



## EVALUACION NO INVASIVA DE LA HIPOVENTILACION ALVEOLAR

Kigo. Roberto Vera Uribe  
Especialista en Kinesiología Respiratoria  
Profesor Asistente Facultad de Medicina  
Terapeuta Respiratorio Certificado CLCPTR

1

## Introducción

- Definición hipoventilación alveolar
- Diferentes métodos no invasivos para evaluación de la hipoventilación alveolar
- Ventajas/Desventajas de cada uno
- Utilidad/Aplicación clínica

2

## Hipoventilación Alveolar

Derivado del griego científico + latín:  
**hypó** (*bajo nivel de*)  
+  
**ventiliatio, -ōnis** (*renovar el aire*)

**Definición:** Ventilación alveolar insuficiente para mantener una PaO<sub>2</sub> en sangre arterial adecuada

Se acompaña de:

- ✓ Un aumento PaCO<sub>2</sub>
- ✓ Acidemia respiratoria

3

## Eliminación del CO<sub>2</sub>

- **Depende:**
  - Ventilación Alveolar
  - Mecánica Ventilatoria
  - Relación espacio muerto/Volumen corriente
  - Producción de CO<sub>2</sub>

5

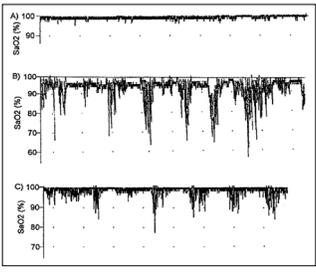
## Evaluaciones

- Hipoventilación:
  - Polisomnografía (Gold Estándar sueño)
  - Poligrafía
  - Saturometría continua (VPP 97%)
  - ETCO<sub>2</sub>/EtTCO<sub>2</sub>
  - GSA (EB >4mEq/L)
  - Pruebas de Función Pulmonar
    - Espirometría (CVF < 60%)(S94%)
    - Fuerza Muscular (Pimáx < 40 cmH<sub>2</sub>O: S95%)

Mellies y Cols. Neuromuscul Disord. 2003; 13: 123-8.  
Ragette y Cols. Thorax 2002; 57: 724-8.

6

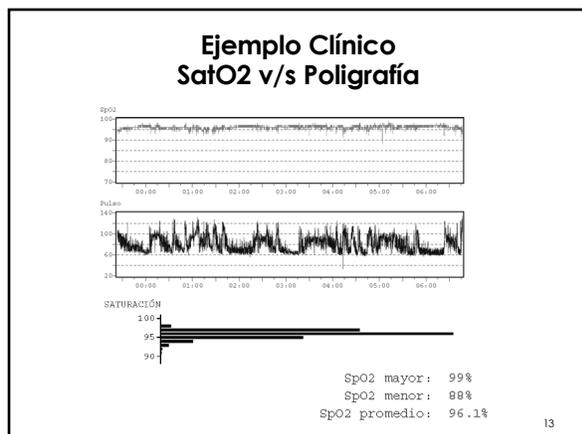
## Evaluación Durante el Sueño (SpO<sub>2</sub>)



**“clusters” de desaturaciones de SpO<sub>2</sub>**

Buen screening con un VPP 97% y un VPN 47%

12



13

### Registro Eventos Respiratorios

	Índice (eventos/hora)	Número total de eventos	Duración máxima (s)
Apneas centrales	21.1	192	67
Apneas obstructivas	6.3	57	195.5
Apneas mixtas	4.7	43	28
Hipopneas	20.4	186	60
Total	52.5	478	195.5

**IAH Total 52.5**

### Registro Saturación

Promedio (%)	95
Índice de desaturación (eventos/hora)	<b>29.4</b>
Desaturación máxima (%)	23
Duración máxima de desaturación (s)	43
Valor más bajo de SpO2 ( $\geq 2$ ) (%)	79
Nº de episodios ( $\geq 5$ min) $\leq 88\%$	0
Mayor duración (min) SpO <sub>2</sub> $\leq 88\%$	1.4

### Registro Frecuencia Cardiaca

Frecuencia cardiaca media (RPM)	79.7
Número de FC baja	90
Mín de FC baja (RPM)	46
Número de FC alta	43
Máx. de FC alta (RPM)	175

14

## Gases Arteriales

- Diagnóstico objetivo de insuficiencia respiratoria global o parcial.
- Se alteran en etapas avanzadas de TRS.
- PCaO<sub>2</sub> > 50 mmHg
- EB >4 mEq/L

Salzer J: Respir Care 2003; 48: 386-98.

15

15

## Fuerza Muscular Respiratoria

- Inicio de TRS:
  - Pimáx < 45 cmH<sub>2</sub>O (S: 82%; E: 89%)
- Hipoventilación:
  - Pimáx < 40 cmH<sub>2</sub>O (S: 95%; E: 65%)
- Sintomas diurnos:
  - Pimáx < 35 cmH<sub>2</sub>O (S: 92%; E: 55%)

Ragette y Cols. Thorax 2002; 57: 724-8.

16

16

## Espirometría

- TRS asociados a disminución de CVF
- Inicio de TRS:
  - CVF < 60% (S: 91%; E: 89%)
- Hipoventilación nocturna:
  - CVF < 40% (S: 94%; E: 79%)
- Sintomas diurnos + hipercapnia diurna:
  - CVF < 25 % (S: 92%; E: 93%)

Mellies y Cols. Neuromuscul Disord. 2003; 13: 123-8.

17

17

## Evaluación CO<sub>2</sub>

- Capnometría (End Tidal CO<sub>2</sub>)
- Capnografía
- Medición Transcutánea de CO<sub>2</sub> (TcCO<sub>2</sub>)
- “Son métodos que permiten monitorizar en forma constante y no invasiva el estado ventilatorio de los pacientes”

18

18

## Capnometría

- Representación numérica del  $\text{CO}_2$  exhalado por un paciente.

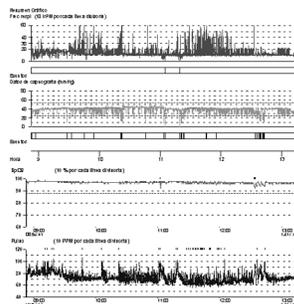


- Certeza del 2 al 8%
- Resolución: 1 mmHg

19

19

## Evaluación Durante el Sueño (ETCO<sub>2</sub>-SpO<sub>2</sub>-FR-FC)



20

20

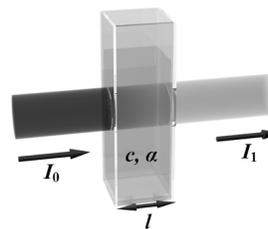
## Capnometría

- Principio de funcionamiento:
  - Técnica de absorción infrarroja
  - Ley de Beer-Lambert:  $\text{CO}_2$  absorbe la luz infrarroja en proporción a su concentración.
  - La concentración de  $\text{CO}_2$  puede determinarse pasando una luz infrarroja a una longitud de onda de 4,3 nm sobre gas espirado

21

21

## Ley de Beer-Lambert



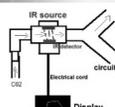
"Existe una relación exponencial entre la transmisión de luz a través de una sustancia y la concentración de la sustancia"

22

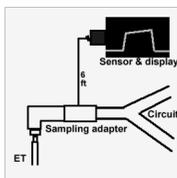
22

## Capnografía

- Representación gráfica del  $\text{CO}_2$  en el aire espirado.



Mainstream: Flujo Principal



Sidestream: Corriente Lateral 23

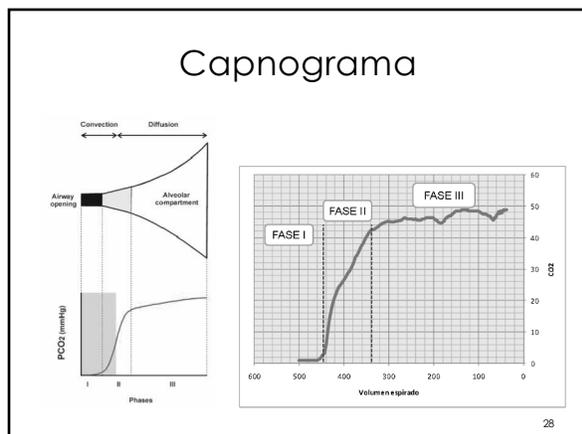
23

## Utilidad Capnografía

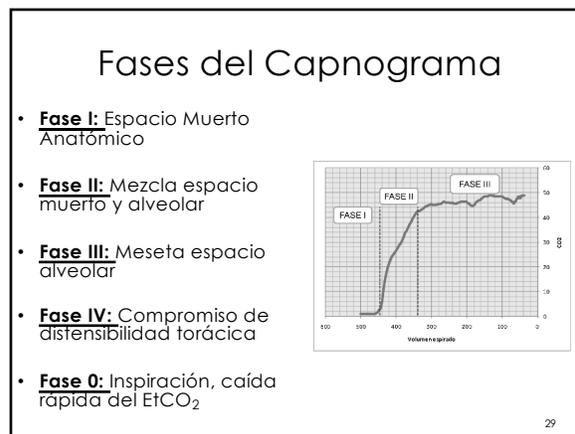
- Monitorización no invasiva
- Diagnóstico diferencial de hipoxia
- Información:
  - Producción de  $\text{CO}_2$
  - Perfusión pulmonar
  - Ventilación alveolar
  - Patrón respiratorio
  - Evaluación rápida de ventilación mecánica
- Detección temprana de eventos adversos

24

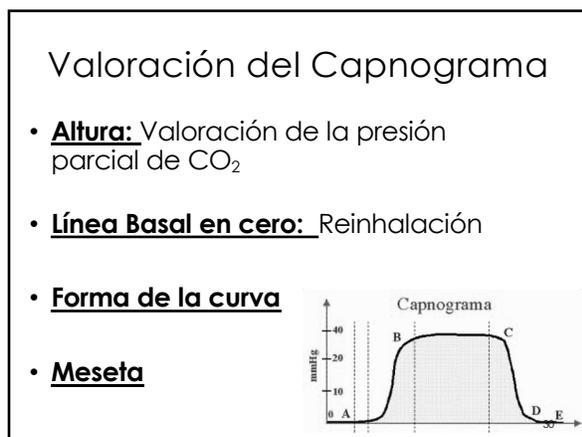
24



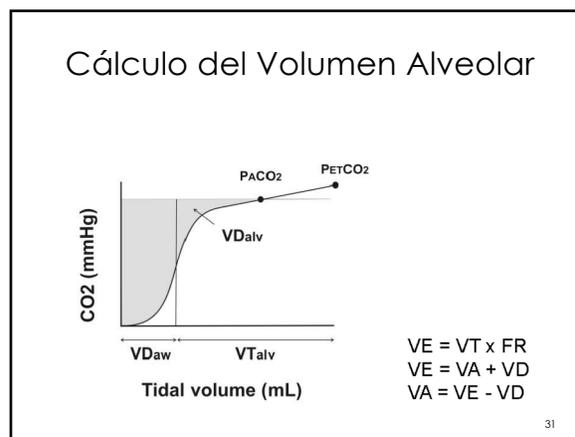
28



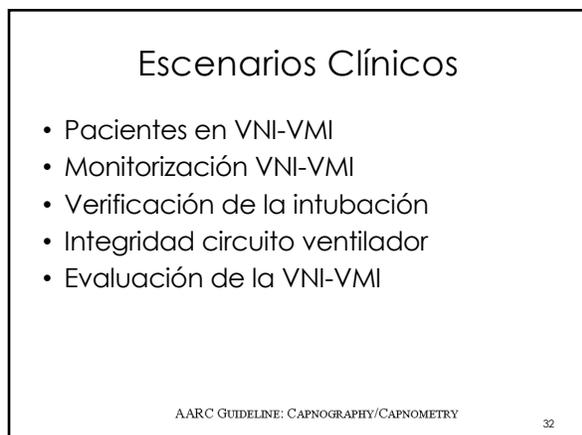
29



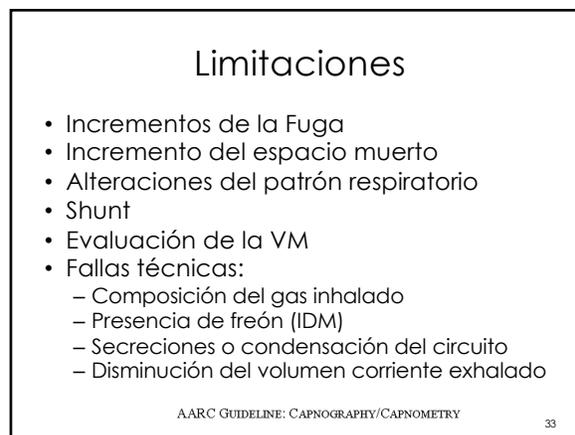
30



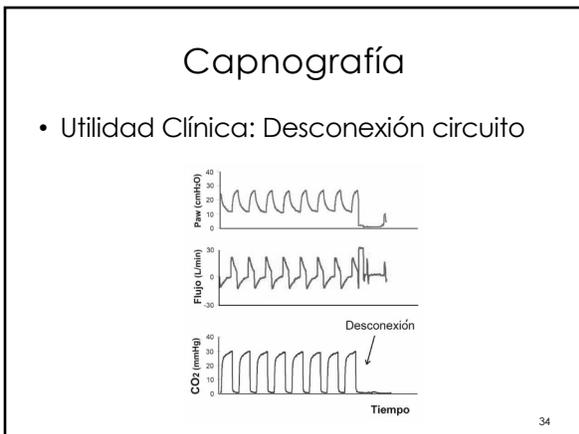
31



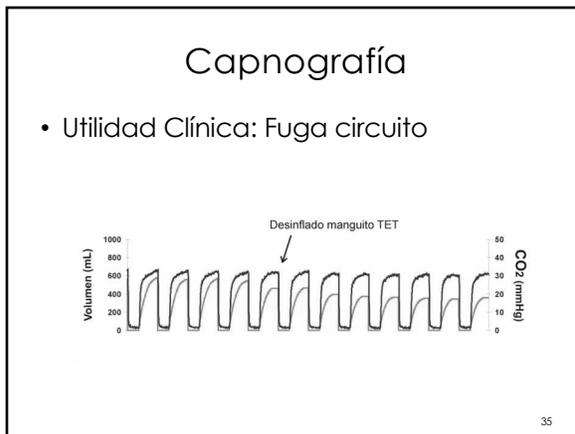
32



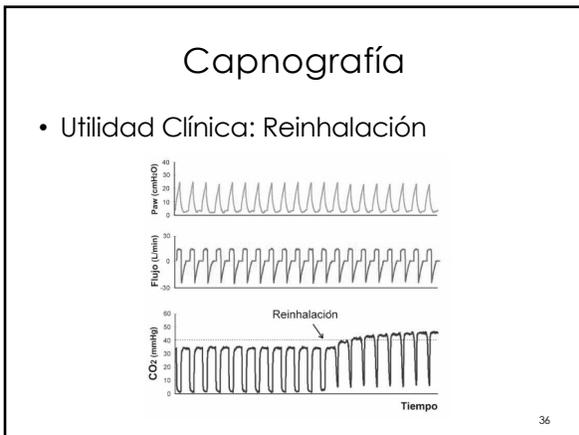
33



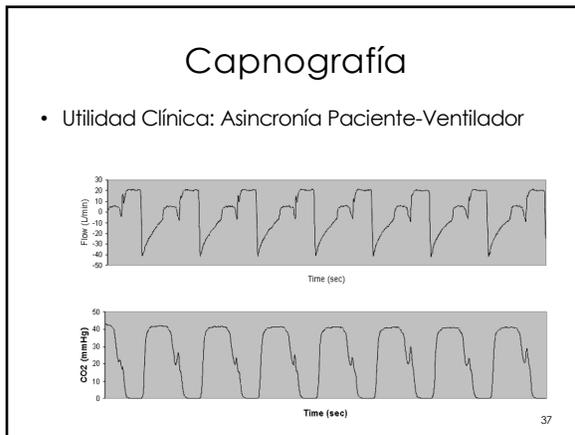
34



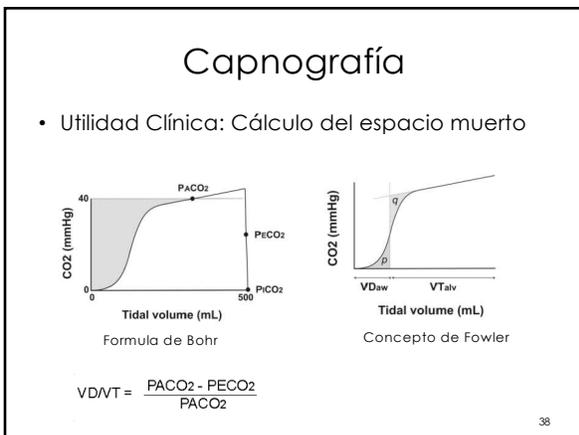
35



36



37



38

### Medición Transcutanea de CO<sub>2</sub>

- Monitorización continua de la presión parcial de CO<sub>2</sub> en forma transcutanea utilizando electrodos térmicos sobre la piel.
- Resolución SatO<sub>2</sub> de 3%

39

39

## Medición Transcutánea CO<sub>2</sub>

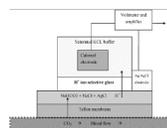
- Indicaciones Principales:
  - Pacientes con dificultad para realizar ETCO<sub>2</sub>



40

## Medición Transcutánea de CO<sub>2</sub>

- Se basa en la solubilidad y difusión del CO<sub>2</sub> en la piel.
- El electrodo calienta la piel hasta 42°C, produciendo arteriolización de la sangre.
- Se basa en la ley de Severinghaus



41

## Medición Transcutánea de CO<sub>2</sub>

- Algoritmo desarrollado por W. Severinghaus
  - Integra factores de corrección por temperatura y metabolismo.
  - Rango 0 a 200 mmHg
  - Resolución
    - 0,1 mmHg (< 100mmHg)
    - 1 mmHg (> 100 mmHg)

43

## Validación de la medición transcutánea de la presión parcial de dióxido de carbono en el paciente crítico pediátrico

S. Fernández de Miguel<sup>1</sup>, M. Gaboli, R. González-Celador, P. Gómez de Quero, V. Murga Herrero, J.M. Sánchez Granados y R. Payo Pérez

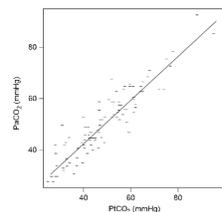


Figura 1 Correlación entre los valores de presión transcutánea de dióxido de carbono (PtCO<sub>2</sub>) y presión arterial de dióxido de carbono (PaCO<sub>2</sub>).  $r^2=0.878$  ( $p < 0.001$ ).

44

43

44

## SENTEC

### Evaluación:

- Saturación
- TcCO<sub>2</sub>
- Frecuencia de pulso
- Actualización datos
  - 1 segundo
- SatO<sub>2</sub>:
  - Nellcor
  - Resolución 1%
  - Exactitud 2% (>70%)



45

## SENTEC

### Limitaciones SatO<sub>2</sub>:

- Colorantes vasculares
- Alteraciones perfusión
- Pulso venoso
- Anemia
- Alta exposición a luz ambiental



46

## SENTEC

**Funcionamiento:**

- Calibración
- Estabilización sensor
- Limpiar zona aplicación sensor



47

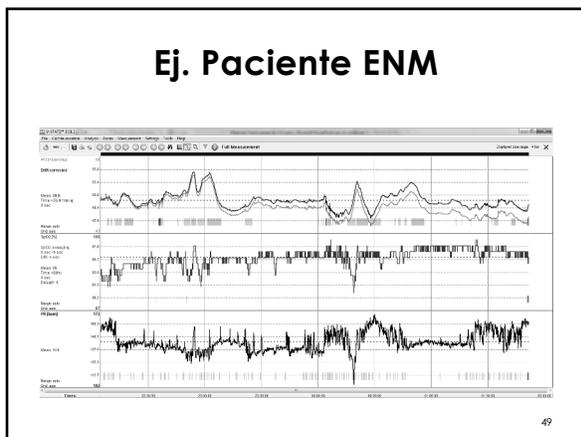
## SENTEC

**Precauciones:**

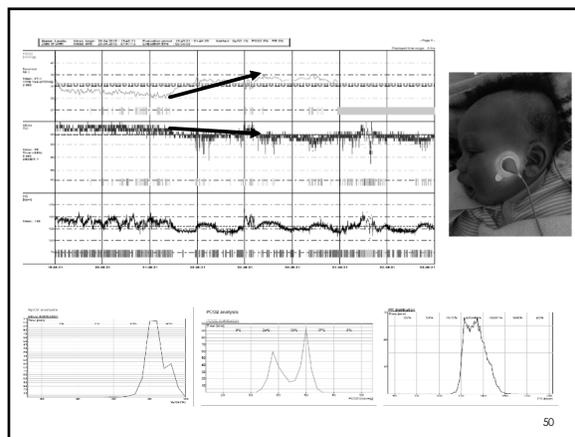
- Cuidados sensor
- Cambio membrana (42 días)



48



49

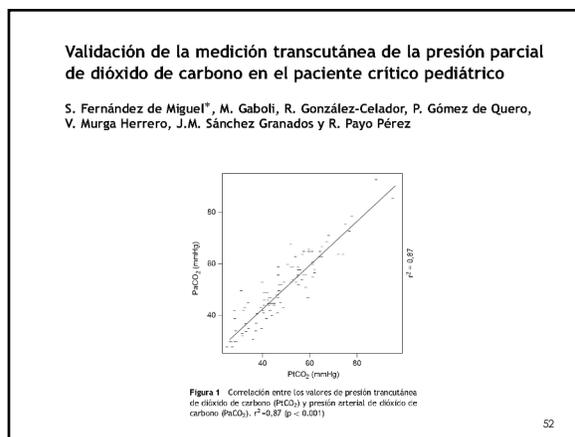


50

## ETCO<sub>2</sub>V/S TcCO<sub>2</sub>

<p><b>ETCO<sub>2</sub></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados irregulares en VNI</li> <li>• Bajo costo</li> <li>• Baja correlación en enfermedades:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– Parenquima</li> <li>– Alteración V/Q</li> <li>– Obstrucción VA</li> <li>– Hemodinamia inestable</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>TcCO<sub>2</sub></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto costo</li> <li>• Buena correlación con PaCO<sub>2</sub></li> <li>• Se altera:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>– Quemaduras</li> <li>– Edema</li> <li>– Trastornos de circulación</li> </ul> </li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

51



52



53

## Conclusiones

- Gold Estándar evaluación:
  - Sueño PSG
  - Hipoventilación: GSA
- Determinación objetiva de la hipoventilación:
  - Contexto clínico
  - Evaluaciones objetivas

54

## Gracias



robertovera@uchile.cl

55

55