

# Principes de la ventilation mécanique (VM)

# INSUFFISANCE RESPIRATOIRE AIGUE: aspects thérapeutiques

## Traitement de fond

- broncho-dilatateurs
- antidotes
- antibiotiques
- anticoagulants
- chimiothérapie
- ...

## Traitement de soutien

- kinésithérapie
- oxygénothérapie
- ventilation mécanique (respirateurs)
  - Invasive
  - Non invasive
- voies artificielles

# La ventilation mécanique (artificielle)

# Interfaces

- Ventilation invasive (*VMI*)
  - intubation trachéale (orale, nasale)
  - trachéotomie
- Ventilation non invasive (*VNI*)
  - masque
  - casque

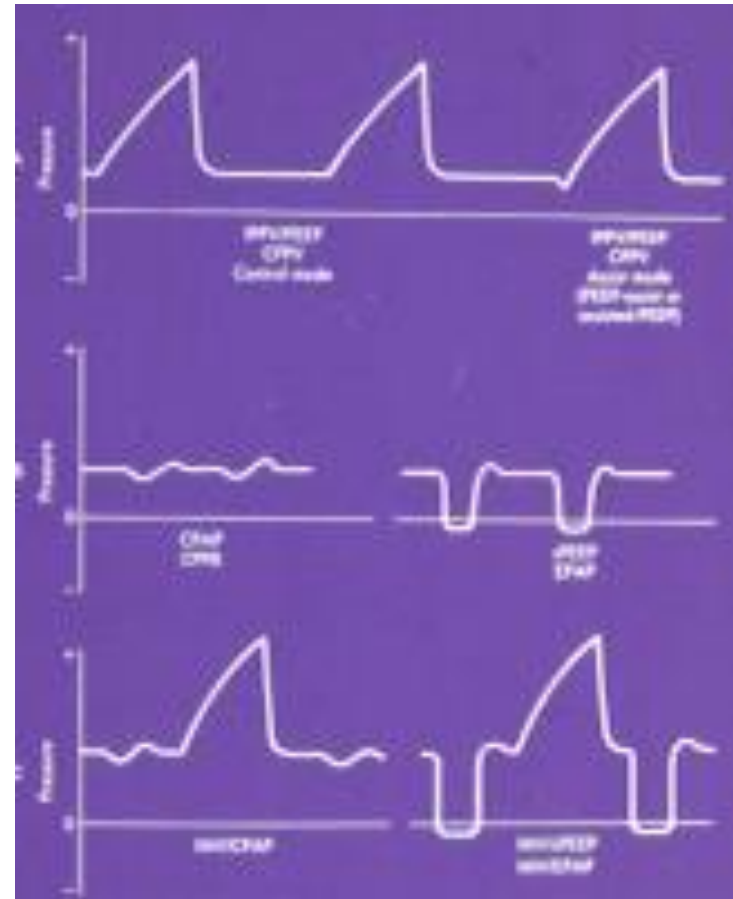
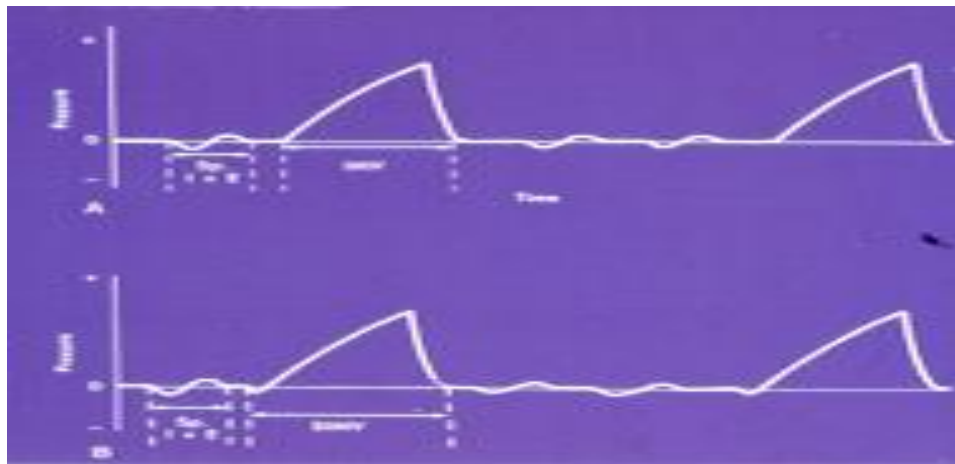
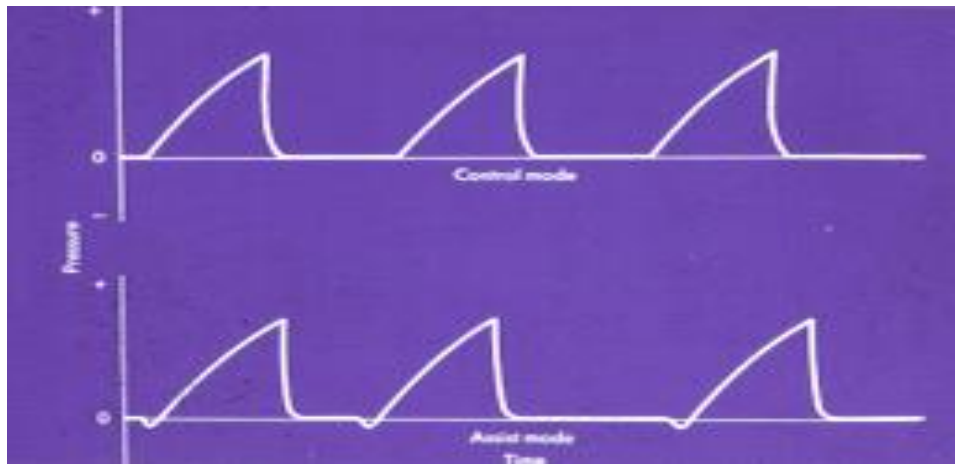
# Modes ventilatoires

- mode contrôlé: CMV (*control mode ventilation*)
- mode assisté: AMV (*assist mode ventilation*)
- mode obligatoire intermittent :
  - IMV (*intermittent mandatory ventilation*) = VACI
  - sIMV (synchronisé par le *trigger*)

# Pression positive expiratoire (PEEP)

- VPPC = CPPV (*continuous positive pressure ventilation*) = IPPV + PEEP
- sCPPV
- IMV - PEEP
- VS-PEP: CPAP (*continuous positive airway pressure*)
- aide inspiratoire
- BiPAP, BIPAP (*Biphasic Intermittent Positive Airway Pressure*)

# Illustrations courbes P/T



# Caractéristiques des respirateurs

- Selon le type de **pression exercée** au niveau du thorax:
  - à pression négative (physiologique)
  - à pression positive (« soufflet »): IPPV
- Selon la **source d'énergie** : respirateur
  - pneumatique
  - électronique
  - mixte



# Caractéristiques des respirateurs (suite)

- Selon le **contrôle de la phase inspiratoire** :
  - relaxateurs de pression (*pressure-cycled*)
  - relaxateurs de volume (*volume-cycled*)
  - respirateurs à fréquence fixe (*time-cycled*)

# Asservissement de la ventilation

- *ASV*: ventilation à aide adaptative
- Le patient passe du mode spontané à un mode contrôlé de façon automatique

# Indications

Liées à une défaillance

---

Musculature  
respiratoire

Pulmonaire

TABLEAU  
D'HYPERCAPNIE

TABLEAU  
D'HYPOXEMIE

---

# IRA par défaillance de la musculature respiratoire

- d'origine centrale (ex coma)
- par paralysie des muscles respiratoires (ex Guillain-Barré)
- postopératoire (anesthésie)

# IRA par défaillance pulmonaire

- exacerbations d'insuffisance respiratoire chronique
- état de mal asthmatique
- pneumopathies étendues graves
- œdème pulmonaire lésionnel
- œdème pulmonaire hémodynamique
- embolie pulmonaire massive
- insuffisance circulatoire aiguë (choc)

# Poussées aiguës d'insuffisance respiratoire chronique

- en cause: infection, sédatif, embolie pulmonaire, oxygénothérapie ...
- ne pas corriger brutalement l'hypercapnie (risque de collapsus de reventilation par vasodilatation brutale)

# Ventilation en pression positive

# Conditions de ventilation (poumons normaux) : VPPI (IPPV)

- $V_T$  : 10 à 15 ml/kg
- fréquence respiratoire : 14 à 16/min
- PEP (PEEP) : 0
- rapport I/E : 0,5
- Seuil (trigger) : -2
- $FiO_2$  : 30 à 50 %



# Compressibilité des gaz

- La quantité de gaz sera comprimée d'environ 1 ml/cm H<sub>2</sub>O pour chaque litre d'espace disponible
- exemple:
  - circuit de 4 litres
  - volume courant 300 ml
  - pression moyenne 20 cm H<sub>2</sub>O
  - volume contrôlé = 80 ml
  - volume délivré = 220 ml

# Grands principes

- $\text{PaCO}_2 \downarrow$  si  $\uparrow \text{VAe}$   
(il faut augmenter la ventilation alvéolaire et non l'espace mort)
- $\text{PaO}_2 \uparrow$  si
  - $\text{FiO}_2 \uparrow$
  - PEEP (amélioration distribution intrapulmonaire du sang)

# Effets hémodynamiques

- Mode **antiphysiologique**: l'inspiration se traduit normalement par une phase de dépression intrathoracique (= IPPV)
- conséquence: **obstacle au retour veineux avec diminution du débit cardiaque**
- facteurs favorisants: hypovolémie,  $\uparrow V_T$ ,  $\uparrow P$  resp,  $\uparrow I/E$ , emphysème, PEEP

# Effets hémodynamiques (suite)

- traitement:

a. augmenter retour veineux: expanseurs, inotropes

b. changer le régime des pressions:  $\Downarrow V_T$ ,  $\Downarrow I/E$ , CPAP, sIMV ...

# Syndromes restrictifs vs obstructifs

## Restrictifs : ventiler

- à fréquence élevée
- avec de petits volumes
- avec un rapport I/E = 1

## Obstructifs : ventiler

- à fréquence basse (<14/min)
- avec des volumes normaux ( $V_T = 10$  à  $15$  ml/kg)
- avec un rapport I/E < 1/2

# SDRA : modes ventilatoires

- **Principe** : ventiler à petits volumes (« poumons de bébé »)
  - Hypoventilation contrôlée, hypercapnie permissive ...
- **Modes contrôlés** (effet équivalent) : ne pas dépasser une pression de plateau entre 28 et 30 cm H<sub>2</sub>O en autorisant une hypercapnie
  - Volume (débit) contrôlé
  - Pression contrôlée

NB : IRV (I/E élevée) : à éviter car hémodynamiquement délétère
- **Modes assistés** (avec mouvements respiratoires spontanés) : BIPAP (APRV : airway pressure release ventilation) avec deux niveaux de pression (en cours d'évaluation)
- **Aide inspiratoire** (PSV : pressure support ventilation): à éviter (absence de contrôle de la pression transpulmonaire)

# Hypercapnie permissive en pratique

- objectif : ne pas dépasser une pression de plateau de 30 cm H<sub>2</sub>O
- mode ventilation :
  - PEEP 5 à 10 cm H<sub>2</sub>O (niveau optimal controversé) ; > 10 si aspect de poumons blancs à la RX; rester < 20 cm H<sub>2</sub>O
  - volume contrôlé (permet de mieux évaluer Pplat) avec VT de 5 à 10 ml/kg (pause télésinspiratoire de 0,2 à 0,5 sec) ou pression contrôlée (avec rapport I/E entre 1 et 2)
- FiO<sub>2</sub> : pour maintenir SaO<sub>2</sub> > ou = 88%, tout en restant < 96 %
- PaCO<sub>2</sub> par montée progressive (10 mmHg/h) jusqu'à 80 mmHg (parfois 100 dans le SDRA très sévère)  
! alcalose de reventilation et collapsus lors de l'amélioration !
- pH artériel : le maintenir > 7,15 (sinon perfusion lente de bicarbonate)
- sédation (midazolam + morphine, voire curarisation si elle permet d'obtenir une Pplat <30) en vue de bloquer l'accroissement de la commande ventilatoire liée à l'hypercapnie
- limiter FR à 20-25/min
- limiter V<sub>T</sub> spontanés ou excessifs (risque d'autoPEEP)
- risque de dérecrutement (et donc désaturation) lors des aspirations trachéales
- tout changement des conditions du respirateur doit entraîner un contrôle de gazométrie endéans les 15 minutes
- suivi : monitoring Pplateau, RX thorax, échographie pulmonaire (ponction épanchements pleuraux), cathéter artériel, échocardiographie (dépister coeur pulmonaire aigu)
- Contre-indications : troubles cérébraux (hémorragies, lésion expansive, HTIC, AVC)

# Ajustement de la PEP

- PEP (« PEEP ») = pression télé-expiratoire
- Objectifs :
  - Amélioration de l'oxygénation :  
en routine, on essaye d'avoir une  $\text{PaO}_2$  entre 55 et 80 mm Hg et une  $\text{SpO}_2$  entre 88 et 95 %, en recourant à des échelles arbitraires  $\text{FiO}_2$  /PEP
  - Protection pulmonaire :

$\text{PaO}_2$ , 55–80 mm Hg,  
or  $\text{SpO}_2$ , 88–95%

0.3 and 5

0.4 and 5

0.4 and 8

0.5 and 8

0.5 and 10

0.6 and 10

0.7 and 10

0.7 and 12

0.7 and 14

0.8 and 14

0.9 and 14

0.9 and 16

0.9 and 18

1.0 and 18

1.0 and 20

1.0 and 22

1.0 and 24

The New England  
Journal of Medicine

© Copyright, 2006, by the Massachusetts Medical Society

VOLUME 342

MAY 4, 2006

NUMBER 18



VENTILATION WITH LOWER TIDAL VOLUMES AS COMPARED WITH  
TRADITIONAL TIDAL VOLUMES FOR ACUTE LUNG INJURY  
AND THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME NETWORK\*



# Ajustement de la PEP

- PEP (« PEEP ») = pression télé-expiratoire
- Objectifs :
  - Amélioration de l'oxygénation
  - **Protection pulmonaire** : en réduisant les traumatismes liés aux mouvements d'ouverture / fermeture grâce à un meilleur recrutement alvéolaire, avec le risque de développer des volotraumatismes

## La protection pulmonaire en pratique :

- Volume courant fixé à 6 ml/kg de poids idéal
- PEP augmenter progressivement jusqu'à une pression de plateau (inspiratoire) entre 28 et 30 cm H<sub>2</sub>O
- Effets bénéfiques (réduction du nombre de jours de ventilation) en cas de SDRA homogène

# Soins et surveillance

# Surveillance

- monitoring cardiaque (et évt hémodynamique)
- paramètres (TA, FC,  $t^{\circ}$ , SaO<sub>2</sub>, conscience, spirométrie, diurèse) : toutes les heures (puis toutes les 3 heures si équilibré)
- conditions du respirateur (FiO<sub>2</sub>, fréquence V<sub>T</sub>, rapport I/E, trigger, mode ventilation, limites d'alarme) : vérifier toutes les 3 heures
- bilan hydrique
- contrôles répétés gazométrie artérielle, EHC, ionogramme, protéines, glycémie, Ca, P, Mg, urée, créatinine
- ECG et RX thorax tous (?) les jours
- cultures de surveillance (expectoration, urines) et hémocultures si fièvre

# Soins

- = kinésithérapie (respiratoire, tonus musculaire)
- alimentation : gavage par sonde nasogastrique (à débiter le plus rapidement possible, éventuellement en commençant par 1 l glucosé 5 %)
- prophylaxie anti-ulcère de stress : ranitidine 3 x 50 mg i.v./j (?)
- aspirations trachéales régulières en cas de toux
- soins de bouche chlorhexidine : 6 x /j
- soins oculaires : larmes artificielles 4 x 1 gtte/j/œil
- sédation : midazolam , morphine, évt curarisants
- programme de perfusion i.v.

Réanimation (2012) 21:96-105  
DOI 10.1007/s13546-011-0438-5

PARAMÉDICAL / *HEALTHCARE PROFESSIONALS*

DOSSIER

# **Surveillance du patient sous ventilation mécanique invasive**

## **Monitoring of invasive mechanical ventilation**

**A. Constan · I. Bourgeon-Ghittori · F. Schortgen · Service de réanimation médicale, Créteil**

Reçu le 5 octobre 2011 ; accepté le 6 décembre 2011  
© SRLF et Springer-Verlag France 2011

# Analgésie

## SULFATE DE MORPHINE I.V.:

- dose de charge : 0,05 mg/kg en 5 à 10 min
- dose d'entretien : 4 à 6 mg/h (à évaluer)
- demi-vie : 1,5 à 2h
- principaux effets secondaires en réanimation: dépression respiratoire, hypotension (surtout si hypovolémie), rétention gastrique et iléus.
- antidote : naxalone : 0,4 mg i.v. (amp. de 0,4 mg/1 ml) à répéter par intervalle de 2 à 3 min, maximum 3 fois (sinon la dépression respiratoire n'est pas causée par un surdosage en narcotiques).

## Rémifentanil : alternative

- demi-vie très courte (5 à 10 minutes), permettant un réveil rapide
- perfusion de 6 µg/kg/heure, jusqu'à un maximum de 12 µg/kg/h
- si la vitesse de perfusion est de 12 µg/kg/heure et que le patient reste anxieux ou agité: ajouter de petites doses de midazolam (0,03 mg/kg/heure)

# Sédation

- **Midazolam** : 1er choix (benzodiazépine)  
dose de charge : 0,03 mg/kg i.v. (à répéter éventuellement)  
entretien : 0,03 mg/kg/h i.v. continu (à adapter)
- **Propofol** : alternative  
dose initiale : 0,5 mg/kg/h i.v. continu  
entretien : 0,5 à 3,0 mg/kg/h i.v. continu  
(via cathéter central ! et effet bref au début : 10 à 15 min)

# Sevrage : protocole





# SEVRAGE DE LA VENTILATION MECANIQUE

Procédure USI

Responsabilité  
infirmière  
et/ou kinésiste

**PRE-REQUIS :**  
absence de vasopresseur  
absence d'inotrope  
absence de sédation  
réponse cohérente aux ordres simples  
 $FiO_2 \leq 50\%$   
 $PEEP \leq 5\text{cm H}_2\text{O}$

*A rechercher tous les jours dès  
l'instauration de la VM, quelle que soit la  
pathologie de base*

ACCORD MEDECIN

EPREUVE « SMARTCARE »

*ou à défaut*

**EPREUVE DE VENTILATION SPONTANEE**  
En position semi-assise, après aspiration trachéale  
avec Aide Inspiratoire de 10 cm H<sub>2</sub>O, avec 2cc PEEP  
durée: 120 minutes  
surveillance: conscience, PA, RC, FR, SpO<sub>2</sub>

BONNE TOLERANCE:

Si toux efficace et si non  
encombré :  
**DETUBATION  
(Séparation)**  
après aspiration gastrique (sauf si à  
jeun) en présence du médecin

**MAUVAISE TOLERANCE : faire gazométrie**  
FR > 35/min  
SpO<sub>2</sub> < 90% (88% si BPCO)  
RC ou PAs varient de > 20%  
Sueurs  
Troubles de vigilance  
Agitation

**Recherche facteurs d'échec:**  
Obstruction sonde  
Encombrement  
Insuffisance cardiaque gauche  
Ischémie myocardique  
Polyneuropathie de réanimation  
Sepsis  
Anémie  
Dysfonction diaphragmatique  
Bronchospasme  
Désordre métabolique ou  
nutritionnel

**AIDE  
INSPIRATOIRE  
DEGRESSIVE**

