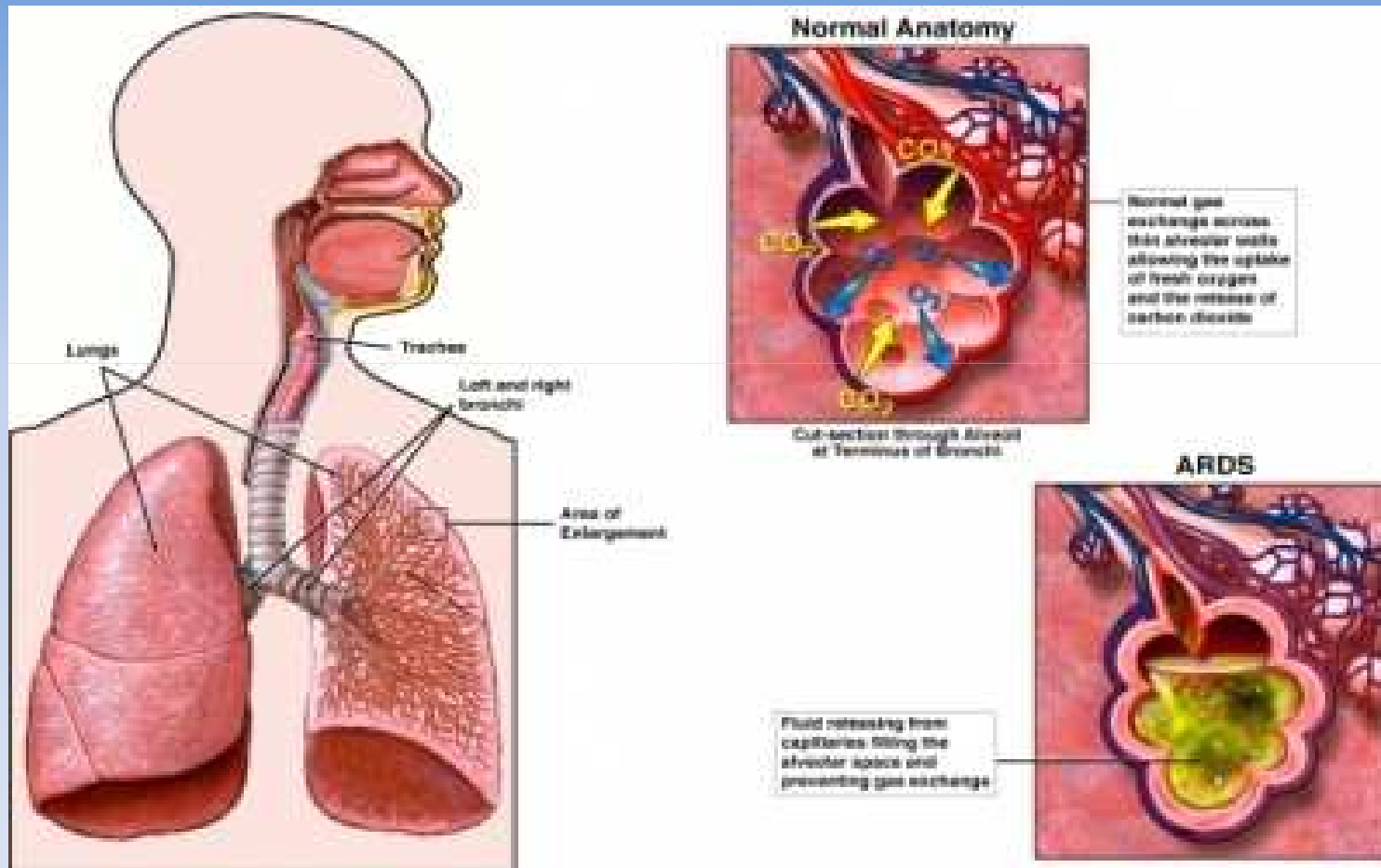


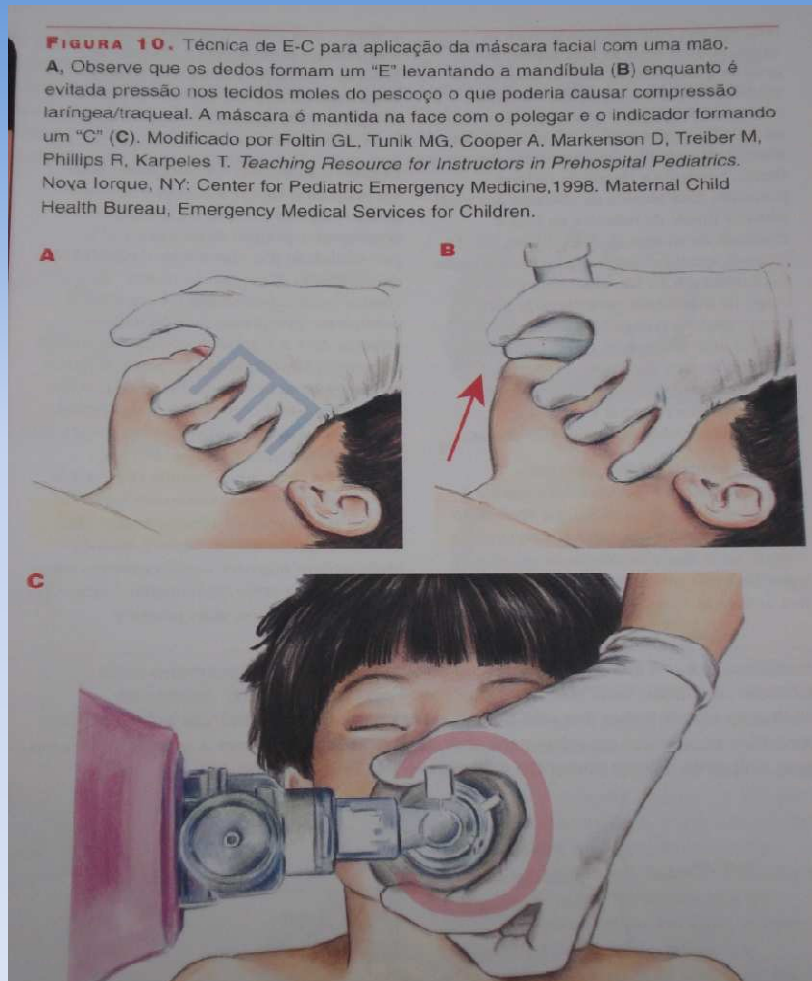
# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## ASPECTOS PRÁTICOS

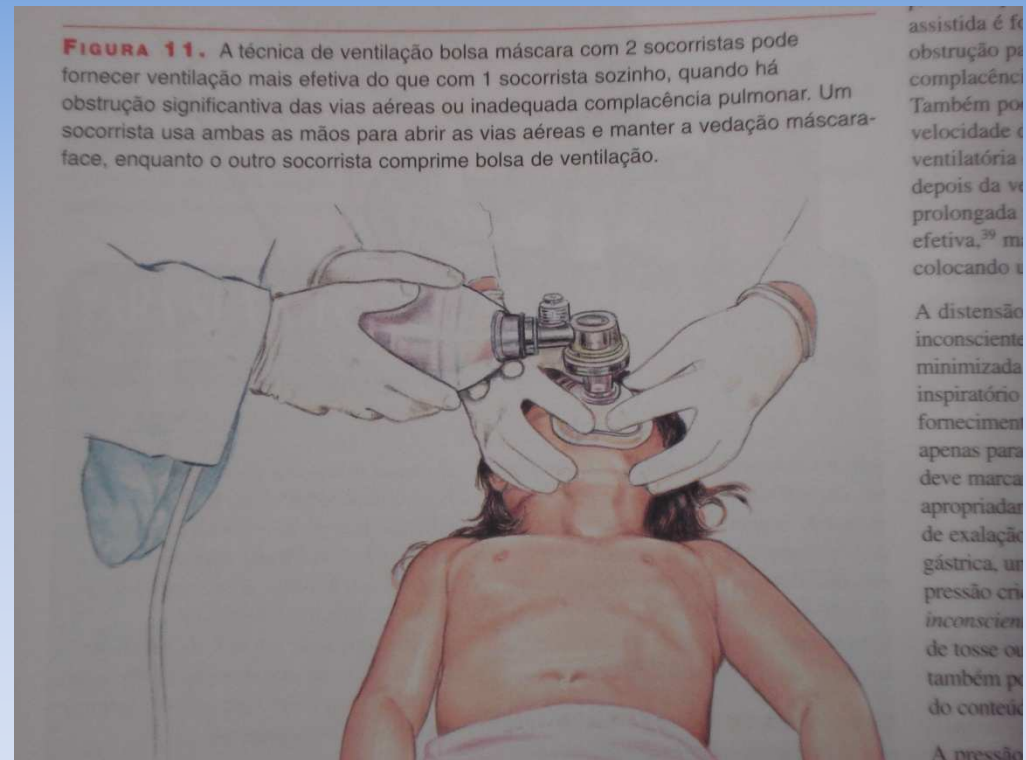


# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## VENTILAÇÃO MANUAL



### TÉCNICA INDIVIDUAL



### TÉCNICA EM 2 PESSOAS

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## VENTILAÇÃO MANUAL EM PEDIATRIA



Use a self-inflating bag with a volume of at least 450 to 500 mL; smaller bags may not deliver an effective tidal volume or the longer inspiratory times required by full-term neonates and infants.

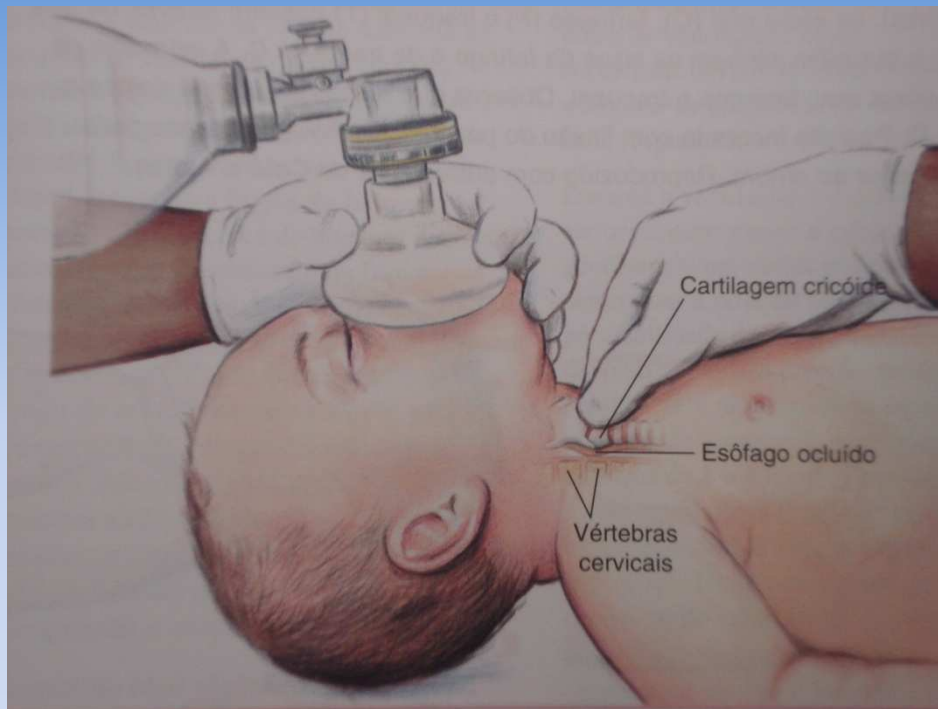
To deliver a high oxygen concentration (60% to 95%), attach an oxygen reservoir to the self-inflating bag. You must maintain an oxygen flow of 10 to 15 L/min into a reservoir attached to a pediatric bag and a flow of at least 15 L/min into an adult bag.

The rescuer providing the ventilation should deliver **8 to 10 breaths per minute** with an advanced airway (eg, endotracheal tube, esophageal-tracheal combitube [Combitube], or laryngeal mask airway [LMA]).

Portal Neonatal© - 2010

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## VENTILAÇÃO MANUAL



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## VENTILAÇÃO MANUAL EM NEONATOLOGIA



The optimum pressure, inflation time, and flow rate required to establish an effective functional residual capacity have not been determined. Average initial peak inflating pressures of 30 to 40 cm H<sub>2</sub>O (inflation time undefined) usually successfully ventilate unresponsive term infants.

Assisted ventilation rates of 40 to 60 breaths per minute are commonly used, but the relative efficacy of various rates has not been investigated.

The primary measure of adequate initial ventilation is prompt improvement in heart rate > 100 BPM.

If inflation pressure is being monitored, an initial inflation pressure of 20 cmH<sub>2</sub>O may be effective, but 30 to 40 cmH<sub>2</sub>O may be required in some term babies without spontaneous ventilation. If pressure is not monitored, the minimum inflation required to achieve an increase

in heart rate should be used.

Portal Neonatal© - 2010

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

- Evento grave e potencialmente letal.
- Pode ser de apresentação súbita e acometer adultos e crianças hígdas.
- Ou assumir características de doença crônica.

TABLA 1-1. Enfermedades que causan insuficiencia respiratoria

*Falla de la bomba*

**CEREBRO**

- Sobredosis de fármacos
- Accidentes vasculares
- Traumatismos cerebrales

**MÉDULA ESPINAL/  
NEUROMUSCULAR**

- Miastenia *gravis*
- Poliomielitis
- Guillain-Barré
- Traumatismos y tumores medulares

**PARED TORÁCICA**

- Tórax volante
- Xifoescoliosis

**VÍA AÉREA SUPERIOR**

- Parálisis de cuerdas vocales
- Estenosis traqueal
- Laringoespasmó

*Falla pulmonar*

**VÍA AÉREA INFERIOR Y PULMÓN**

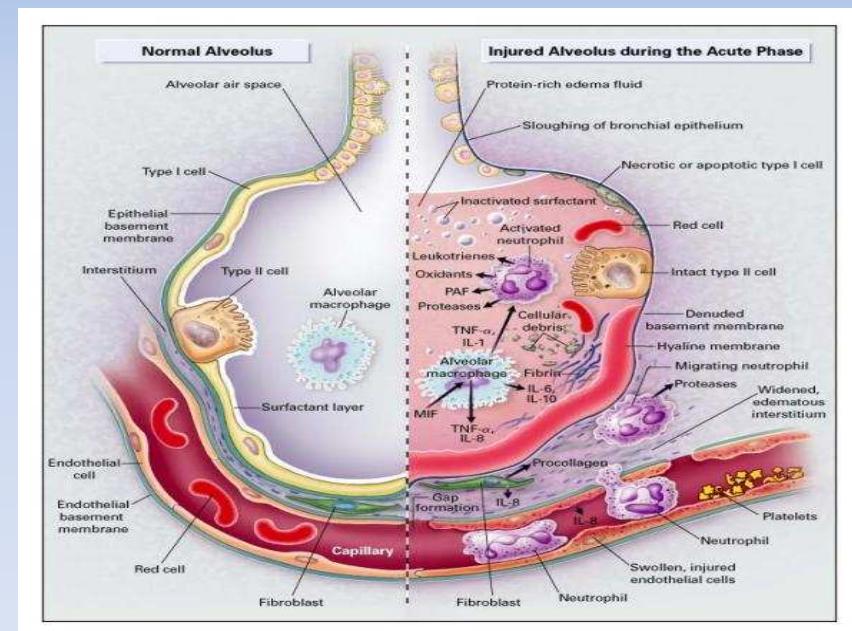
- Asma bronquial
- Bronquitis
- EPOC
- Síndrome de distrés respiratorio
- Neumonías
- Hemorragias alveolares

**CIRCULACIÓN PULMONAR**

- Embolia pulmonar

**CORAZÓN**

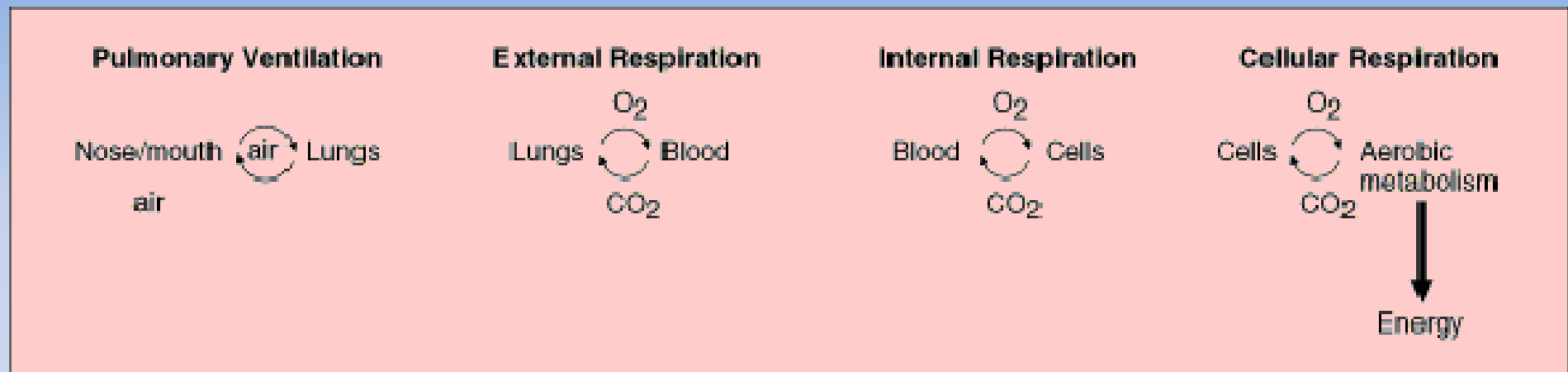
- Insuficiencia cardíaca congestiva
- Valvulopatías



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## RESPIRAÇÃO CONSISTE EM 4 PARTES DISTINTAS:

- 1 – **Ventilação Pulmonar** – O ar move-se para dentro e fora dos pulmões.
- 2 – **Respiração Externa** – envolve a troca de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> ente os pulmões e o sangue.



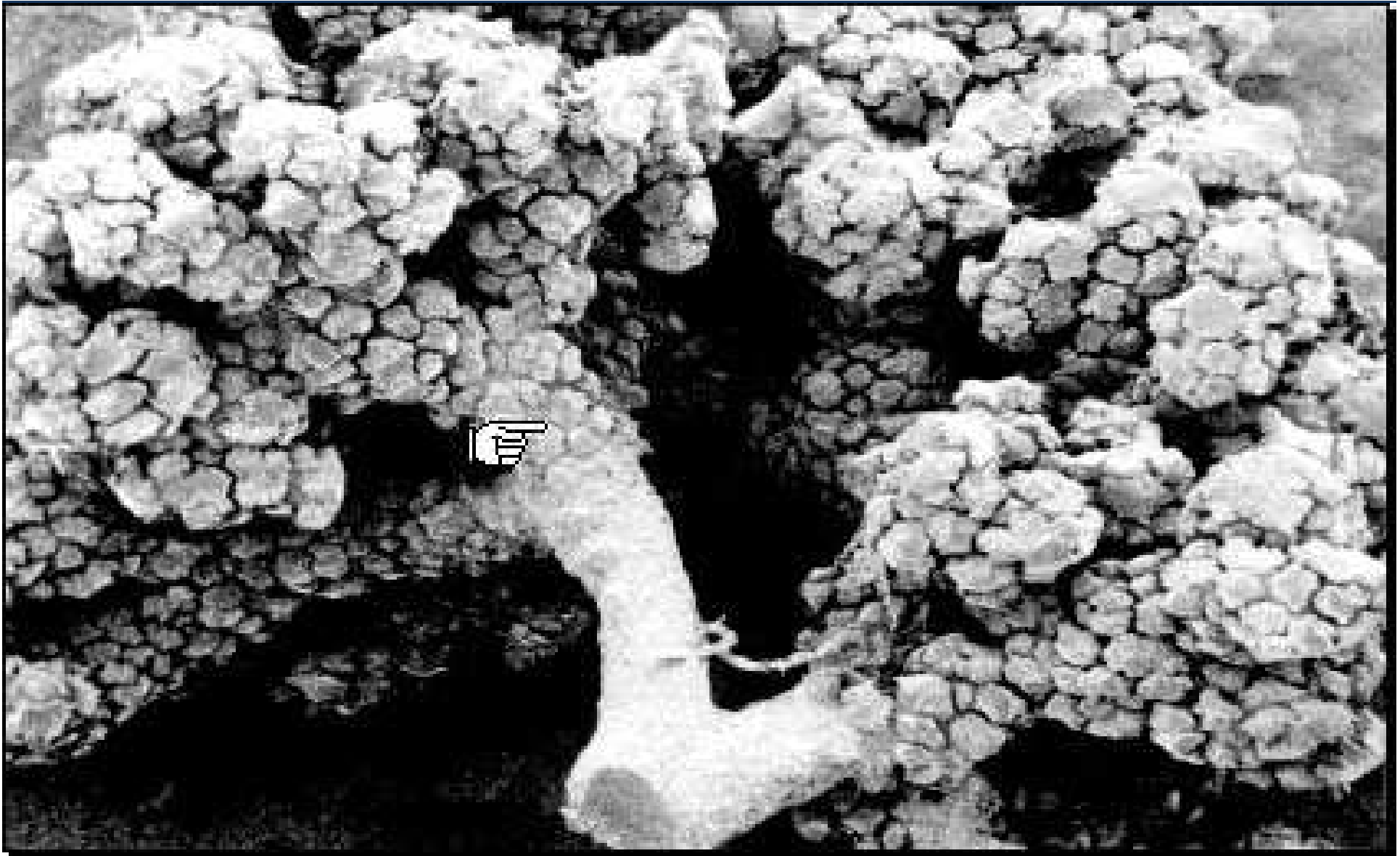
3 – **Respiração Interna** – envolve a troca de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> em nível celular e tissular.

4 – **Respiração Celular** – utilização do O<sub>2</sub> para produção de energia, mas que tem como subproduto o CO<sub>2</sub> que deve ser eliminado.

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

O estudo da **Fisiologia da Respiração** pode ser dividido em quatro grandes eventos funcionais:

- 1- a **ventilação pulmonar**, que é a renovação cíclica do gás alveolar pelo ar atmosférico;
- 2- a **difusão** do oxigênio ( $O_2$ ) e do dióxido de carbono ( $CO_2$ ) entre os alvéolos e o sangue;
- 3- o **transporte** (perfusão), no sangue e nos líquidos corporais, do  $O_2$  (dos pulmões para as células) e do  $CO_2$  (das células para os pulmões);
- 4- a **regulação da ventilação** e de outros aspectos da respiração.

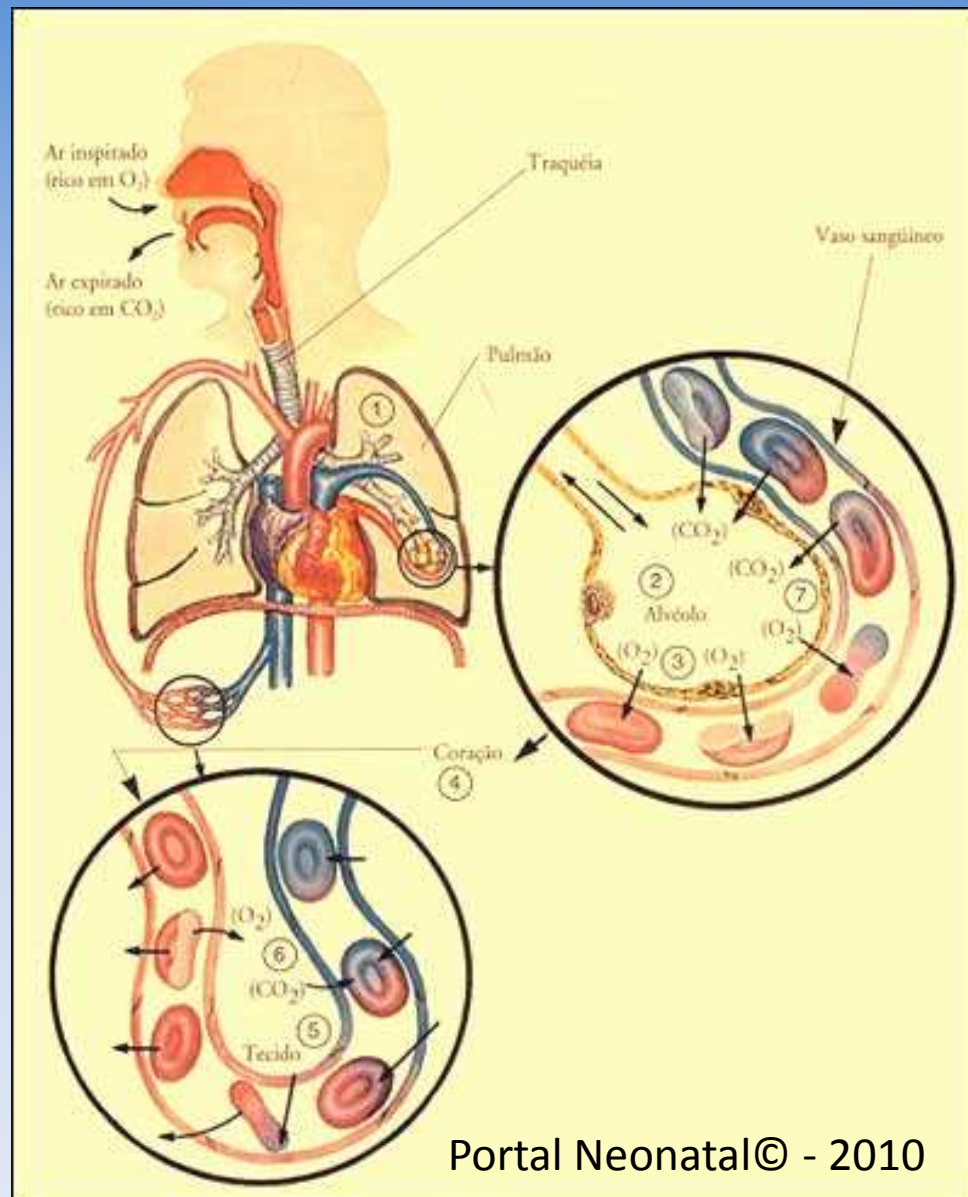


These two scanning electron micrographs show the organization of the pulmonary acinus. This micrograph is of a cast of two terminal bronchioles, the short respiratory, or transitional, bronchioles and all of the alveolar air spaces supplied by those bronchioles. SETA: bronquíolo respiratório. <http://trc.ucdavis.edu/mjguinan/apc100/modules/Respiratory/lung/lung6/lung3.html>

Portal Neonatal© - 2010

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## TROCA GASOSA



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## PRINCÍPIOS DA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA

- **HIPOVENTILAÇÃO**
  - **DISTÚRBIOS VENTILAÇÃO/PERFUSÃO**
    - **ESPAÇO MORTO**
    - **“SHUNT”**
- **DISTÚRPIO DE DIFUSÃO**

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## VENTILAÇÃO

- Corresponde ao movimento de ar para dentro e para fora dos pulmões
- Monitorada minuto a minuto pelo nível arterial de  $\text{CO}_2$
- Quimiorreceptores carotídeos e SNC

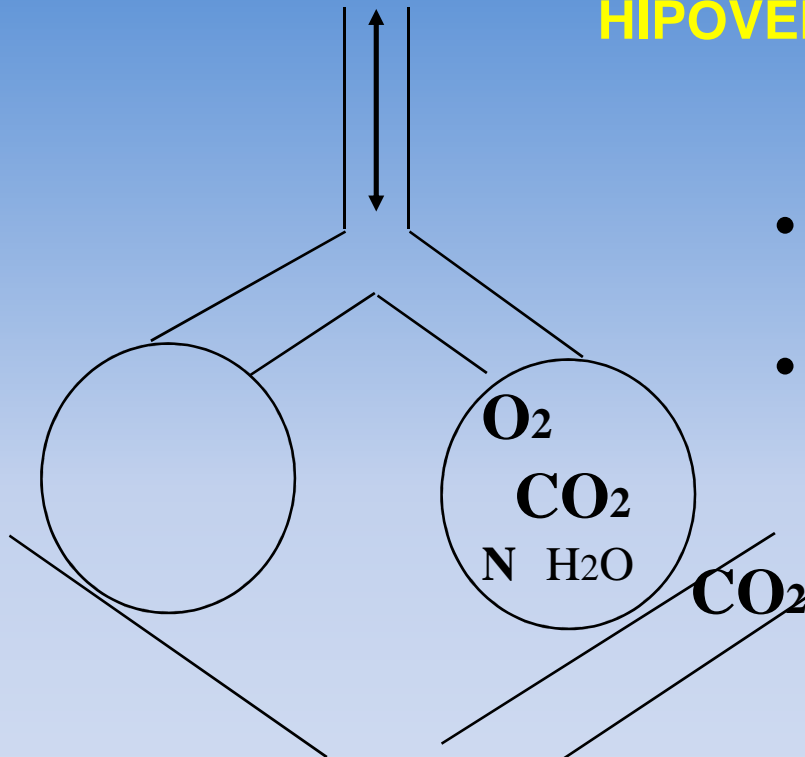
$$\text{VM} = \text{VC} \times \text{FR}$$

$$\text{VC} = \text{V}_{\text{EM}} + \text{V}_{\text{A}}$$

$$\text{VA} = (\text{VC} - \text{V}_{\text{EM}}) \times \text{FR}$$

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## HIPOVENTILAÇÃO



- ↓ VOLUME MINUTO = VC x FR
- ↓ VM = ↓ ELIMINAÇÃO DE CO<sub>2</sub>

- ↑ CO<sub>2</sub> ALVEOLAR
- ↓ O<sub>2</sub> ALVEOLAR

- ↑ CO<sub>2</sub> ARTERIAL
- ↓ O<sub>2</sub> ARTERIAL

Equação do gás alveolar

$$PAO_2 = PiO_2 - \frac{PACO_2}{R}$$

PiO<sub>2</sub> = pressão inspirada de oxigênio

R = coeficiente respiratório = 0,8

Fração entre eliminação de CO<sub>2</sub> e captação de O<sub>2</sub>

$$PiO_2 = (P_B - P_{H_2O}) \times FiO_2$$

Portal Neonatal© - 2010

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## HIPOVENTILAÇÃO

Equação do gás alveolar

$$PAO_2 = PiO_2 - \frac{PACO_2}{R}$$

$$PiO_2 = (P_B - P_{H_2O}) \times FiO_2$$

$$PiO_2 = (760 - 47) \times FiO_2$$

$$PiO_2 = (713) \times 0,21$$

$$PiO_2 = 149,73$$

$$\frac{40}{0,8} = 50$$

$$PAO_2 = 149,73 - 50$$
$$PAO_2 = 99,73 \text{ mmHg}$$

$$CaO_2 = 1,34 \times Hb \times SaO_2/100 + 0,0031 \times PaO_2$$

$$CaO_2 = 1,34 \times 10 \times 100/100 + 0,0031 \times 90$$

$$CaO_2 = 13,679 \text{ ml/dl}$$

$PiO_2$  = pressão inspirada de oxigênio

R = coeficiente respiratório = 0,8

Normal = 10 – 20 ml/dl

Portal Neonatal© - 2010

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## HIPOVENTILAÇÃO

Diferença Alvéolo-arterial de O<sub>2</sub>

$$AaDO_2 = PAO_2 - PaO_2$$

$$AaDO_2 = 99,73 - 90$$

$$AaDO_2 = 9,73\text{mmHg}$$

Normal na Hipoventilação

**AaD O<sub>2</sub> Normal**

**FiO<sub>2</sub> 21%    5-15 mmHg**

**FiO<sub>2</sub> 100%    50-100 mmHg**

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## HIPOVENTILAÇÃO

Equação do gás alveolar

$$PAO_2 = PiO_2 - \frac{PACO_2}{R}$$

$$PiO_2 = (P_B - P_{H_2O}) \times FiO_2$$

$$PiO_2 = (760 - 47) \times FiO_2$$

$$PiO_2 = (713) \times 1,0$$

$$PiO_2 = 713$$

$$\frac{40}{0,8} = 50$$

$$PAO_2 = 713 - 50$$
$$PAO_2 = 663 \text{ mmHg}$$

$$CaO_2 = 1,34 \times Hb \times SaO_2/100 + 0,0031 \times PaO_2$$

$$CaO_2 = 1,34 \times 10 \times 100/100 + 0,0031 \times 550$$

$$CaO_2 = 15,105 \text{ ml/dl}$$

$PiO_2$  = pressão inspirada de oxigênio

R = coeficiente respiratório = 0,8

Normal = 10 – 20 ml/dl

Portal Neonatal© - 2010

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## HIPOVENTILAÇÃO

Diferença Alvéolo-arterial de O<sub>2</sub>

$$AaDO_2 = PAO_2 - PaO_2$$

$$AaDO_2 = 663 - 550$$

$$AaDO_2 = 113\text{mmHg}$$

Normal na Hipoventilação

**AaD O<sub>2</sub> Normal**

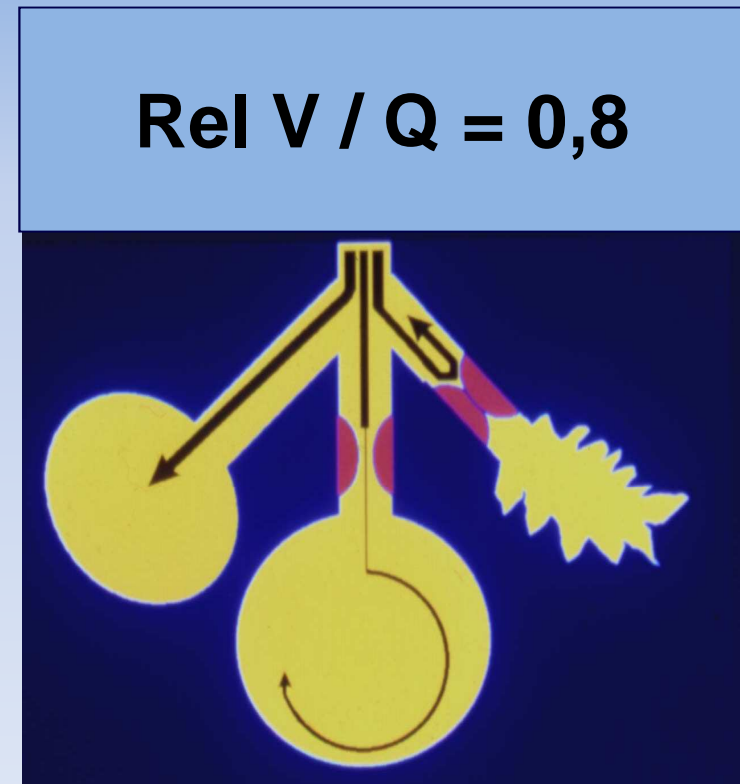
**FiO<sub>2</sub> 21%    5-15 mmHg**

**FiO<sub>2</sub> 100%   50-100 mmHg**

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## DISTÚRBIOS NA RELAÇÃO V / Q

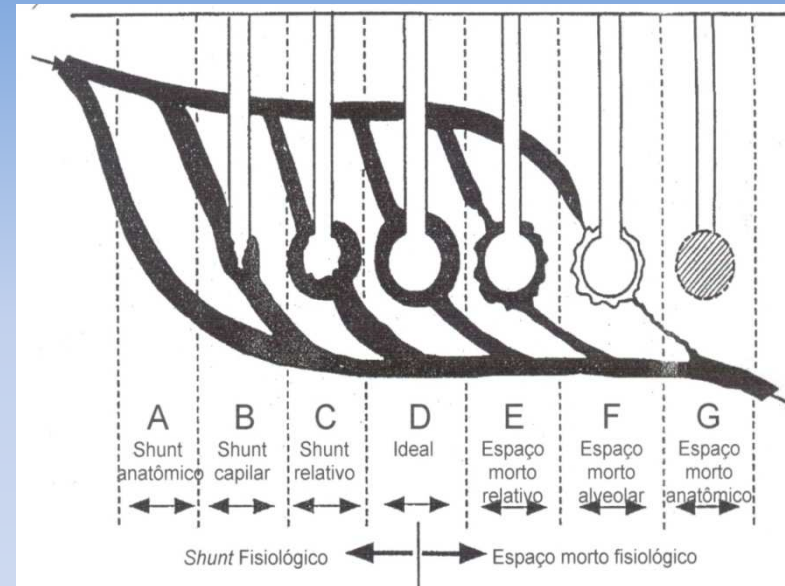
- Determina a composição de  $O_2$  e  $CO_2$  no final de cada capilar pulmonar
- Causa mais comum de hipoxemia
- Milhões de unidades de troca



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BAIXA RELAÇÃO V / Q

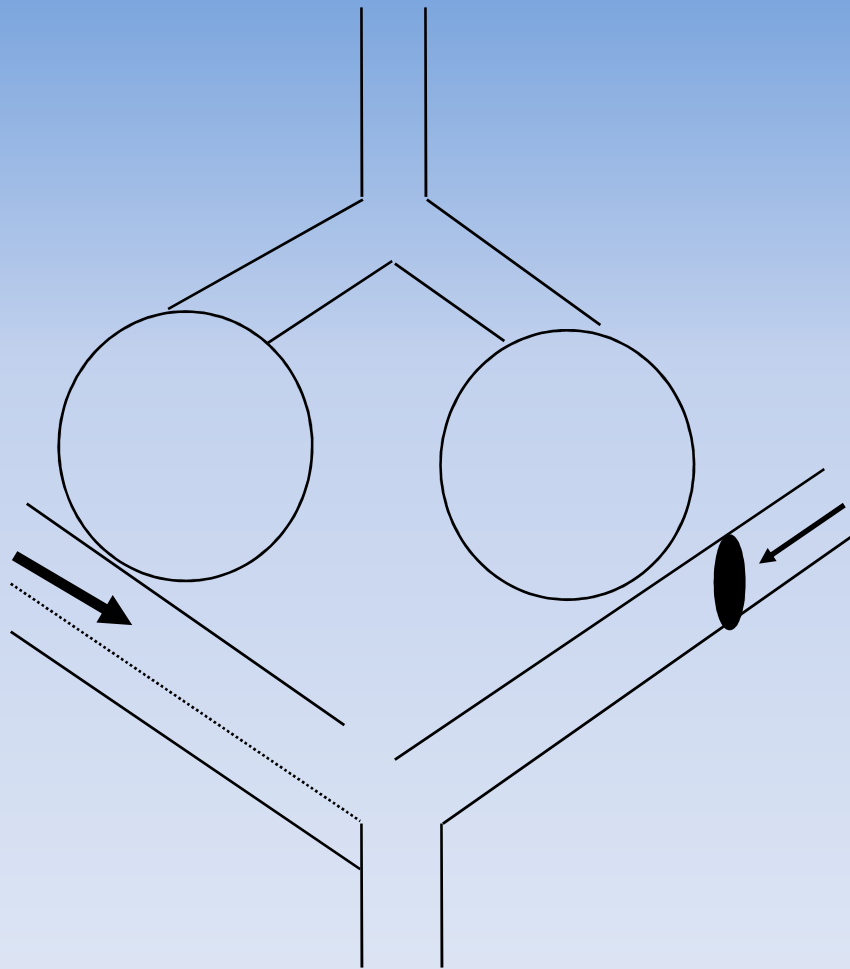
- Redução na ventilação:  
doenças obstrutivas (asma, bronquiolite)
- Diminuição do volume alveolar:  
pneumonia, edema, SDRA
- Excesso de perfusão:  
tromboembolismo pulmonar, desvio da perfusão  
( SHUNT RELATIVO)



$$Rel V / Q < 0,8$$

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

**ALTA RELAÇÃO V / Q**



**EFEITO ESPAÇO MORTO**

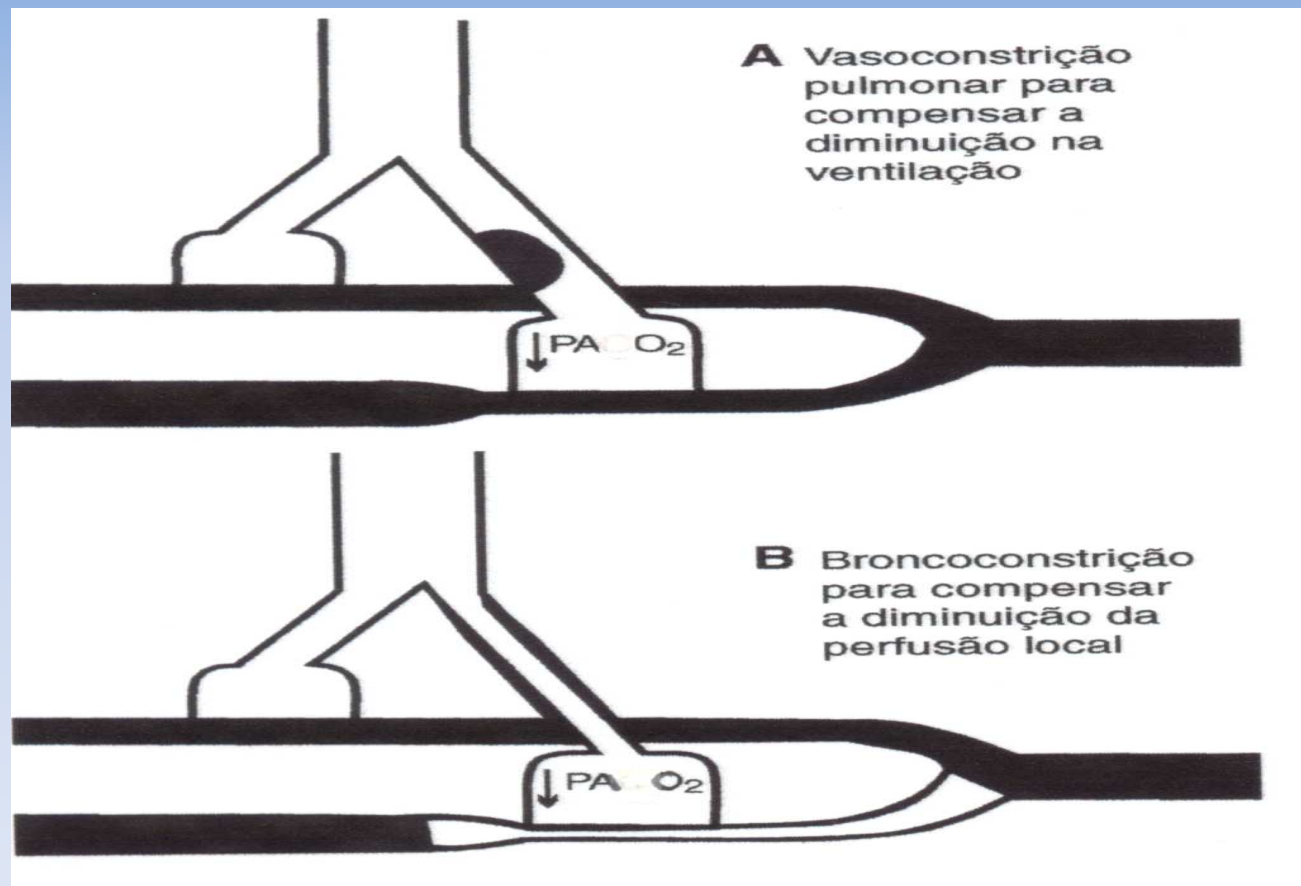
**REDUÇÃO DA PERFUSÃO EM  
RELAÇÃO À VENTILAÇÃO**

**Ex: TEP, HIPERTENSÃO PULMONAR  
PRIMÁRIA**

$$\text{Rel } V / Q > 0,8$$

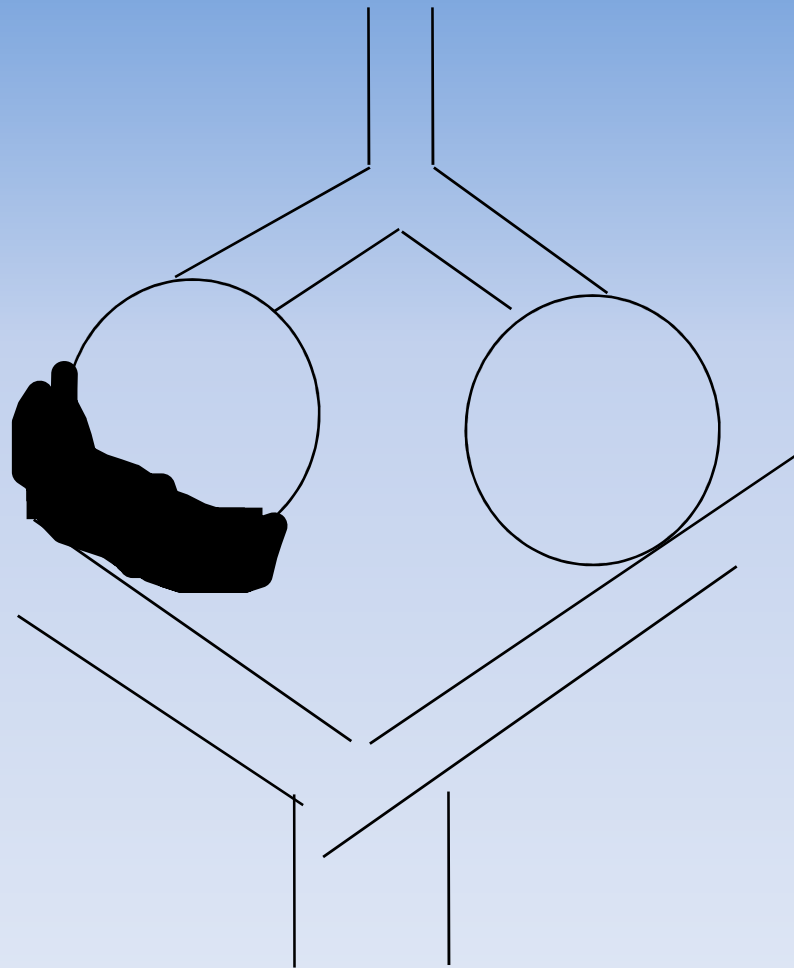
# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## REFLEXOS PULMONARES DECORRENTES DE HIPOVENTILAÇÃO E ALTERAÇÕES V / Q



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## DISTÚRPIO DE DIFUSÃO



**DIFICULDADE EM SE MANTER AS TROCAS GASOSAS ENTRE O ALVÉOLO E O CAPILAR PULMONAR POR DEPOSIÇÃO DE LÍQUIDO OU OUTRAS SUBSTÂNCIAS NA MEMBRANA ALVÉOLO CAPILAR.**

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## DISTÚRPIO DE DIFUSÃO

A DIFUSÃO DEPENDE :

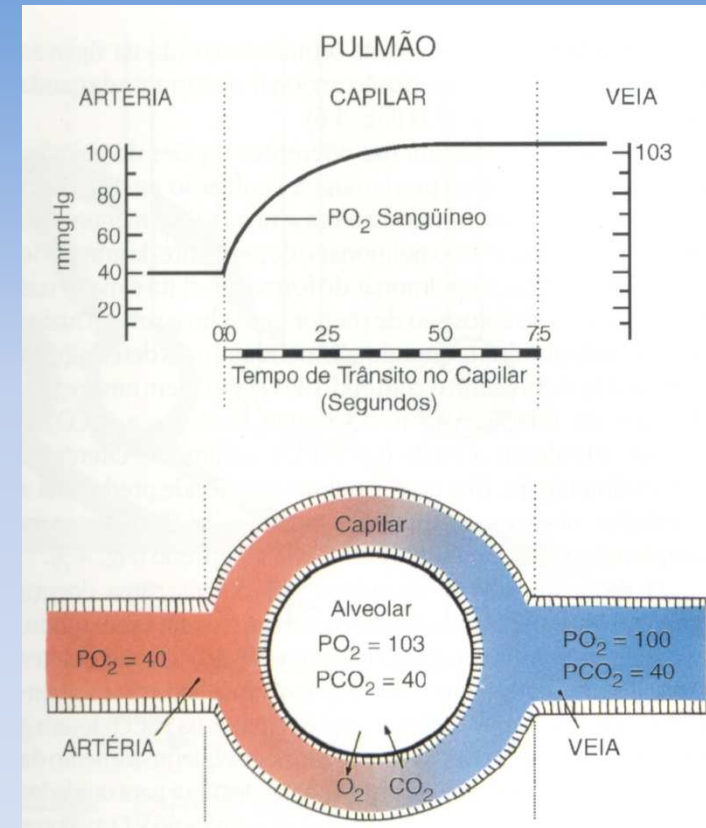
ÁREA DE TROCA

ESPESSURA DA MEMBRANA

GRADIENTE DE PRESSÃO

PARCIAL ENTRE O ALVÉOLO E O

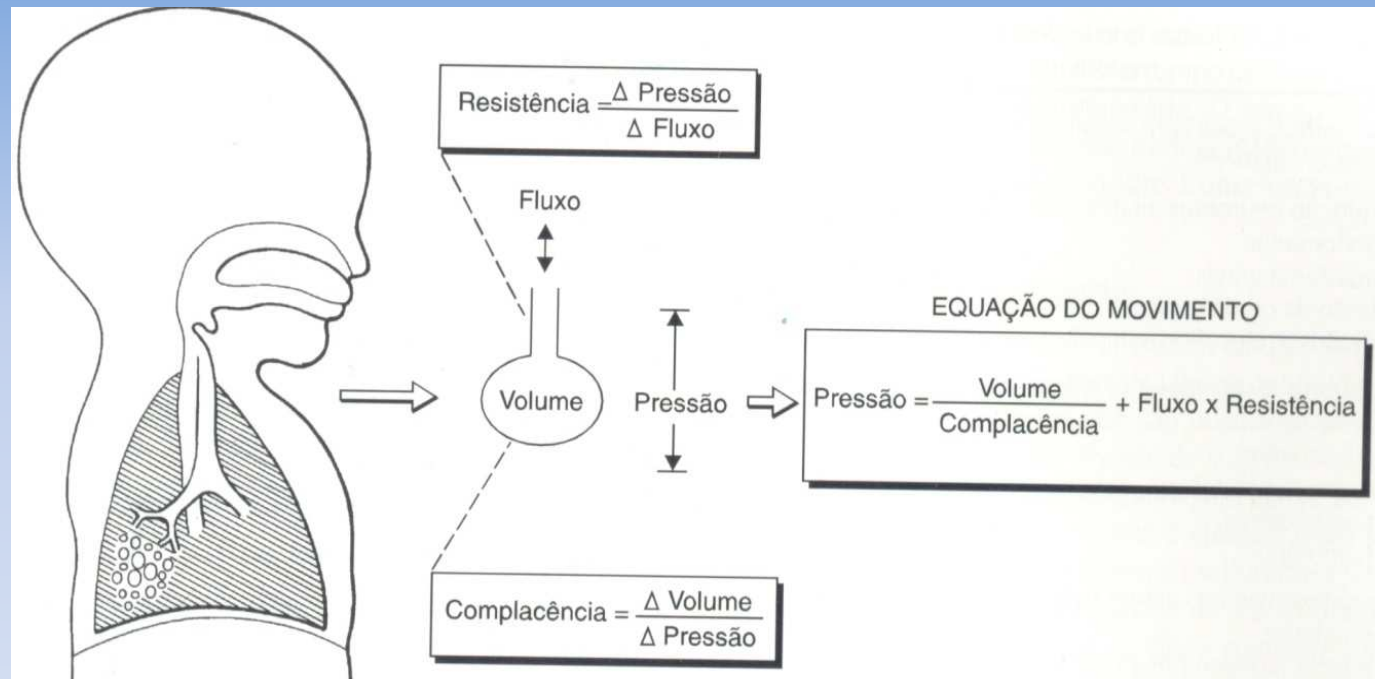
CAPILAR



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

### A VM BASEIA-SE FUNDAMENTALMENTE NA EQUAÇÃO DO MOVIMENTO



**Resistência: RN extubado = 30 a 50 l/seg/cmH<sub>2</sub>O - RN intubado = 100 a 150 l/seg/cmH<sub>2</sub>O**

**Adulto extubado = 1,5 l/seg/cmH<sub>2</sub>O - Adulto intubado = 4,5 a 6 l/seg/cmH<sub>2</sub>O**

**Complacência: RN saudável = 3 – 5 ml/cmH<sub>2</sub>O – RN DMH – 0,1 – 1ml/cmH<sub>2</sub>O**

Portal Neonatal© - 2010

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

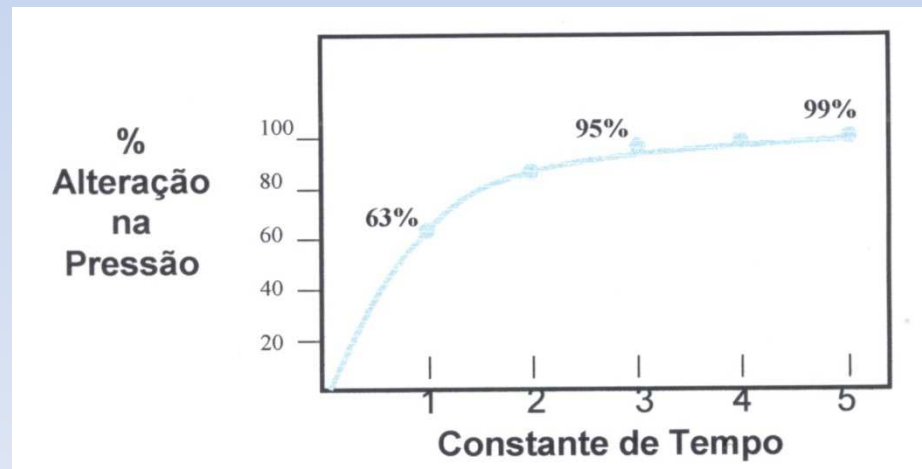
Em um RN normal uma constante de tempo é igual a 0,09 – 0,25 segundos.

**Sendo em média = 0,15 segundos**

(Resistência = 30 a 50 cmH<sub>2</sub>O l/seg e Complacência= 0,003 a 0,005 l/ cmH<sub>2</sub>O).

**Constante de Tempo = Complacência x Resistência**

No adulto normal chega a 0,3seg. O tempo inspiratório adequado para um RN com a complacência normal seria então: 0,45-0,75 segundos em média. Já para um adulto seria: 0,9-1,5 segundos.



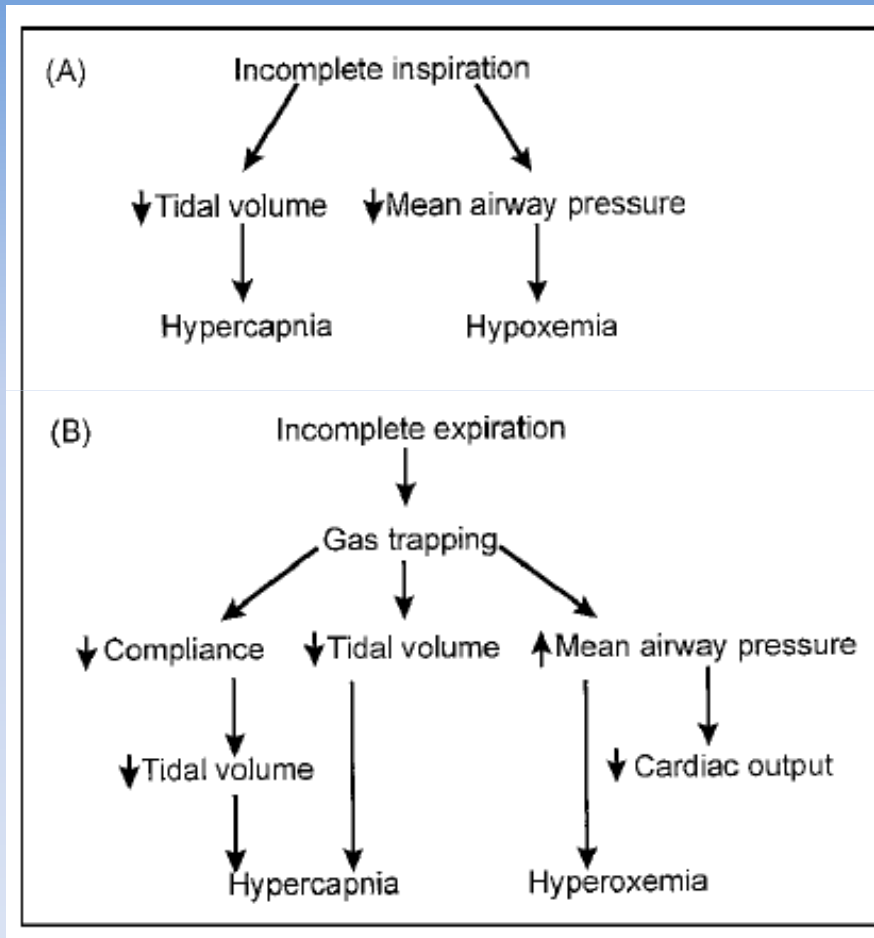
Portal Neonatal© - 2010

Tempo necessário para que ocorra um equilíbrio de pressões no pulmão e não haja mais fluxo aéreo tanto na inspiração quanto na expiração.

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### T<sub>insp</sub> e T<sub>exp</sub>



Effects of incomplete inspiration (A) or incomplete expiration (B) on gas exchange. An incomplete inspiration leads to decreases in tidal volume and mean airway pressure. Hypercapnia and hypoxemia may result. An incomplete expiration may lead to decreases in compliance and tidal volume and an increase in mean airway pressure. Hypercapnia with a decrease in PaO<sub>2</sub> may result. However, gas trapping and its resulting increase in mean airway pressure may decrease venous return, reducing cardiac output and impairing oxygen delivery.

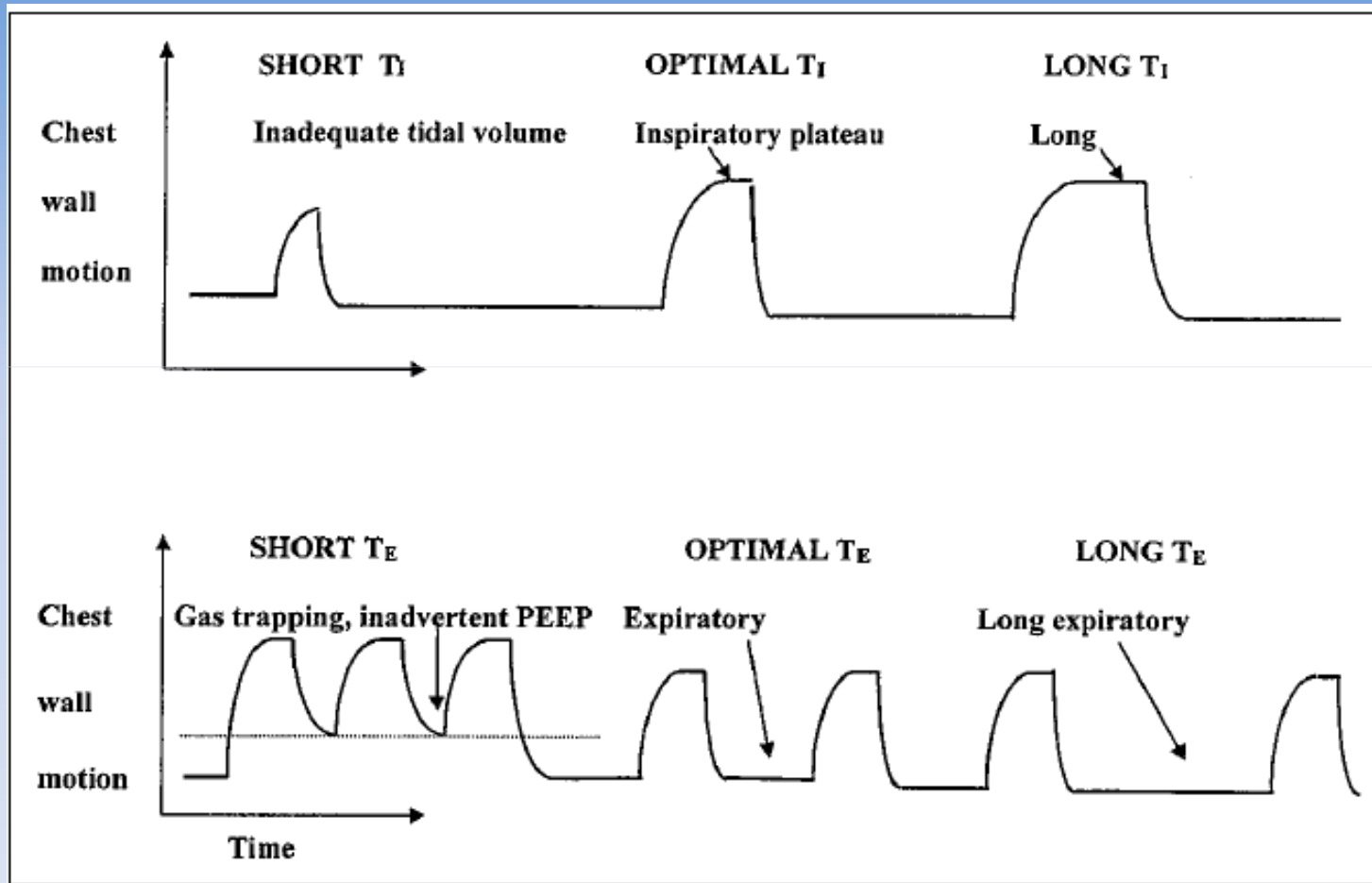
Portal Neonatal© - 2010

Carlo WA, Greenough A, Chatburn RL. Advances in conventional mechanical ventilation. In: Boynton BR, Carlo WA, Jobe AH, eds. New Therapies for Neonatal Respiratory Failure. Boston, Mass: Cambridge University Press; 1994.

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### T<sub>insp</sub> e T<sub>exp</sub>



Estimation of optimal inspiratory and expiratory times based on chest wall motion.

Portal Neonatal© - 2010

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### T<sub>insp</sub> e T<sub>exp</sub>

**TABLE 3. High I:E Ratio/Long Inspiratory Time**

PROS	CONS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Increased oxygenation</li><li>• May improve gas distribution in lungs that have atelectasis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gas trapping/inadvertent PEEP</li><li>• Increased risk of volutrauma and air leaks</li><li>• Impaired venous return</li><li>• Increased pulmonary vascular resistance</li></ul>

**TABLE 4. Short Inspiratory Time**

PROS	CONS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Faster weaning</li><li>• Decreased risk for pneumothorax</li><li>• Allows use of higher ventilator rate</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Insufficient tidal volume</li><li>• May need high flow rates</li></ul>

Portal Neonatal© - 2010

Conventional Mechanical Ventilation: Traditional and New Strategies; *Pediatr. Rev.* 1999;20:117

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

### FÓRMULAS MAIS COMUMENTE UTILIZADAS

$$C_{est} = \text{Volume Corrente} / P_{platô} - \text{PEEP total}$$

$$C_{din} = \text{Volume Corrente} / P_{pico} - \text{PEEP total}$$

$$\text{Resistência} = P_{pico} - P_{platô} / \text{Fluxo}$$

$$\text{Volume Minuto} = V_t \times \text{FR}$$

$$\text{Constante de Tempo} = \text{Complacência} \times \text{Resistência}$$

$$\text{Volume} = \text{Fluxo} \times T_{insp}$$

$$\text{Fluxo} = \text{Volume} / T_{insp}$$

$$T_{insp} = \text{Volume} / \text{Fluxo}$$

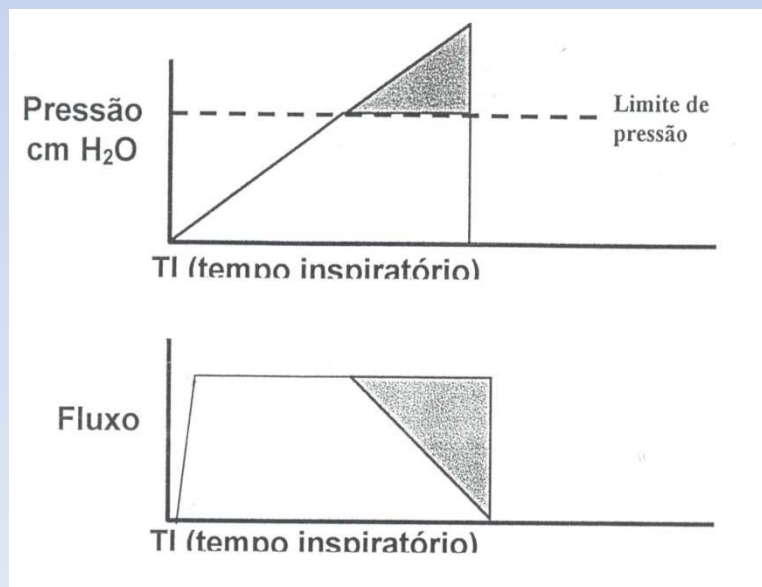
# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Na ventilação ciclada a tempo, a inspiração termina e a expiração começa após um determinado intervalo de tempo.

Pode-se limitar a pressão ou deixar que o volume corrente seja determinado pelo fornecimento do fluxo inspiratório por um determinado tempo.

Em crianças, freqüentemente utiliza-se ventilação limitada à pressão e ciclada a tempo, ou seja, o aparelho passa da fase inspiratória para a fase expiratória ao término do tempo inspiratório predeterminado.



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

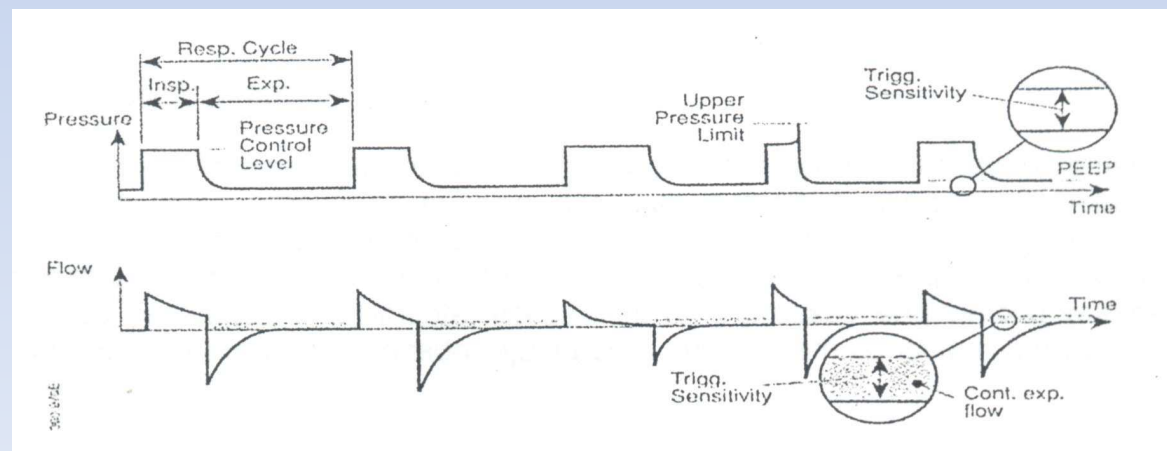
## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Na ventilação ciclada a pressão, a inspiração termina e a expiração começa quando um limite pressórico máximo nas vias aéreas é atingido.

O volume corrente é determinado pela pressão pré-estabelecida, fluxo, complacência pulmonar do paciente, resistência do circuito e das vias aéreas e integridade do circuito do ventilador.

Inicialmente, escolhe-se uma pressão enquanto o volume corrente expiratório é monitorizado.

Ajusta-se a pressão até conseguir um volume corrente desejado.



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

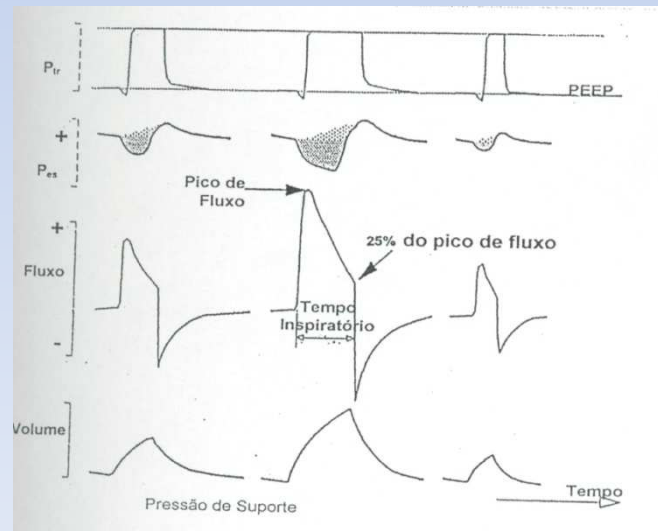
Na ventilação ciclada a fluxo, a inspiração termina e a expiração começa quando o fluxo cai a uma porcentagem predeterminada do pico do fluxo.

O volume corrente e o tempo inspiratório variam de ciclo para ciclo.

Neste tipo de ventilação também se limita o pico de pressão a ser atingido.

O volume liberado aos pulmões é determinado pela pressão escolhida e pela complacência e resistência da criança.

O sistema de ciclagem a fluxo é mais confortável do que ciclagem a pressão, pois, no primeiro, o paciente tem maior controle sobre o ciclo respiratório. Um exemplo deste modo de ventilação é o de pressão de suporte



Portal Neonatal© - 2010

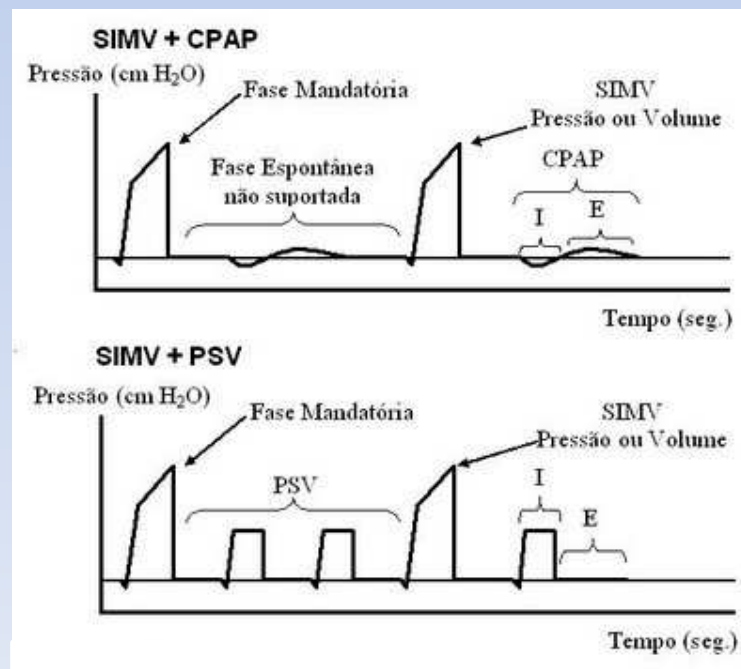
# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

### SIMV + Pressão de Suporte

Associa a ventilação mandatória intermitente sincronizada à pressão de suporte. Ou seja, mantém-se uma frequência de mandatória, com os parâmetros predeterminados; entre as mandatórias a criança tem respiração espontânea e esta é assistida com um suporte pressórico.

Alguns aparelhos, como o Servoi ou Newport E360Br, Dixtal 3010 por exemplo, trabalham com SIMV/PC ou SIMV/VC + PSV.



Portal Neonatal© - 2010

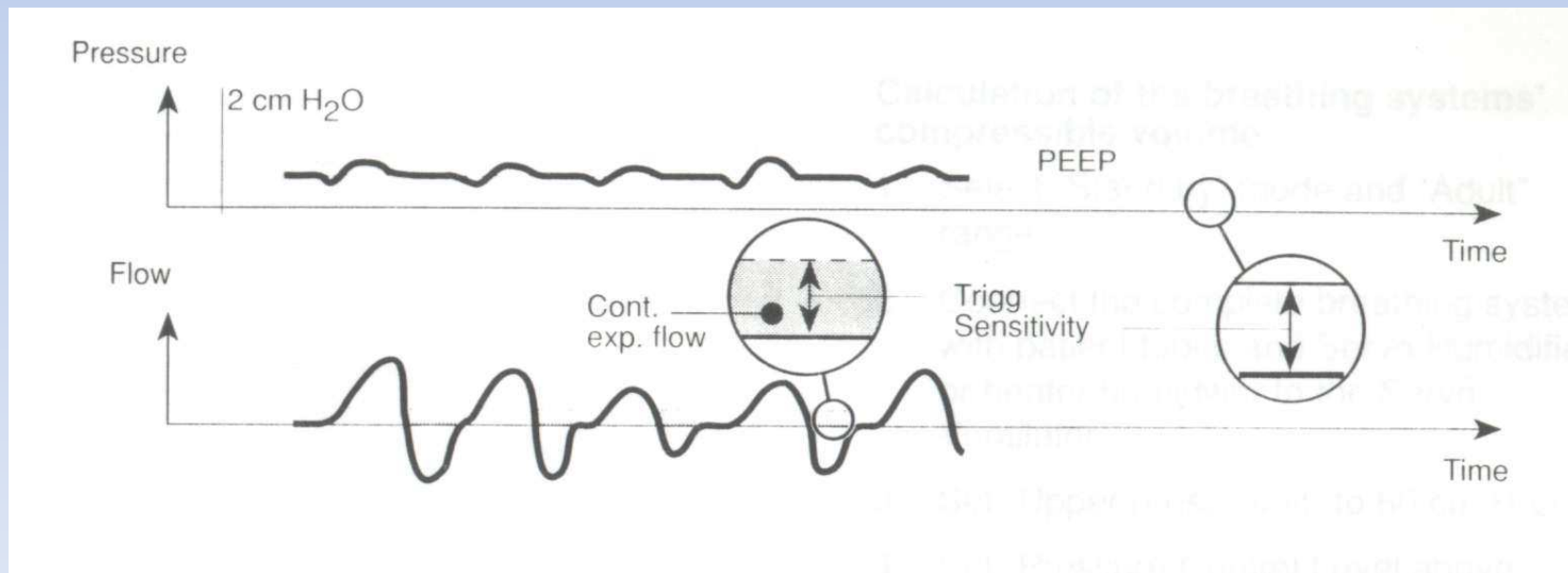
# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

### CPAP

A criança / neonato respira espontaneamente sobre uma pressão de distensão contínua mantida na via aérea. **Hoje em dia é raramente utilizada como modalidade de ventilação em crianças intubadas.**

É mais usada em ventilação não invasiva (duplo tubo nasal ou máscara).



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

Um dos principais objetivos da Ventilação Mecânica (VM) é efetuar um intercâmbio gasoso eficaz, promovendo a eliminação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e captação de oxigênio.

### Eliminação de CO<sub>2</sub>

Como o CO<sub>2</sub> se difunde facilmente do sangue para dentro dos alvéolos, sua eliminação depende em grande parte da quantidade total de ar que passa para dentro e para fora dos alvéolos.

$$\text{Ventilação Alveolar} = (\text{VC} - \text{EM}) \times \text{FR}$$

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

**PEDIATRICS**  
OFFICIAL JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS

## Both Extremes of Arterial Carbon Dioxide Pressure and the Magnitude of Fluctuations in Arterial Carbon Dioxide Pressure Are Associated With Severe Intraventricular Hemorrhage in Preterm Infants

Jorge Fabres, Waldemar A. Carlo, Vivien Phillips, George Howard and Namasivayam Ambalavanan

*Pediatrics* 2007;119:299-305  
DOI: 10.1542/peds.2006-2434

### ABSTRACT

**OBJECTIVE.** The goal was to test the hypothesis that extremes of  $Paco_2$  during the first 4 days after birth are associated with severe intraventricular hemorrhage (grades 3 and 4).

**METHODS.** A single-center retrospective review of clinical and blood gas data in the first 4 postnatal days for 849 infants with birth weights of 401 to 1250 g was performed. The univariate and multivariate relationships of severe intraventricular hemorrhage with maximal and minimal  $Paco_2$ ,  $Paco_2$  averaged over time (time-weighted  $Paco_2$ ), and measures of  $Paco_2$  fluctuation (SD of  $Paco_2$  and difference in  $Paco_2$  [maximum minus minimum]) were assessed.

**RESULTS.** Birth weight (mean  $\pm$  SD) was  $848 \pm 212$  g, and the median gestational age was 26 weeks. Infants with severe intraventricular hemorrhage had higher maximal  $Paco_2$  (median: 72 vs 59 mm Hg) and time-weighted  $Paco_2$  (mean: 49 vs 47 mm Hg) values but lower minimal  $Paco_2$  values (32 vs 37 mm Hg). High  $Paco_2$ , low  $Paco_2$ , SD of  $Paco_2$ , and difference in  $Paco_2$  predicted severe intraventricular hemorrhage, but time-weighted average  $Paco_2$  was not as predictive.

**CONCLUSIONS.** Both extremes and fluctuations of  $Paco_2$  are associated with severe intraventricular hemorrhage. It may be prudent to avoid extreme hypocapnia and hypercapnia during the period of risk for intraventricular hemorrhage.



**CONCLUSIONS.** Both extremes and fluctuations of  $Paco_2$  are associated with severe intraventricular hemorrhage. It may be prudent to avoid extreme hypocapnia and hypercapnia during the period of risk for intraventricular hemorrhage.

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA



## Do hyperoxaemia and hypocapnia add to the risk of brain injury after intrapartum asphyxia?

G Klinger, J Beyene, P Shah and M Perlman

*Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 2005;90:F49-F52  
doi:10.1136/adc.2003.048785

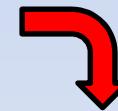
**Background:** Episodes of hyperoxaemia and hypocapnia, which may contribute to brain injury, occur unintentionally in severely asphyxiated neonates in the first postnatal hours.

**Objective:** To determine whether hyperoxaemia and/or hypocapnia during the first 2 hours of life add to the risk of brain injury after intrapartum asphyxia.

**Methods:** Retrospective cohort study in term infants with post-asphyxial hypoxic ischaemic encephalopathy (HIE) born between 1985 and 1995. Severe and moderate hyperoxaemia were defined as  $\text{PaO}_2 > 26.6$  and  $\text{PaO}_2 > 13.3$  kPa (200 and 100 mm Hg). Severe and moderate hypocapnia were defined as  $\text{PaCO}_2 < 2.6$  and  $\text{PaCO}_2 < 3.3$  kPa (20 and 25 mm Hg). Adverse outcome ascertained by age 24 months was defined as death, severe cerebral palsy, or any cerebral palsy with blindness, deafness, or developmental delay. With outcome as the dependent variable, multivariate analyses were performed including hyperoxaemic and hypocapnic variables, and factors adjusted for initial disease severity.

**Results:** Of 244 infants, 218 had known outcomes, 127 of which were adverse (64 deaths, 63 neurodevelopmental deficits). Multivariate analyses showed an association between adverse outcome and episodes of severe hyperoxaemia (odds ratio (OR) 3.85, 95% confidence interval (CI) 1.67 to 8.88,  $p = 0.002$ ), and severe hypocapnia (OR 2.34, 95% CI 1.02 to 5.37,  $p = 0.044$ ). The risk of adverse outcome was highest in infants who had both severe hyperoxaemia and severe hypocapnia (OR 4.56, 95% CI 1.4 to 14.9,  $p = 0.012$ ).

**Conclusions:** Severe hyperoxaemia and severe hypocapnia were associated with adverse outcome in infants with post-asphyxial HIE. During the first hours of life, oxygen supplementation and ventilation should be rigorously controlled.



**Conclusions:** Severe hyperoxaemia and severe hypocapnia were associated with adverse outcome in infants with post-asphyxial HIE. During the first hours of life, oxygen supplementation and ventilation should be rigorously controlled.

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### Frequência Respiratória (FR)

Aumentando-se a FR aumenta-se a eliminação de CO<sub>2</sub>. Lembrando que sempre que se altera a FR, alteramos a relação I:E.

Se mantivermos um tempo inspiratório (T<sub>insp</sub>) constante a medida que aumenta a FR nós diminuimos o tempo expiratório (T<sub>exp</sub>) e eventualmente a formação do chamado PEEP inadvertido e, nestes casos entre outras conseqüências observaremos um aumento da PaCO<sub>2</sub>.

Assim o mínimo de **tempo expiratório** que devemos utilizar seria o equivalente a 3 constantes de tempo ( $\cong 0,45$  segundos), porém em patologias na qual a resistência da VA está aumentada este tempo pode ser insuficiente.

1CT = 0,15 segundos  
(valor normal para RN)

$$T_{exp} = (60/FR - T_{insp})$$

$$Rel\ I:E = T_{exp}/T_{insp}$$



$$T_{exp} = (60/30 - 0,45)$$
$$T_{exp} = 1,55s$$

$$Rel\ I:E = 1,55/0,45$$

$$Rel\ I:E = 1:3,4$$

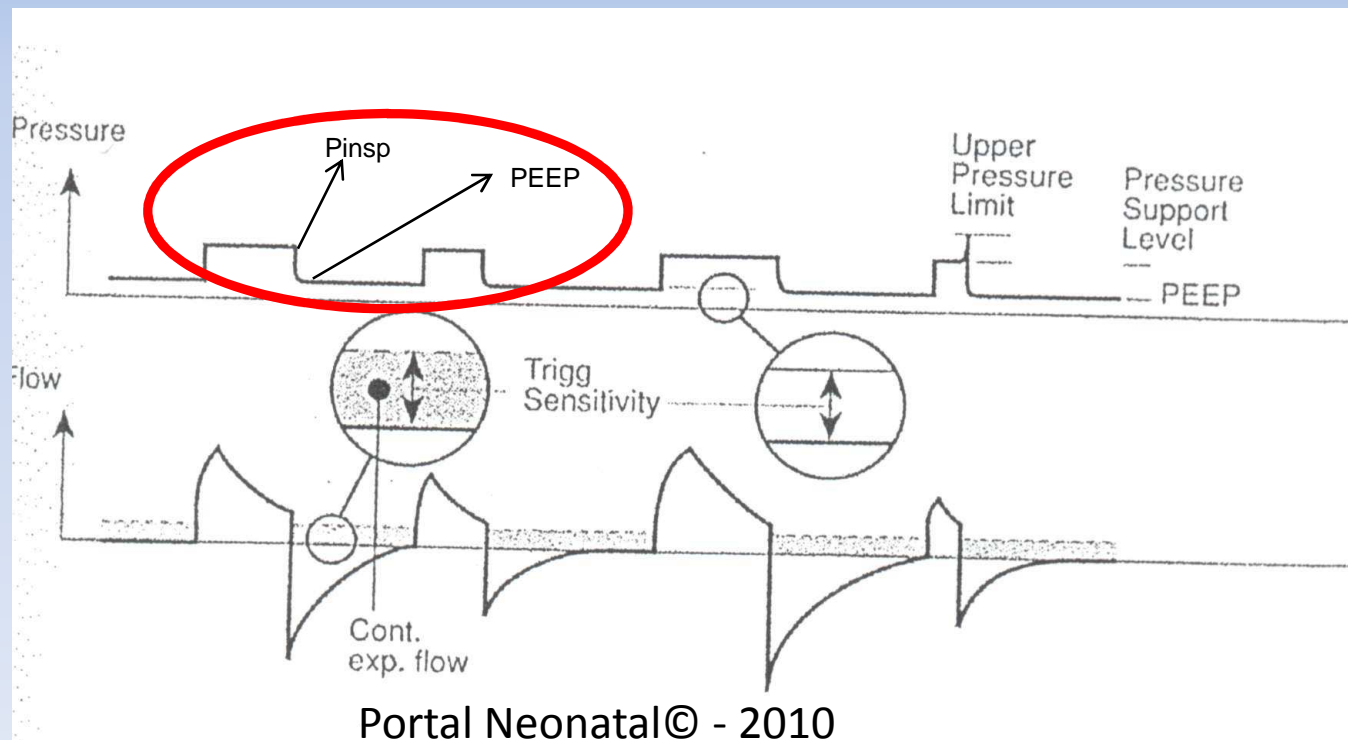
Portal Neonatal© - 2010

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### Volume Corrente ( $V_t$ – Volume Tidal)

O volume corrente depende da complacência pulmonar, do **Gradiente de Pressão ( $P_{insp} - PEEP$ )** e eventualmente do tempo inspiratório. A diminuição do volume corrente leva a uma retenção de  $CO_2$ . Em geral, utilizamos volume corrente de 4-7 ml/kg.



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### Oxigenação

A oxigenação depende da FiO<sub>2</sub> e da pressão média das vias aéreas (MAP).

A FiO<sub>2</sub> deve ser reduzida, tentando atingir um objetivo clínico aceitável (PaO<sub>2</sub> > 60mmHg) com uma FiO<sub>2</sub> <60% para minimizar a toxicidade pelo O<sub>2</sub>. Se uma FiO<sub>2</sub> > 60% é necessário para manter uma boa oxigenação, deve se considerar a adição de PEEP.

A MAP é a medida da pressão a qual os pulmões estão expostos durante o ciclo respiratório.

$$\text{MAP} = \frac{K (\text{Pinsp} - \text{PEEP}) \cdot (\text{Tinsp}) + \text{PEEP}}{\text{Tinsp} + \text{Texp}}$$

Normal = 15 – 25cmH<sub>2</sub>O

K = constante dependente da taxa de aumento da pressão inspiratória (fluxo e Tinsp dependente).

**A MAP deverá aumentar segundo o aumento dos seguintes itens:**

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

**A MAP deverá aumentar segundo o aumento dos seguintes itens:**

### Fluxo inspiratório e Tinsp

Aumenta a constante K. **O fluxo tem relação direta com o Tempo inspiratório e Pressão inspiratória.** já que com o fluxo alto rapidamente atingimos a pressão determinada. Com fluxos baixos geralmente obtemos uma onda de pressão tipo “sino” e com fluxos altos associados a Tinsp altos conseguimos uma onda “quadrada” – elevando a MAP

Pressão = Volume/Complacência + Fluxo x Resistência

$$\text{Fluxo} = \text{Volume} / \text{Tinsp}$$



$$\text{Fluxo} \times \text{Tinsp} = \text{Volume}$$

$$\text{MAP} = \frac{K (\text{Pinsp} - \text{PEEP}) \cdot (\text{Tinsp}) + \text{PEEP}}{\text{Tinsp} + \text{Texsp}}$$

$$\text{MAP} = K(\text{Vt/Comp} + \text{Fluxo} \times R - \text{PEEP}) \times \text{Tinsp} + \text{PEEP} / \text{Tinsp} + \text{Texsp}$$

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

$$\text{MAP} = \frac{K (\text{P}_{\text{insp}} - \text{PEEP}) \cdot (\text{T}_{\text{insp}}) + \text{PEEP}}{\text{T}_{\text{insp}} + \text{T}_{\text{exp}}}$$

$$\text{MAP} = K(\text{Vt}/\text{Comp} + \text{Fluxo} \times R - \text{PEEP}) \times (\text{T}_{\text{insp}}) + \text{PEEP} / \text{T}_{\text{insp}} + \text{T}_{\text{exp}}$$

$$\text{MAP} = K(0,004/0,005 + 0,08 \times 100 - 5) \times 0,4 + 5 / 0,4 + 1$$
$$\text{MAP} = 27,28 \text{ cmH}_2\text{O}$$

Resistência:  
RN entubado = 100 a 150 l/seg/cmH<sub>2</sub>O

Complacência:  
RN saudável = 3 – 5 ml/cmH<sub>2</sub>O –

RN DMH – 0,1 – 1 ml/cmH<sub>2</sub>O

Fluxo = Volume / T<sub>insp</sub>

Vt = 4 – 7 ml/Kg

Neonato de 1,0 Kg



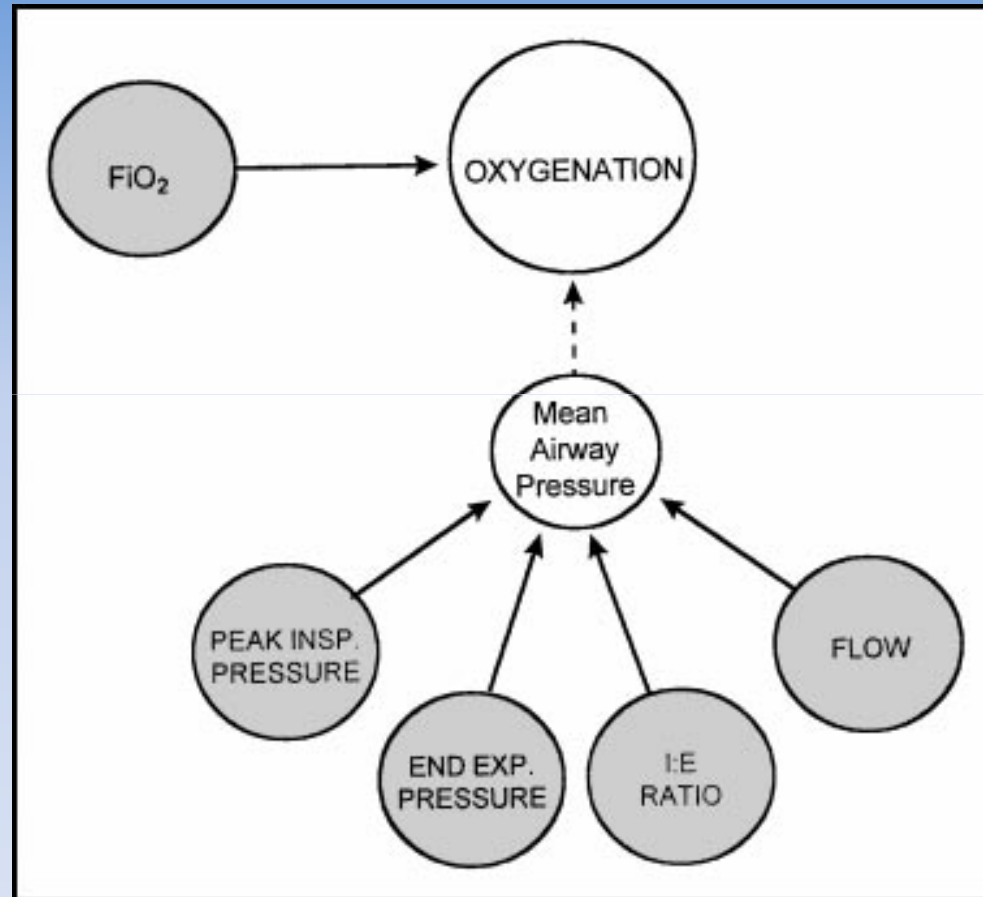
Elevando-se o Fluxo de 5l/min (0,08l/s) para 8l/min (0,13l/s) e T<sub>insp</sub> de 0,4s para 0,45s

$$\text{MAP} = K(\text{Vt}/\text{Comp} + \text{Fluxo} \times R - \text{PEEP}) \times (\text{T}_{\text{insp}}) + \text{PEEP} / \text{T}_{\text{insp}} + \text{T}_{\text{exp}}$$

$$\text{MAP} = K(0,004/0,005 + 0,13 \times 100 - 5) \times 0,45 + 5 / 0,45 + 1$$
$$\text{MAP} = 30,75 \text{ cmH}_2\text{O}$$

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO



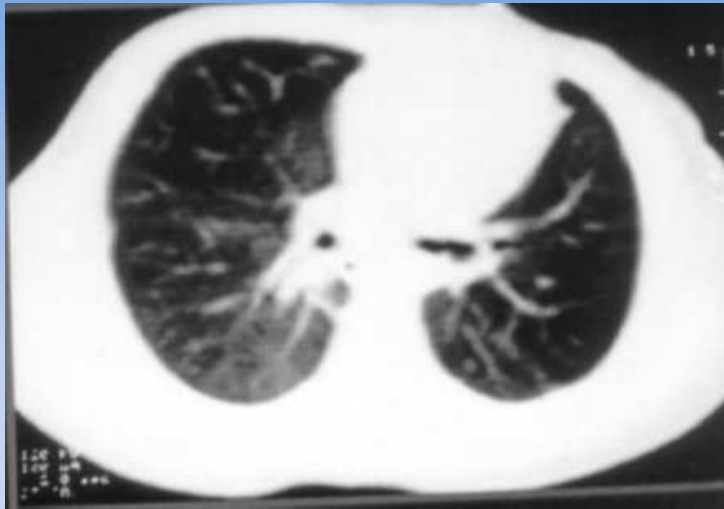
Determinants of oxygenation during pressure-limited, time-cycled ventilation. Shaded circles represent ventilator-controlled variables. Solid lines represent the simple mathematical relationships that determine mean airway pressure and oxygenation, and dashed lines represent relationships that cannot be quantified with a simple mathematical method.

Portal Neonatal© - 2010

Carlo WA, Greenough A, Chatburn RL. Advances in conventional mechanical ventilation. In: Boynton BR, Carlo WA, Jobe AH, eds. New Therapies for Neonatal Respiratory Failure. Boston, Mass: Cambridge University Press; 1994.

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO



$FiO_2 = 0,21$

**ATELECTASIA POR ABSORÇÃO**



$FiO_2 = 1,0$

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### P<sub>insp</sub>

É o primeiro parâmetro a ser ajustado.

Varia em função da patologia de base.

A pressão ideal deve promover expansão torácica adequada.

Em situações em que não haja comprometimento pulmonar em geral se utiliza

P<sub>insp</sub> de 15 a 20 cmH<sub>2</sub>O.

Em doenças obstrutivas e em situações com diminuição de complacência se necessitam pressões mais elevadas sendo que neste último em geral se utilizam pressões altas (acima de 30 cmH<sub>2</sub>O) aumentando o risco de barotrauma e volutrauma.

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

P<sub>insp</sub> / FR / V<sub>t</sub>

**TABLE 2. High Rate, Low Tidal Volume (Low PIP)**

<b>PROS</b>	<b>CONS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Decreased air leaks</li><li>• Decreased volutrauma</li><li>• Decreased cardiovascular side effects</li><li>• Decreased risk of pulmonary edema</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gas trapping/inadvertent PEEP</li><li>• Generalized atelectasis</li><li>• Maldistribution of gas</li><li>• Increased resistance</li></ul>

Portal Neonatal© - 2010

Conventional Mechanical Ventilation: Traditional and New Strategies; *Pediatr. Rev.* 1999;20:117

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### PEEP

- Gera uma pressão de distensão que mantém o alvéolo aberto no final da expiração.
- Recupera alvéolos pérvios, evita colapso das vias aéreas na expiração e redistribui a água pulmonar.
- Redistribui a água pulmonar extravascular do alvéolo para o espaço perivascular.
- Diminui o *shunt* intrapulmonar, aumenta a capacidade residual funcional (CRF) e melhora a complacência e a oxigenação.

**PEEP fisiológica - 3 a 5 cmH<sub>2</sub>O**

PaO<sub>2</sub> < 60mmHg (Sat O<sub>2</sub> < 90%) e FiO<sub>2</sub> > 0,5, a PEEP está indicada para melhorar a oxigenação. Com a utilização da PEEP, é possível aumentar a eficácia da oxigenação com uma FiO<sub>2</sub> menor, reduzindo o risco de toxicidade pulmonar pelo oxigênio.

Em patologias com diminuição da complacência pode-se ocasionalmente atingir

**15 a 20 cmH<sub>2</sub>O.**

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA



PEEP – a “cheap” and effective lung protection

PAEDIATRIC RESPIRATORY REVIEWS (2003) 4, 15–20

**Summary** Mechanical ventilation is a complex therapy with several different parameters which can be altered. In preterm and term infants, more attention has been paid to the levels of peak inspiratory pressure than to the positive end-expiratory pressure (PEEP). An awareness that lung protection can be conferred by an appropriate level of PEEP has increasingly stimulated a renewed interest in achieving the “best PEEP” strategy. We review the history of the introduction of PEEP therapy, some of the early demonstrations of its potential for mischief, the evidence on what levels of PEEP are appropriate in infants, some data concerning the lung-protective value of PEEP and finally some recent efforts at defining measures to determine the so-called “best PEEP”. Some of this work has been performed in adults with the acute respiratory distress syndrome. In newborns, we are regrettably forced to conclude that there is, for the immediate present, no easy substitute for sensible clinical observations coupled with a judicious and cautious adjustment of PEEP. We anticipate that a more logical application of PEEP with individualisation of therapy, based on a pressure–volume relationship, will in future enable targeted tests of PEEP as a lung-protection strategy.

© 2003 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

## PRACTICE POINTS

- ZEEP is deleterious even in diseases such as meconium aspiration with apparent areas of overinflation. This is often accompanied by areas of collapse or underdistension, for which the presence of even a small degree of PEEP could be useful. In hyaline membrane disease, the nature of the lack of homogeneity is even more obvious making ZEEP a contraindication.
- When changing ventilator settings ensure that each step is accompanied by an adequate time interval to enable the effects of the changes to be detectable at steady state. Attention should be paid to oxygen saturation, and the evidence of adequate peripheral perfusion and central blood pressure. A blood gas level should be obtained to verify the observed non-invasive trends of oxygen saturation and/or transcutaneous carbon dioxide monitoring.
- A chest X-ray may be helpful. There may be areas of regional collapse or underdistension that might benefit from a higher level of PEEP.

Note whether the heart is “squeezed” or compressed, suggesting a need to volume-prime to increase the preload or to make a slight reduction in the degree of PEEP applied. The future is likely to reveal some more logical means by which to titrate levels of PEEP.

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### PEEP

**TABLE 1. CPAP or High PEEP in Infants Who Have RDS**

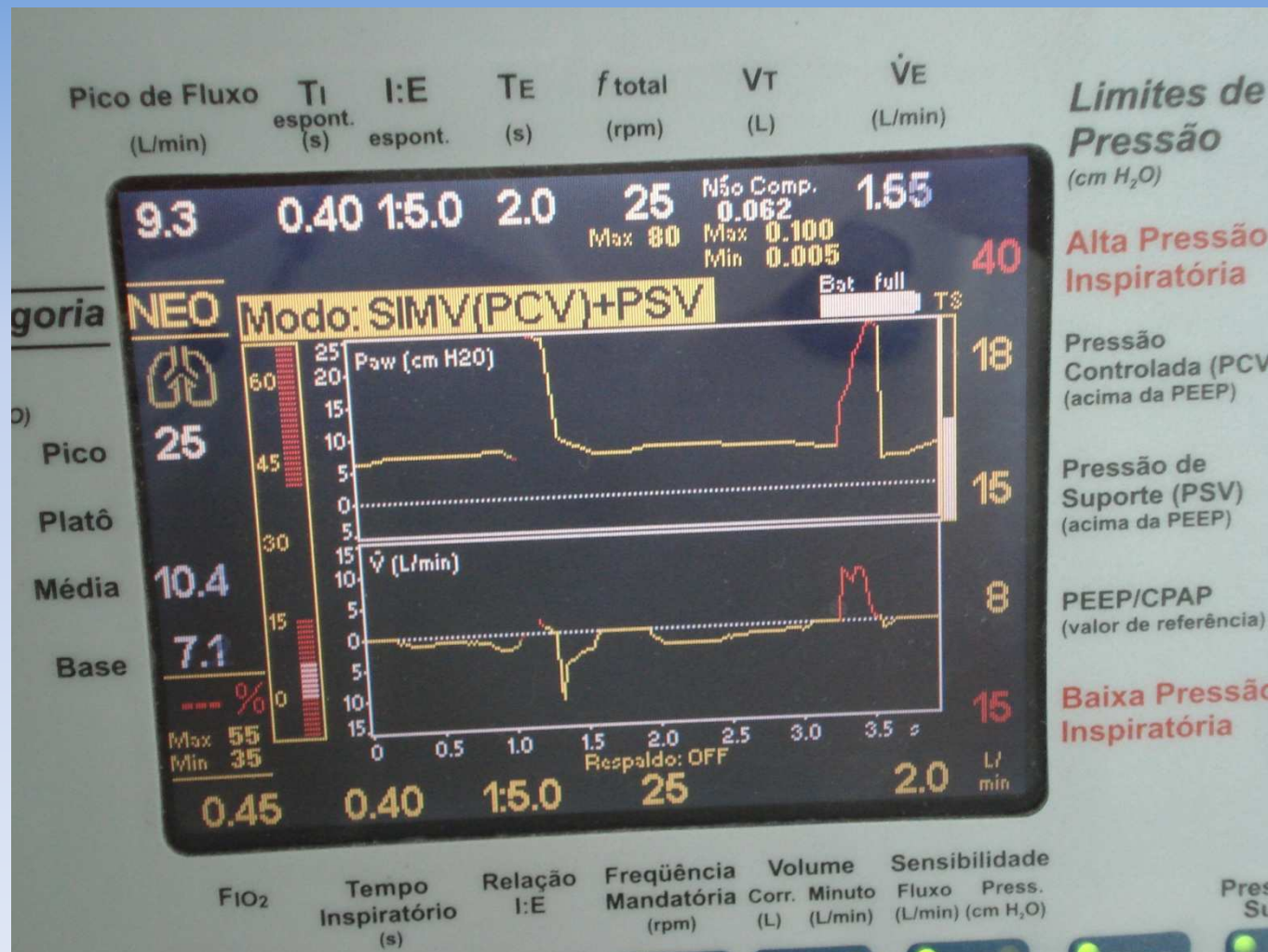
<b>PROS</b>	<b>CONS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Increased alveolar volume and FRC</li><li>• Alveolar recruitment</li><li>• Alveolar stability</li><li>• Redistribution of lung water</li><li>• Improved V/Q matching</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Increased risk for air leaks</li><li>• Overdistention</li><li>• CO<sub>2</sub> retention</li><li>• Cardiovascular impairment</li><li>• Decreased compliance</li><li>• Potential to increase PVR</li></ul>

*FRC: functional residual capacity; V: ventilation; Q: perfusion; PVR: pulmonary vascular resistance.*

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

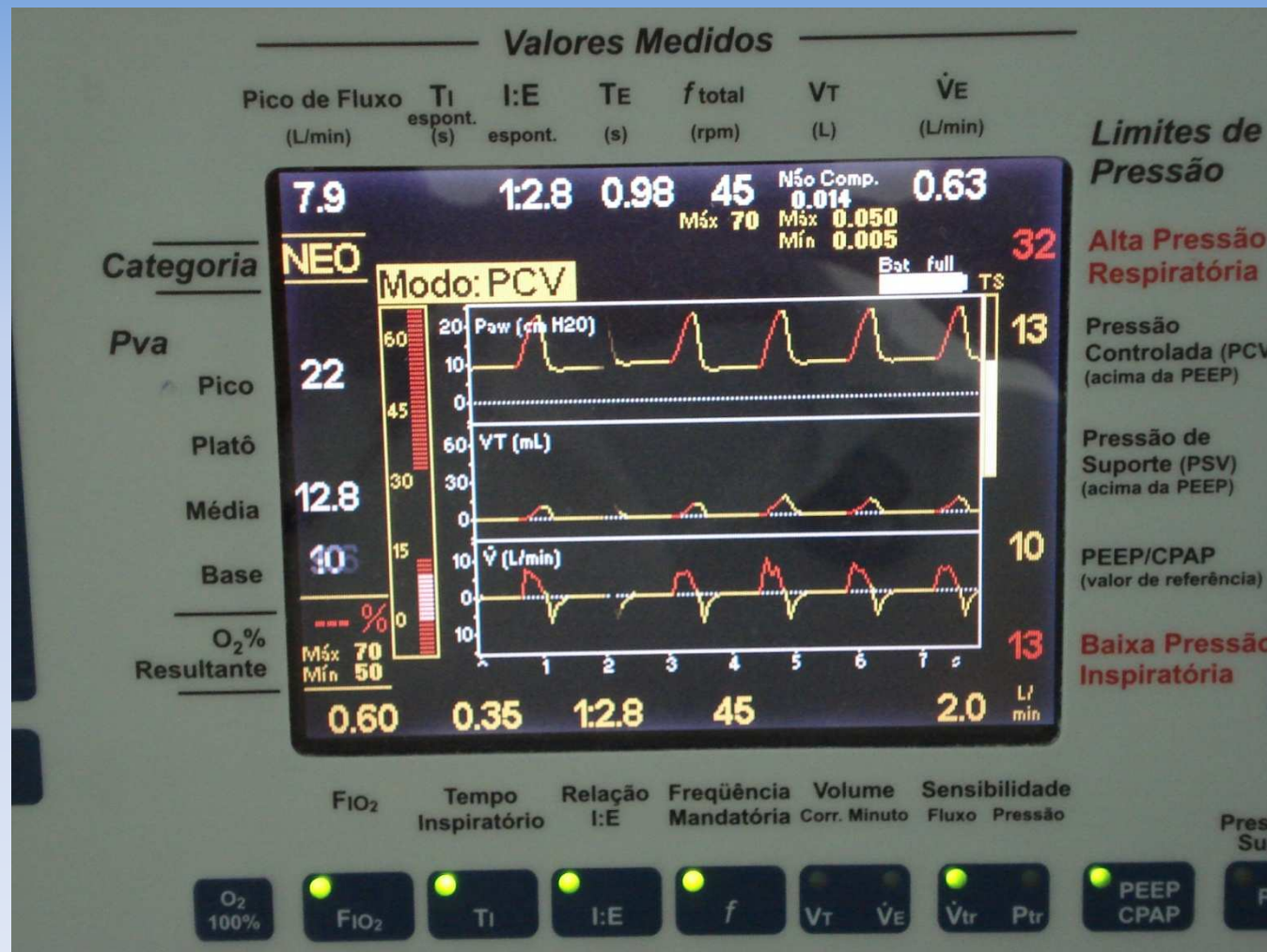
### PEEP



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## AJUSTES DOS PARÂMETROS DO VENTILADOR MECÂNICO

### PEEP

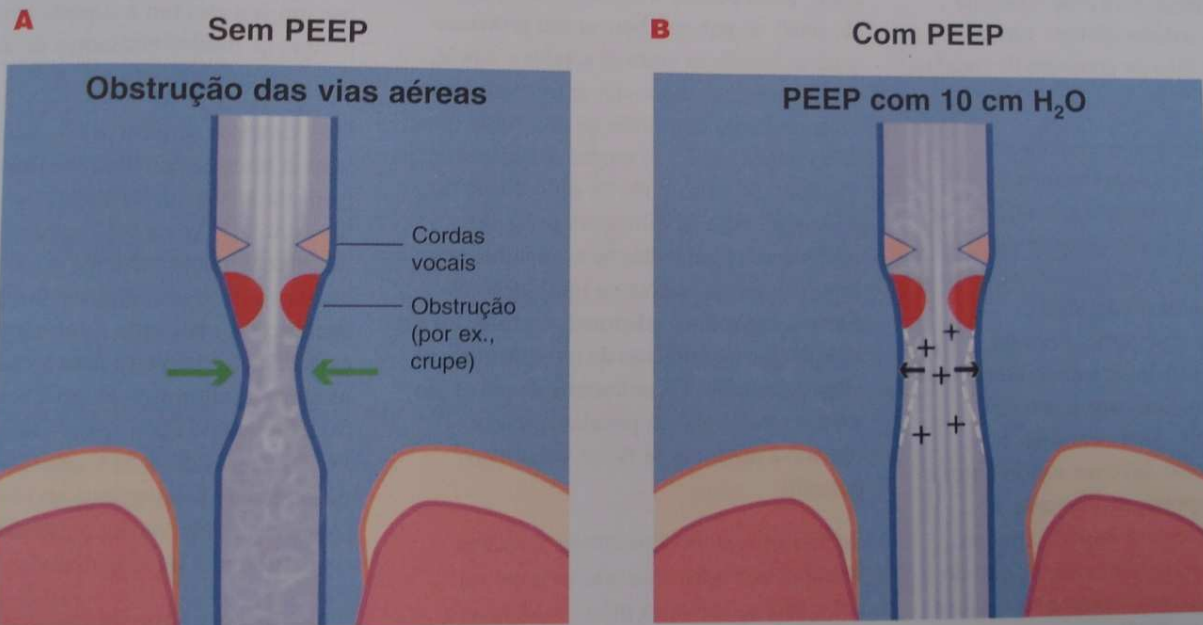


# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

*Vias aéreas, ventilação e tratamento do desconforto e insuficiência respiratórios*

**FIGURA 4.** A, A obstrução das vias aéreas superiores causada por laringoespasmó ou obstrução mecânica (por ex., crúpe) resulta em colapso dinâmico da traquéia extratorácica (flechas em verde) durante a inspiração. B, A aplicação de aproximadamente 10 cm de  $H_2O$  de PEEP durante a respiração espontânea, com frequência alivia a obstrução (flechas) mantendo a patência das vias aéreas. Se esta simples manobra não aliviar a obstrução, pode ser necessária ventilação com pressão positiva. Reproduzido com autorização de Coté CJ. Pediatric anesthesia. Em: Miller RD, ed. *Anesthesia*. 3ª ed. Nova Iorque, NY: Churchill Livingstone; 1990:911.

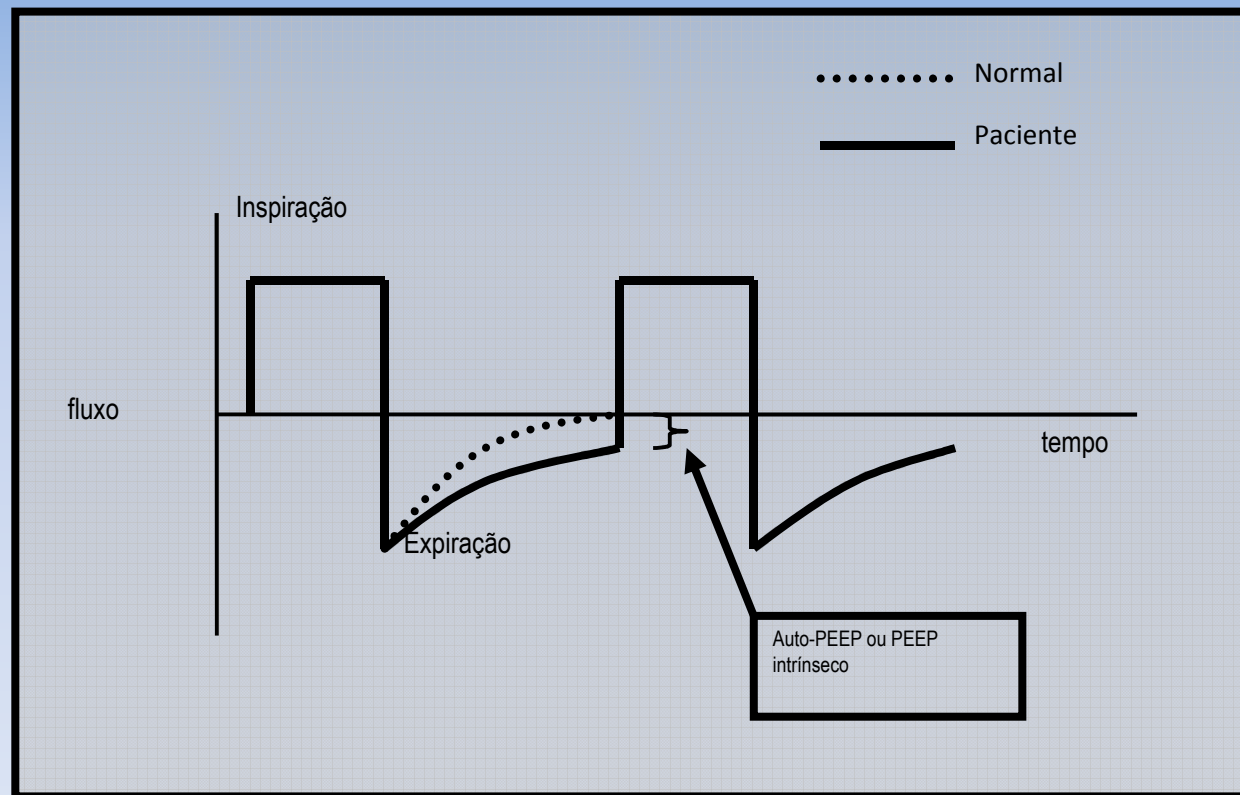


saturação do oxigênio arterial, tanto no ambiente pré-hospitalar como no intra-

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## BASES DA VENTILAÇÃO MECÂNICA

### AUTO - PEEP



# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica** in J Bras Pneumol. 2007;33(Supl 2):S 51-127.
2. **Mechanical Ventilation** Macintyre & Branson, ed Saunders, Second Edition, 2009.
3. **Ventilação Mecânica Vol I – II, AMIB, 2002.**
4. **Invasive and Noninvasive Neonatal Mechanical Ventilation**; Steven M Donn, Sunil K Sinha, Respiratory Care, April 2003 Vol 48 No 4.
5. **HIGH-FREQUENCY OSCILLATORY VENTILATION VERSUS CONVENTIONAL MECHANICAL VENTILATION FOR VERY-LOW-BIRTH-WEIGHT INFANTS**; N Engl J Med, Vol. 347, No. 9 August 29, 2002.
6. **AARC Clinical Practice Guideline - Application of Continuous Positive Airway Pressure to Neonates via Nasal Prongs, Nasopharyngeal Tube, or Nasal Mask—2004 Revision & Update**; Respiratory Care, September 2004 Vol 49 No 9.
7. **EFEITOS DA FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA CONVENCIONAL VERSUS AUMENTO DO FLUXO EXPIRATÓRIO NA SATURAÇÃO DE O<sub>2</sub>, FREQUÊNCIA CARDÍACA E FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA, EM PREMATUROS NO PERÍODO PÓS-EXTUBAÇÃO**; Rev. bras. fisioter. Vol.10, No.1 (2006), 97-103.
8. **Inhaled Nitric Oxide in Preterm Infants Undergoing Mechanical Ventilation**; N Engl J Med 2006;355:343-53.

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. **Pediatric Acute Hypoxemic Respiratory Failure: Management of Oxygenation;** *J Intensive Care Med* 2004; 19; 140.
10. **Inhaled Nitric Oxide in Premature Infants with the Respiratory Distress Syndrome;** *N Engl J Med* 2003;349:2099-107.
11. **DIFFICULT EXTUBATION IN BABIES RECEIVING ASSISTED MECHANICAL VENTILATION;** *Arch. Dis. Child. Ed. Pract.* 2006;91;ep42-ep46.
12. **Apostila do Curso de VM – Albert Einstein – UNIMED, 2007.**
13. **Both extremes of arterial carbon dioxide pressure and the magnitude of fluctuations in arterial carbon dioxide pressure are associated with severe intraventricular hemorrhage in preterm infants;** *PEDIATRICS* Volume 119, Number 2, February 2007.
14. **Do hyperoxaemia and hypocapnia add to the risk of brain injury after intrapartum asphyxia?** *Arch Dis Child Fetal Neonatal* Ed 2005;90:F49–F52.
15. **PEEP – a “cheap”and effective lung protection;** *Paediatric Respiratory Reviews;* 4:15-20; 2003.
16. **Conventional Mechanical Ventilation: Traditional and New Strategies;** *Pediatr. Rev.* 1999;20;117
17. *Carlo WA, Greenough A, Chatburn RL. Advances in conventional mechanical ventilation. In: Boynton BR, Carlo WA, Jobe AH, eds. New Therapies for Neonatal Respiratory Failure. Boston, Mass:Cambridge University Press; 1994.*

# VENTILAÇÃO MECÂNICA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA EM PEDIATRIA / NEONATOLOGIA

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

18. **Part 11: Pediatric Basic Life Support.** *Circulation* 2005;112;IV-156-IV-166;  
*originally published online Nov 28, 2005*
19. **Part 13: Neonatal Resuscitation Guidelines.** *Circulation* 2005;112;IV-188-IV-195;  
*originally published online Nov 28, 2005.*