L'ASSISTANCE VENTILATOIRE CHEZ L'ENFANT

D Stamm
Réanimation pédiatrique
HFME

16 juin 2016

Hospices Civils de Lyon

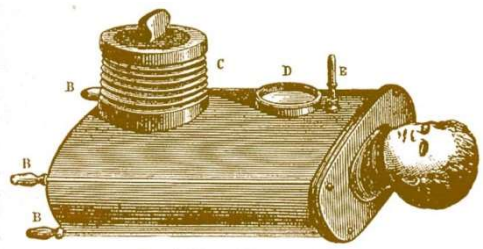
L’actuel

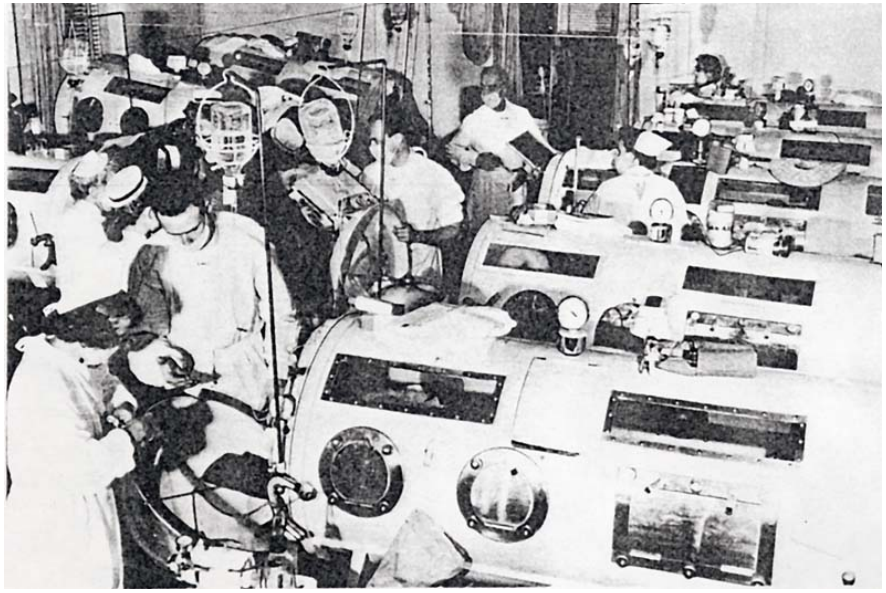
- Somme de multiples évolutions
  - prise en charge des voies aériennes
  - développement de la ventilation mécanique
- Amélioration
  - des techniques
  - du matériel
- Comparaison avec le matériel adulte

1550 AC

Histoire

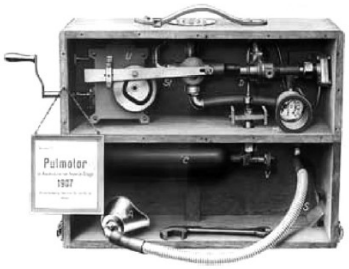
- 100 av JC Asclépiades de Bithynie : pharyngotomie grevée de complications
- En l'an 1000 Avicenne : intubation pour suffocation avec canule d'or / d'argent
- Paolo Bagellardo (1470) 1e recommandation de réanimation pédiatrique
  - en soufflant dans la bouche du nouveau-né encore chaud et pas trop noir
  - repris en 1878 de Saint Germain bouche à bouche pour arrêt respiratoire
- Développement des « ventilateurs »
  - E Woillez 1876 développa le spirophore qu'il expérimenta sur lui-même
  - poumon d'acier des frères Dinker – 1929
  - poumon d'acier de Dräger largement utilisé de 1948 à 1952 épidémies de poliomyélite





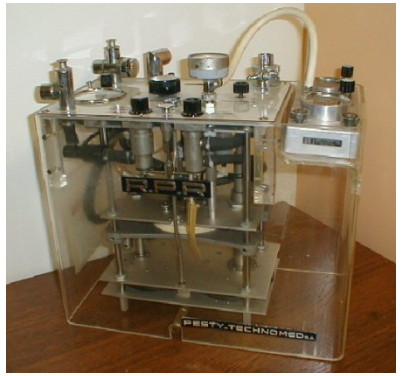
Le premier patient,
un enfant de 8 ans
décéda de bronchopneumonie
après 122 h de ventilation

- La ventilation positive par voie interne allait s'imposer
  - Proposée dès 1907 par les frères Dräger, fabricants de pompe à bière



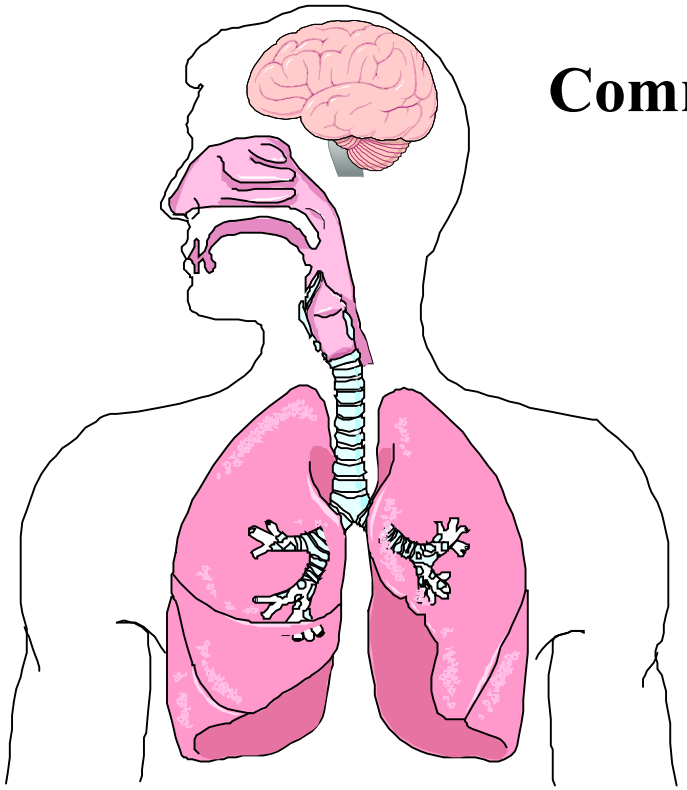
  - Dès 1970 – 1980 apparition de la PEP bocal rempli d'eau, très fiable
  - Servo 900C 1981 : révolution car utilisable chez enfant/adulte

- Début des années 1980 la VM
  - ne devait plus être une prothèse mais une aide ou un support
  - La VM est affirmée iatrogène



- Dès lors l'objectif prioritaire fut :
  de ne pas nuire au patient
  - hypoventilation contrôlée hypercapnie permissive 1984
  - ventilation ventrale 1987
  - ventilation non invasive adulte 1990
    pédiatrique 1993
  - retour au sevrage sur tube en T 1996
- Et répondre aux troubles des …

Déterminants de la respiration



Commande respiratoire

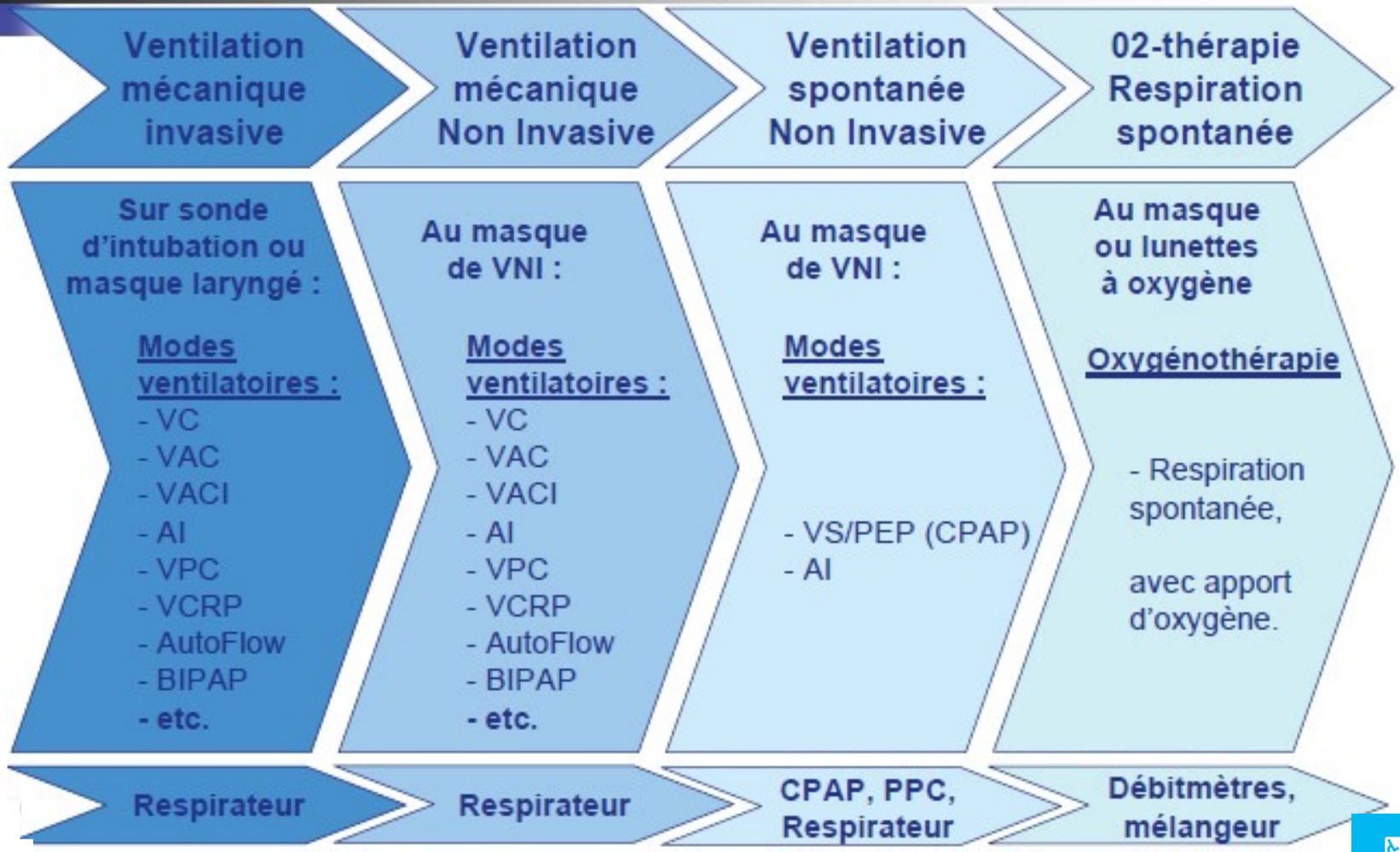
Force musculaire
↔ faiblesse

Echanges gazeux

Charge mécanique

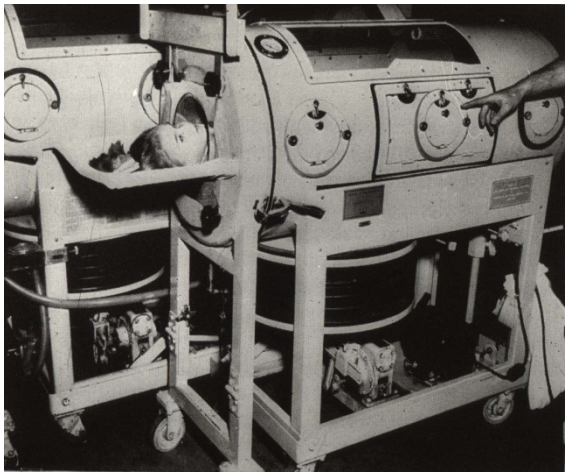
Endurance des muscles respiratoires
↔ fatigue

Le paysage des supports ventilatoires.



Prise en charge non invasive des détresses respiratoires

1e cause de mortalité mondiale
chez l'enfant de moins de 5 ans

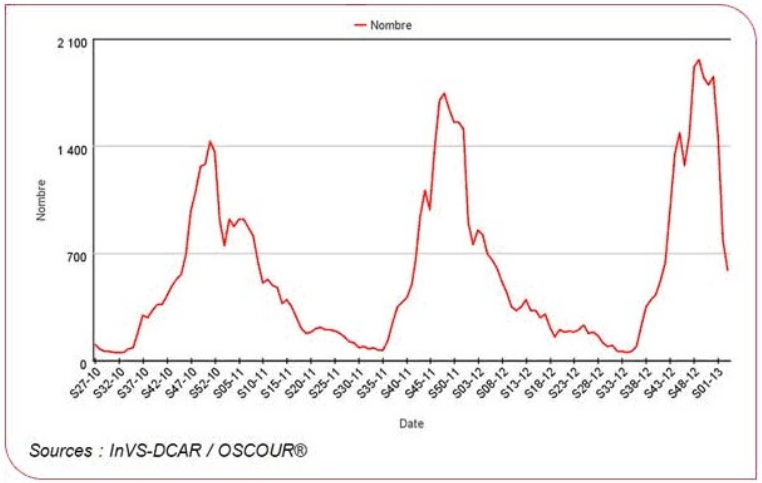


Quels objectifs du non invasif ?

- 1) Éviter l'intubation
  - pour des pathologies rapidement régressive
  - pour des formes moyennes ou modérées
  - chez des patients à ne pas intuber
- 2) Éviter les complications de l'intubation
  - liées au geste ou au matériel
  - liées à la sédation
  - liées à la rupture des moyens de défense

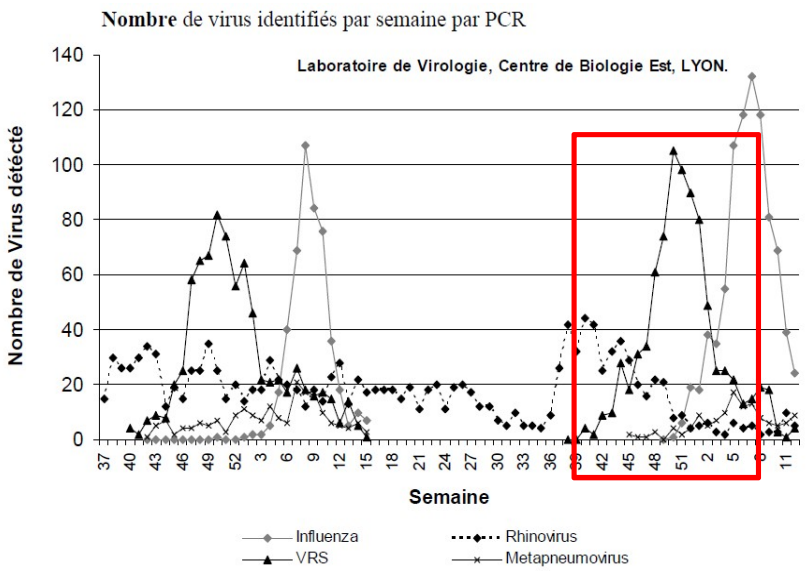
Bronchiolites en France

- Enfants de moins de 1 an hospitalisés
  - 30 000 par an - 36/1000 enfant par an
- Recours aux Urgences hospitalières pour bronchiolite



Enfants de moins de 2 ans - 227 établissements

Aux HCL, épidémies 2011-2013



Quelle assistance ?

- Oxygénothérapie
  - simple
  - à haut débit
- CPAP - VS PEP - PPC
- Ventilation non invasive mécanique
  - pression contrôlée
  - NAVA
- Ventilation invasive
  - conventionnelle
  - autres

Quelle assistance ?

- Oxygénothérapie
  - simple
  - à haut débit
- CPAP - VS PEP - PPC
- Ventilation non invasive mécanique
  - pression contrôlée
  - NAVA
- Ventilation invasive
  - conventionnelle
  - autres

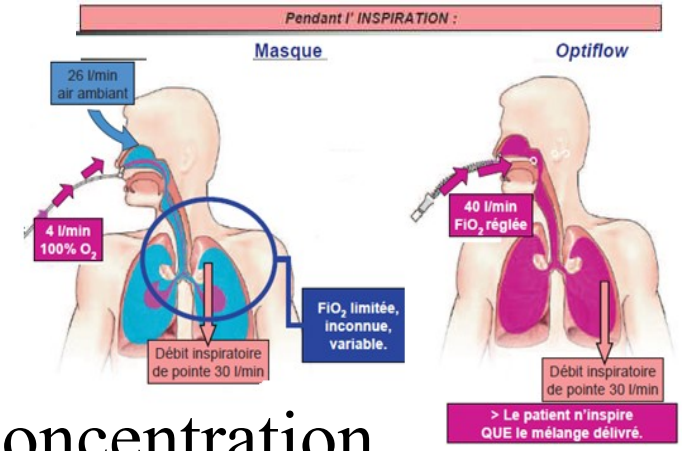
Limites de l'oxygénothérapie conventionnelle

- Masque à Oxygène ou lunettes
- FiO_2 variable et non maitrisée
- Dilution de l'O_2
- Peu ou pas d'humidification
- Débit très limité, même avec masque haute concentration

Quelle assistance ?

- Oxygénothérapie
  - simple
  - à haut débit (OHD) technique récente
- CPAP - VS PEP - PPC
- Ventilation non invasive mécanique
  - pression contrôlée
  - NAVA
- Ventilation invasive
  - conventionnelle
  - autres

Effets Oxygénation à Haut Débit



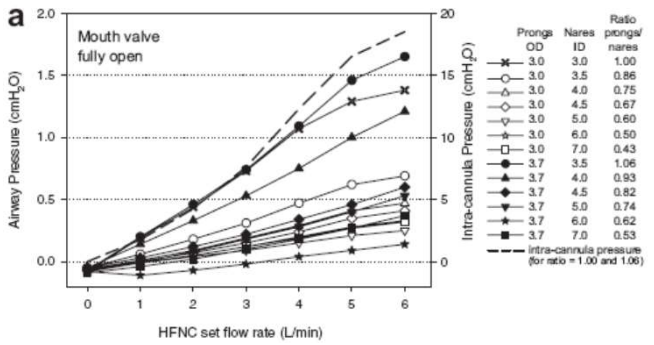
- Couvre le débit inspiratoire de pointe du patient
  - supérieur au masque à haute concentration
  - FIO_2 maitrisée – rapport PaO_2/FiO_2 exploitable
- Humidification
  - évite assèchement des mucosités
  - préserve clairance mucociliaire
  - limite le risque infectieux

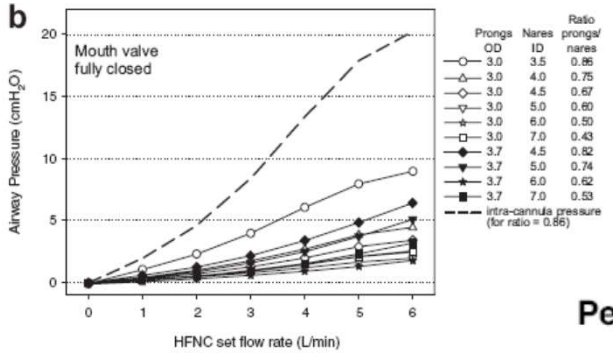
Effets OHD

- Génération d'une PEP

Effect of HFNC Flow Rate, Cannula Size, and Nares Diameter on Generated Airway Pressures:
An In Vitro Study

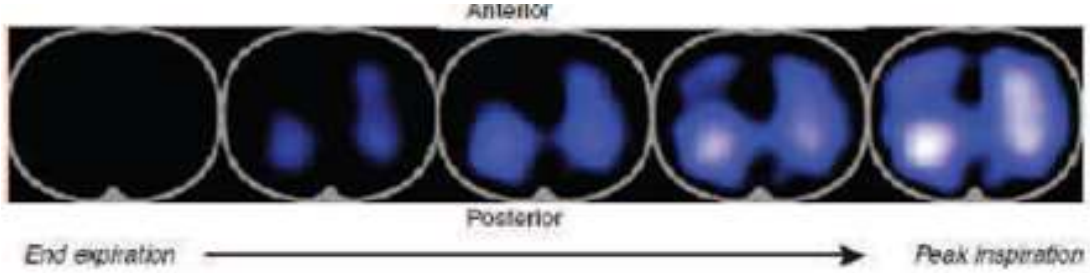
Emidio M. Sivieri, MS.E,[1,2] Jeffrey S. Gerdes, MD,[1,2,3] and Soraya Abbasi, MD[1,2,3]*





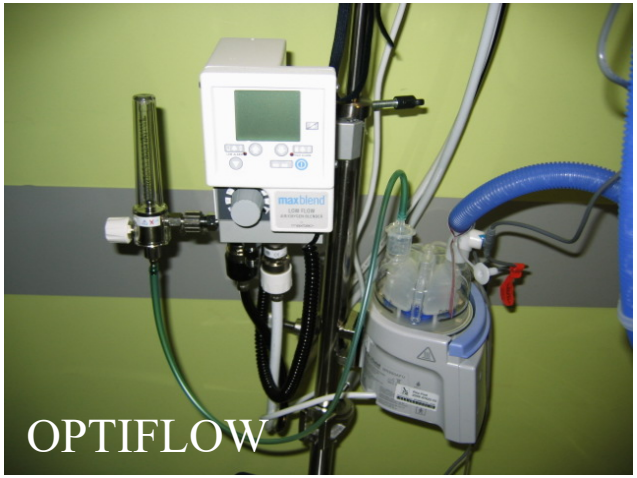
Pediatric Pulmonology

- Effet sur le volume pulmonaire



OHD : technique

Débit : 1-2 L/kg/mn
Maximum de 15 ou 70 L



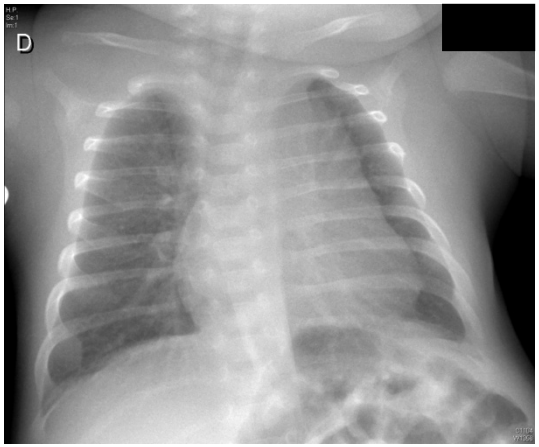
Débit : 1-2 L/kg/mn
Maximum de 50 L

L'Evita XL (Dräger)

Fonction oxygénothérapie

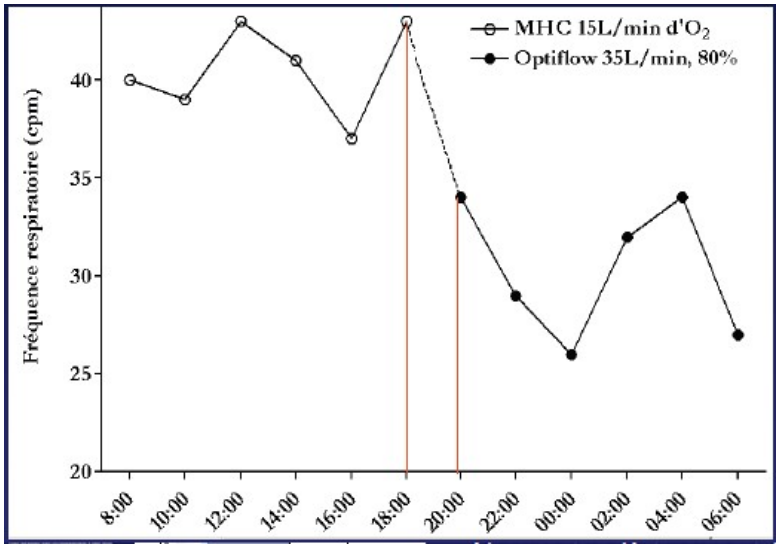
Débit : 1-2 L/kg/mn
Maximum de 50 L

Interfaces



OHD bénéfices

- Amélioration de la fréquence respiratoire



- Confort, tolérance, alimentation, parole

Oxygénothérapie à haut débit

- Simple d'utilisation et de surveillance
  - utilisable hors réanimation
- Risques
  - surveillance moins attentive ?
  - retard à la mise en route d'une technique plus élaborée ?
- Place clinique exacte
  - à la place de l'oxygénothérapie « classique » ?
  - avant la CPAP ?
    - PEP maximale 6 à 7 cm H_2O pour des débits de 2 L/kg/min et bouche fermée

Bronchiolites sévères à l'HFME

- OHD
  - succès 2011-1012 45/91 49,5 %
  - succès 2012-1013 10/82 12,2 %
  - facteurs de risque d'échec apnées OR : 9,37
    pH < 7,3 OR : 5,99
- Peut-on prévoir l'échec
  - absence de correction de la fréquence respiratoire
  - persistance d'un balancement thoraco-abdominal
  - absence de correction de l'hypoxémie (GDS)

Quelle assistance ?

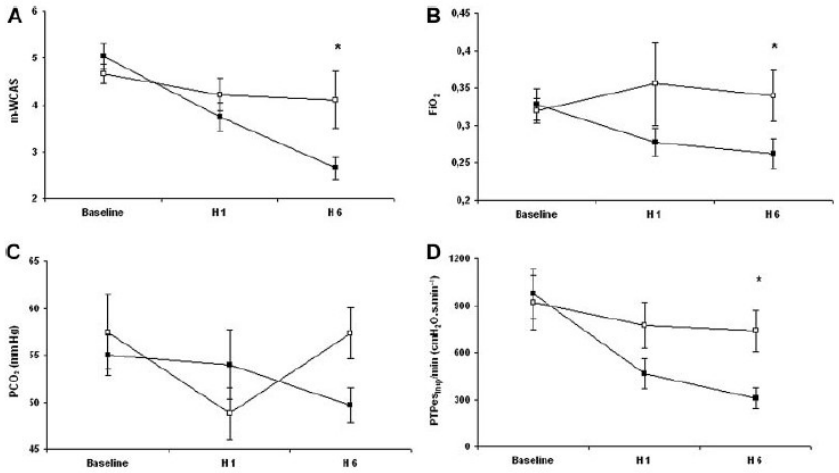
- Oxygénothérapie
  - simple
  - à haut débit
- CPAP - VS PEP - PPC
- Ventilation non invasive mécanique
  - pression contrôlée
  - NAVA
- Ventilation invasive
  - conventionnelle
  - autres

Intérêts

OHD et CPAP

- Diminution de la fréquence respiratoire
- Diminution du taux d'intubations
- Absence d'effets secondaires notables

Schibler et al : Intensive Care Med 2011
Mc Kiernan et al : Journal of pediatrics 2010



Milési et al : Pediatric Pulm 2012

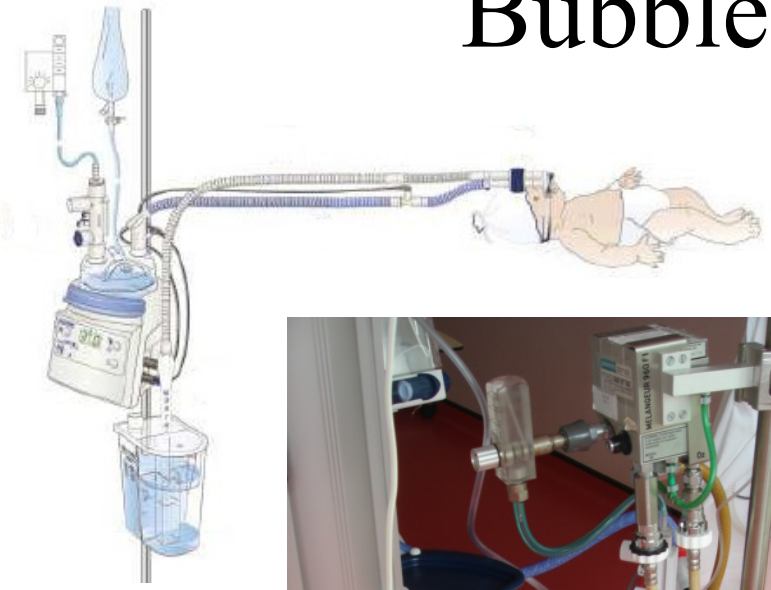
- Diminution du travail respiratoire
  Milési et al : Pediatric Pulm 2012
  Cambonie et al : Intensive Care Med 2008
- Diminution du taux d'intubations
  Larrar S – Arch pédiatr 2006
  Campion A - Arch pédiatr 2006
  Yanez LJ – Ped Crit Care Med 2008
  Javouhey E - Arch pédiatr 2009
  Ganu et al : Intensive care Med 2012
- Diminution des surinfections
  Javouhey E- Intensive Care Med 2008
- Diminution durées de séjour et de ventilation
  Lazner - Pediatric Pulm 2012
- Plus efficace si précoce
  Thia LP – Arch Dis Child 2008
- Utilisation en pré-hospitalier
  Campion A - Arch pédiatr 2006
  Lode N - Arch pédiatr 2009
  Chabernaud JL - Arch pédiatr 2009

CPAP - PPC - VSPEP

- Canules nasales ou masque nasal

- Respirateurs de réa ou spécifiques

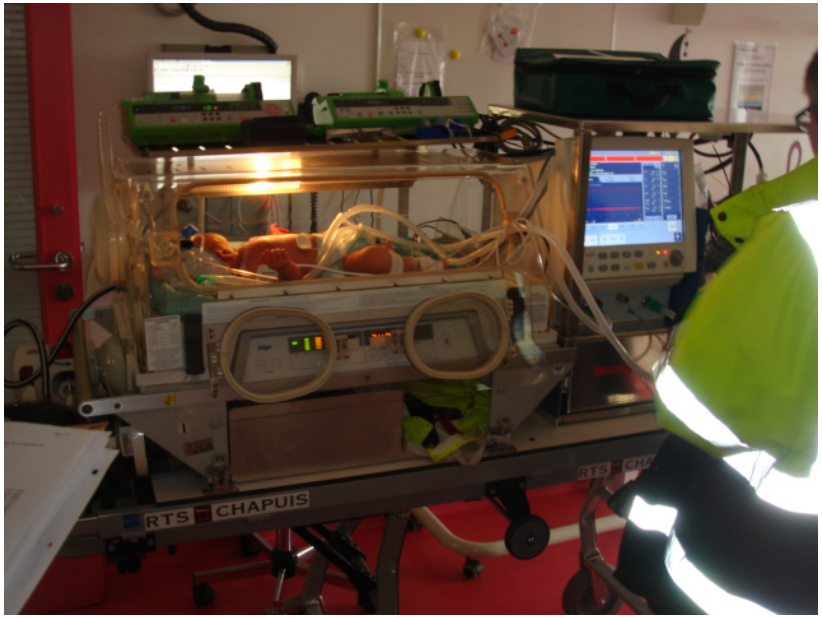
Bubble CPAP



PEP maximale à + 10

10 L/min

35 - 40cm


RTS CHAPUIS

Critères d'échecs de la CPAP

- SDRA vs autres détresses — 50 % vs 11 %
- Évolution rapide < 24 h — *Mansbach J M- Pediatrics 2012*
- Jeune âge — *J I Munoz-Bonet – Pediatr crit Care 2010*
  Mansbach J M- Pediatrics 2012
- PRISM élevé — *Larrar S – Arch pédiatr 2006*
  Campion A - Arch pédiatr 2006
- PRISM élevé et hypoxie — *Mayordomo J - Intens Care Med 2009*
- Amélioration insuffisante
  - fréquence respiratoire — *Essouri S – Ped Crit Care Med 2006*
    Mayordomo J - Intens Care Med 2009
  - besoins en O_2 cut off 60 % — *J I Munoz-Bonet – Pediatr crit Care 2010*

Bronchiolites graves à l'HFME

- OHD
  - succès 2011-1012 45/91 49,5 %
  - succès 2012-1013 10/82 12,2 %
  - Facteurs de risque d'échec apnées OR : 9,37
    pH < 7,3 OR : 5,99
- CPAP
  - succès 2011-1012 51/75 68 %
  - succès 2012-1013 66/113 58,4 %
  - Facteurs de risque d'échec apnées OR : 8,45
    syndrome alvéolaire OR : 5,91

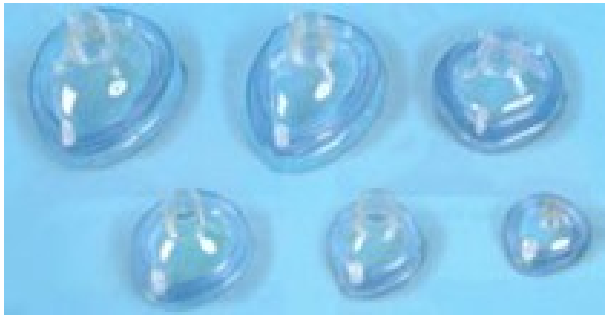
En somme

- Critères d'assistance
  - OHD et CPAP — utilisation précoce
  - OHD — formes de gravité intermédiaire
  - CPAP — apnées ou FR > 70/mn
    oxygénodépendance importante
    pH < 7,3 pCO_2 > 8 kPa (60 mm Hg)

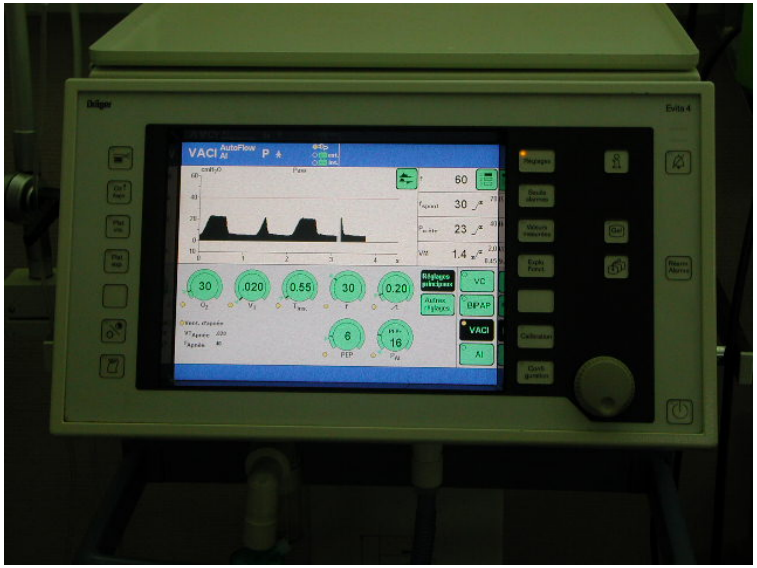
- Réévaluation à H2-H4 +++
  - diminution de la fréquence respiratoire et cardiaque
  - amélioration de l'acidose et de l'hypercapnie

Quelle assistance ?

- Oxygénothérapie
  - simple
  - à haut débit
- CPAP - VS PEP - PPC
- Ventilation non invasive mécanique
  - pression contrôlée
  - NAVA
- Ventilation invasive
  - conventionnelle
  - autres



VENTILATION NON INVASIVE



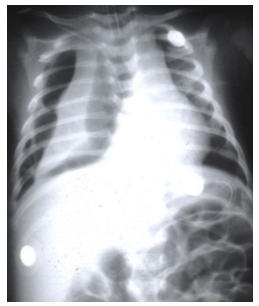
VNI

- VNI à 2 niveaux de pression
- VS AI, VPC, BiPAP, NAVA…
- Augmentation des publications

Javouhey E- Intensive Care Med 2008
Yanez L J - Ped Crit Care Med 2008
Abadesso C – Pediatric Reports 2012

- Très utilisée en pratique en cas d'échec de CPAP

Avantages et Inconvénients



- Non invasive
  - plus confortable
  - intermittente - maintien de certaines fonctions
- Moins efficace ?
- Moins dangereuse
  - séquelles - surinfections - absence de sédation
  - liées à une ventilation agressive
- Surveillance accrue : optimisation, intubation
  - matériel instable : interface
  - coopération du patient

    => formation spécifique de l'équipe

Interface patient/respirateur +++

Interface patient/respirateur

Effets indésirables

- Cutanés douleurs, blessures (déformations)
- Fuites autour du masque, buccales
- Digestives insufflation gastrique
  sécheresse de la bouche
- Difficulté de drainage bronchique
- Capture des centres respiratoires

VS-AI - BiPAP
la plus prisée en situation aigue

- Réglages de base
  - PEP de 4 à 10 cm H_2O
  - AI de 6 à 8 cm H_2O (au dessus de la PEP)
  - Vt expiré de 6 - 8 ml/kg recommandé
- Recherche compromis fuites - efficacité
  - Pic < 15 à 20 cm H_2O *Lagarde S et al – Anesth Analg 2010*

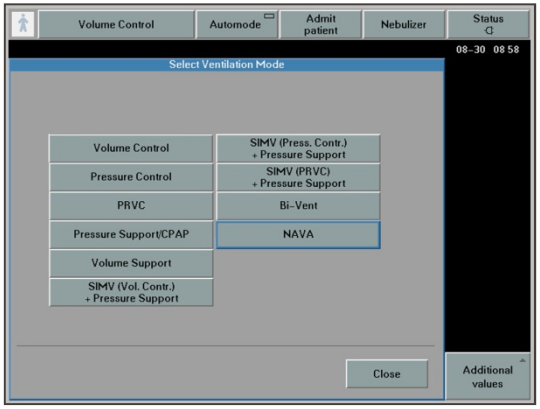
Problématique

Importante chez les nourrissons

- petites volumes délivrés
- difficultés de déclenchement
- fréquence élevée
- majoration du travail respiratoire en VNI
- actuellement le nourrisson doit se synchroniser à son respirateur

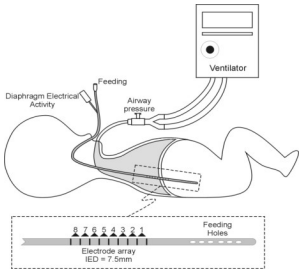
Essouri, ICM 2005

- => NAVA VNI



NAVA

Neurally Adjusted Ventilatory Assist



- Fréquence en Pédiatrie des asynchronies 25 à 50 %
  - efforts non récompensés
  - doubles déclenchements
  - auto-déclenchements

Beck PedRes 2004
Bordessoule ATS 2010

- Permet la synchronisation du respirateur sur
  - l'activité diaphragmatique
  - proportionnelle à l'activité diaphragmatique
- Amélioration interactions patient / ventilateur
  - réduction du temps de déclenchement
  - diminution des asynchronies

Beck PedRes 2009
Alander PedPulm 2011
Clement ICM 2011
Bengtsson PCCM 2010
Breatnach PCCM 2010
Bordessoule ATS2011

Concept NAVA

Couplage Neuro-respiratoire

Système nerveux central

↓

Nerf phrénique

↓

Excitation du diaphragme

↓

Contraction du diaphragme

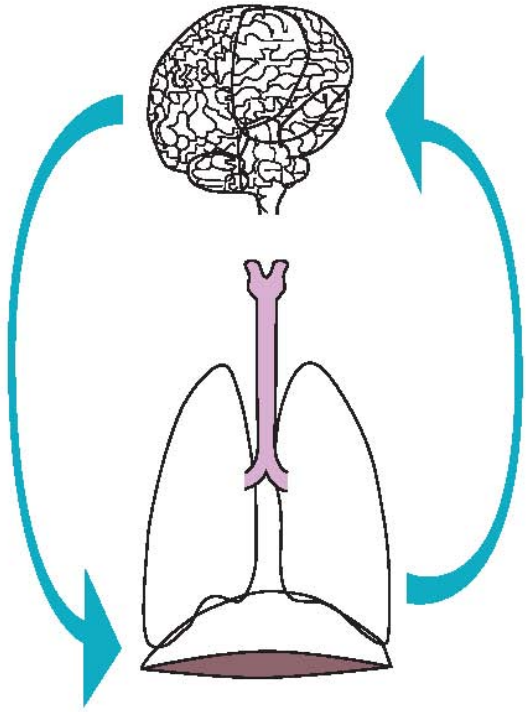
↓

Expansion de la cage thoracique et des poumons

↓

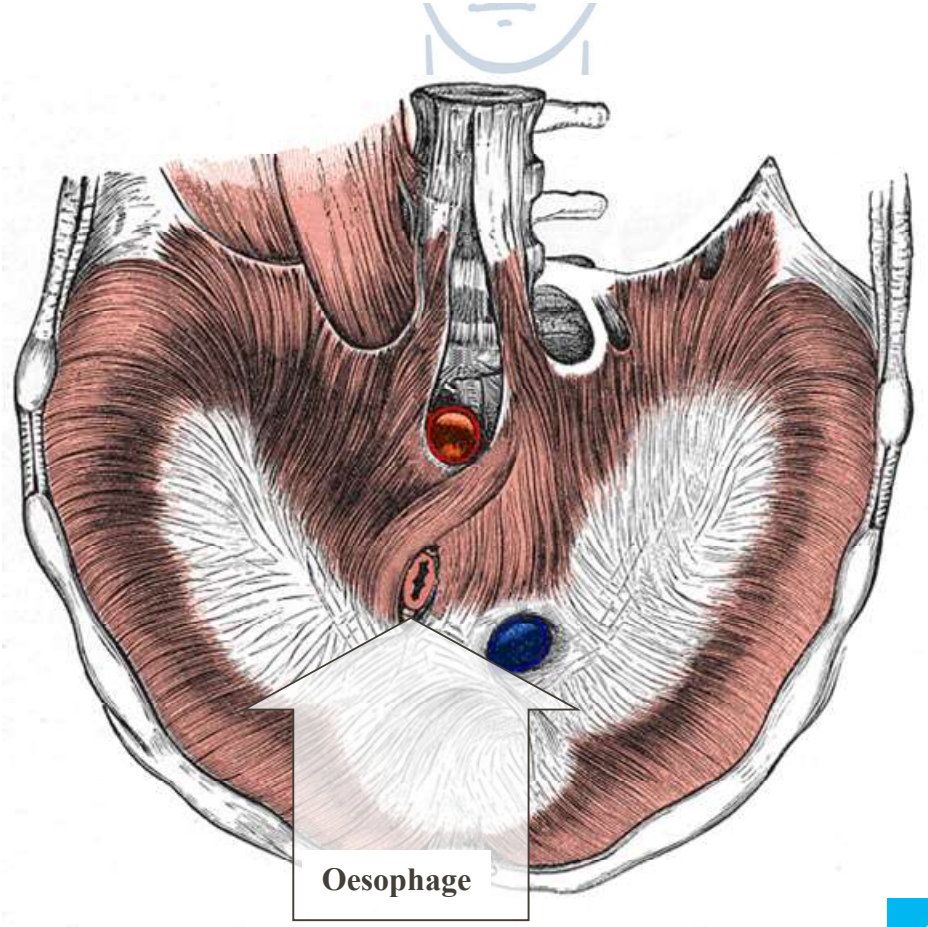
Pression, débit et volume Dans les voies aériennes

Respirateur



Nature 1999

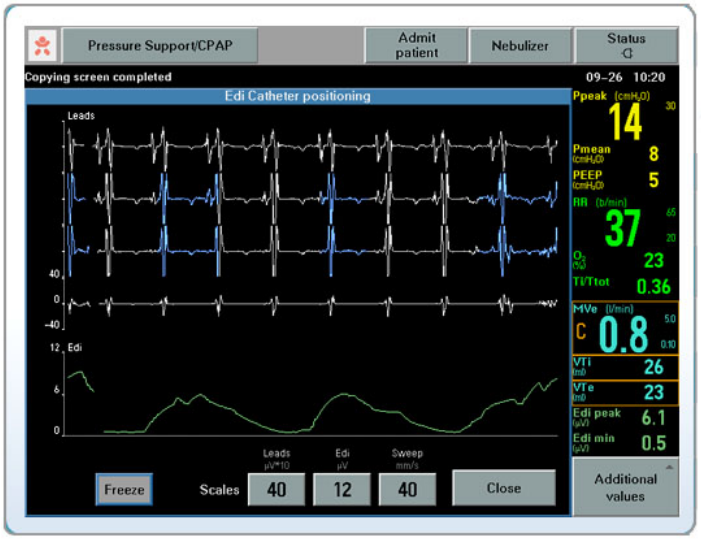
NAVA

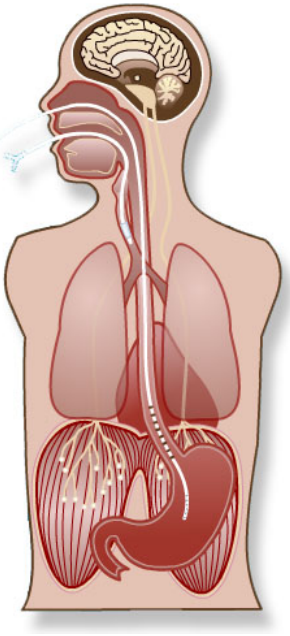


Cathéter Edi

- Canal pour alimentation entérale
- Rangée de 10 électrodes
- Usage unique (minimum de 5 jours)

- Positionnement du Cathéter Edi





Pressure Control
Automode
Admit patient
Nebulizer
Status
Operator-initiated breath
02-16 15 10
NAVA preview
NAVA press. estimate
NAVA level
2.0
cmH2O/µV
Close
20 cmH2O Pest
60 l/min
-60
400 ml
20 µV
Ppeak (cmH2O)
17
Pmean (cmH2O)
7
PEEP (cmH2O)
3
RR (b/min)
21
O2 (%)
38
MVe (l/min)
C 6.0
VTi (ml)
312
VTe (ml)
294
Edi peak (µV)
7.6
Edi min (µV)
0.1
Additional settings
O2 conc.
40
%
PEEP
3
cmH2O
Resp. Rate
14
b/min
PC above PEEP
14
cmH2O
Additional values

NAVA
Admettre patient
Nébuliseur
Etat
Pression
Fréquence respiratoire: Elevée
1:25
40 cmH2O
Pcréte (cmH2O)
24
Pmoyen. (cmH2O)
8
PEP (cmH2O)
5
F resp. (resp./min)
31
O2 (%)
50
Ti/Ttot
0.32
90 l/min
Débit
-90
400 ml
Volume
20 µV
EaDi
VMe (l/min)
C 9.0
Vc insp. (ml)
258
Vc exp. (ml)
312
Edi max (µV)
19
Edi min (µV)
0.6
Autres réglages
Conc. d'O2
50
%
PEP
5
cmH2O
Niveau NAVA
1.0
cmH2O/µV
Autres valeurs

Réglages NAVA

- VS AI
  - PEP
  - AI
  - FIO_2
  - Ventilation apnée

- NAVA
  - PEP
  - Niveau NAVA
  - FIO_2
  - Ventilation de secours
    - AI si trigger pneumatique
    - Ventilation d'apnée

Intérêts

- Meilleure synchronisation temporelle
- Assistance proportionnelle à la demande
- Amélioration du confort ? et du sommeil
- Monitorage et maintien de l'Edi
  - après 18-69 h de ventilation conventionnelle, diminution de 50 % du diamètre des fibres diaphragmatiques
  - inactivité du diaphragme fréquente : 10/18 enfants

Le plus Physiologique

Delisle S, Ann Intensive Care, 2011

Levine S, *NEJM* 2008
Emeriaud G, *SRLF 2012*

Désavantages

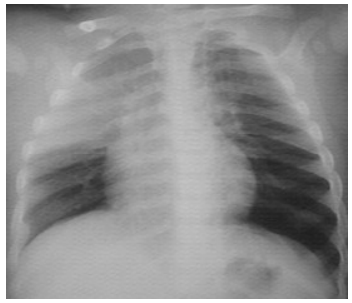
- Risques ? Hypoventilation ? Epuisement ?
- Coûts : logiciel + module : 12 000 €; sondes : 150 €

Quelles indications en pratique ?

- Intérêt pour tous les patients ou des populations particulières, ou à risque ?
  - bronchiolite sévère
  - mucoviscidose, fibrose pulmonaire
  - hernie diaphragmatique
  - SDRA ?
- Questions restantes
  - meilleur sevrage ?
  - diminution de durée de ventilation ?
  - diminution de la mortalité ?

Liet BMC ped 2011
Clement BMC 2011

Bronchiolites



- VNI
  - succès 2011-1012 27/31 87,1 %
  - succès 2012-1013 24/49 49 %
- NAVA
  - succès 2012-1013 11/12 91,7 %
- Intubation
  - 2011-1012 5/128 4 %
  - 2012-1013 14/128 11 %

Quelle assistance ?

- Oxygénothérapie
  - simple
  - à haut débit
- CPAP - VS PEP - PPC
- Ventilation non invasive mécanique
  - pression contrôlée
  - NAVA
- Ventilation invasive
  - conventionnelle
  - autres

Ventilation Mécanique Invasive

Physiologie

	Adulte	Nouveau-né
Alvéoles	300 x 10^6	24 à 50 x 10^6
Résistances cmH_2O/l/s	5,5	68 (50 à 60 % de résistances distales)

Poids Kg	5	10	20
Vt ml/kg	7	7	7
Vem/Vt +++	1/3 (11 ml)	1/3	1/3 (44 ml)
FR	35	30	20-25

Ventilation artificielle

- Assurer de façon palliative
  - la continuité des échanges gazeux
  - lorsque les processus physiologiques sont perturbés
- Inspiration active musculaire
  - dépression en ventilation spontanée
  - pression positive en ventilation mécanique
- Expiration passive
  - élasticité thoracopulmonaire
  - le plus souvent

Objectifs

- Préserver une mécanique respiratoire « normale »
- Diminuer le travail respiratoire

=> adapter le respirateur à l'enfant

- Obtenir parfois
  un profil ventilatoire délibérément anormal

=> adapter l'enfant au respirateur

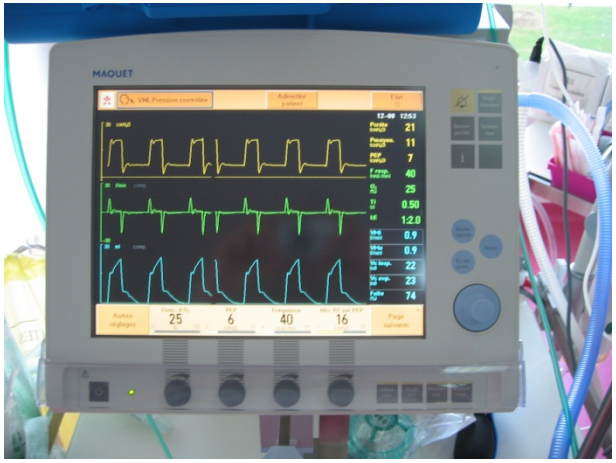
Respirateurs actuels

- Circuits doubles
  - petit enfant < 15 kg
  - adulte et enfant > 15 kg
- Valves électromagnétiques
- Trigger en débit
- Problème des petits volumes pour certains respirateurs adultes/enfants < 50 ml
- Humidificateurs chez l'enfant vs filtre

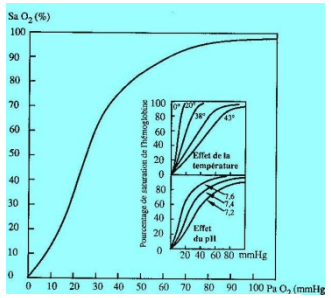
Respirateurs
réglages simples

- Fréquence
- Volume courant (pression mesurée) ou Pression (volume mesuré)
- PEP
- FiO_2
- Temps inspiratoire ou % de cycle
- Trigger
- Débit

- VC
- VAC
- VACI
- AI
- VPC
- VCRP
- AutoFlow
- BIPAP
- **etc.**



Cibles thérapeutiques



- Ventilation protectrice
- Hypercapnie permissive

Rosenberg R Pediatr Pulmonol 1995
Matthews B Pediatr Pulmonol 2001

- Hypoxie contrôlée

85% < SpO2 < 95%

- Décubitus ventral
  - 84% répondeurs
    - <u>rapide</u> (1H) 44% et persistant
    - <u>cumulatif</u> et non persistant

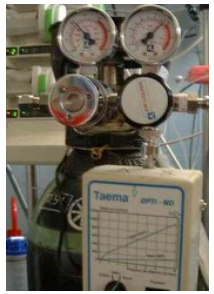
Curley M Chest 2000

- SDRA 1 à 5 % admissions - mortalité 40 à 60 %
- Asthme 1 à 3% hospitalisation USI - 10% ventilé

↓ mortalité 17% (1980) à 0%

Bohn D Pediatr Crit Care Med 2001
Qureshi F Pediatr Emerg Care 1999

SDRA - NOi



- NOi vs VC - 108 patients - OI > 15
  - amélioration oxygénation mortalité identique (43 %)

    Etude multicentrique J Pediatr 1999
  - pédiatrie et adultes : résultats identiques

    Sokol J Cochrane Database Syst Rev 2002

SDRA - OHF

- 33% SDRA bénéficie OHF *Arnold JH Crit Care Med 2000*
- OHF rescue survie 61 % (40/66) *Rosenberg R Pediatr Pulmonol 1995*
- OHF vs VC survie 76 % (n = 37) vs 38 % (n = 21)

  Arnold JH Crit Care Med 1994

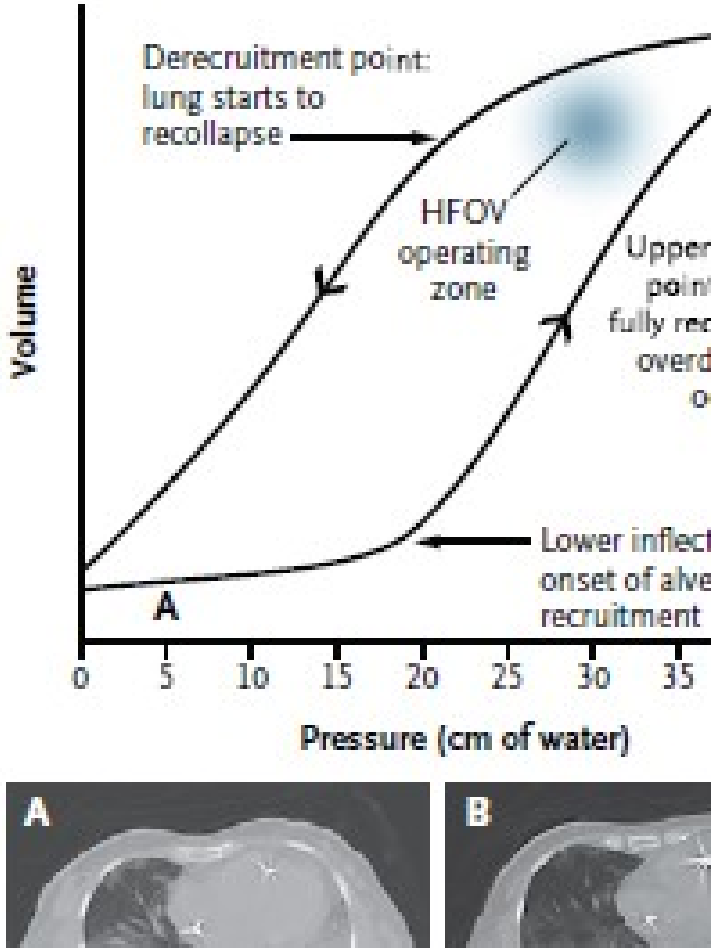
Oscillation Haute Fréquence = OHF

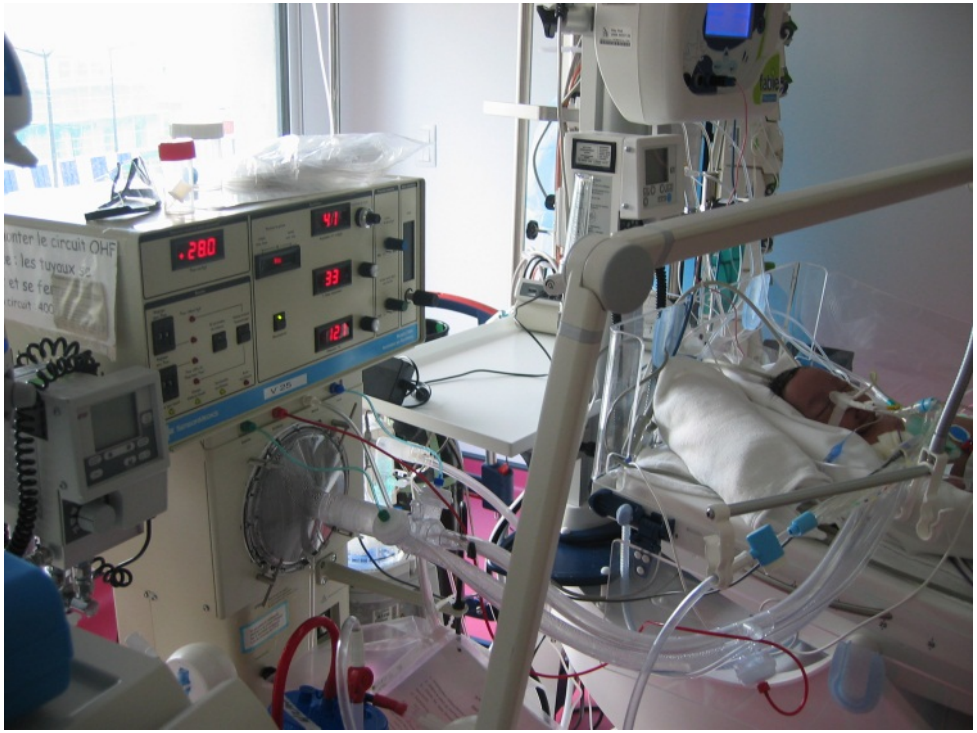
- Fin des années 80
- Fréquence supérieure à 5 Hz (300/min)
  15 Hz (900/min) chez nouveau-né
- Volume courant inférieur à l'espace mort !
- Expiration active
  piston ou membrane

- Réglages
  fréquence, Fi O_2, Paw, Pic à Pic

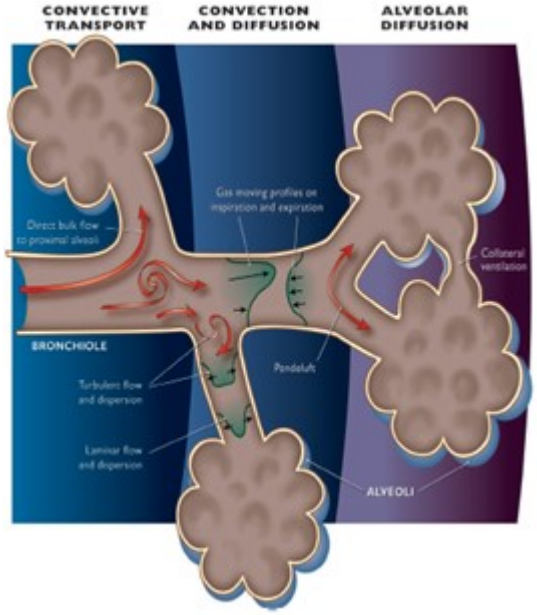
Pas d'étude concluante chez l'adulte

OHF – A et B

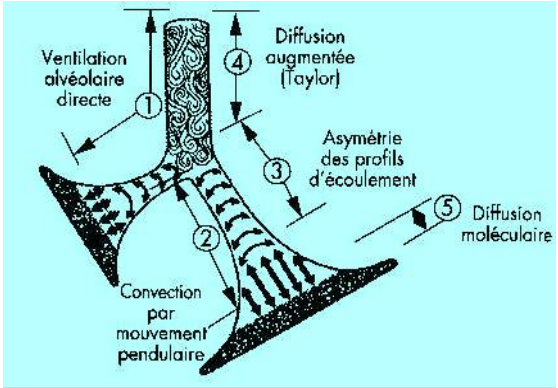

Derecruitment point:
lung starts to
recollapse
HFOV
operating
zone
Upper
poin
fully rec
overd
o
Lower inflecti
onset of alve
recruitment
A
Volume
0
5
10
15
20
25
30
35
Pressure (cm of water)
A
B


.280

OHF



- Physiologie
  - ventilation alvéolaire directe
  - diffusion augmentée
  - convection par mouvement pendulaire
  - transport de gaz par convection
  - diffusion moléculaire



H K Chang, J Appl Physiol 1984 553- 563

Résultats HFME - 2015

- OHD 172 patients
- CPAP 288
- VNI continue 103
- VM < 60 % 344
  - dont sévères 129
- DV 28
- NO 13
- OHF 26
- NAVA 24

L'AVENIR ?

- Ventilation liquide 1990
- Surfactant 1996
- Innovations technologiques rapides précèdent souvent le besoin clinique

- La question maintenant
  - n'est plus de pouvoir réanimer
  - mais de savoir mieux le faire
  - voire parfois de savoir quand ne pas/plus le faire

Robert Hooke - 1667

le manque d'air frais est plus préjudiciable que l'arrêt respiratoire

Merci de votre attention