

Quiz

Physiologie appliquée du Nouveau-Né

Sandra Lesage
Anesthésiologiste
Hôpital Ste-Justine
Octobre 2017



CHU Sainte-Justine
*Le centre hospitalier
universitaire mère-enfant*

Pour l'amour des enfants

Université 
de Montréal

Sainte-Justine
1907-2007 **100 ans**
à faire grandir la vie

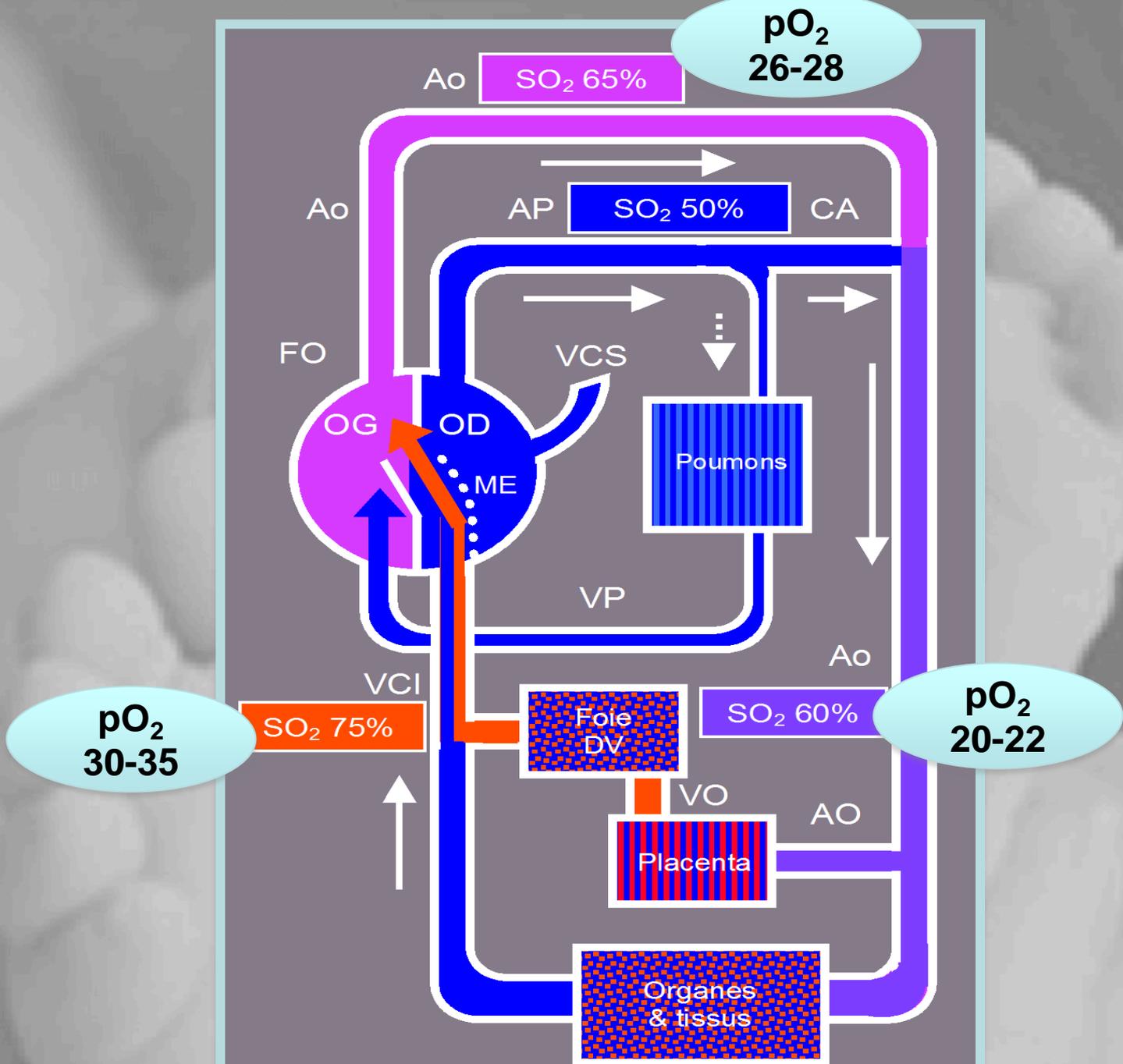
Intro

- ▶ Cours qui a pour fonction les bases & introduction aux autres thèmes 
- ▶ Concepts clés;
 - Continuum de la croissance – vulnérabilité
 - Évaluation fondamentale pour savoir où votre bébé se situe
 - Terme
 - Développement de l'enfant

Thèmes

- ▶ Transition fœtus à nouveau-né
- ▶ Système neuro
- ▶ Voies aériennes (VA) et système respiratoire
- ▶ Système cardiaque
- ▶ Hémato
- ▶ Homéostasie

Le bébé naît; nommez les 2 premiers événements qui marquent le début de la transition circulation foetale à extra-utérine?



Circulation foetale

▶ Circuit;

➤ Veine ombilicale; pO_2 30-35 → (Foie) ou ductus venosus → VCI (+ périph) → OD (+ VCS; pO_2 12-14)

▪ FO → OG → VG → AO → cerveau + myocarde + MS

▪ VD; pO_2 18-19 → AP

▶ CA → AO descendante

▶ PMS → VP → OG → VG → AO

} Artères ombilicales

➤ VG pompe 66% du débit cardiaque

▶ Poumons sont remplis de liquide foetal

➤ Fin de grossesse - activation mécanisme

➤ Compression lors du 2^{ème} stade du travail

Transition circulation foetale à la vie extra-utérine

► Première respiration

- Début de la réabsorption capillaire et lymphatique
- Oxygénation (NO, Pg) + Distension mécanique = dilatation vx pulmonaire
 - ↓Résistance pulmonaire → ↑Débit sanguin pulmonaire → ↑Retour veineux OG

► Clampage du cordon

- Abolition du système à faible pression (capacitance énorme du placenta) → ↑ TA
 - ↑Débit sanguin pulmonaire
 - ↓Débit par le canal artériel

**Pourquoi une hypoxémie
foetal peut-elle causer une
hypovolémie chez le nouveau
né?**

Volume sanguin

- ▶ Volume sanguin varie chez le nouveau-né en fonction du volume sanguin placentaire
 - Délai de clampage → ↑20%volume
 - Asphyxie foetale → vasoconstriction → shift placenta → hypovolémie

**Combien de temps ça prend
pour que le foramen oval se
ferme?**

Le foramen oval

- ▶ Fermeture fonctionnelle en quelques heures
 - Pression OG > OD
 - ↑OG; ↑Flot pulmonaire → ↑Retour veineux
 - ↓OD; ↓Pression & débit VCI
- ▶ Fermeture anatomique dans la première année de vie (3 mois - 1an), sauf que...
 - 50% fermé à 5 ans
 - 25% sont perméables à 25 ans...

Dans quelles conditions le canal artériel peut se ré-ouvrir?

Le canal artériel

▶ Fermeture

➤ Fonctionnelle 12 à 48 hrs

- Étape #1; Shunt G→D (= ↑PaO₂)
- Shunt bidirectionnel probable dans les premières heures
- Découverte parfois cardiopathie; fermeture

➤ Anatomique 3 à 6 semaines

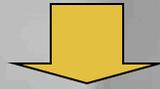
- ↑PaO₂/↓Pg/kinine (fct) → Contracture → Nécrose → Fibrose

▶ Réouverture 2nd réactivité vascularisation pulmonaire

- Phase transitionnelle; fermeture instable 1^{ères} semaines
- Hypoxémie, acidose, hypercapnie, sepsis, cardiopathie, patho pulmonaire... & Prostaglandines

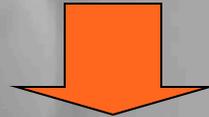
ADAPTATION CARDIO-CIRCULATOIRE A LA NAISSANCE

Phase transitionnelle

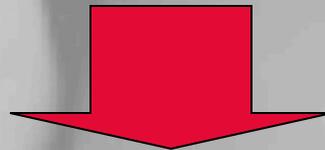


Hypoxie - acidose - hypovolémie – hypothermie
sepsis

augmentent les résistances vasculaires pulmonaires



- Réouverture des shunts
- Retour à la circulation foetale



Hypoxie réfractaire 

**Au niveau neurologique,
pourquoi craint-on les
variations abruptes de TA et
de PaCO₂ chez le bébé ?**



*Dysfonctions cognitives & anesthésie discutés
par Dre Saindon*

Immaturité système neurologique

- ▶ Immaturité neurologique; vulnérabilité cellulaire
 - Prématuré – Leucomalacie, Hémorragie intraventriculaire
 - À terme - Encéphalopathie hypoxique-ischémique, ACV art
- ▶ Insultes variées;
 - ***Autorégulation cérébrale***
 - ***Fenêtre étroite & phénomène quantifiable***
 - ▶ *Limite inférieur chez prémas 30 mmHg*
 - ***Impact; TA, carbie, hypoxémie, hypoglycémie***
 - ***Peur des variations importantes***
 - Ischémie
 - Infections & inflammation

Nommez-moi quatre différences des VA pédiatriques?

Pourquoi l'épiglotte du bébé est-elle longue et étroite?

Vous réanimez un bébé, pourquoi faut-il lui aspirer le nez?

Voies aériennes pédiatriques

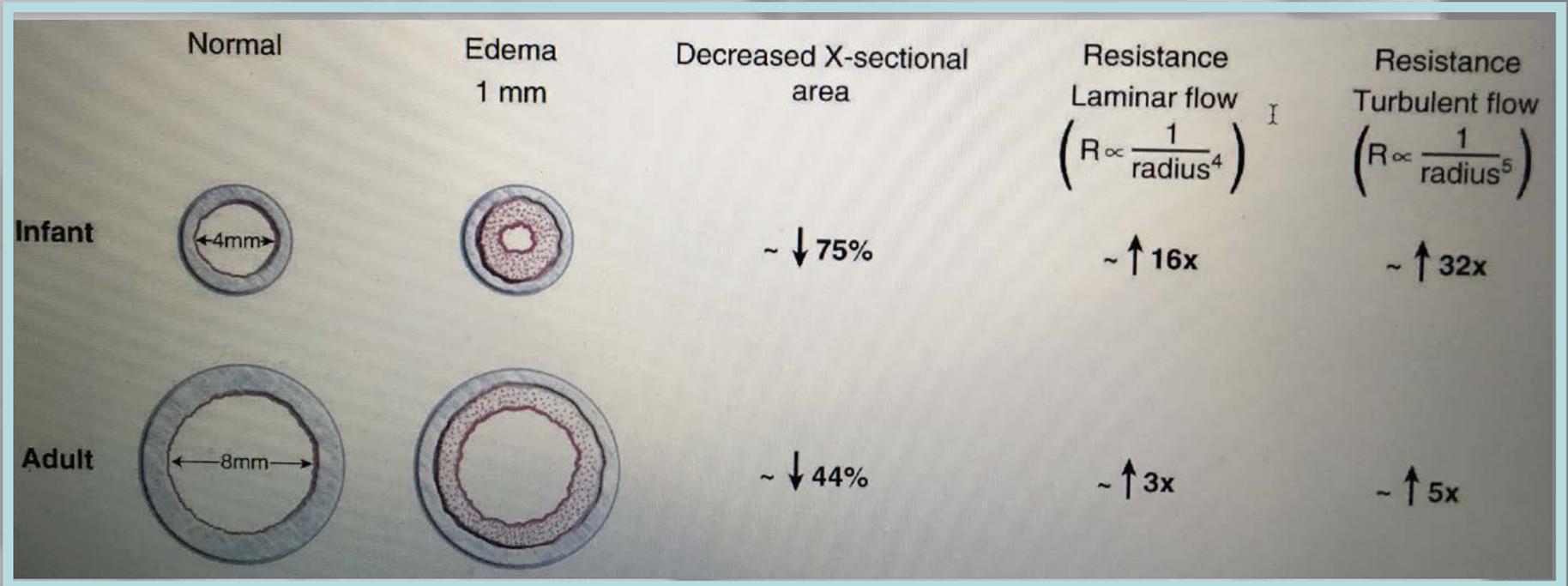
- ▶ Larynx C3-C4 et antérieur
 - Angle aigu entre la langue et l'ouverture glottique
 - Lame droite et « sniffing » nuisible
- ▶ Cordes vocales angulées avec attachements antérieurs plus bas
 - Mandrin droit
- ▶ Épiglote en omega, étroite, rigide et haute
- ▶ Cartilage cricoïdien partie la plus étroite
(?)(*controversé*; la glotte et la région sous glottique immédiate)

Voies aériennes pédiatriques

- ▶ Gros occiput & cou court
- ▶ Trachée courte 4-5cm & bronche droite large
 - Intubation sélective plus probable
 - Truc pour distance à la lèvre;
 - Général; X 3 diamètre interne du tube
 - Néonate; poids + 6
- ▶ Anneaux trachéale souple – collabable
- ▶ Respiration nasale préférentielle ad 3-6 mois
 - Immaturité de la coordination entre les efforts respiratoires et les inputs sensorimoteurs pharyngés
 - Obstruction oro-pharyngée naturelle de la langue

**Pourquoi l'œdème des voies
aériennes est-elle plus
symptomatique chez l'enfant?**

Loi Hagen-Poiseuille



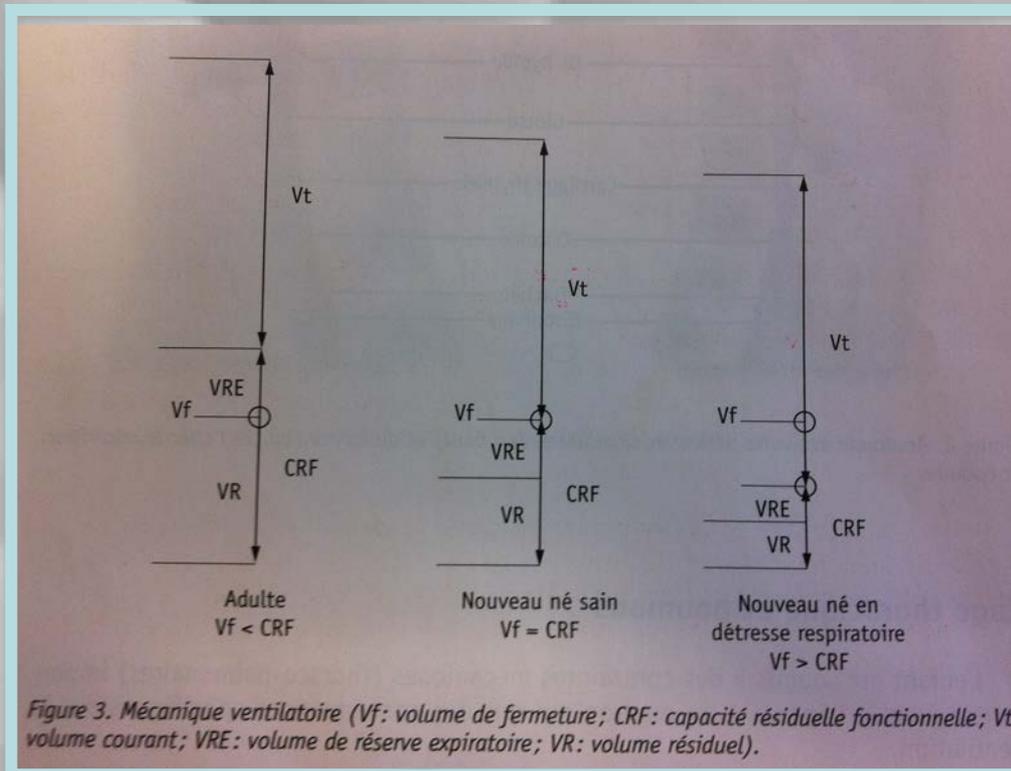
Pourquoi le bébé a-t-il une respiration moins efficace que celle de l'adulte?

Inefficacité respiratoire

- ▶ Diamètre des bronches plus petits = résistance
- ▶ Trachée et bronches très compliantes
- ▶ Fatigue respiratoire
 - Muscles accessoires horizontaux et peu développés
 - Cartilages non calcifiés côtes
 - Travail diaphragme augmenté (25% de type I à terme)
- ▶ Petites alvéoles; nombre moindre & membrane épaissie
- ▶ Augmentation ventilation minute (↑ RR)
- ▶ Pharynx et palais mou adhèrent ensemble
- ▶ **La consommation O₂ 2 à 3 X celle adulte**
 - 6 à 8 ml/kg/min nouveau-né vs 3 ml/kg/min adulte
 - Lié en grande partie à la ventilation

Inefficacité respiratoire

- ▶ **Le volume de fermeture est près du volume courant**
 - CRF idem à adulte (surface corporelle)
 - Volume fermeture (35 ml/kg) peut être dans le volume courant



**Pourquoi le bébé désature-t-il
si rapidement lors d'une
induction en séquence
rapide?**

Le bébé « fait pour désaturer »

- ▶ Tolérance à apnée diminuée ≈ 30 sec
 - Le volume de fermeture est près du volume courant
 - Consommation O_2 2 à 3 X celle adulte
 - Préoxygénation peut être difficile

- ▶ Attention tout ce qui \uparrow le volume de l'estomac = \downarrow le volume courant

 *Que fait-on de la séquence rapide?.. (Dre Saindon)*

Pourquoi le peep est-il si important pendant l'induction chez un bébé?

Mécanisme compensatoire

- ▶ Mécanismes compensatoires contre le collapsus bronchiolaire précoce
 - RR élevé/début inspi pendant expi; auto-peep
 - Activité tonique muscles intercostaux
 - Frein glottique respiratoire;
 - Fermeture active des cordes vocales en fin d'expiration
 - Au besoin; « grunting »
 - ➔ mécanisme qui se perd à l'induction
- ▶ PEEP moyen artificiel d'éviter le collapsus

L'oxygène chez le bébé c'est bon ou c'est toxique?

L'oxygène chez le bébé

- ▶ Toxicité de l'hyperoxie prouvée même sur courtes périodes → stress oxydatif
 - Rétinopathie du prématuré (point de départ)
 - Dysplasie bronchopulmonaire
 - Moindres évidences; cardiaque, rénale, cérébrale...
- ▶ Cible à la saturométrie;
 - Études récentes; 90-95%, si plus bas à risque
 - Mortalité
 - Entérocolite nécrosante
 - Situations conflictuelles; induction & chx & transport

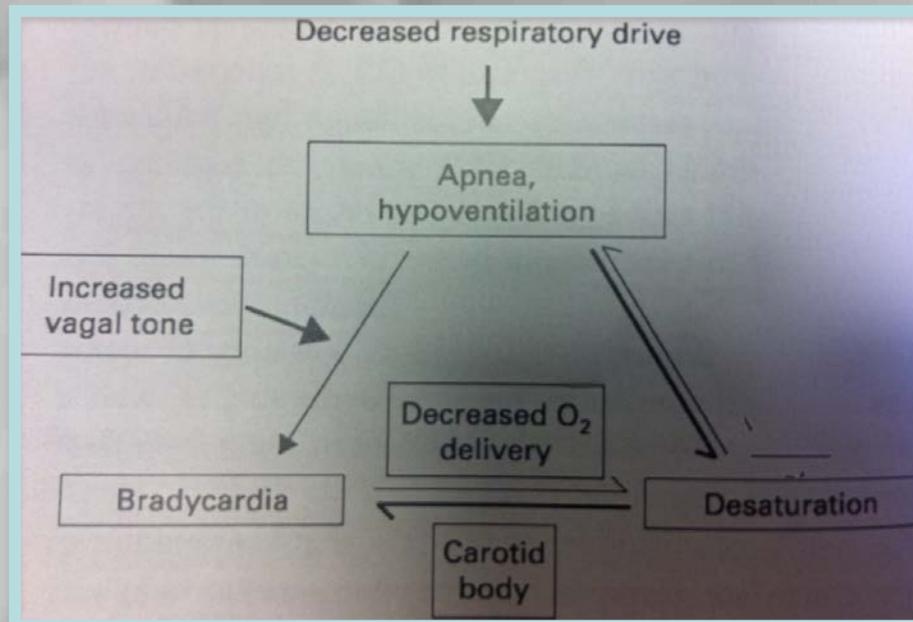
Pourquoi le bébé est-il à risque d'apnée?

Le moniteur d'apnée, on le met quand?

L'apnée chez le nouveau-né

► Définition apnée

- Pause respiratoire > 20 secondes
 - Pause avec hypoxémie = cyanose / bradycardie
 - Bradycardie hypoxémique (corps carotidien)
- ➔ Attention la bradycardie peut-être vagale



L'apnée chez le nouveau-né

▶ Apnée mixte

- Centrale; organisation et intégration input via chemorécepteurs
 - Exacerbée par les désordres métaboliques, les opioïdes
- Obstructive; maturation et coordination musculaire

▶ Facteurs impliqués

- L'incidence est inversement et indépendamment liée à l'âge post conceptuel et gestationnel
- Autres; hypoxémie, infections, anémie, fièvre, RGO, stimulation laryngée, hypoT, mx neurologique...

Le moniteur d'apnée chez le nouveau-né

- ▶ Moniteur 24 hrs – si apnée compter un autre 12hrs sans apnée
- ▶ Règles variables selon l'âge gestationnel et les auteurs;
 - 44 semaines
 - À terme sans facteur de risque dans certains milieux
 - 52 semaines
 - À terme sans facteur de risque à HSJ
 - 60 semaines
 - Ex prématurés

**Le bébé a un tonus
majoritairement sympathique
ou parasympathique?**

Systeme autonome

- ▶ Immaturité des fibres sympathiques
- ▶ Réactivité importante des fibres parasympathiques
- ▶ Bradycardie
 - Hypoxémie
 - Stimulation vagale
 - Anesthésie volatile

 *Quel est le rôle de l'atropine?.. (Dre Villeneuve)*

Pourquoi le bébé tolère si bien la tachycardie?

Maintenir un débit

- ▶ Le Débit cardiaque élevé; $\approx 300\text{cc/kg/min}$
 - Précharge; celle de la vie de tous les jours
 - Contractilité; immaturité fibres (plus de tissus conjonctif) & régularisation
 - **Fréquence cardiaque**
 - Post charge

- ▶ Tolérance de la tachycardie
 - Myocarde mince; oxygénation
 - Myocarde immature plus résistant ischémie (ATP)
 - Rythmicité plus grande (courbe repolarisation aigue)
 - Cœur sain

Le mythe de la bradycardie

- ▶ Mécanisme physiologique adaptatif
- ▶ Problématique lorsqu'il y a des signes d'hypoperfusion
 - Comment le monitorer?
 - TA, saturation
 - Oxymétrie cérébrale, ST-élévation, lactates
- ▶ Traitement de la cause sous jacente
 - **Hypoxémie = retour oxygénation**
 - Réflexe occulo-cardiaque = arrêt de la stimulation
 - ...



Que fait-on de la bradycardie secondaire à la dexmedetomidine? (Dre Villeneuve)

**Comment savoir quelle est la
TA normale d'un bébé?**

Maintenir un débit

- ▶ Petits trucs;
 - TAM = Âge postconception (# de semaine)
 - Valeur scientifique non évaluée...
 - TA = 80 mmHg + 2 X âge
- ▶ L'objectif doit impérativement être TAM \geq 30-35 mmHg
 - À risque ischémie tissulaire (initialement mésentérique puis cérébrale)

**Le bébé que vous venez
d'endormir est hypotendu
quelle est votre premier
réflexe?**

Hypotension; débit cardiaque

▶ Risques associés

- Hémorragie intracrânienne (prémas)
- Entérocolite nécrosante (prémas)
- Devenir neurologique mauvais
- Mortalité

▶ Traitements

- Volémie;  *Cristalloïdes ou colloïdes (Dre Furue)*
- Inotropes
- Éviter les up & down = hémorragie intracrânienne

Paradoxe volémie

▶ Sensibilité hypovolémie

- Secteur extracellulaire (36% ingestion/jour)
- Immaturité rénale
- Pertes insensibles +++
- Immaturité sympathique/réactivité parasympathique
 - Mauvaise réponse myocarde au stress (VE fixe)
 - Pas de vasoconstriction artérielle (pas baroréflexe)

▶ Mauvaise tolérance à l'hypervolémie

- Courbe starling plate
- Vulnérabilité remplissage;
 - ↑ tension murale → ↓ perfusion coronarienne
 - Overdistension → insuffisance cardiaque

Quelle est l'hémoglobine normale d'un bébé?

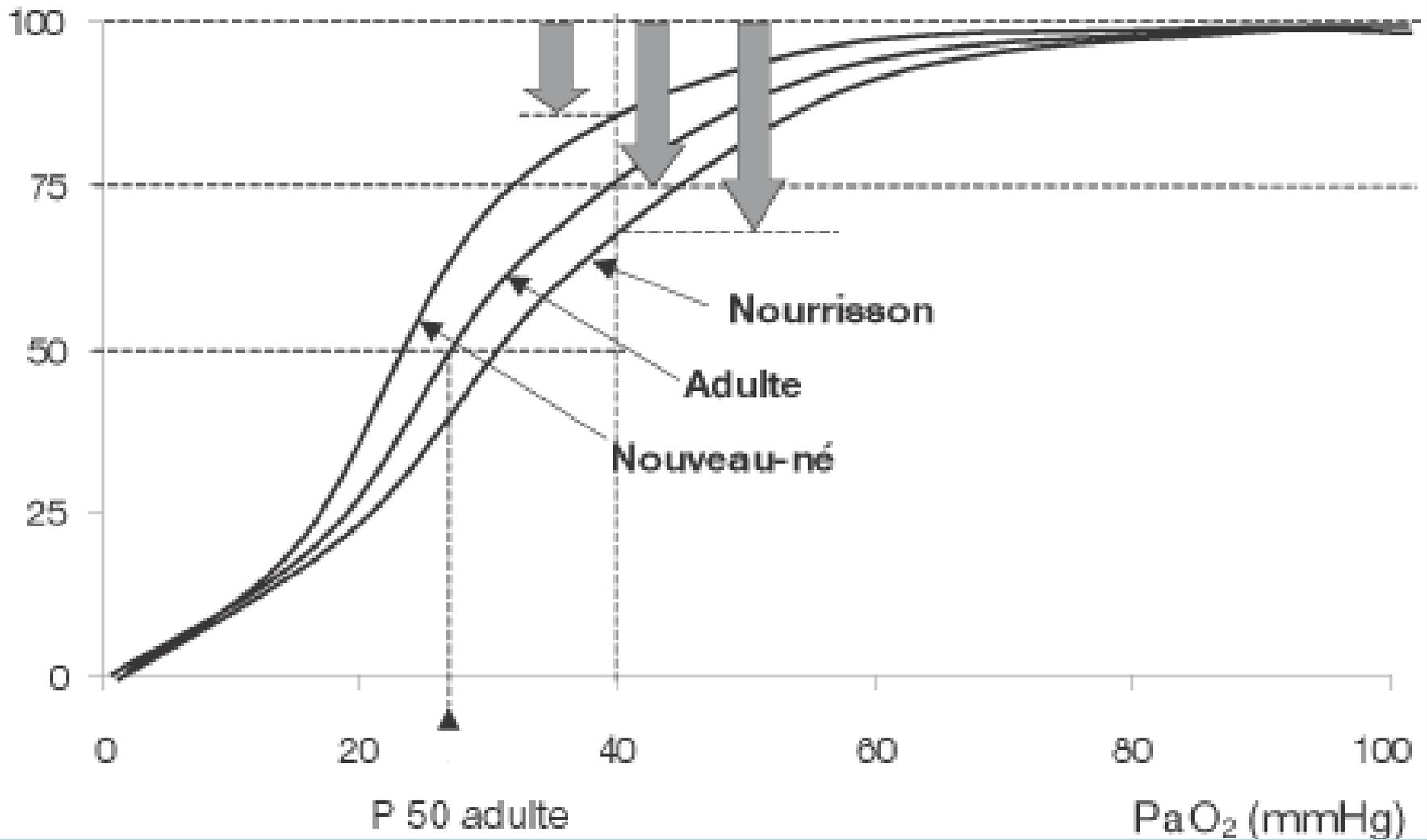
Qu'est-ce que l'anémie physiologique du nouveau-né?

Hb foetale

- ▶ Hémoglobine néonatale 140-200
- ▶ Anémie physiologique - Nadir 100-110
 - Entre 9-12 semaines (préma 4-6 semaines)
 - Mécanismes
 - ↓ Érythropoïèse (néonate ++)^{2nd} oxygénation tissus
 - ↓ Vie globule rouge
 - Croissance rapide
 - Adaptation; même livraison O₂ aux tissus
 - Shift droite par ↑2,3 DPG
 - Shift droite par ↓HbF = HbA

SpO₂ (%)

Délivrance tissulaire de l'oxygène





Anémie

► Mécanismes

- Anémie physiologique
- Temps clampage cordon
- Prélèvements répétés
- Sepsis
- Chirurgie
- Alimentation



Traiter ou ne pas traiter l'anémie & pistes de solutions ? (Dre Côté)

Quels électrolytes faut-il plus étroitement surveiller chez le bébé?

Surveillance électrolytique

▶ Le sodium

- Variable dans les premières 72 hrs

▶ Le potassium

- Capacité limitée excrétion (insensibilité aldostérone)
- Tolérance à hyperK

▶ Le calcium (à terme); hypoCa à surveiller...

- PTH diminuée, apport limité, glycosurie...
- Population à risque; asphyxie, mère diabétique...
- Dépendance cardiaque plus grande au Ca^{++}

Pourquoi le bébé est-il si sensible à l'hypoglycémie?

Sensibilité à l'hypoglycémie

► Pourquoi?

- Faible capacité de néoglucogénèse
- Faibles réserves en glycogène
- Augmentation consommation de glucose en situation de stress

Pas de consensus

N; 3,9 à 5,6mmol/l

Hypo; 2,8mmol/l

► Effets; Altération métabolisme et flot cérébral

- Trouble du neuro développement
 - Hypoglycémie prolongée < 2,6mmol/l
 - Effet magnifié si hypoxémie et ischémie

Sensibilité à l'hypoglycémie

- ▶ Apport de base si à risque hypoglycémie;
 - 3-4mg/kg/min → 1,8-2,4ml/kg/h de D10% (NN à terme)
 - 6-10mg/kg/min → 3,6-6ml/kg/h de D10% (à risque)
- ▶ En SOP
 - Besoin moins importants; réponse stress
 - Précaution chez les nouveaux-nés/prétermes;
 - Garder perfusion de base (Dextrosé, HAIV) « moindre »
 - Monitorer la glycémie; tolérer l'hyperglycémie...
- ▶ Traitement de l'hypoglycémie;
 - Bolus 2ml/kg de D10%
 - Si convulsion; 4ml/kg de D10%

D10% =
100mg/ml

Pourquoi le bébé est-il si sensible à l'hypothermie?

Prédispositions à l'hypothermie

► Mécanismes;

- Radiation (39%)
- Convection (34%)
- Évaporation (24%)
- Conduction (3%)

► Prédispositions;

- Surface cutanée importante
- Panicule adipeux sous-cutané fin
- Neutralité thermique élevé
- Capacité thermogénèse faible
- Posture flasque et ouverte

Graisses brunes

Adipocytes riches en mitochondries

Vascularisation & innervation Σ
NE \rightarrow hydrolyse TG \rightarrow \uparrow VO₂ + chaleur

Omoplates, axillaire, médiastin, reins, surrénales

2,5 à 5% poids corps

Ad 25% du Débit cardiaque
3-4 sem versus 1-2 ans(?)

Hypothermie

► Conséquences;

- ↑ résistances vasculaire pulmonaire & consommation oxygène
- ↓synthèse surfactant
- Déplace la courbe dissociation vers G
- Favorise les apnées
- Aggrave l'incompétence myocardique
- Favorise hémorragie périventriculaire
- Favorise hypoglycémie

► Prévention

- Réchauffer la salle
- Couvrir le bébé; chapeau, plastique...
- Matelas – couverture chauffante
- Lampe chauffante

À se rappeler – Le bébé est vulnérable

- ▶ Vulnérabilité à la perturbation de l'homéostasie; O_2 , CO_2 , TA, glycémie...

&

- ▶ Immaturité des « mécanismes de régulation/adaptation » qui normalement maintiennent homéostasie...
 - Autorégulation cérébrale
 - Inefficacité respiratoire & Contrôles respiratoires
 - Fréquence dépendant & prédominance $p\Sigma$
 - Anémie & Troubles électrolytiques
 - Régulation glycémique
 - Régulation thermique

Références

Chapitres de livre

Coté C, A practice of anesthesia for infants and children 4^e ed. 2009

Lerman J, Neonatal Anesthesia 2015

Pediatric Anesthesiologie (board review) 2015

Lerman J, Manual of Pediatric Anesthesia 7^e ed.
2017

Duflo F, Principes et protocoles en anesthésie pédiatrique 2^e ed. 2009

Revue

Pediatric Anesthesia 2014;24(1)

Pediatric Anesthesia 2015;25(1)

A pair of white sneakers is shown from a top-down perspective, slightly angled. The shoes are clean and appear to be made of a textured material like canvas or leather. The laces are also white. The background is a dark, solid color. Overlaid in the center of the image is the word "QUESTIONS?" in a large, bold, black, sans-serif font.

QUESTIONS?