

PARTICULARITES PHYSIOLOGIQUES DE L'ENFANT PARTICULARITES ANESTHESIE PEDIATRIQUE

Dr B.COUSTETS

PHAR – HOPITAL DES ENFANTS – CHU TOULOUSE

20/11/2015



QUELQUES DEFINITIONS

- Nouveau-né: de la naissance jusqu'à 1 mois
- Nourrisson: de 1 mois à 18 mois
- Enfant: de 18 mois jusqu'à la « majorité »

A la naissance, on évalue le nouveau-né selon 3 critères:

- **La maturité:**

prématuré sévère: 24 à 30 SA

prématuré modérée: 31 à 36 SA

maturité normale: 37 à 42 SA

post terme: > 42 SA

- **La trophicité:**

très petit poids: < 1500 g

petit poids: 1500 à 2500 g

- **La vitalité:**

Score d'APGAR

	0	1	2
Coloration	tronc bleu ou pâle	tronc rose extrémités bleues	tronc et extrémités roses
Respiration*	aucune	superficielle	cri vigoureux
Tonus	flasque	moyen	vigoureux
Réactivité**	aucune	faible	vive
Fréquence cardiaque	0	< 100	> 100

* Respiration: évaluer les enfants ventilés avec un trait (-).
** Réactivité = motricité spontanée, cri, éternement, toux.

Adaptation cardio - circulatoire à la naissance

LAPAROSCHYSIS

OMPHALOCELE

ATRESIE ŒSOPHAGE , GRELE

IMPERFORATION ANALE

HERNIE DIAPHRAGMATIQUE

INTRA-UTERO

- FC élevée : 120-160 bpm
- RVS basses
- RV pulmonaires élevées
- Le flux sanguin dépend essentiellement de la FC



A LA NAISSANCE : arrêt de la circulation ombilicale

↘ des Pressions droites (baisse du retour veineux)

↗ des Pressions gauches (augmentation des RVS)

Expansion pulmonaire

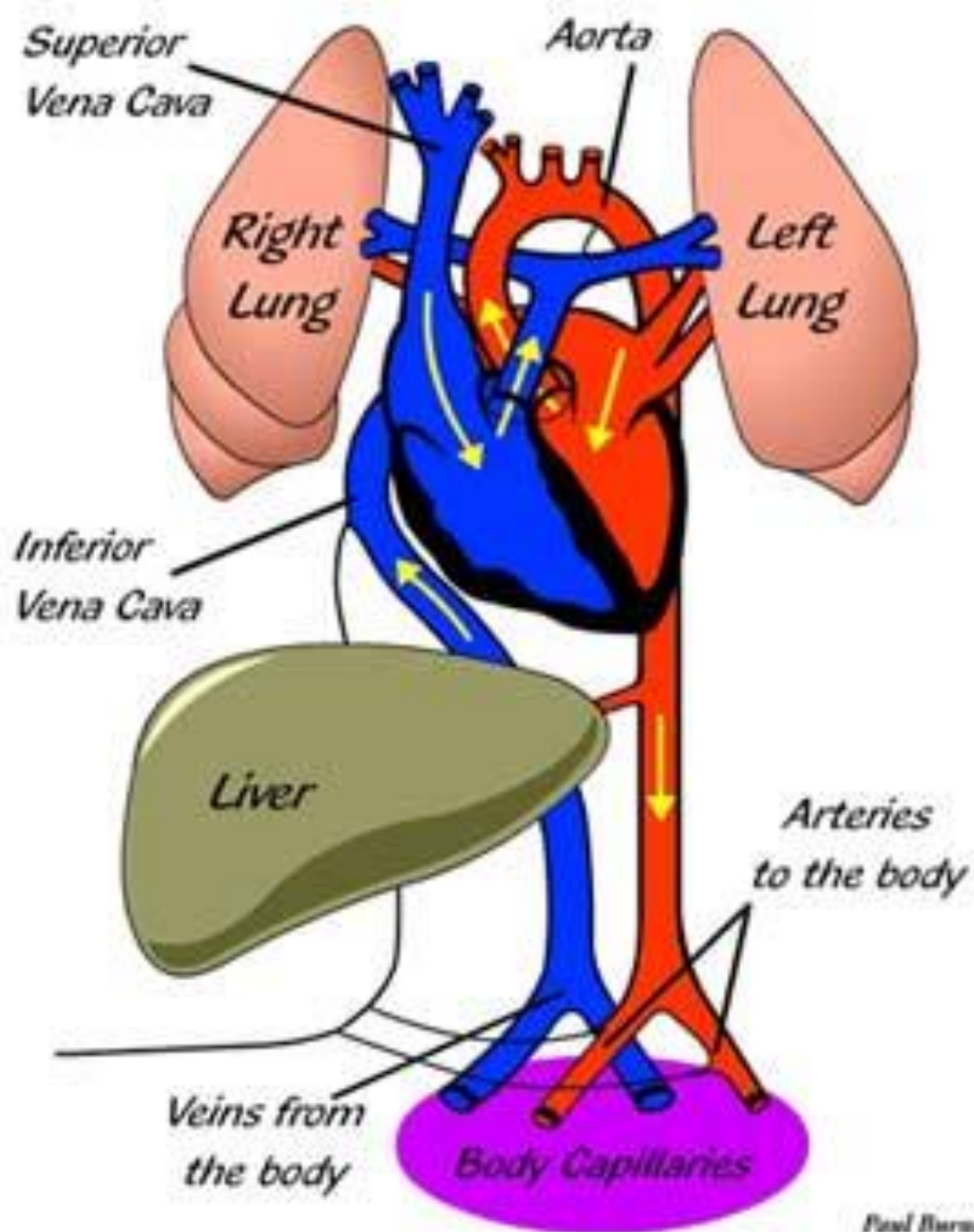
baisse des Résistances ART. pulmonaires

augmentation du débit sanguin pulmonaire

augmentation du retour v. dans l'OG



INVERSION DU REGIME DE PRESSION



CONSÉQUENCES À LA NAISSANCE

- Pressions Gauches > Pressions Droites
- Fermeture du F.O.
- ↘ du shunt du canal artériel et fermeture fonctionnelle

= PHASE TRANSITIONNELLE
(pendant 1^{er} mois de vie ≈)

Δ à la phase transitionnelle !!!!

Hypoxie

Acidose

Hypovolémie

Hypothermie

↗ Des RV pulmonaires

Réouverture des shunts

Retour à la circulation foetale

HYPOXIE REFRACTAIRE

Fonction cardiaque: Le Débit Cardiaque

- $DC = VES \times FC$ FREQUENCE CARDIAQUE DEPENDANT
- Rappel:
 - NN: tachycardie si > 200 bpm
 - bradycardie si < 90 bpm
 - arrêt cardiaque si < 60 bpm ($\rightarrow$ MCE !)

La tachycardie est sans conséquence grave

A l'inverse, Δ aux bradycardies !!!

La Pression artérielle

- Physiologiquement basse chez le NN
- Bon reflet de la volémie chez le tout petit
- Diminution pour au moins 40% de perte de volume sanguin circulant chez l'enfant

T.A.S $\longleftrightarrow$ VOLÉMIE

Cardio vasculaire

$PAS = 80 + 2 \times \text{âge (ans)}$

PAM(prématurés) : âge corrigé (SA)

Âge (années)	Fréquence cardiaque (bpm)	PAS - PAD (mmHg)
Nouveau-né	140-180	60 - 35
< 1	120-150	90 - 65
1-2	110-130	95 - 65
2-5	105-120	100 - 60
5-12	90 - 110	110 - 60
>12	70-100	120 - 65

Définition de l'hypotension :

- Chez le nouveau-né :

$\text{P.A.M. (en mm Hg)} < \text{âge gestationnel}$

- Chez l'enfant :

$\text{P.A.S.} < 70 \text{ mm Hg} + \text{âge (en années)} \times 2$

	FC (BPM)	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)	IC (L / min / m²)	Conso O2 (mL / Kg / min)
Préma	150 (20)	50 (3)	30 (3)		8
Nouveau-né	130 (20)	73 (18)	50 (8)	2,5	6 à 7
6 mois	120 (20)	90 (25)	60 (10)	2	5
1 an	115 (20)	96 (30)	66 (25)	2,5	5,2
2 ans	105(25)	100 (35)	65 (25)	3,1	6,4
5 ans	90 (10)	95 (15)	55 (10)	3,7	6
10 ans	80 (15)	110 (15)	58 (10)	4,3	3,3
15 ans	75 (10)	122 (30)	75 (20)	3,7	3,4

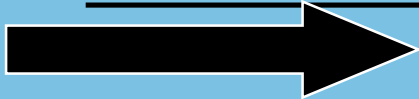


Réanimation peropératoire



maintenir la volémie

- ☐ Besoins de bases et compensation du ieun



ringerlactate glucosé à 1%

- ☐ Compensation de pertes volémiques liées à la chirurgie

Albumine à 4% : incontournable avant 1 an

Gélofusine

.

- ☐ Le ringer lactate reste le soluté de première intention



Stratégie de transfusion

- ☐ volume ?:

$$\text{Volume en ml} = 3 \text{ ml} \times \Delta \text{Hb} \times \text{Pds(Kg)}$$

N né : 4ml/Kg → augmentation de Hb de 1gr/dl

- ☐ Au delà d'une masse sanguine(80ml/kg)

PFC (10ml/kg)

Des plaquettes (1CSP / 5Kgs)



RESPIRATION

- Volume de fermeture élevé
(assuré par le frein glottique et le surfactant)
- Masse musculaire diaphragmatique faible
Rareté des fibres musculaires diaphragmatiques de type I

paramètres modifiés par :

- ✓ l'anesthésie
- ✓ l'intubation
- ✓ l'absence de PEEP +++++
- ✓ le tabagisme passif

.....

RISQUE D'ATÉLECTASIE

RISQUE MAJEUR D'ÉPUISEMENT RESPIRATOIRE

PREOXYGENATION ++++

Système respiratoire

Âge	Nouveau-né	1 - 12 mois	1 - 6 ans	7 - 12 ans
Fréquence respiratoire	30 - 60	24 - 40	20 - 30	16 - 20

	Nouveau-né	Adulte
Volumes respiratoires		
Capacité résiduelle fonctionnelle - CRF (ml/kg)	27 - 30	30 - 34
Volume courant (ml/kg)	6 - 8	5 - 7
Volume espace-mort (ml/kg)	2 - 2,5	1 - 1,5
Ventilation alvéolaire - $\dot{V}_A$ (ml/kg/mn)	100 - 150	60
$\dot{V}_A$ /CRF	4 - 5	1 - 2
Autres valeurs		
Surface pulmonaire (m ²)	2,8	65 - 75
Consommation d'oxygène (ml/kg/min)	6 - 6,5	3,5
Compliance pulmonaire (mL/cmH ₂ O/kg)	1	2,5 - 3



$V_t = 5 \text{ à } 8 \text{ ml / Kg}$

$V_d = 1/3 V_t$

$FR = 40 / \text{min}$

$VA = 120 \text{ à } 150 \text{ ml / Kg / min}$

$VA / CRF = 5$

Consommation en $O_2 = 7 \text{ ml / Kg / min}$

Nouveau-né de 4 Kg

$V_t = 30 \text{ ml}$

$V_d = 10 \text{ ml}$

Il ne faut rajouter que 20 ml d'espace mort pour rendre l'échange alvéolaire impossible.

$V_t = 5 \text{ à } 8 \text{ ml / Kg}$

$V_d = 1/3 V_t$

$FR = 12 / \text{min}$

$VA = 50 \text{ à } 65 \text{ ml / Kg / min}$

$VA / CRF = 1,4$

Consommation en $O_2 = 3,5 \text{ ml / Kg / min}$

Adulte de 50 Kg

$V_t = 400 \text{ ml}$

$V_d = 130 \text{ ml}$

Il faut rajouter 270 ml d'espace mort pour rendre l'échange alvéolaire impossible.

CONSÉQUENCES :

Risque majeur d'hypoxie lors d'une anesthésie et après car:

Consommation d'O₂ élevée

Faibles réserves en O₂

Fatigabilité respiratoire

Forte tendance à l'atélectasie

Immaturité de la régulation centrale

Réflexes spécifiques

Respiration nasale du NN
(respiration buccale possible vers 6 mois)



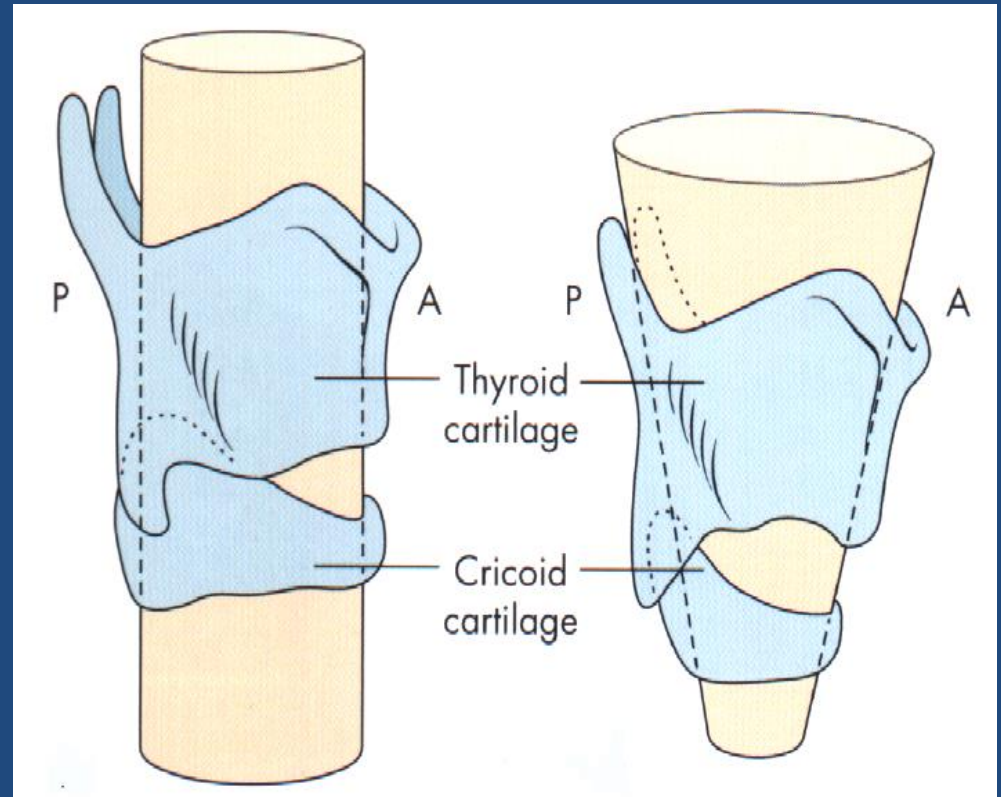
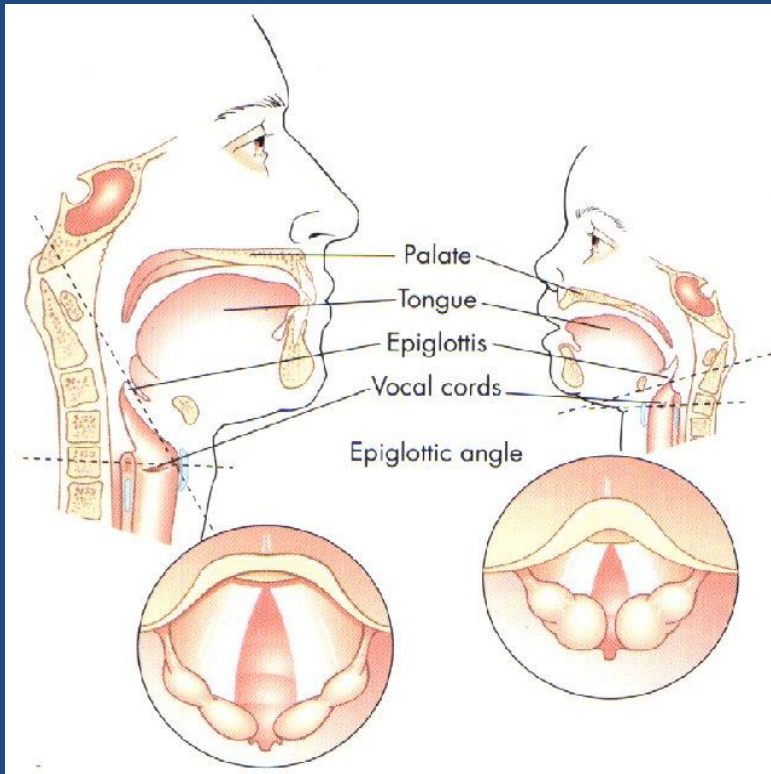
Positionnement des sondes gastriques en buccal

Oxygénation par lunettes ou enceintes

Désobstruction nasale soigneuse (mouche bébé et sérum phys.)

Anatomie Glotte et Trachée

diamètre interne sonde Intubation: Poids / 10 + 3



Laryngoscopie directe d'un nouveau né



A la naissance:

F ONCTION RENALE

- Diminution de la filtration glomérulaire donc
 Δ à la répercussion sur la $\frac{1}{2}$ vie des médicaments à élimination rénale (ex: Sufentanil)
- Très faible pouvoir de concentration des urines donc
 Δ au risque de deshydratation
- Diminution du seuil de réabsorption du glucose donc
 Δ au risque de polyurie osmotique
- Diminution du seuil d'élimination des bicarbonates donc
 Δ au risque majoré d'acidose
- Pouvoir de dilution des urines limite donc
 Δ à la mauvaise adaptation à la surcharge





Le rein atteint sa maturité complète vers 1 an
Diurèse normale 1 à 3 ml/kg/h (adulte 0,5 ml/kg/h)

THERMOREGULATION:

Pertes thermiques augmentées chez le NN et le NRS car:

- Surface corporelle / masse corporelle augmentée
- La tête fait 20% de la surface corporelle totale
- La ventilation alvéolaire est très importante
- Le frisson est inexistant chez le NN et le NRS
- Le panicule adipeux est faible chez le NN

Conséquences néfastes de l'hypothermie chez le NN:

- Aggrave « l'incompétence myocardique » du NN
- ↗ les R.V. pulmonaires → risque de retour à la circulation fœtale
- ↗ la consommation d'O₂
déplace la courbe de dissociation de l' Hb vers la G
- pourvoyeuse d'apnée (+++ chez le préma)
d'hypoglycémie
d'hémorragie péri ventriculaire chez le préma

Pas de réveil si T° < 36°C ++++++

Moyens de lutte contre l'hypothermie:

- Face à l'hypothermie, il existe chez le NN une phase de thermogénèse spécifique grâce à la **graisse brune**
- Monitoring systématique de la température en per opératoire
- Environnement surchauffé: SALLE RECHAUFFEE
- Bonnet en jersey, jambières, couverture chauffante....

SYSTÈME NEUROLOGIQUE

- Myélinisation

Incomplète à la naissance, se poursuit jusqu'à l'âge adulte

Vitesse d'influx basse

meilleure diffusion des A.L. à concentrations égales

↘ des doses et concentrations

- Synapses et jonctions neuromusculaires Immature

résistance aux curares dépolarisants

(et hypersensibilité aux non dépolarisants)

- Tonus Σ quasi maximal et tonus para Σ élevé
baroréflexes peu fonctionnels à la naissance

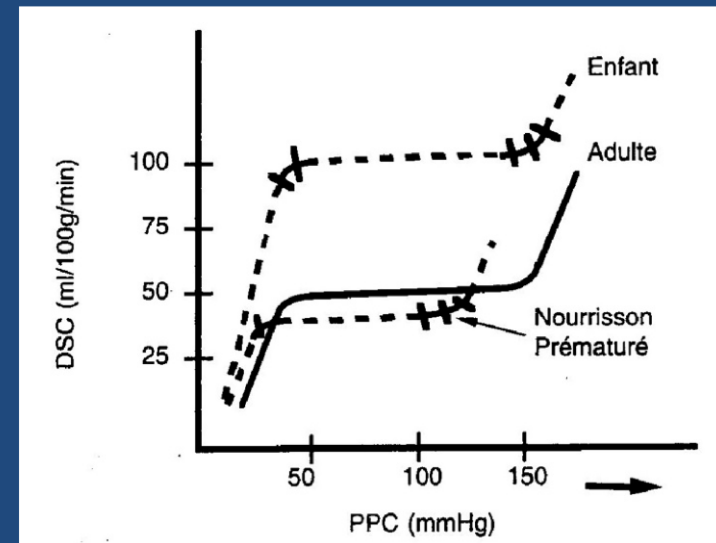
donc peu ou pas de tachycardie 2ndaire à une
hypovolémie chez le tout petit (++++ préma)

Système nerveux central

- Consommation cérébrale en O₂ élevée car besoins énergétiques du développement
- Débit sanguin cérébral variable avec l'âge
- Courbe d'autorégulation PPC/DSC déplacée vers la gauche

↳ tout état de stress chez le NN entraîne un risque d'hémorragie péri ventriculaire

(hypoxie, hypercapnie, dysnatrémie, hypothermie.)



PARTICULARITÉS HÉMATOLOGIQUES

- Synthèse de l'érythropoïétine
Élevée in utero puis effondrement à la naissance et réaugmentation au 3^{ème} mois
- Hb du NN : 60-80 % Hb F (très forte affinité pour O₂)
A 3 mois : Hb A majoritaire
A 6 mois : répartition de l'Hb identique à l'adulte

HEMOGLOBINE

	Nouveau-né	3 mois	6 mois – 1an	2 – 4 ans	8 – 12 ans	adulte
Globules R. (M)	5 – 6	3,8 – 4,2	3,9 – 4,5	4,5 – 5	4,5 – 5	5
Hémoglobine (g/dl)	16 – 21	11 - 12	10,5 – 13 5	12,5 – 13,5	14	15,5
Hématocrite	45 – 65	35	36	38	40	40 - 45



La coagulation

- Immaturité hépatique à la naissance
allongement du TCA et du TP
par : ↘ des facteurs IX , XI et XII
avitaminose K du NN
anomalies du fibrinogène
- Parallèlement, Hypercoagulabilité par déficit en prot C , S, AT III

Au total, se rappeler :

Avant toute chirurgie en urgence chez le NN, administration de

Vitamine K1

« Parfois, rien n'est plus difficile, chronophage, et frustrant que l'obtention d'un abord vasculaire chez l'enfant... »
Strovroff M, Pediatr Clin North Am 1998



Voie Veineuse Périphérique

Acte de routine

- Souvent Facile après induction de l'anesthésie
- Jamais impossible: sites à privilégier, dos de la main, pli du coude (basilique), Jugulaire externe (turgescence par les cris de l'enfant), saphène interne
- Toujours avec une équipe:
 - pas d'algorithme pour VVP difficile
 - réserver un des sites à un intervenant externe



Sites VVP

Figure 4 : veines de la tête et du cou chez l'enfant

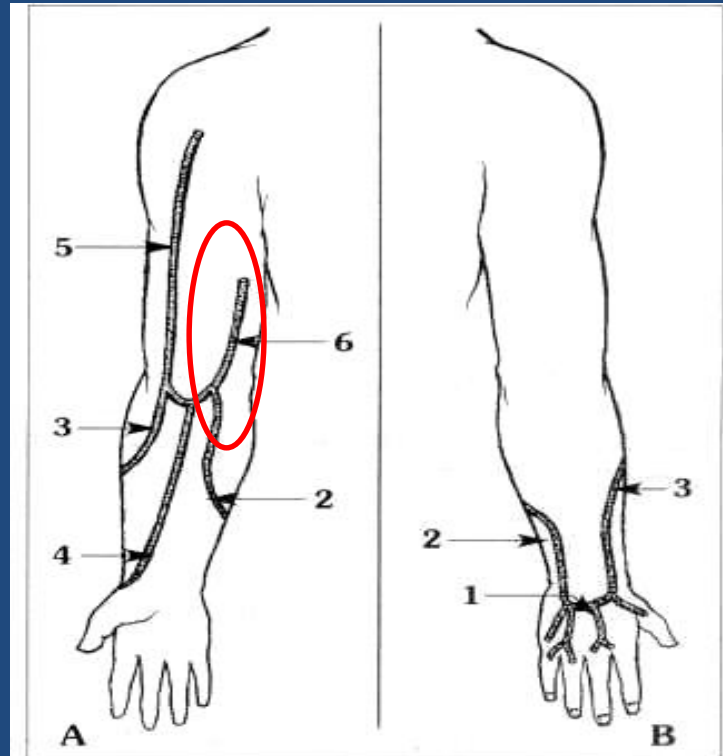
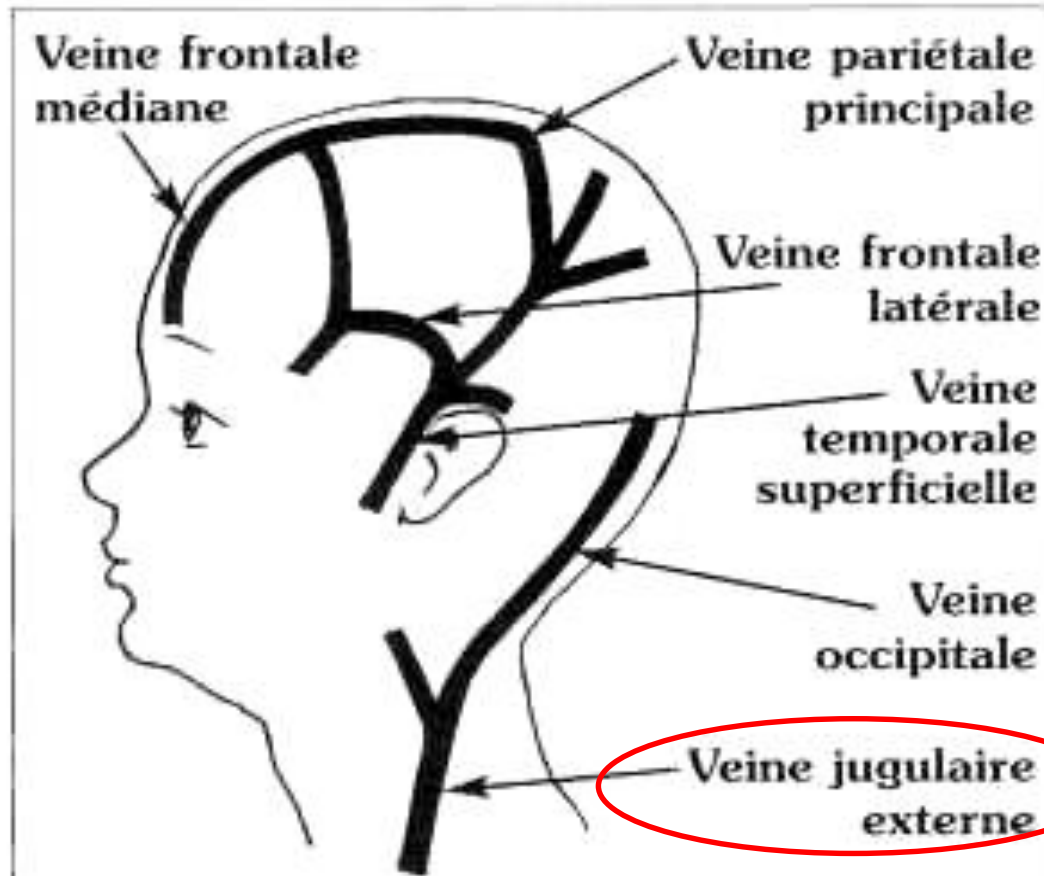


Figure 1 : Veines superficielles du membre supérieur : (A) face antérieure, (B) face postérieure.

1. Arcade dorsale de la main - 2. Veine cubitale - 3. Veine radiale superficielle - 4. Veine médiane superficielle - 5. Veine céphalique - 6. Veine basilique.

LA SAPHENE



Cathéters Périphériques

- Cathéter jaune : 24 G débit moyen de 13-18ml/min
 - Cathéter bleu : 22 G débit moyen de 25-40ml/min
 - Cathéter rose : 20 G débit moyen de 55-65ml/min
 - Cathéter vert : 18 G débit moyen de 80-100ml/min
 - Cathéter gris : 16 G débit moyen de 160-200ml/min
 - Cathéter orange : 14 G débit moyen de 270ml/min
-
- 24 Gauge; 18ml x 60 min = 1080 ML/H

Critères de réussite

- Trocart immobile dans l'os
- Injection facile de NaCl 0,9%
- Aspiration de sang +/- moelle
- Absence de diffusion sous-cutanée des solutés

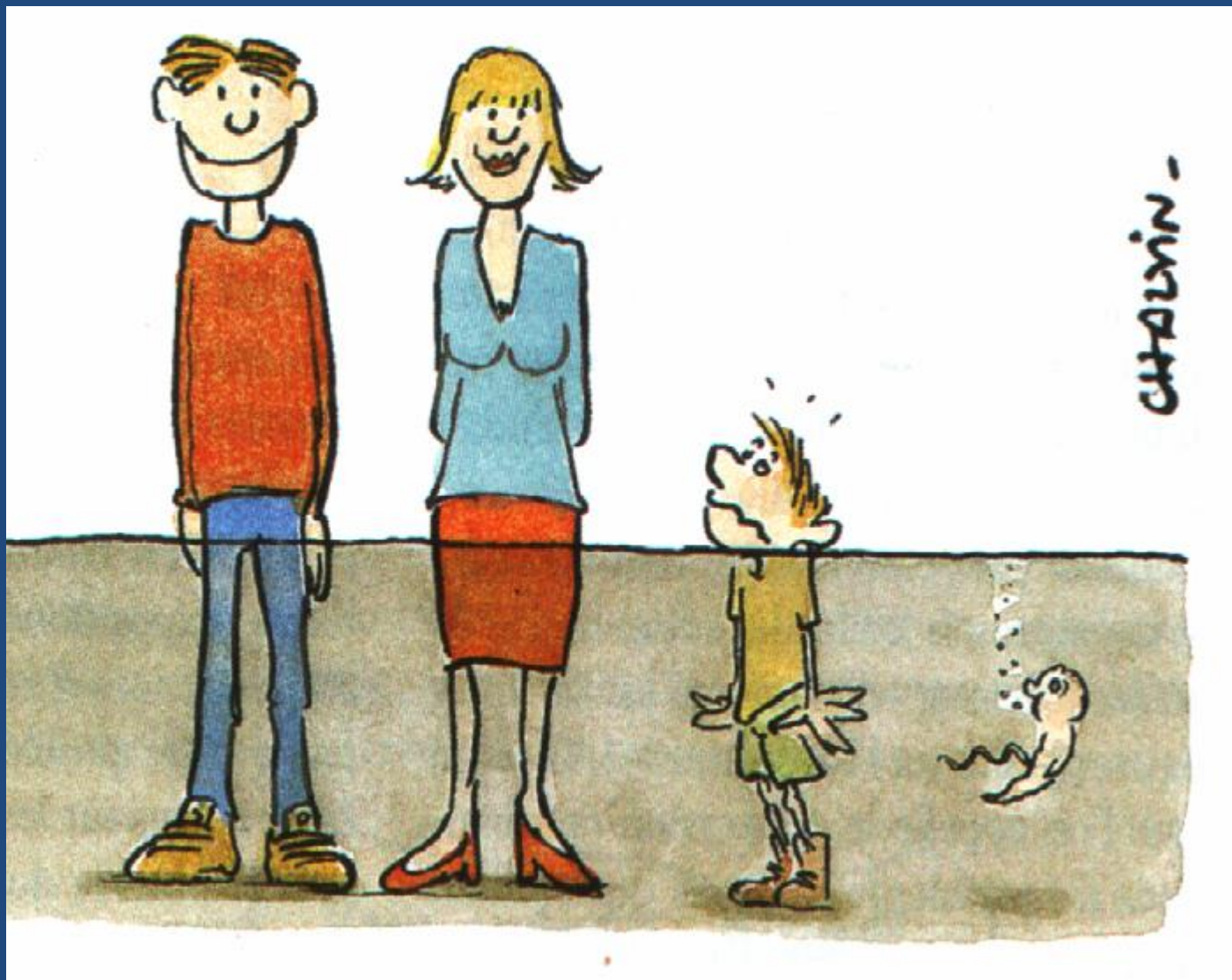


B.I.G : Bone intraosseous Gun: 18 G



Répartition des secteurs hydriques en fonction de l'âge (d'après L. de Saint Blanquat)

	Prématuré	NN	1 an	Adulte
Poids (kg)	1,5	3	10	70
Surface (m ²)	0,15	0,2	0,5	1,7
LEC %	50	45	25	20
LIC %	30	33	40	40



Importance relative du secteur extra-cellulaire chez le nourrisson!!!



Besoins hydriques

Règle des 4-2-1

4 ml/kg/h	poids < 10kg
+ 2 ml/kg/h	poids 10-20kg
+ 1 ml/kg/h	poids > 20 kg

ex : besoins horaires d'un enfant de 25 kg
 $4 \times 10 + 2 \times 10 + 5 \times 1 = 65 \text{ ml/h}$

→ les besoins sont d'autant plus importants que l'enfant est jeune

Jeûne préopératoire

AGE	Aliments solides et Lait	Liquides Clairs
< 6 mois	3H lait maternel 4H lait maternisé	2H
6 à 36 mois	6H (lait)	2H
> 36 mois	6-8H (solides)	2H

AUTORITE PARENTALE

- Article 372 CODE CIVIL: posant le principe de l'exercice conjoint de l'autorité parentale : « *les père et mère exercent en commun l'autorité parentale* ».
- Le seuil entre les actes usuels et non usuels est parfois difficile à établir.
- Actes non usuels.
 - Il s'agit d'actes considérés comme lourds, dont les effets peuvent engager le devenir du malade et ayant une probabilité non négligeable de survenir (hospitalisation prolongée, traitement comportant des effets secondaires ou ayant des conséquences invalidantes, actes invasifs tels anesthésie, opération chirurgicale).

Ces actes nécessitent l'autorisation des deux titulaires de l'autorité parentale, même en cas de séparation.

CONCLUSIONS

- PAM = AGE GESTATIONNEL
- FC > 90/MIN
- VT 6 - 8 ML/KG
- PEP = 4 - 5
- HEMOGLOBINE > 12 G/DL
- DEBIT DE PERFUSION CONTROLE
- TEMPERATURE > 36°
- SONDE INTUBATION: POIDS/10 + 3



**Merci de
votre
attention !**

Fonction cardiaque: Le Myocarde

- A la naissance:
30% de fibres contractiles au niveau du myocarde > incompétence
(rappel: 60% chez l'adulte)
- MAIS:
croissance importante du VG: poids x3 en 3 semaines
poids x15 jusqu'à l'âge adulte
croissance + modérée du VD
- Δ mauvaise tolérance des variations de charge du fait de la proportion des fibres contractiles

L'Electrocardiogramme

- L'axe du cœur se déplace vers la G
(diminution du travail du VD par rapport à la vie I.U.)
- TdR non provoqués: RARES
- TdR provoqués: FRÉQUENTS
 - bradycardies
 - ESV
 - rythmes jonctionnels

CONCLUSION

- CONSÉQUENCES CHEZ LE NN:

Contractilité myocardique médiocre et d'emblée maximale

Mauvaise compliance du VG

Effet inotrope peu marqué par les amines

- ÉVOLUTION:

➤ Rapide de la masse myocardique

Modification de l'Hb

Maturation des baro et chémo récepteurs



évolution globalement complète à l'âge de 1 an

- Réponse à l'hypoxie

Réponse paradoxale jusqu'à 3 semaines de vie:

En normothermie: ↗ transitoire de FR puis apnée
(fatigue m + obstruction VAS)

En hypothermie: PAS de réponse ventilatoire

Réaction d'éveil: réponse normale à l'hypoxie
↘ si prématurité ou DV

- Les réflexes spécifiques

Stimulation pharyngo - laryngée: apnée de type obstructive
puis centrale

stimulation bronchique → réflexe d' Hering – Beuer
= inhibition inspiratoire

réflexe thoracique: prolongation de l'expiration suivie d'une
apnée

- Côtes horizontales , peu calcifiées
- Faible développement des muscles respiratoires accessoires
- R des voies respiratoires élevées particulièrement en distal



- Compliance thoracique élevée > Compliance pulmonaire (égalisation vers 3 ans)
- R pulmonaires totales élevées

Evolution:

- Évolution anatomique: développement diaphragmatique
stabilisation de la cage thoracique
(égalisation des compliances vers 3 ans)
- Évolution des volumes ventilatoires
- Maturation de la commande centrale
- Disparition des réflexes spécifiques du NN
(apparition de la toux chez le grand NRS)

Les voies aériennes supérieures

- Particularités anatomiques:

Grosse tête par rapport au corps

Cou court

Petites narines

Epiglotte longue et rigide

Glotte antérieure et proximale (C4)

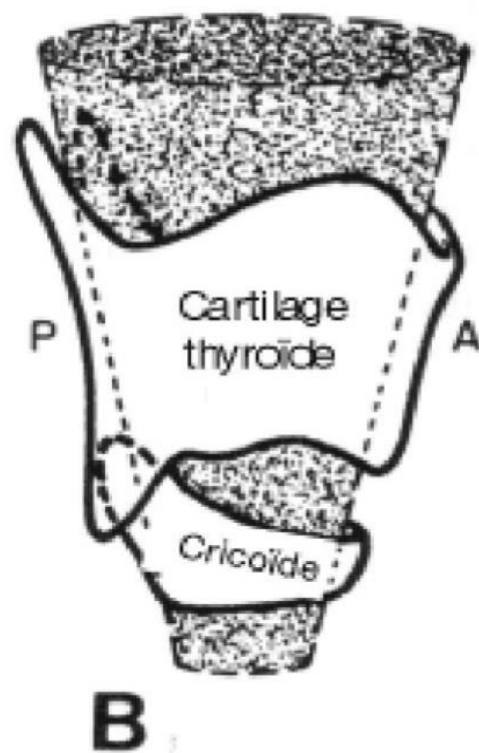
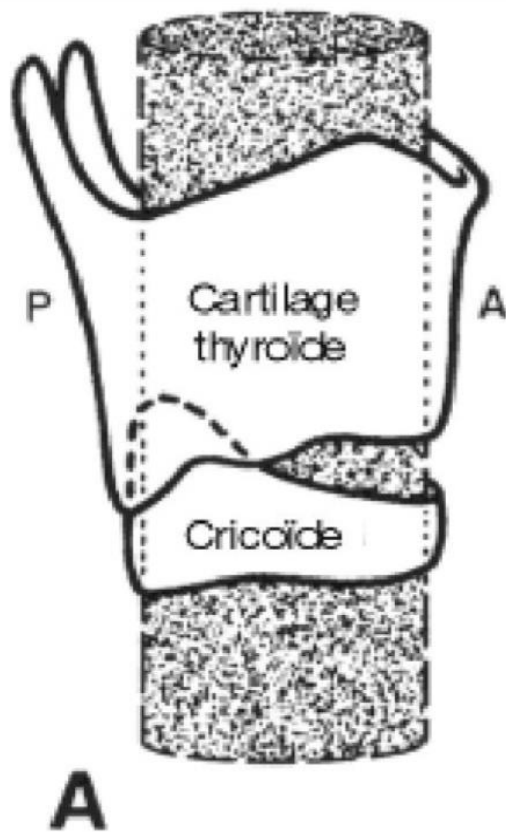
Larynx conique (plus petit diamètre au niveau du cricoïde)

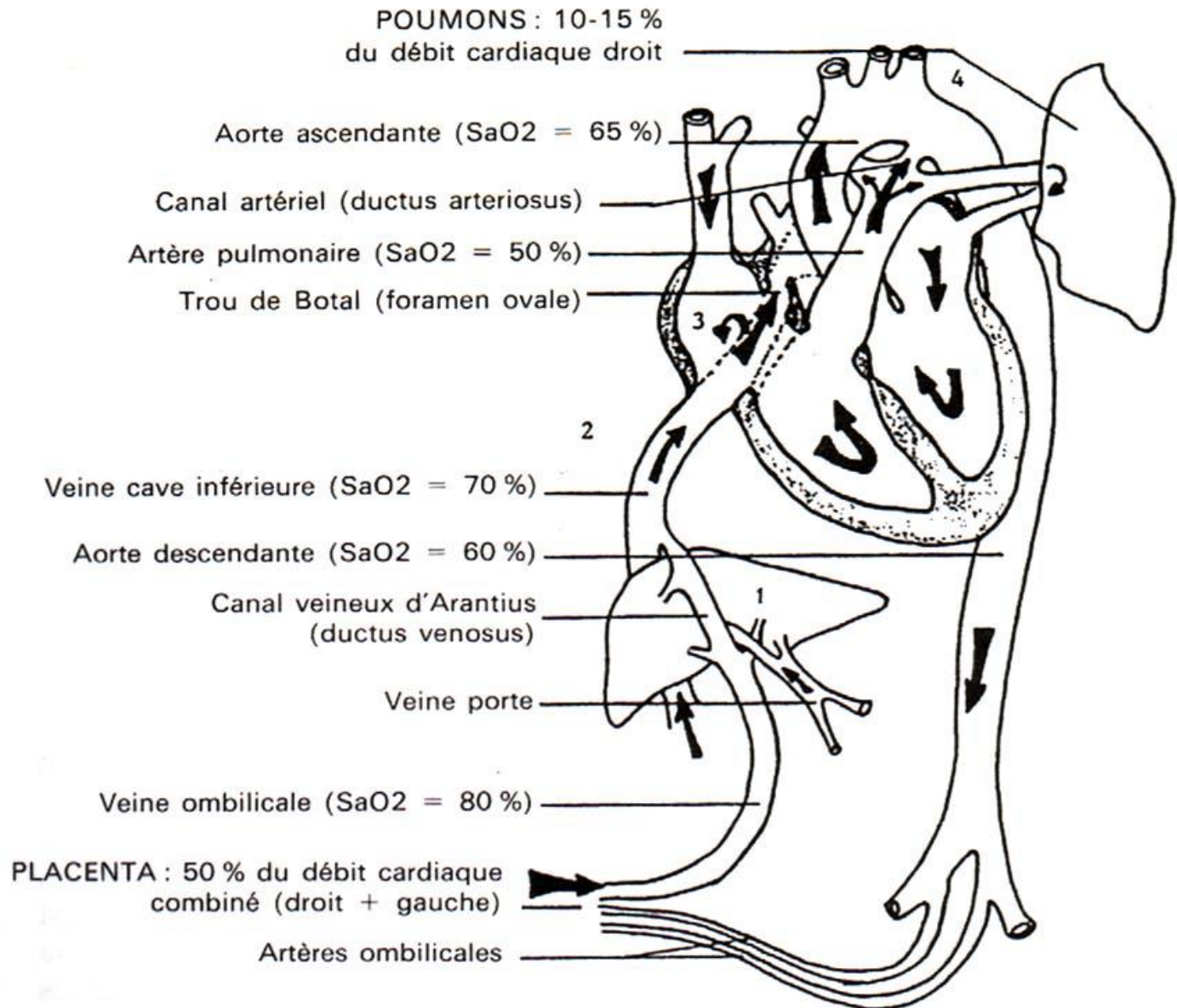
Trachée courte

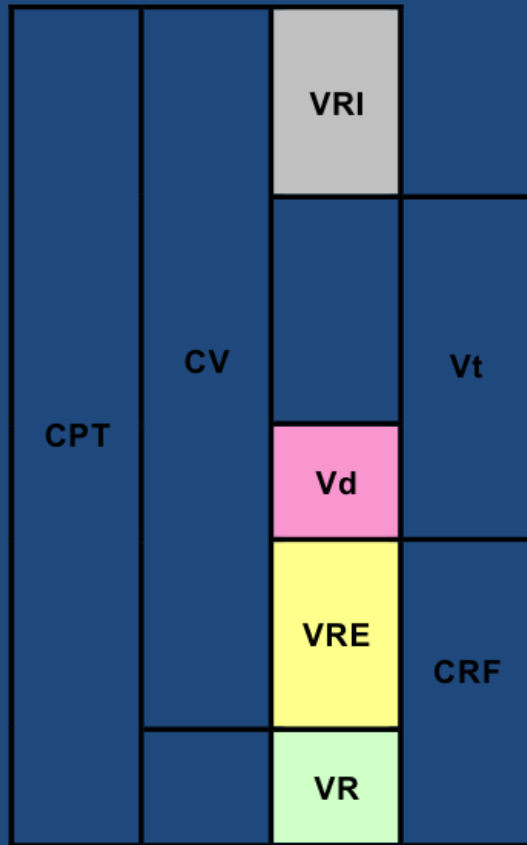
Anneaux trachéaux peu rigides

(Anatomie proche de celle de l'adulte vers 6 ans)









CPT = capacité pulmonaire totale

CV = capacité vitale

VRI = volume de réserve inspiratoire

Vt = volume courant

Vd = espace mort

VRE = volume de réserve expiratoire

VR = volume résiduel

CRF = capacité résiduelle fonctionnelle