

CONGRÈS COMMUN
CARO
ADARPEF
LYON
23 & 24 MAI 2025

Oxymétrie Cérébrale
De la théorie à la pratique ...

- Chrystelle Sola -
Pôle Femme - Mère – Enfant
CHU Montpellier

FACULTÉ DE MÉDECINE MONTPELLIER-NÎMES DEPUIS 1220

UNIVERSITÉ MONTPELLIER

CHU MONTPELLIER CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE FEMME, MÈRE, ENFANT

Caro Club Anesthésie-Réanimation en Obstétrique

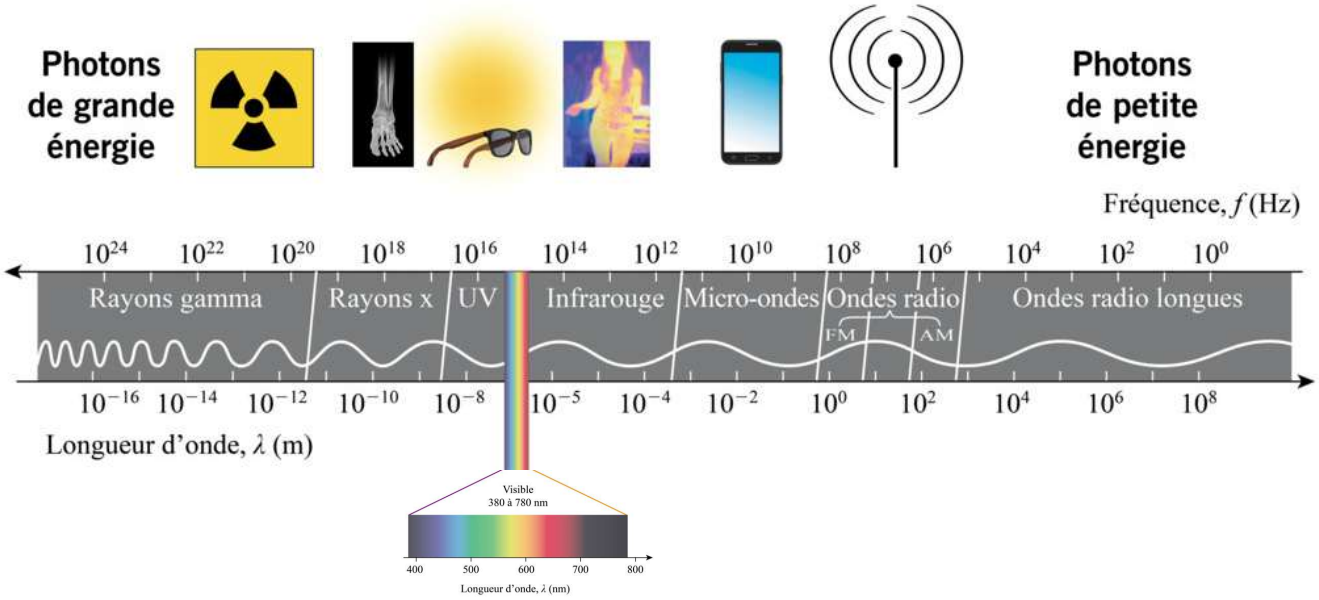
Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Francophone

2025

Un peu de théorie ... NIRS = SPIR

- **S**pectroscopie
  - Analyse de l'absorption et de l'émission des **rayonnements** par la **matière**,
  - Ces processus sont dépendants :
    - De la **longueur d'onde** du rayonnement
    - De la **composition** de la matière

Spectre électromagnétique



2025

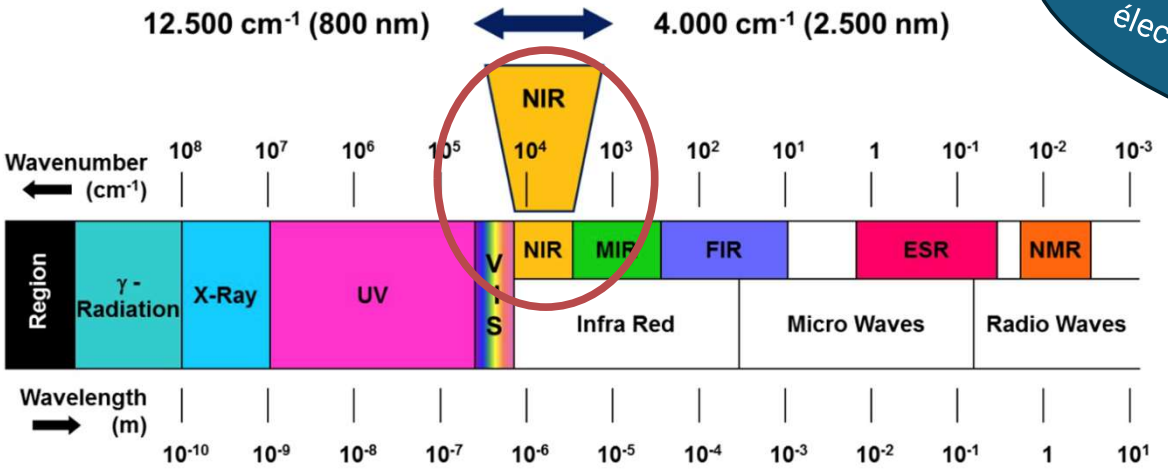
Un peu de théorie ... NIRS = SPIR

- **N**ear **I**nfra **R**ed = **P**roche **I**nfra **R**ouge (λ 800 à 2 500 nm)
  - Spectre Proche infrarouge = Photons capables de traverser les tissus (y compris l'os) sur plusieurs cm

  ≠ Spectre Lumière visible = Photons rapidement absorbés par la matière



Le crane humain est transparent à la lumière proche IR



Spectre électromagnétique

2025

Un peu de théorie ...

- **Loi de Beer-Lambert (modifiée)**
  - Établit une **PROPORTIONNALITÉ** entre :
- la **concentration** d'une entité chimique (chromophore) en solution
- l'**absorbance** de ce chromophore
- la **longueur du trajet** parcouru par un rayonnement donné dans la solution

Loi de Beer-Lambert

$\Delta A = L \cdot [X] \cdot \varepsilon$

ΔA: absorption lumineuse
L: longueur du trajet optique
[X]: concentration du chromophore
ε : coefficient d'extinction

La concentration d'une substance peut être mesurée selon son degré d'absorption de la lumière

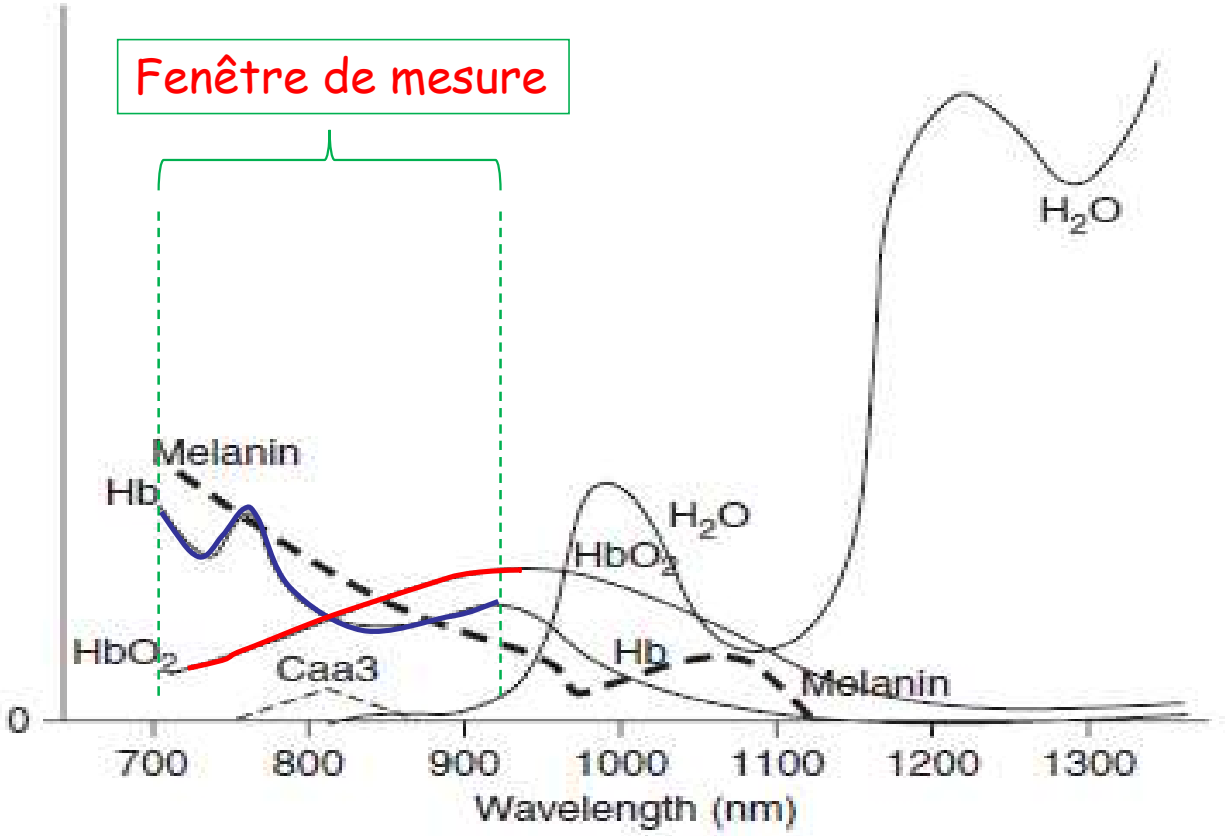
2025

Un peu de théorie …

- **N**ear **I**nfra **R**ed = **P**roche **I**nfra **R**ouge (λ 800 à 2 500 nm)

Les ≠ Chromophores absorbant les photons dans le proche IR

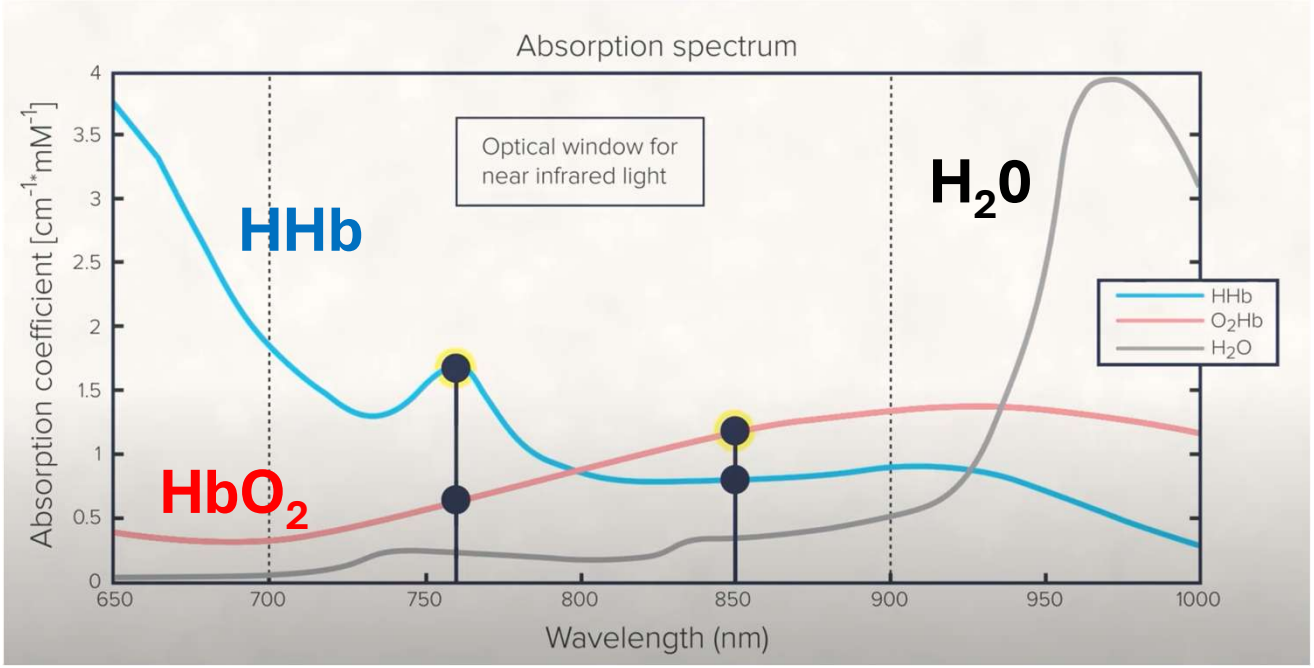
L'hémoglobine est l'un des principaux facteurs d'absorption des photons dans le domaine du proche IR



2025

Un peu de théorie …

- **Hémoglobine**
  - Propriétés d'absorption optique spécifiques selon état d'oxygénation
  - Dans le proche infra rouge : oxyhémoglobine ≠ désoxyhémoglobine

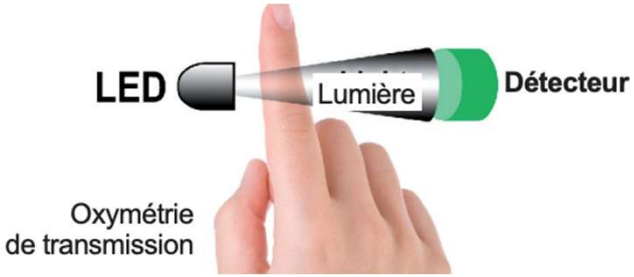


2025

Comment ça marche ... Oxymétrie

- **Oxymétrie de transmission ou de réflexion**

Oxymétrie pulsée

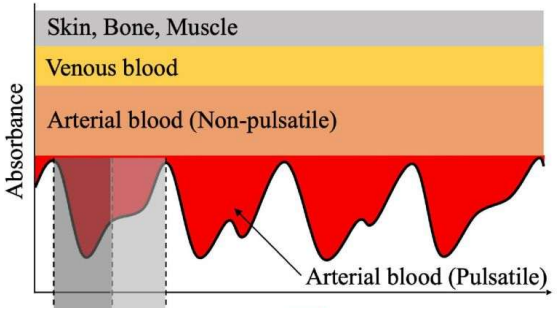


Associée à la pléthysmographie

Interroge uniquement le flux pulsatile

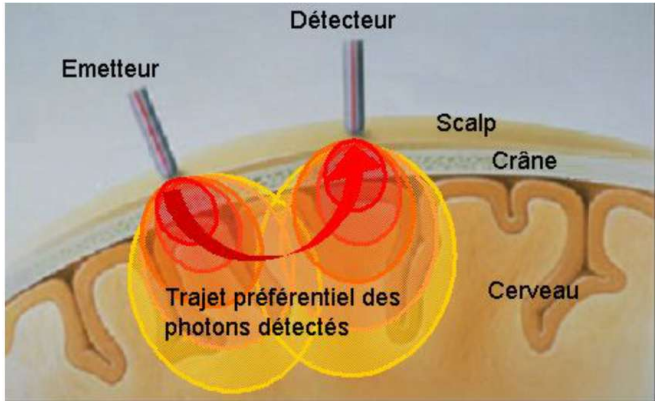
Saturation ARTERIELLE

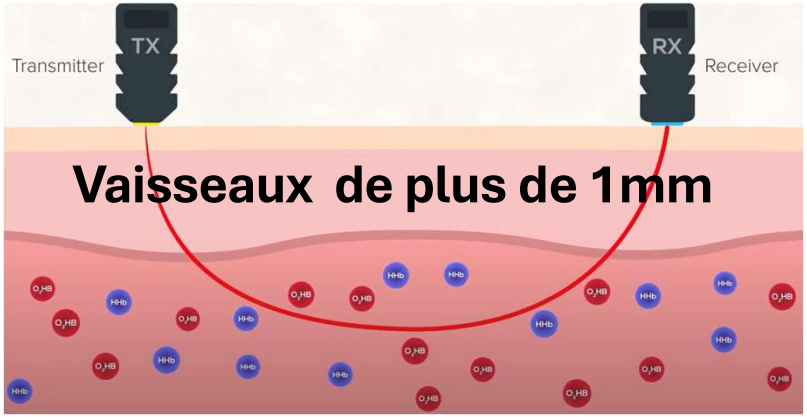
O_2 APPORTÉ aux tissus



Oxymétrie tissulaire





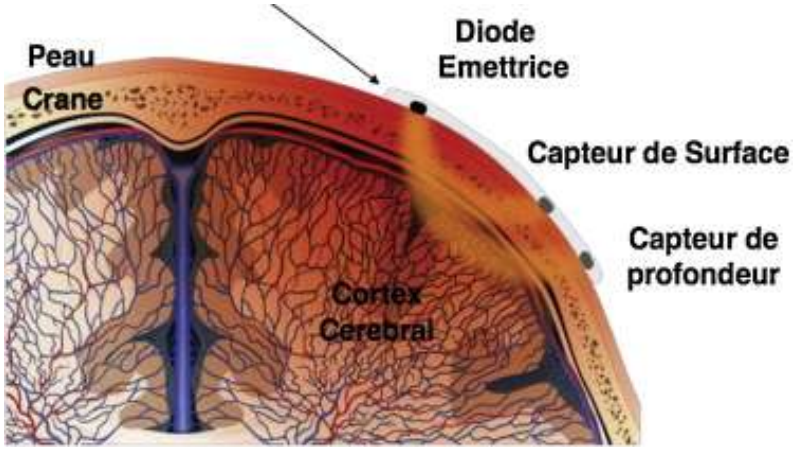


2025

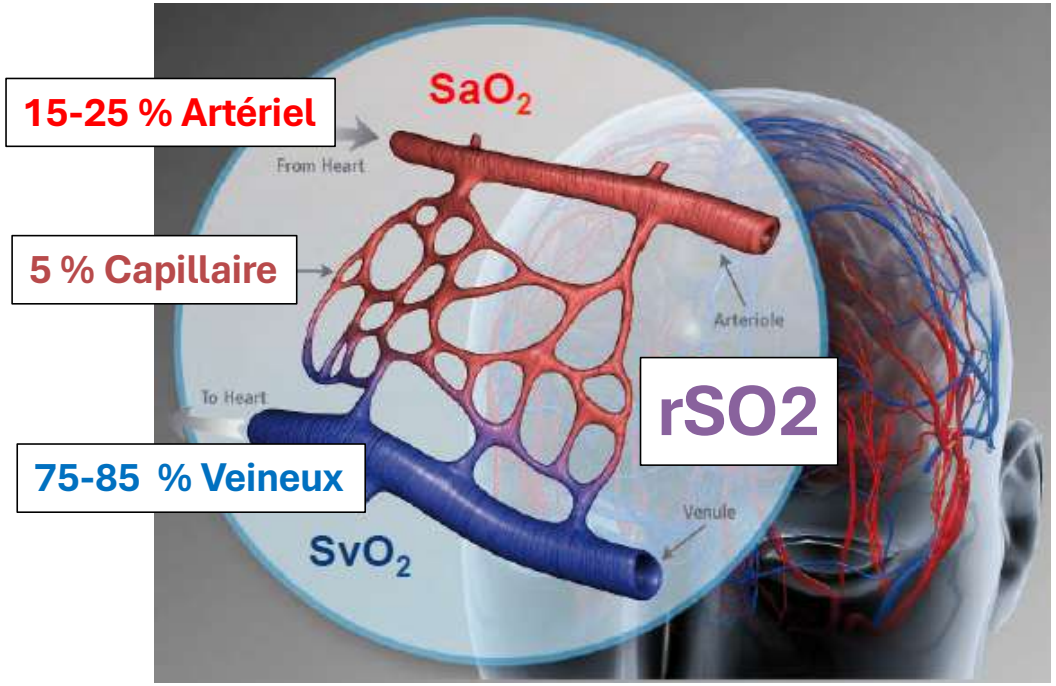
Ça mesure quoi ...

- **Saturation tissulaire régionale**

1 émetteur / 2 récepteurs
Algorithme de soustraction
→ éliminer les signaux superficiels (Peau – Mélanine – Os ...)
→ <u>Signaux Parenchymateux</u>



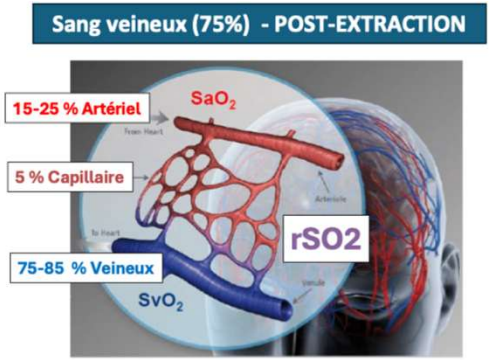
Sang veineux (75%) - POST-EXTRACTION



2025

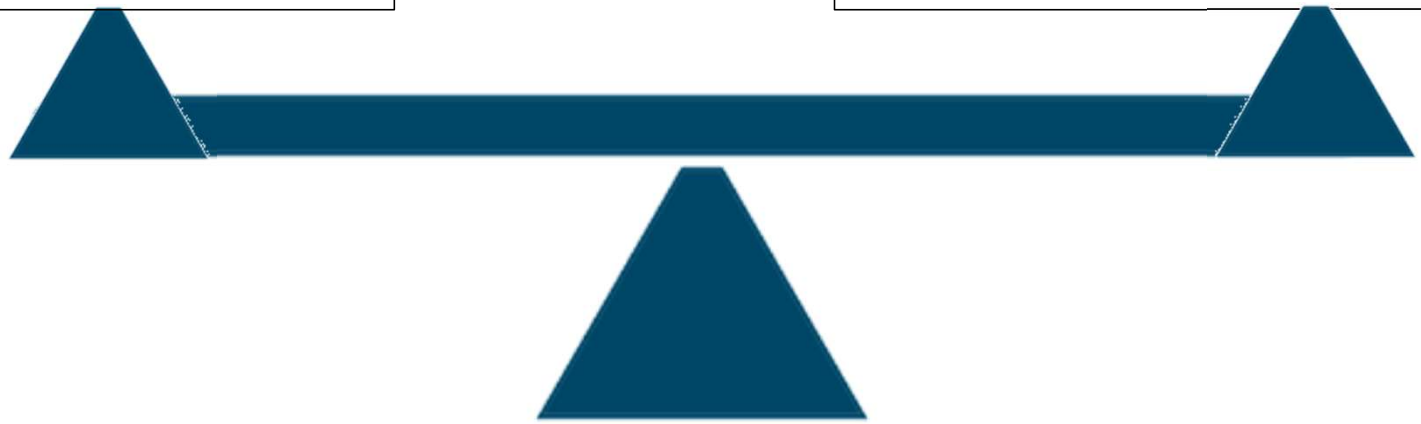
Ça mesure quoi ...

Adéquation / Equilibre entre apport et demande en 0_2



Apport / transport Cérébral en O_2

Métabolisme / Consommation Cérébral en O_2



2025

Oxymétrie régionale tissulaire …

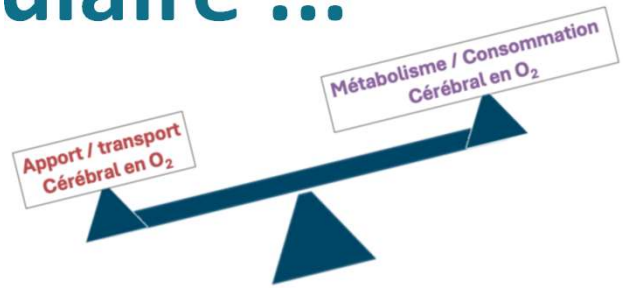
- **Les limites À CONNAITRE +++**
  - Contamination extra cérébrale: lumière/bilirubine/sinus frontal/mélanine...
  - Mesure localisée : Région frontale / 1,5 cm^3 (≠ mesure globale $SvjO_2$)
  - Moniteur de tendances ++++ (≠ valeur absolue)

VALEUR DE RÉFÉRENCE

= En Air Ambiant – avant anesthésie – au calme

2025

Oxymétrie régionale tissulaire …



- **Les limites À CONNAITRE +++**

Ne peut être utilisé / interprété SEUL

-

Nécessite intégration

Autres monitorages / Contexte ….

2025

Et en pratique ...

- Pablo – 3 mois (42 SAC) – 3,4 kg
- ANTCD Prématurité 29+5 SA - Bronchodysplasie légère – immaturité cardio respiratoire sous caféine
- ECUN perforée / stomie à 32 SAC --> Rétablissement de continuité
- PEC Anesth:
  - Monitorage standard + Oxymétrie cérébrale unilatérale
  - Induction inhalatoire – pose VVP (KTPC en place)
  - IOT (Vidéo-laryngoscopie première)
  - ALR par APD lombaire haute (viscérolyse importante)



2025

Pablo - 3 mois … Vrai – Faux ?

- Pour le confort de Pablo, il est préférable d'attendre la perte de connaissance pour installer le capteur de monitorage de l'oxymétrie cérébrale ?

2025

Pablo - 3 mois … Vrai - Faux

- ~~Pour le confort de Pablo, il est préférable d'attendre la perte de conaissance pour installer le capteur de monitorage de l'oxymétrie cérébrale ?~~

Monitorage de tendance = VALEUR DE RÉFÉRENCE

= En Air Ambiant – AVANT anesthésie – au calme

Pré-oxygénation = variation PA O_2 / SpO_2
Agitation / Anesthésie = Variation consommation - CMR O_2 …

2025

Pablo - 3 mois … Vrai - Faux

- La valeur de référence, prise avant induction , en AA , au calme affiche 95....



C’est parfait , vous n’en attendiez pas moins chez ce patient sans co-morbidité cardiaque …

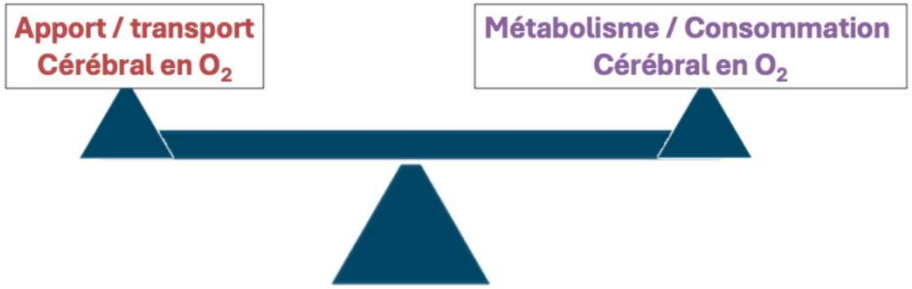
2025

Pablo - 3 mois … Vrai - Faux

- ~~La valeur de référence, prise avant induction , en AA , au calme affiche 95. C'est parfait , vous n'en attendiez pas moins~~



La valeur physiologique d'oxymétrie cérébrale est d'environ 67±10 %



2025

Pablo - 3 mois … Vrai - Faux



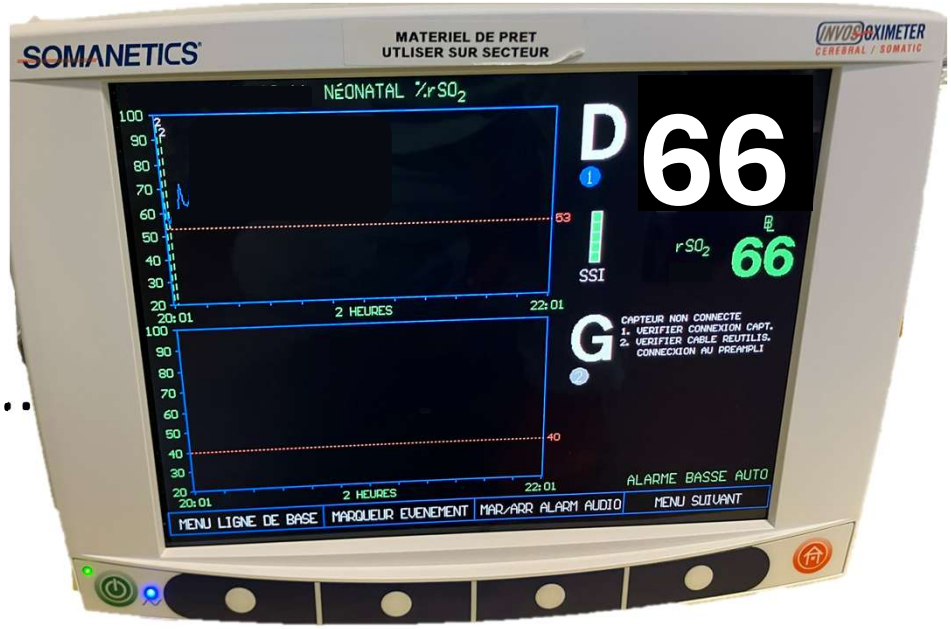
Après repositionnement du capteur et protection vis-à-vis de la lumière ambiante, l'oxymétrie cérébrale affiche 66

- Après l'induction (Intubation à la première tentative sans aucune difficulté), l'oxymétrie cérébrale :

A / Devrait AUGMENTER

B / Devrait DIMINUER

C / Joker - Ce n'est pas si simple ....

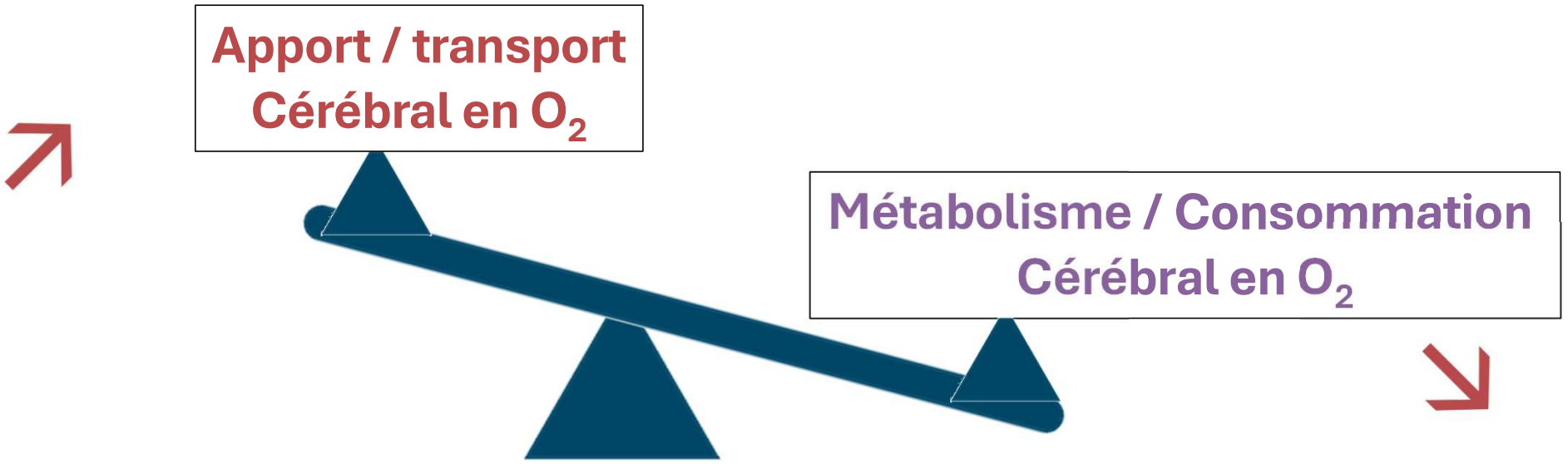


2025

Pablo - 3 mois … En théorie à l'induction !!

Pré-oxygénation

Agents hypnotiques



PA O_2 / SpO_2

Cerebral Metabolic Rate of Oxygen

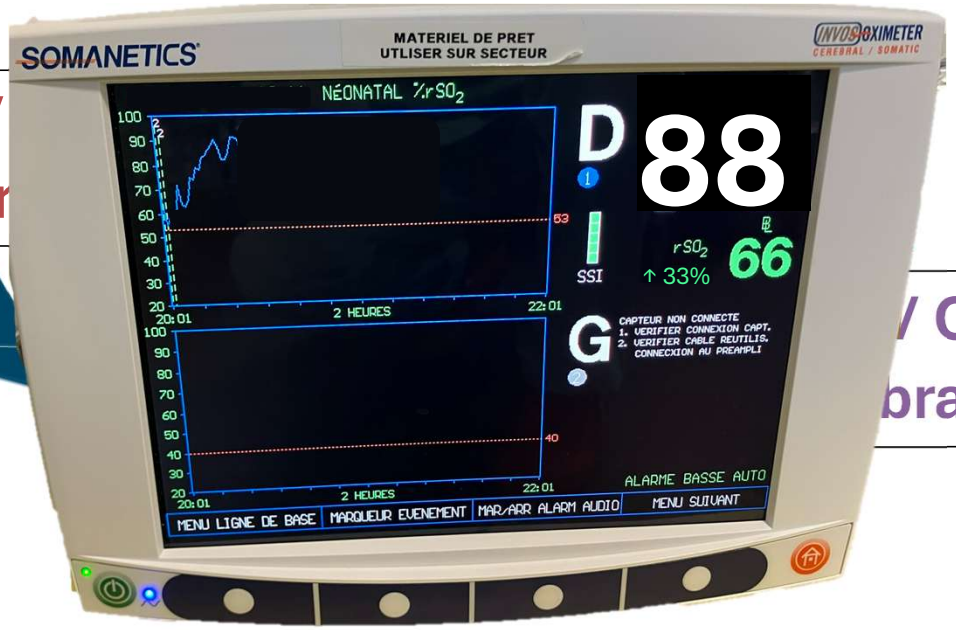
2025

Pablo - 3 mois … En théorie à l'induction !!

Pré-oxygénation

Agents hypnotiques

Apport /
Cérébr



/ Consommation
bral en O_2

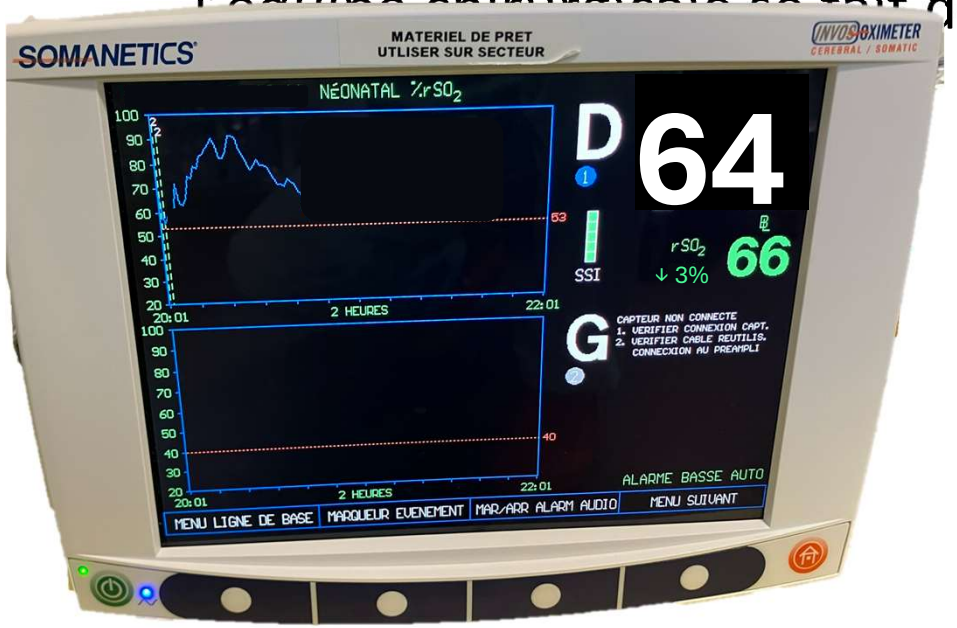
PA O_2 / SpO_2

Cerebral Metabolic Rate of Oxygen

2025

Pablo - 3 mois … En pratique

- Intubation à la première tentative sans aucune difficulté
- Le KT d'APD est en place (Pose sans difficulté / dose test négative) depuis 10 min
- L'équipe chirurgicale se fait désirer …





2025

Oxymétrie cérébrale … En pratique!!

RECOMMANDATIONS POUR LA PRATIQUE PROFESSIONNELLE

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

Structural, material and functional organization of centers performing pediatric anesthesia

2023

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)

Optimisation hémodynamique périopératoire

- Pédiatrie -

Perioperative hemodynamic optimization

2024

R3.2- Les experts suggèrent l'utilisation d'un monitorage de la perfusion/oxygénation tissulaire cérébrale chez l'enfant de moins de 1 an opéré d'une chirurgie majeure ou à risque cérébral particulier pour optimiser l'hémodynamique peropératoire .

2025

Pourquoi ...

Impact of surgery and anesthesia during early brain development: A perfect storm

Pediatric RESEARCH

2023

SYSTEMATIC REVIEW

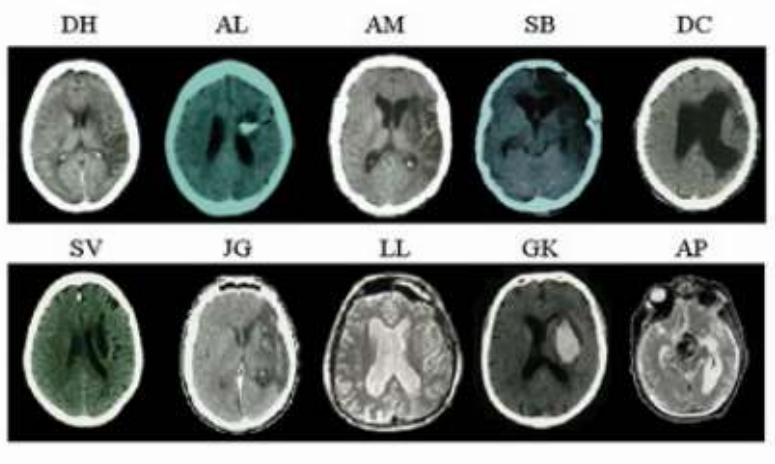
Check for updates

Brain injury and long-term outcome after neonatal surgery for non-cardiac congenital anomalies

Table 2. Types of brain injuries seen in neonates after NCCA surgery.

Type of brain injury on MRI	*N* (%)
No injury	98 (50%)
Parenchymal lesions	
White matter injury	60 (30%)
Cortical gray matter injury	1 (0.5%)
Cerebellar lesion	18 (9%)
Thalamic infarction	5 (2%)
Periventricular hemorrhagic infarction	5 (2%)
Cerebellar hemorrhage	1 (0.5%)
Nonparenchymal abnormalities	
Extra-axial hemorrhages	30 (15%)
Intraventricular hemorrhage	9 (5%)
Sinovenous thrombosis	1 (0.5%)

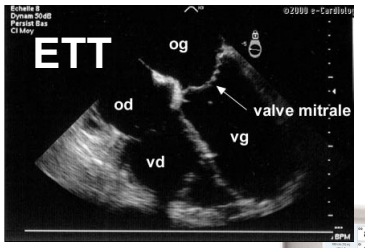
Morbidité Neurologique post-op ...



Aalten M et al . Pediatr Res. 2023 Oct;94(4):1265-1272

2025

Pourquoi ...





➲ Instabilité hémodynamique

→ Fréquente chez le NN et nourrisson, surtout si « agressé »

→ Largement incriminée dans la pathogénie des lésions cérébrales (préma - néonat – cardiopathie ...)

→ Plage Autorégulation cérébrale chez le NN, le nourrisson, le jeune enfant ?

→ Autorégulation cérébrale mature / fonctionnelle ? NN, préma, agression aiguë ...

Monitorage hémodynamique continu per-opératoire ...

Défi technologique chez le NN et le petit enfant
Idéalement … Non invasif mais aussi
Fiabilité, reproductibilité, innocuité, faisabilité…

2025

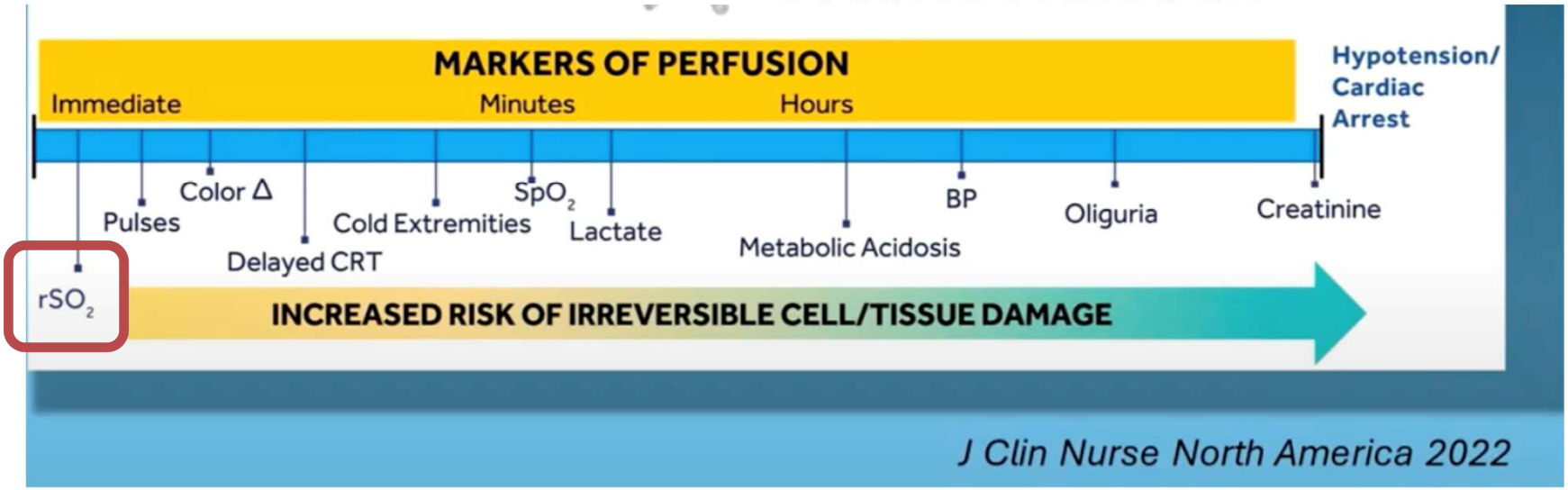
Oxymétrie régionale tissulaire …

➲ Technique **NON INVASIVE**

➲ Mise en place **FACILE**

➲ Monitorage **CONTINU**

➲ Alerte **PRÉCOCE**







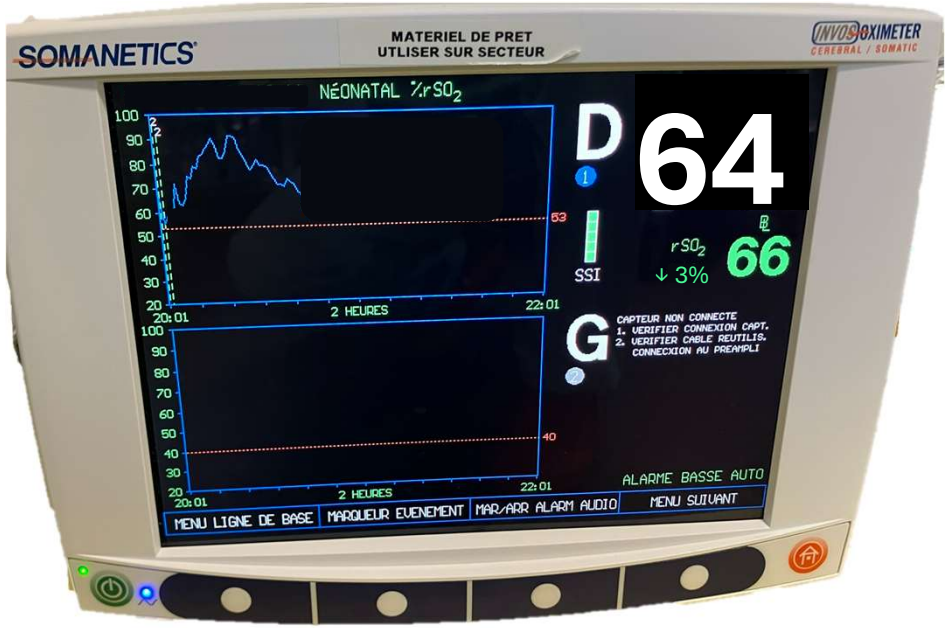


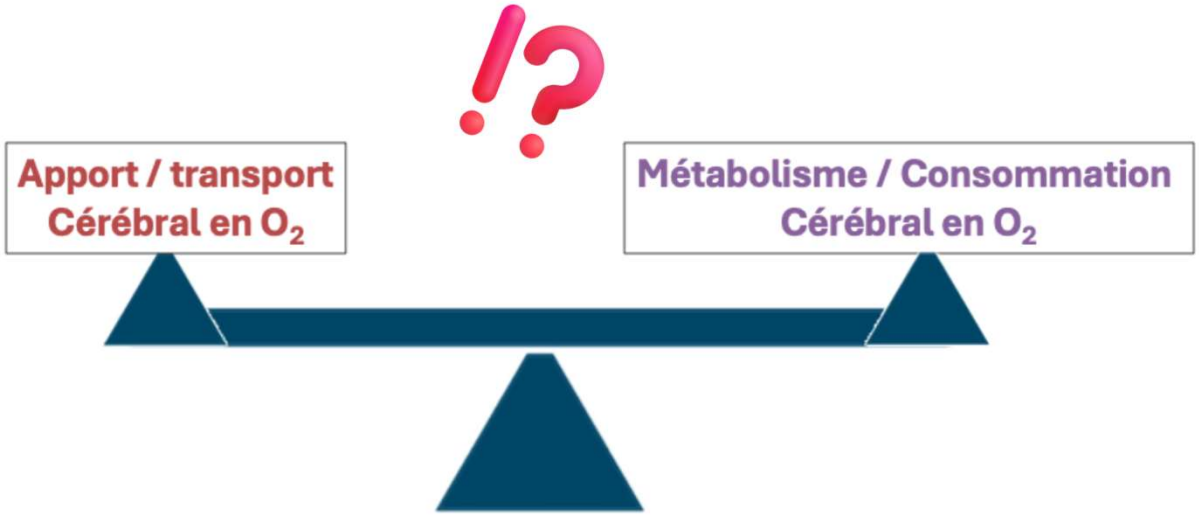
2025

Pablo - 3 mois … En pratique

NIRS ne peut être utilisé SEUL

Toujours confronté et interprété
selon les autres données et paramètres cliniques disponibles



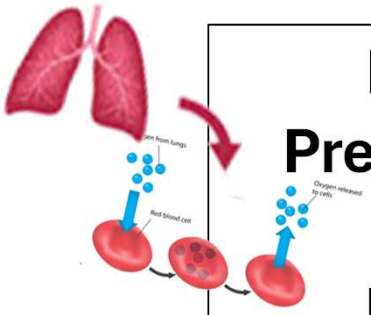


2025

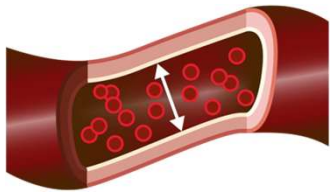
Interprétation(sssssss) …

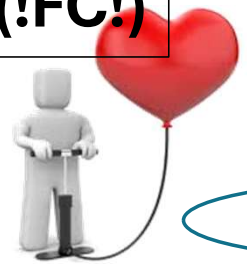
Apport / transport Cérébral en O_2

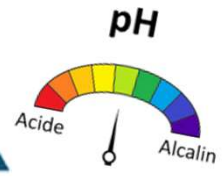
Métabolisme / Consommation Cérébral en O_2

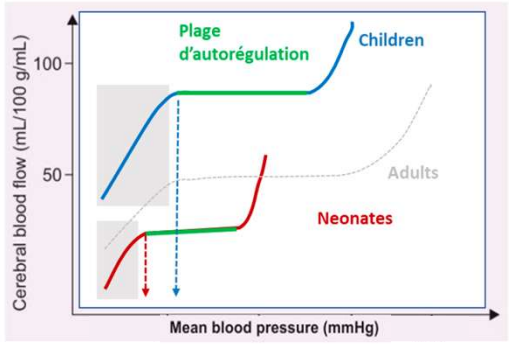


PA O_2 / SpO_2
Pression Artérielle
PA CO_2
Hématocrite
Débit Cardiaque (!FC!)

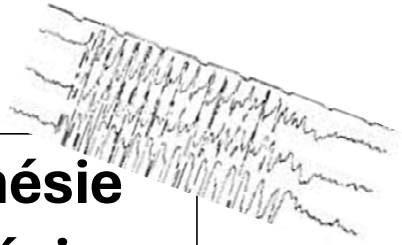




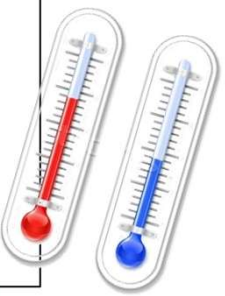


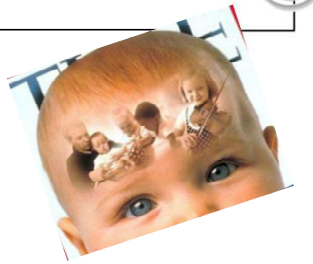


Limite Inférieure de l'autorégulation cérébrale ???



Anesthésie
Analgésie
Température
Convulsion
…

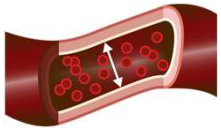


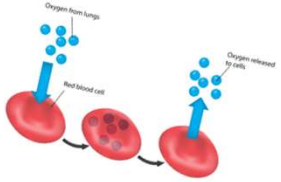


2025

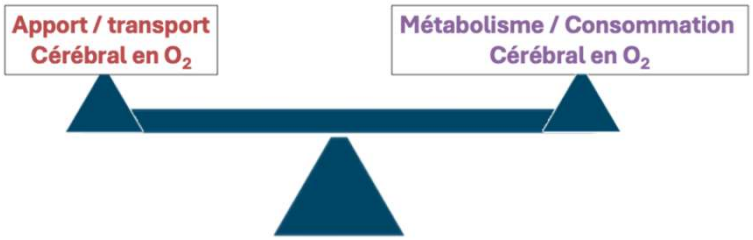
Algorithme ...



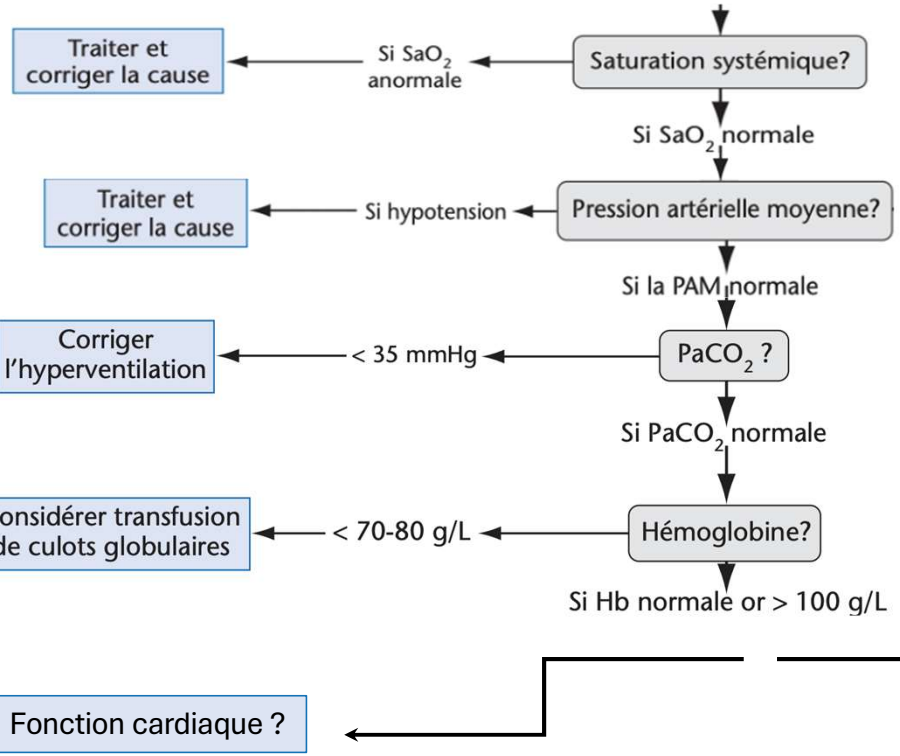


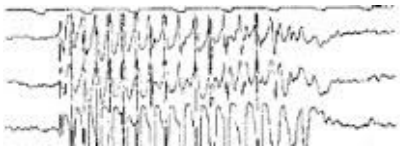






↓↓ Oxymétrie cérébrale





Convulsion
Hyperthermie
Eveil





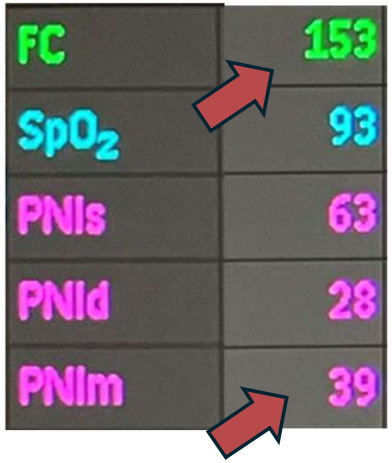
Adapté de Denault A,. Anesthésiologie conférences scientifiques 2008

2025

Pablo - 3 mois … En pratique







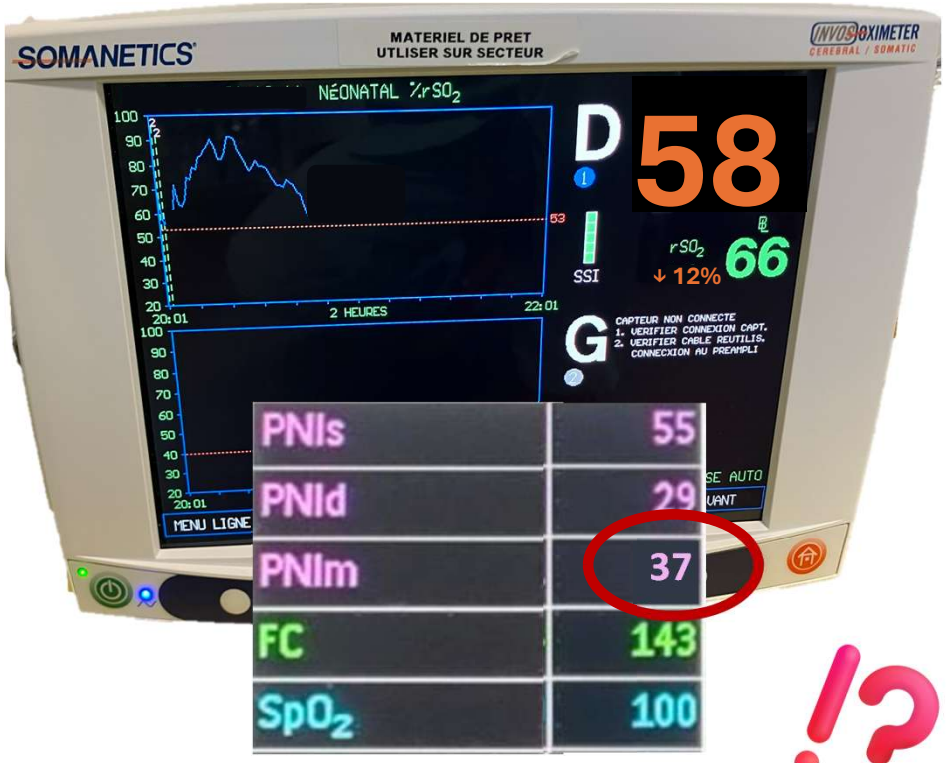


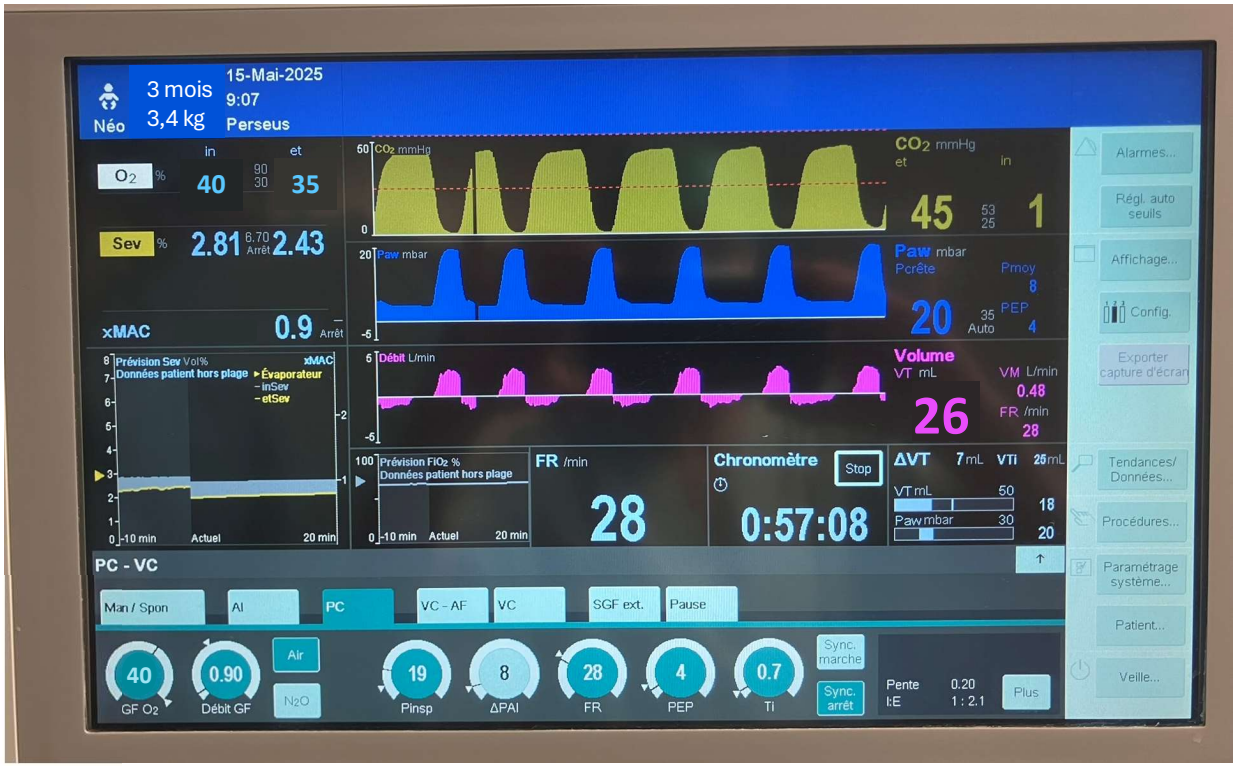
2025

Pablo - 3 mois … En pratique



- RV par RL 10ml/kg – Incision = RAS
- Hb 12g/dl - T°36,9





2025

Oxymétrie cérébrale … En pratique!!

RECOMMANDATIONS POUR LA PRATIQUE PROFESSIONNELLE

Optimisation hémodynamique périopératoire

- Pédiatrie -

Perioperative hemodynamic optimization

2024

R3.2- Les experts suggèrent l'utilisation d'un monitorage de la perfusion/oxygénation tissulaire cérébrale chez l'enfant de moins de 1 an opéré d'une chirurgie majeure ou à risque cérébral particulier pour optimiser l'hémodynamique peropératoire .

Avis d'experts (Accord fort)

< 6 Mois : PAM minimale > 35 mmHg

6 Mois – 2 ans : PAM minimale > 43 mmHg

2 – 10 ans : PAM minimale > (âge X 1,5) + 40 mmHg

R1.1.1 – Chez l'enfant anesthésié de moins de 6 mois, les experts suggèrent de maintenir une pression artérielle moyenne peropératoire supérieure à 35 mmHg afin de limiter les risques de complications cérébrales.

R1.1.2 – Chez les enfants anesthésiés de 6 mois à 2 ans, les experts suggèrent de maintenir une pression artérielle moyenne peropératoire supérieure à 43 mmHg afin de limiter les risques de complications cérébrales.

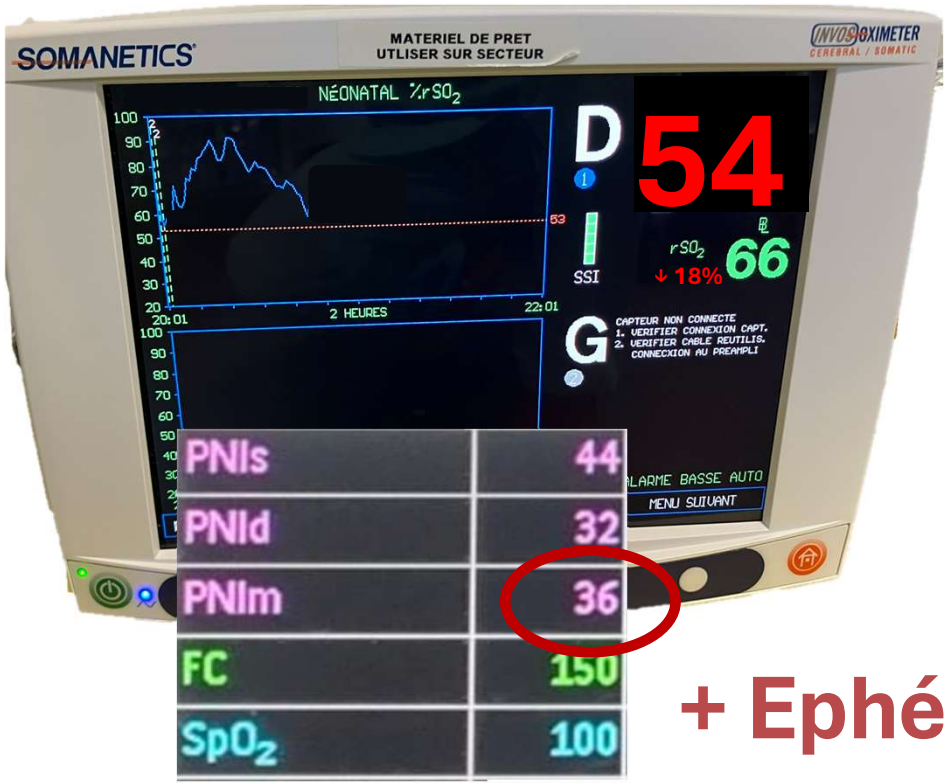
R1.1.3 - Chez les enfants anesthésiés de 2 à 10 ans, les experts suggèrent de maintenir une pression artérielle moyenne peropératoire supérieure à la valeur calculée par la formule [1,5 x âge (ans) + 40] afin de limiter la morbidité postopératoire.

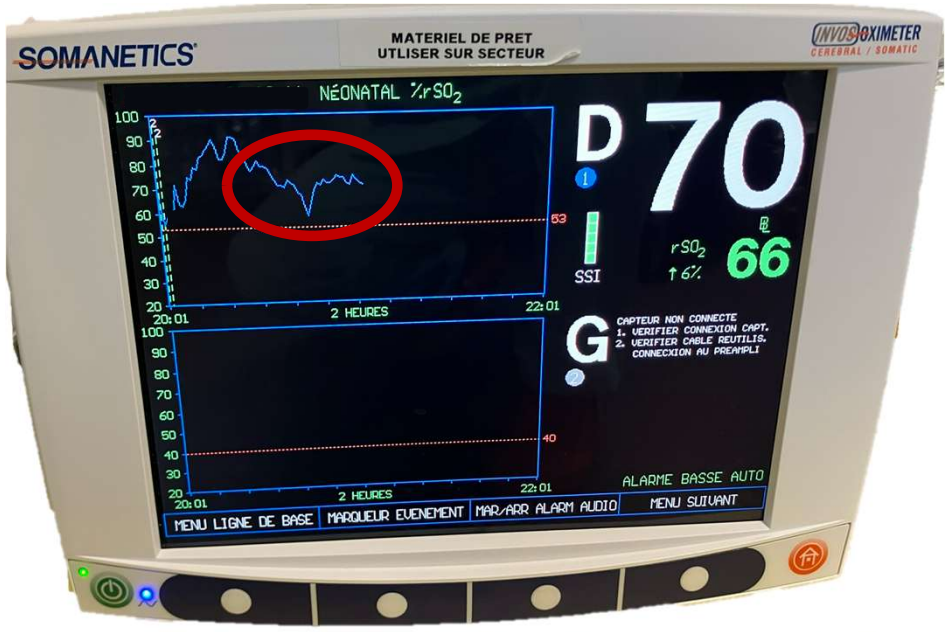
Avis d'experts (Accord fort)

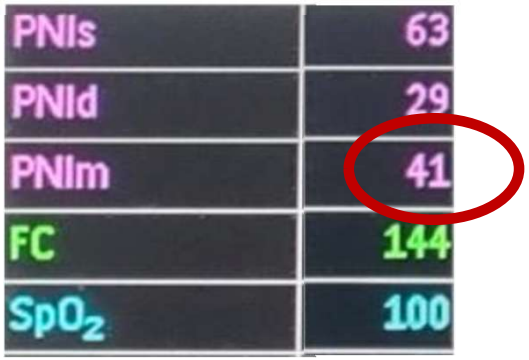
2025

Pablo - 3 mois … En pratique

- Poursuite RV





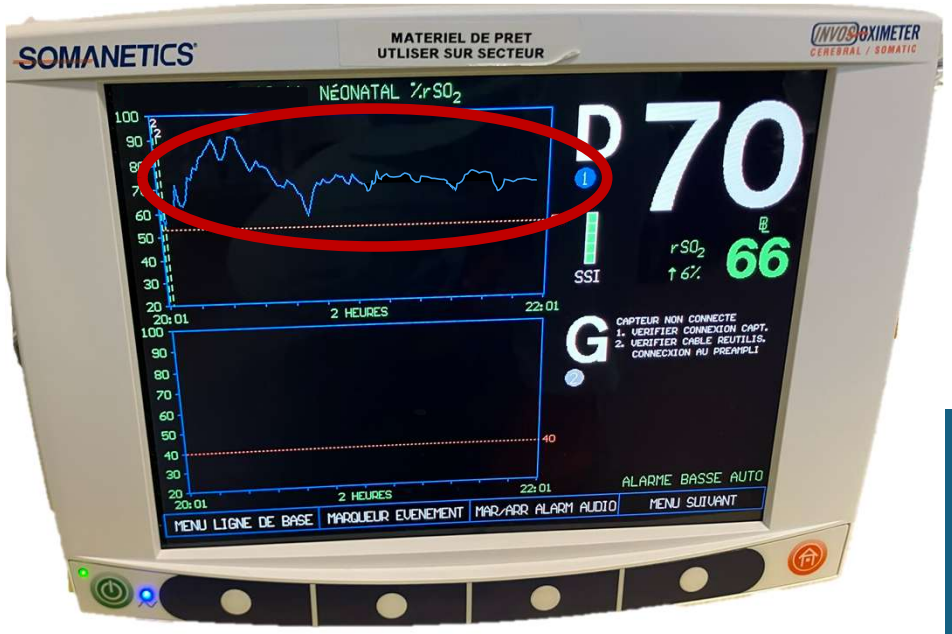


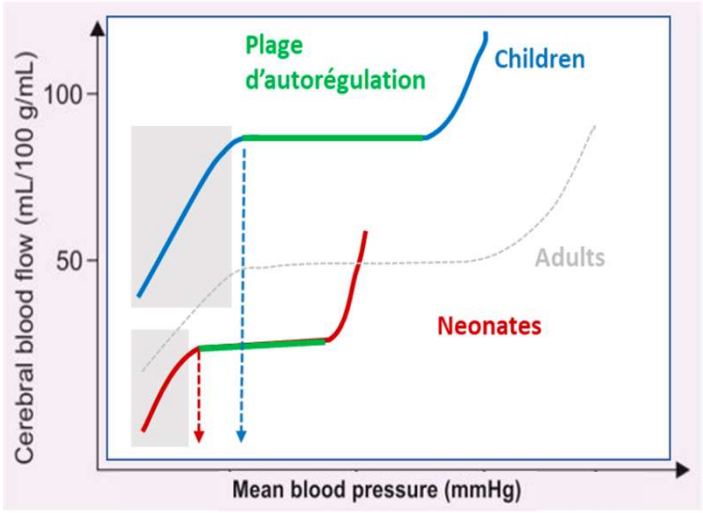
+ Ephédrine 0,5 mg/kg

2025

Pablo - 3 mois … En pratique

- **Noradrénaline 0,1 µg/kg/mn**





Autorégulation cérébrale
Dépassement limite inférieure?
Immaturité / non fonctionnelle ?

2025

Take Home Message ...

Le monitorage de la Pression Artérielle est indispensable en anesthésie pédiatrique

Pression Artérielle <u>en situation à risque</u>
= Insuffisante pour monitorage hémodynamique optimal
= Mauvais reflet de la perfusion tissulaire

OXYMÉTRIE CÉRÉBRALE RÉGIONALE par SPIR

- **Monitorage continu / non invasif**
- **Limites de validation et d'interprétation À CONNAITRE**
- **Monitorage de tendance**
- **NE JAMAIS UTILISER / INTERPRETER SEUL (stratégie globale)**

Je vous remercie pour votre attention !!

SAVE THE DATE

ADARPEF 2026
CAEN
27 & 28 MARS 2026



Caro
Club Anesthésie-Réanimation en Obstétrique

Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Francophone