



Monitoração da Ventilação Mecânica

Adriana Sayuri Hirota
UTI Respiratória e Clínica Médica
Divisão de Fisioterapia – ICHC – FMUSP

Importância

Cuidado intensivo – pacientes críticos:

- ✓ Condição clínica altamente mutável
- ✓ Patologias com alto risco de morbidade e mortalidade
- ✓ Procedimentos e terapias também com alto risco de morbidades e alterações fisiológicas

Monitoração

“Realização de repetidas e contínuas observações ou medições do paciente, sua função fisiológica e do funcionamento dos equipamentos de suporte de vida, a fim de se guiar decisões nos cuidados do paciente, inclusive para realizar intervenções terapêuticas e análise dessas intervenções”

(Devore, 1982)

Oximetria

- Estimativa da saturação de O_2 pela hemoglobina
- Detecta diferença de absorção de luz entre HbO_2 e Hb

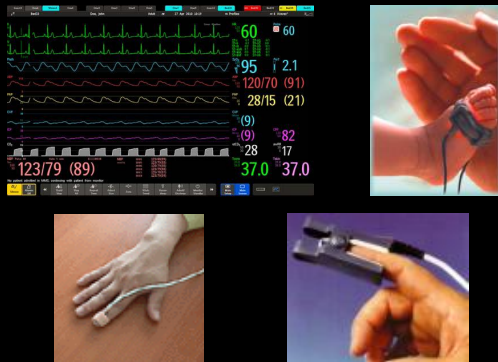
Oximetria - benefícios

- ✓ Baixo custo
- ✓ Não-invasivo
- ✓ Fácil manuseio
- ✓ Rápida resposta

Oximetria - Limitações

- ✓ Defeito do equipamento
- ✓ Falta de acurácia em valores $< 70\%$
- ✓ Sensibilidade para artefatos por movimento
- ✓ Perda de pulsação (baixo fluxo, hipovolemia, vasoconstrição pelo frio, anemia severa)
- ✓ Luz ambiente intensa
- ✓ Unhas esmaltadas
- ✓ HbCO (intoxicação por CO; superestimação da S_pO_2)

Oxímetros de Pulso

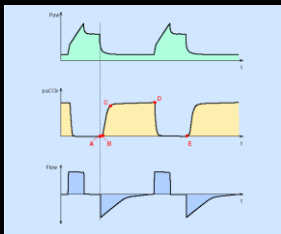


Oxímetros de Pulso



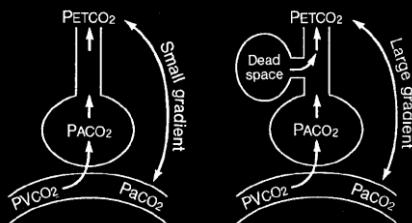
Capnometria

- ✓ Medida não invasiva do CO_2 exalado
- ✓ Capnometria
- ✓ Capnografia



Capnometria

- ✓ $\text{PaCO}_2 > \text{ETCO}_2 \cong 2 \text{ a } 5 \text{ mmHg}$ – J Cardiothorac Anesth - 1990



Métodos

- ✓ Espectroscopia pelo infravermelho
- ✓ Mais comum em UTI
- ✓ Detector de radiação

Métodos

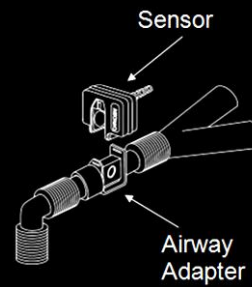
✓ Capnometria Colorimétrica:

- ✓ Alteração de coloração do marcador na presença de CO_2



Sensores

✓ Mainstream



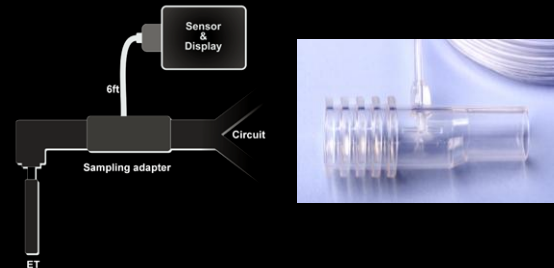
Sensores

✓ Mainstream

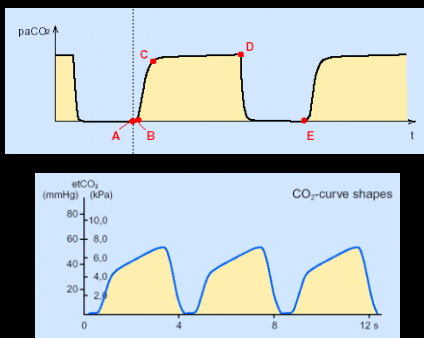


Sensores

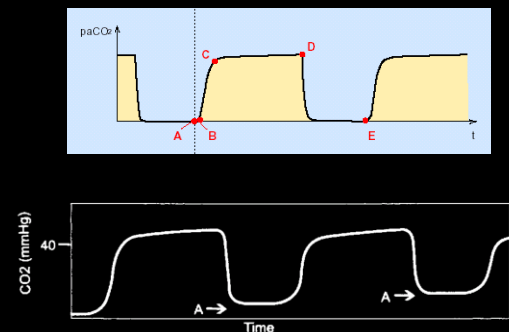
✓ Sidestream



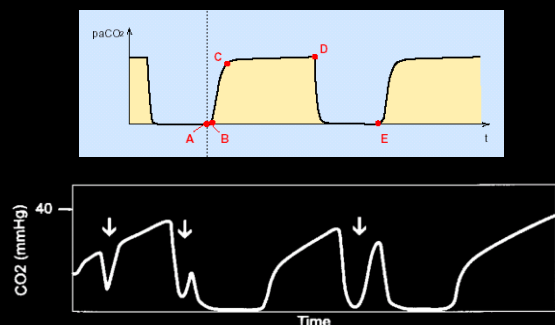
Capnografia



Capnografia



Capnografia



Aplicações Clínicas

- ✓ Estimativa não invasiva da PaCO_2
 - ✓ O gradiente a-E não é estável (Hoffman RA, 1989)
 - ✓ Apresenta variações no mesmo paciente (Russell GB, 1992; Hess D, 1991)
 - ✓ Utilizar a variação

Aplicações Clínicas

- ✓ Detecção de intubação esofágica
 - ✓ Recomendação da AHA para neonatos e cças
 - ✓ Método colorimétrico
 - ✓ Limitações : baixa perfusão pulmonar

Aplicações Clínicas

- ✓ PCR
 - ✓ Diminuição da PaCO_2 por hipoperfusão
 - ✓ $\uparrow \text{ETCO}_2$ durante RCP – $\uparrow$ aumento DC e retorno da circulação espontânea (Islerles SA, 1991)
 - ✓ $\downarrow \text{ETCO}_2$ e $\uparrow P_{(a-E)}\text{CO}_2$ - $\uparrow V/Q$ (Leigh MD, 1961)

Avaliação das Trocas Gasosas

- ✓ Relação $\frac{\text{PaO}_2}{\text{FIO}_2}$
- ✓ Gradiente Alvéolo-Arterial O_2

Gradiente

Alvéolo-Arterial O_2

Gradiente Alvéolo-Arterial O₂

$$DAaO_2 = PAO_2 - PaO_2$$

$$PAO_2 = (PB - PH_2O) \times FIO_2 - \frac{PaCO_2}{R}$$

$$DAaO_2 = (PB - PH_2O) \times FiO_2 - \frac{PaCO_2}{R} - PaO_2$$

Gradiente Alvéolo-Arterial O₂

$$DAaO_2 = 130 - (PaCO_2 + PaO_2)$$

≈ 15

↓ PaO₂ ≡ ↑ PaCO₂

Tipo II

Gradiente Alvéolo-Arterial O₂

$$DAaO_2 = 130 - (PaCO_2 + PaO_2)$$

PO ₂ = 80	PO ₂ = 60	PO ₂ = 65
PCO ₂ = 40	PCO ₂ = 30	PCO ₂ = 55

DAaO ₂ = 10	DAaO ₂ = 40	DAaO ₂ = 10
------------------------	------------------------	------------------------

Troca normal	Tipo I Desequilíbrio V/Q	Tipo II Ventilação
--------------	--------------------------------	-----------------------

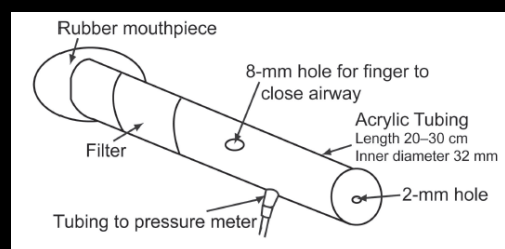
Função Muscular

Respiratória

Plmax



Plmax

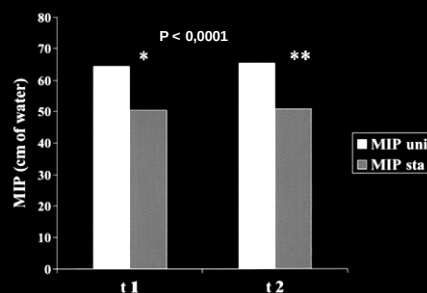


Evans JA-Resp Care - 2009

PImax

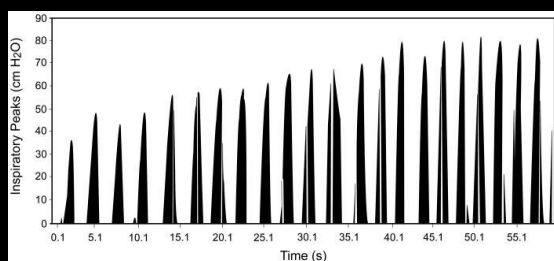


The Unidirectional Valve Is the Best Method To Determine Maximal Inspiratory Pressure During Weaning



Caruso P – Chest – 1999

PImax



Souza LC – Resp Care – 2012

Cough Peak Flows and Extubation Outcomes*

- ✓ 99 pacientes sob VM
- ✓ 115 extubações
- ✓ 13 falências
- ✓ 64,2 6,8 X 81,9 2,7 L/min (p=0,03)
- ✓ PFT ≤ 60 LPM maior chance de falência e maior chance de óbito IH

Smina M – Chest – 2003

Tosse



Tosse



Comparison of Peak Cough Flows Measured by Pneumotachograph and a Portable Peak Flow Meter

Jesús Sancho, MD
Emilio Servera, MD, FCCP
Juan Díaz, RN
Julio Marín, MD, FCCP

TABLE 1

Correlation of peak cough flows (PCF) as measured by portable peak flow meter (PCFm) vs. by pneumotachograph (PCFp)

	n	PCFp, liters/min	PCFm, liters/min	P
Whole population	62	377.70 ± 179.28	377.50 ± 172.98	NS
Healthy subjects	30	521.18 ± 116.11	510.25 ± 112.37	NS
Neuromuscular patients	32	243.19 ± 109.60	253.65 ± 118.93	NS
PCF of ≤270 liters/min	24	192.85 ± 54.74	200.21 ± 57.89	NS
PCF of 271-480 liters/min	18	389.53 ± 52.39	405.67 ± 68.60	NS
PCF of >480 liters/min	20	588.87 ± 82.89	564.90 ± 101.84	NS

Am J Phys Med Rehabil – 2004

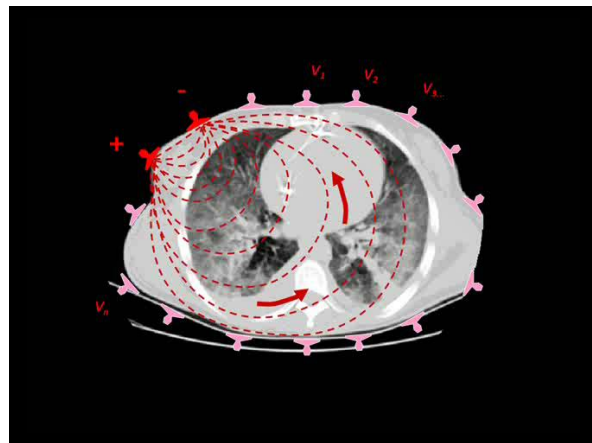
Pico de Fluxo de Tosse Induzida



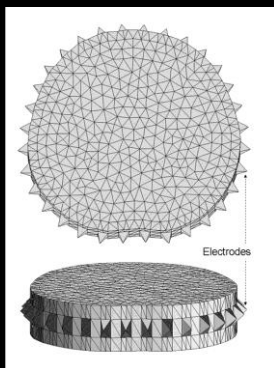
Figure 1 Setup for measurement of peak expiratory flow from an induced cough.

Chan LYY – Am J Crit Care – 2010

Tomografia de Impedância Elétrica

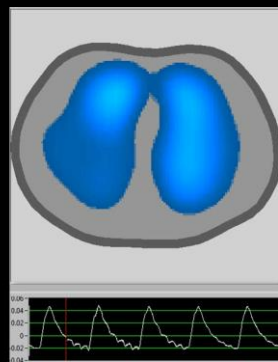


Tomografia de Impedância Elétrica



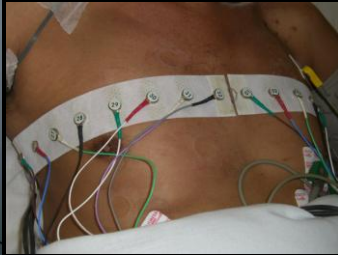
Finite
Element
Mesh

Tomografia de Impedância Elétrica



UTI Respiratória – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

Tomografia de Impedância Elétrica



UTI Respiratória – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

Tomografia de Impedância Elétrica



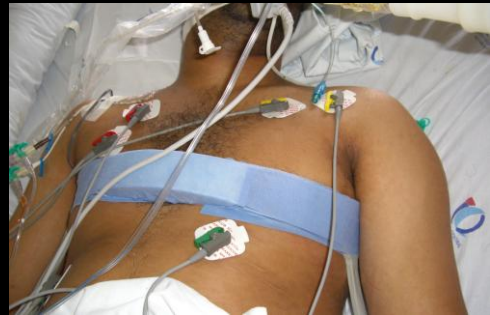
UTI Respiratória – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

Tomografia de Impedância Elétrica



UTI Respiratória – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

Tomografia de Impedância Elétrica



UTI Respiratória – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

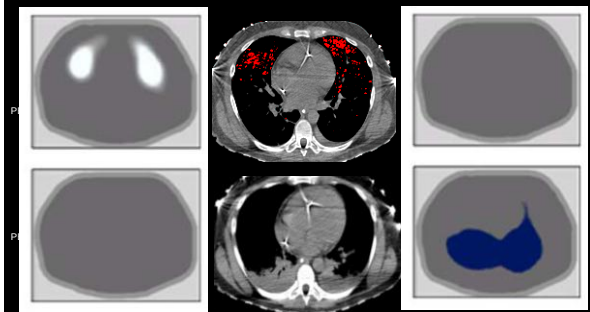
Aplicações Clínicas da TIE

- ✓ Titulação da PEEP
- ✓ Avaliação da expansão pulmonar
- ✓ Detecção de pneumotórax
- ✓ Avaliação da perfusão

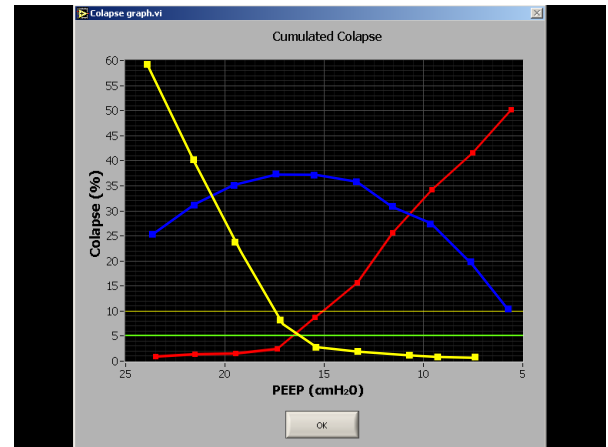
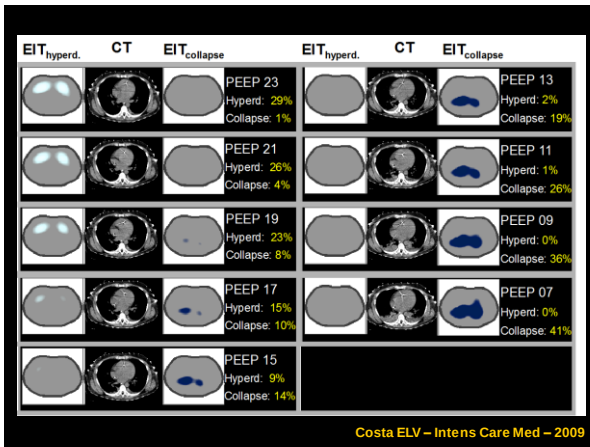
Costa ELV – Curr Opin in Crit Care – 2009

Eduardo L. V. Costa
João Batista Borges
Alexandre Melo
Fernando Suarez-Sipmann
Carlos Toufen Jr
Stephan H. Bohm
Marcelo B. P. Amato

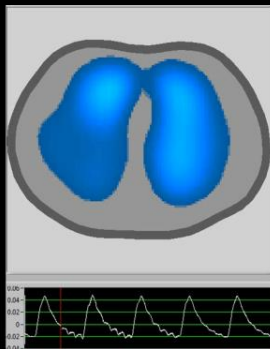
Bedside estimation of recruitable alveolar collapse and hyperdistension by electrical impedance tomography



Intens Care Med – 2009

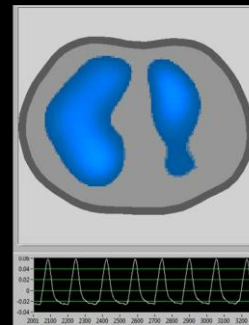


Distribuição da Ventilação



UTI Respiratória – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

Distribuição da Ventilação



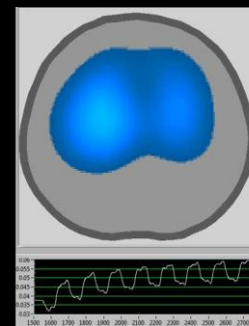
UTI Respiratória – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

Distribuição da Ventilação



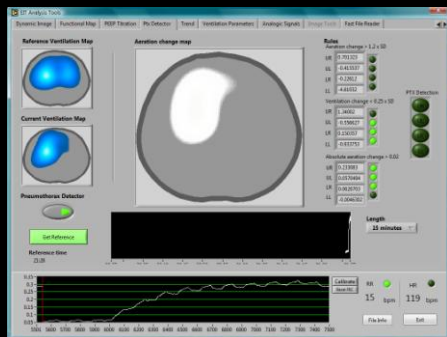
UTI Respiratória – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

Real-time detection of pneumothorax using electrical impedance tomography[®]



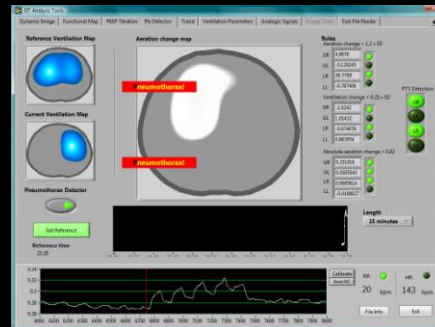
Costa ELV – Crit Care Med – 2008

Real-time detection of pneumothorax using electrical impedance tomography*



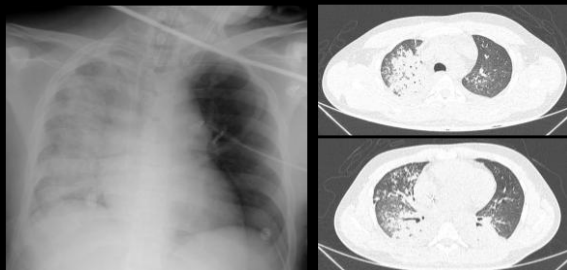
LIM 09 – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

Real-time detection of pneumothorax using electrical impedance tomography*

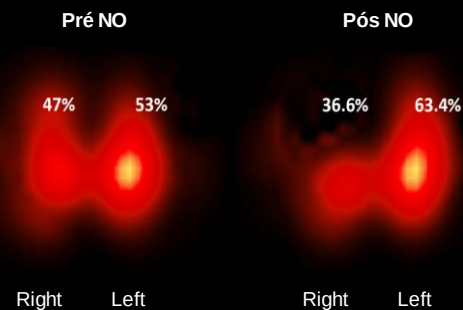


LIM 09 – Disciplina de Pneumologia - HCFMUSP

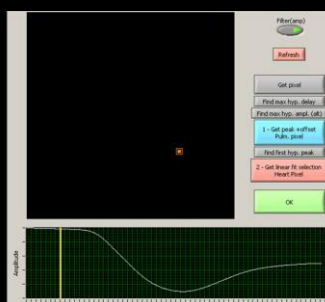
Avaliação da Perfusão



Avaliação da Perfusão



Avaliação da Perfusão



Obrigado!