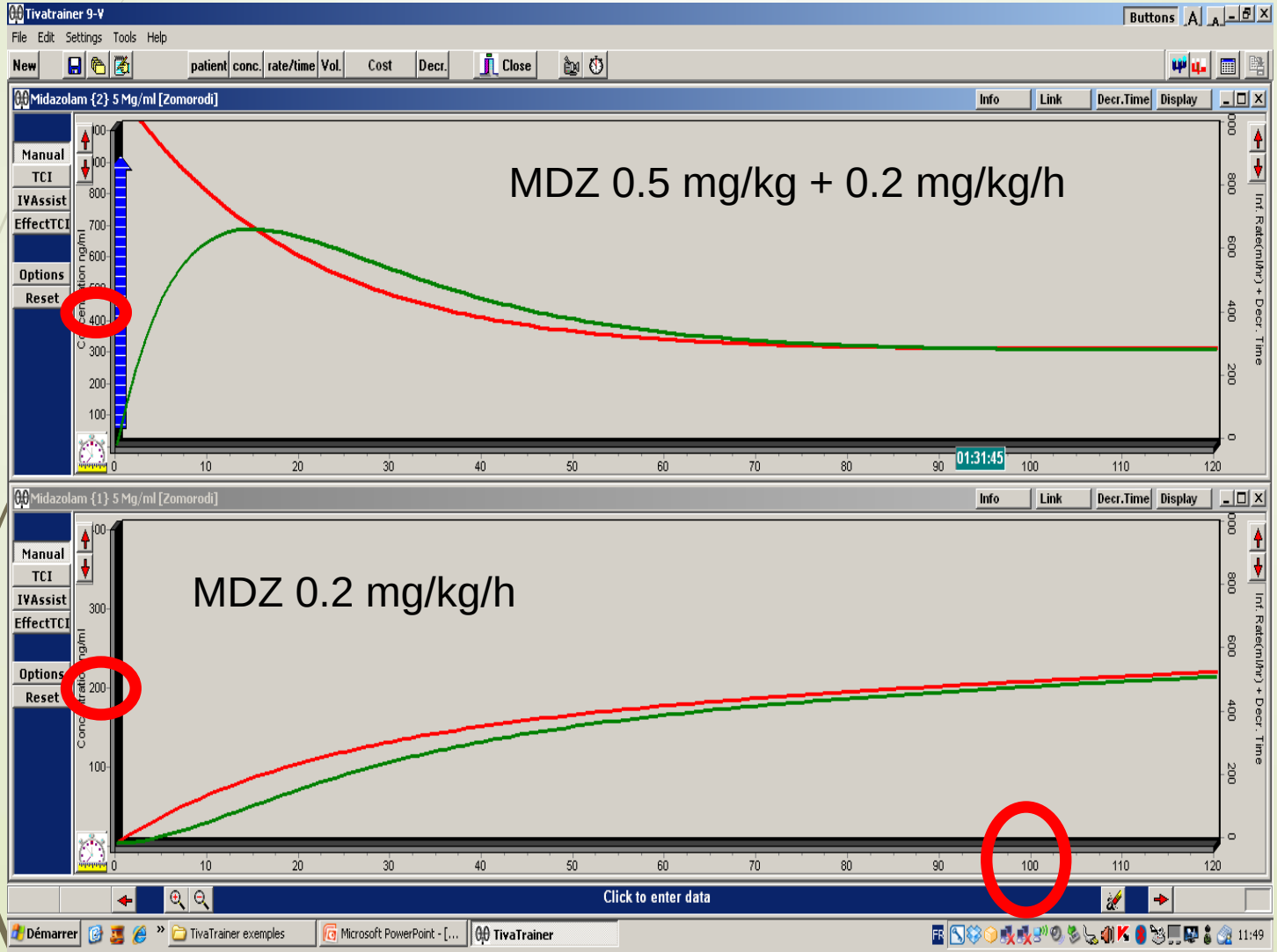
ATTEINTE DE L' ÉQUILIBRE

- Décroissance du flux de perfusion n'est pas nécessaire avec le Rémifentanil
- Contrairement à fentanyl, alfentanil, et sufentanil



Shafer SL, ASA Refresher Course, Chapter 19, 1996

TOUJOURS UN BOLUS DE CHARGE AVANT UNE PERFUSION CONTINUE



Comparaison de 4 protocoles

Ventilation spontanée, enfants de 5 jours à 12 ans
20 patients par groupe

G1 = PPF 50 mcg/kg/mn – K 25 mcg/kg/mn
G2 = PPF 50 mcg/kg/mn – DXM 1 mcg/kg /10 mn puis 1 mcg/kg/h
G3 = DXM 1 mcg/kg /10 mn puis 1 mcg/kg/h - K 25 mcg/kg/mn
G4 = MDZ (0.1 mg/kg/h ?) - K (25 mcg/kg/mn ?)

Table IV. Hemodynamic parameters.

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	*p*
HR increase > 20% compared with baseline	39 (27.9%)	2 (1.4%)	17 (12.1%)	40 (28.6%)	< 0.001
HR decrease > 20% compared with baseline	1 (1.0%)	23 (18.9%)	13 (12.3%)	2 (2.2%)	< 0.001
MAP increase > 20% compared with baseline	2 (1.4%)	9 (6.4%)	5 (3.6%)	1 (0.7%)	–
MAP decrease > 20% compared with baseline	44 (31.4%)	41 (29.3%)	47 (33.6%)	51 (36.4%)	0.620
sPO_2 decrease > 5% compared	16 (11.4%)	5 (3.6%)	1 (0.7%)	10 (7.1%)	0.001

Simsek M et al. Eur Rev Med Pharmacol Sci 2016; 20: 1490-4

Comparaison de 4 protocoles

European Review for Medical and Pharmacological Sciences 2016; 20: 1490-1494

Comparison of sedation method in pediatrics cardiac catheterization

M. SIMSEK[1], M.O. BULUT[2], D. OZEL[3], I.K. YUCEL[2], Z. AYKAC[1]

[1]Department of Anesthesiology and Reanimation, [2]Department of Pediatric Cardiology; Dr. Siyami Ersek Thoracic and Cardiovascular Surgery Training and Research Hospital, Istanbul, Turkey
[3]Department of Biostatics and Medical Informatics, Akdeniz University, Antalya, Turkey

Le moins d'E II : DXM-K
Le plus d'E II : MDZ-K

Temps de réveil équivalents

Meilleur niveau de sédation : PPF - K

Moins de désaturations : DXM - K

Simsek M et al. Eur Rev Med Pharmacol Sci 2016; 20: 1490-4

SÉCURITÉ AU KT

- Personnel compétent = équipe d'anesthésie de chirurgie cardiaque pédiatrique
- Connaitre son matériel. Recréer l'environnement du bloc
- Avoir des protocoles pour les effets indésirables prévisibles et imprévisibles
- Stand by Chirurgical et ECMO si nécessaire
- Pas d'improvisation

SÉCURITÉ RADIOLOGIQUE

Table 2 Recommended dose limits for occupational exposure in x-ray imaging

Dose quantity	Occupational dose limit[a]
Effective dose	20 mSv/year averaged over 5 consecutive years (100 mSv in 5 years), and 50 mSv in any single year
Equivalent dose in	
Ocular lens[b]	150 mSv/year
Skin[c]	500 mSv/year
Hands and feet	500 mSv/year

ICRP, International Commission on Radiological Protection. Adapted from ICRP [8].

[a] Dose limits can be different in national regulations.

[b] This limit is currently being reviewed by an ICRP Task Group.

[c] Averaged over 1 cm^2 of the most highly irradiated area of the skin.

SÉCURITÉ RADIOLOGIQUE

Table 3 Average radiation doses

Diagnostic modality	Effective radiation dose (mSv)
Standard chest x-ray	0.02
C-spine x-ray	0.3
Abdomen x-ray	0.53
Pelvis/hip x-ray	0.83
Thoracic spine x-ray	1.4
Lumbar spine x-ray	1.8
Head CT	2.0
Abdominal CT	10
Chest CT	10–40

CT, computed tomography. Adapted with permission from [14].

SÉCURITÉ RADIOLOGIQUE

- Penser aux yeux
- L'anesthésiste peut recevoir une dose 3 fois plus importante au niveau de l'œil que l'interventionniste

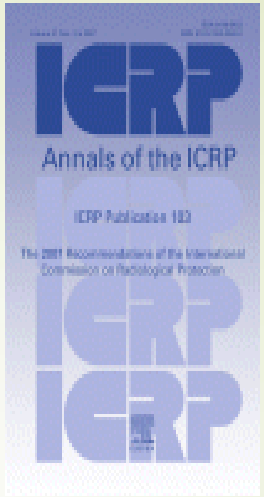
Anastasian et al. Anesthesiology 2011;114:512-20

- Être toujours éloigné du tube de RX le plus possibl

>1mètre

Armagan Dagal. Radiation safety for anesthesiologists Current Opinion in Anesthesiology 2011; 24:445–450

RADIATIONS

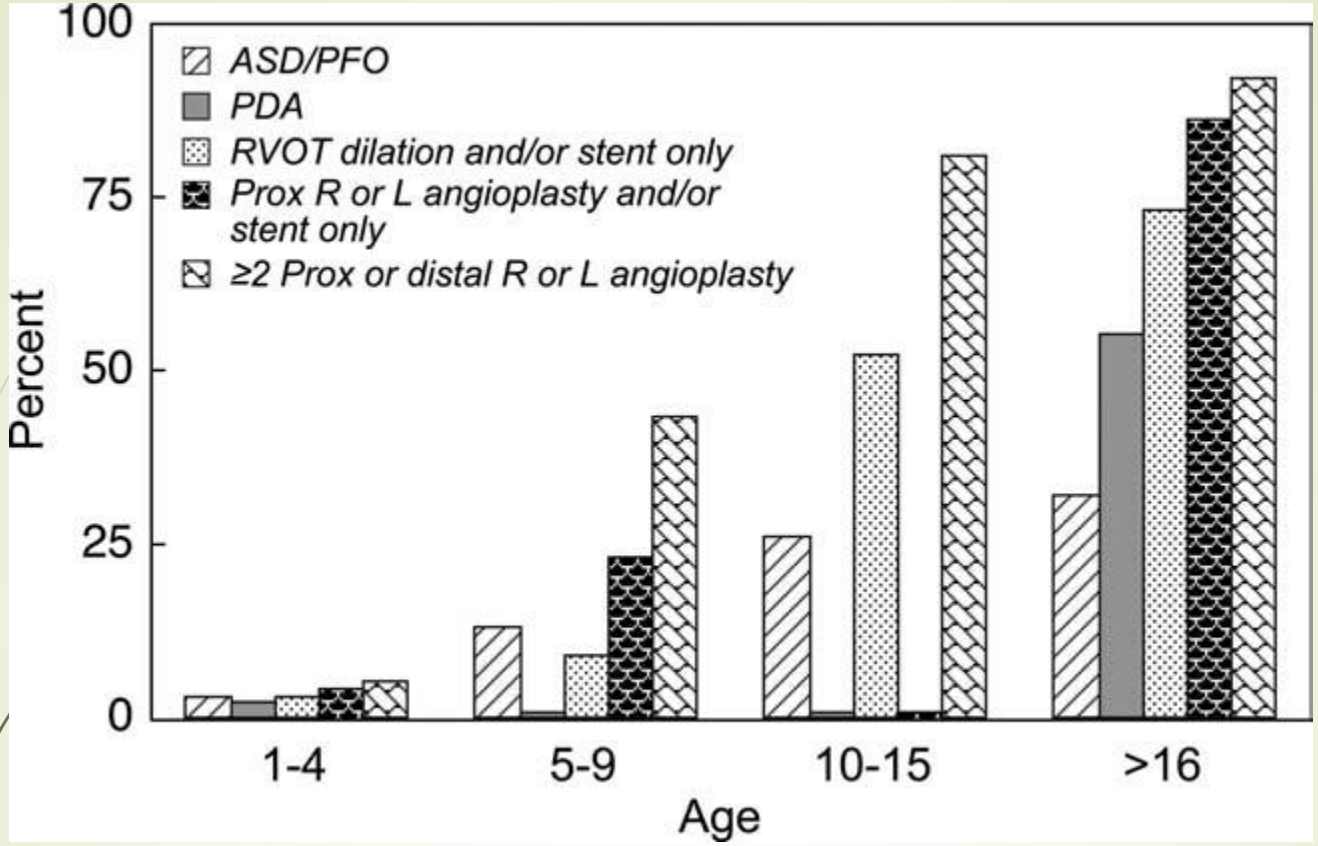


- Mesurer (<20 mSv / an sur 5 ans)
- Se protéger, s'éloigner le plus possible
- Radiations réfléchies
- Penser aux yeux (< 150 mSv / an)

Annals of the ICRP 2000, 37; 2-4 : 1-332

Arii T et al. Anaesthesia 2015, 70: 47-50

Dagal A Current Opinion in Anesthesiology 2011;24:445-50



Verghese GR et al Catheterization and CV Interventions 2012;79:294-301

%de cas dont le Air KERMA > 2000 mGy
par procédure et âge.
Sur 3365 cas

MESURES et CALCULS AU KT

- Stabilité Hémodynamique
- Stabilité Ventilatoire
- GDS alignés
- **Ventilation en AA** pour mesures PAP puis O2 +/- NO

  Flow NO = (V_M x ppm $_{désiré}$) / (ppm $_{bout}$ – ppm $_{désiré}$)

- QP/QS = (SaO2 – SvO2) / (SvpO2 – SapO2)
- RVP = (PAP – POG) / QP
- RVS = (TAM – PVC) / QS
- TPG = PAPm - POG

ASSURER un TURN OVER des PATIENTS

- Bonne ANTALGIE
  - La compression à la fin est plus douloureuse que la piqure du début
  - Opiacés antalgiques sans dépression respiratoire
  - ALR : Bloc ilio-inguinal
- Réveil rapide
  - Drogues de courte durée d'action. Courte CSHT
  - AIVOC
- Eviter la toux à l'extubation
  - Bonne antalgie
  - Extubation profond si possible

INTERACTION MORPHINIQUE-HYPNOTIQUE :

que faire pour approfondir l'anesthésie

- selon la pharmacodynamique

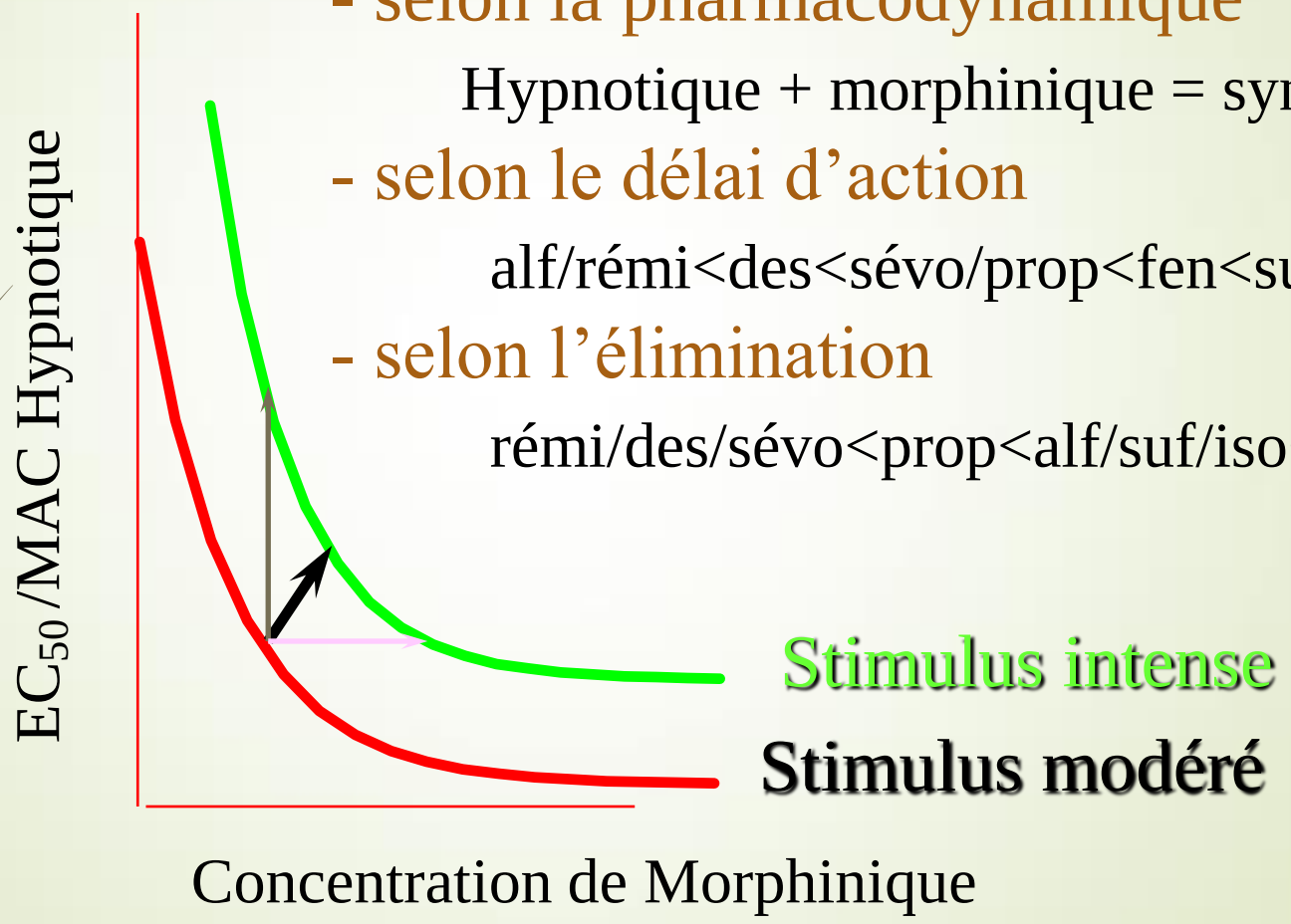
  Hypnotique + morphinique = synergie

- selon le délai d'action

  alf/rémi<des<sévo/prop<fen<suf/iso

- selon l'élimination

  rémi/des/sévo<prop<alf/suf/iso<fen



SÉDATION au KT CARDIAQUE PÉDIATRIQUE

- Place très réduite. Nécessite une excellente collaboration avec le cardiologue. Bien peser les indications
- Difficile de maintenir une stabilité ventilatoire. Ampli svt sur la tête
- Pas pour l'interventionnel
- Intérêt de la Dexmédétomidine

  0,5-1 mcg/kg sur 10 mn puis 0,7-1mcg/kg/h en Réa

  associée à une antalgie (Rémifentanil ou ALR) ou à la Kétamine

Tobias JD,Pediatr Crit Care Med 2012; 13:423–427

SÉDATION PAR DES NON-ANESTHÉSISTES

« Conscious sedation of children with propofol is anything but conscious »

Reeves ST, Pediatrics 2004; 114 : 74-6.

- Non simultanéité des actions
- Sédater est facile, prévoir et réagir aux complications l'est moins.
- Former les collègues, médecins et infirmier(e)s.
- Intérêt du N_2O (ci si HTAP)

CATHÉTÉRISME : RÉSUMÉ

- Exigeant :

Absence de mouvement

Normo ventilation stable

Ventilation en air ambiant

- Contraignant :

Sous les champs

Douleur aux ponctions

Sous l'ampli

Pas de preuve de bénéfice entre KT et chirurgie

Sarrechia I et al. Neurodevelopment and behavior after transcatheter versus surgical closure of ASD. J Pediatrics 2015;166:31-8

CATHÉTÉRISME : RÉSUMÉ

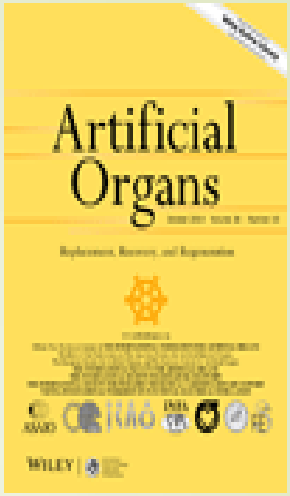
- L'idéal : Ventilation spontanée sans anesthésie
- En pratique :

AG avec TOT, Ventilation controlée, FiO2 0.21 si possible

Faire patienter le cardiologue jusqu'à état stable

- Anesthésie à gros risque (spell, décompensation loin du bloc)
- Toujours 1 CE prêt au CTS
- Gazométries

L'AG + IOT au KT



- Univers hostile
- Induction très dangereuse
- SEVO prudent possible si < ASA IV pour VVP
- Obtenir le + rapidement possible la VVP : travail d'équipe
- Monitorage complet non invasif : intérêt de la NIRS
- Kétamine + Étomidate ou AIVOC

Tanidir IC et al. NIRS monitoring in the pediatric Cardiac Catheterization Laboratory. Artificial Organs (2014): 38; 10 : 838-44

L'IRM CARDIAQUE

- Discuter les indications : doit être utile au patient
- Danger si risque d'HTAP
- Problématique de l'apnée :
  - Est elle indispensable ? Techniques alternatives…à quel prix ?
  - Est elle faisable ?
    - Non si enfant déjà très désaturé
    - Non si HTAP sévère
    - Non si enfant obstructif
- Réanimation en dehors de l'IRM
- Attention au Williams-Buren : Stand By Chir ?

IRM

- Examen long et bruyant
- 99% en Vs
- Lunettes O_2 / CO_2
- Propofol 15 mg / kg / h après titration de 1-2 mg/kg. Décroissance progressive toutes les 15-20 mn en fct de la FR
- Surveillance : Sat O_2, FR avec l'Et CO_2 , Fc sur la machine IRM
- Dexmedetomidine selon K. Mason :

  2 mcg/kg sur 10 mn puis 1-1,5 mcg/kg/h

IRM

L'IRM CARDIAQUE

- Pas d'AG avant 3 mois : emmaillotage
- Induction en fct de la pathologie (SEVO le plus souvent)
- Maintient par SEVO < 1 an, PROPOFOL > 1 an (Fct de l'enfant, plus que de l'âge)
- Vs avec lunettes nasales O_2 /CO_2
- Rarissime de devoir intuber : rediscuter le bénéfice / risque
- Patient de réa déjà intubé : $Servo_i$ IRM compatible

IRM : RISQUES

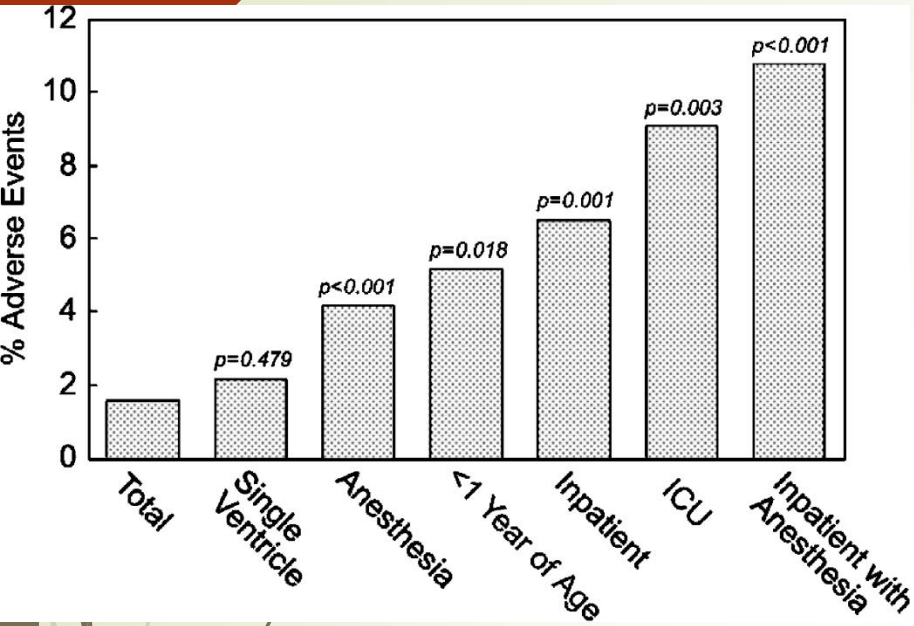


Figure 2. Histogram depicts the rate of adverse events by each variable tested. P values for ICU and Inpatient with Anesthesia are in comparison with outpatients. ICU is a subgroup of Inpatient.

Adam L. Dorfman, Kirsten C. Odegard, Andrew J. Powell, Peter C. Laussen, Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance (2007) 9, 793–798

Adverse Events : 22/1334 (**1.6 %**)

63 % mineurs

4.5 % sévères

32 % modérés

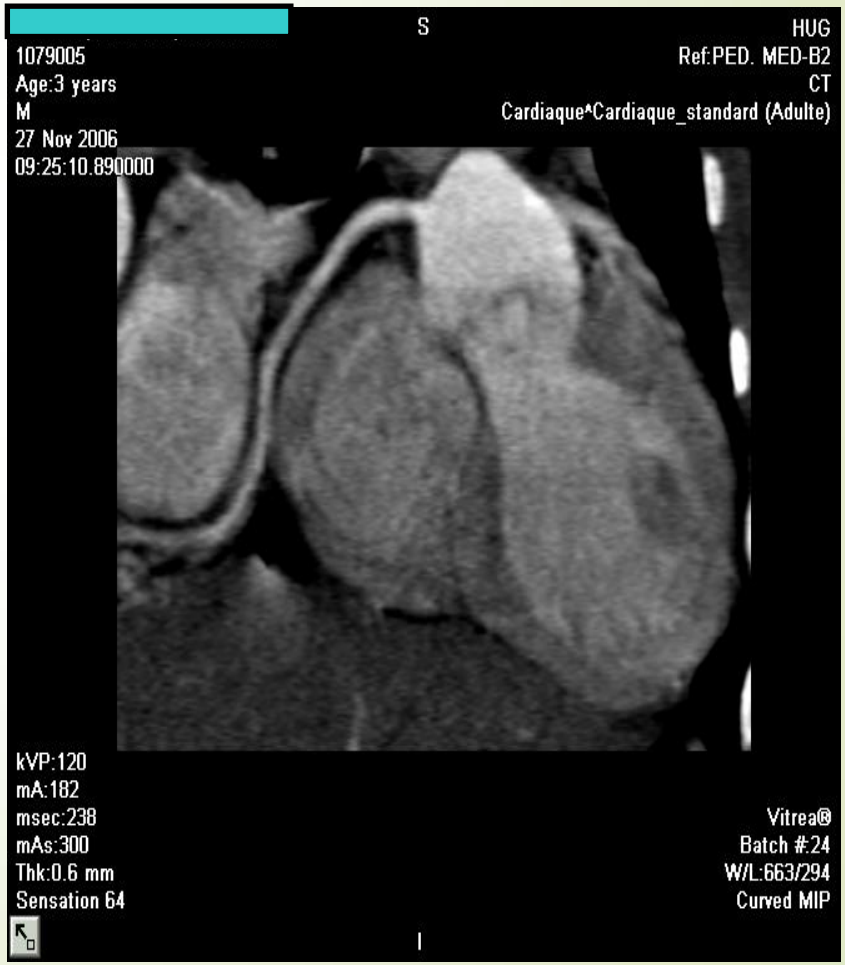
Le CT-SCAN CARDIAQUE

- Multibarettes
- Excellent examen pour les coronaires
- Plus sûr que l'IRM pour l'enfant
- Nécessite une fréquence cardiaque plutôt basse pour synchronisation
- Parfois apnée, mais on garde la maitrise des VAS
- Danger des irradiations, savoir s'en prémunir :
  - Tablier mais aussi thyroide, lunettes, gants
  - et aussi se reculer le plus souvent possible, même de peu

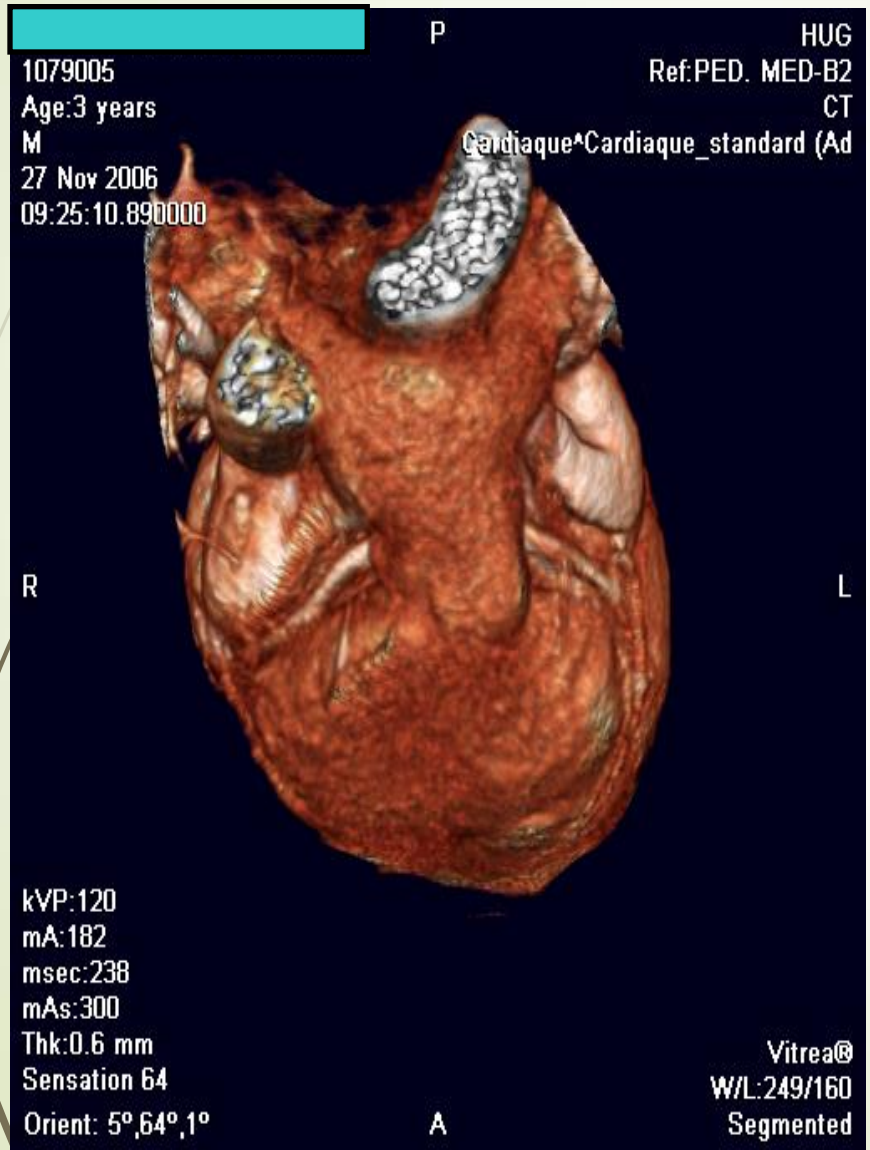
CT Scan Multibarette

- Ralentir la Fc : Esmolol…., Opiacé
- Apnée : Alfenta, Rémifenta.
- Propofol déconseillé
- Idéal pour les coronaires

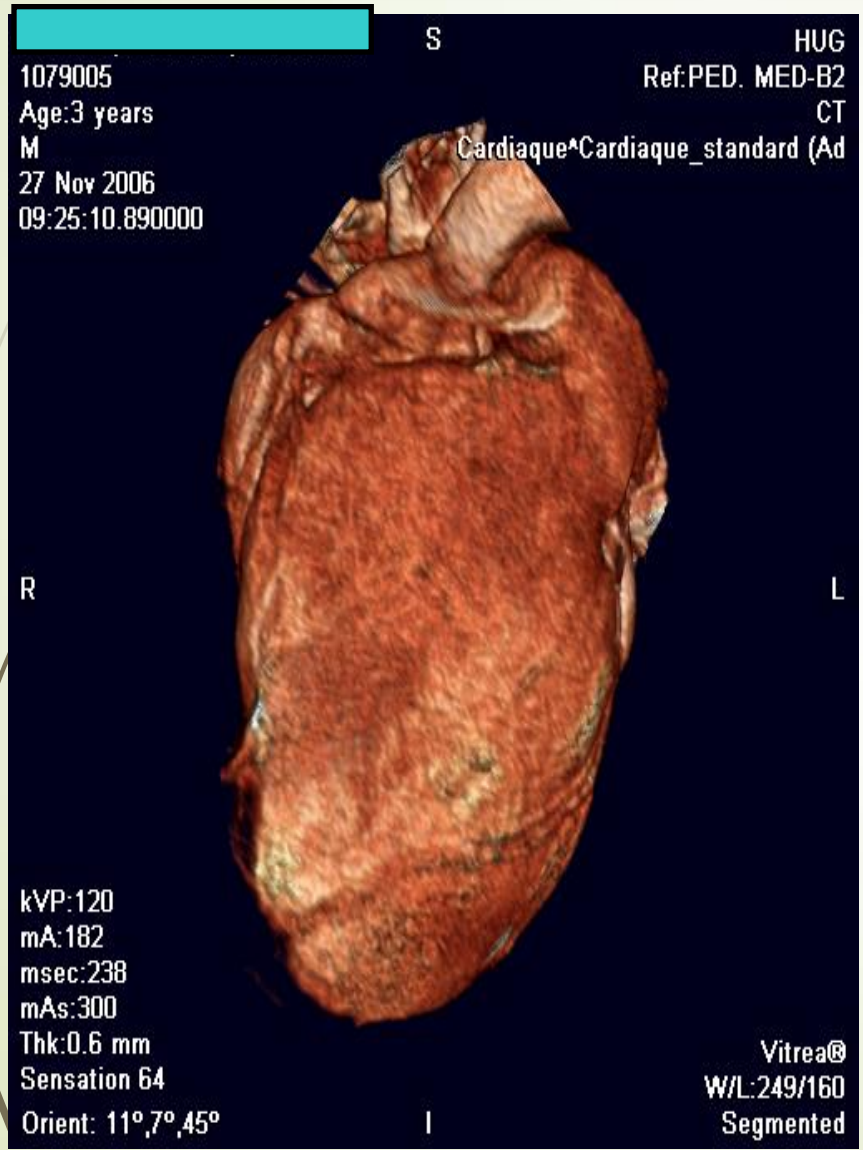
Phalla OU. et al, J Thorac Cardiovasc Surg 2006; 131(3) : 639-43



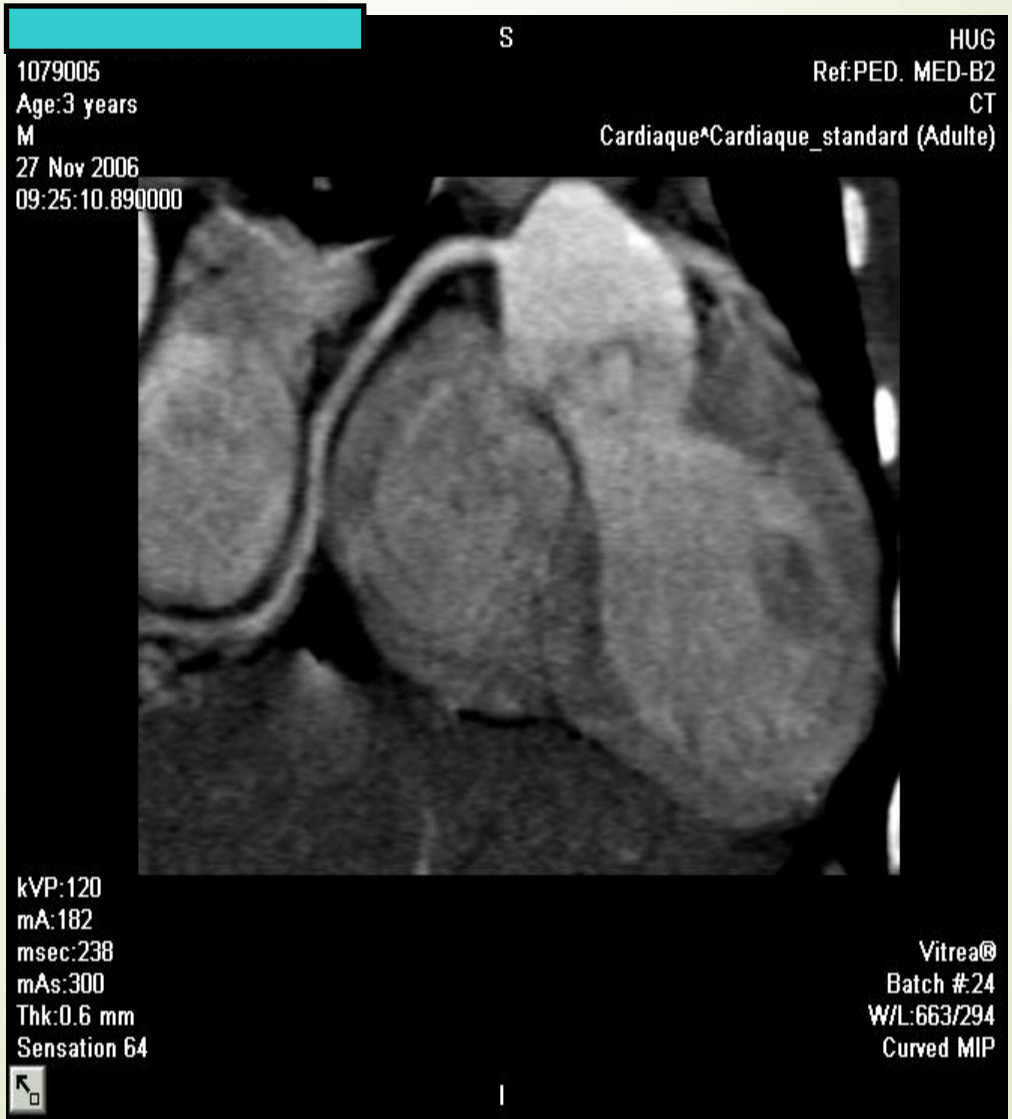
CT Scan Multibarette



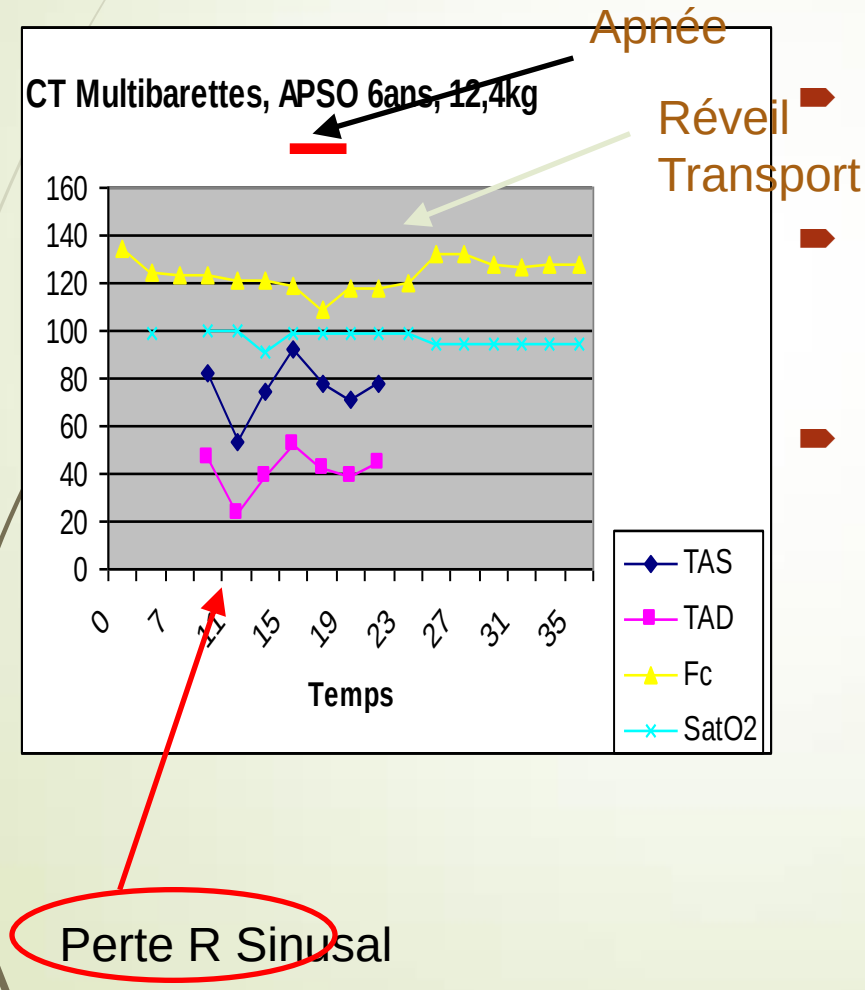
CT Scan Multibarette



CT Scan Multibarette

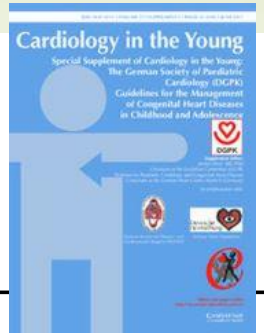


CT Scan Multibarette



- Induction Sévo 6% puis 3,5%, Vspont.
- Rémifentanil 20mcg/ml
- 40 puis 100 mcg/h (0.05 – 0.13 mcg/kg/mn)
- 2 bolus de 10 mcg pour apnée de 3mn

Cardiology in the Young (2018), **28**, 9–20
doi:10.1017/S1047951117001135



© Cambridge University Press, 2017

Original Article

Cardiovascular CT for evaluation of single-ventricle heart disease: risks and accuracy compared with interventional findings

B. Kelly Han,[1,2] Marnie Huntley,[2] David Overman,[2] Dawn Witt,[1] David Dassenko,[2] Ross F. Garberich,[1] John R. Lesser[1]

132 CT (20 Néonat, 52 post Norwood, 15 post Glenn, 45 post Fontan)

76 sans sédation, 47 sous sédation légère et 9 sous AG

Très bonne qualité d'examen (1,2 sur échelle de 1(très bon) à 4)

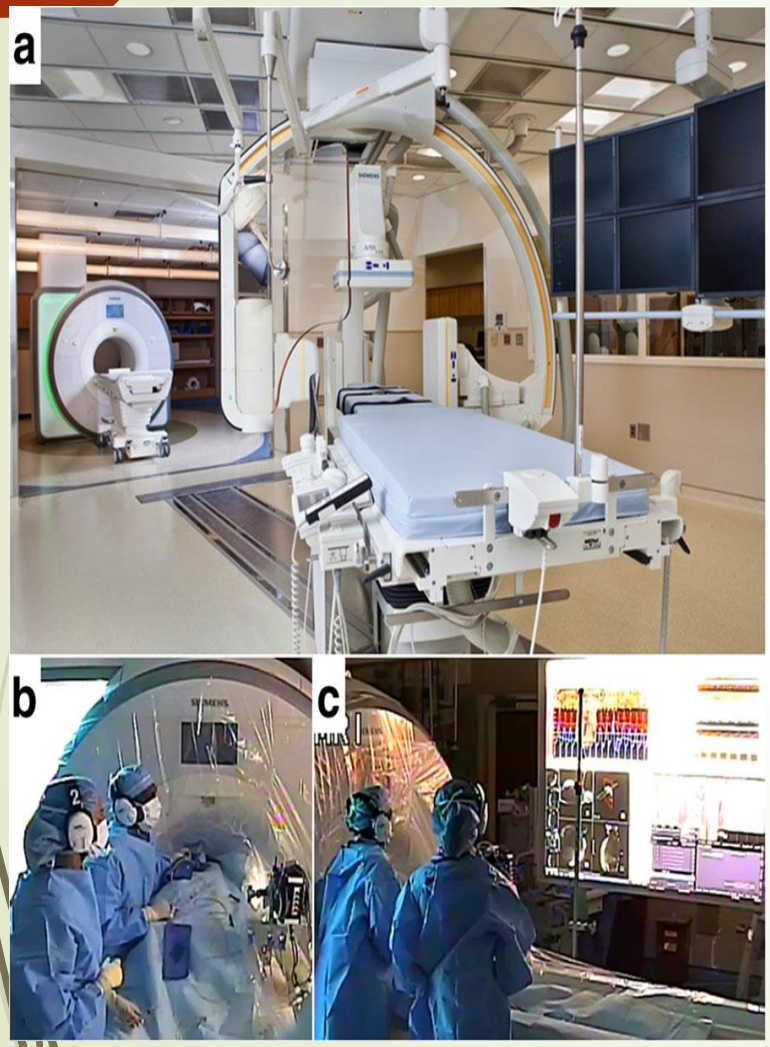
Pas d'incohérence avec les découvertes chir ou KT

CT is an effective advanced imaging modality when a non-invasive pathway is desired, particularly if cardiac MRI poses a high risk or is contraindicated.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE

- AG Tube, car durée svt importante et nombreux troubles du rythme
- Opiacés pour l'induction puis attention à ne pas empêcher la recherche des foyers ectopiques
- Dexmedetomidine a priori non conseillée (Antiarythmogène)

Un peu de FUTUR



Ratnayaka *et al. Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* (2017) 19:65
DOI 10.1186/s12968-017-0374-2

Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance

RESEARCH Open Access

Radiation-free CMR diagnostic heart catheterization in children

Kanishka Ratnayaka[1,3*], Joshua P. Kanter[2], Anthony Z. Faranesh[1], Elena K. Grant[1,2], Laura J. Olivieri[2], Russell R. Cross[2], Ileen F. Cronin[2], Karin S. Hamann[2], Adrienne E. Campbell-Washburn[1], Kendall J. O'Brien[1,2], Toby Rogers[1], Michael S. Hansen[1] and Robert J. Lederman[1]

RESEARCH REPORT

WILEY Pediatric Anesthesia

Xenon as an adjuvant to sevoflurane anesthesia in children younger than 4 years of age, undergoing interventional or diagnostic cardiac catheterization: A randomized controlled clinical trial

Sarah Devroe[1] | Roselien Meeusen[1] | Marc Gewillig[2,3] | Bjorn Cools[2,3] | Koen Poesen[4,5] | Robert Sanders[6] | Steffen Rex[1,3]

Devroe S et al. Pediatric Anesthesia 2017; 27: 1210-9

Safe and feasible,
Decrease vasopressor requirements,
Preserve better cerebral oxygen saturation,
Results in faster recovery,
Decrease the incidence of emergence delirium

TAKE HOME MESSAGES

- Le Hors Bloc est toujours un endroit dangereux pour faire de l'anesthésie : se préparer et préparer le lieu en conséquence
- Le KT est le plus dangereux
- Bien communiquer avec le cardiologue et les techniciens
- Toujours savoir ce qu'on va faire, quand, pourquoi, comment
- Ces examens sont difficiles : soyez AIDANT
- Penser à se protéger des rayons