

Prise en charge du nouveau-né et du petit enfant: physiopathologie et traitement

PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

1. Adaptations hémodynamiques et respiratoires à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

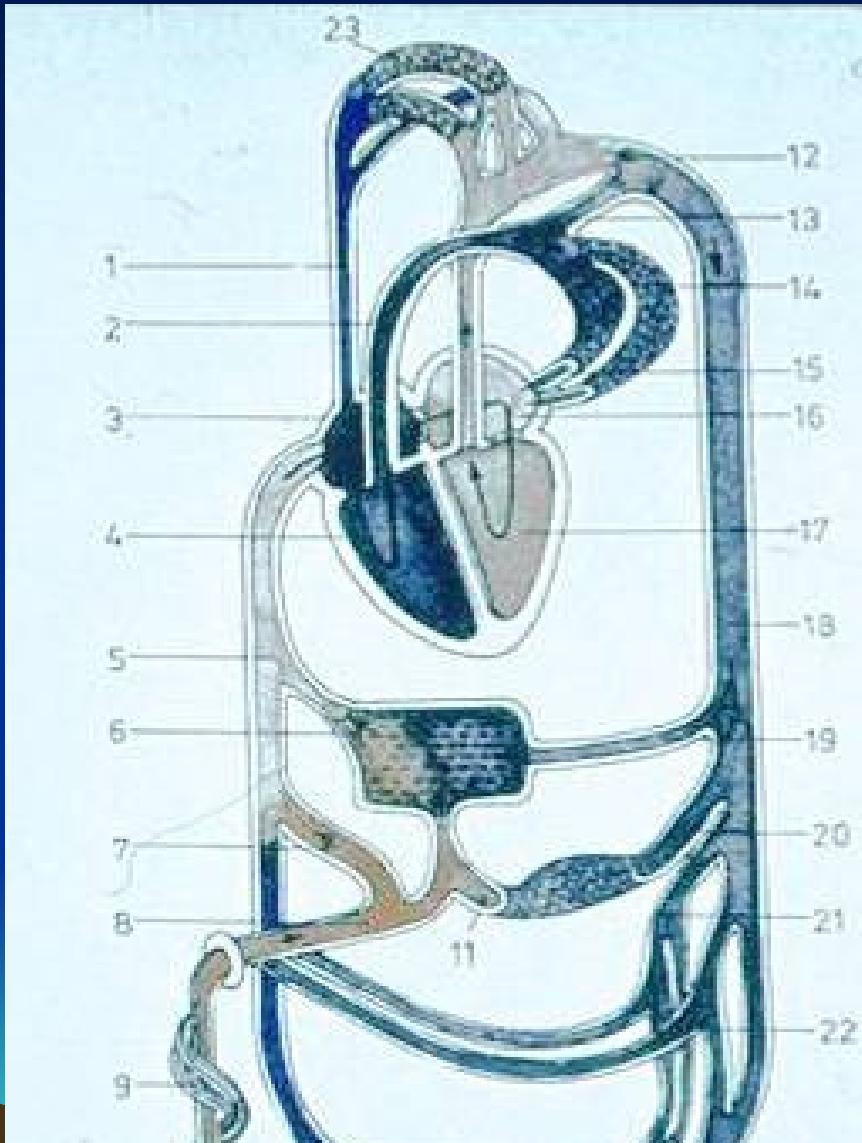
CIRCULATION FOETALE

- Fréquence et débit cardiaque élevés : 120-160 bpm et 200-300 ml/kg
- Pressions basses : 50-60 mmHg
- Résistances vasculaires systémiques basses
- Le flux sanguin dépend essentiellement de la fréquence cardiaque

**Bradycardie fœtale $\leftarrow \rightarrow$ baisse du
débit cardiaque fœtal**

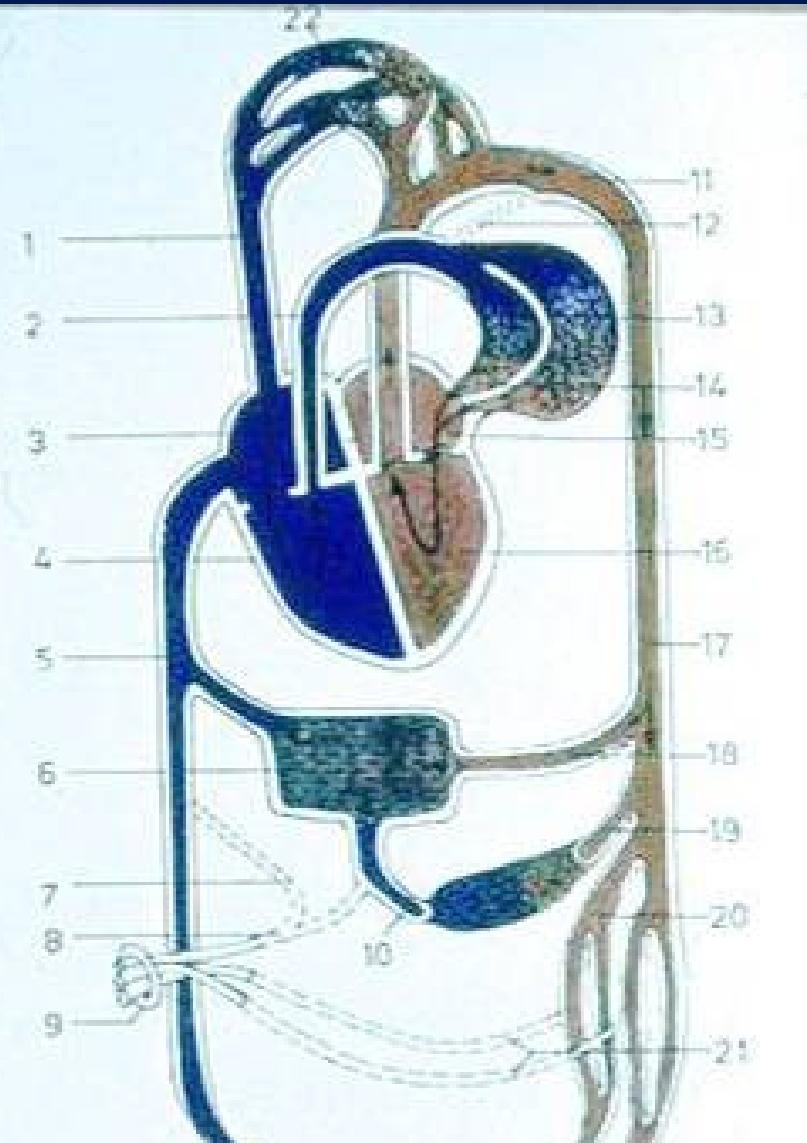
Circulation fœtale:

Travail en série, paO₂ 25-30 mmHg



Circulation du nouveau-né:

Travail en parallèle, paO₂> 50



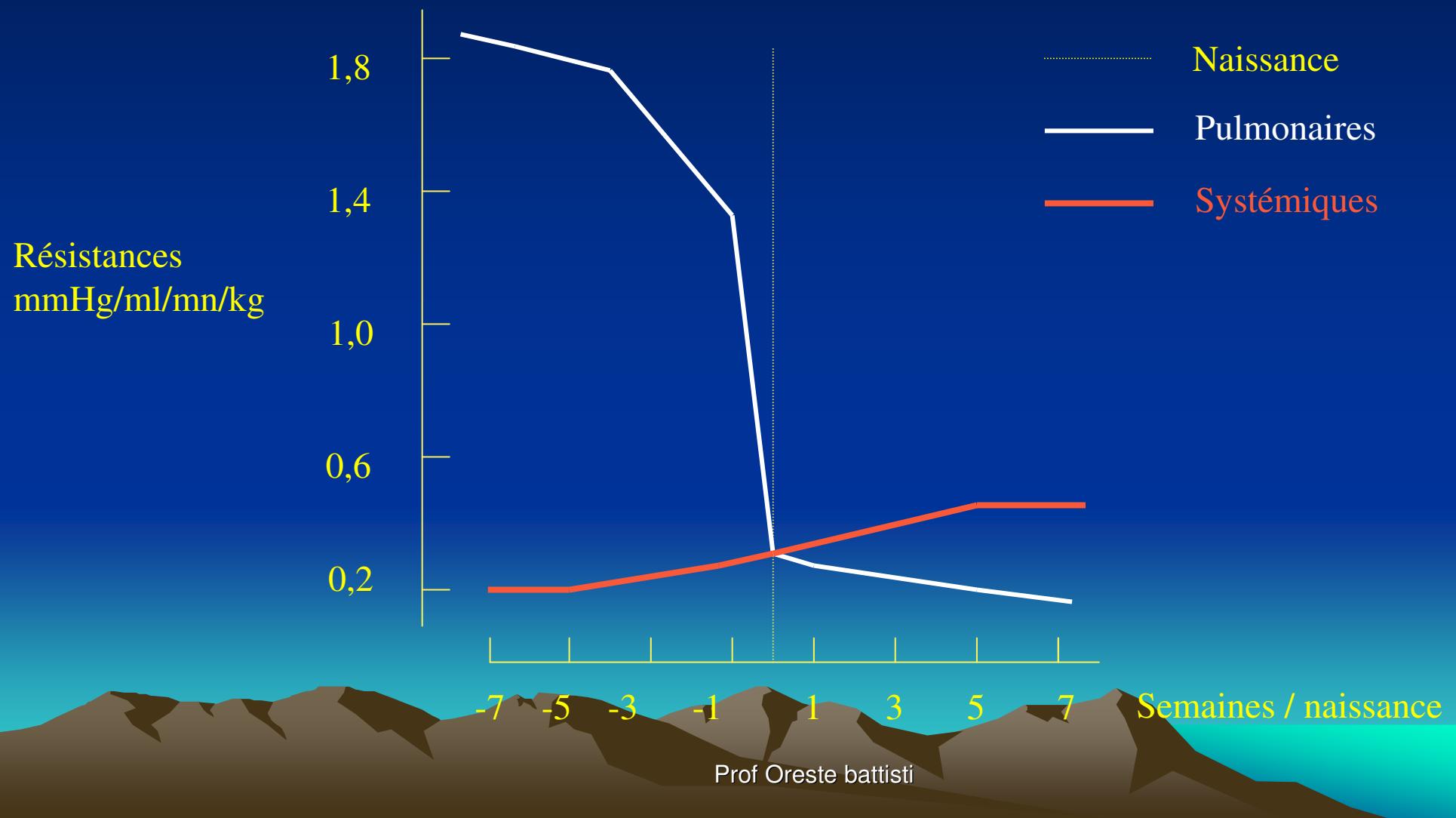
ADAPTATION CARDIO-CIRCULATOIRE A LA NAISSANCE: inversion du régime de pression

- Arrêt de la circulation ombilicale
 - Diminution des pressions droites (baisse du retour veineux)
 - Augmentation des pressions gauches (élévation des résistances systémiques)
- Expansion pulmonaire
 - Diminution des résistances artérielles pulmonaires
 - Augmentation du débit sanguin pulmonaire
 - Augmentation du retour veineux dans l'OG

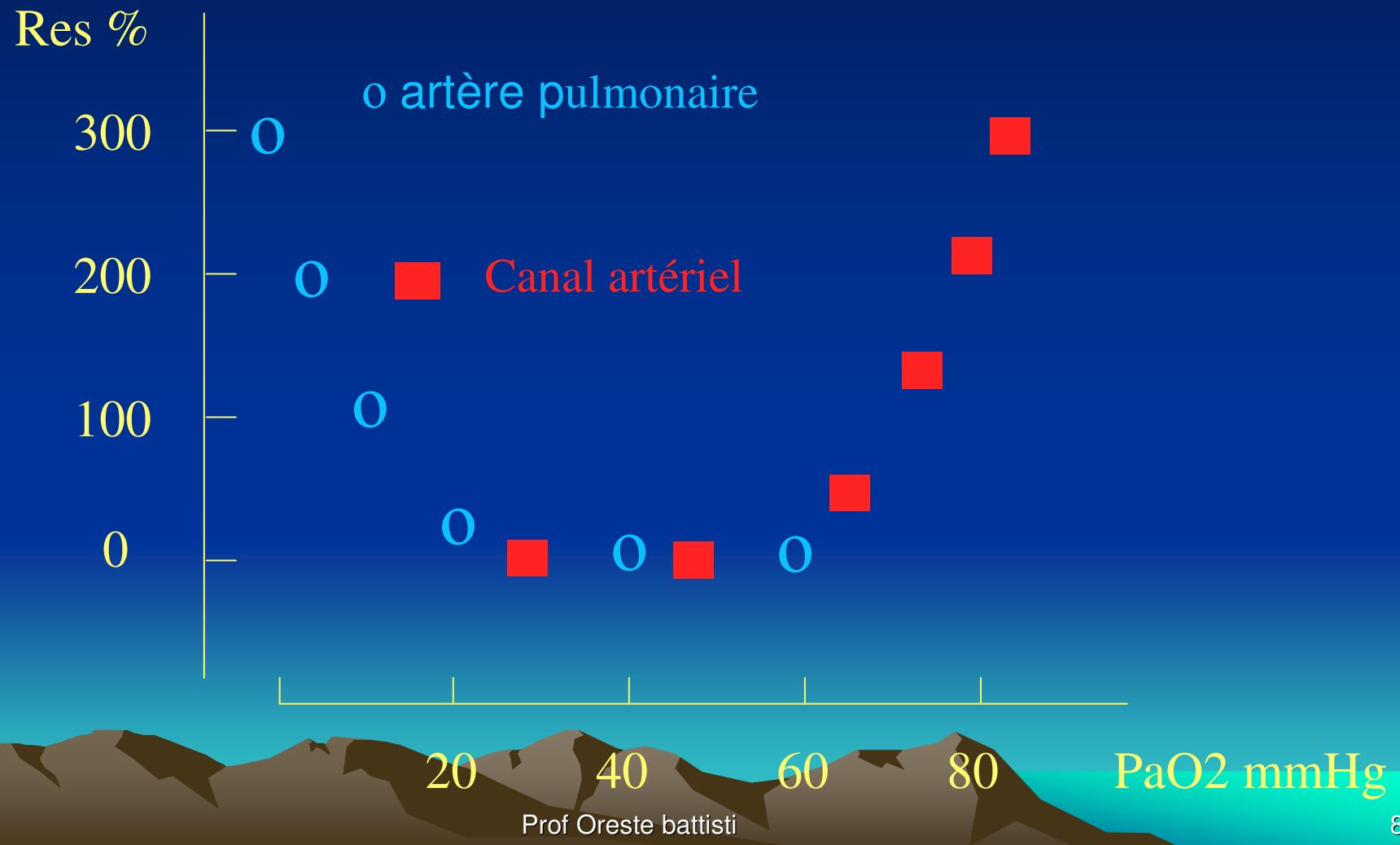
ADAPTATION CARDIO-CIRCULATOIRE A LA NAISSANCE

- Inversion du régime de pression
- Pressions gauches > pressions droites
 - Fermeture du foramen ovale
 - Ouverture de la perfusion pulmonaire
 - Diminution du shunt du canal artériel et fermeture fonctionnelle en quelques jours voire quelques semaines (O_2 et PG)

Evolution des résistances vasculaires avec l'âge du fœtus et du nouveau-né



INFLUENCE DE LA PaO₂ SUR LES RESISTANCES VASCULAIRES



ADAPTATION CARDIO-CIRCULATOIRE A LA NAISSANCE

Phase transitionnelle



Hypoxie - acidose - hypovolémie - hypothermie
augmentent les résistances vasculaires pulmonaires



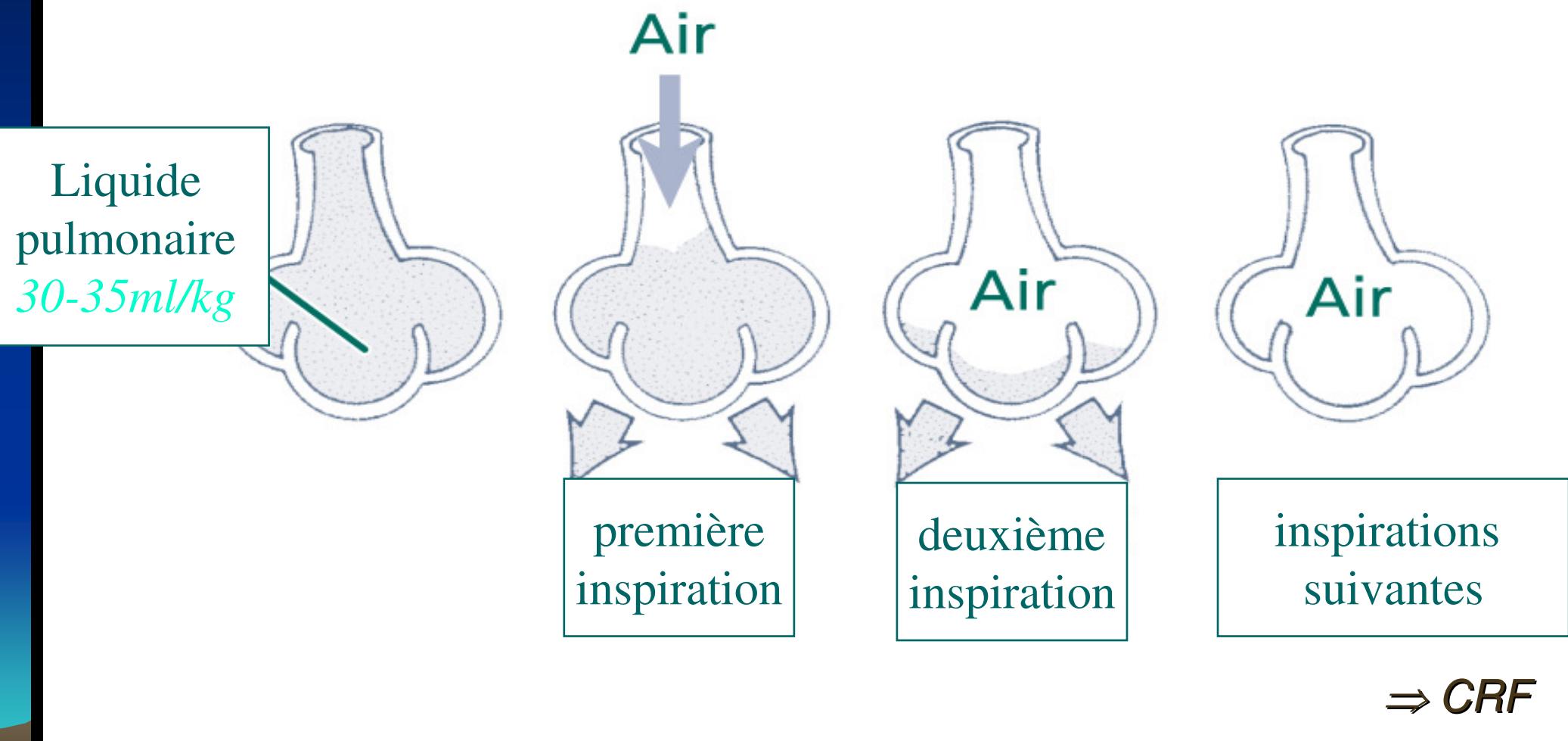
- Réouverture des shunts
- Retour à la circulation foetale



Hypoxie « réfractaire »

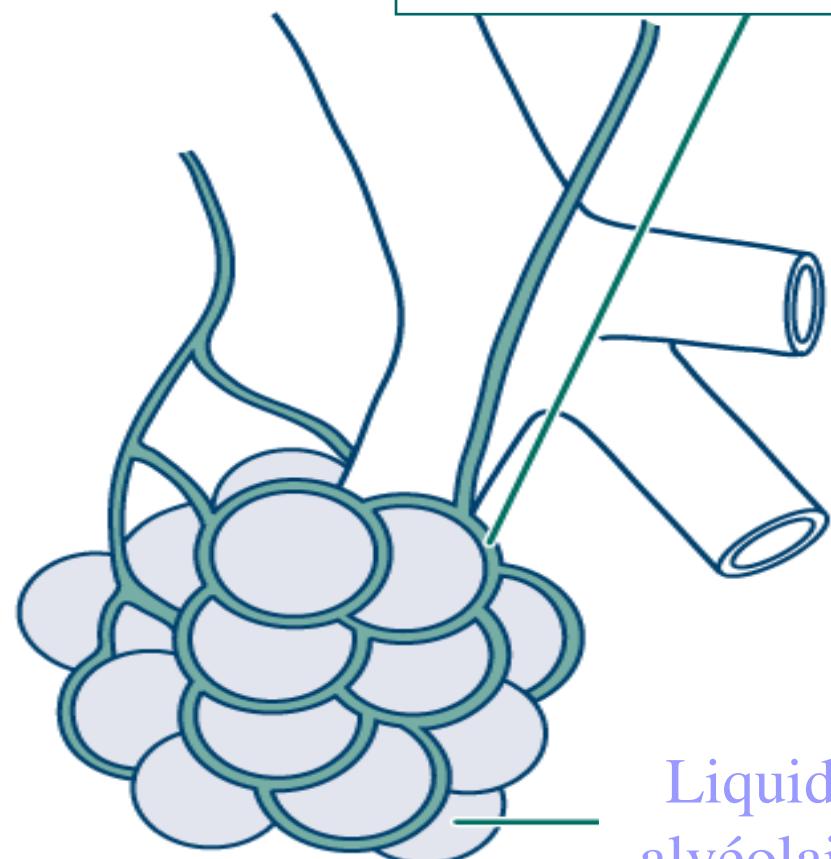
Prof Oreste battisti

Poumon “liquide” \Rightarrow Poumon aérique

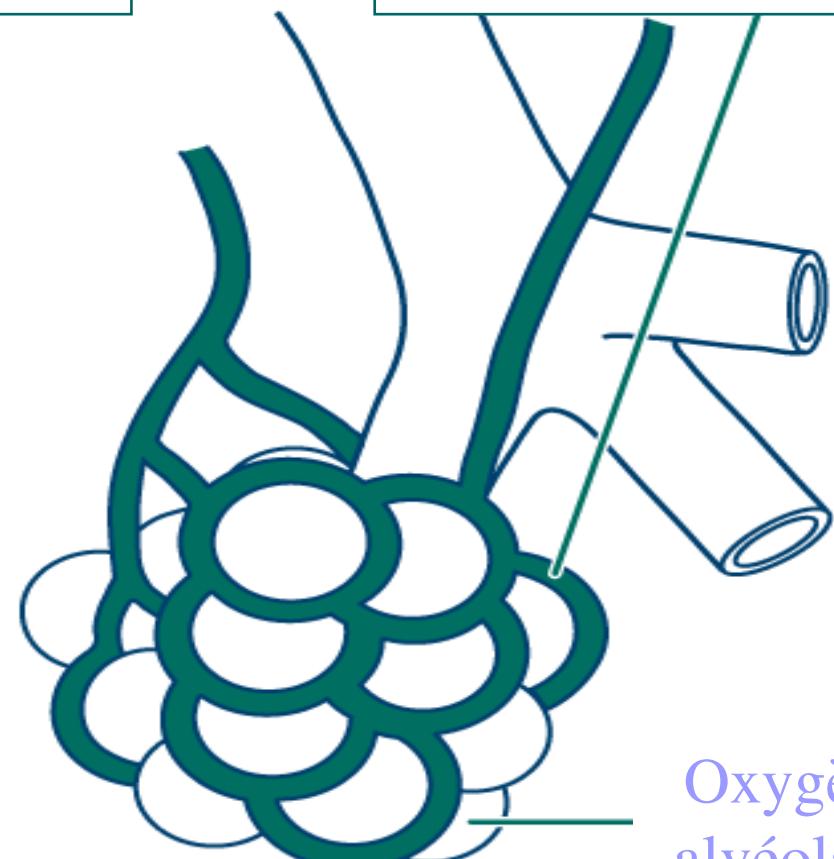


Modifications circulatoires

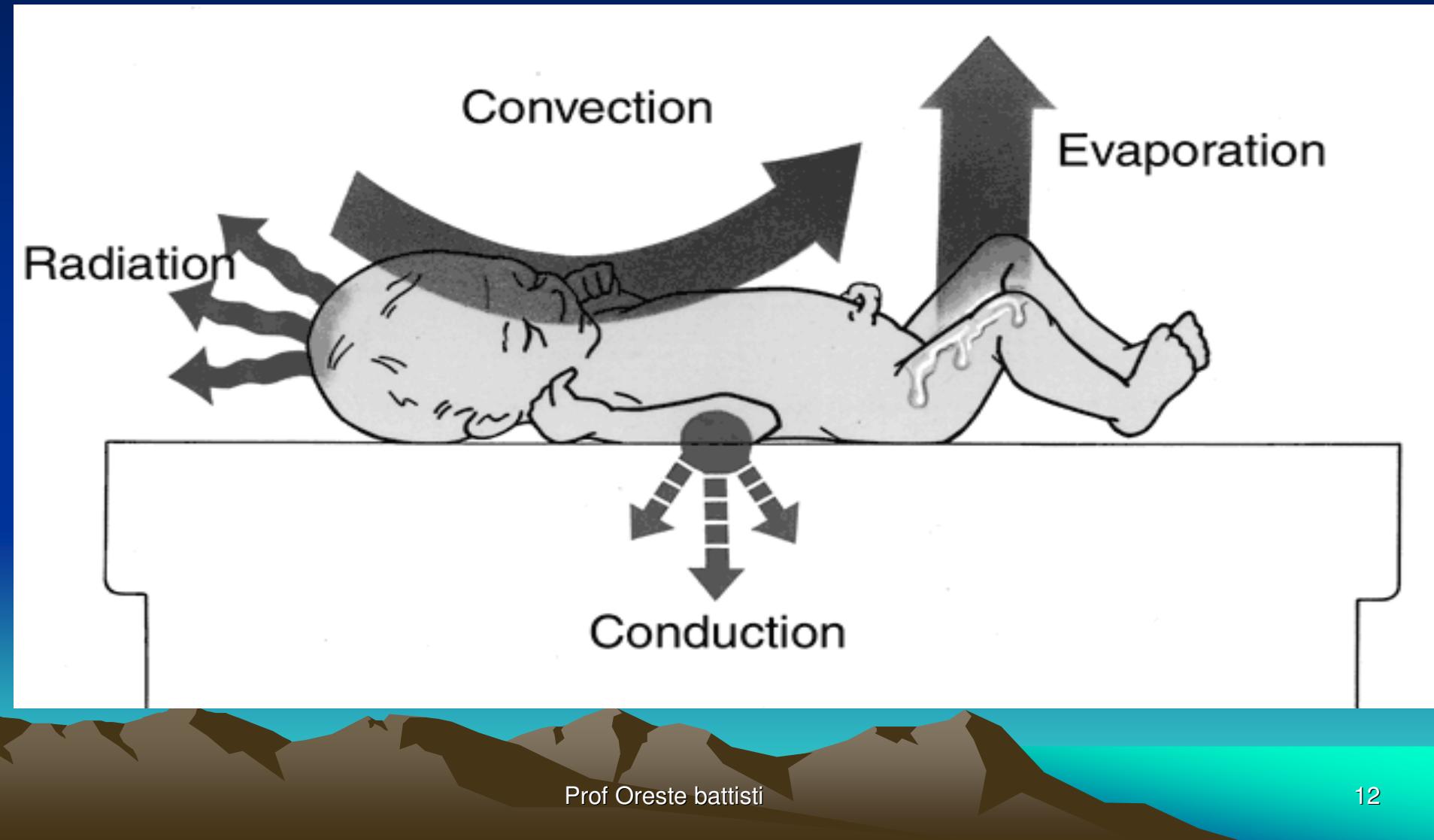
Avant la naissance :
« vasoconstriction »



Après la naissance :
« vasodilation »



Environnement thermique



Environnement thermique :

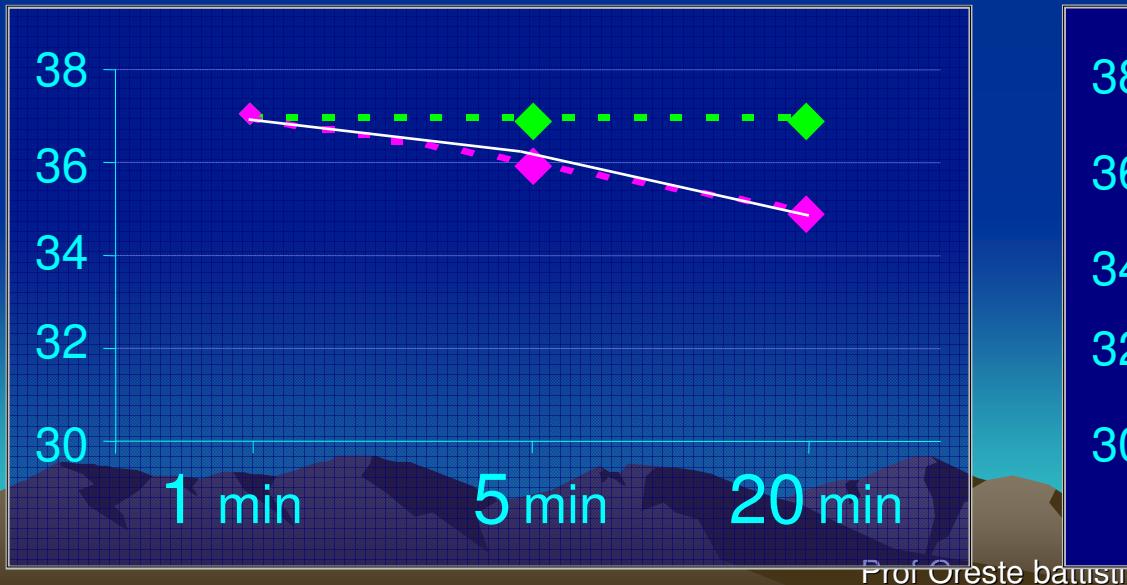
Essuyer et Réchauffer le bébé

Évolution de la T° corporelle chez un Nné dans une pièce à $25^\circ C$

-- ♦ -- Bébé sec

- - ♦ - Bébé mouillé

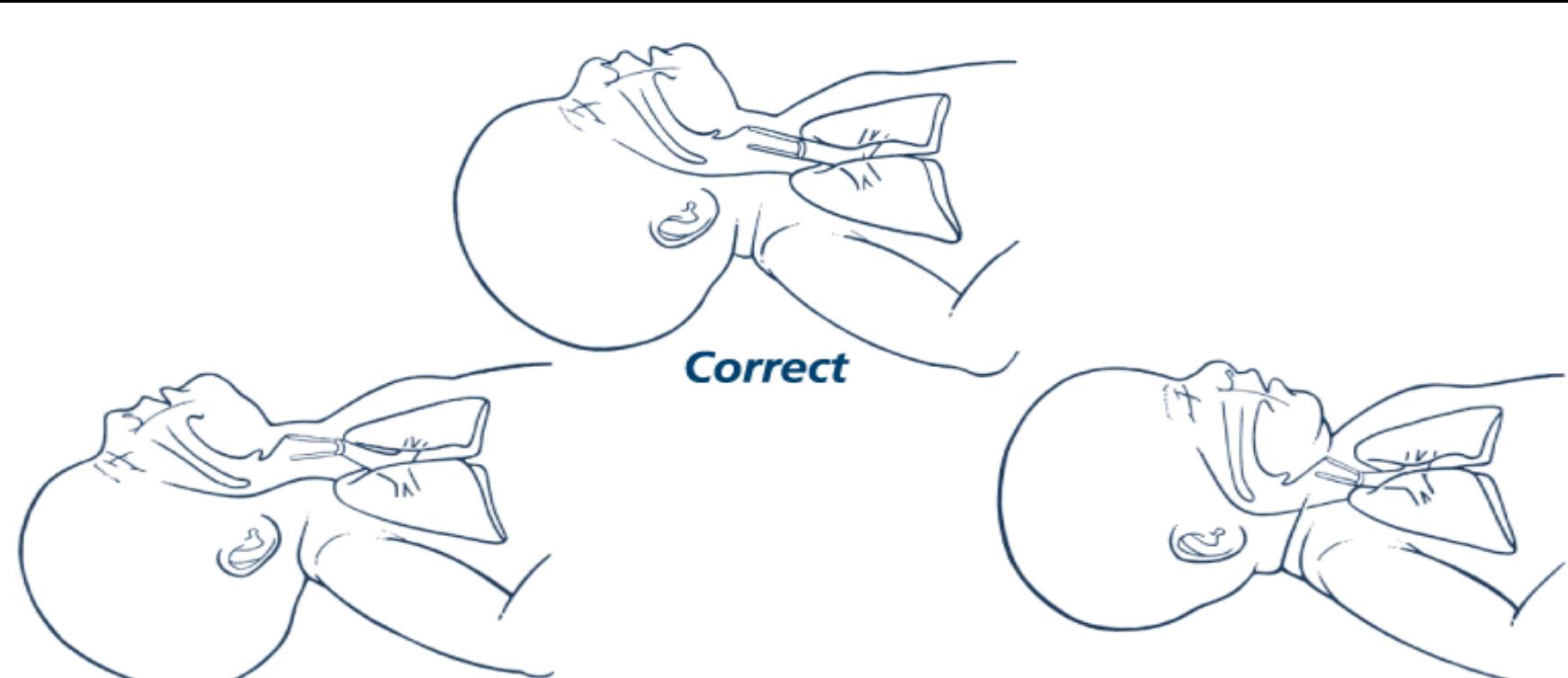
T° centrale



T° cutanée



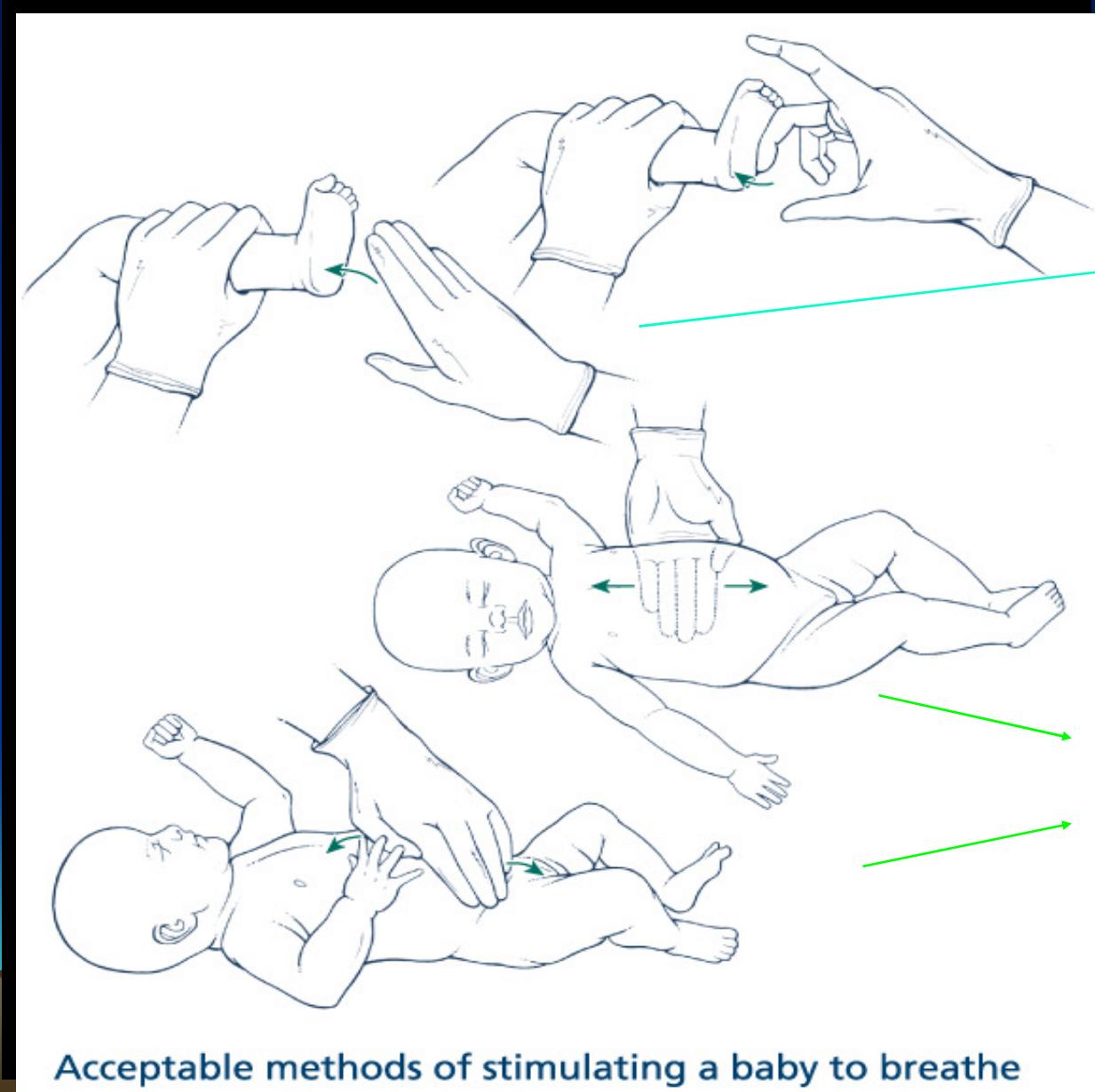
Dégager les Voies aériennes



Correct and incorrect head positions for resuscitation

Prof Oreste Battistì

Stimuli tactiles

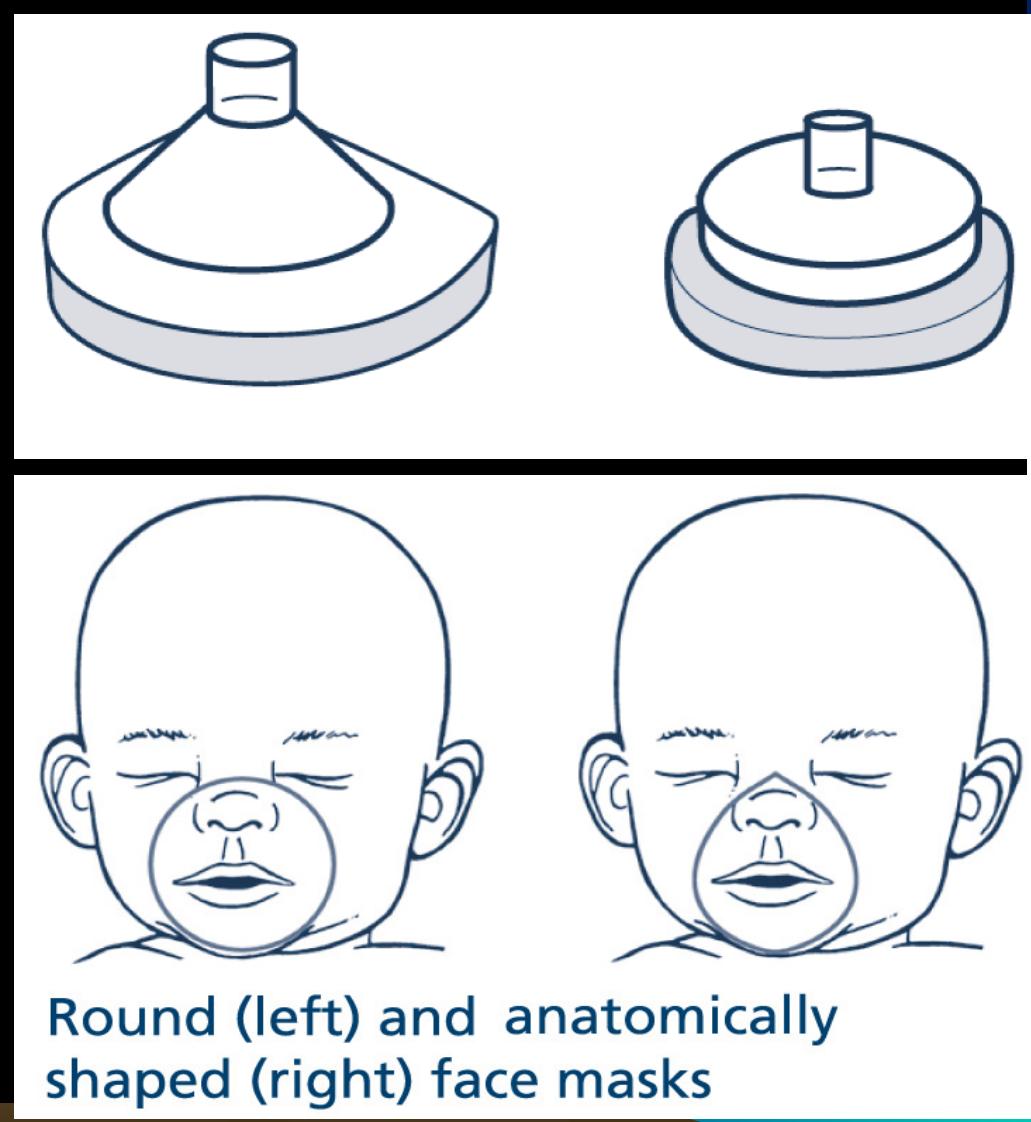


EVITER

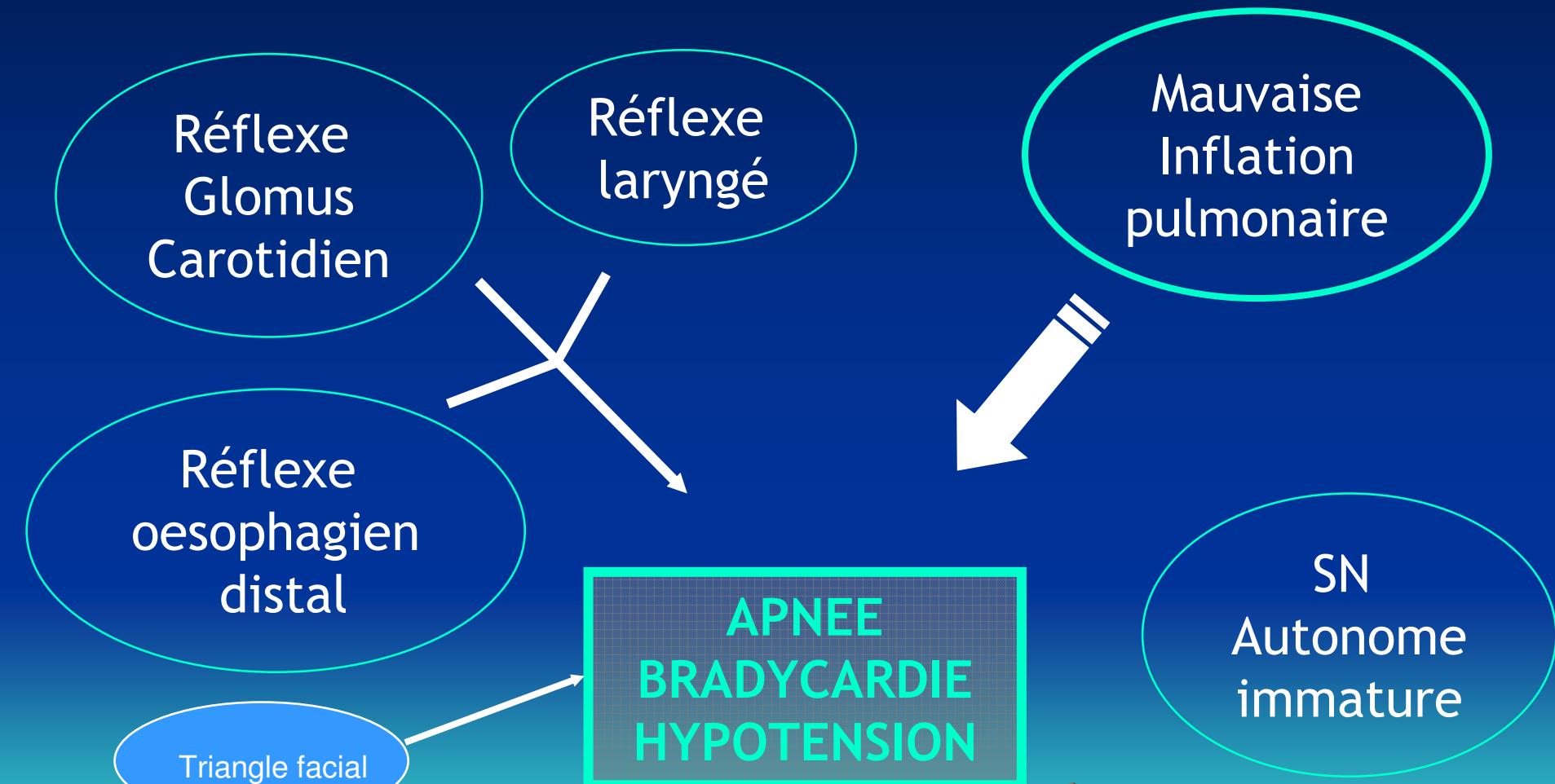
**PREFERER,
En essuyant**

Assurer la Ventilation

- Masque adapté,
- bien positionné,
- bouche et nez,
- « pas les yeux »



Assurer la Respiration



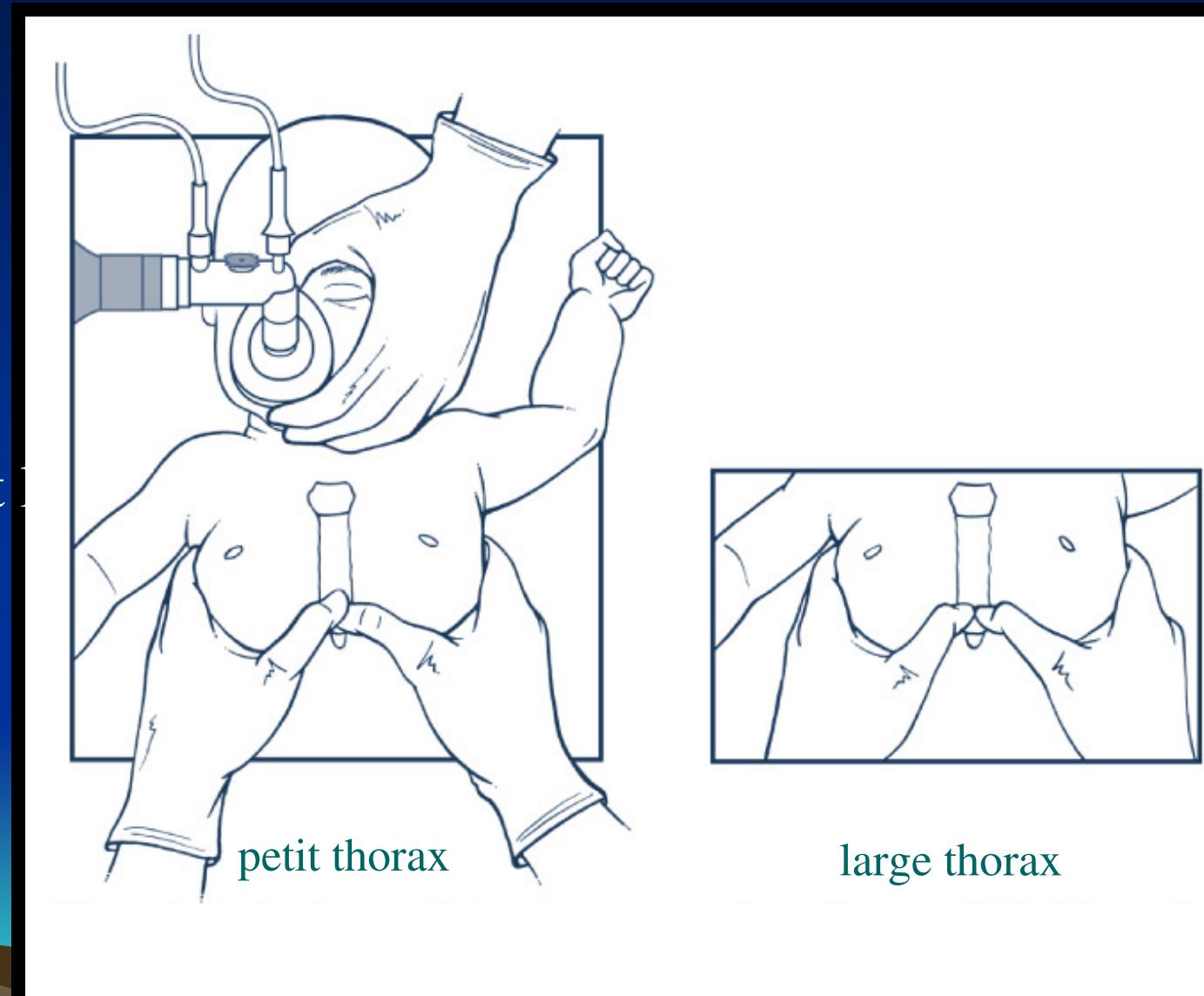
PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE DU NOUVEAU-NE

- Contractilité myocardique faible et d'emblée maximale
- Myocarde immature en quantité et qualité (protéines contractiles)
- Mauvaise compliance
- Immaturité du système nerveux sympathique
 - réactivité parasympathique importante

Techniques de massage cardiaque

Massage “2 pouces”

les autres doigts supportent
dos



Liquide amniotique méconial (1)

- Circonstances : souffrance fœtale, srt > 34 sem
- Risque fœtal : inhalation méconiale
 - ⇒ - obstruction aérienne
 - inhibition du surfactant
 - Inflammation alvéolaire



Anoxie

Hypertension artérielle pulmonaire

Anesthésie maternelle

- Morphiniques
- Risques chez le NNé :
 - Hypoventilation, apnée, bradycardie, hypoTA
- Intervention : Narcan
 - IVd , IM ou trachée : 0.1mg/kg
 - (répétable après 1 heure)
 - **Éviter** chez bébé de mère toxico

Infection maternelle

Chorioamniotite

- Risque néonatal :
 - Apnée, bradycardie, choc, hypoglycémie ...
- Surveillance :
 - Transfert NIC pour toute infection maternelle avérée, LA teinté ou malodorant avec dépression APGAR
 - Maternité : suivre
 - Comportement, coloration, alimentation
 - Glycémie, TA/ 4h au cours des premières 24h
 - Hémato CRP endéans 12 premières heures de vie

Inspection du nouveau-né

- Respire spontanément ou crie
- Bon tonus musculaire
- Age gestationnel
- Absence de meconium



Evaluation

La plupart n'ont pas besoin de réanimation

Néanmoins, on va toujours :
Réchauffer et sécher le nouveau-né
Nettoyer les voies aériennes



Couleur

- En présence d'une cyanose centrale et d'une respiration spontanée:

**Délivrer de
l'oxygène passif à
100 %**



Evaluation

- La nécessité d'une intervention sera indiquée par l'évaluation simultanée de :
 - Tonus
 - **Couleur**
 - **Respiration**
 - **Fréquence cardiaque**

Fréquence cardiaque

Evaluer la FC

- Avec un **stéthoscope**
- ou
- En palpant le pouls à la base du cordon ombilical
- **Le pouls ombilical** est plus facile d'accès mais moins fiable



Médication (1)

- Adrenaline : agoniste α et β
 - solution 1:1000 = 1 mg/ml
à porter à 1:10.000 = 0.1mg/ml avec du LP
 - indication : asystolie ou brady < 80/min
 - dose :
 - 10 - 30 μ g /kg = 0.1 - 0.3ml/kg solu 1:10.000 **IV** (V. ombilicale)
 - ou 100 μ g /kg **intra Trachéale** (jamais de G10% dans la trachée)
 - Poursuivre B et C
 - Répéter après 5 min si pas de réponse

Glucose

- Solutions :
 - G5% (1ml = 50mg)
 - G10% (1ml = 100mg)
- Indication : hypoglycémie suspectée
 - absence d 'amélioration
 - temps écoulé > 15 min
 - histoire maternelle prédisposante
 - histoire bébé prédisposante (prématureté; dysmaturité)
- Dose : G5% 4ml / Kg
 - G10% 2ml / Kg
 - *salin hypertonique à éviter en IVD chez les prématurés.*

Evaluation

- La nécessité d'une intervention sera indiquée par l'évaluation simultanée de :
 - Tonus
 - **Couleur**
 - **Respiration**
 - **Fréquence cardiaque**

Volume circulant

- Solutés:
 - crystalloïdes : NaCl 0.9% ; Lactate de Ringer
 - colloïdes : Sang [Albumine humaine; SSPP]
- Indication :
 - hypovolémie suspectée par l 'histoire péripartale
 - choc d 'origine X (sepsis, médication vaso-active maternelle ...)
 - persistance mauvaise coloration (pâleur) et mauvaise hémodynamique malgré ABC
- dose : 10ml/kg en IV perf de 5 à 10 min
(V. ombilicale ou périphérique)
Répétable suivant réponse clinique

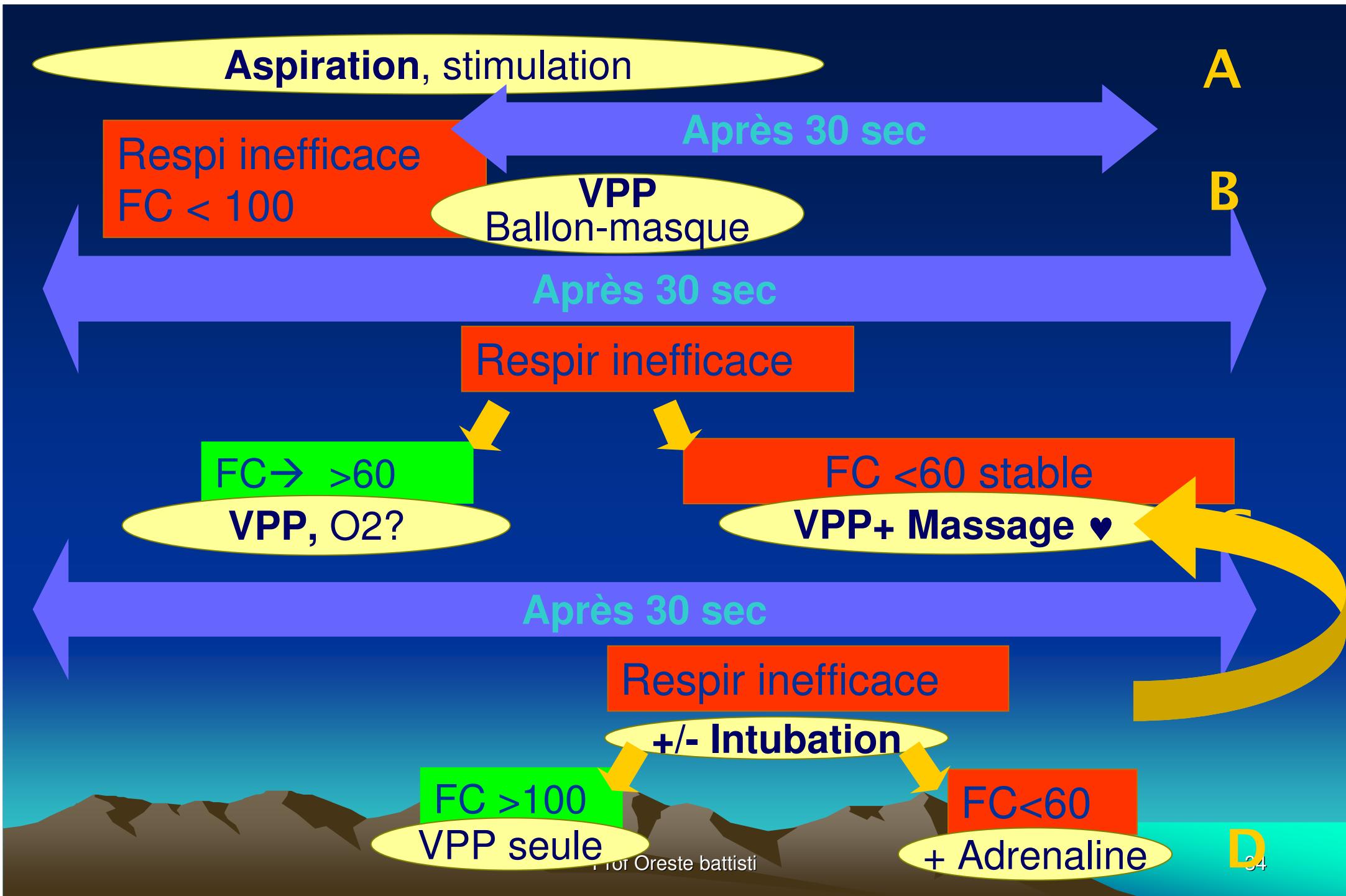
Narcan

- Indication : ventilation spontanée inefficace *post anesthésie maternelle avec morphiniques*
- dose : 0.1 mg/kg = 0.25ml/kg de la solution pure (à 0,4mg/ml)
 - IVd (V. ombilicale)
 - ou intra Trachéale
- NE REMPLACE PAS L' ABC
- JAMAIS SI MERE TOXICOMANE

Bicarbonate

« corriger acidose métabolique résultant de l'anoxie tissulaire »

- Solution :
 - Bicarbonate Na 8.4%, 1mEq/ml
 - *à diluer avec un volume équivalent d'eau distillée*
- Indication :
 - acidose métabolique documentée
 - absence d'amélioration malgré une ABC bien conduits
- Dose: **1 - 2 mEq/kg** (soit 2-4 ml/kg solution diluée)
- IVL d'au moins 2 min (V. ombilicale ou périphérique) ***! Jamais dans la trachée***



- Respire ou crie ?
- Tonus musculaire?
- Terme ?
- Méconium ?

- Réchauffer, sécher
- Stimuler*
- Positionner
- Aspirer les VA*

- Tonus
- Couleur
- Respiration
- FC

Apnée ou gasping

FC < 100

Oxygène à 100% / Ventiler M/B 30 sec

FC < 60

Compressions thoraciques 30 sec

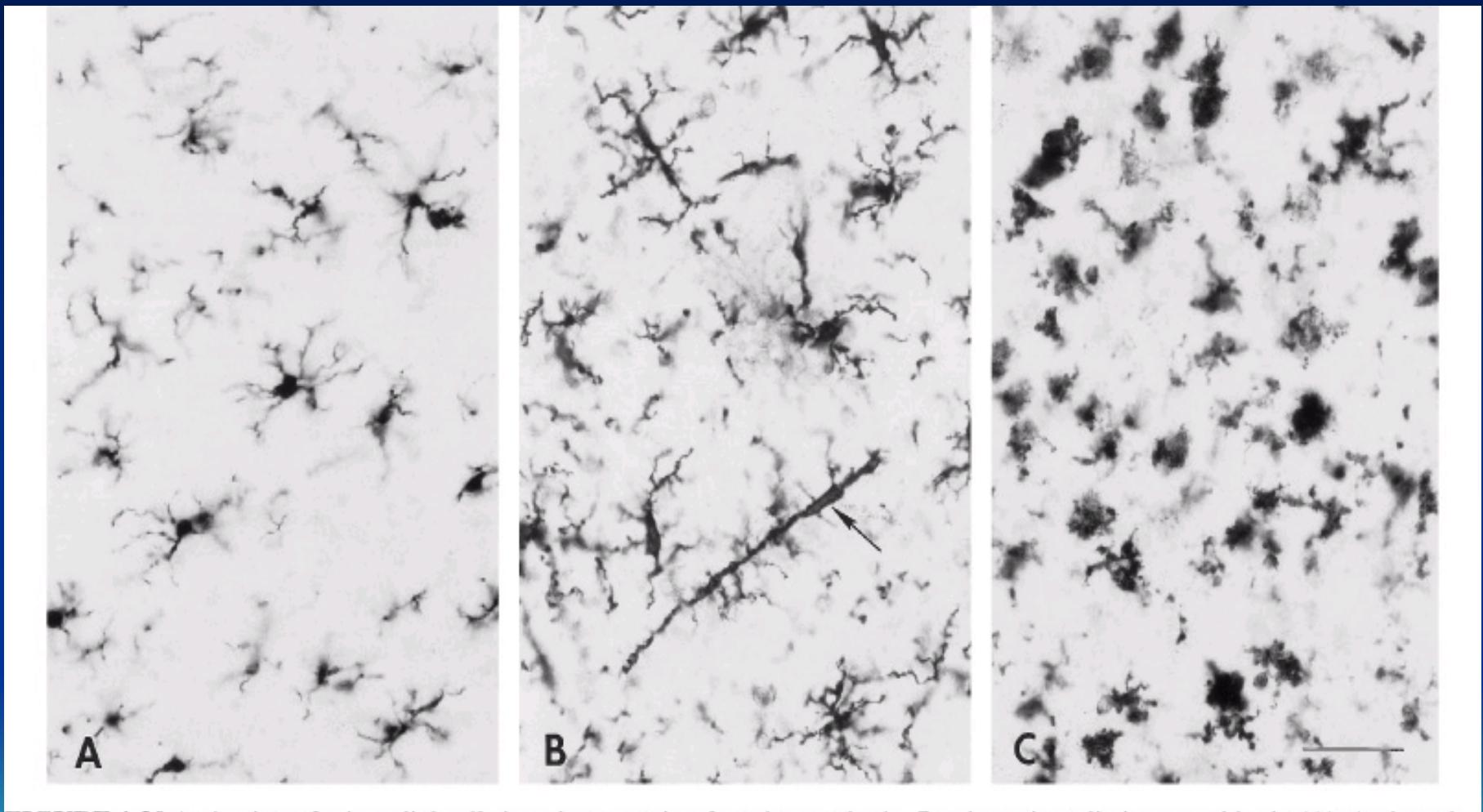
FC < 60

Adrénaline

Neurones and glial () survival times in sec
 according to CBF in ml/100g/min,
 $[O_2]a \text{ in ml/dL} = 1.34 \text{ Hbg/dL} * \text{Sat} + (0.0224 \text{ pO}_2 \text{ mmHg})$
 coefficient of extraction maximal = 0.75

CBF ↓	[O ₂]		
	12	18	21
5	25 (75)	40 (120)	45 (135)
10	50 (150)	75 (225)	90 (270)
15	75 (225)	115 (375)	130 (390)
20	100 (300)	150 (450)	175 (525)
30	150 (450)	230 (690)	265 (795)
40	200 (600)	300 (900)	350 (1050)
Sec/ml CBF	5 (15)	8 (30)	9 (35)

Effet structural de l 'hypoxie sur les cellules cérébrales

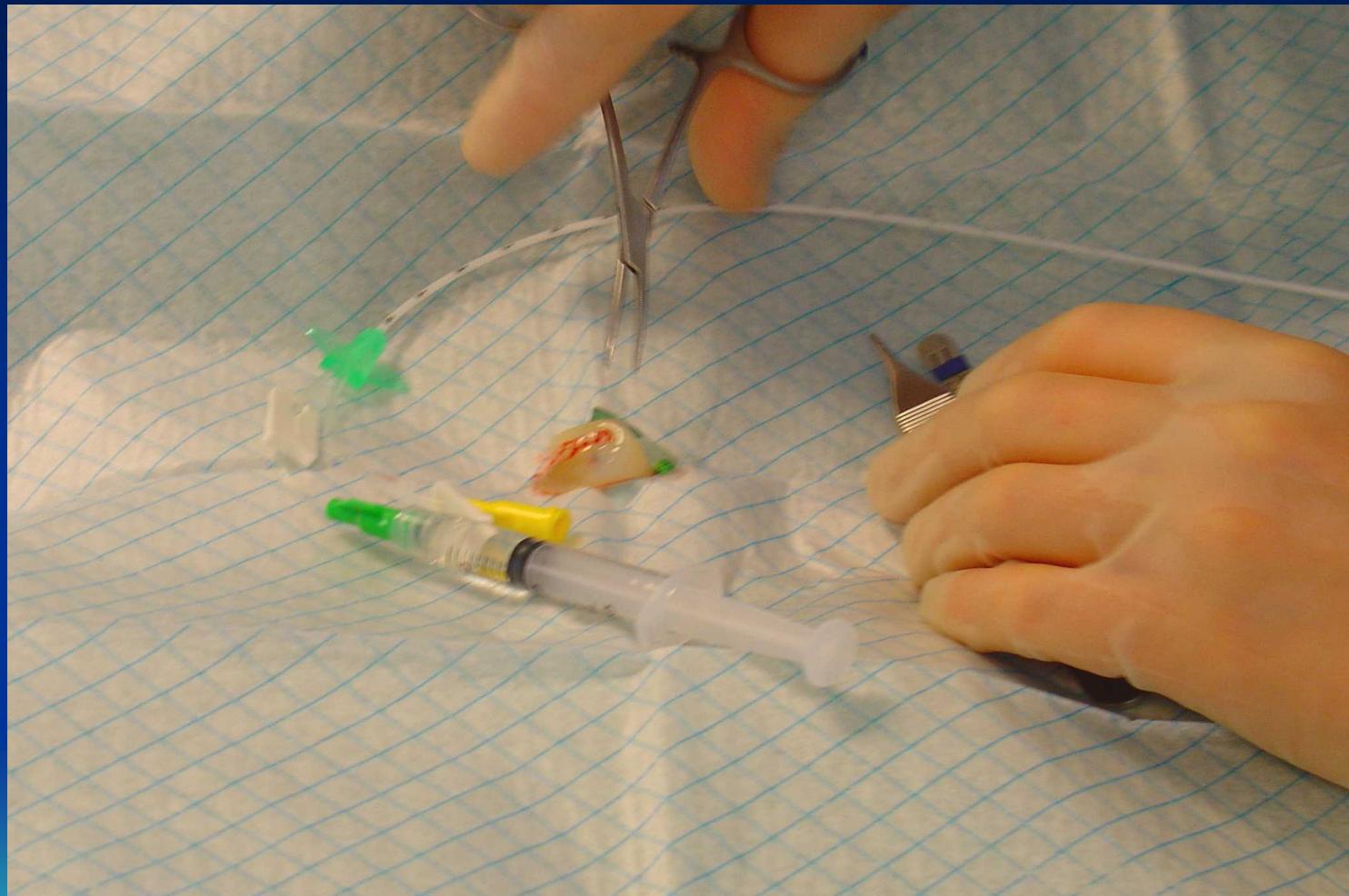




Prof Oreste battisti



Prof Oreste battisti





Prof Oreste battisti

PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
- 2. Physiologie cardio-vasculaire.**
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE

- Débit cardiaque nouveau-né = 240 ml/kg/mn
- Diminution à 200 ml/kg/mn dans les premiers jours de vie
- Consommation d'oxygène :
 - 6 à 8 ml/kg/min chez le nouveau-né
 - adulte 2-3 ml/kg/min

PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE DU NOUVEAU-NE

Le Débit cardiaque du nouveau-né
dépend essentiellement de la
fréquence cardiaque

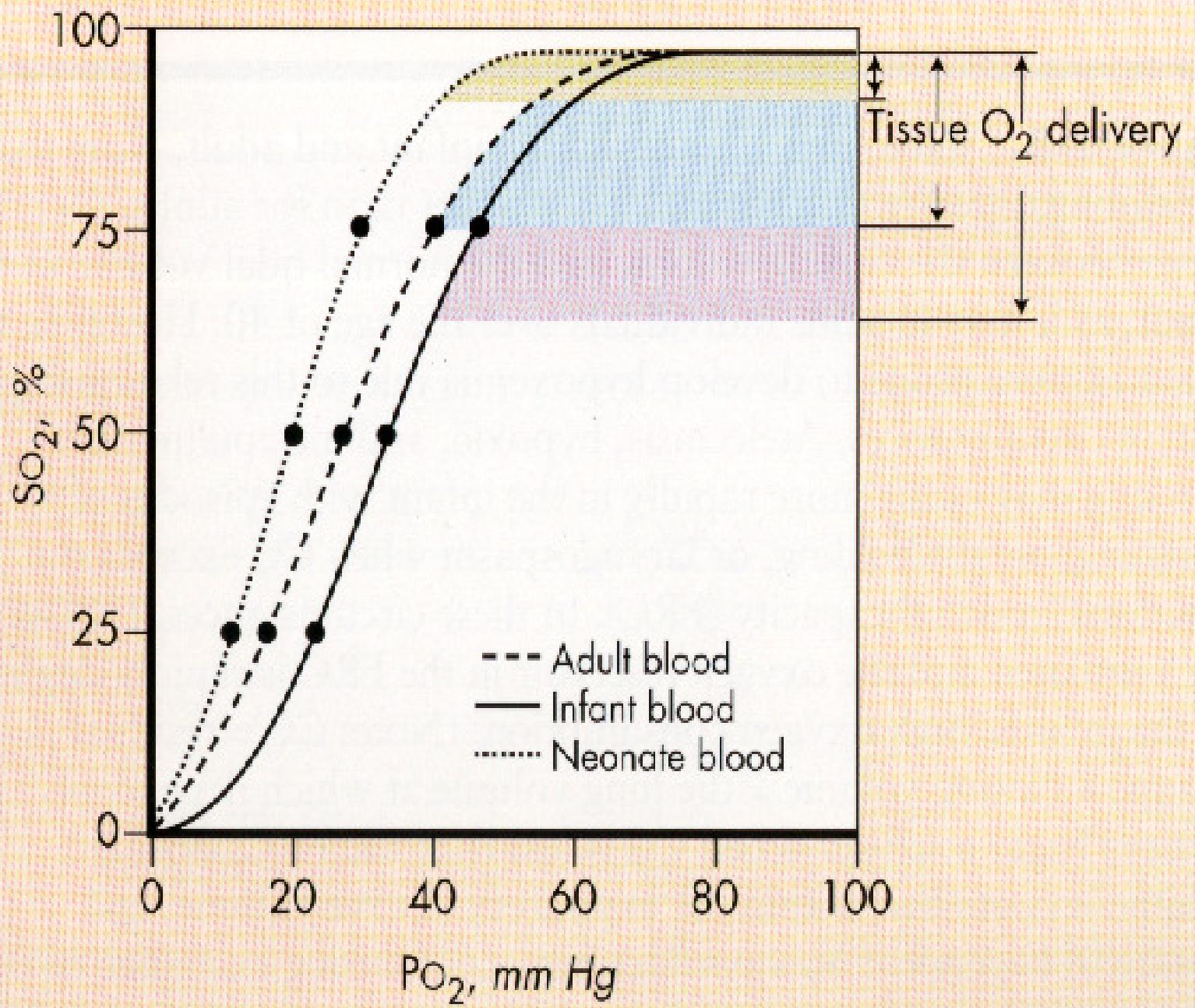
Mauvaise tolérance des
variations de condition de charge
surtout chez le prématuré

PHYSIOLOGIE CARDIO-VASCULAIRE DU NOUVEAU-NE

- Croissance rapide de la masse du myocarde (VG X 3 à trois semaines)
- Croissance différenciée des deux ventricules
 - VG : épais, contractile, peu compliant
 - VD : mince, peu contractile, très compliant
- Modification de l'hémoglobine
- Maturation des systèmes baro- et chemoreflexes

HEMOGLOBINE

- Hb du nouveau-né = 60-80 % HbF
- Hb A majoritaire à 3 mois
- À 6 mois, répartition de Hb identique à l'adulte :
 - HbA = 98 %
 - HbA₂ = 2 %
 - HbF = traces



HEMOGLOBINE

P_{50} : pression partielle en oxygène pour laquelle 50 % de l'Hb est saturée

La P_{50} définit l'affinité de l'Hb pour l' O_2

- Fixation de l' O_2 au niveau pulmonaire
- Libération de l' O_2 au niveau tissulaire

- **Foetus et Nouveau-né :**

- HbF majoritaire
- forte affinité pour l' O_2
- $P50$ à 20 mmHg
- polyglobulie

- **Naissance** : décalage progressif vers la droite de la courbe de dissociation de l'Hb

Hémoglobinémie et hématocrite en fonction de l'âge

	nné	2 sem	1 m	2 m	3 m	6 m	12 m
Hb g/100 ml	17,9 ±2,5	15,6 ±2,6	14,2 ±2,1	10,7 ±0,9	11,3 ±0,9	12,6 ±0,7	12,7 ±0,7
Ht %	56 ± 9,5	46 ± 7,3	43 ± 5,7	31 ± 2,6	33 ± 3,3	36 ± 2,5	37 ± 2,0

Moyenne ± DS

PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
- 3. Physiologie respiratoire.**
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

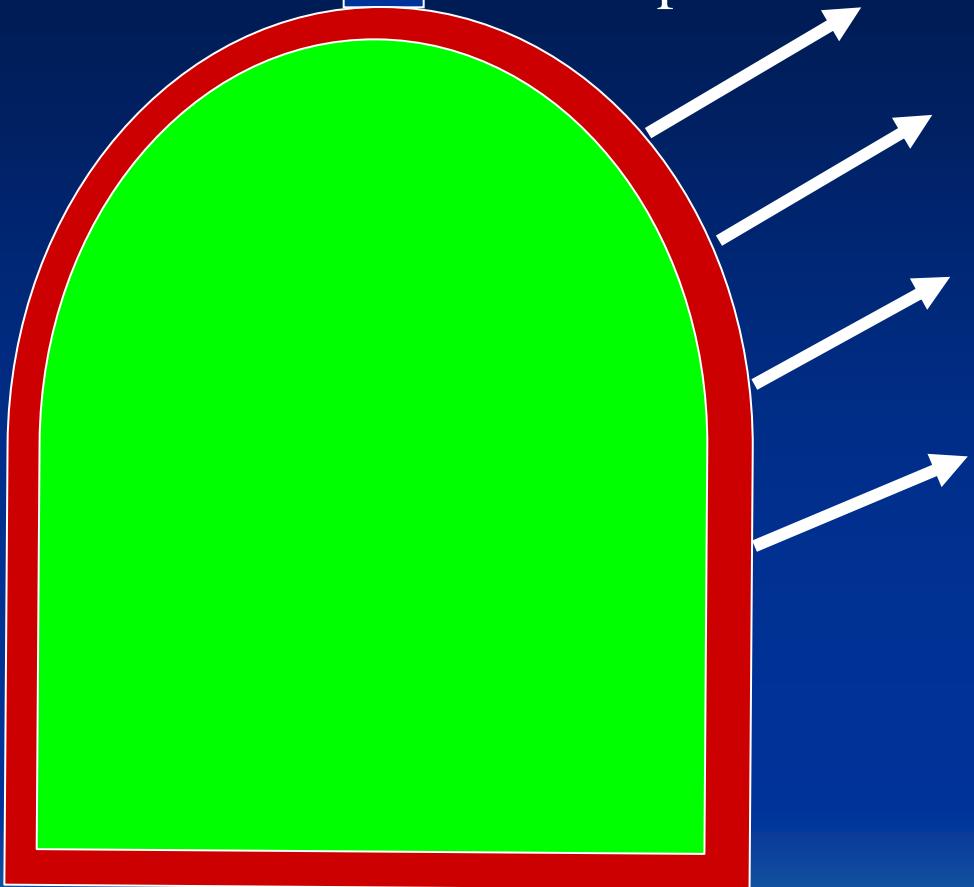
ADAPTATION RESPIRATOIRE A LA NAISSANCE

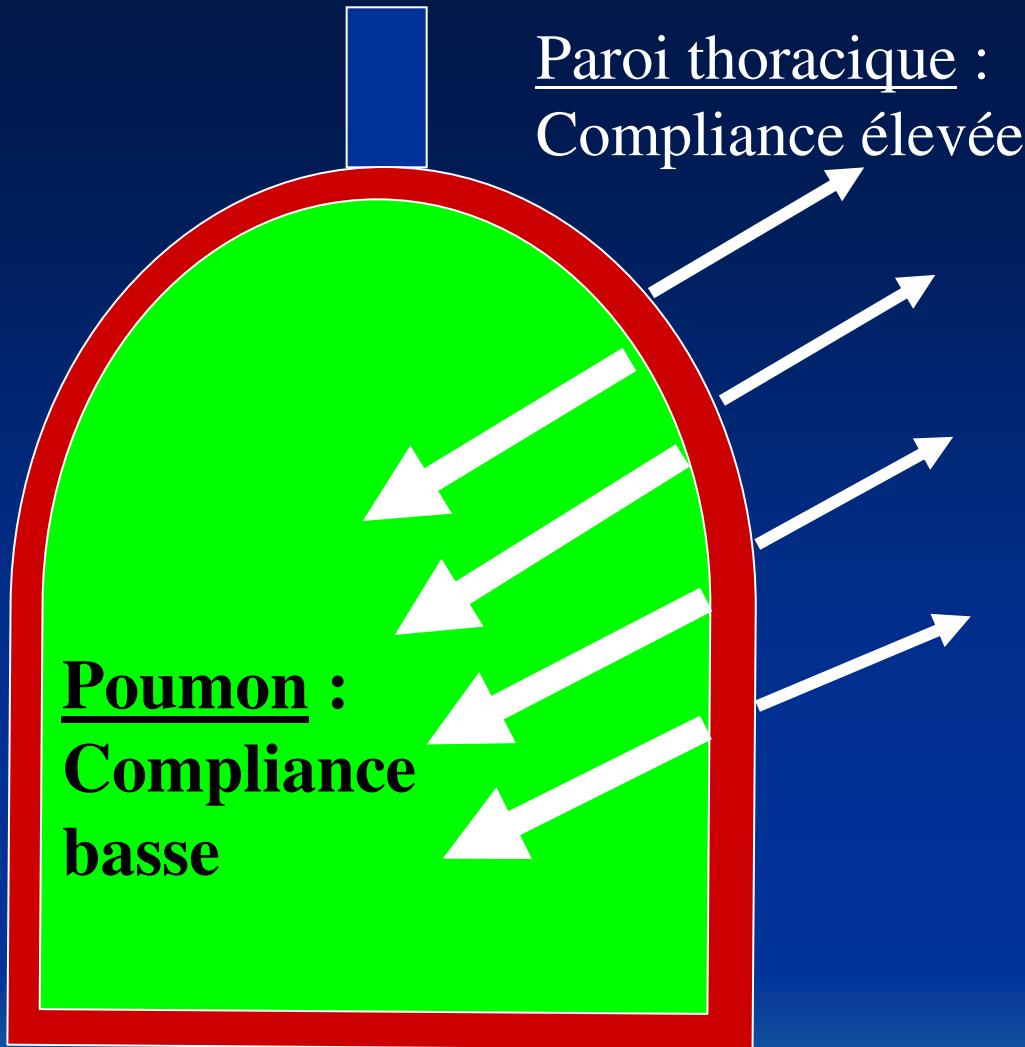
- **Elimination du liquide alvéolaire** : 1/2 expulsés lors de la compression du thorax dans la filière génitale ($P > 70 \text{ mmHg}$)
- Aération des alvéoles pulmonaires : dépression considérable 40-80 mmHg
- **Maintien des alvéoles ouvertes en fin d'expiration** = constitution de la CRF = 35 à 60 ml d'air
=> SURFACTANT ET MUSCLES LARYNGES + FREIN SOUS-GLOTTIQUE
- Augmentation du débit sanguin pulmonaire (chute des résistances artérielles pulmonaires)

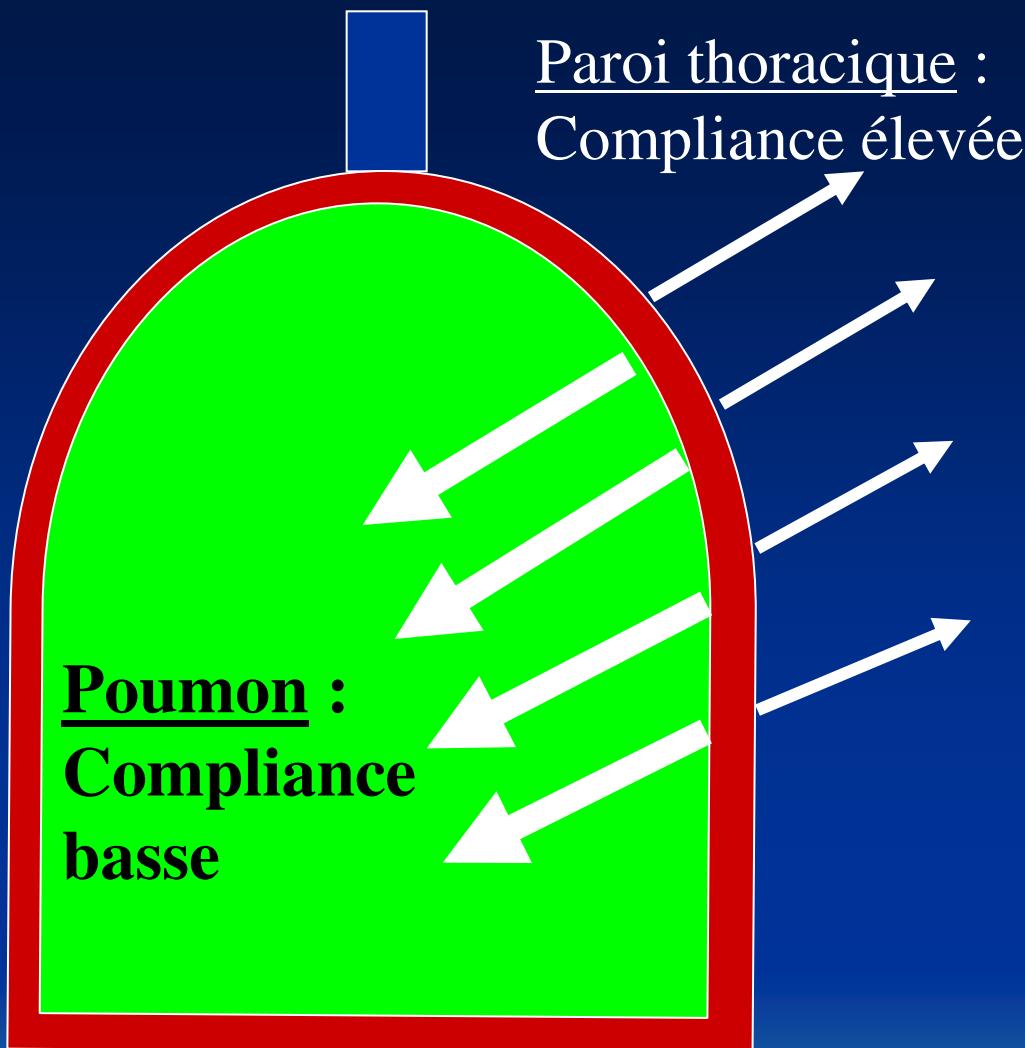
PARTICULARITES DU NOUVEAU-NE

- Compliance pulmonaire faible à la naissance : 5 ml/cm H₂O pour 200 ml/cmH₂O chez l'adulte
- Compliance de la paroi thoracique très élevée
- Rôle des intercostaux dans le maintien de la stabilité de la cage thoracique
- Résistances pulmonaires totales élevées (25-35 cm H₂O) étroitesse des voies aériennes supérieures et des bronches
- **Nécessité de pressions d'insufflation relativement élevées**

Paroi thoracique :
Compliance élevée

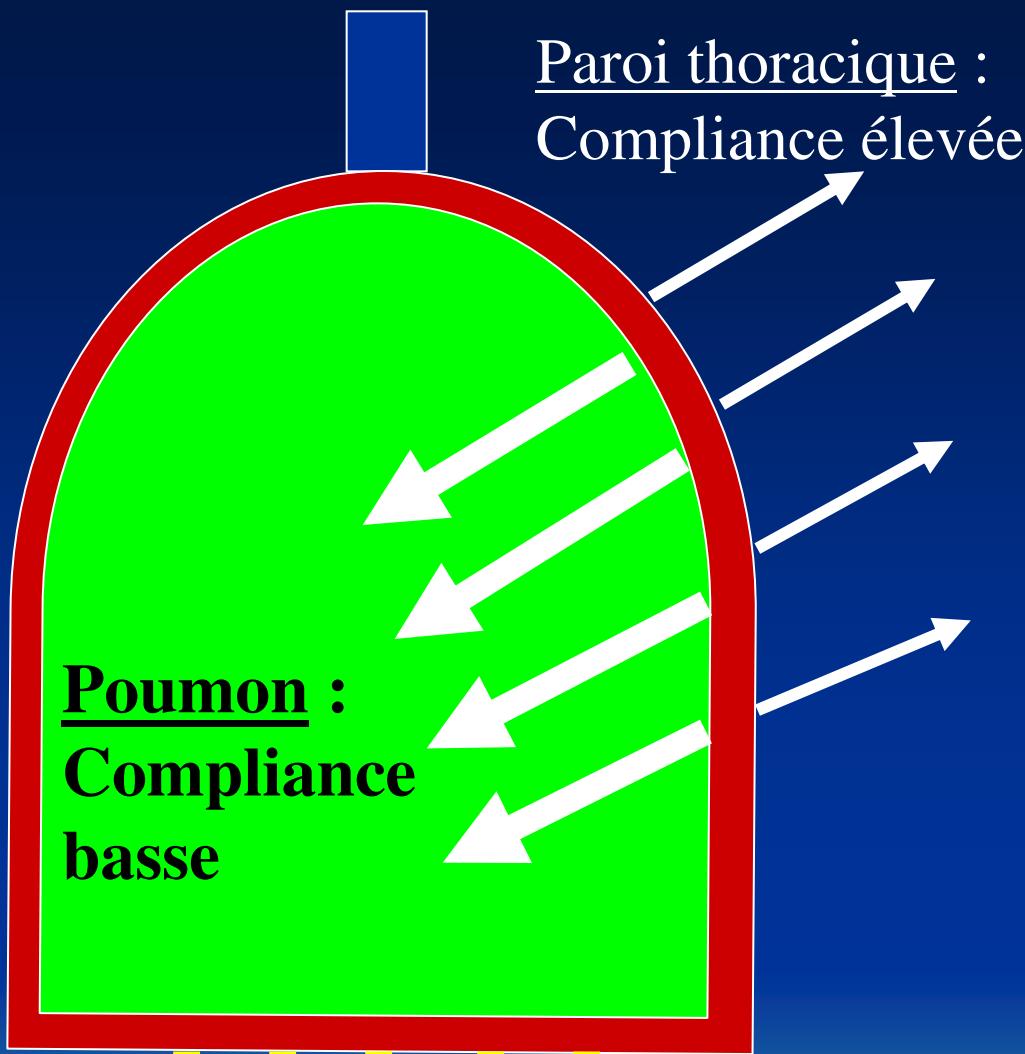






ETAT D 'EQUILIBRE :

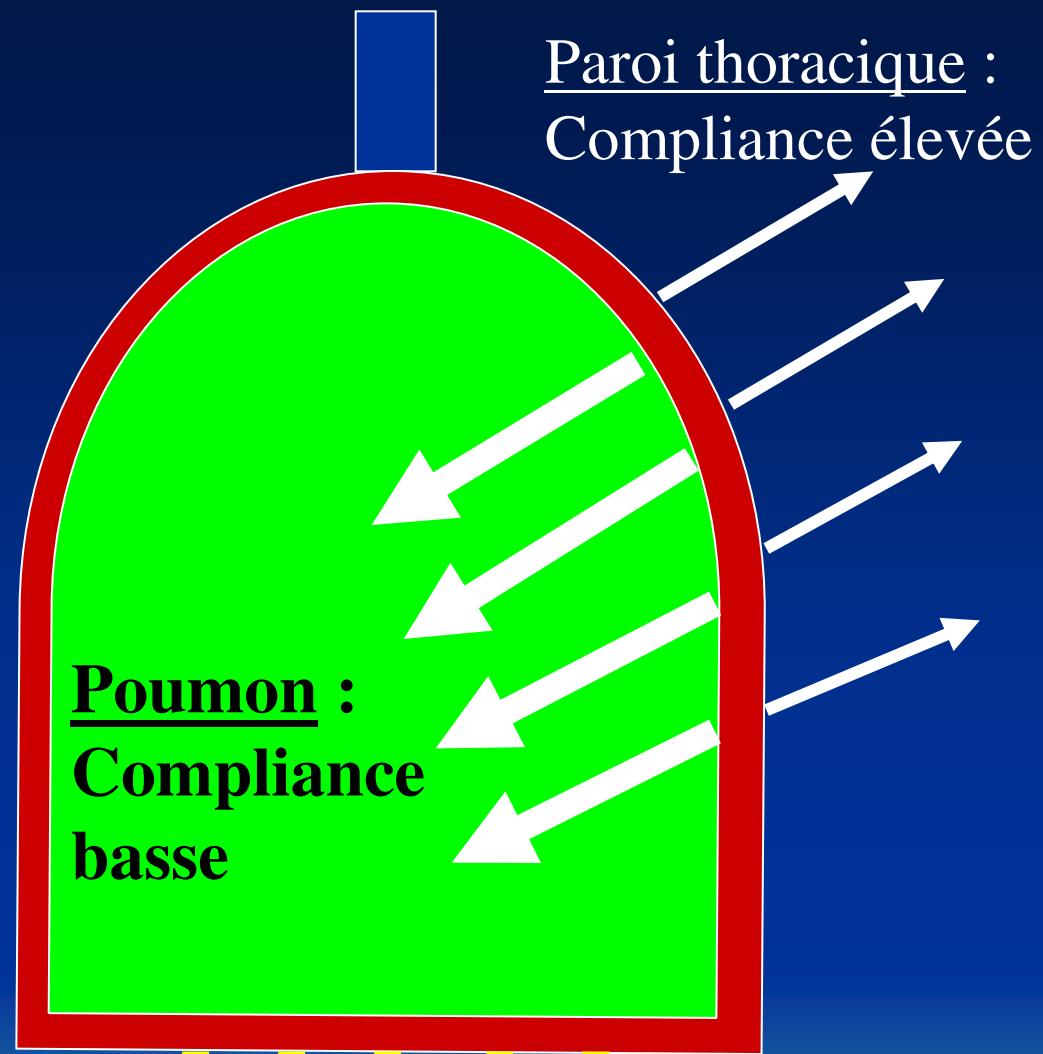
- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF



Activité diaphragmatique
post-inspiratoire

ETAT D 'EQUILIBRE :

- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF



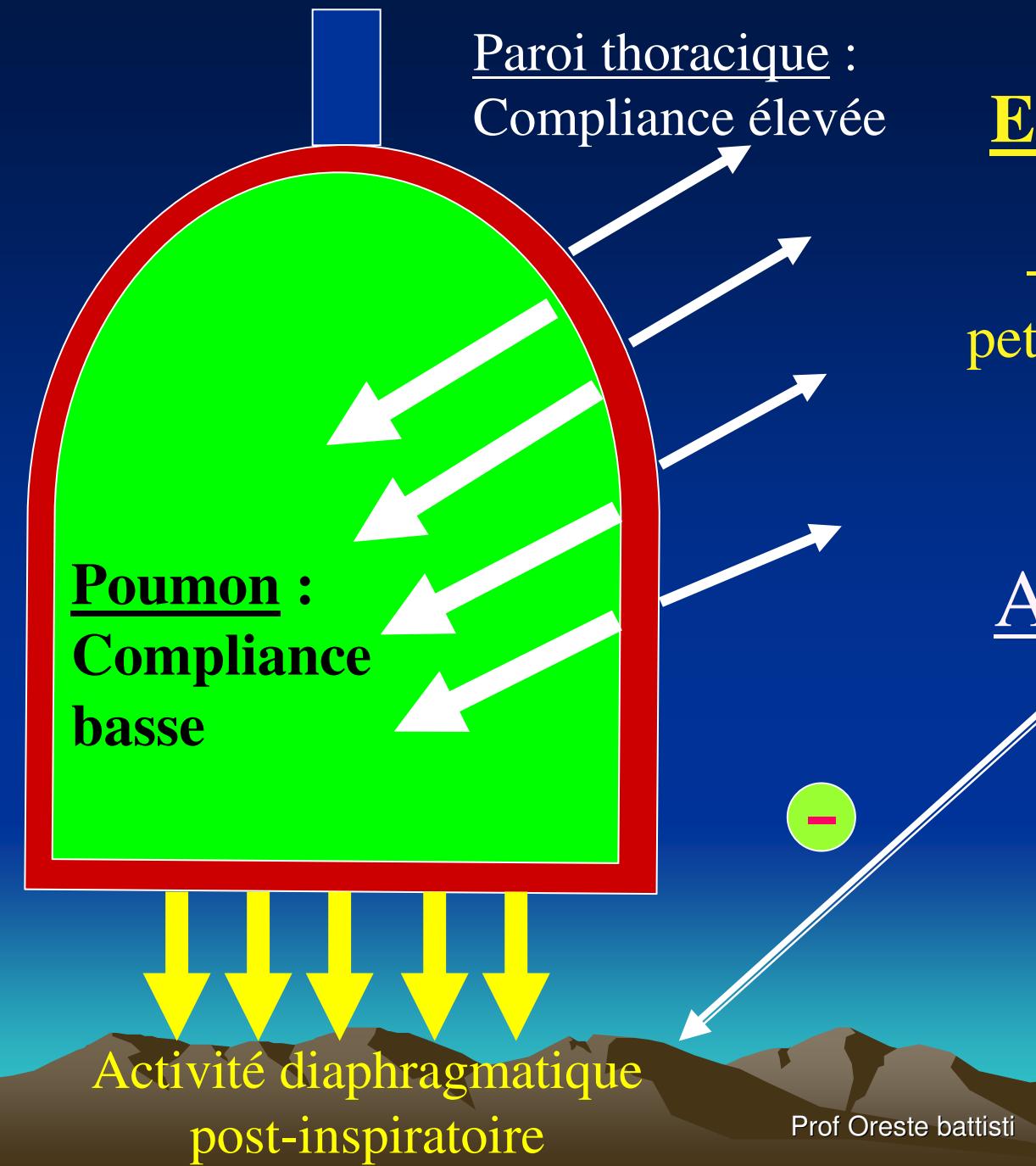
Activité diaphragmatique post-inspiratoire

Prof Oreste battisti

ETAT D 'EQUILIBRE :

- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF

Limitation du diamètre laryngé (expiration)

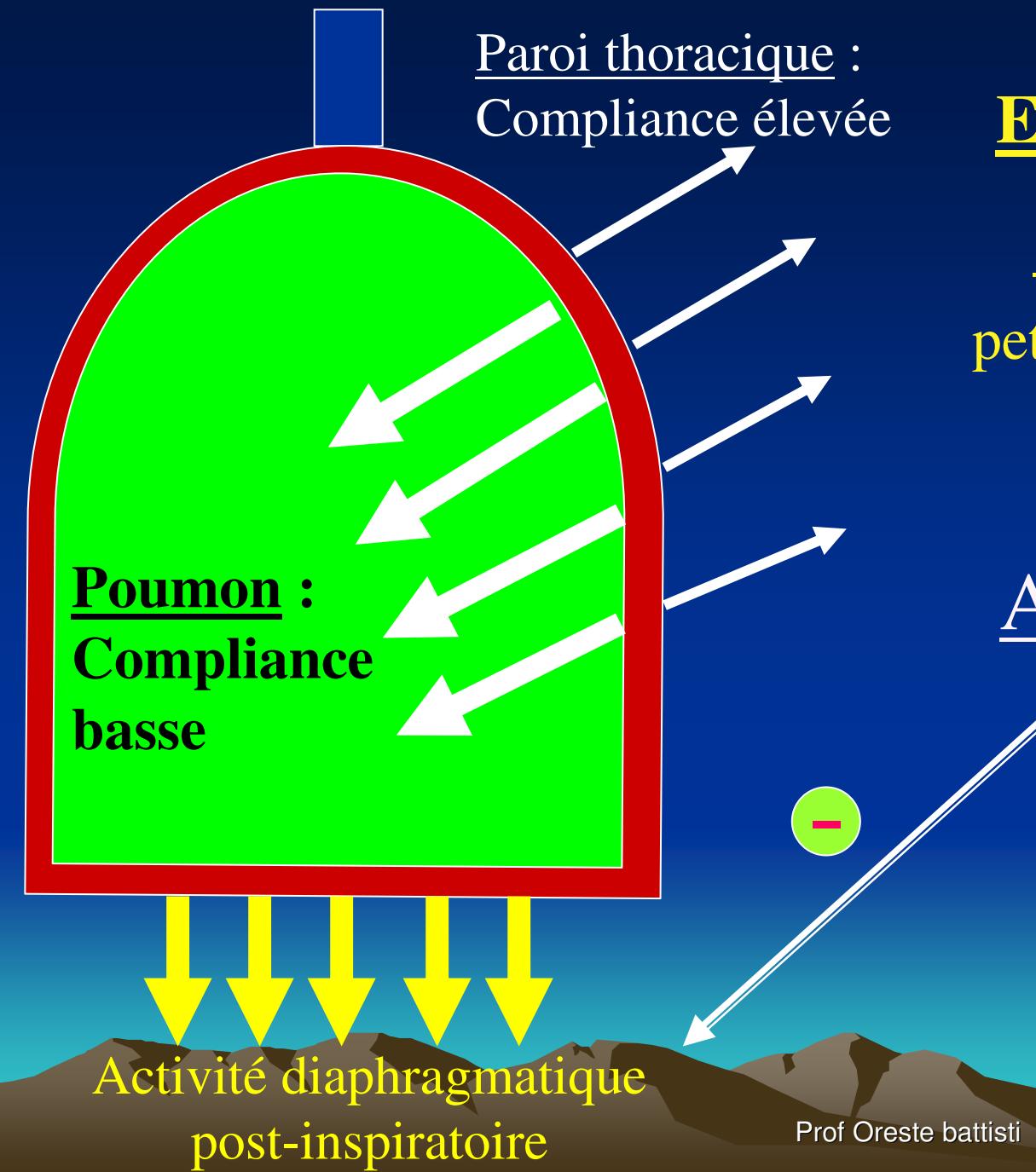


ETAT D 'EQUILIBRE :

- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF

Anesthésie

Limitation du
diamètre laryngé
(expiration)



ETAT D 'EQUILIBRE :

- diminution de la CRF
- volume de fermeture des petites voies aériennes > CRF

Anesthésie + SIT

Limitation du
diamètre laryngé
(expiration)

Prof Oreste battisti

MECANIQUE VENTILATOIRE

- EVITER LA VENTILATION SPONTANEE PROLONGEE CHEZ LE NOUVEAU-NE INTUBE
- Maintenir le recrutement alvéolaire par une PEEP ou une CPAP

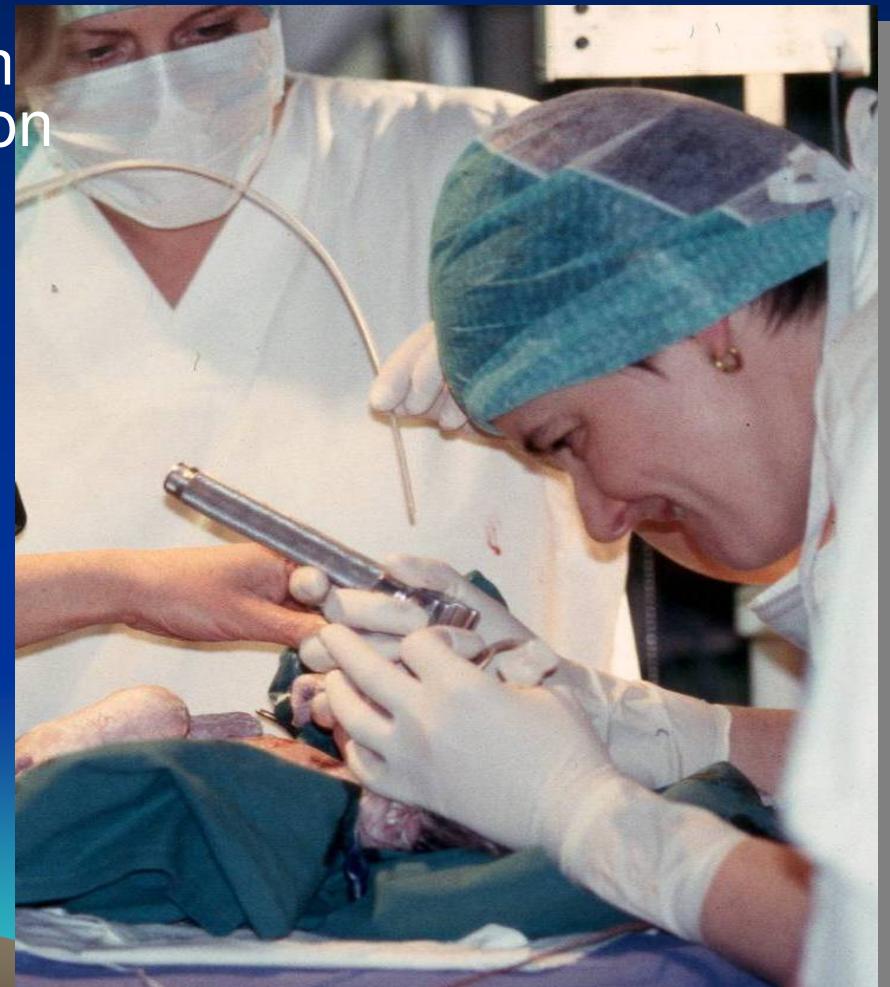
PARTICULARITES ANATOMIQUES

- **Respiration nasale** : jusqu'à l'âge de 12 mois
- **Intubation délicate** : petite bouche, grosses langue, épiglotte longue et rigide et larynx haut
- **Diamètre trachée du nouveau-né** : 6mm
- **Région sous-glottique étroite** : risque de sténose post-traumatique
- **Trachée courte** : 4-5 cm - risque d'intubation selective
- **Cartilages trachéaux mous** : attention à la position

Intubation trachéale

Les indications d'une intubation trachéale pendant la réanimation néonatale sont:

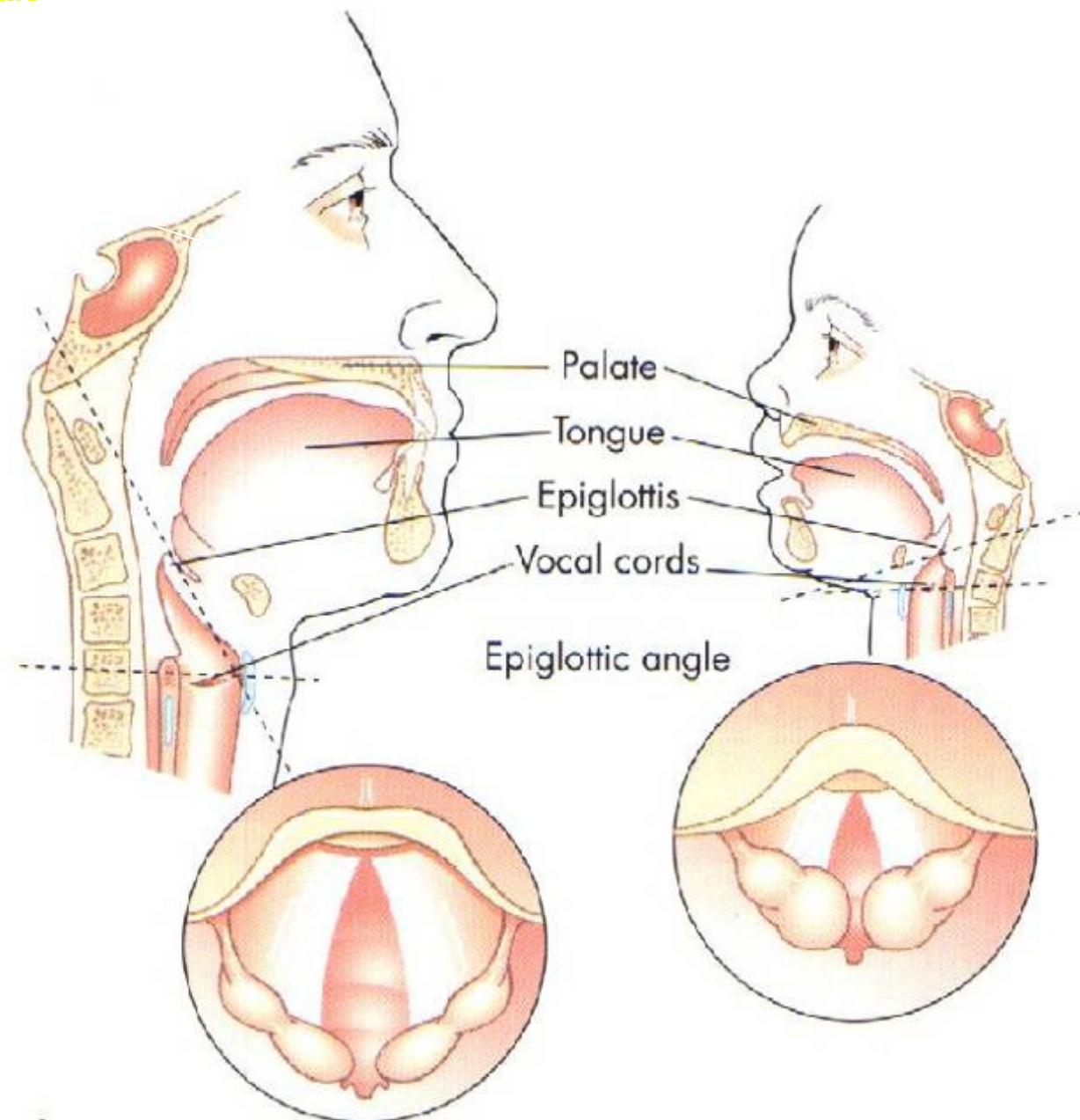
- L'aspiration trachéale
- Ventilation inefficace ou prolongée au masque et ballon
- La nécessité de compressions thoraciques
- La hernie diaphragmatique
- La prématurité extrême
- Le transport

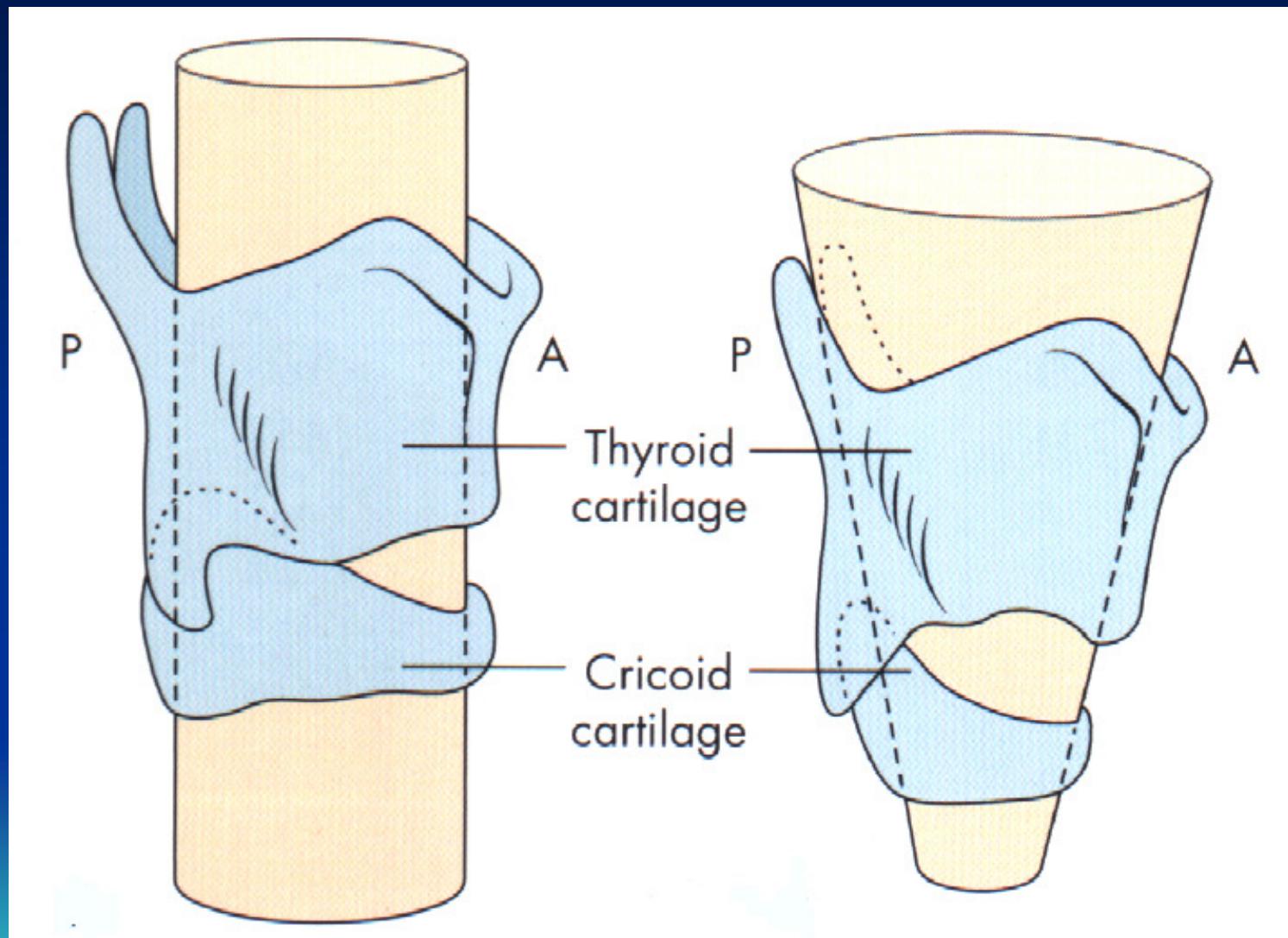


-Intubation naso-trachéale

-- diamètre du tube

-- longueur du tube





Adulte

Prof Oreste battisti

Enfant

VOLUMES PULMONAIRES

Volume respiratoire

Nouveau-né

Adulte

Capacité résiduelle fonctionnelle (ml/kg) 27-30 30-34

Volume résiduel (ml/kg) 20 25-30

Volume courant (ml/kg) 6-8 5-7

Volume espace-mort (ml/kg) 2-2,5 2,2

Ventilation alvéolaire (VA)
(ml/kg/mn) 100-150 60

VA/ CRF

4-5

1-2

Prof Oreste battistì

65

APNEES

- **Centrales** : arrêt des mouvements respiratoires
- **Obstructives** : arrêt du flux aérien avec persistance des mouvements respiratoires
- **Mixtes**
- Importance du sommeil agité (50 % du sommeil du nouveau-né) = inhibition des intercostaux, respiration paradoxale, fatigue diaphragmatique

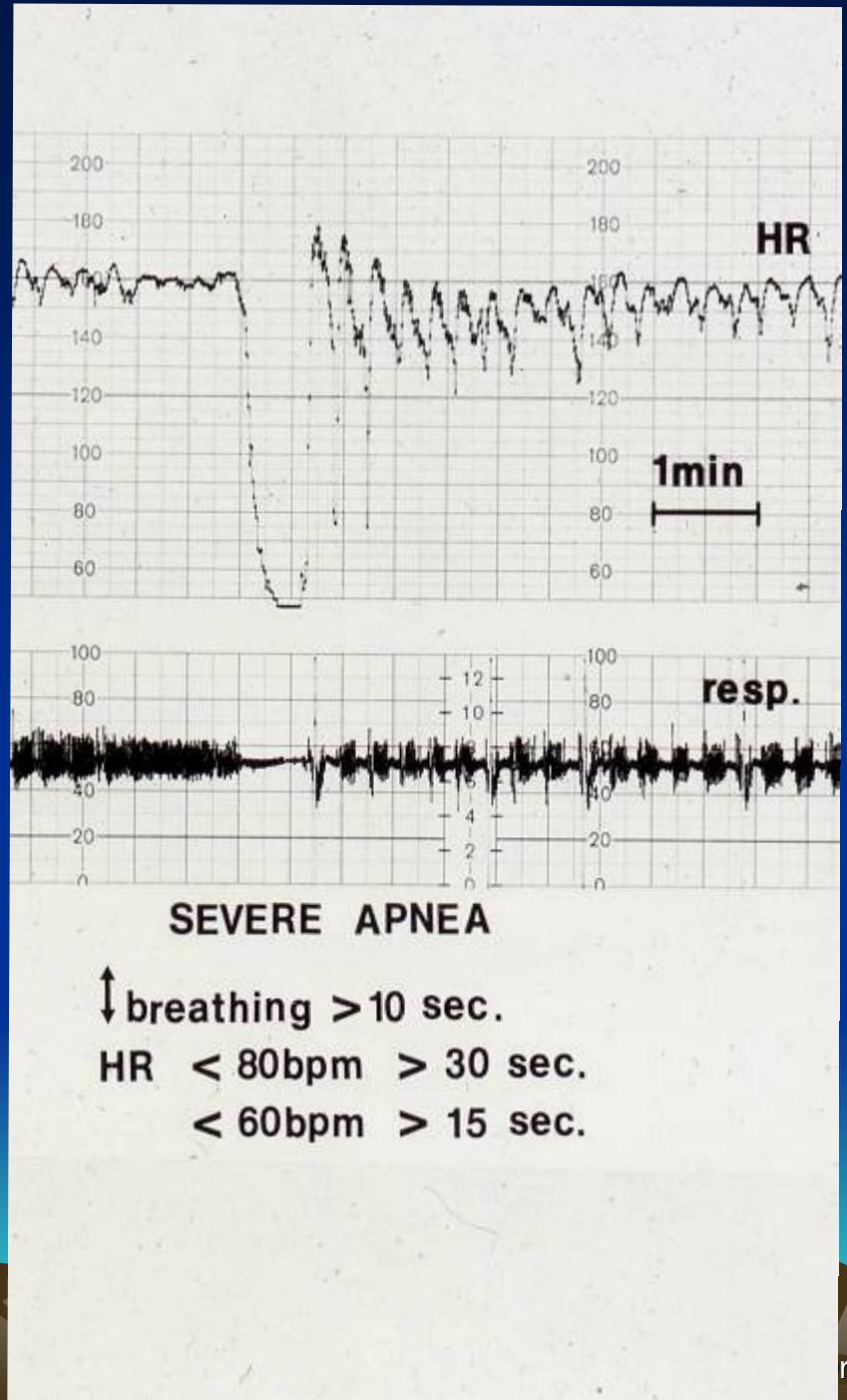
APNEES GRAVES

>20 sec

Bradycardie (FC < 60 / mn)

+/- cyanosante

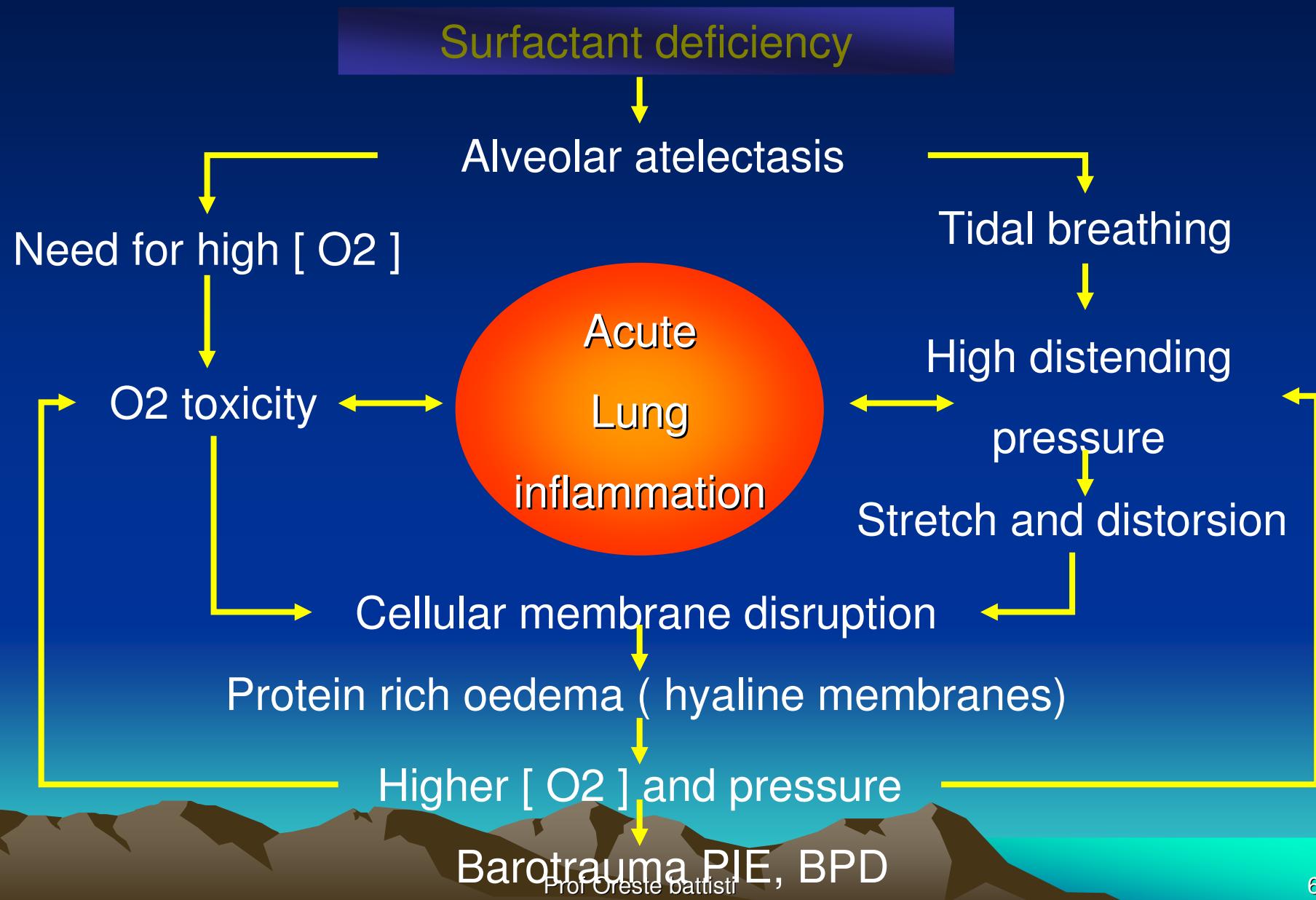
L'anesthésie majore les risques
d'apnée post-opératoire



Apnées du prématuré

- Centrale ?
- Périphérique ?
- Mixte ?

PULMONARY INJURY SEQUENCE



Neonatal respiratory disease in premature babies

- RDS, acute phase
 - Alveolar collapse (surfactant deficiency)
 - Persistent pulmonary hypertension (PPHN)
 - Early Inflammation
- Long term respiratory disease
 - Prolonged inflammation
 - Chronic lung disease

Respiratory Support

Risks: Ventilator-Induced Lung Injury

- Barotrauma (pressure swing)
- Volutrauma (overdistension)
- Atelectrauma (underexpansion)
- Oxygen toxicity

⇒ Damage on:

- bronchopulmonary tissues
- distant organs

Lung protective ventilation

- nCPAP, revisited
- Patient Triggered Ventilation
- High Frequency Ventilation
 - HFPPV : High Frequency Positive Pressure Ventilation
 - HFFI : High Frequency Flow Interruption
 - HFJV : High Frequency Jet Ventilation
 - **HFOV : High Frequency Oscillatory Ventilation**
- Liquid Ventilation

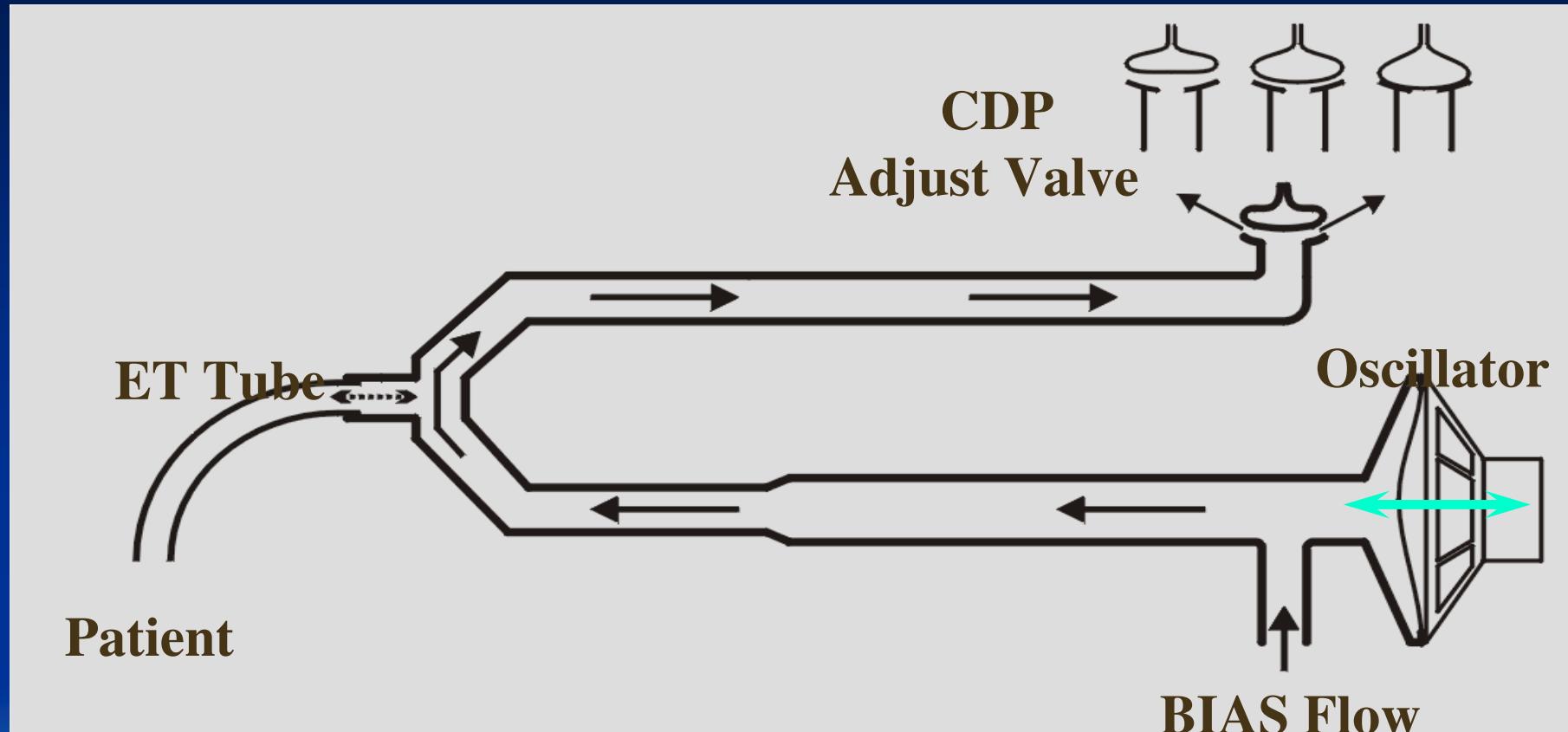
Nasal Continuous Positive Airway Pressure (nCPAP)

Protocole

- Début précoce :
 - Salle d'accouchement
 - Transport nCPAP
- Installation adéquate
- Surveillance étroite
- Eviter manipulations, surtout en phase aiguë (+ report examens non urgents)
- « cocooning approach»

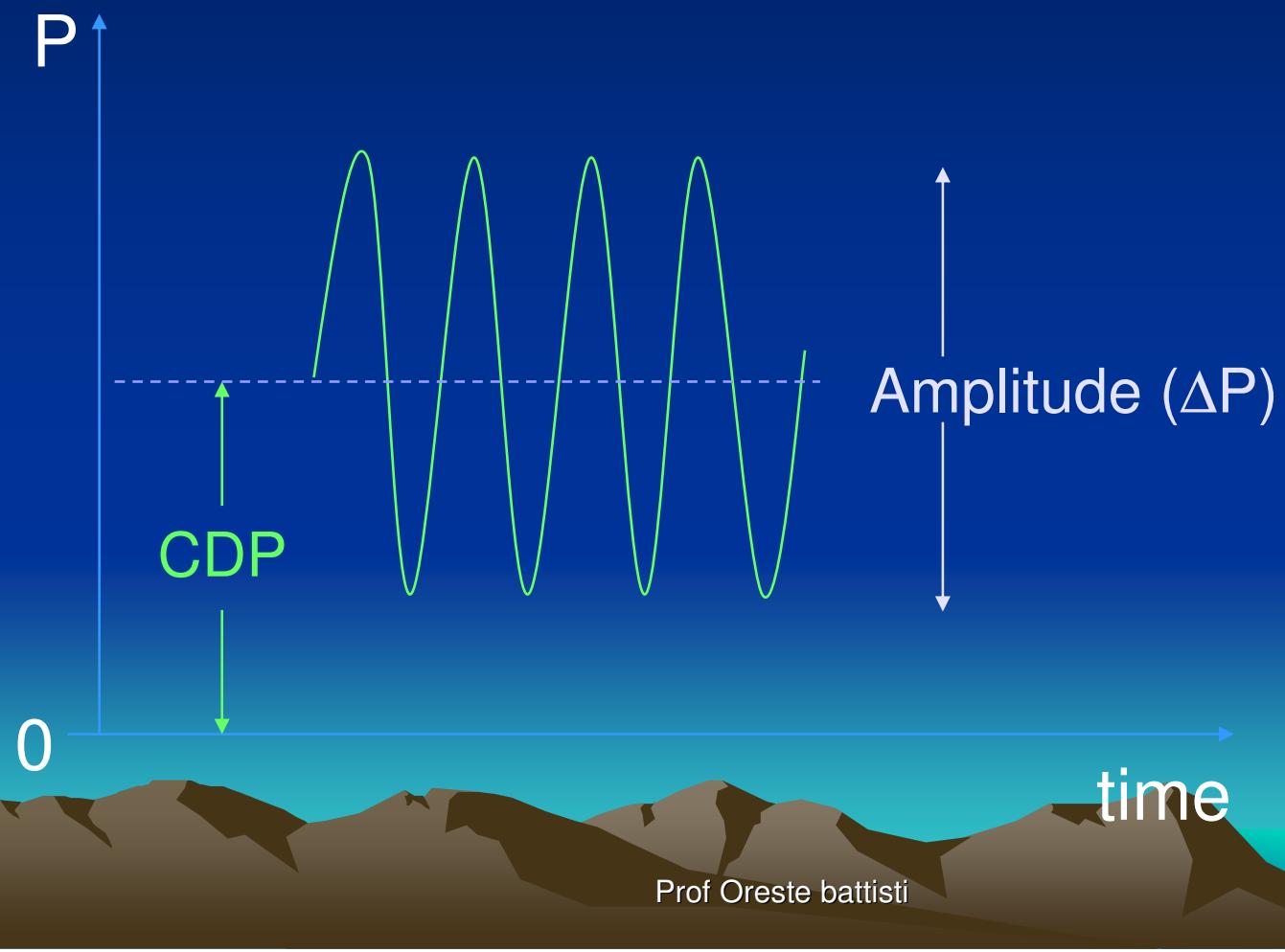
High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)

HFOV Principle (SM 3100A)

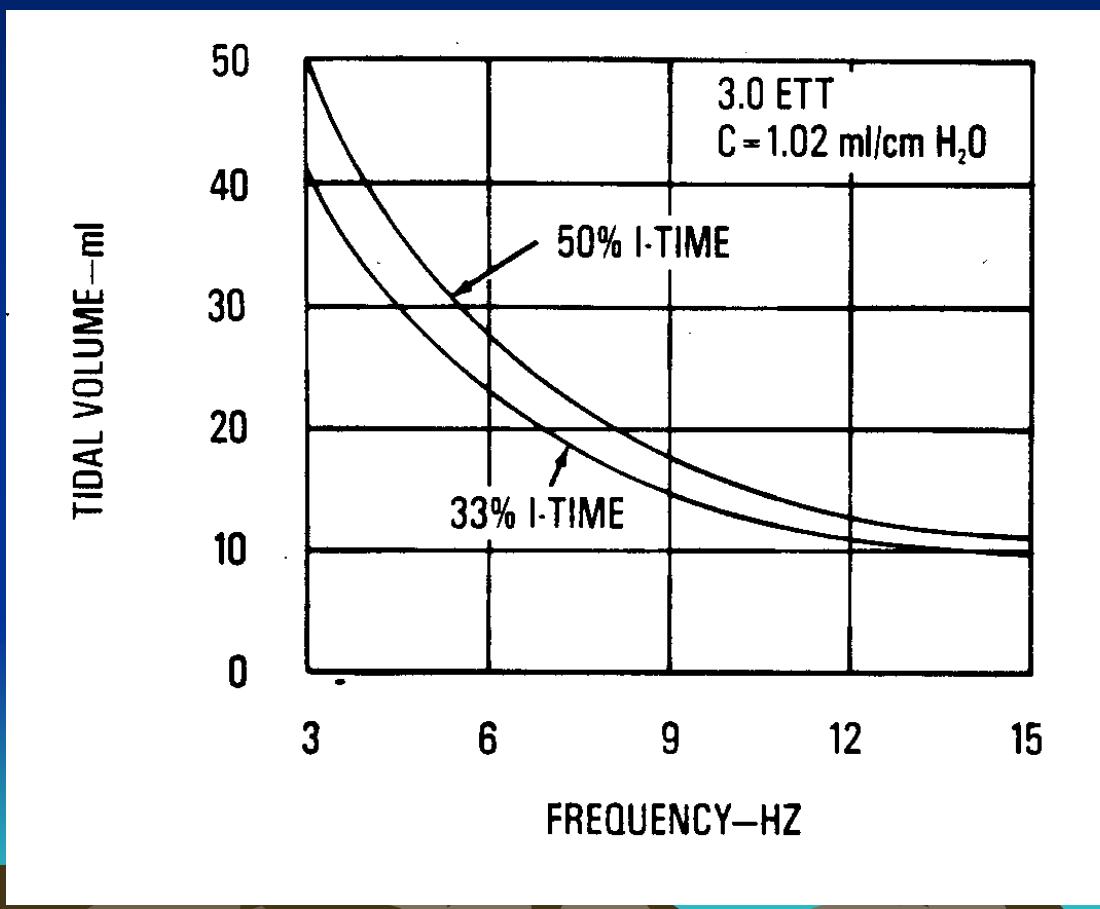


$V_T < V_d$, frequency $\rightarrow 15 \text{ Hz}$, active exhalation

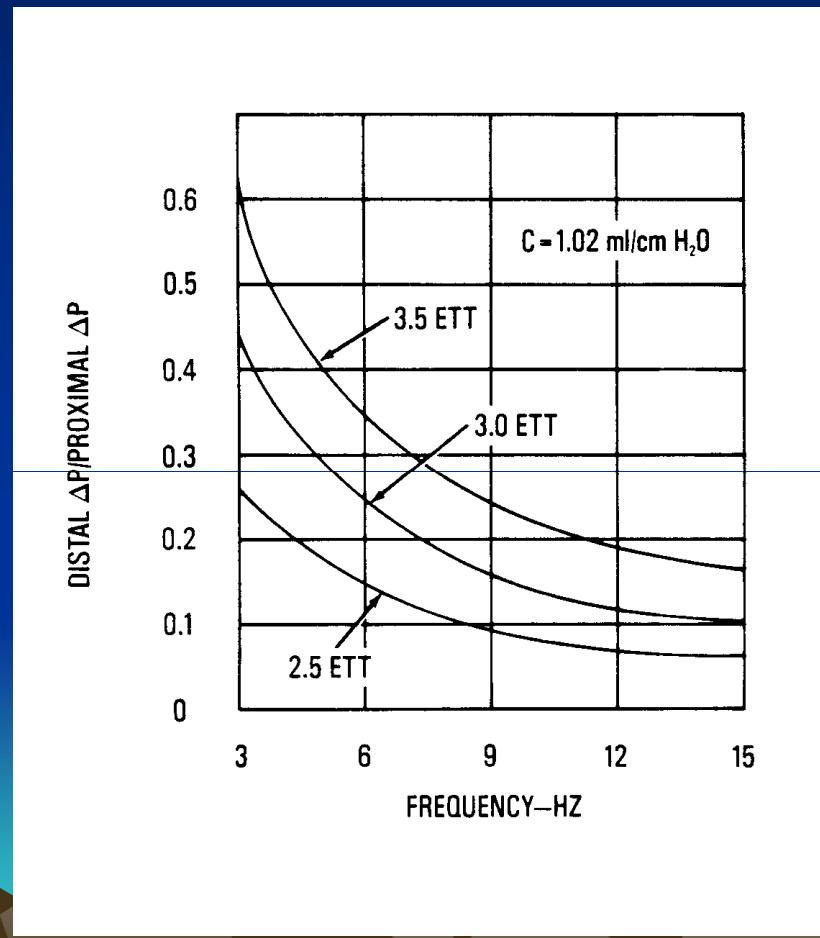
Characteristic variables of HFOV



Effects of frequency on tidal volume

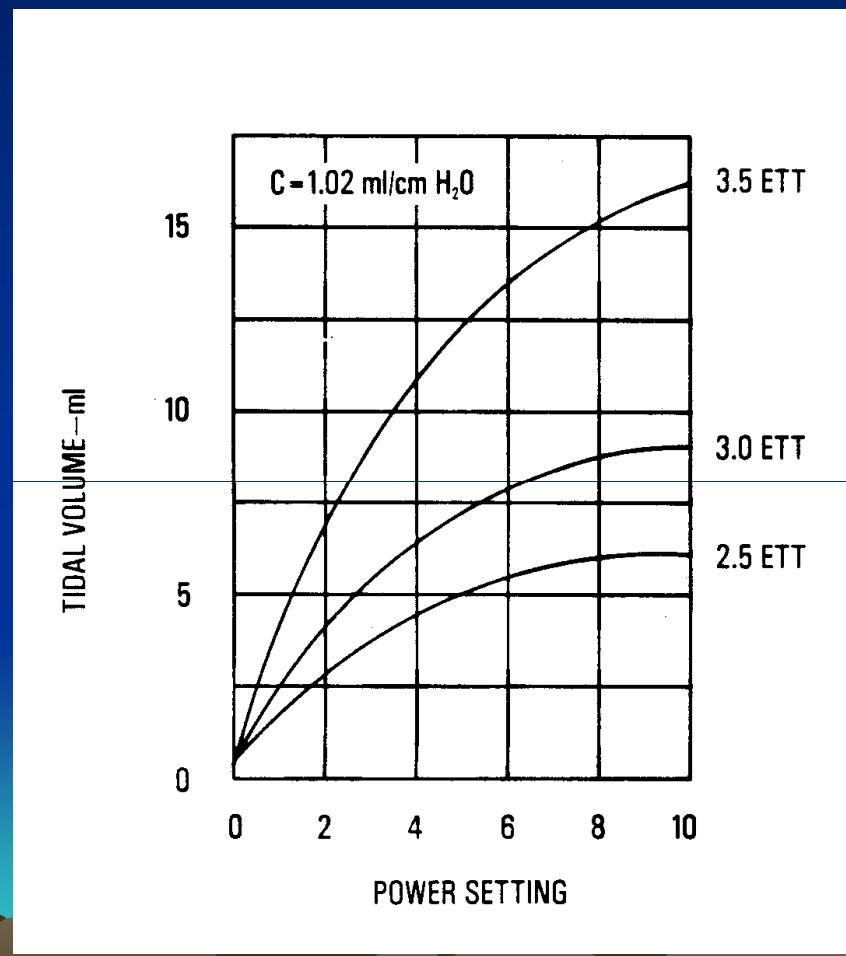


Effects of frequency on ΔP



Prof Oreste battisti

Effects of power on tidal volume



Fréq 15Hz,
Insp time 0.33

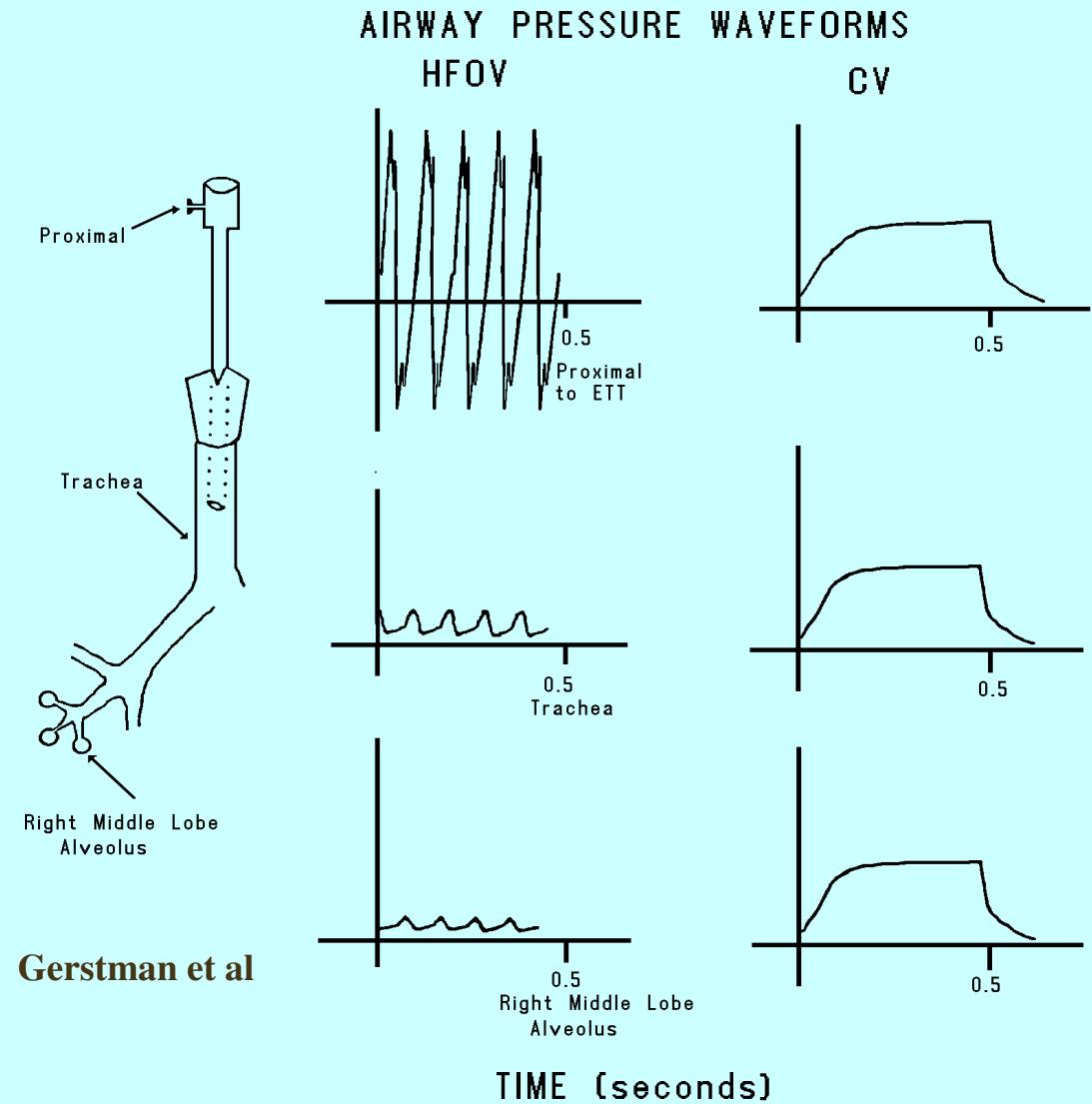
Gas exchange during HFOV

Mechanisms of enhanced gas diffusion :

- Increased turbulence of gas in airways
- Convective dispersion ← asymmetrical velocity profiles
(higher velocity in the center of airways)
- Direct alveolar ventilation

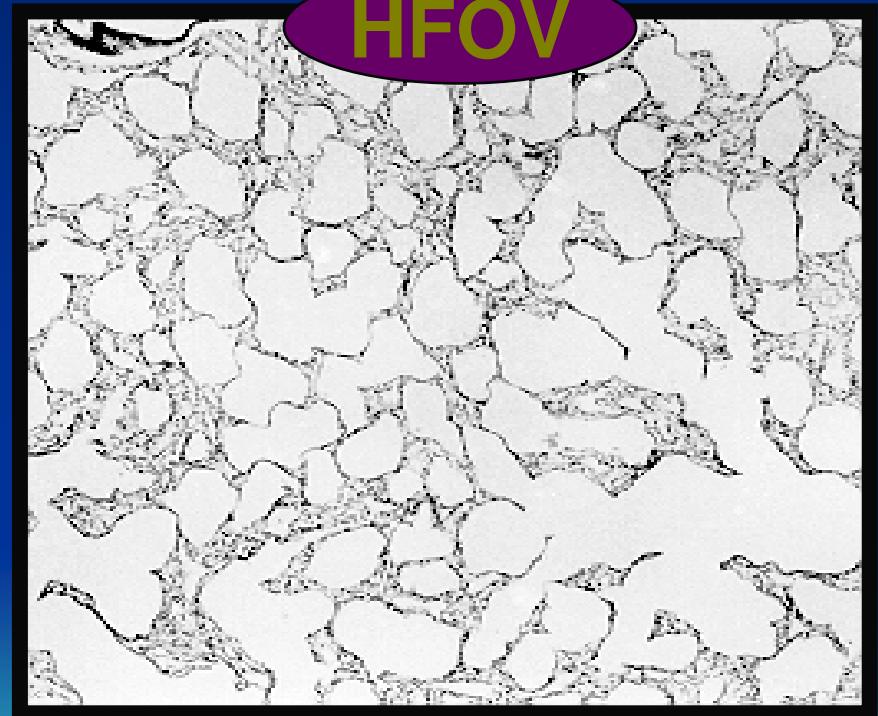
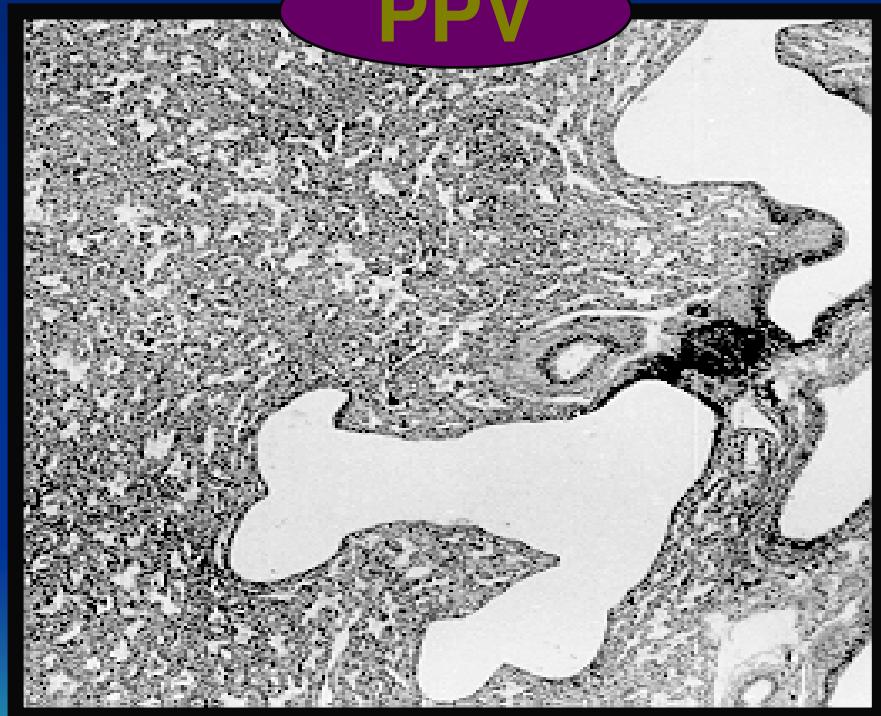
Pressure transmission HFOV / CMV :

HFOV : attenuation of intra-pulmonary pressure from proximal to distal airways



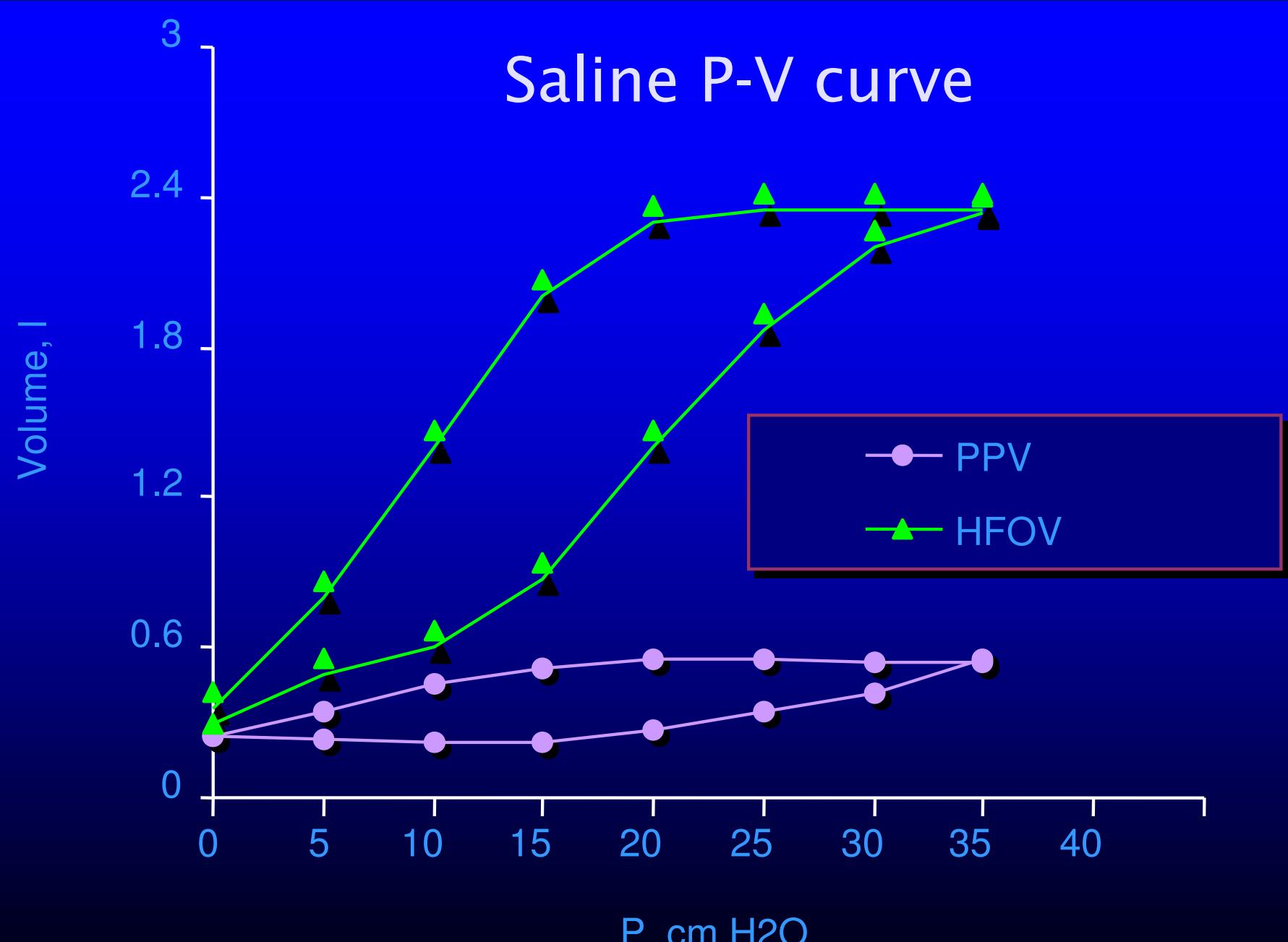
Ventilation mode and histological lung pattern

Premature baboons, 24 hours of ventilation



More uniform aeration and quite normal architecture

Saline P-V curve



HFOV : Controversies

- Increased intracranial morbidity ?

« intracranial hemorrhage » HiFi study, 1989

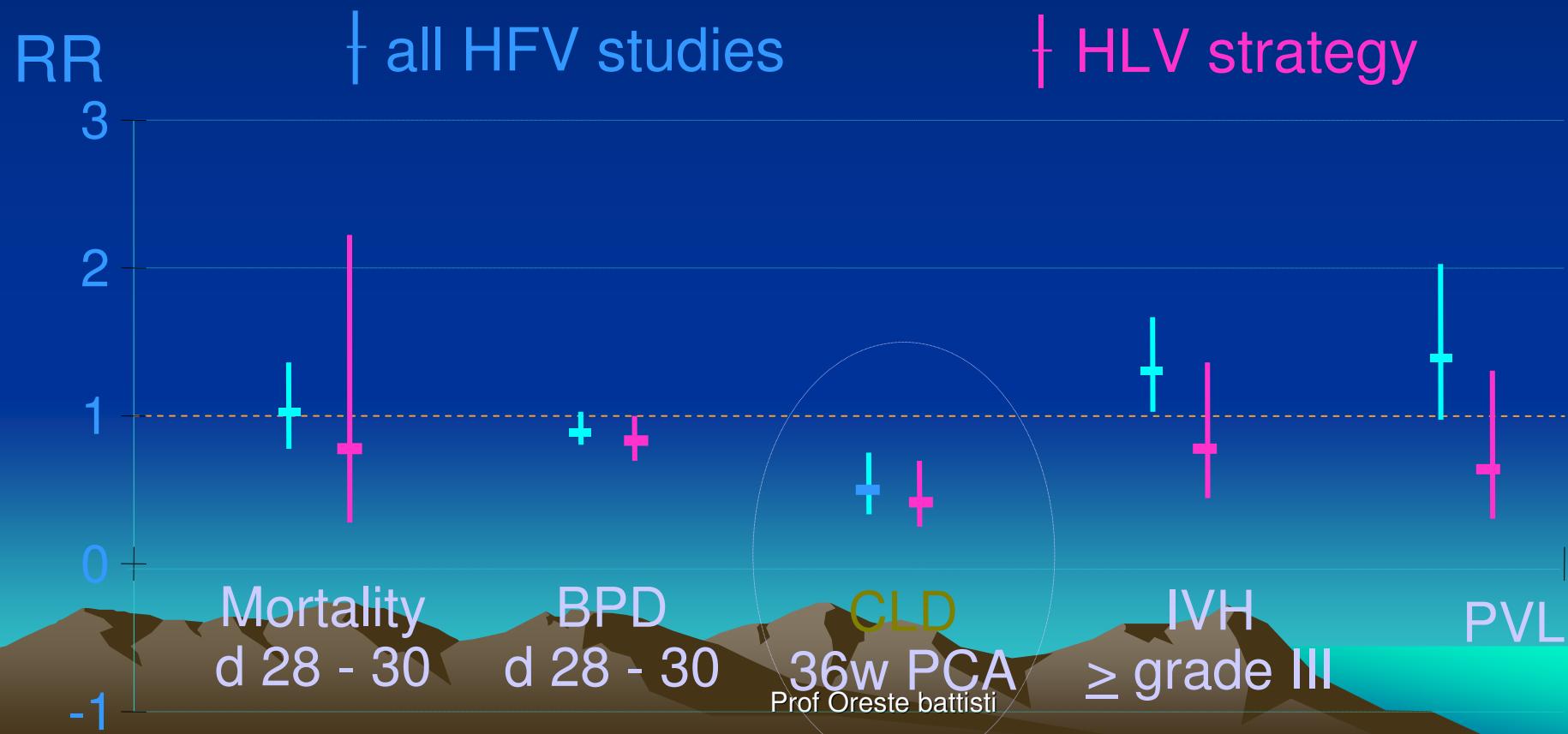
Possible mechanisms :

- impairment of venous return
- cranial vibrations

- Decreased respiratory morbidity ?

HFV vs. CV in premature infants with RDS

Meta-analysis (Cools and Offringa, Arch Dis Child Fetal Neonatal 1999)



36w PCA
Prof Oreste battisti

HFOV protocol

- ✓ HFOV = elective mode of assisted ventilation for all newborns with pulmonary disease requiring ventilation by ET tube:
 - ET in the delivery room
 - Failure of well conducted nCPAP
 - Persistent or increasing respiratory distress (retraction, grunting)
 - $\text{FiO}_2 \text{ remaining } \geq 0.5$; $\text{paCO}_2 > 55 \text{ mmHg}$

HFOV protocol

- ✓ Initial Individualized Optimal Lung Volume (OLV)
- ✓ Selective Surfactant therapy
- ✓ Decrease HFOV settings with respect to OLV strategy
- ✓ Extubation directly from HFOV

High lung Volume strategy

=

Optimal Lung Volume strategy

Optimal Lung Volume Strategy

Animal studies with HFOV

- Lung volume maintenance prevents lung injury (*McCulloch et al. 1988*)
- Optimizing alveolar expansion prolongs the effectiveness of exogenous surfactant (*Froese et al. 1993*)

Optimal Lung Volume Strategy

Human observations (HFOV vs. CMV)

- Low volume strategy ⇒ poor neurological outcome and no respiratory benefit with HFOV
(HiFi study, 1989)
- High volume strategy ⇒ no adverse neurological outcome and better respiratory outcome with HFOV
(Gertsman et al. 1996)

Starting HFOV

Initial HFOV settings :

- Bias flow 10l/min; Frequency 10 Hz; Insp time 0.33
-
- Continuous Distending Pressure (CDP) : 4 – 8 cmH₂O
- FiO₂ : enough to obtain O₂ saturation 88 - 92%
- Pressure amplitude of oscillation (ΔP) : allowing good chest vibrations (and normocapnia); 20 – 25 cmH₂O

Initial Lung Volume Optimization

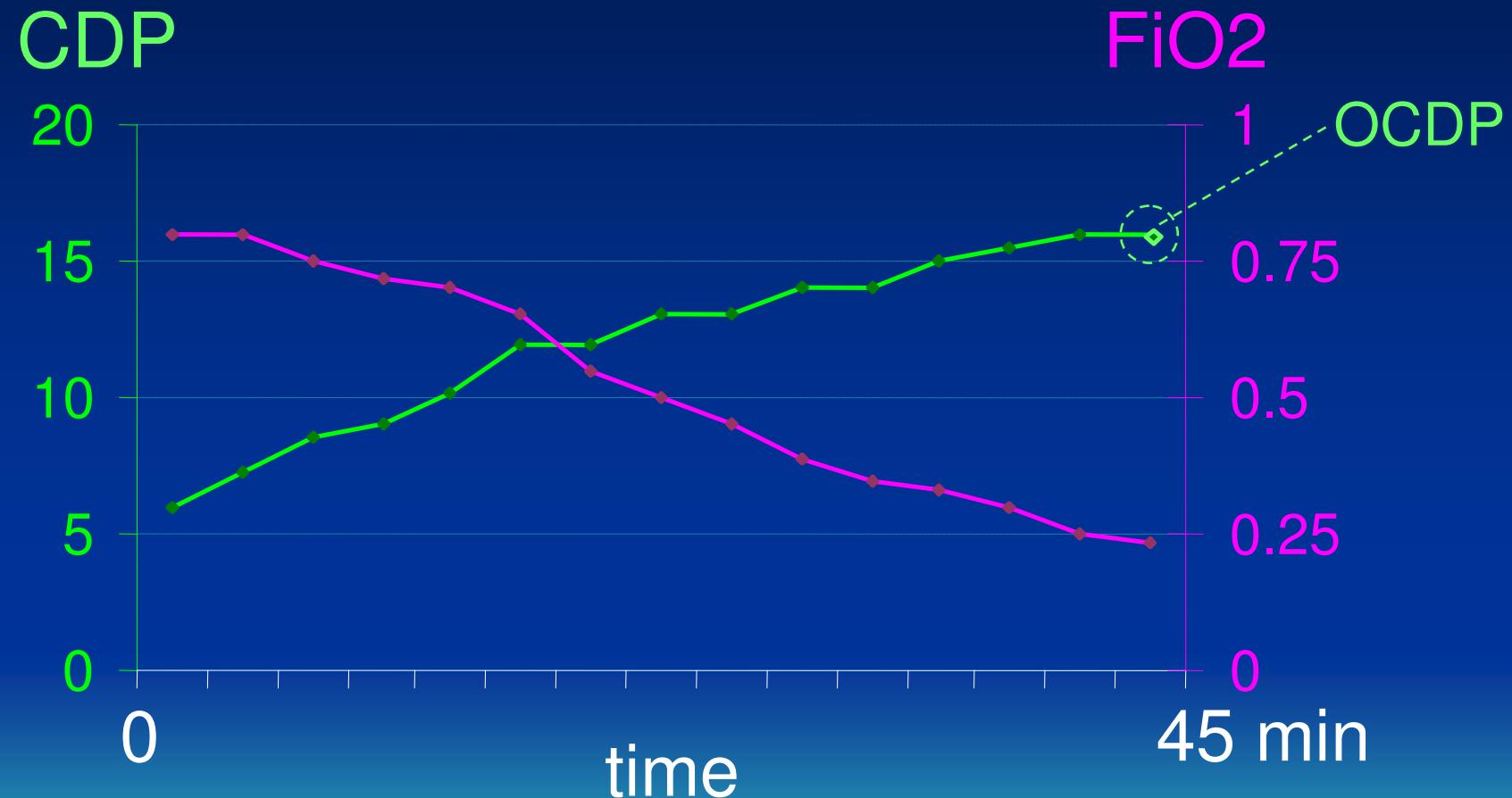
- **Objective** : improve gas exchange by progressive recruitment of lung volume
- **Key point** : minimize the risk of bronchopulmonary injury:

- Atelectasis
- Volutrauma
- Hyperoxia

Initial Lung Volume Optimization

- Stepwise CDP increase to recruit lung volume
(1 – 2 cmH₂O)
- Target FiO₂ \leq 0.3
- Optimal CDP (OCDP) is that allowing the lowest possible FiO₂
- Check pulmonary conditions by chest X-ray,
- Pulmonary disease severity : OCDPxFiO₂

Initial Lung Volume Optimization



OCDP : 16 cmH₂O

FiO₂ at OCDP : 0.24

OCDPxFiO₂ : 3.8

Prof Oreste battisti

95

Initial Lung Volume Optimization

- Chest X-ray :
 - Good lung expansion ? (8 - 9 ribs) ;
If no consider more higher OCDP
 - Complications ?
 - ET tube tip \pm 2cm above the carina
- Hemodynamics :
 - blood pressure control
- Blood gases

Management of ΔP

- adequate chest vibrations ($20 >> 30 \text{ cmH}_2\text{O}$)
- normocapnia (PtCO_2)
- keep quiet spontaneous breath (no anesthesia)

apneic patient = hypocapnic

Selective surfactant therapy

- OCDPxFiO₂ index ⇒ pulmonary disease severity
 - < 3 : mild disease
 - 3 – 5 : moderate
 - > 5 : severe
- R/ surfactant

Currently used Surfactants

	Alveofact	Survanta	Curosurf	Exosurf
Source	bovine	porcine	porcine	synthetic
Preparation	lavage	mincing + DPPC, PA	mincing	
% phospholipids	88	83.5	99	
Proteins	B and C	B and C	B and C	0
Dose mg/kg	(50) 100	100	(100) 200	67.5
Dose ml/kg	(1.2) 2.4	4	(1.2) 2.5	5 99

Prof Oreste battisti

Surfactant therapy

- The earlier, the best (within the 1^{rst} hour)
- Closed circuit , Y adapter (Trach Care)
- Keep oscillation
- Catheter tip at 0.5 cm passed the tip of ET tube
- 100 mg/kg of surfactant in 1 bolus
- Adjust (\uparrow) FiO₂ and ΔP to maintain good O₂ sat
and chest vibrations

Surfactant instillation

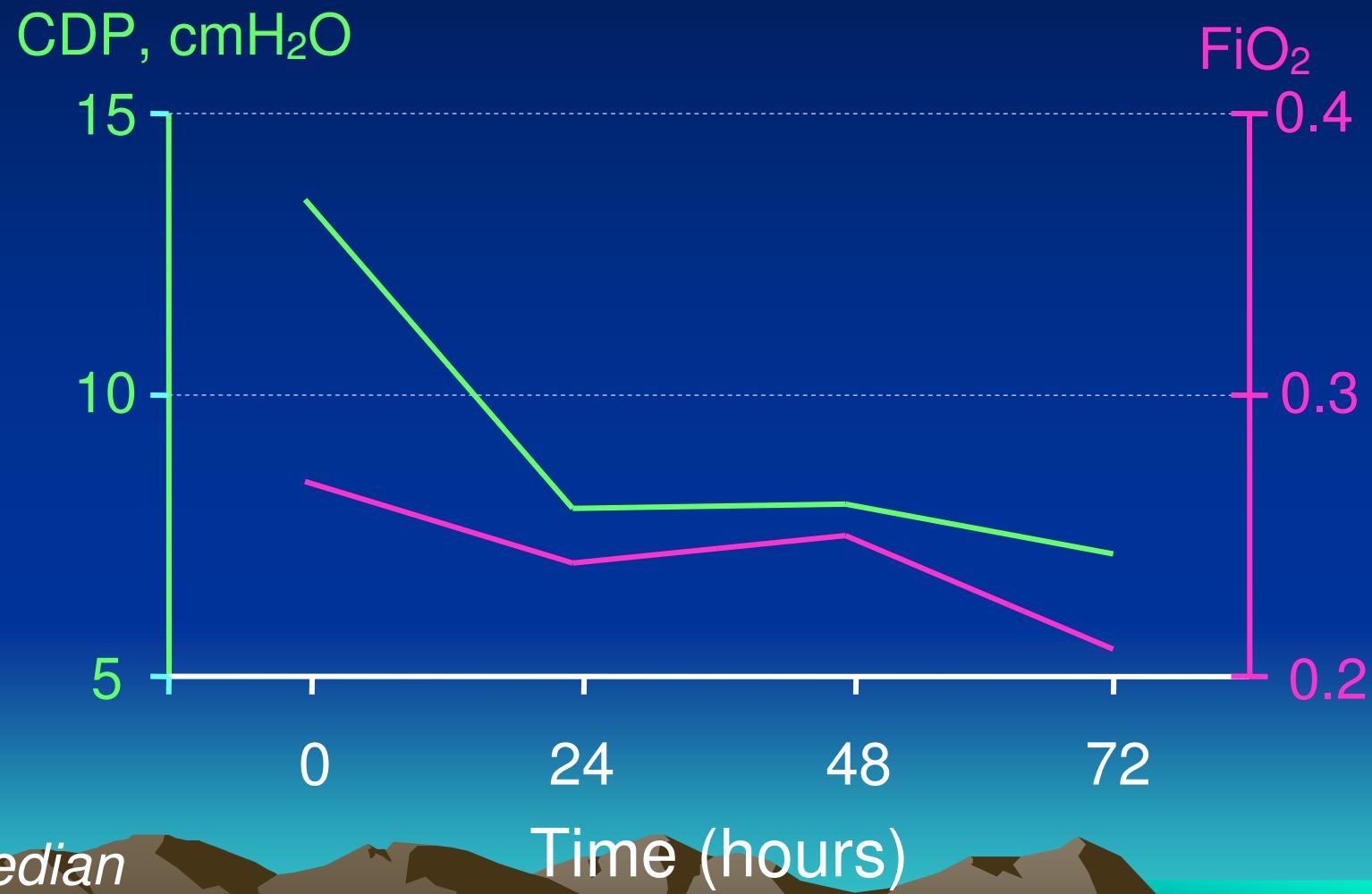
- minimize sudden alteration in oxygenation and in cerebral hemodynamics :
 - atropine before surfactant ?
 - 1 minute instillation ?

Post Surfactant management

= keep optimisation strategy =

- Decrease FiO₂ according to O₂ Sat
- Decrease ΔP to pre surfactant value or less (adequate chest vibrations, PtCO₂ 40-50mmHg)
- Progressive CDP decrease (usually → 1 h after surfactant instillation)

Time course of CDP and FiO_2^*



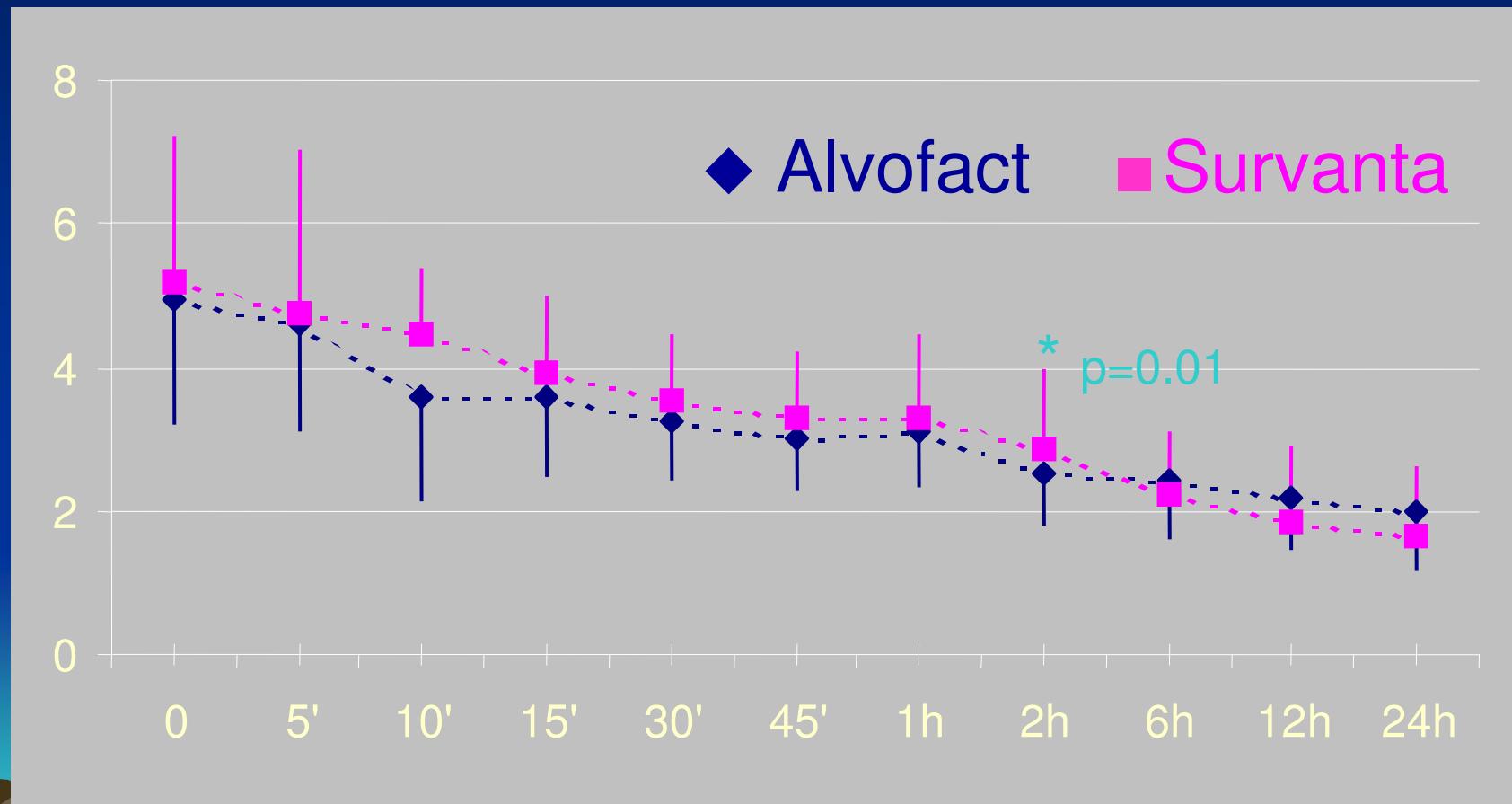
* median

Prof Oreste battisti

103

Time course of CDPxFiO₂

CDPxFiO₂



Extubation criteria

- stable and low HFOV settings :
 - $\text{FiO}_2 \leq 0.3$
 - CDP < 6 cmH₂O
 - $\Delta P < 15 \text{ cmH}_2\text{O}$
- adequate hemodynamics
- good spontaneous breath
- good lung aeration (X-ray)

Extubation criteria

- Theophylline ?
- Tracheal aspiration ± chest physiotherapy
- Air or nCPAP

PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. **Physiologie rénale.**
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

PHYSIOLOGIE RENALE (1)

- Maturation rénale anatomique et fonctionnelle liée à l 'âge post-conceptionnel.
- A la naissance : Augmentation du débit sanguin rénal, de la surface glomérulaire, de la taille des pores de la membrane glomérulaire.
- Elévation du débit de filtration glomérulaire multiplié par 2, à 2 semaines de vie.

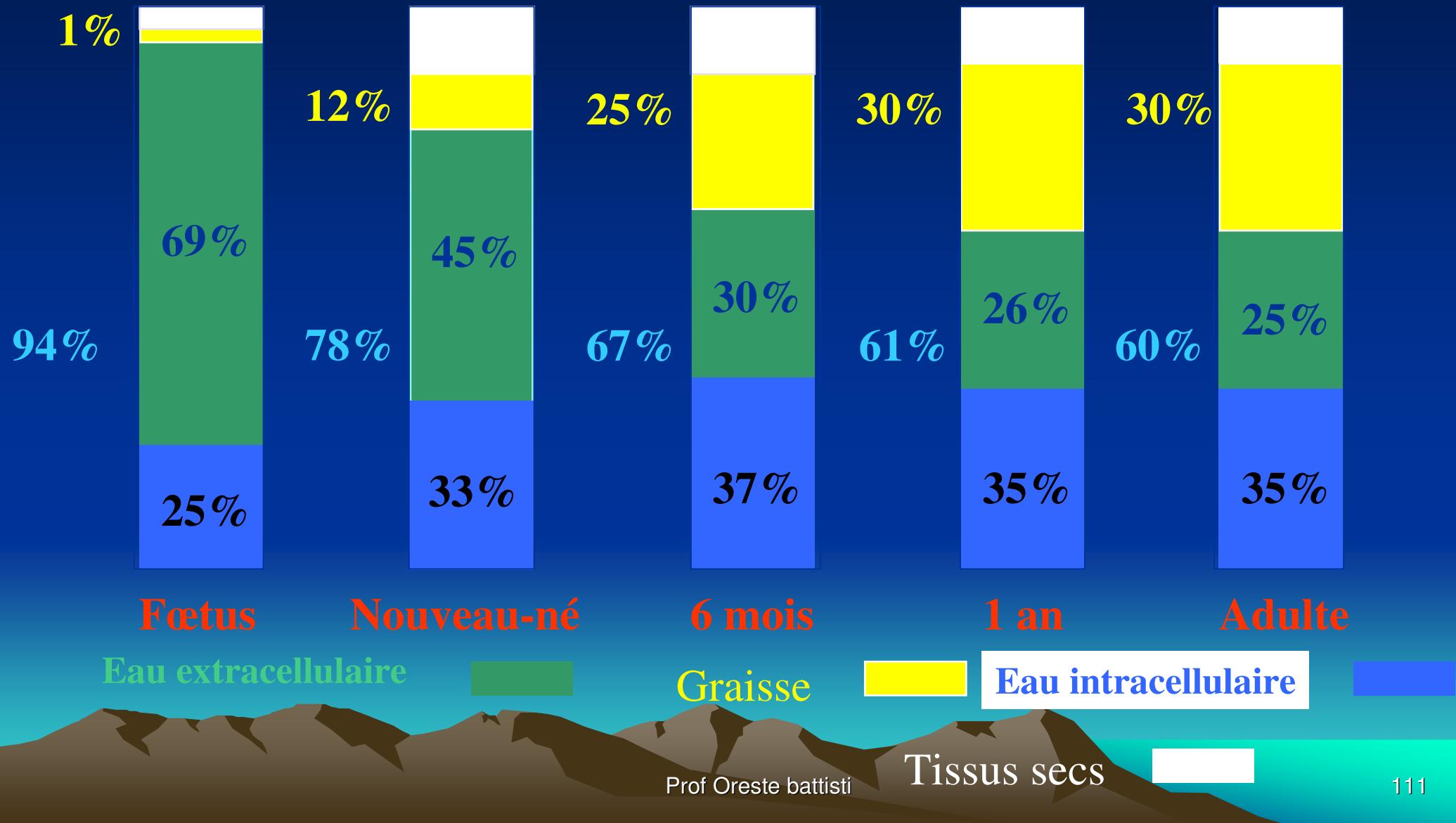
PHYSIOLOGIE RENALE (2)

- **Durant le premier mois de vie, capacités d 'adaptation restreintes**
 - Altération du pouvoir de concentration.
 - Pouvoir de dilution correct
 - Diminution de la réabsorption des bicarbonates, des phosphates, et du pouvoir d 'acidification des urines
 - Baisse du seuil rénal du glucose
- **Fonction rénale mature à 4 ou 6 semaines de vie**

PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
- 5. Répartitions des secteurs hydriques.**
6. Besoins hydriques et métaboliques.
7. Thermorégulation.
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

Répartition des secteurs hydriques



En pratique...

**Un nourrisson de 5 kg, ingère 720 ml par jour (144 ml/kg/j)
= 36 % de son secteur extracellulaire (2000 ml)**

**Un adulte de 70 kg, ingère 2 500 ml par jour
= 15 % de son secteur extracellulaire (17500 ml)**

Grande vulnérabilité du nouveau-né et du nourrisson face à la déshydratation et l'excès d'hydratation

VOLEMIE

- 95 ml/kg chez le prématuré
- 90-85 ml/kg chez le nouveau-né
- 80 ml/kg chez le nourrisson
- 70-75 ml/kg chez l'enfant

UN FLACON DE 250 ML

=

VOLUME SANGUIN TOTAL D'UN NOUVEAU-NE

PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. **Besoins hydriques et métaboliques.**
7. Thermorégulation
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

BESOINS HYDRIQUES

Ils sont d'autant plus importants que l'enfant est « jeune »

- Importance relative du secteur extracellulaire
- Immaturité rénale qui favorise la déshydratation et la perte sodée
- Importance des pertes insensibles par la peau et les muqueuses (rapport surface/poids élevé, ventilation, tables radiantes, photothérapie, fièvre, ...)

BESOINS MÉTABOLIQUES DE BASE

Holliday et Segar, 1957 ré-actualisé en 1995

Calculés chez des enfants hospitalisés

100 kcal/kg/j chez les nourrissons <10 kg

1000 kcal/kg/j + 50 kcal/kg/j pour chaque kg entre 10 et 20 kg

1500 kcal/kg/j + 20 kcal/kg/j pour chaque kg au delà de 20 kg

Augmentés par l'activité, la diminution de la température ambiante.

Diminués par la baisse de la température centrale

Apports hydriques : Règle des 4-2-1

Apports horaires

Moins de 10 kg

4 ml/kg

Entre 10 et 20 kg

40 ml + 2 ml/kg entre 10 et 20 kg

Plus de 20 kg

60 ml + 1 ml/kg au delà de 20 kg

Sodium $3.0 \text{ mEq}/100 \text{ kcal}/24 \text{ h}$

Chlore $2.0 \text{ mEq}/100 \text{ kcal}/24 \text{ h}$

Potassium $2.0 \text{ mEq}/100 \text{ kcal}/24 \text{ h}$

PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins hydriques et métaboliques.
- 7. Thermorégulation.**
8. Anesthésie et prise en charge de la douleur

THERMOREGULATION

- Pertes thermiques augmentées chez le nouveau-né et le nourrisson
 - Surface corporelle/ masse corporelle augmentée
 - Tête = 20% de la surface corporelle totale
 - Ventilation alvéolaire importante
- Frisson inexistant chez le nouveau-né et le nourrisson.
- Graisse brune

La graisse brune et la THERMOREGULATION

- 2,5 à 5 % du poids du corps à la naissance, max à 3-4 semaines de vie
- Localisation : haut du dos, cou, creux axillaire, vaisseaux mammaires, rein, surrénales
- Vascularisation et innervation sympathique.
- Richesse des adipocytes en mitochondries

THERMOREGULATION

- PRÉVENTION SYSTÉMATIQUE DE L'HYPOTHERMIE
- L'hypothermie corporelle contrôlée et codifiée est une technique admise dans le traitement de l'enfant à terme asphyxié

PHYSIOLOGIE PEDIATRIQUE

1. Adaptations hémodynamique et ventilatoire à la naissance.
2. Physiologie cardio-vasculaire.
3. Physiologie respiratoire.
4. Physiologie rénale.
5. Répartitions des secteurs hydriques.
6. Besoins hydriques et métaboliques.
- 7. Thermorégulation.**
- 8. Anesthésie et prise en charge de la douleur**

Traumatismes crâniens en Pédiatrie

Classification

Traumatismes crâniens:

- Légers: GCS >12
- Moyens: GCS 9-12
- Sévères: GCS < 9

« Minor head injury »

- Histoire de traumatisme crânien
- Examen neurologique normal
- Score de Glasgow > 12

Kimberly & al, Ped Clin North Am 1999

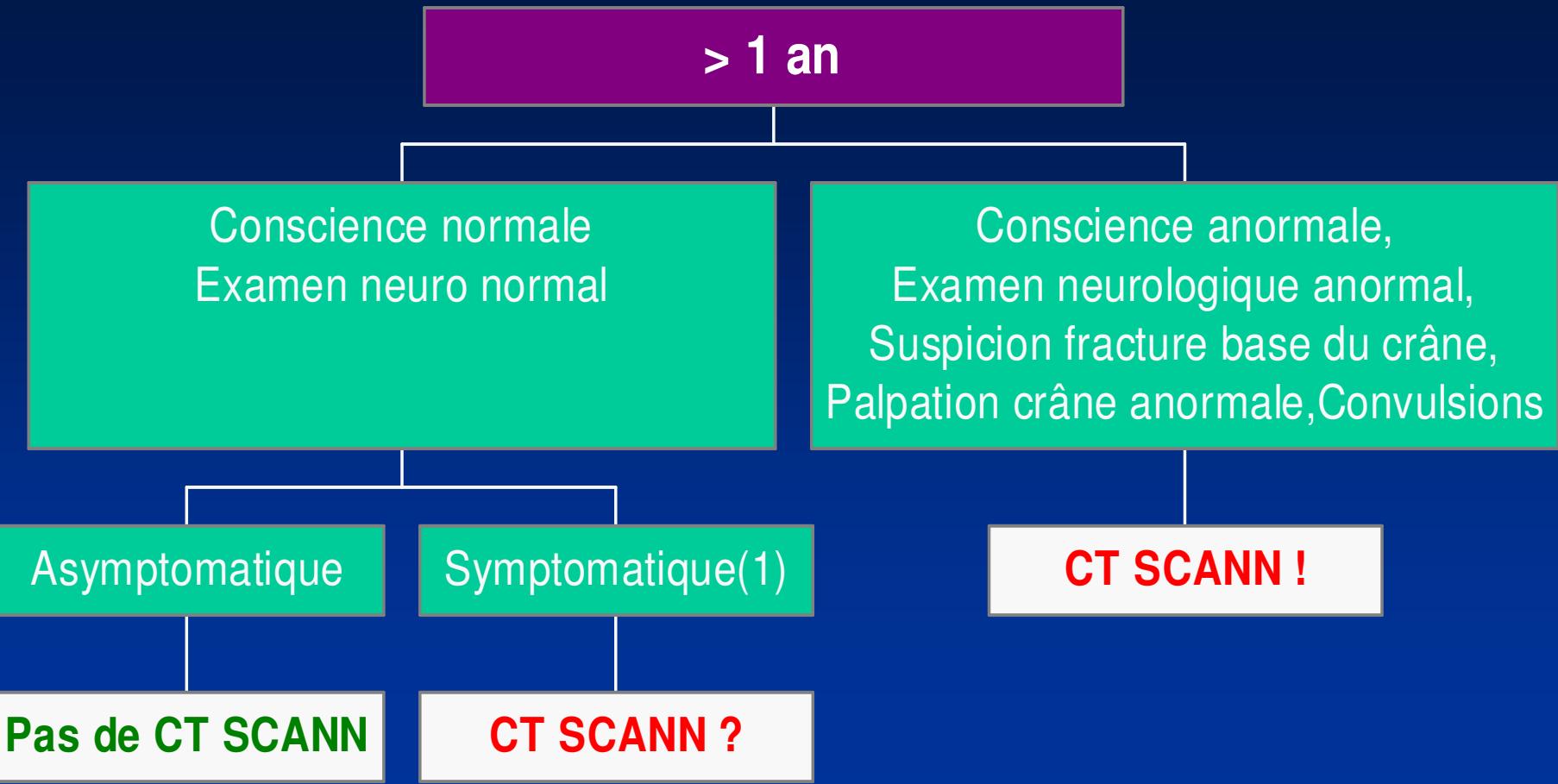
Complications intracraniennes chez enfants neurologiquement normaux...

Glasgow à 15 et examen neurologique normal

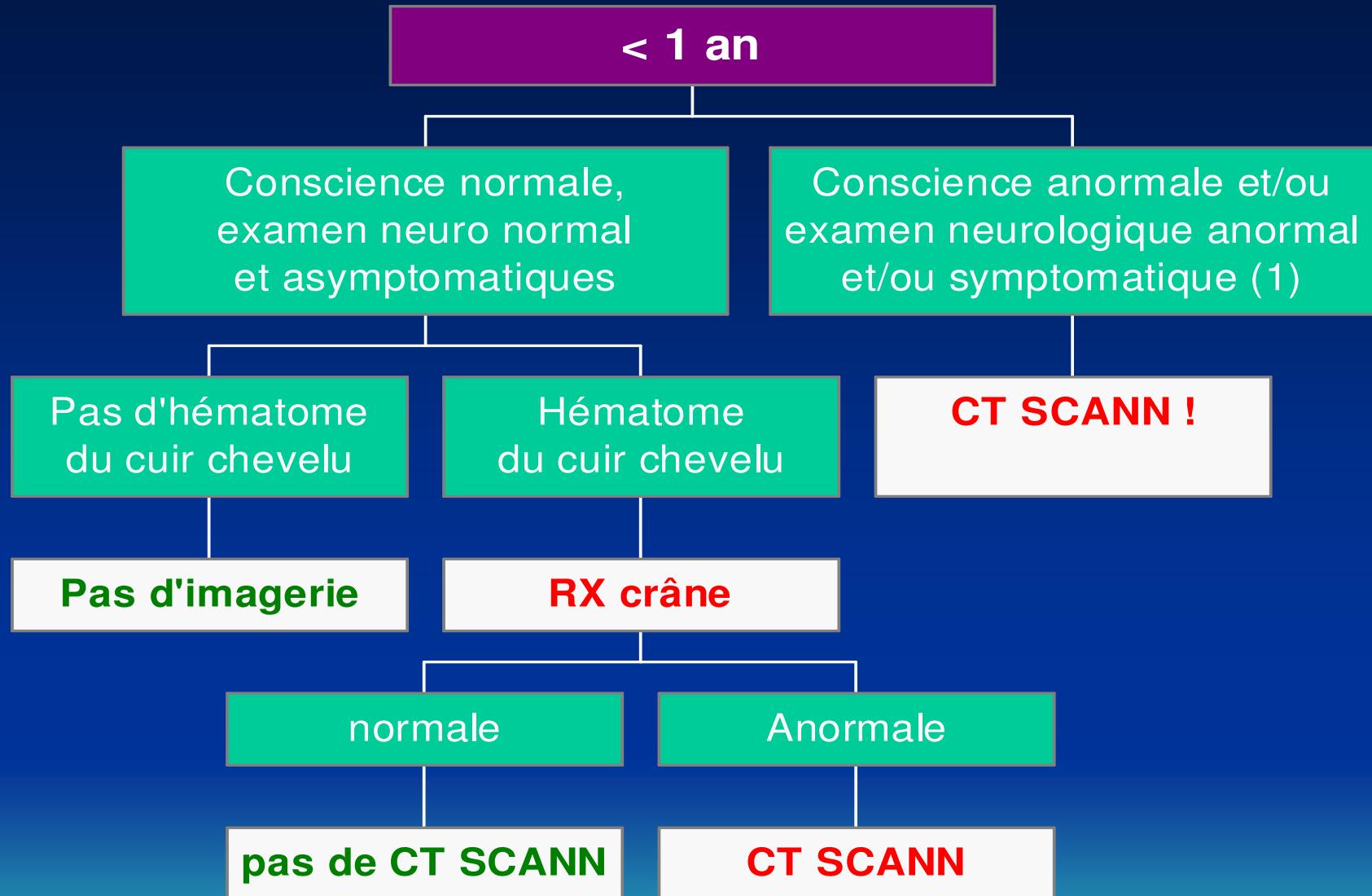
± 5% CT SCANN pathologiques

± 2% de Neurochirurgie

Kimberly & al, Ped Clin North Am 1999



(1): histoire de perte de connaissance, vomissements, céphalées, amnésie, irritabilité



(1): histoire de perte de connaissance, vomissements, somnolence, irritabilité

En pratique (GCS > 9) ?

Facteurs influencent la décision

1. Circonstances inquiétantes...

2. Symptomatique:

- perte de connaissance
- céphalées, vomissements,...

3. Examen clinique anormal:

- Hématome ++ cuir chevelu
- GCS
- latéralisation
- pupilles
- signes fracture base du crâne

4. Fiabilité des parents

Suspicion clinique fracture base du crâne:

- Otorragie
- Hémo-tympan
- Ecchymose péri-orbitaire
- Rhinorrhée ou otorrhée de LCR (gluc +)
- Ecchymose rétro-orbitaire sans trauma direct à cet endroit

Surveillance ?

- Circonstances banales
(et)
 - Asymptomatique
(et)
 - Examen clinique normal
-
- Circonstances inquiétantes
(et/ou)
 - Symptomatique
(et/ou)
 - Examen clinique anormal

• Parents fiables...



Retour à domicile

Hospitalisation provisoire

Scanner cérébral ?
(< 1A: Rx crâne?)

Imagerie ?

RX crâne ?

Si < 1A et volumineux
hématome cuir chevelu

Scanner cérébral ?

- Perte de conscience > 5min
- Reste symptomatique
- Signes fracture base du crâne
- GCS < 12...
- Latéralisation
- Pupilles anormales
- Fracture du crâne à la RX

Hospitalisation ?

- Devenu asymptomatique
(et)
 - Examen clinique normal
(et)
 - (Scanner normal)
- Perte de conscience > 5 min
(et/ou)
 - Symptomatique
(et/ou)
 - Examen clinique anormal



Surveillance à l' hôpital...

- Surveillance:
 - Céphalées, vomissements
 - Glasgow
 - Pupilles
 - TA, FC, Signes HTIC
- Si inquiétude
=> Scann de contrôle et avis neurochirur. !!

Situations urgentes ?

Situations urgentes ?

- GCS < 8
- Pupilles asymétriques
- Latéralisation

Engagement de l 'uncus temporal

« Hématome extra-dural »

Pupilles:

- Dilatation unilatérale réactive
= *compression unilatérale nerfs III*
- Dilatation unilatérale non réactive
- Dilatation bilatérale
= *compression mésencéphale/protubérance*

GCS \leq 8



Intuber, hyperventiler

Mannitol



Pupilles asymétriques (et/ou) latéralisation

OUI



Neurochirurgie
en urgence

NON



Scanner

Anormal

Normal

SIE

HTIC décompensée

- **Hyperventiler: (PaCO_2 30)**
- **Mannitol IV 0.5gr/kg**
- Tête en position neutre et surélevée (15-30 °)
- $\text{PaO}_2 > 90$ et $\text{SatO}_2 > 95$
- Stabilité hémodynamique
- Stabilité métabolique (glycémie, ions,...)
- Sédation-analgésie, (curarisation)
- Eviter médicaments vasodilatateurs cérébraux

Matériel d'assistance ventilatoire (1)

« Les masques faciaux, les canules oro-pharyngées, les sondes d'intubations, les lames de laryngoscopes et les ballons doivent être adaptés au poids et à l'âge de l'enfant »

Adapté aux particularités physiologiques de l'enfant



Réduction de l'espace mort
(*espace mort physiologique = 2 ml/kg*)

Réduction du W respiratoire

=

résistance du circuit faible

Matériel d'assistance ventilatoire (2)

Les masques faciaux

Masques	Avantages	Inconvénients
 Rendell-Baker	faible espace mort	étanchéité difficile
 Masque rond	bien adapté au NN et au NRS	
 Masque à bourrelet gonflable	application facile	espace mort

Matériel d'assistance ventilatoire (3)

Les filtres

filtre anti-microbien
humidification des gaz
mais
augmentation de l'espace mort
augmentation des résistances du circuit



NN, NRS



3- 8 kg



8-30 kg



> 30 kg

Matériel d'assistance ventilatoire (4)

Les circuits accessoires

Valves sans réinhalation

Ruben, Ambu, Digby-Leigh

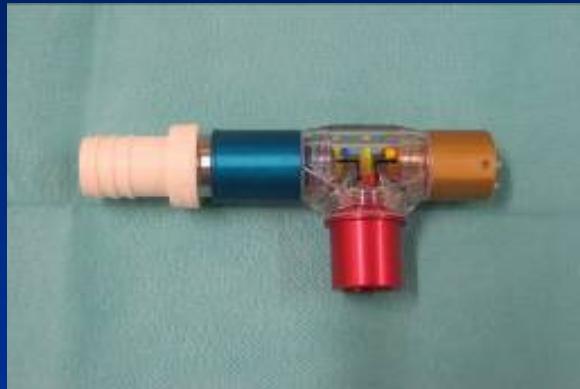
Valves avec réinhalation

Circuits de Mapleson

Age	Volume du ballon (l)
NN	0,5
1-3 ans	1
3-5 ans	2
> 5ans	3

« La pression en ventilation contrôlée est proportionnelle à r^2 »

Les valves de non-ré inhalation (1) = valves directionnelles



Débit de gaz frais = Ventilation minute du patient

Les valves de non-ré inhalation (2)

Avantages	inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Absence de ré inhalation• Assistance ventilatoire aisée• Faible encombrement	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation de l'espace mort• Augmentation de l'effort inspiratoire• Dysfonctionnement de la valve<ul style="list-style-type: none">« munie d'un système de détrompage » <p><i>arrêté du 30 Août 1996</i></p>

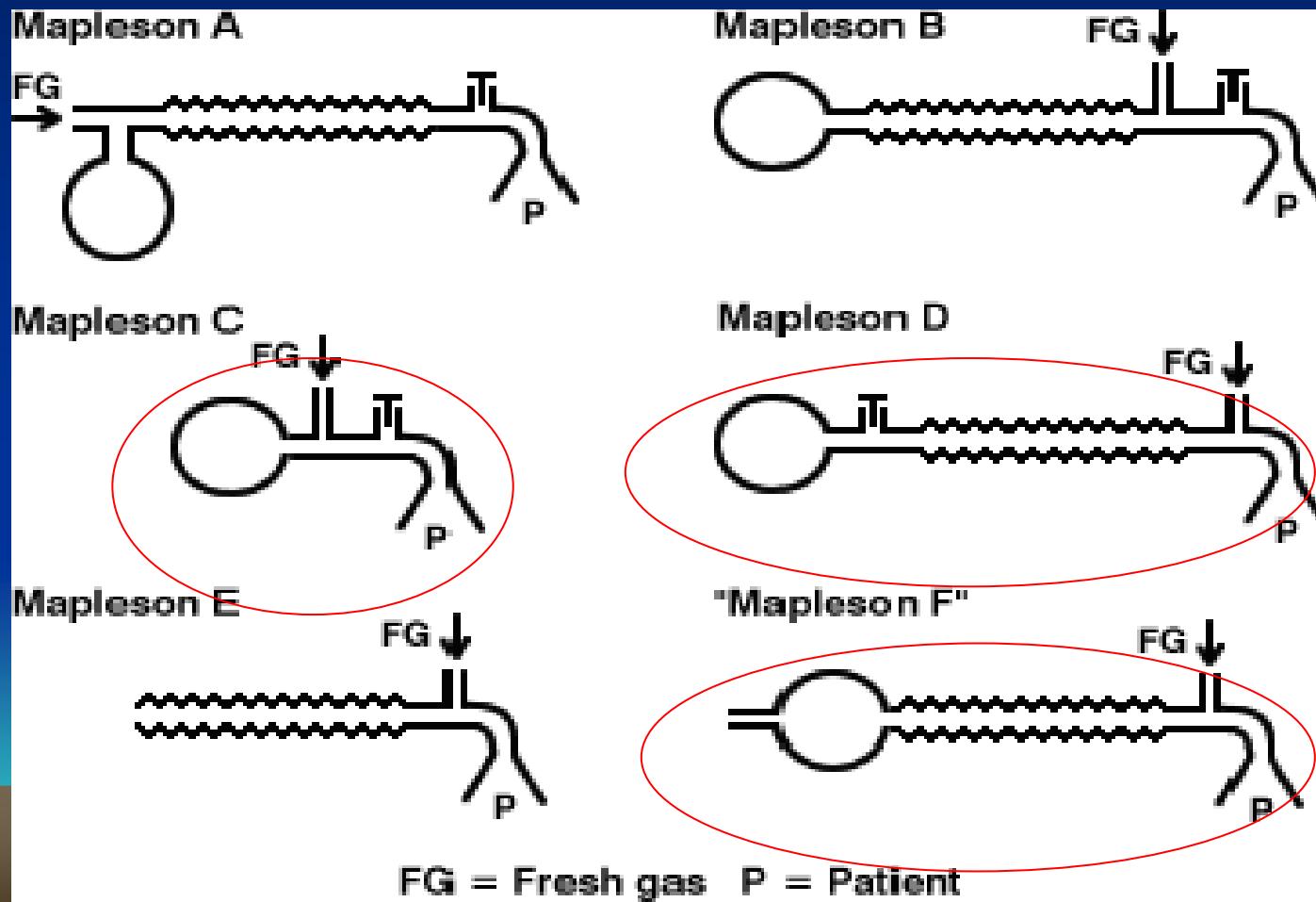
Valves de Ruben et d'Ambu non recommandées chez le NRS en VS

Les circuits de Mapleson (1)

Réduction espace mort

Réduction du travail inspiratoire

réduction des pertes de chaleur et d'humidité



Les circuits de Mapleson (2)

DGF théoriques pour éviter une ré inhalation

Type de circuit	Débit de gaz frais
Mapleson A (> 20 kg)	VS : 0,7 à 1 fois la VM VC : 3 fois la VM
Mapleson B,C	VS : 2 à 3 fois la VM VC : plus de 2 fois la VM
Mapleson D,E,F	VS: 2,5 à 3 fois la VM = poids (kg) × 15 × FR <i>minimum 4 l/min</i> VC : 1000 ml + 200 ml/kg <i>minimum 3 l/min</i>

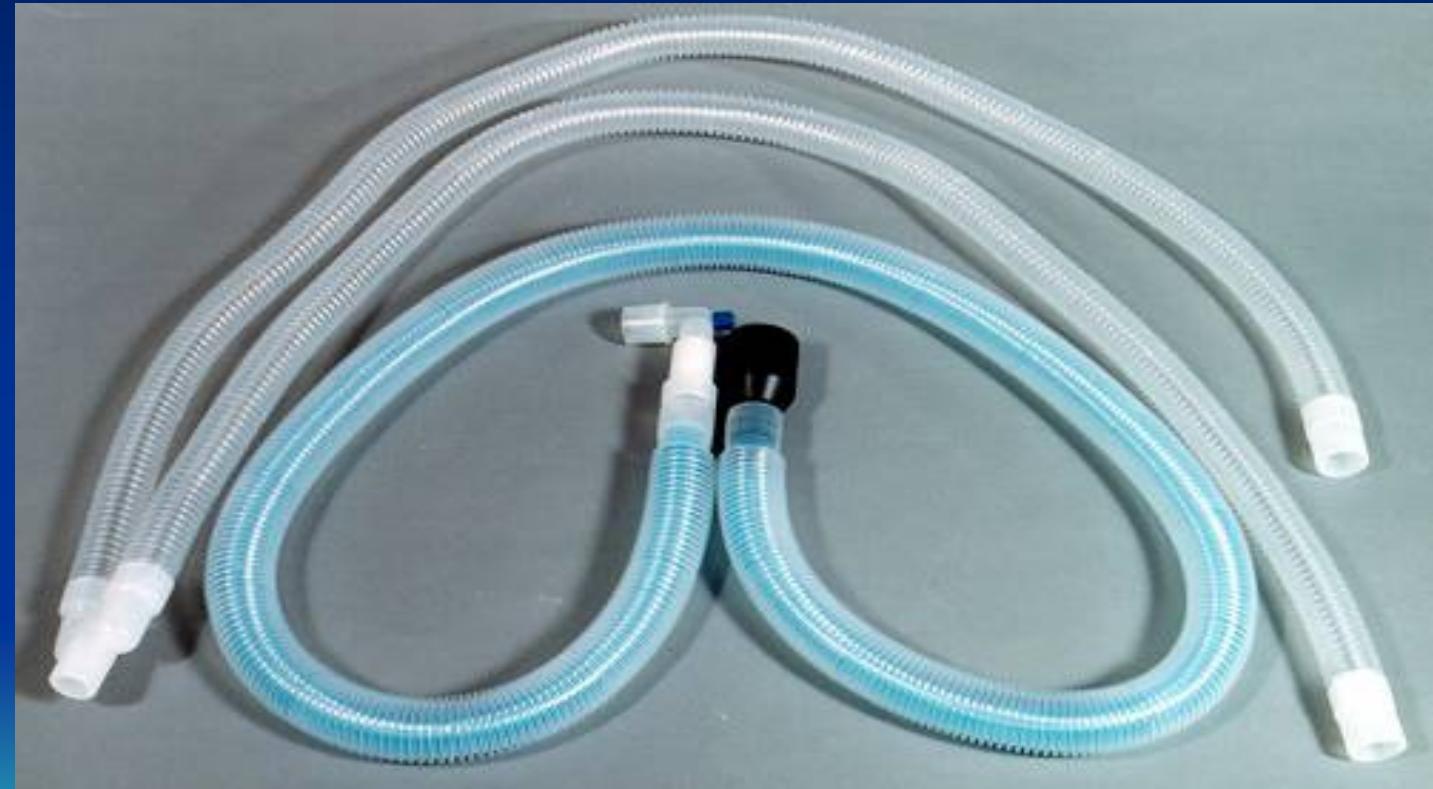
Pression d'échappement
28 cm H₂O pour DGF 6 l/mn
35 cm H₂O pour DGF 15 l/mn



Pression d'échappement : 60 cmH₂O



Circuit en cercle ou circuit coaxial



Le respirateur

Les contraintes

Faibles Vt
FR élevées
Compliance basse
Résistances élevées



Débitmètres électroniques
Correction automatique de la compliance
Monitorage de la mécanique ventilatoire

Prof Oreste battistì

Le respirateur

La compensation de la compliance du circuit

Volume de compression

volume gazeux comprimé dans le circuit durant l'insufflation
dépend de la compliance du circuit et du volume du circuit

$$\text{Volume délivré} = V_t \text{ réglé} - \text{volume de compression}$$

Compliance d'un circuit pédiatrique : 0,5 à 1 ml/cmH₂O

Compliance d'un circuit coaxial : 1 à 2 ml/cmH₂O

Compliance d'un circuit adulte : 2 à 8 ml/cm H₂O



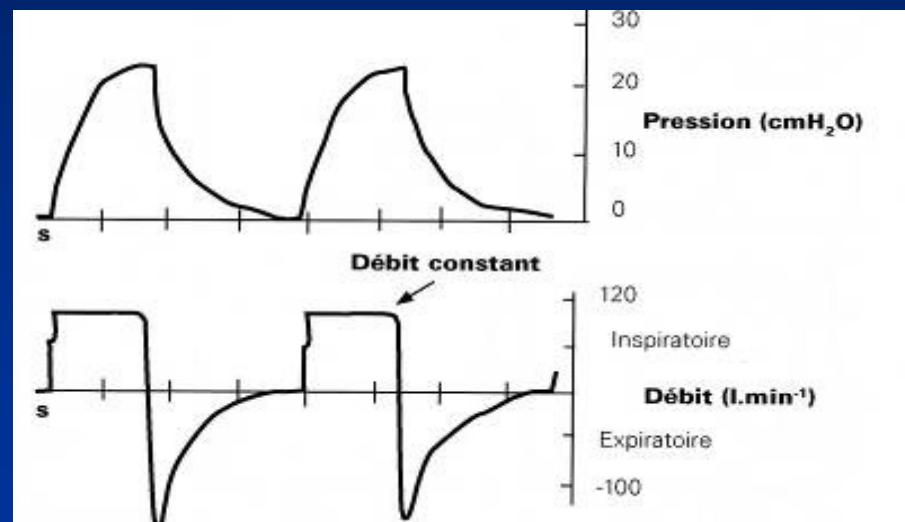
Compensation du volume de compression+++

Circuit pédiatrique < 10 kg

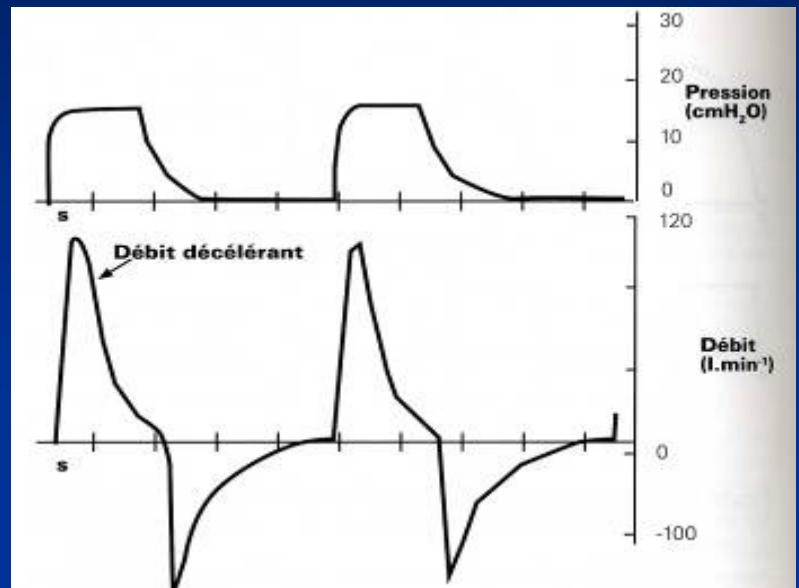
Attention aux changements de circuit si auto test

Modes ventilatoires

contrôlé en volume



contrôlé en pression



Limitation des pression
de crête++

Variabilité du V_t
(changement de compliance)

Place de l'aide inspiratoire ?

20 enfants 1-7 ans, masque laryngé

VS-AI (10 cm H₂O, PEP : 3 cmH₂O) vs VS-PEP (3 cmH₂O)

Von Goedecke, Anesth Analg 2005

Table 2

Table 2. Hemodynamic and Respiratory Characteristics During Pressure Support Ventilation (PSV) and Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)

			P value
Heart rate (min ⁻¹)	117 ± 19	117 ± 21	NS
Mean arterial blood pressure (mm Hg)	64 ± 9	64 ± 9	NS
End-tidal sevoflurane (%)	2 ± 0.2	2 ± 0.2	NS
Fraction of inspired oxygen (%)	0.36 ± 0.04	0.36 ± 0.05	NS
Axillary skin temperature (°C)	36.4 ± 0.3	36.5 ± 0.4	NS
Oxygen saturation (%)	98.9 ± 0.6	98.8 ± 0.9	NS
End-tidal carbon dioxide (mm Hg)	46 ± 6	52 ± 7	<0.001
Respiratory rate (min ⁻¹)	24 ± 6	30 ± 6	<0.001
Expired tidal volume (mL)	179 ± 50	129 ± 44	<0.001
Peak airway pressure (cm H ₂ O)	12.4 ± 0.9	5.2 ± 0.7	<0.001
Work of breathing patient (J L ⁻¹)	0.54 ± 0.54	0.95 ± 0.72	<0.04
Pressure time product (cm H ₂ O s ⁻¹ m ⁻¹)	94 ± 88	150 ± 90	<0.001
Δ Pressure esophagus (cm H ₂ O)	10.6 ± 7.4	14.1 ± 8.9	<0.04
Inspiratory time fraction (%)	29 ± 3	34 ± 5	<0.001
Respiratory drive (cm H ₂ O)	4.1 ± 3.6	5.1 ± 4.5	NS

Data are mean ± SD or numbers.

NS = not significant.

Table 2. Hemodynamic and Respiratory Characteristics During Pressure Support Ventilation (PSV) and Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)
From: von Goedecke: Anesth Analg, Volume 100(2).February 2005.357-360

l'anesthésie et sédation pédiatrique

La situation néonatale



- Progression des connaissances sur la douleur néonatale
 - Hypersensibilité du nouveau-né à la douleur (Andrews K 1994)
 - Hyperalgésie (Fitzgerald M 1998)
 - Mémoire de la douleur (Porter FL 1999, Winberg J 1998)
 - Situation de stress prolongé (Grunau R 2001, Anand KJ 1993 1998)

Un art difficile ?

- Peu d'études prospectives randomisées
- Comparaison de stratégie rares
- Nombreux domaines non explorés
- Population hétérogène

*Médecine fondée
sur les preuves*



*Médecine fondée
sur l'expérience et
le bon-sens*



Quels objectifs ?

- Améliorer le confort du nouveau-né
- Permettre de réaliser en toute sécurité des actes inconfortables en rendant tolérables les stimuli douloureux ou anxiogènes
- Améliorer le pronostic de l'enfant
 - *Diminuer la mortalité*
 - *Améliorer la morbidité*
- Prévenir les effets à moyen et long terme
- Rôle thérapeutique de l'analgésie-sédation

Evaluer la douleur

- Identifier les enfants douloureux
- Faciliter les prises de décision
 - **Traitements adapté au niveau de la douleur**
 - **Modification de la douleur**
- Contrôler l'efficacité des traitements

L'évaluation doit être systématique et répétée

Les signes de la douleur

- Signes physiologiques
FC,TA,SpO₂, PIC ...
- Réponse hormonale et métabolique
Cortisol, catécholamines, β -endorphine...
- Signes comportementaux
 - Expression faciale
 - Pleurs
 - Mouvements du corps
 - Activité, sommeil

faible corrélation entre les 3 groupes de signes

Facteurs modifiant la sémiologie

- Le stade d'éveil (McIntosh N 1993)
- Le stress de l'accouchement (Bergqvist L 2000)
- L'âge post-natal (Johnston CC 1996)
- L'expérience douloureuse antérieure (Johnston CC 1999)
- Les facteurs masquant la sémiologie
 - Limitation des mouvements du corps
 - Sévérité de la pathologie
 - Ventilation assistée, CPAP
- L'âge gestationnel (Grunau R 2001)

Comment évaluer ?

- Hétéro-évaluation
- Les échelles de la douleur
 - ***Évite l'évaluation individuelle et subjective***
 - ***NOMBREUSES***
 - ***Validation incomplète***
 - ***Utilisation clinique ± facile***

Les échelles de douleur

Douleur aiguë

- **NFCS** (Grunau - Craig 1987)
Neonatal facial coding system
- **DAN** (Carbajal 1999)
Douleur aiguë du nouveau-né
- **NIPS** (Lawrence 1993)
Neonatal infant pain scale
- **PIPP** (Stevens 1996)
Premature infant pain profil
- **SUN** (Blauer - Gerstmann 1998)
Scale for use in newborn
- **CRIES** (Krechel - Bildner 1995)

Post - opératoire

Douleur et inconfort prolongée

- **EDIN** (Debillon 1994)
Échelle de douleur et d'inconfort du nouveau-né
- **Confort scale** (Ambuel 1992)
- **N-PASS** (Hummel - Puchalski 2000)
Neonatal pain, agitation and sedation scale

DAN (Carbajal R 1997)

Réponses faciales	
Calme	0
Pleurniche, alternance fermeture ouverture des yeux	1
Contraction paupières, froncement sourcils, accentuation sillons	2
• Légere, intermittents	2
• Modérés	3
• Marqués et permanents	4
Mouvements des membres	
Calme, mouvements doux	0
Écartement orteil, pédalage, membres raides et surélevés, agitation bras, réaction de retrait	
• Légers intermittents	1
• Modérés	2
• Très marqués et permanents	3
Expression vocale de la douleur	
Absence de plainte	0
Gémit brièvement, semble inquiet (enfant intubé)	1
Cris intermittents (ou mimiques équivalentes pour enfant ventilé)	2
Cris de longue durée (ou mimiques constantes pour l'enfant ventilé)	3

EDIN (Debillon T 1994)

Échelle de Douleur et d'Inconfort du Nouveau-né

- Douleur durable ou répetition de soins prolongés
- Temps d'observation prolongé
- Processus de validation complet
- Cinq items comportementaux :
 1. **Activité faciale**
 2. **Activité motrice du corps**
 3. **Qualité du sommeil**
 4. **Qualité du contact**
 5. **Consolabilité**

Score > 4 -> antalgie

Grille EDIN (Debillon T 1994)

item	
V isage	<p>0 visage détendu</p> <p>1 grimaces passagères : froncement des sourcils, lèvres pinçées, plissement du front, tremblement du menton</p> <p>2 grimaces fréquentes, marquées ou prolongées</p> <p>3 crispation permanente ou visible, figé ou visage violacé</p>
Corps	<p>0 détendu</p> <p>1 agitation transitoire, assez souvent calme</p> <p>2 agitation fréquente mais retour au calme possible</p> <p>3 agitation permanente : crispation des extremités et rigidité des membres ou motricité très pauvre et limitée, corps figé</p>
Sommeil	<p>0 s'endort facilement, sommeil prolongé et calme</p> <p>1 s'endort difficilement</p> <p>2 se réveille spontanément et fréquemment en dehors des soins, sommeil agité</p> <p>3 pas de sommeil</p>
Relation	<p>0 sourire aux angles, sourire réponse, attentif à l'écoute</p> <p>1 appréhension passagère au moment du contact</p> <p>2 contact difficile, cri à la moindre stimulation</p> <p>3 refus de contact, aucun contact possible, hurllement ou gémissement sans la moindre stimulation</p>
Récognition	<p>0 n'a pas besoin de réconfort</p> <p>1 se calme rapidement lors de caresse, au son de la voix ou à la succion</p> <p>2 se calme difficilement</p> <p>3 inconsolable, succion désespérée</p>

Le choix du morphinique

“there are insufficient data to recommend one opioid over another”

AAP & CPS Pediatrics 2000

Peut-on proposer un choix éclairé ?

Les données pharmacologiques

Insuffisantes !

- Peu de médicaments suffisamment étudiés
- Échantillons de petite taille
- Population étudiée hétérogène
- Manque de cohérence (Objectifs différents)
- Très grands prématurés pratiquement toujours exclus

La pharmacologie du nouveau-né est singulière ...

- ↑ eau corporelle
 - ↘ masse grasse
 - ↘ protéines plasma
 - différences récepteurs
qualitatives et quantitatives
 - immaturité enzymatique
Polymorphisme génétique
Variation développementale
 - ↘ excretion rénale
- ↑ Volume de distribution
- ↑ Fraction libre
- saturation sites
compétition pour les sites
- ↘ biotransformation hépatique
↑ Métabolites actifs
↘ Clairance d'élimination

Données pharmacocinétiques

		<i>Volume distribution</i> l / kg	<i>Clairance d'élimination</i> ml / kg / mn	<i>Demi-vie</i> heure
<i>Morphine</i>	<i>T</i>	2	2 - 6	6 - 7 3 - 4
	<i>P</i>	1,1 - 2,1 X 1,5	1,7 - 3	
<i>Fentanyl</i>	<i>T</i>	4,7 - 7,9	10 - 28	3 - 8 7 - 17 3,5
	<i>P</i>	X 4		
<i>Sufentanil</i>	<i>T</i>	2,7 - 4,2	4,2 - 17	3,6 - 12 2,7
	<i>P</i>	X 2,5		
<i>Alfentanil</i>	<i>T</i>	0,8	1,7	5,5 5,4 - 8,8 1,2
	<i>P</i>	0,3 - 0,8	0,9 - 2,9	

Codéine - Nalbuphine -> pas de données néonatales

Les morphiniques ... en pratique

- Dose de charge nécessaire
Pas de bolus mais perfusions courtes
- Variations inter & intra-individuelles
=> titration recommandée
- Adaptation des doses en fonction AG
- Diminution posologie si association à un sédatif
- Protocoles écrits

Morphiniques IV (exemples de dilution)

Morphine IV

Amp 1ml (10 mg/ml)

1ml morphine + 19ml SG5%

1ml = 500 µg

Fentanyl

Amp 2 ml (50 µg/ml)

Pas de dilution

1ml = 50 µg

sufentanil

Amp 1ml (50 µg/ml)

1ml sufentanil + 9ml SG5%

1ml = 5 µg

Prendre un volume de la **dilution 1** correspondant à une fois le poids de l'enfant en kg

Ajouter à ce volume la quantité de SG5% nécessaire pour obtenir 50 ml

Quelque soit le poids de l'enfant

1 ml/h = 10 µg/kg/h

1 ml/h = 1 µg/kg/h

1 ml/h = 0,1 µg/kg/h

Ainalgésie de l'enfant non ventilé

- Paracétamol (PO,IR) , propacétamol (IV)
 - Affections peu douloureuses
 - Paracétamol IR (Van lingen RA 1999)
20 mg/kg par 8 à 12 h (<32SA) par 6h (\geq 32 SA)
 - Propacétamol (Autret E 1993)
15mg/kg/6h (>37SA), prématurés ?
- Morphiniques faibles : Nalbuphine (IV, IR)
 - Surveillance monitorée +++
 - IV continue: 10 à 30 µg/kg/heure
 - IV: 25 - 50 µg/kg par 8 (<34SA) ou 6h (<37) ou 4h (terme)
 - IR: 50 - 100 µg/kg par 8h (<34SA) - 6h (<37) - 4h (terme)
- Morphiniques forts : morphine (PO, IV)
 - PO: 50 - 100 µg/kg/4h (<37SA), 100 - 150 µg/kg/4h (terme)
 - IV: maximum 10 (<34SA) - 15 µg/kg/h (> 34SA)

Quel sédatif ?

Le midazolam devenu (après le valium) le produit de référence

Midazolam

- Action rapide (2 à 5 mn IV, 15 mn IR), de courte durée (15 à 120 mn)
- Demi-vie d'élimination courte (6 h)
 - Grandes variations inter-individuelles (Burtin P 1994)
 - Influencée par l'âge gestationnel (Lee TC 1999)
 - Par un traitement par amines vasopressives (Burtin P)
- Effets secondaires majorés
 - Hypotension (dose forte, bolus, association)
 - Dépression respiratoire
 - Myoclonies bénignes
- Efficacité non validée avant un geste
Données insuffisantes en perfusion (Ng E 2000)

Midazolam

- Avant un geste
 - 15 - 25 µg/kg (< 32 SA) sur 10 - 15 mn
 - 25 - 50 µg/kg (\geq 32 SA) sur 10 - 15 mn
 - 50 - 100 µg/kg (teme) sur 5 - 15 mn
 - Dose X 2 ou X 2,5 en rectal
- Perfusion IV continue
 - Dose de charge (>34SA) : 100 µg/kg sur 1 à 2 h
 - > 36 SA : 50 - 60 µg/kg/h
 - 33 - 36 SA : 30 - 60 µg/kg/h
 - 27 - 32 SA : 20 - 40 µg/kg/h
 - < 27 SA : 10 - 20 µg/kg/h
- Dose réduite de moitié si association à un morphinique

prévention

- Plan de soin
 - Rythme veille-sommeil
 - manipulations
- Personnalisation
- Actes au bénéfice prouvé
- Regroupement des prélèvements
- Technique appropriée

antalgiques

- Stimuli sonores
- Stimuli lumineux

environnement

- Confinement
- Massages, stimulations tactiles
- Suction non nutritive
- Analgésie sucrée

**moyens
non
médicamenteux**

L'analgésie sucrée

- 32 publications depuis 1991
- Efficace (Steven B cochrane review 2001)
Saccharose, glucose, édulcorants
- Sans danger
- Mécanisme obscur
 - Opioides endogènes
 - Saveur sucrée
- Posologie efficace ...

Règles d'utilisation de la crème EMLA

- Règles générales
- Surface de contact limitée
 - **Masque transparent**
 - **Seringue : 1ml ~ 1 g**
- Pansement occlusif
- Ablation de la crème
- Modulation de la règle
(en l'absence de facteur de risque associé)
- *Une application par jour*
- *Durée application 1 heure*
- *Préma < 1,0 kg: 0,2 g (0,5 cm²)*
- *Préma > 1,0 kg: 0,35 g (1 cm²)*
- *Nné à terme : 0,50 g (2 cm²)*
- *Non collant: film alimentaire, pansement inversé*
- *Attendre 60 mn*
- *Préma > 30 j & Nné terme > 15 j: deux applications par jour*
- *AG < 30SA & âge ≤ 7 jours AG < 32SA & âge ≤ 3 jours: utilisation ponctuelle 2 fois*

Intubation trachéale

Pourquoi une sédation - analgésie ?

- Faciliter le geste
- Assurer le confort de l'enfant
- Limiter les conséquences de l'intubation

... sans aggraver son état antérieur

... sans effets secondaires

... en étant rapidement réversible pour assurer une ventilation efficace en cas de difficulté

Sédation et intubation

contre

- Retard à l'intubation
- Effets secondaires des médicaments
- Suppression du réflexe de toux
- pas de consensus sur les modalités de la pré-médication

pour

- L'intubation est une procédure douloureuse
- Evite les effets délétères de l'intubation
- Réduit le nombre de tentative et la durée du geste

Trois stratégies

➤ Intubation vigile

- prémedication IV
 - sédatifs
 - morphiniques
- ± Anesthésie locale

Morphine
Fentanyl, alfentanil
Midazolam

➤ Induction anesthésique

Thiopental, méthoxital
(*Buthada A 2000, Naulers G 2000*)
Propofol
Kétamine (*Taschiro 1991*)

➤ Combinaison (séquence rapide)

- Hypnotique ou morphinique
- Curare rapide
- ± atropinique

Suxaméthonium
(*Barington KJ 1998, Oei J 2000*)
Mivacurium
Atracurium

Prémédication avant intubation trachéale (projet d'essai thérapeutique)

- Commission douleur de la fédération nationale des pédiatres néonatalogistes
- Comparaison de 3 stratégies de prémédication
- 4 groupes
 - Placébo
 - Midazolam + atropine
 - Sufentanil + atropine
 - Midazolam + kétamine + atropine
- Stratification selon l'AG
 - < 32 SA, 32-36 SA, ≥ 37 SA
- Réussite, durée intubation, complication, tolérance, score de douleur

Kétamine

- Anesthésie dissociative
analgésie superficielle, sédation, amnésie
- Rapidité d'action (1'), courte durée d'action (<15')
- Pas de données pharmacocinétiques néonatales
- Expérience néonatale limitée (Tashiro C 1991, Golden S 2001)
- Sédation consciente: 0,5 - 2 mg/kg IV (Anand KJS 2000)
- Stabilité respiratoire (bronchodilatation)
- Stabilité cardiovasculaire (relargage catécholamines)
- Effets secondaires
 - Hypersalivation (atropine)
 - (?) Effets psychométriques (hallucination, état confusionnel)
 - (?) HIC (Betremieux P 1993)
 - Apnées, laryngospasmes
- Recommandée avant intubation (Anand KJS 2000)

Deux circonstances

➤ Intubation réglée

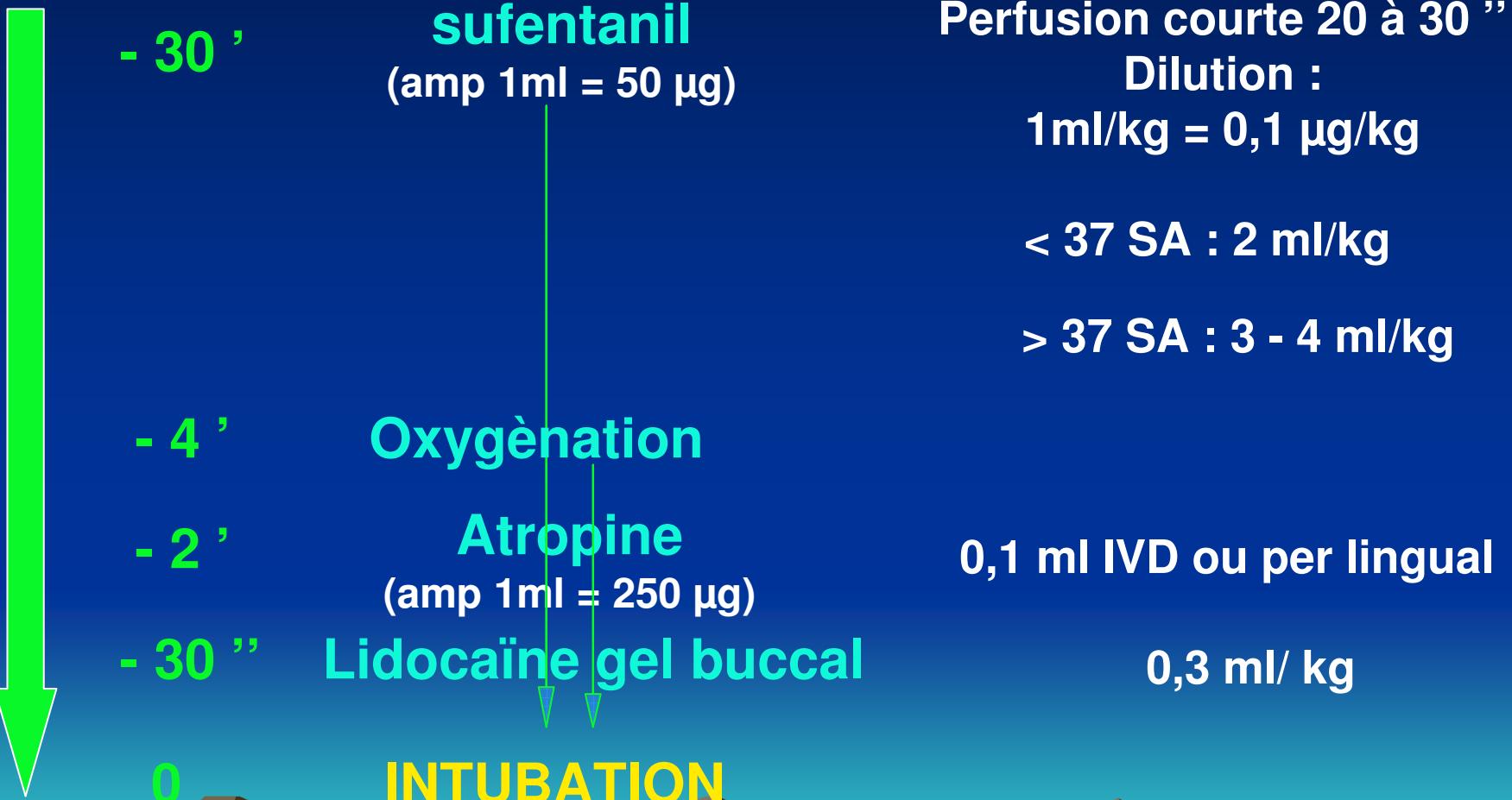
DR progressive, échec de PPC, réintubation

Intubation vigile

➤ Intubation urgente

Combinaison en
séquence rapide

Intubation réglée



Intubation urgente

- 4 '

Atropine

(amp 1ml = 250 µg)

0,1 ml IVD ou per lingual

Oxygénation

- 3 '

sufentanil

(amp 1ml = 50 µg)

IVD 1 '

Dilution : 1/100

< 37 SA : 0,5 ml/kg

> 37 SA : 1 ml/kg

- 2 '

Mivacurium

(amp 5 ml = 10 mg)

IVD

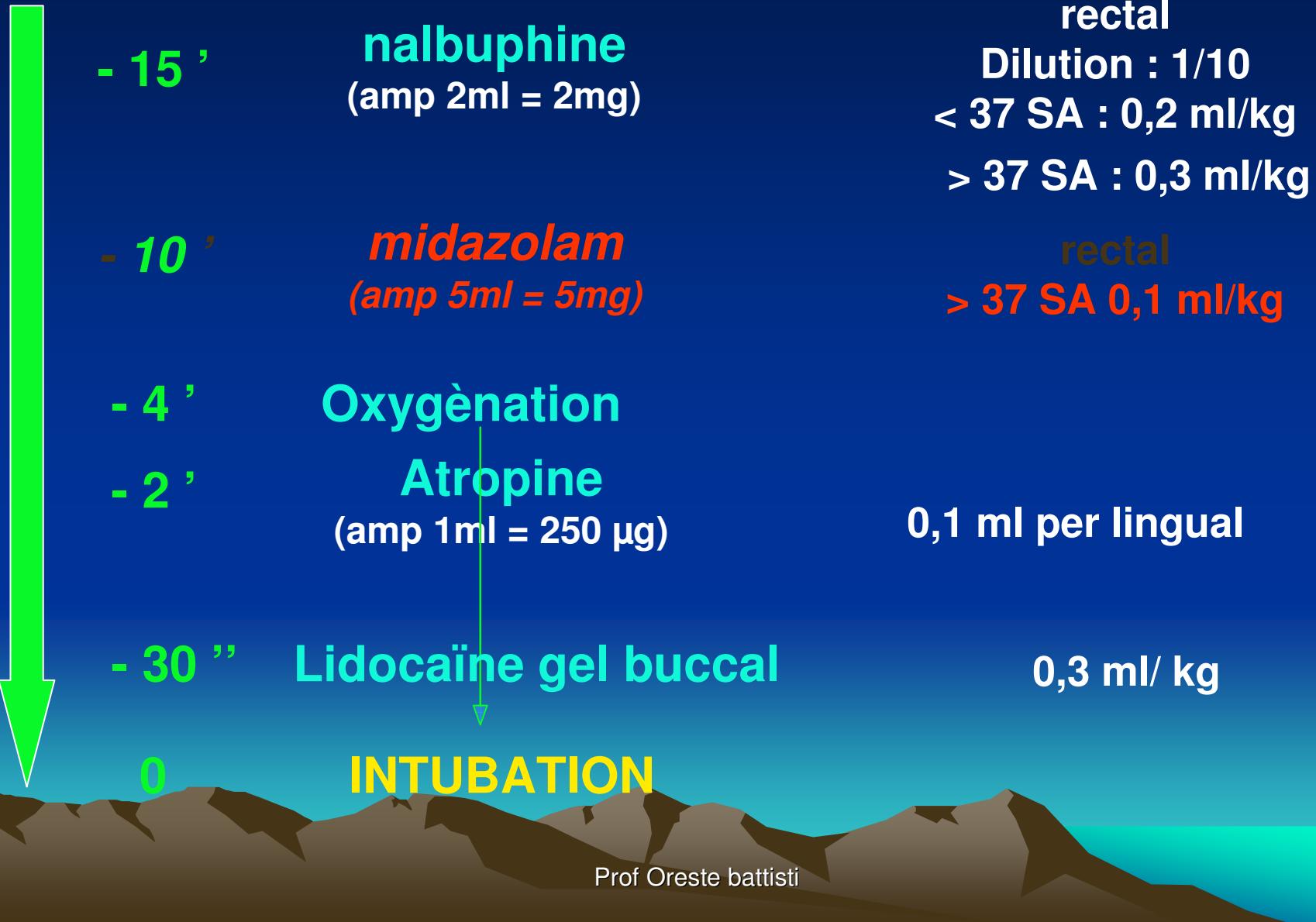
Dilution : 1/10

0,5 ml/kg (0,1 mg/kg)

0

INTUBATION

...en l'absence de voie veineuse



Quels bénéfices de l'analgésie ?

- La diminution de la douleur et du stress
 - Lago P. Arch Dis Child 1998
 - Guinsberg R J Pediatr 1998
 - Quinn MW Lancet 1993
- L'adaptation au respirateur
 - Dyke MP Paediatr Child Health
- La diminution du barotraumatisme ?
- L'amélioration de l'oxygénation ?
- La diminution de la mortalité ?
- La diminution des complications neurologiques ?

Quel produit en première intention?

- La phase initiale de la ventilation
 - Nombreux gestes douloureux
 - Actes répétitifs
- Morphiniques vs sédatifs
 - Propriétés sédatives reconnues pour les 2 produits
 - UNE seule étude randomisée

Avantage morphinique !

- Monothérapie
- Faible posologie initiale
- Fentanyl ou Sufentanil

Continu ou discontinu ?

Trois paramètres

Tolérance apparition plus rapide en IV continue

Sevrage plus rapide en IV discontinue

Sédation plus efficace en IV continue

IV continue



**Pathologies sévères
Ventilation > 2 j**

IV discontinue



**Pathologies rapidement
résolutives, transitoires
Ventilation ≤ 2 j**

modifications de stratégie

- Eviter la tolérance aux morphiniques
 - Utilisation d'un morphinique plus puissant
 - Administration simultanée d'un sédatif en IV continue
 - Passage en perfusion discontinue
- Sédation insuffisante
 - Administration simultanée d'un sédatif en IV continue
 - Morphinique plus sédatif (morphine) en perfusion continue
 - Administration d'un sédatif IV continue doublée d'une analgésie discontinue (nalbuphine ou morphine)
- Désadaptation aiguë du respirateur
 - Éliminer une complication aiguë de la ventilation
 - Sédatif en perfusion courte
- Actes ou soins douloureux
 - Dose supplémentaire de morphinique en perfusion courte

Aspiration trachéale

- Stressant et douloureux
 - Modifications comportementales
 - Modifications cardio-vasculaires
(Simbruner G 1981, Show 1992)
 - Hypoxémie (Pokela ML 1994)
 - Augmentation des catécholamines
(Greisen GL 1985)
- Réactions vagales
- Prévention de la douleur
 - **Analgésie morphinique continue**
 - Anand KJS 1999
 - Sarenmaa E 1999
 - **Analgésie avant le geste**
 - Pokela ML (1992 alfentanil)
 - Sarenmaa E (1996, 2000 kétamine)

Aspiration trachéale

- Prévention non médicamenteuse
 - Deux soignants
 - Oxygénation
 - Mesures de réconfort
- Analgésie continue par morphinique +++
- Avant le geste Fonction evaluation
 - Analgésie sucrée
 - Atropine (5 µg/kg)
 - Dose complémentaire de morphinique (sur 15')
(max 4 x par jour)
 - 1 µg/kg fentanyl
 - 0,1 µg/kg sufentanil

Sevrage des morphiniques

- Recours à la naloxone exceptionnel
- Réduction progressive de la posologie
- Administration du morphinique en discontinu
- Relai par de la morphine IV ... parfois PO
- Recours aux analeptiques respiratoires et à la PPC continue

Sevrage (perfusion continue)

Durée du traitement	Diminution perfusion	Perfusion discontinue	Durée sevrage
1 - 2 j	25 % / 6 h		< 24 h
3 - 4j	25 - 50% (1er j) puis 25% / 6 h		1 - 2 j
4 - 7 j	25 % (1er j) puis 10% / 6h	Option au 3ème jour	2 - 4 j
> 7 j	10 % / 6 à 8 h	Systématique au 3ème jour	3 - 5 j

Si la ventilation se prolonge ...

- Situation désormais peu fréquente
- Gestes et ventilation moins agressifs
- Morphinique en perfusion continue inadapté
 - **Risques du traitement morphinique prolongé**
 - **La effets secondaire de la morphine**

➤ **La lutte contre l'inconfort et la douleur
doit se poursuivre ...**

Si la ventilation se prolonge ...

- La ventilation est source d'inconfort permanent
 - Agitation, blocages thoraciques, désaturations
 - Gestes douloureux (aspirations, ponction)
-
- Créer une « bulle sédative environnementale
 - Recours au traitement sédatif
 - Non systématique
 - Midazolam continu
 - Analgésie à la demande lors des actes et soins douloureux

La Pression Positive Continue (PPC)

Situation
inconfortable et
douloureuse ?

- Evite l'intubation
- Diminue la durée de la ventilation assistée

MAIS

- Source de douleur
 - Pression nasale constante
 - Irritation, lesions muqueuses
- Source d'inconfort
 - Durée d'application
 - Distension aérique digestive
 - Encombrement nasal
 - Bruit excessif
 - Stimulation cutanée (apnées)

Une technique exigeante !!!

- Réglage ensemble bonnet-cordon-pièce binasale
- Sondes calibre adapté
- Plaque protectrice
- Utilisation d'un masque



Si le nursing ne suffit plus ...

- Évaluation douleur et inconfort régulière
- Aucun schème thérapeutique validé
- Risques respiratoires des sédatifs et morphiniques
IV
- Morphine voie orale ?
- Nalbuphine intra-rectale
 - < 34 SA : 50 µg/ kg/ 8 heures
 - < 37 SA : 100 µg/ kg/ 6 à 8 heures
 - Terme : 200 µg/kg/6 heures

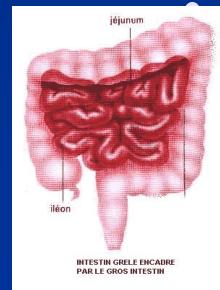
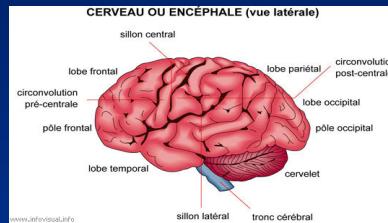
La boucle neurologique

- Elle est finalisée à 23 semaines *in utero*
- Input: récepteur isolé ou organe sensoriel
- Endroits spéciaux comme la face, le tube digestif, la peau
- Véhiculement des informations vers les aires centrales
- Relais vers les noyaux de la base
- Récepteurs opioïdes et POMC; système et neurocépteurs adrénnergiques
- Réponse effective
- Relais vers les zones de mémoire < anciennes >: amygdale, insula
- Relais vers les zones plus récentes (cortex temporal)

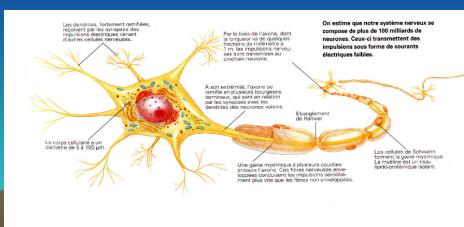
Toxicomanie maternelle

Symptomatologie du sevrage

- Majoration excitabilité neurologique: irritabilité, trouble rythme sommeil/éveil, hypertension, trémulations, épilepsie

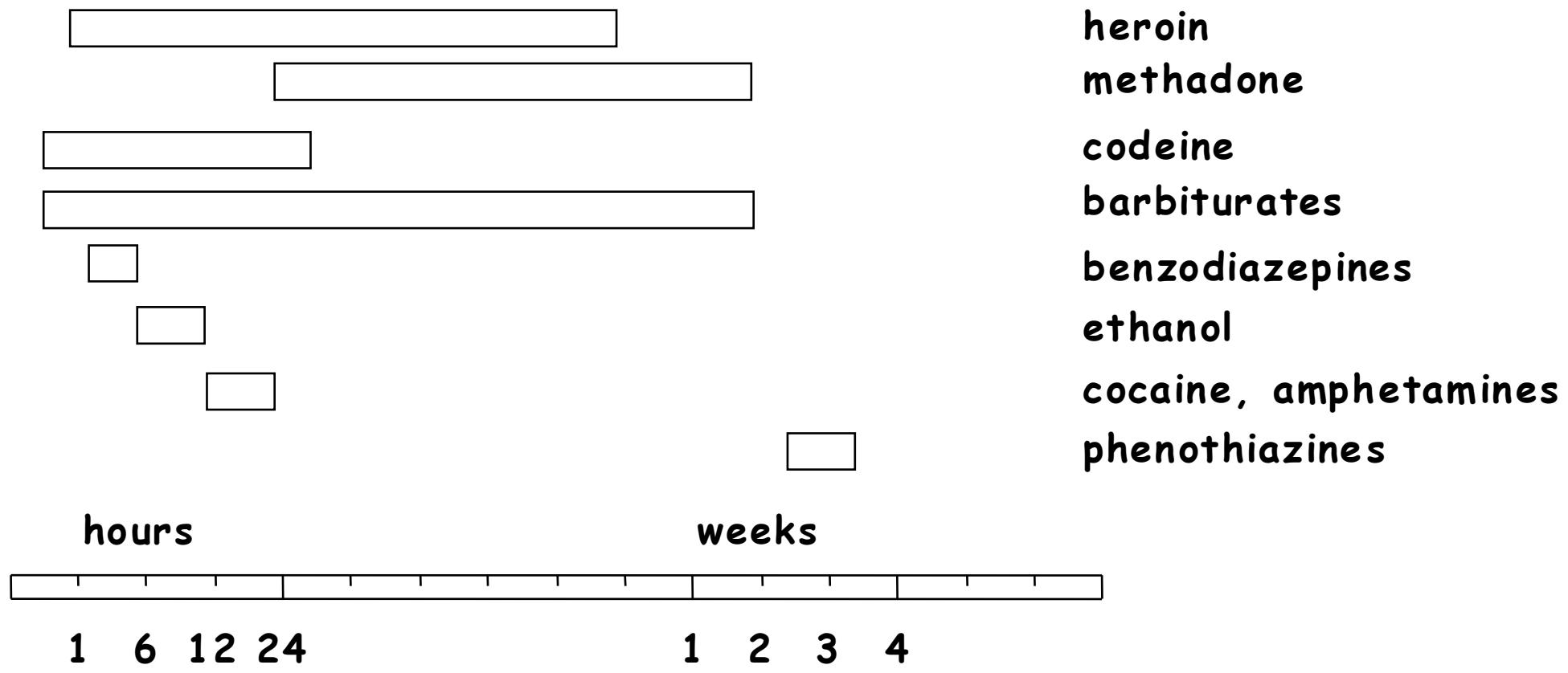


- Troubles gastro-intestinaux: vomissements, diarrhée, constipation, succion non coordonnée



Délai début des symptômes : utilisation du score de Finnegan

Beginning of symptoms



Traitement

- **Non pharmacologique:** AAP 1998, J Hum lact 20(1),2004

- Eviter les stimulations excessives:

- contrôle du bruit et de la luminosité
 - contrôle de la température du bébé, habillage du bébé
 - contention du bébé
 - place des massages
 - accompagner les mères allaitantes (cfr infra)

- Repas plus fréquent et plus calorique (150 à 250 cal/kg, versus 160 cal/kg)

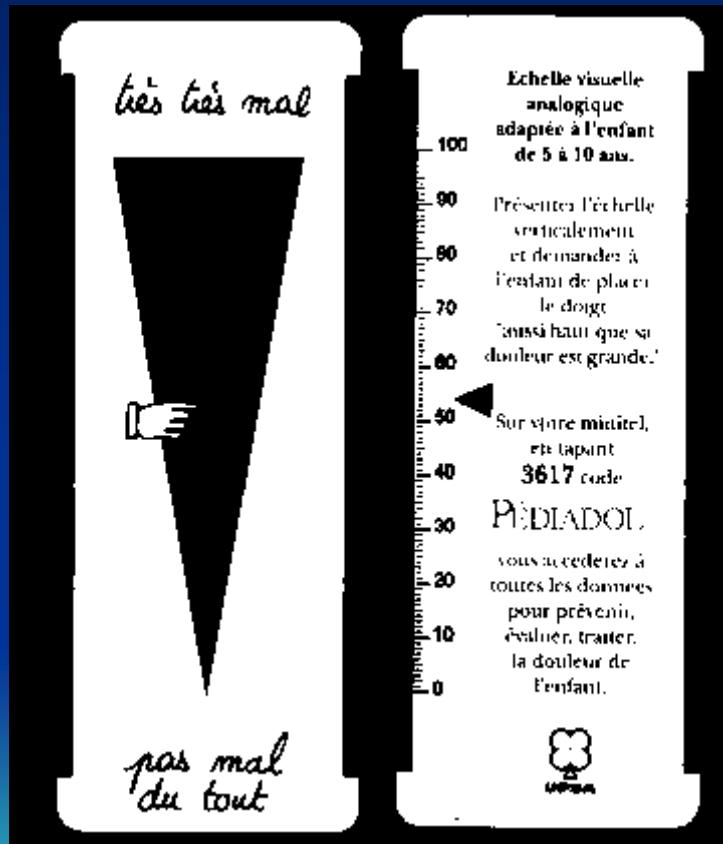
Traitement

- **Pharmacologique:**
- **Sevrage opiacés:** AAP 1998, Cochrane 2002, Arch Dis Child fetal Neonatal 2002-2003
 - Sirop de morphine : 50µg/kg 4 x /jour PO, titrer selon la réponse clinique dans le temps et les scores de Finnegan. Diminution des doses: 10% tous les 2-3 jours après stabilisation clinique.
 - Alternative : méthadone... non
 - Abandonné : élixir parégorique: effets secondaires des nombreux excipients (camphre, papaverine, éthanol...)

Traitement

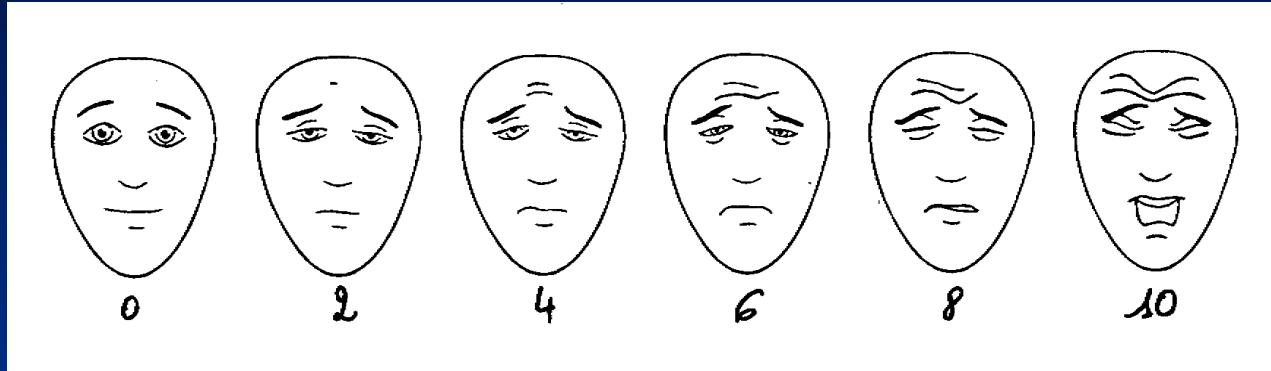
- Pharmacologique:
- En cas de poly-toxicomanie (opiacés et autres)
: associer sirop de morphine et phénobarbital; AAP 1998, Cochrane
2002
- Largactil °(chlorpromazine): peu en néonatalogie vu les effets secondaires : atteinte cervelet, abaisse le seuil de convulsions , atteinte hématologique ; AAP 1998

Auto-évaluation : échelle visuelle analogique

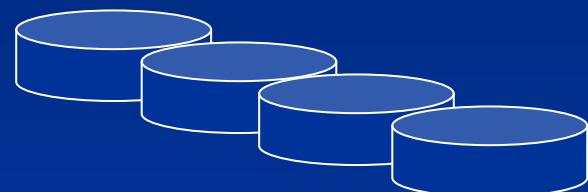


- définition des seules extrémités (face patient)
- monochrome
- présentation verticale vs horizontale

Auto-évaluation simplifiée



Échelle de visages
(McGrath 1985; Bieri 1990)

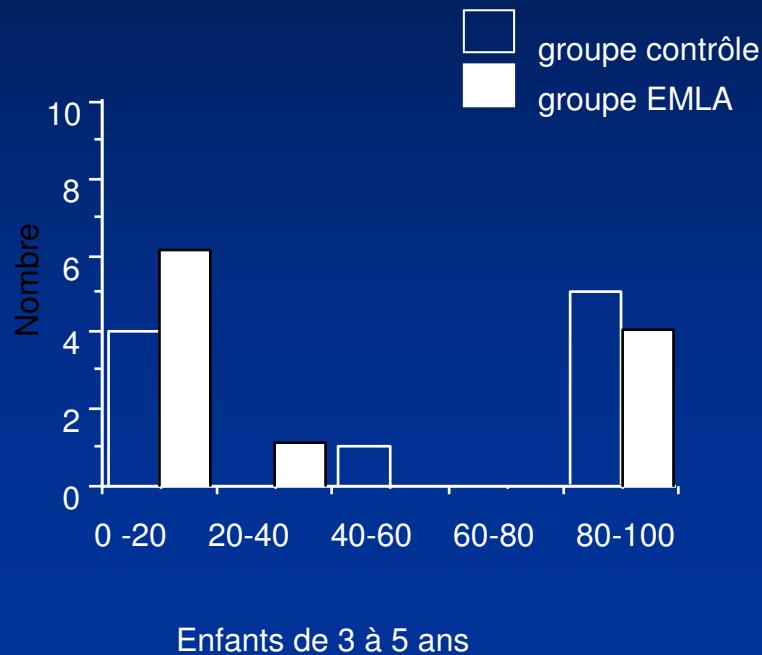
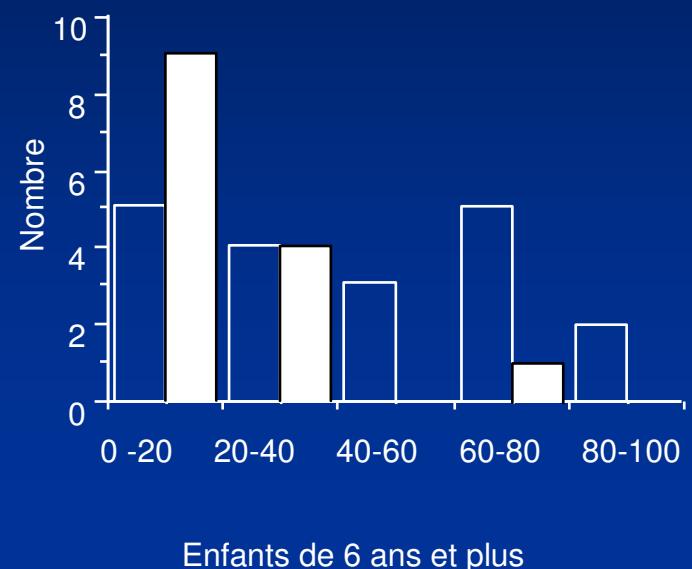


Échelle verbale simple

- 0. Douleur absente
- 1. Douleur modérée
- 2. Douleur intense
- 3. Douleur très intense

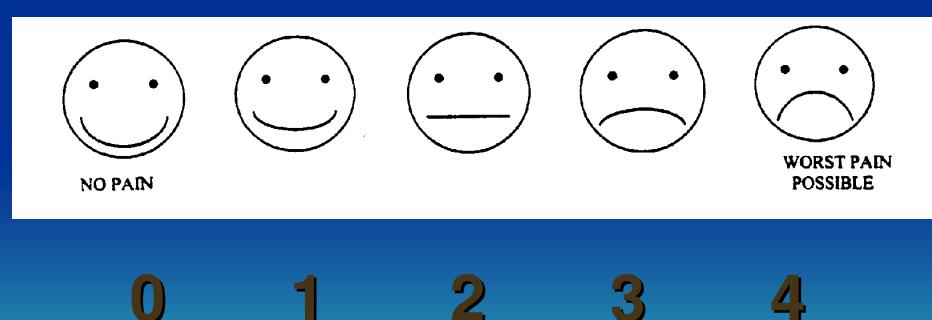
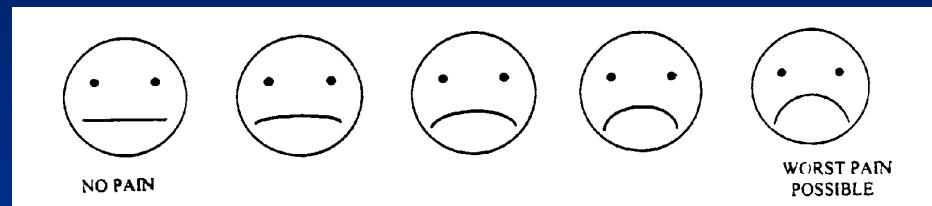
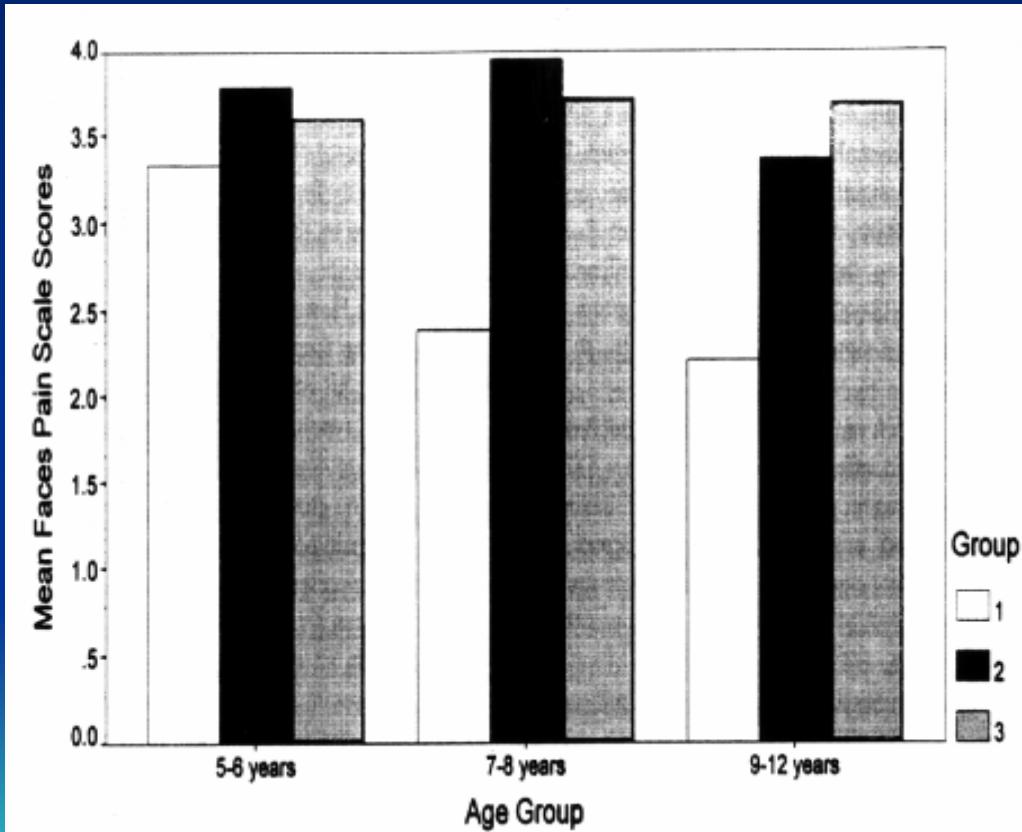
Est-ce que tu as mal
1. un peu
2. beaucoup
traductionénormément
(ou 0. pas du tout) ?

Difficultés de l'auto évaluation chez l'enfant de moins de 6 ans



Gall et al. *Paediatr Anaesth* 1999; 9; 305-10

Échelles de visage



Chambers et al. Pain 1998;78:27-37

Évaluation de la douleur postopératoire

- EVA possible à partir de 5 ou 6 ans
- échelles simplifiées à partir de 3 ou 4 ans (?)
- dans le doute : 2 instruments différents
(recommandations HAS Mars 2000)

Activité faciale et douleur

Enfant



Craig et al. Pain 1993;52: 287-99

froncement des sourcils, épaissement de la racine du nez.

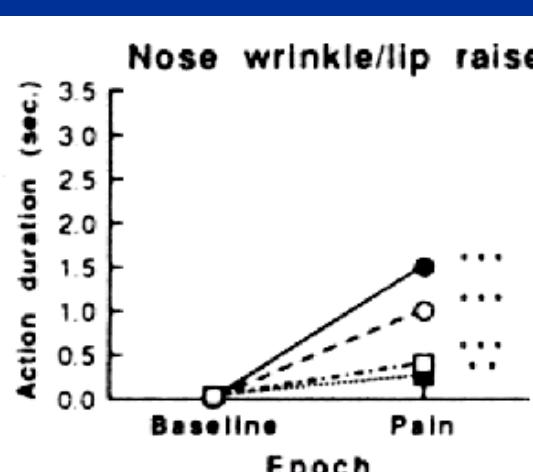
plissement des paupières

soulèvement et accentuation du sillon nasolabial

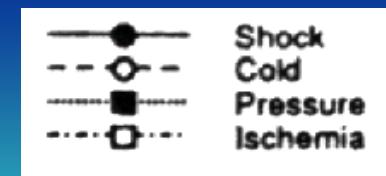
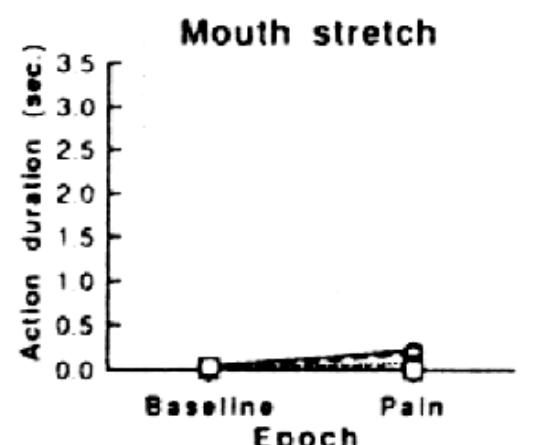
ouverture de la commissure labiale

4 principaux items du NFCS

Adulte



Prkachin Pain 1992;51: 297-306



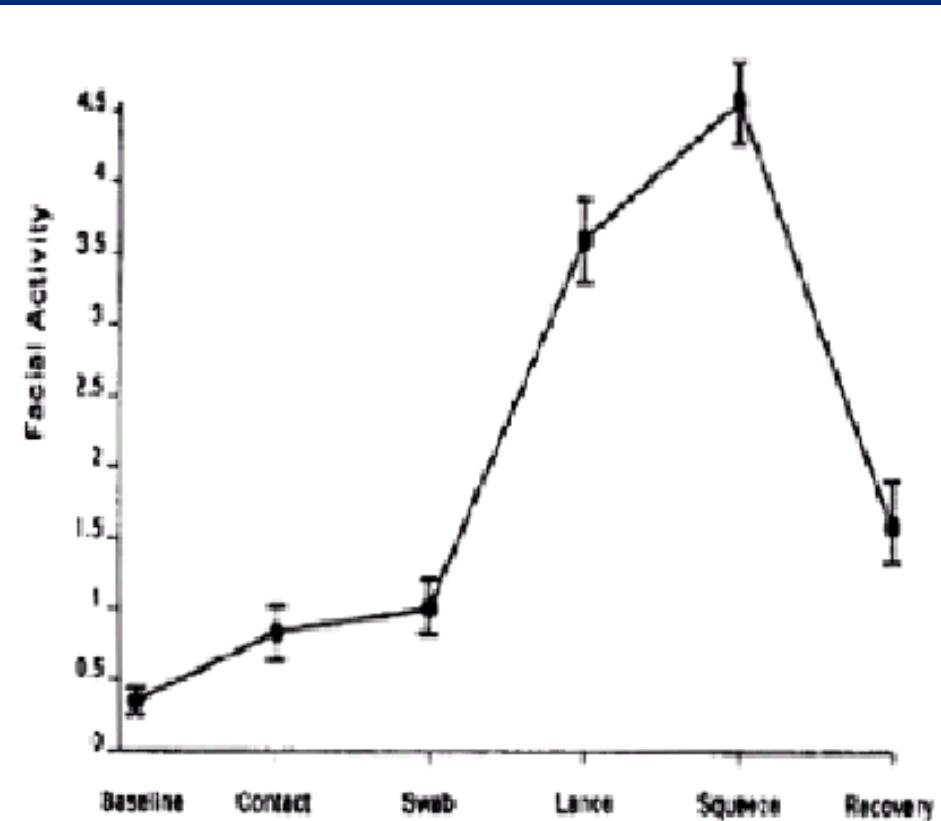
For Create batter

Activité faciale et douleur

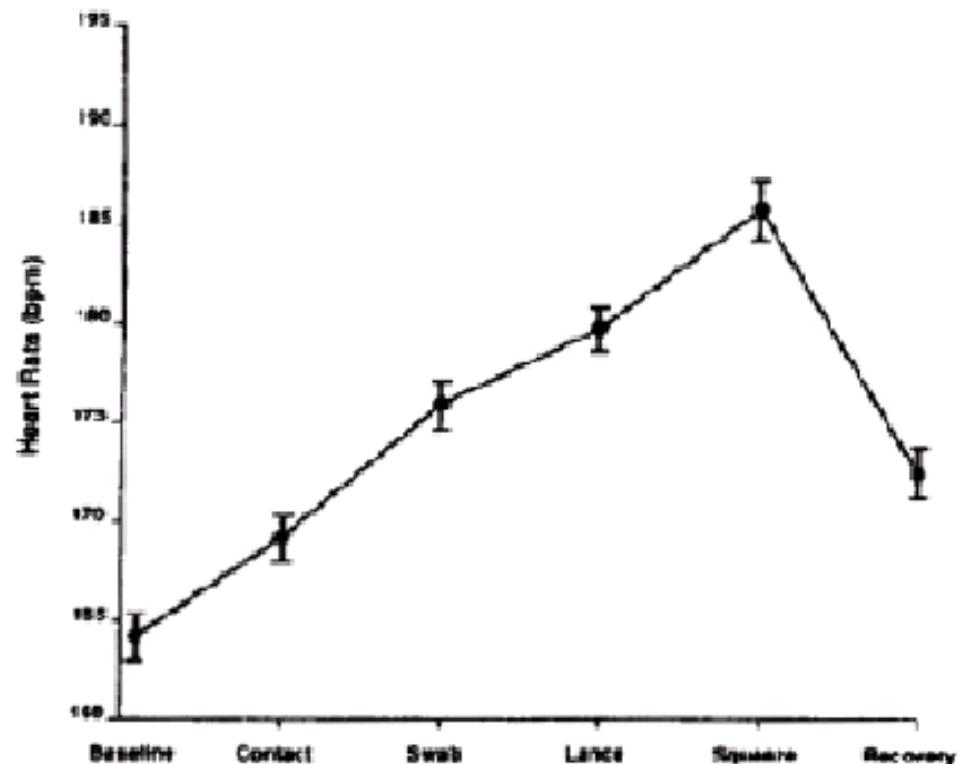
Grunau et al. Pain 1998;76: 277-86

Nouveau-nés de 32 semaines PC. Prélèvements à la lancette .

Activité faciale



Fréquence cardiaque



Indicateurs comportementaux

- activité faciale +++
- pleurs (caractéristiques acoustiques associées à l'intensité de la douleur provoquée chez le nouveau-né à terme)
- mouvements du tronc et des membres (réponses plus faibles chez les prématurés par comparaison à des nouveau-nés à terme)
- association de plusieurs signes

Validation des échelles comportementales

	Échelle	Population, période d'étude	Critères
McGrath et al. 1985	CHEOPS	1 - 6 ans (n = 30), circoncisions, 60 min postop	+ experts
Broadman et al. 1988	O.P.S.	13 - 18 ans (n = 34), chirurgie de surface, 60 min postop	+ autoévaluations
Beyer et al. 1990	CHEOPS	3 - 7 ans (n = 25), chirurgie de surface, 36 heures postop	- autoévaluations
Tarbell et al. 1992	T.P.P.P.S.	1 - 6 ans (n = 74), hernies inguinales, 30 min postop	+ parents
Tyler et al. 1993	CHEOPS Observer	6 mois - 12 ans (n = 43), chir. de surface, plusieurs heures	+ experts et autoévaluations

Validation des échelles comportementales

	Échelle	Population, période d'étude	Critères
Krechel et al. 1995	C.R.I.E.S. O.P.S.	nnés (n = 24), chirurgie de surface, 24 à 72 heures postop	+ experts et scores entre eux
Schade et al. 1996	R.I.P.S. CHEOPS modifié AMIEL TISON modifié.	nnés - 3 ans (n = 391), chir. de surface, 6 heures postop	+ experts et scores entre eux
Buchholz et al. 1998	AMIEL TISON modifié	nnés (n = 40), chirurgie de surface, 2 heures postop	+ experts
Van Dijk et al. 2000	COMFORT	nnés - 3 ans (n = 158), chir. viscérale et thoracique, 9 heures postop	+ experts
Buttner et Finke 2000	CHIPPS (5 items issus des échelles précédentes)	nnés - 5 ans (n = 584), chir. de surface, 1-2 heures postop	+ experts et autoévaluations

Extension d'AMM en pédiatrie

nné_____ paracétamol

nné_____ morphine

6 mois_____ ibuprofène

acide niflumique

ketoprofene

12 mois_____ codéine

18 mois_____ nalbuphine

4 ans_____ tramadol

MEOPA

Évaluation et prise en charge de la douleur aiguë en ambulatoire chez l'enfant de 1 mois à 15 ans. HAS Mars 2000

Palier I en chirurgie mineure

Paracétamol	AINS
efficacité limitée à la posologie de 15 mg/kg x 4	efficacité supérieure (?)
parfaite innocuité	effets secondaires gastrointestinaux, hémostase primaire

Malformations orthopédiques – Pieds Botd Varus Equin

- plus fréquente des malformation du pied 1/500 naissances
- urgence fonctionnelle
- chirurgie corrective à l'âge de 1 à 2 ans - premiers pas
- caudale : injection unique n'améliore pas les scores de douleur et ne diminue pas la consommation d'opiacé sur les 8 premières heures postopératoires (Black et al Am J Orthop 2003)
- bloc sciatico poplité : analgésie > 8 h en injection unique (Tobias et al J Pediatr Orthop 1999)
- cathéter sciatico poplité (Dadure et al Anesth Analg 2003)

Chirurgie urologique basse

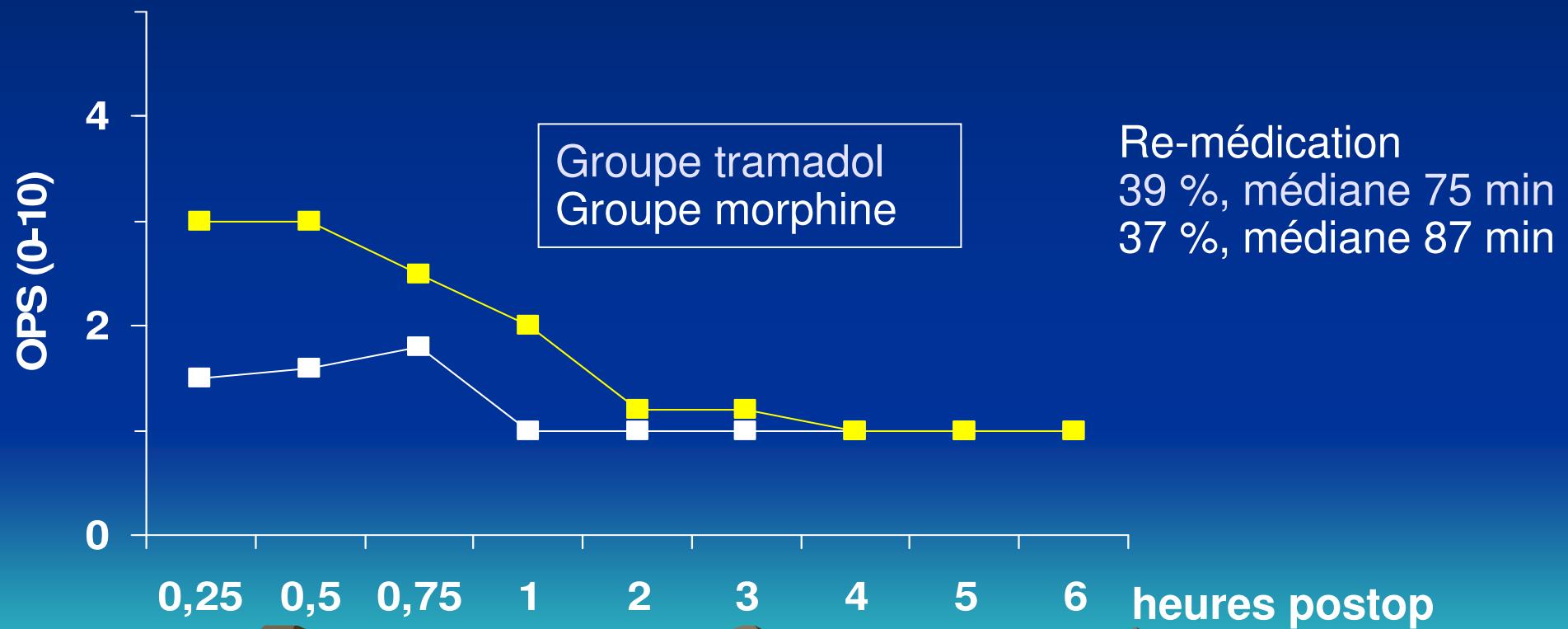
- caudale : clonidine ou fentanyl prolongent la durée du bloc jusqu'à 150 min, mais recours antalgique avant la 2^e heure postopératoire chez 90 % des patients (Constant et al. 1998)
- cathéter épidural : analgésie d 'excellente qualité pendant 48 h, douleur absente à modérée chez 76 à 85 % des patients (Lejus et al 2001, Jilly et al 2002)
- analgésie systémique : morphine > tramadol sur les 6 premières heures postopératoires (Habre et al, dossier AMM)

Tramadol vs morphine après chir abdominale ou urologique

Habre et al. Congrès de l'IASP 2002

150 enfants âgés de 2 à 9 ans

tramadol injectable dose titrée 1 à 2 mg/kg vs morphine titrée 0,1 à 0,2 mg/kg



Chirurgie majeure

- ex : thoracotomie, chirurgie digestive haute, chirurgie orthopédique lourde ...
- ALR avec cathéter de réinjection
- morphine intrathécale
- morphine systémique PCA ou NCA
- adjuvants : AINS seul ou AINS + paracétamol (Sutters et al. Am J Orthop 1999)

AAlgésie continue par cathéter épidural

- AL de longue durée d'action : bupivacaine ou ropivacaine (hors AMM)
- faible concentration : 0.1%
- perfusion continue : 0.2 mg(ml)/kg/h + bolus patient 0.1 mg(ml)/kg (PR 30 min)
- ne pas dépasser 0.4 mg/kg/h
ne pas dépasser 0.25 mg/kg/h avant l'âge de 1 an
- adjuvants :
 - sufentanil 0.5 µg/ml
 - morphine 10-20 µg/ml
 - clonidine 0.5-1 µg/ml

Morphine intrathécale

- 5 à 10 µg/kg
- chirurgie cardiaque, thoracique ou orthopédique majeure de durée supérieure à 2 heures
- âge > 5-6 ans pour relais optimal PCA
- SSPI ou USI pendant les 24 premières heures

Morphine systémique

- métabolisme hépatique : activité UDP glucuronyl transferase comparable à l'adulte à partir de l'âge de 3 mois. (Olkola KT, et al. Clin Pharmacokinet 1995)
- perfusion continue : 20 µg/kg/h bolus infirmier 20 µg/kg, PR 30 min +
- 1/2 dose avant 3 mois
- PCA chez l'enfant de plus de 6 ans (bolus 20 - 40 µg/kg, PR 6 min)

Surveillance morphine systémique

- personnel formé (soins intensifs sauf PCA)
- médecin joignable à toute heure
- paramètres vitaux
- échelle de sédation
- FR et signes d'obstruction des voies aériennes sup

âge	0-1 an	1-3 ans	3-5 ans	adulte
FR limite	20	15	12	10

somnolence excessive est le premier signe de surdosage

Morphine PCA

- information et préparation du patient dès la consultation pré-anesthésique
- seul l'enfant à le droit d'actionner le bouton-poussoir
- traitement morphinique antérieur = perfusion continue (conversion oral/iv = 3/1)
- protocoles de traitement des effets secondaires

Traitement des effets secondaires

	fréquence	traitement
bradypnée		naloxone : bolus de 2 à 5 µg/kg, perfusion d'entretien ++
prurit	10-20 %	naloxone : bolus de 1 µg/kg renouvelable entretien 0.5 – 1 µg/kg/h
rétention U.	(25 %)	naloxone : bolus de 1 µg/kg renouvelable prévention = sonde vésicale
nausées vomissements	30-50 %	ondansetron : 50-100µg/kg, renouvelable droperidol : 20 µg/kg, renouvelable prévention = dexaméthasone 0.5 mg/kg, droperidol dans la PCA (50 µg par mg de morphine)
constipation	100 %	prévention = accélérateur de transit (lansoyl®, forlax®) dès les 1° jours de traitement

Lloyd Thomas et al. Paediatr Anaesth 1995

Conclusion

Optimisation de l'analgésie postopératoire

- protocoles de traitement adaptés au niveau local de surveillance
- prise en charge proactive et multimodale associant antalgiques classiques et antihyperalgésiques
- évaluation systématique de la DPO et implémentation immédiate du traitement en cas d'accès douloureux

effort continu d'organisation et de formation des équipes de soins

Myélinisation

- Incomplète à la naissance:
 - Débute au cours du 3ième trimestre (33-44 semaines)
 - Rapide jusqu'à 6 mois à 3 ans (phrénaire, vague, nerf périphérique)
 - Plus lente jusqu'à l'adolescence (fonctions supérieures)
- Influence l'effet des ALs

(Benzon et col, Br J Anaesth; 1988;61:
754-60\$) → Solutions

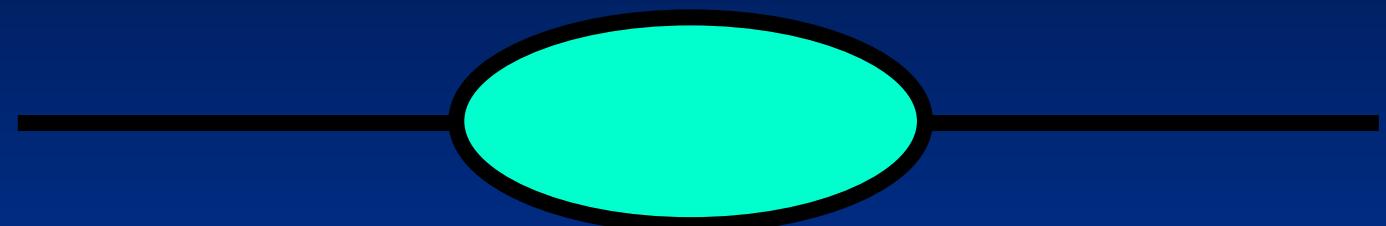
peu concentrées chez l'enfant

Fixed dose, independent of age or body size

Infant nerve

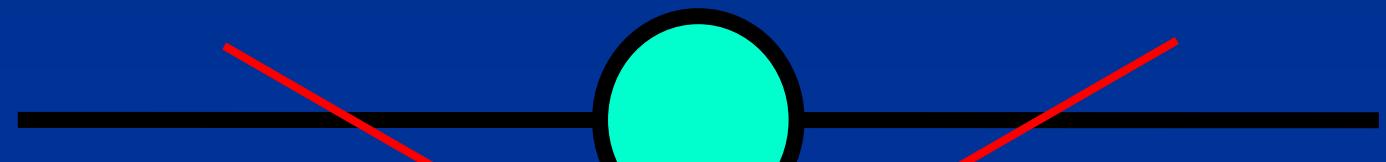


Adult nerve

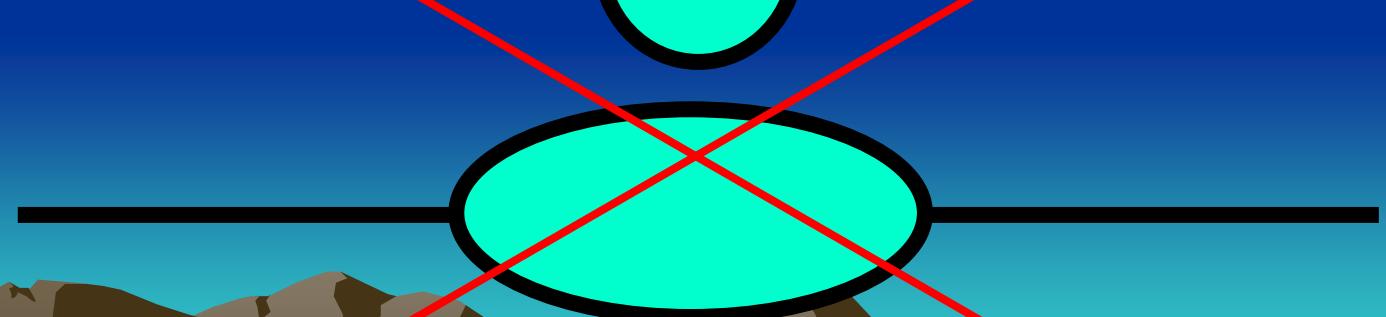


Weight-scaled dosing (constant mg/ml)

Infant nerve



Adult nerve



Les principaux blocs chez l'enfant

- Blocs centraux
 - Rachianesthésie (anesthésiques locaux, morphine)
 - Caudale
 - Péridurale
- Blocs périphériques
 - Ilio-inguino-hypogastrique
 - Pénien
 - Ilio-fascial
 - Plus rares: pudendal, axillaire, sciatique.

Monitorage pédiatrique

L'électrocardiogramme



- Diagnostic d'un trouble du rythme
- Détection injection IV d'une solution adrénalinée d'AL

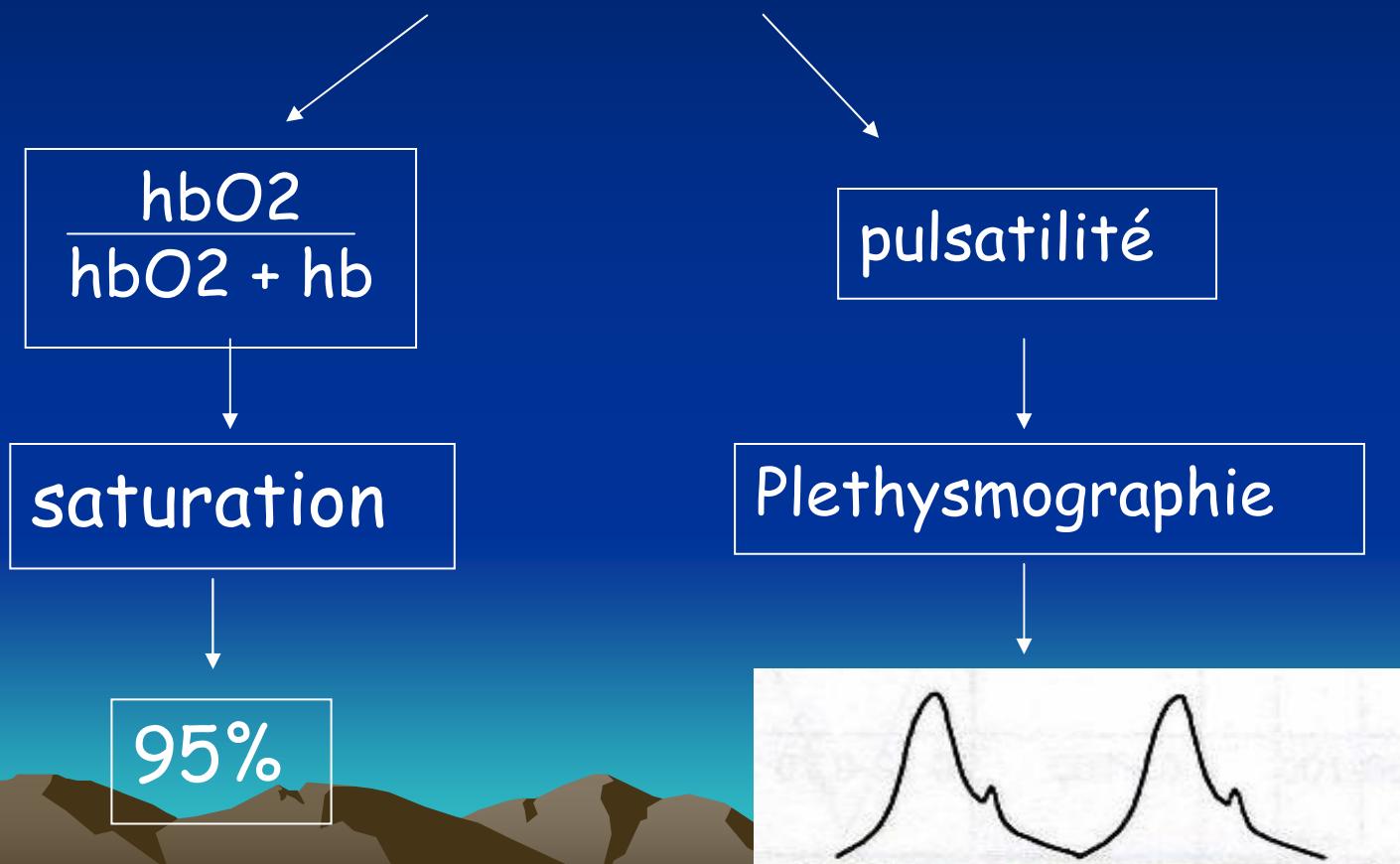


- Diagnostic d'un bas débit coronaire

Mais aucune information sur la perfusion tissulaire...

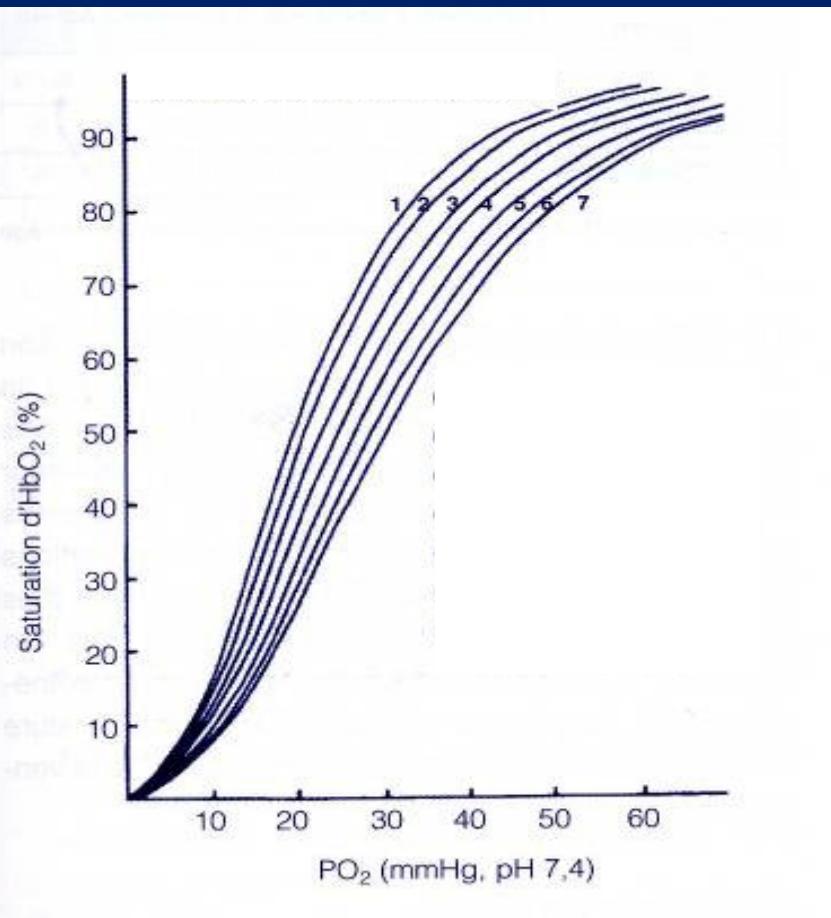
L'oxymétrie de pouls

2 informations



L'oxymétrie de pouls : les limites

Pas de surveillance fiable
de l'hyperoxyie



Anémie < 5 g/dl

Dyshémoglobine

Methb : sous estimation
HbCO : surestimation

Colorants

Injection bleu méthylène, indocyanine, indigo carmin: sous estimation
Méconium, henné : sous estimation
Bilirubine : influence si hémolyse++ (hbCO)

Diminution de la perfusion périphérique

Hypothermie, vasoconstriction : sous estimation

Pulsions veineuses importantes

IT : sous estimation

Hb anormale

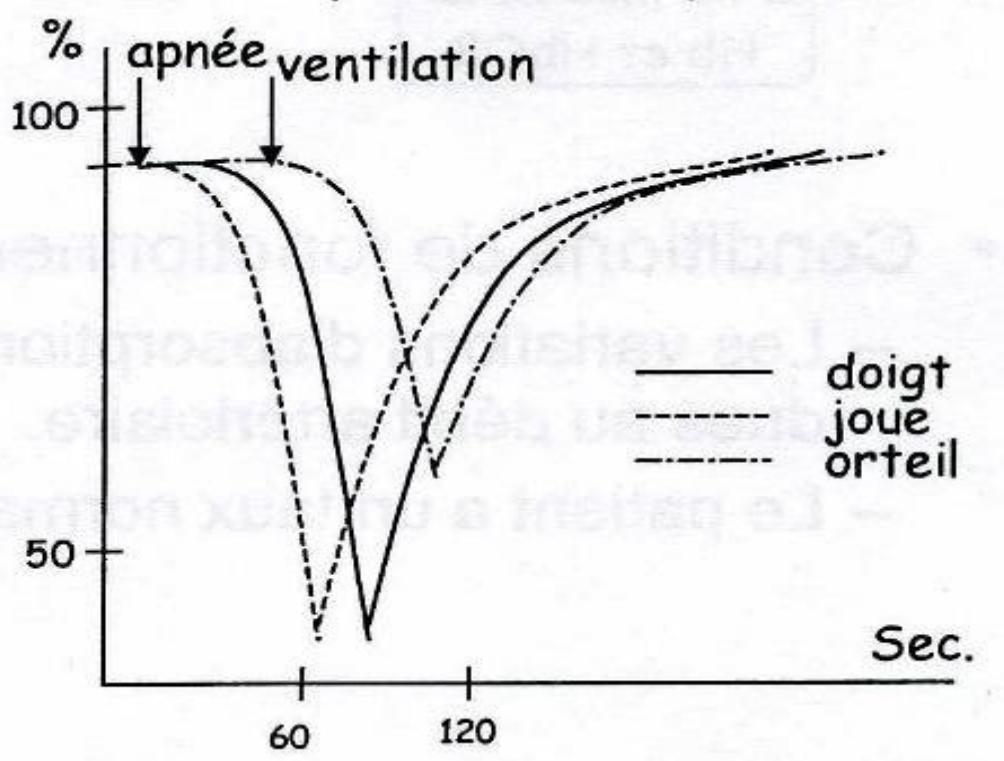
Hb köln

Mauvais monitorage pour
L'hypoventilation si adjonction d'O₂

Prof Oreste battisti

L'oxymétrie de pouls les limites techniques

Le site de mesure



Reynolds, Anesth Analg 1993

le matériel

Délai de réponse
Nellcor N-200
Baisse de SpO2 -4%, 54 ±34 ''
Trivedi, J clin Anesth 1997

Artéfacts

Mouvements, bistouri électrique,
lumière, mauvais positionnement

spO2	>90%	80-90%	<80%
biais	0.5%	1.9%	5.8%

Prof Oreste battisti

Schmitt, J cardiothorac vasc anesth 1993²⁴¹

La capnographie

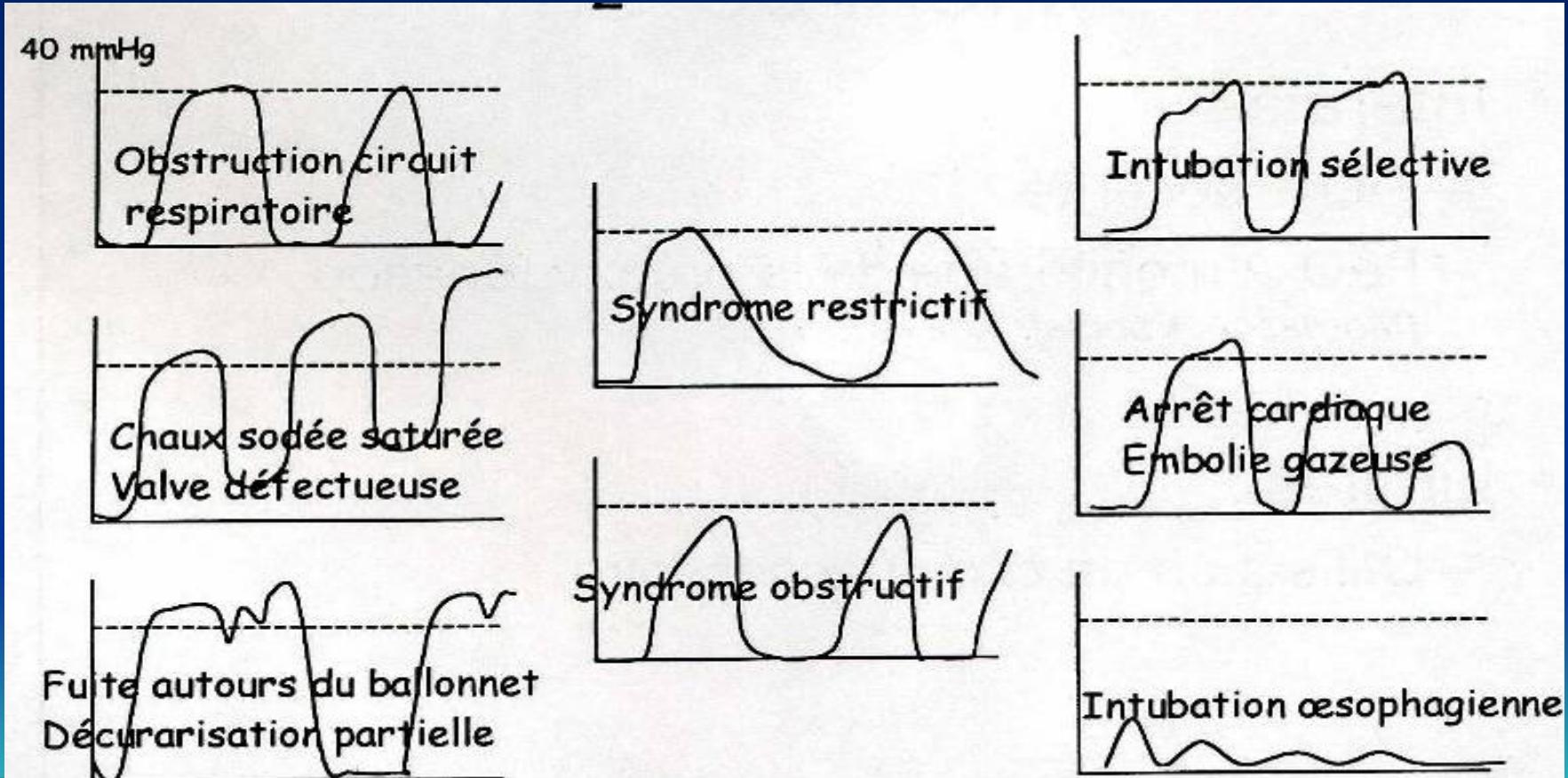
Les intérêts

- Confirmation perméabilité de l'airway en VS ou sous ML
- Vérification du positionnement de la sonde d'intubation
- Monitorage respiratoire
 - bronchospasme, intubation sélective...
 - dysfonctionnement de l'équipement
 - débranchement, saturation chaux sodée, dysfonction de valve*
 - espace mort*
- Monitorage hémodynamique
 - bas débit, ACR

La capnographie

- Objectif : estimation de la PaCO₂
- Gradient PaCO₂-EtCO₂ : 0-5 mmHg
augmente avec l'espace mort
dépend du site de mesure
augmente pour des FR > 30 min
- débit aspiratifs élevés > 150 ml/min
- site de prélèvement proximal

Quelques exemples

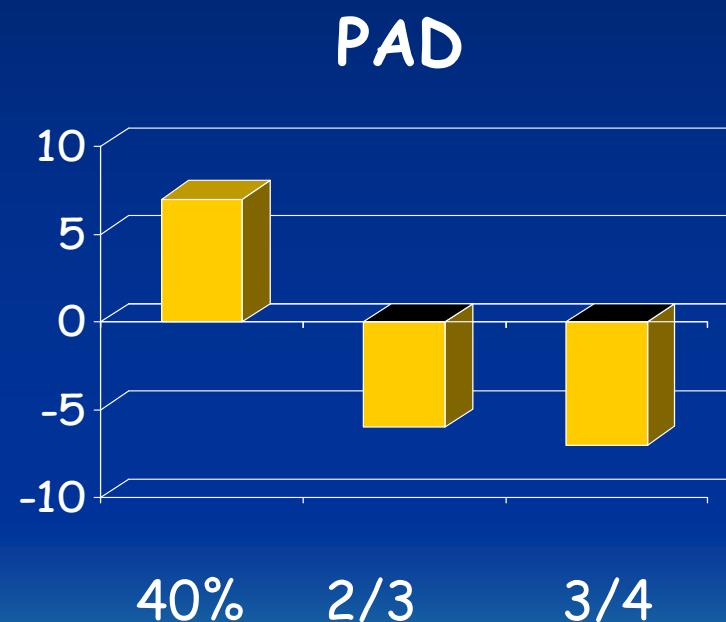
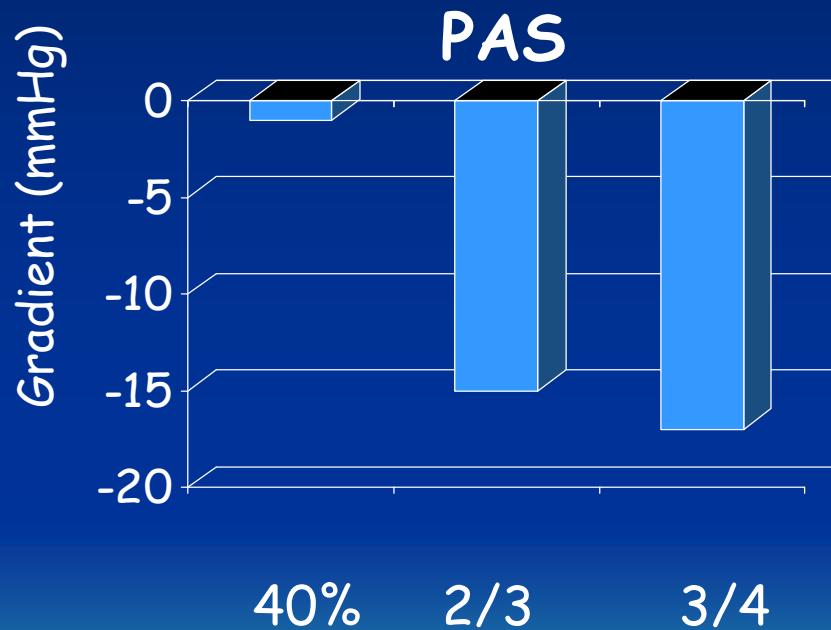


Monitorage de la PCO₂ transcutanée

- mesure électrochimique de la PtcO₂ et PtcCO₂
- Surestimation habituelle de la PaCO₂
- Risque potentiel de brûlures
- délai de réponse ++
- Intérêt en VS ou en cas de ventilation à haute fréquence
- limites : hypothermie, vasoconstriction, œdème, agents vasoactifs

Monitorage non invasif de la pression artérielle

- taille du brassard = 40% de la circonference du bras



Clark, pediatrics 2002

- sous estimation des valeurs de PA au membre inf
- $10 \text{ mmHg} < 4 \text{ ans}$

Prof Oreste battisti

Short, Paediatric Anaesthesia 2000

Monitorage de la température

Prévention de l'hypothermie+++

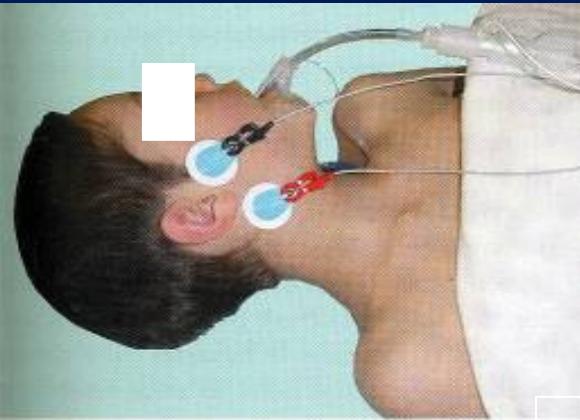
A 22°C, un NRS inconscient perd 1 °C / 10 min

Site de mesure	écart de température
oesophage	0.1 ± 0.5 °C
tympan	0.8 ± 1 °C
rectum	0.7 ± 1.7 °C
vessie	0.9 ± 1.4 °C
Creux axillaire	1.3 ± 1.3 °C

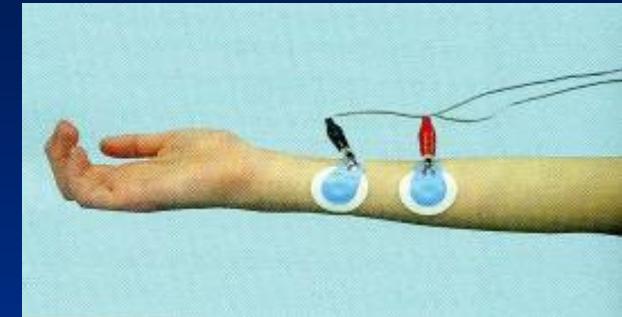
*Température de référence mesurée dans l'AP
Robinson, J pediatr 1998*

Le monitorage de la curarisation

L'évaluation visuelle surestime la récupération du bloc
Accélérographie +++



Intubation



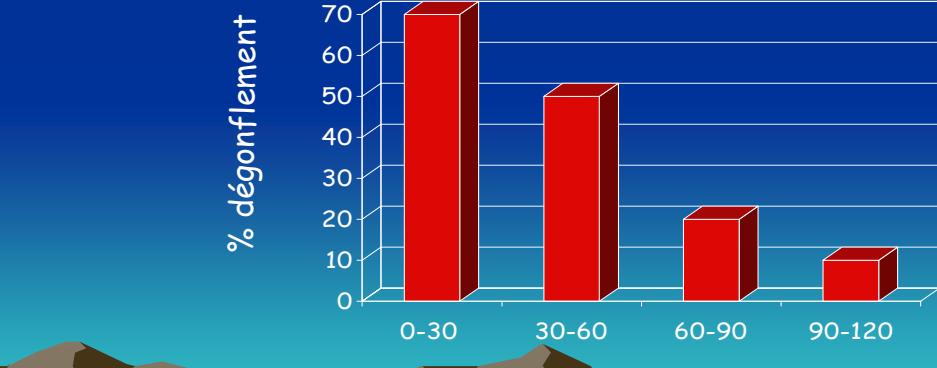
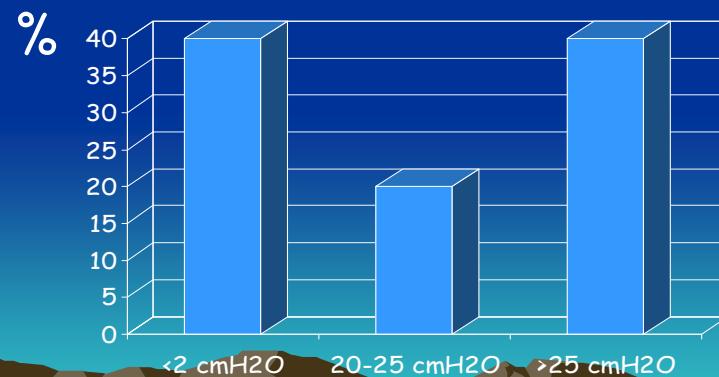
Entretien
Réveil

Récupération clinique incomplète
possible malgré une décurarisation
électrique complète

Critères cliniques de décurarisation
Absence de balancement thoraco-abdominal en VS
Ouverture des yeux
Déglutition
Possibilité de tirer la langue (grand enfant) ou
de soulever les membres inf (NRS)

Monitorage des pressions du ballonnet

- Indispensable si mise en place d'une sonde à ballonnet
- N₂O+++
- Objectif : P < 25 cm H₂O



Monitorage invasif de la pression artérielle

- indications en anesthésie : interventions à risque hémorragique, utilisation d'agents vasoactifs
- Site de ponction : radial > fémoral
CI++ abord huméral
test d'Allen
- diamètre du KT < 7/10 de celui de l'artère



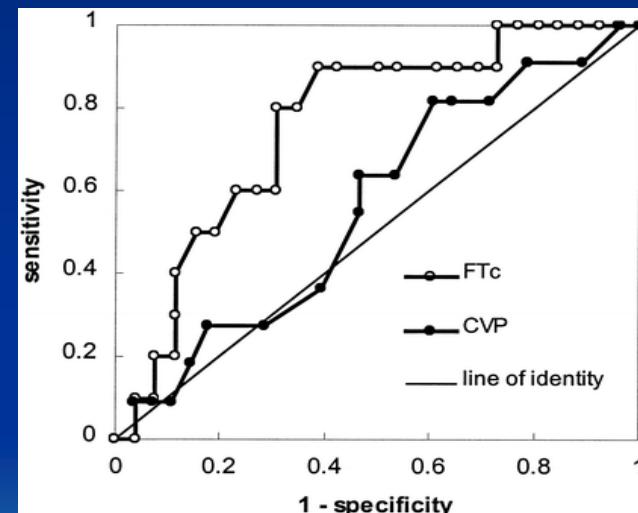
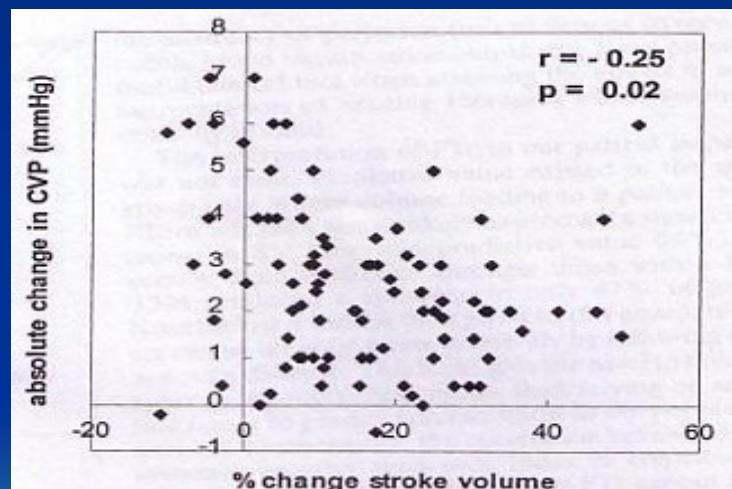
Poids	< 3 kg	10-20 kg	> 20 kg
Taille	24 G	2F, 2 cm 22 G	3F, 4 cm 20 G
perfusion	1 ml/h	2 ml/h	3 ml/h

Sérum physiologique hépariné (0.5-1 UI/ml)

Prof Oreste battistini

Monitorage de la volémie

- variabilité de la pression pulsée non validée chez l'enfant
- PVC ?

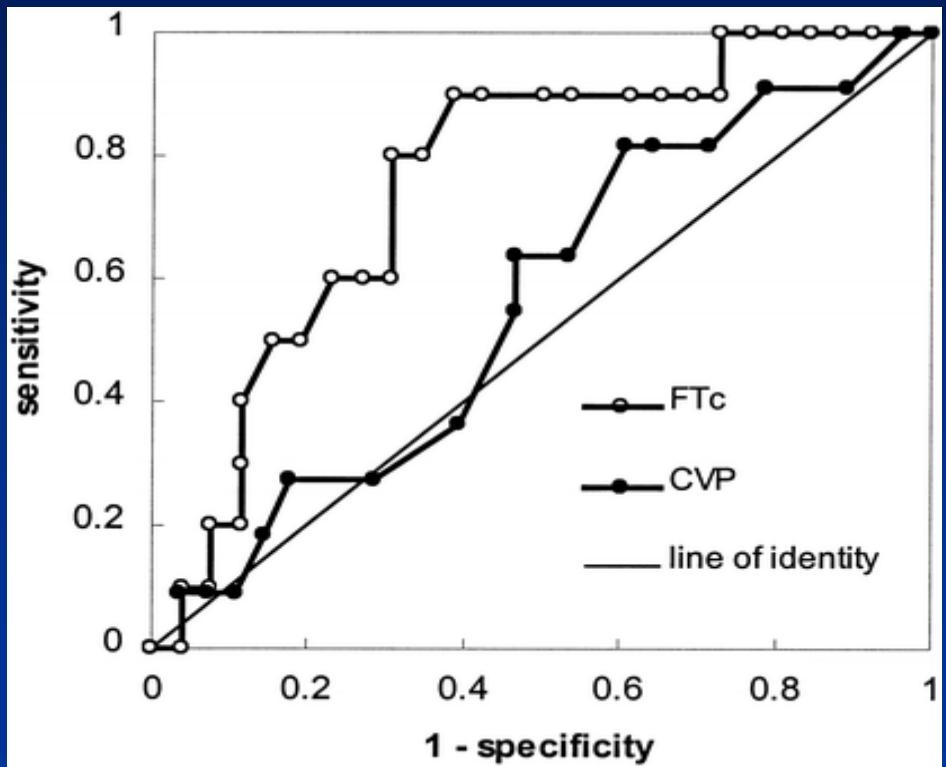


Tibby, intensive care medicine 2001

Aucun indice prédictif de la réponse à l'expansion volémique
n'est validé chez l'enfant

Prof Oreste battistì

251



Monitorage du débit cardiaque au bloc

- Swan Ganz
 - méthode de référence
 - MAIS difficile à mettre en place chez le NRS et le petit enfant
 - interprétation délicate (variations liées à l'âge)
- PICCO
 - grande variabilité des données / thermodilution
- Echographie cardiaque transoesophagienne
 - analyse de la contractilité, du remplissage, présence et sens des shunts
 - MAIS nécessite formation spécifique+++
- Doppler oesophagien +++

Doppler oesophagien

Monitorage non invasif, apprentissage facile



L'électrocardiogramme les particularités liées à l'âge

Purday, Can J Anaesth, 1994.

	FC (min^{-1})	Axe ($^{\circ}$)	PR (sec.)	QRS (sec.)	Dérivations précordiales	Ondes T
Nouveau-né	110-160	+30/+180	0.07-0.14	0.05	VD dominant	Microvoltées V1 V2 nég.
1 sem-1 mois	105-180	+65/+165	0.07-0.14	0.05	R en V1 V2	Macrovoltées V1 V2 nég.
1-6 mois	105-185	+10/+110	0.07-0.15	0.05	R en V1	V1 V2 nég.
6 mois-3 ans	90-165	+5/+105	0.07-0.16	0.055	R/S <1 en V1 R en V6	V1 V2 nég.
3-8 ans	65-140	+5/+130	0.09-0.18	0.07	adulte	V1 nég.
8-16 ans	60-120	0/+90	0.09-0.18	0.07	Adulte	positives
Adulte	60-100	0/+100	0.12-0.20	0.08	Adulte	positives

Choix d'une canule de guedel chez l'enfant



Place de l'aide inspiratoire ?

20 enfants 1-7 ans, masque laryngé

VS-AI (10 cm H₂O, PEP : 3 cmH₂O) vs **VS-PEP** (3 cmH₂O)

Von Goedecke, Anesth Analg 2005

Table 2

Table 2. Hemodynamic and Respiratory Characteristics During Pressure Support Ventilation (PSV) and Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)

			P value
Heart rate (min ⁻¹)	117 ± 19	117 ± 21	NS
Mean arterial blood pressure (mm Hg)	64 ± 9	64 ± 9	NS
End-tidal sevoflurane (%)	2 ± 0.2	2 ± 0.2	NS
Fraction of inspired oxygen (%)	0.36 ± 0.04	0.36 ± 0.05	NS
Axillary skin temperature (°C)	36.4 ± 0.3	36.5 ± 0.4	NS
Oxygen saturation (%)	98.9 ± 0.6	98.8 ± 0.9	NS
End-tidal carbon dioxide (mm Hg)	46 ± 6	52 ± 7	<0.001
Respiratory rate (min ⁻¹)	24 ± 6	30 ± 6	<0.001
Expired tidal volume (mL)	179 ± 50	129 ± 44	<0.001
Peak airway pressure (cm H ₂ O)	12.4 ± 0.9	5.2 ± 0.7	<0.001
Work of breathing patient (J L ⁻¹)	0.54 ± 0.54	0.95 ± 0.72	<0.04
Pressure time product (cm H ₂ O s ⁻¹ m ⁻¹)	94 ± 88	150 ± 90	<0.001
Δ Pressure esophagus (cm H ₂ O)	10.6 ± 7.4	14.1 ± 8.9	<0.04
Inspiratory time fraction (%)	29 ± 3	34 ± 5	<0.001
Respiratory drive (cm H ₂ O)	4.1 ± 3.6	5.1 ± 4.5	NS

Data are mean ± SD or numbers.

NS = not significant.

Table 2. Hemodynamic and Respiratory Characteristics During Pressure Support Ventilation (PSV) and Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)
From: von Goedecke: Anesth Analg, Volume 100(2).February 2005.357-360

Influence du DGF sur le Vt en l'absence d'interruption du DGF en phase inspiratoire

Moynihan, paediatr Anaesth 1992

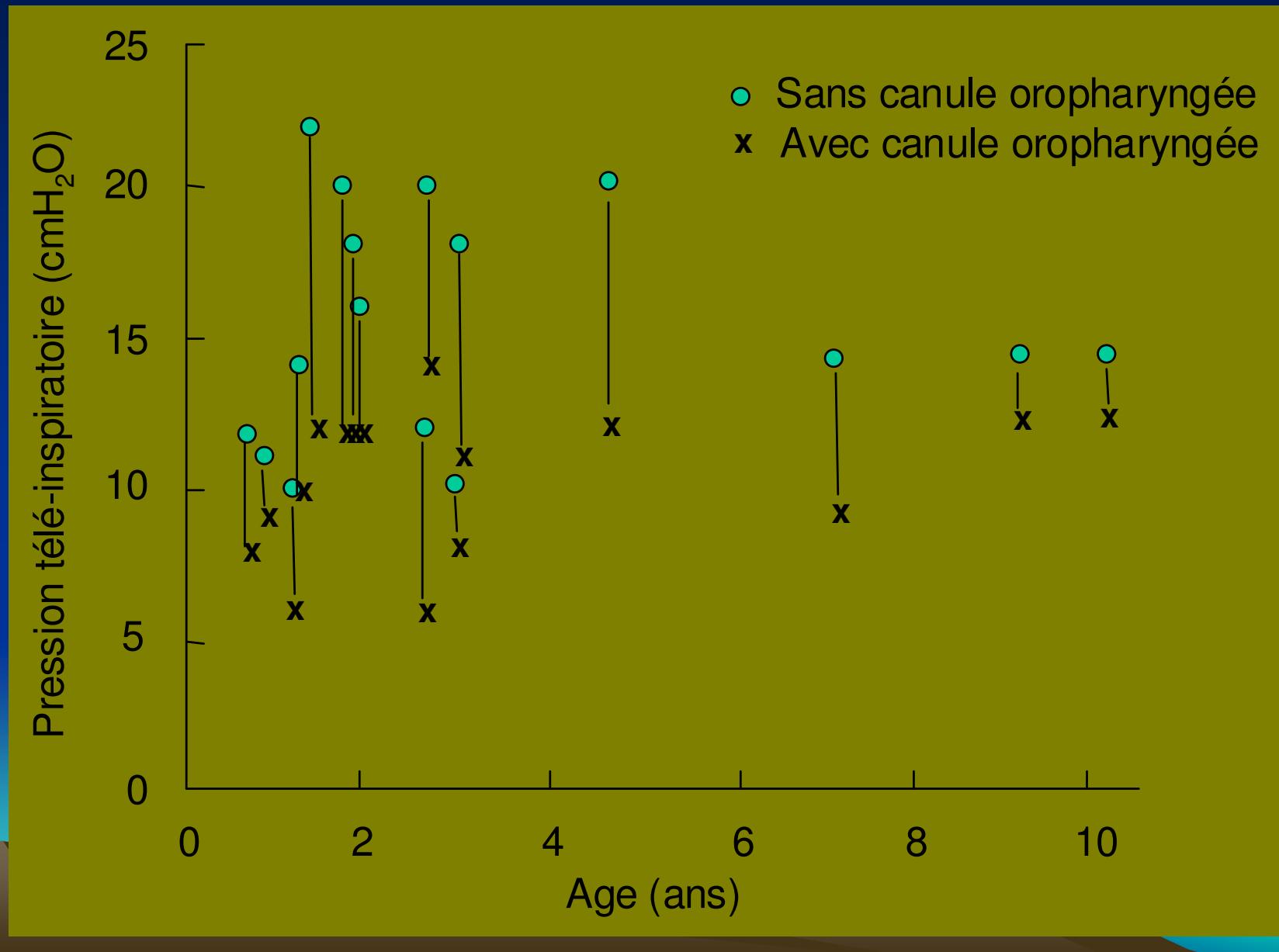
DGF	1,5 l/mn	3 l/mn	6 l/mn
VM (l/mn)			
NRS	2,12 ±0,18	2,42 ±0,23	2,93 ±0,34
Enfant	5,02 ±0,33	5,36 ±0,33	6,07 ±0,36
PI (cmH₂O)			
NRS	20,3 ±1,2	23,1 ±1,1	27,8 ±1,3
Enfant	17,8 ±0,5	19,4 ±0,4	22,2 ±0,5
EtCO₂ (mmHg)			
NRS	42,1 ±2,4	37,4 ±1,5	31,2 ±1,3
Enfant	38,9 ±2	36,9 ±1,6	33,1 ±1,8

Ajustement des réglages si modifications du DGF
Prof Oreste battisti

Gestion standard des VAS

- Masque facial
- Sonde d'intubation trachéale
- Masque laryngé

Anesthésie au masque facial : Intérêt de la canule oro-pharyngée



Intubation nasale : de moins en moins d 'indications

- Avantages : fixation de la sonde et cavité buccale libre
- Inconvénients :
 - Stress hémodynamique
 - temps d 'intubation
 - Saignements et traumatismes (30 à 80%)

Pour ou contre les sondes à ballonnet ?

Contre

- ↓ diamètre sonde
- Inutilité car l'étanchéité se fait au niveau du cartilage cricoïde
- ↑ augmentation des complications respiratoires à l'extubation

Pour

- ↓ le risque d'inhalation
- ↓ les ré-intubations et donc ↓ du risque d'œdème sous-glottique
- ↓ la pollution et ↓ le coût des anesthésiques volatils

Risque de complications laryngées ?

- Pas de risque supplémentaire lié à l'existence d'un ballonnet
 - En anesthésie : Koka 1977
 - En pré-hospitalier: Meyer Paediatr Anaesth 2000
 - En réanimation pédiatrique. Deakers J Pediatr 1994
- Etude contrôlée randomisée de Khine (*Anesthesiology* 1997)

Pas d'augmentation de l'incidence des complications respiratoires postopératoires (1.2 vs 1.3%)

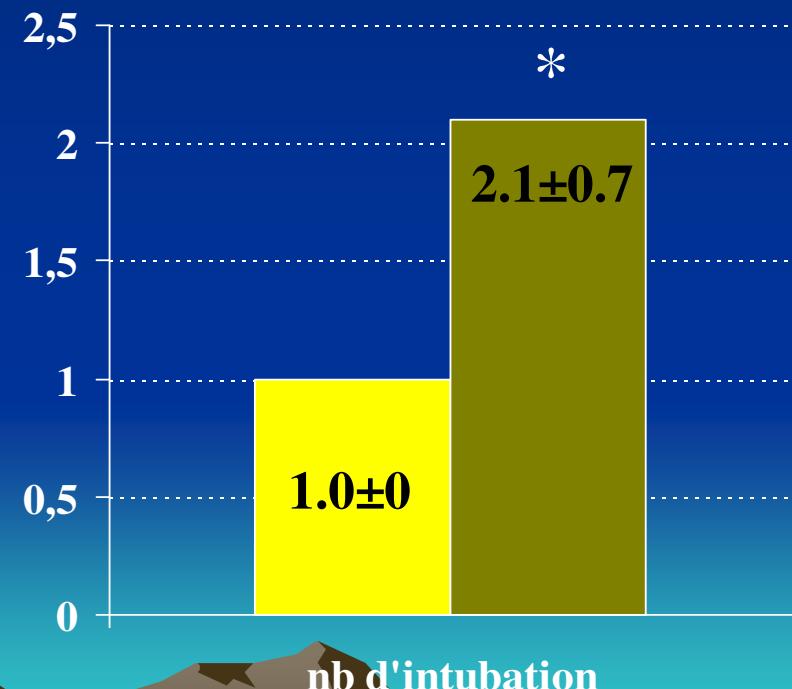
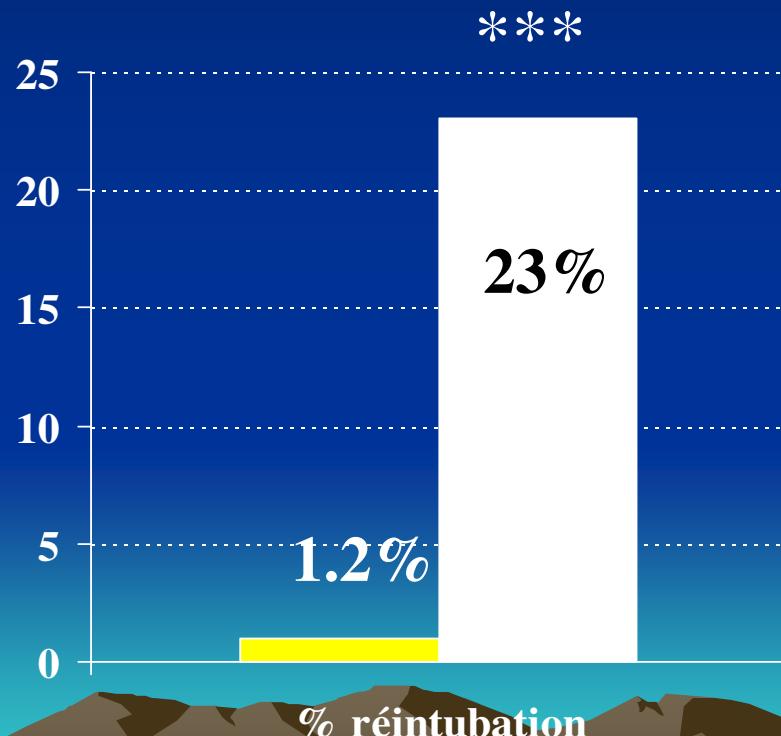
Comparison of Cuffed and Uncuffed Endotracheal Tubes in Young Children during General Anesthesia

Henry H. Khine, M.D.,* David H. Corddry, M.D.,† Robert G. Kettrick, M.D.,‡ Thalia M. Martin, M.D.,§
John J. McCloskey, M.D.,§ John B. Rose, M.D.,§ Mary C. Theroux, M.D.,§ Michael Zagnoev, M.B., B.Ch.||

- 488 nouveau-nés et enfants < 8 ans intubés après randomisation avec une sonde avec ou sans ballonnet
- Taille (mm diamètre interne) si âge > 2 ans
 - avec ballonnet : $(\text{âge}/4) + 3$
 - sans ballonnet : $(\text{âge}/4) + 4$

La présence d'un ballonnet diminue l'incidence des réintubations

- Sonde à ballonnet
- Sonde sans ballonnet



Khine et al 1997

Prof Oreste battisti

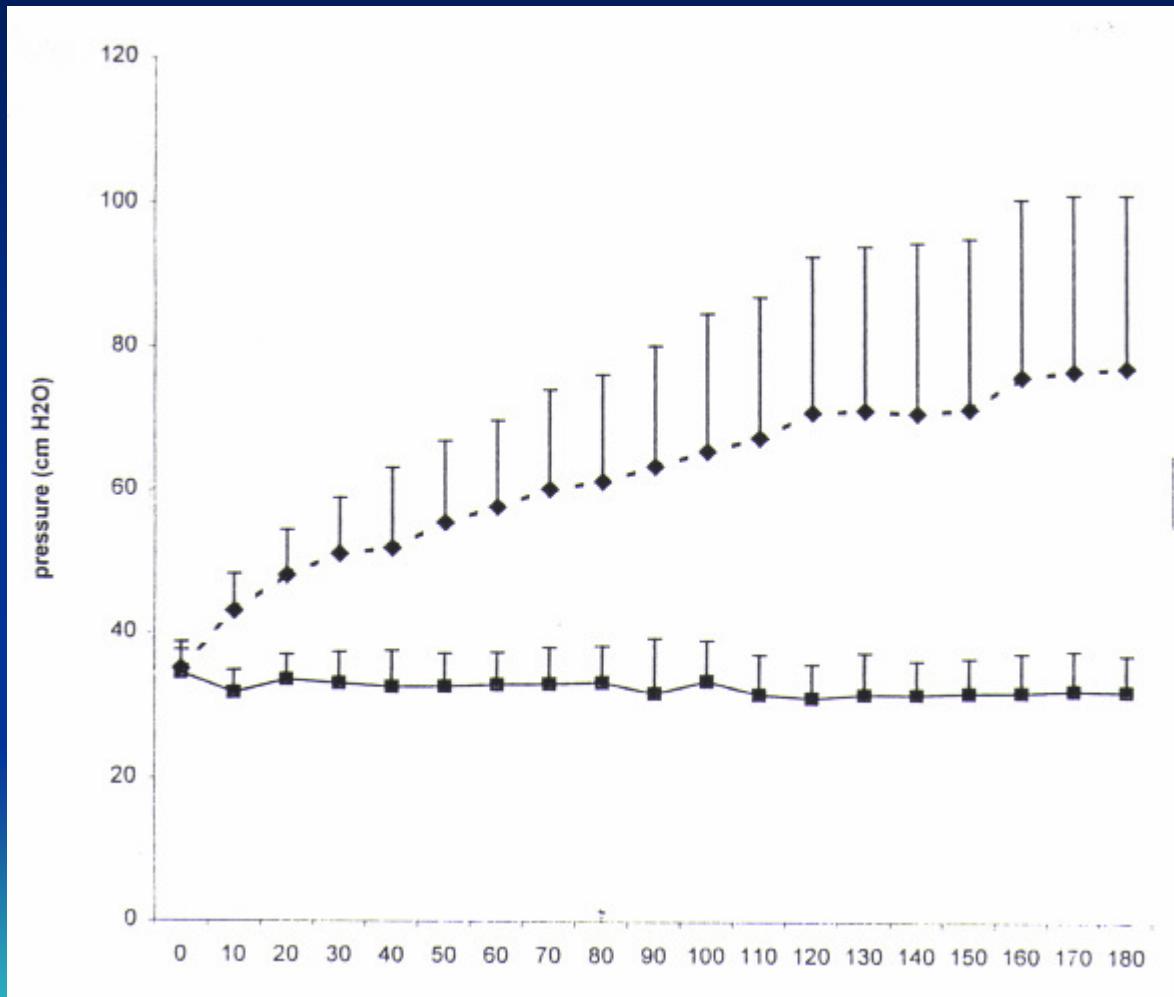
Fine et al 2000

265

Le problème du N₂O

- Augmentation progressive du volume (et donc de la pression) du ballonnet gonflé à l'air en raison de la diffusion du N₂O
- 2 solutions
 - Monitorage de la pression du ballonnet
 - Gonflage avec un mélange O₂-N₂O

Nitrous oxide increases endotracheal cuff pressure and the incidence of tracheal lesions in anesthetized patients (*TU. HN, Anesth Analg 1999*)



◆ Ballonnet
gonflé à l'air

■ Ballonnet gonflé
au mélange air-N₂O



Prof Oreste battisti

Masque laryngé

Avantages

- NON agressif
- Diminution des résistances
- MAC insertion ML<MAC IOT
- Mains libres

Inconvénients

- Ne protège pas de l ' inhalation
- Déplacements secondaires
- Nécessite vigilance
- Complications diminuent
3avec l 'expérience

Taille	1	1.5	2	2.5	3
Poids	3-5	5-10	10-20	20-30	30-50

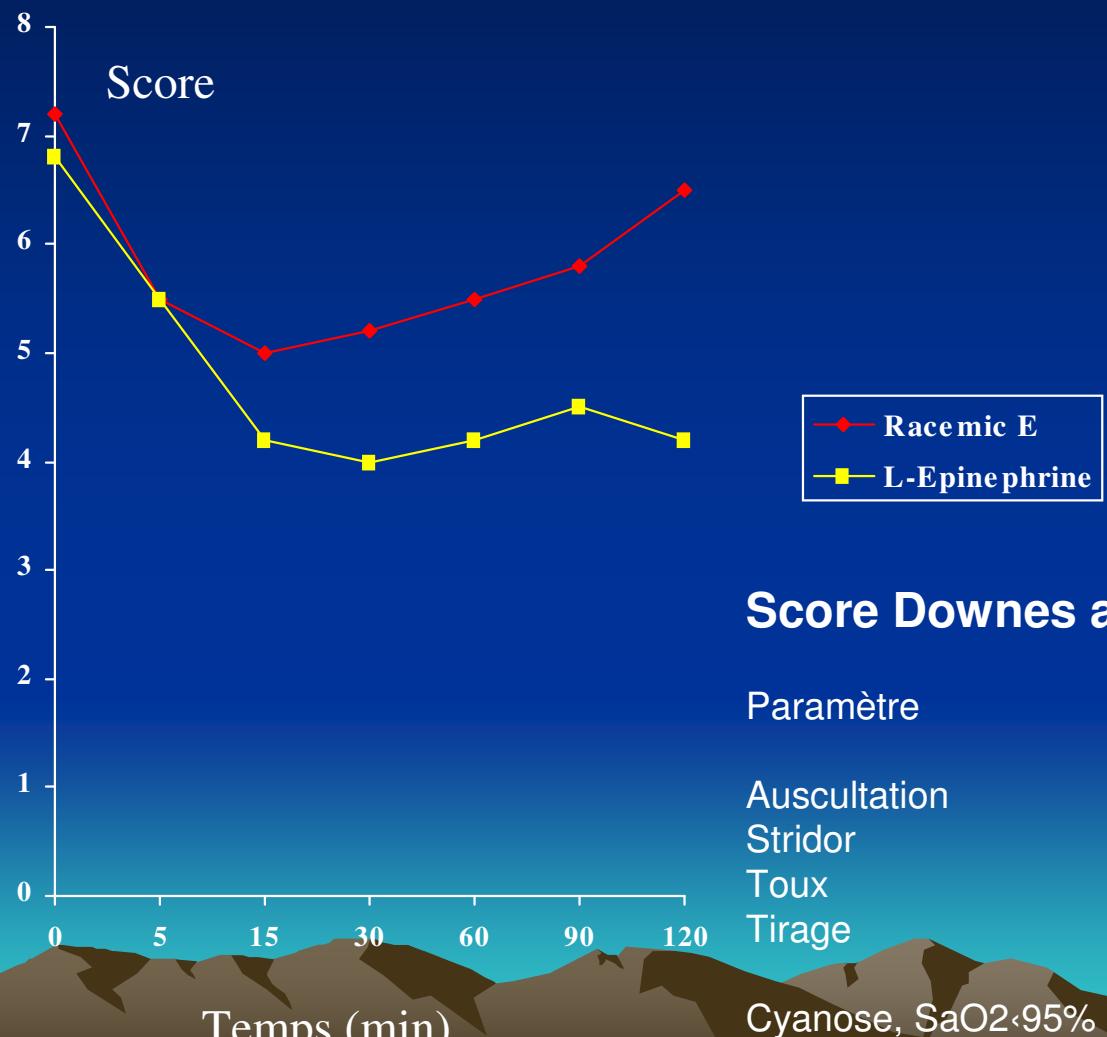
Traitement de l'œdème sous glottique “Corticoïdes”

Skolnik AJDC 1989

Source	nb	Etude	Equivalent mg/kg Dexaméthasone	Effet	
Martensson 1960	288	P	0.05-0.07	+	
Novik 1960	208	P	< 0.05	-	Dexaméthasone
Sussman 1964	8	P	< 0.1	-	
Eden 1964		47	P	0.18	- Soludécadron®
Eden 1967		50	P	0.1	- 0.3 mg / kg
Ross 1969		263	R	< 0.05	-
Skowron 1966	200	P	0.4-0.5	±	Méthyl-prednisolone
James 1969	88	P	0.4-0.9	+	Solu-Médrol®
Leipzig 1979	30	P	0.3	+	
Muhlendahl 1982	349	P	0.5	+	1.5 mg/kg
Koren 1983	78	P	0.6	-	
Kuusela 1988	72	P	0.6	+	
Postma 1984	43	R	0.5	+	

Traitement de l'œdème sous glottique Racemic Epinephrine vs L-Epinephrine

Waisman, Pediatrics 1992



31 Enfants 6 m- 6 ans

Score >6

0.5 ml 2.25% Racemic Epi

5 ml L-Epi 1:1000

5 mg adrénaline

Score Downes and Raphaely

Paramètre	0	1	2
Auscultation	N	rhonchi	freinage
Stridor	0	insp	resp
Toux	0	+	aboyante
Tirage	0	suprasternal	suprasternal
Cyanose, SaO ₂ <95% Prof Oreste battisti	0	à l'air	+ intercostal
			sous Flo ₂ = 40%
			271

Intubation difficile

- Systématiquement évoquée dans certaines pathologies : Pierre-Robin, sd de Goldenhar, nanisme, mucopolysaccharidoses, trisomie 21, arthrogrypose, ankylose temporo-mandibulaire.....
- La validité des critères prédictifs n'est pas établie chez l'enfant
- L'intubation difficile non prévue est exceptionnelle chez l'enfant.

INTUBATION DIFFICILE

quelques principes ...

- Ne pas s'acharner sur une intubation difficile au risque d'aggraver une situation jusqu'à un point de non retour → hors urgence, réveiller l'enfant
- Privilégier le maintien de la ventilation spontanée
- Avoir présent à l'esprit un algorithme décisionnel personnel
- Prévoir des conditions de sécurité pour le patient en terme de monitorage et de compétences additionnelles et de répartition des taches

IT difficile prévue
 =
AG en spontanée
Fibroscope prêt
ORL prévenus

Laryngoscopie

IT + IT -

fibroscopie

IT + IT -

Réveil **Appel ORL**

Masque laryngé

**IT difficile non prévue
 (exceptionnelle)**

Demande de renfort (anesthésiste et ORL)

Ventilation efficace au masque
 (+canule oropharyngée) Ventilation inefficace au masque
 (+canule oropharyngée)

Approfondissement
 de l'AG
 +/- succinylcholine

Essai autres techniques
 (2 essais < 5 min)
 (lame droite, position tête...)

Laryngospasme?

oui

non

Masque laryngé

Ventilation inefficace
 ↓
 Ponction transcricoïdienne

Ventilation efficace
 ↓
 Réveil

Masque laryngé

Réveil **Appel ORL**

Intubation difficile : intérêt du masque laryngé ...

- Le masque laryngé permet de temporiser et de stabiliser les situations difficiles, par exemple dans le contexte pédiatrique de faire appel à un chirurgien ORL à compétence pédiatrique
- Intérêt en néonatalogie (*Gandini et al, AA, 1999*)