Neurologie : l'autorégulation

Pr. Gilles ORLIAGUET
SAR pédiatrique et obstétricale
Hôpital universitaire Necker-Enfants Malades
Paris

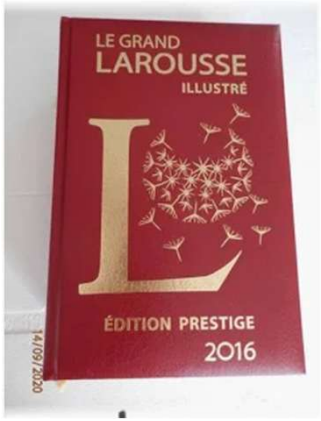
Aucun lien d'intérêt sur ce sujet

Neurologie : l'autorégulation

1. Définition
2. Modalités de fonctionnement
3. Causes et conséquences d'une altération
4. Que faire en pratique ?

L’autorégulation cérébrale : Définition

Autorégulation :



- **Régulation automatique d'un processus physiologique assurant l'homéostasie de l'organisme (Larousse).**

- **Capacité du cerveau à maintenir un flux sanguin stable et approprié en réponse aux variations de son activité métabolique et de ses besoins en oxygène et en nutriments.**

➢ **Essentielle pour un fonctionnement cérébral optimal.**

➢ **Interactions complexes entre neurones, cellules gliales et endothéliales.**

Anaesthesia for paediatric neurosurgery. Part 1: general considerations

C. Stendall*, L. Bowes and E. Carver

BJA Education, 24(1): 1–6 (2024)

- **Pression de Perfusion Cérébrale (PPC) =**

PAM - (PIC + *PVC + Phydro*) ≈ PAM – PIC

- **Débit sanguin cérébral (CBF) = PPC/RVC**

RVC = résistances vasculaires cérébrales

Age	CBF ($ml.min^{-1}.100\ g^{-1}$)	CMRO2 ($ml.min^{-1}.100\ g^{-1}$)
Nouveau-né	40-42	2.3
6 mois-3 ans	90	5.2
3-12 ans	100	
Adulte	50	3.5

PHYSIOLOGICAL REVIEWS

Published and copyright by

THE AMERICAN PHYSIOLOGICAL SOCIETY, INC.

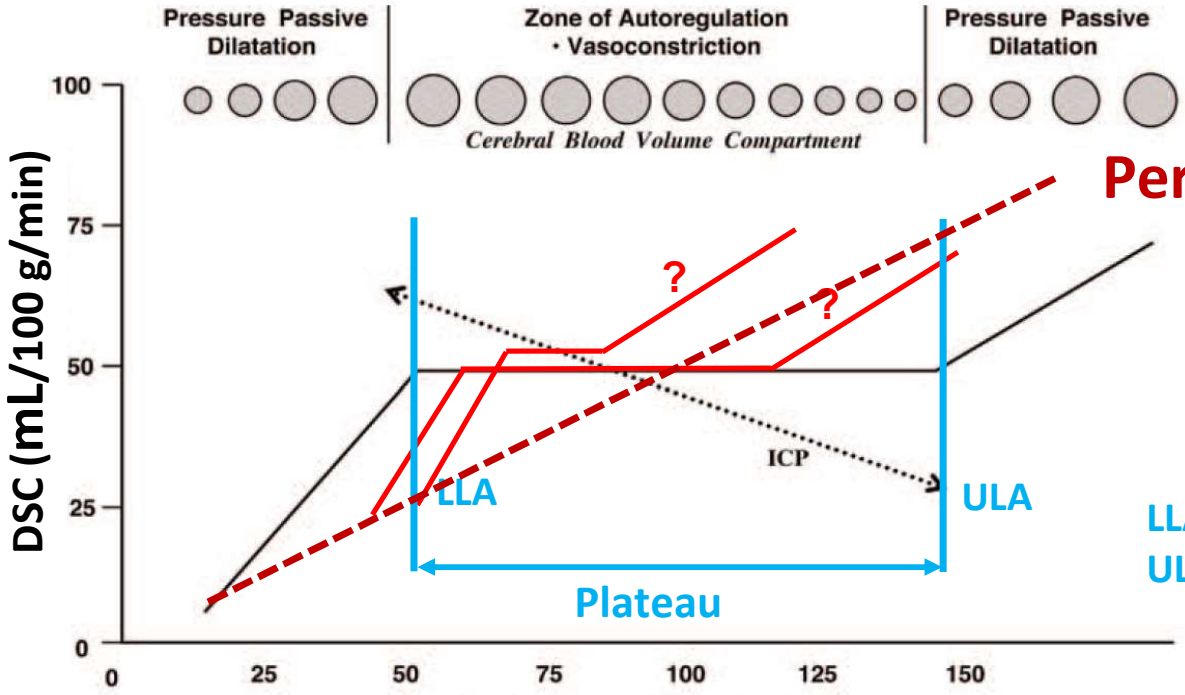
VOLUME 39 APRIL 1959 NUMBER 2

Cerebral Blood Flow and Oxygen Consumption in Man

NIELS A. LASSEN[1]

Laboratory of Clinical Science, National Institute of Mental Health, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland

Modalités de fonctionnement de l'autorégulation cérébrale



Perte d'autorégulation

LLA: Lower Limit of Autoregulation
ULA: Upper Limit of Autoregulation

PPC = PAM – PIC (mmHg)

PHYSIOLOGY OF CEREBRAL BLOOD FLOW

Br. J. Anaesth. (1976), **48**, 719

N. A. LASSEN AND M. S. CHRISTENSEN

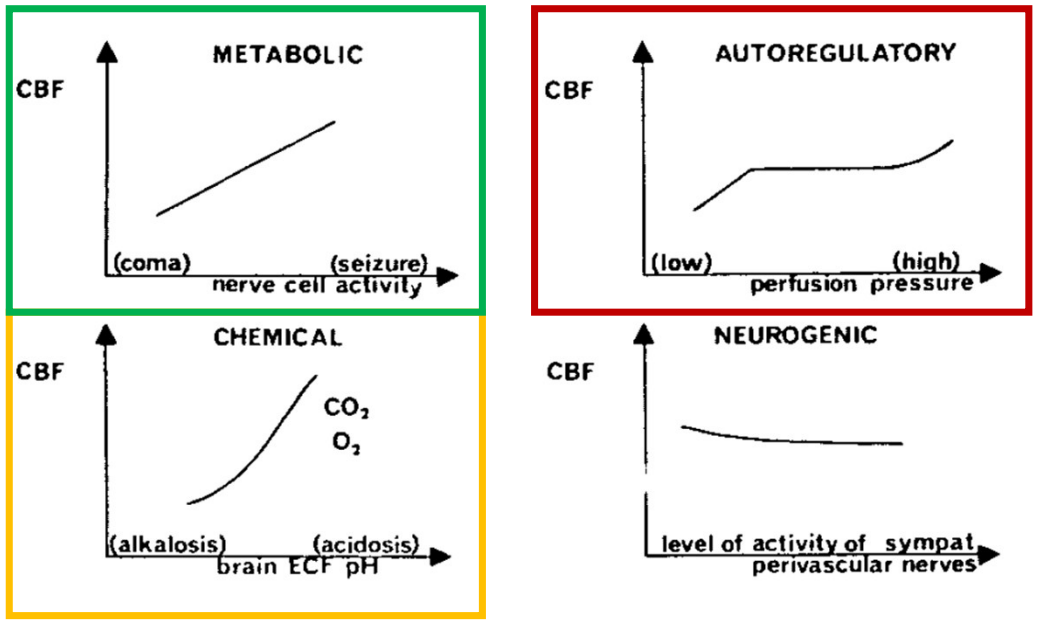
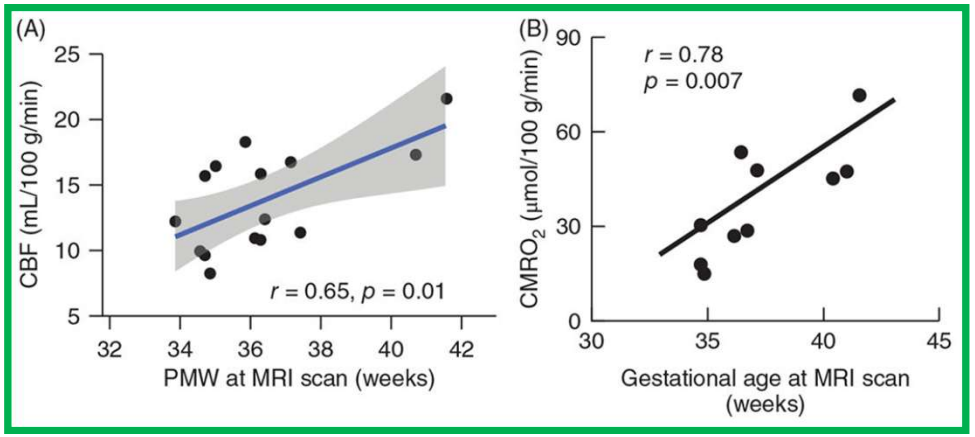


FIG. 1. Schematic representation of the different modes by which the cerebral blood flow (CBF) is controlled. ECF = extracellular fluid.

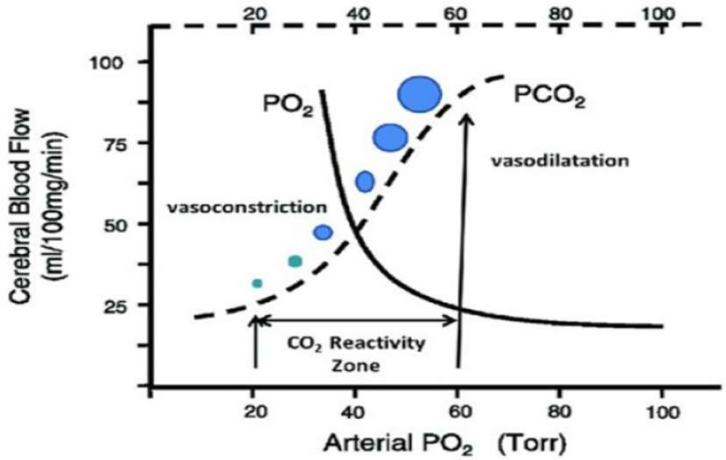
PPC = PAM - PIC



PMW: postmenstrual weeks

Δ PaCO2 = 1 mmHg

⇔ Δ DSC = 3-4%



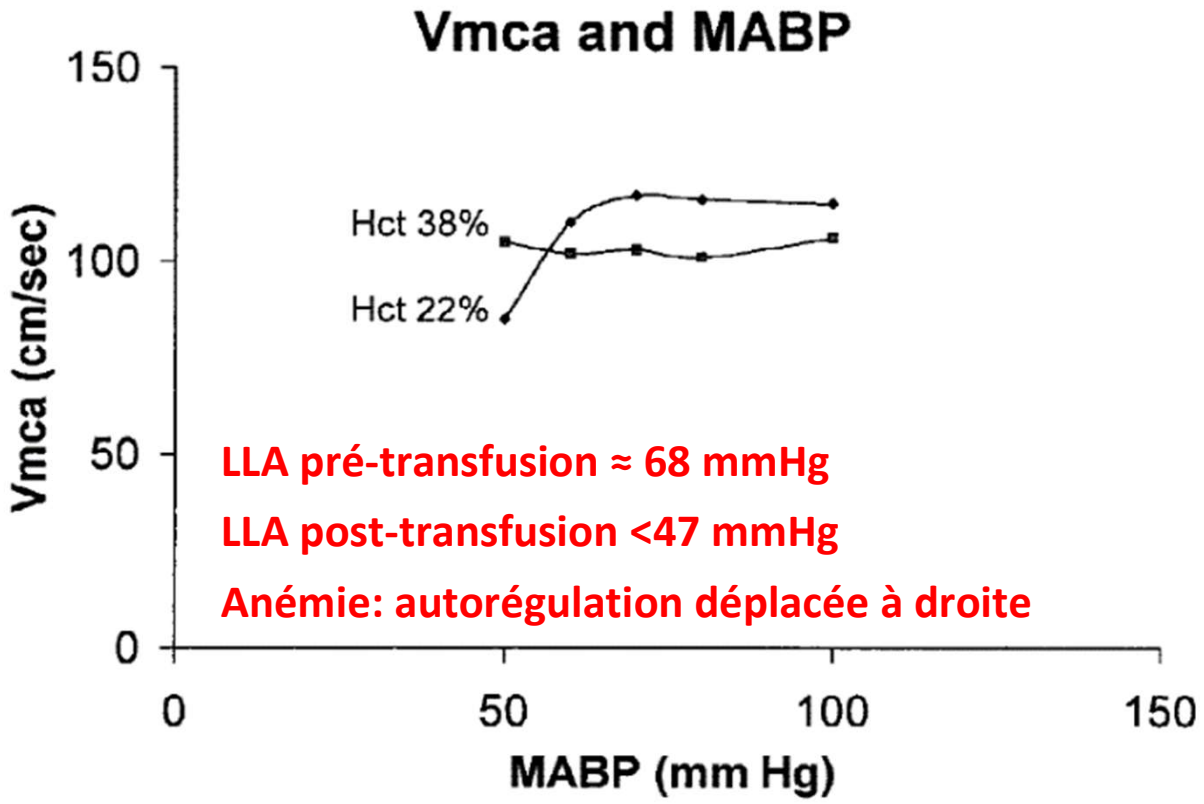
Caro Club Anesthésie-Réanimation en Obstétrique

Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Francophone

Cerebral Autoregulation Before and After Blood Transfusion in a Child

Monica S. Vavilala,

Journal of Neurosurgical Anesthesiology
Vol. 13, No. 3, pp. 233–236
© 2001 Lippincott Williams & Wilkins, Inc., Philadelphia



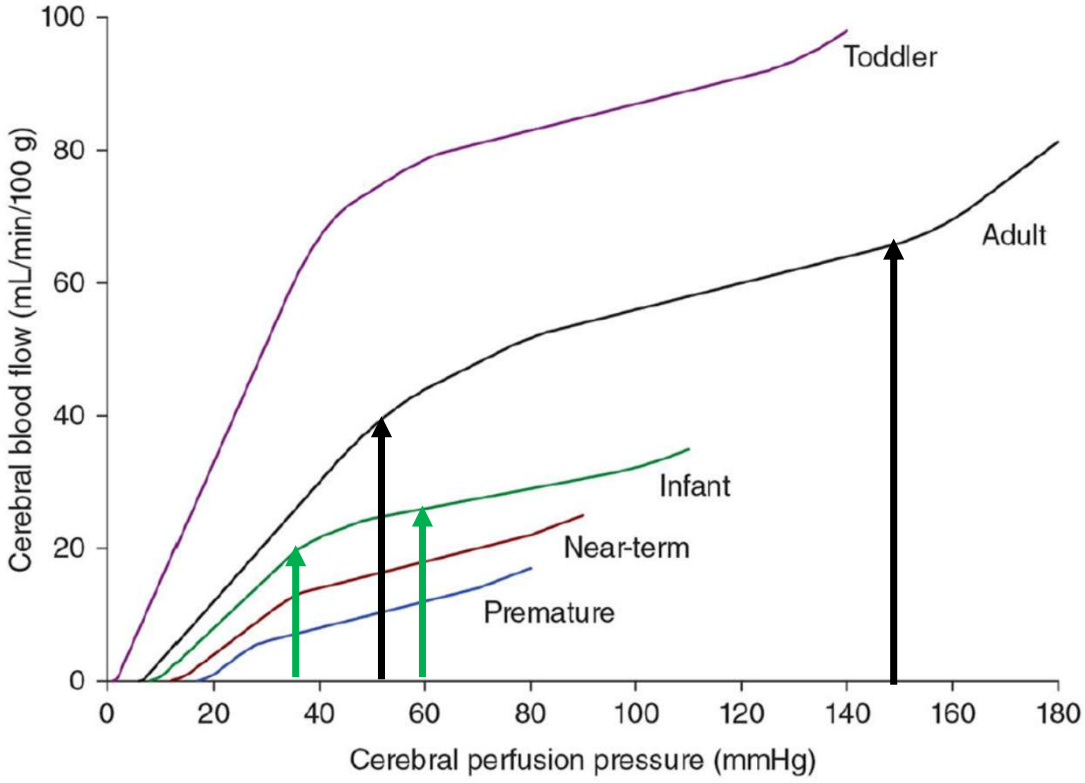
LLA pré-transfusion ≈ 68 mmHg

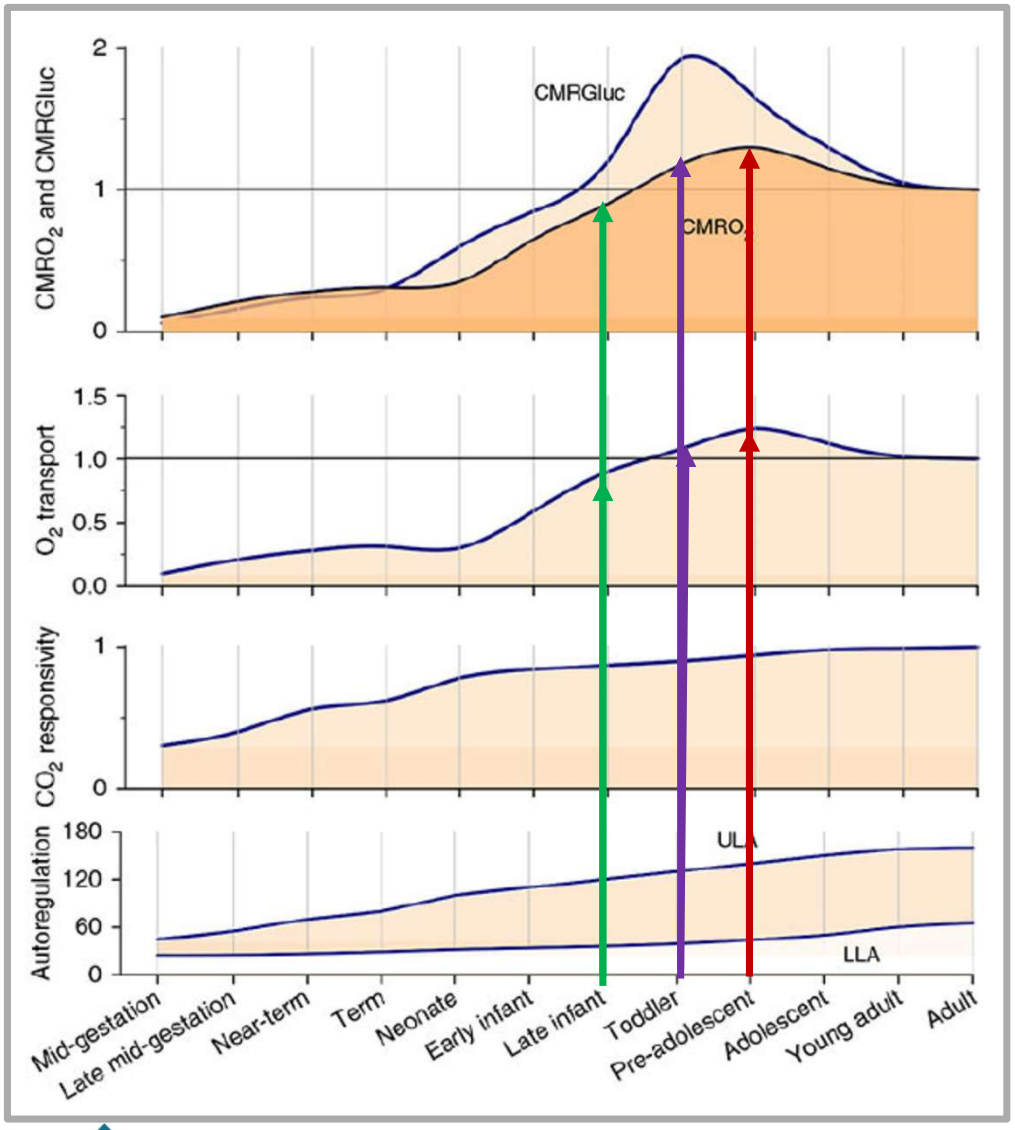
LLA post-transfusion <47 mmHg

Anémie: autorégulation déplacée à droite

Regulation of the Cerebral Circulation During Development

Koelhler RC. Compr Physiol 2022;11: 2371-2432.





Causes d'une altération de l'autorégulation

Regulation of the Cerebral Circulation During Development

Raymond C. Koehler*
Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, USA

Compr Physiol 2022;11: 2371-2432.

L'autorégulation peut être altérée au cours de différents états pathologiques

- **Prématurité**
- **Encéphalopathie hypoxo-ischémique**
- **Hémorragie intraventriculaire**
- **Cardiopathie congénitale**
- **Nourrissons sous ECMO**

Anaesthesia for paediatric neurosurgery. Part 1: general considerations

BJA Education, 24(1): 1–6 (2024)

C. Stendall*, L. Bowes and E. Carver

L'autorégulation cérébrale peut être altérée en présence de

- **Traumatisme crânien**
- **Acidose**
- **Tumeur cérébrale**
- **Œdème cérébral**
- **Certains médicaments**

Effets cérébraux des agents anesthésiques

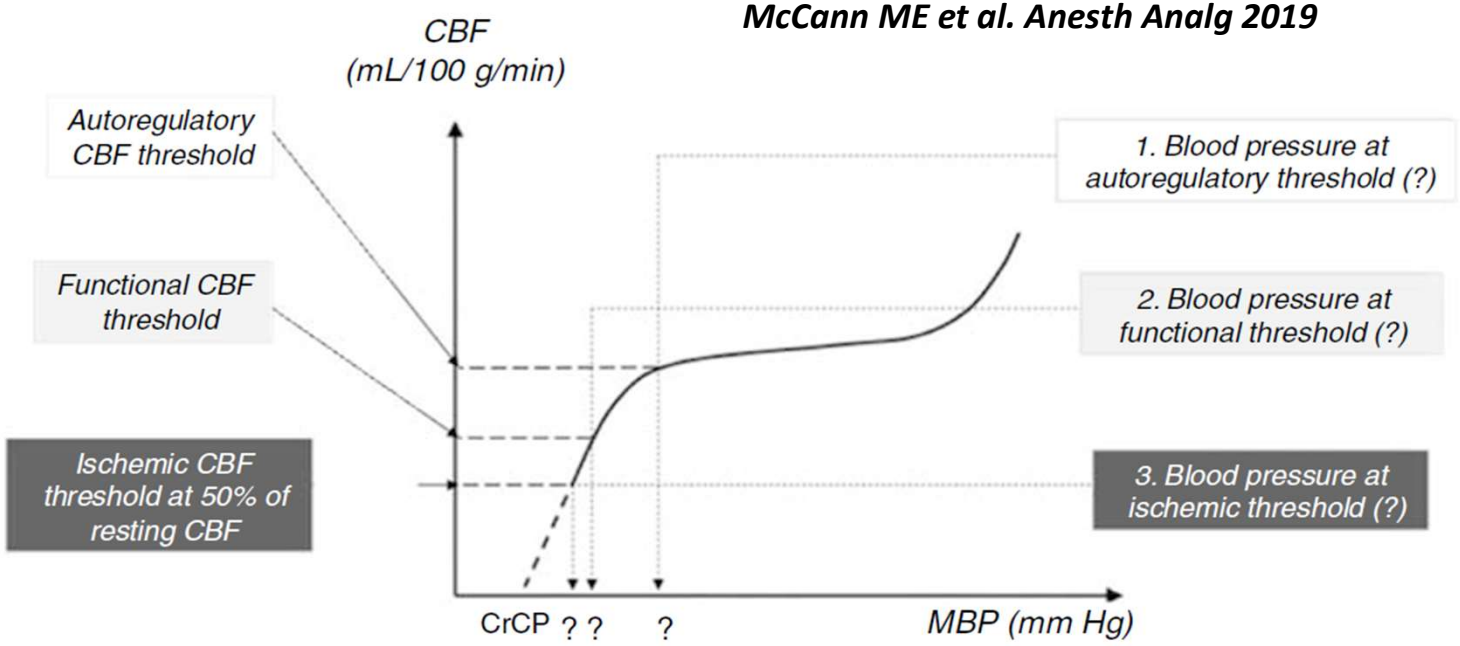
Overview of the reported effects of anesthetics on cerebral hemodynamics evaluated using Transcranial Doppler (TCD) ultrasonography.

Drugs		CBFV	Autoregulation	CCO2R
Sevoflurane		Increased in dose-dependent manner	Preserved up to 2.0 MAC	Preserved
Desflurane		Increased with increasing concentration	Impaired at concentrations greater than 1.0 MAC	Maintained at 1.0 MAC
Isoflurane		Increased	Preserved up to 1.0 MAC then impaired in dose-dependent manner	Preserved up to 1.0 MAC in healthy subjects and not in diabetics
Propofol	(Alone)	Decreased	Preserved in healthy subject. Impaired in ones with head injury	Preserved
	(+ Remifentanil)	Preserved above all in children	Preserved	Preserved
Ketamine	(Alone)	Increased with low-doses	NA	NA
	(+ Propofol)	Unaltered	NA	Preserved
	(+ Isoflurane)	Unaltered	NA	Decreased
Thiophental		Decreased	NA	NA
		Above all in children	Unaltered	
Nitrous oxide	(Alone)	Increased	Decreased	Unaltered
	(+ Desflurane)	Unaltered	NA	NA
	(+ Sevoflurane)	Increased with low-doses of sevoflurane	Impaired with low-doses of sevoflurane	Decreased with low-doses of sevoflurane
	(+ Propofol)	Unaltered	Unaltered	Unaltered
Fentanyl		Increased	Unaltered	NA
Remifentanil	(Alone)	NA	NA	Preserved with high doses
	(+ Propofol)	NA	Preserved	NA
Sufentanil		Decreased in a dose-dependent manner	NA	NA

Fodale V et al. Acta Anaesthesiol Scand 2007; 51: 839-47

Conséquences théoriques d'une PPC < LLA

McCann ME et al. Anesth Analg 2019



Intracranial pressure and cerebral blood flow

Tomas Partington

ANAESTHESIA AND INTENSIVE CARE MEDICINE 2014

PPC	CBF (mL/100 g/min)	Conséquences cérébrales
25	25	Ralentissement de l'activité électrique sur l'EEG
15	15	Arrêt de l'activité électrique
10	<10	Perte d'intégrité cellulaire => entrée de K+, mort cellulaire

Conséquences cliniques d'une PPC < LLA

Infantile Postoperative Encephalopathy: Perioperative Factors as a Cause for Concern

McCann ME et al. Pediatrics 2014;133:e751–e757

TABLE 2 Perioperative Vital Signs in 6 Cases of Infantile Perioperative Encephalopathy

Variable	Case					
	1	2	3	4	5	6
Preoperative BP, mm Hg	NA	80/46	89/59	105/46	76/p	135/59
Intraoperative SBP, mm Hg	42.6 ± 14.5	46.4 ± 5.8	47.8 ± 9.1	53.6 ± 9.1	51.6 ± 11.2	50.2 ± 10.6
Intraoperative MAP, mm Hg	31.6 ± 15.3	33.4 ± 5.1	31.3 ± 6.4	38.3 ± 8.4	33.8 ± 10.5	32.0 ± 11.0
Postoperative BP, mm Hg	66/31	95/60	108/57	75/42	110/63	97/46
MAP <30 mm Hg data points[a]	26	10	22	4	5	13
$ETCO_2$, mm Hg	35 ± 4.5	31.7 ± 3.8	33.8 ± 3.8	45 ± 3.8	41 ± 2.3	33.3 ± 3.3
Intraoperative HR	117 ± 13	102 ± 3	120 ± 9	123 ± 3	131 ± 11	134 ± 11
Intraoperative temperature	37.4 ± 0.8	36.7 ± 0.5	36.3 ± 2	36.9 ± 0.2	35.8 ± 0.2	37.8 ± 0.6
Intraoperative O_2 saturation	99 ± 1	99 ± 2	97 ± 3	100 ± 0	99 ± 1	98 ± 2

Data are presented as *n* or mean ± SD. HR, heart rate; MAP, mean arterial pressure; NA, not available; p, palpation.

[a] Number of data points below 30 mm Hg.

Data points: 5-minute interval

Neurologie : l'autorégulation ⇔ en pratique

SFAR

ADARPEF

RECOMMANDATIONS POUR LA PRATIQUE PROFESSIONNELLE

Organisation structurelle, matérielle et fonctionnelle des centres effectuant de l'anesthésie pédiatrique

2023

RPP SFAR - ADARPEF
Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR)
Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Française (ADARPEF)

SFAR

RECOMMANDATIONS DE PRATIQUES PROFESSIONNELLES

Optimisation hémodynamique périopératoire

- Pédiatrie -

Perioperative hemodynamic optimization

2024

R2.5.2 – Pour les nouveau-nés et nourrissons opérés de chirurgies majeures, les experts suggèrent de monitorer l'oxygénation régionale cérébrale pour détecter et prendre en charge rapidement les épisodes de désaturation cérébrale quelle qu'en soit la cause (hypotension, hypoxémie, anémie, hypocapnie).

Avis d'experts (Accord fort)



PAM **< 35 mmHg si < 6mois**
< 43 mmHg si < 2 ans
< 1,5 x âge (ans) + 40

Remplissage 20 ml/kg cristalloïdes balancés
Ephédrine titration (Bolus 0,5 mg/kg)
+/- Albumine 4%
+/- CGR

Si persistance hypotension > 15 min
Noradrénaline 0,05 à 0,2 mcg/kg/min
(Dilution =10 mcg/ml)

SFAR

Les 10 essentiels en anesthésie pédiatrique* :

quels objectifs pour les 10 Safetots ?

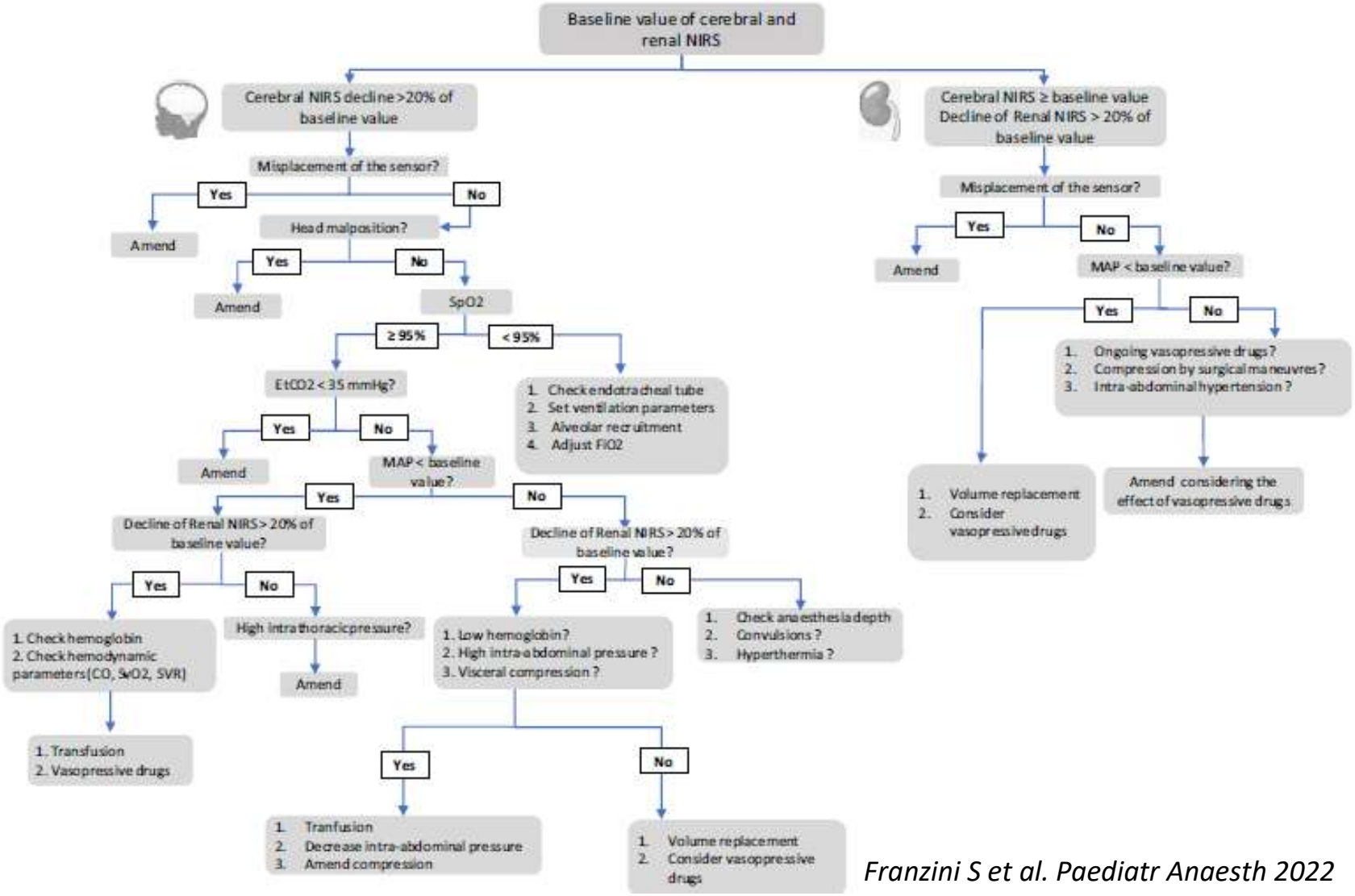
*hors néonatalogie

SAFETOTS	OBJECTIFS
Limiter la peur et l'anxiété	Objectif: Modified Yale Preoperative Anxiety Scale< 25 Favoriser les méthodes non-pharmacologiques Information pré-opératoire (enfants et parents) Hypnose Distraction : doudous, jouets au bloc Approche technologique : tablettes tactiles, casques de réalité virtuelle Présence parentale en salle de réveil
Normovolémie	Evaluation répétée et multimodale Limiter le jeûne pré-opératoire H-6 solides, H-4 lait artificiel, H-3 lait maternel, H-1 liquides clairs Absence de signes cliniques d'hypoperfusion périphérique Normotension et Normocardie (valeurs à adapter à l'âge) Patients et/ou chirurgies à risque d'instabilité hémodynamique : intérêt du monitorage avancé Pression artérielle invasive Doppler œsophagien Echographie cardiaque transthoracique Near-Infrared Spectroscopy (NIRS)
Normotension	≥1 mois-1 an : PAS≥ 70 mmHg 1 an-10 ans : PAS≥ (70 + âge x 2 en années) ou PAM≥ (40 + âge x 2 en années) ou PAM≥ 5ème percentile >10 ans : PAS≥ 90 mmHg ou PAS≥ 80% valeur de base
Normocardie	≥1 mois-3 mois : 80< FC< 205 bpm 3 mois-1 an : 80< FC< 180 bpm 2 ans-10 ans : 60< FC< 140 bpm >10 ans : 60< FC< 100 bpm
Normoxémie	SpO2> 95% PaO2 50-80 mmHg
Normocapnie	EtCO2 35-45 mmHg
Normoglycémie	Glycémie 0,54-2,0 g/L
Normonatrémie	Natrémie 135-145 mmol/L
Normothermie	Température 36,5-38°C
Absence de douleur post-opératoire	Hétéro-évaluation de la douleur : FLACC< 4, Evendol< 4, CHEOPS< 10 Auto-évaluation de la douleur si possible : EVA< 4 Analgésie multimodale avec antalgiques non morphiniques Anesthésie régionale analgésique Monitorage avancé de la douleur per-opératoire Evaluation répétée de la douleur post-opératoire

ANRCA Anesthésie & Réanimation 2022
JP. Salaün, M. De Queiroz et G. Orliaguet

Caro
Club Anesthésie-Réanimation en Obstétrique

Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Francophone



Franzini S et al. Paediatr Anaesth 2022

Caro
Club Anesthésie-Réanimation en Obstétrique

Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Francophone

Neurologie : L'autorégulation
Take home messages

- L'autorégulation cérébrale existe à tout âge : il faut la préserver
- La plage d'autorégulation est d'autant plus étroite que l'enfant est jeune

  ⇔ plus fragile
- Maintenir la PAM et traiter l'HTIC pour maintenir le DSC
- Autres facteurs pouvant modifier le DSC : $PaCO_2$, $CMRO_2$, PaO_2, [Hb]

Caro
Club Anesthésie-Réanimation en Obstétrique
Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Francophone