

1- El cálculo de la DA-aO₂ permite diferenciar hipoxemias ocasionadas por lesiones a nivel pulmonar y de origen central :

Falso _____ Verdadero _____

2-En un paciente con hipoxemia la oxigenación tisular puede encontrarse normal Dependiendo del la DO₂:

Falso _____ Verdadero _____

3-La Saturación venosa de oxígeno representa el resultado de la interacción de la DO₂ y el VO₂:

Falso _____ Verdadero _____

4- pH 7.46 PaO₂ 60 mm Hg PaCO₂ 30 mm Hg SatO₂ 94% HCO₃⁻ 18 meq/lit FIO₂ 40%
En este caso existe únicamente alcalosis respiratoria:

Falso _____ Verdadero _____

5- Glucosa 355 mg/dl Na⁺ 155 Meq/lit K⁺ 5.0 Meq/dl Cl⁻ 110 Meq/lit
Cr 3.2 mg/dl N.U 45 mg/dl Albúmina 2.3 gr/dl

El anión GAP es menor de 10 Meq/lit :

Falso _____ Verdadero _____

6-El valor de la osmolaridad calculada se encuentra en el rango de normalidad

Falso _____ Verdadero _____



Oxigenación y desequilibrios ácido-base



Dr. Víctor Segura Lemus



Causas de Hipoxemia

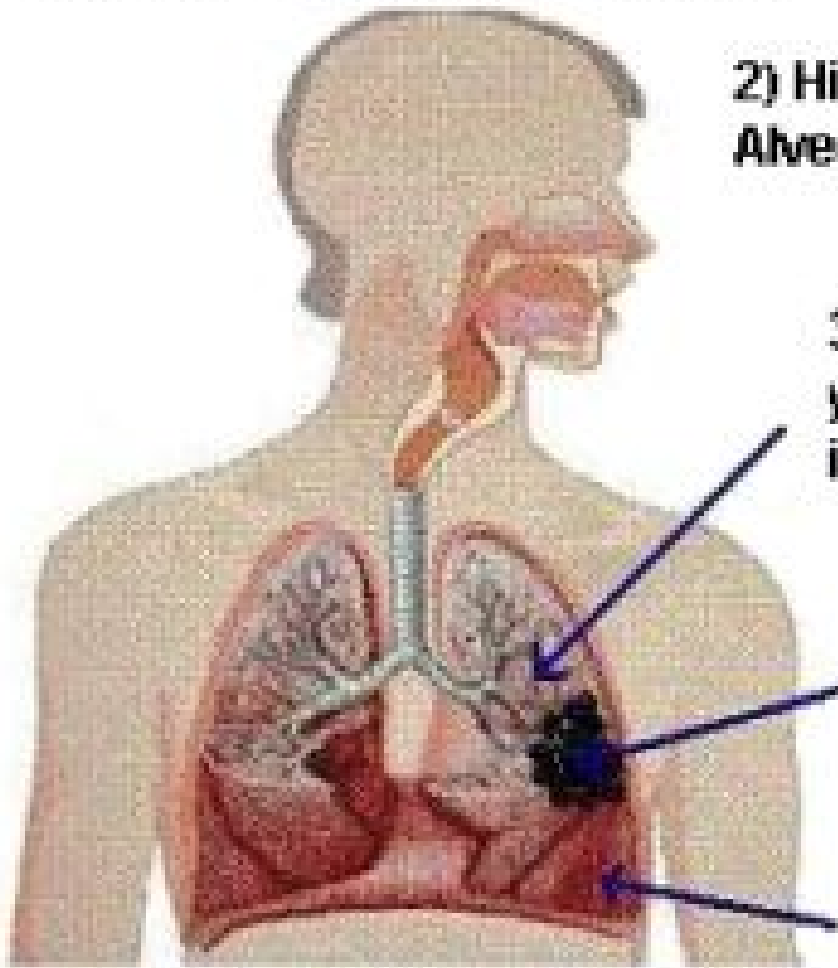
1) Presión parcial de oxígeno
disminuida en el aire inhalado

2) Hipoventilación
Aveolar

3) Tasa de perfusión
y ventilación
incorrecta

4) Desvío
(Intracardiaco o
Intrapulmonar)

5) Difusión capilar-
aveolar disminuida

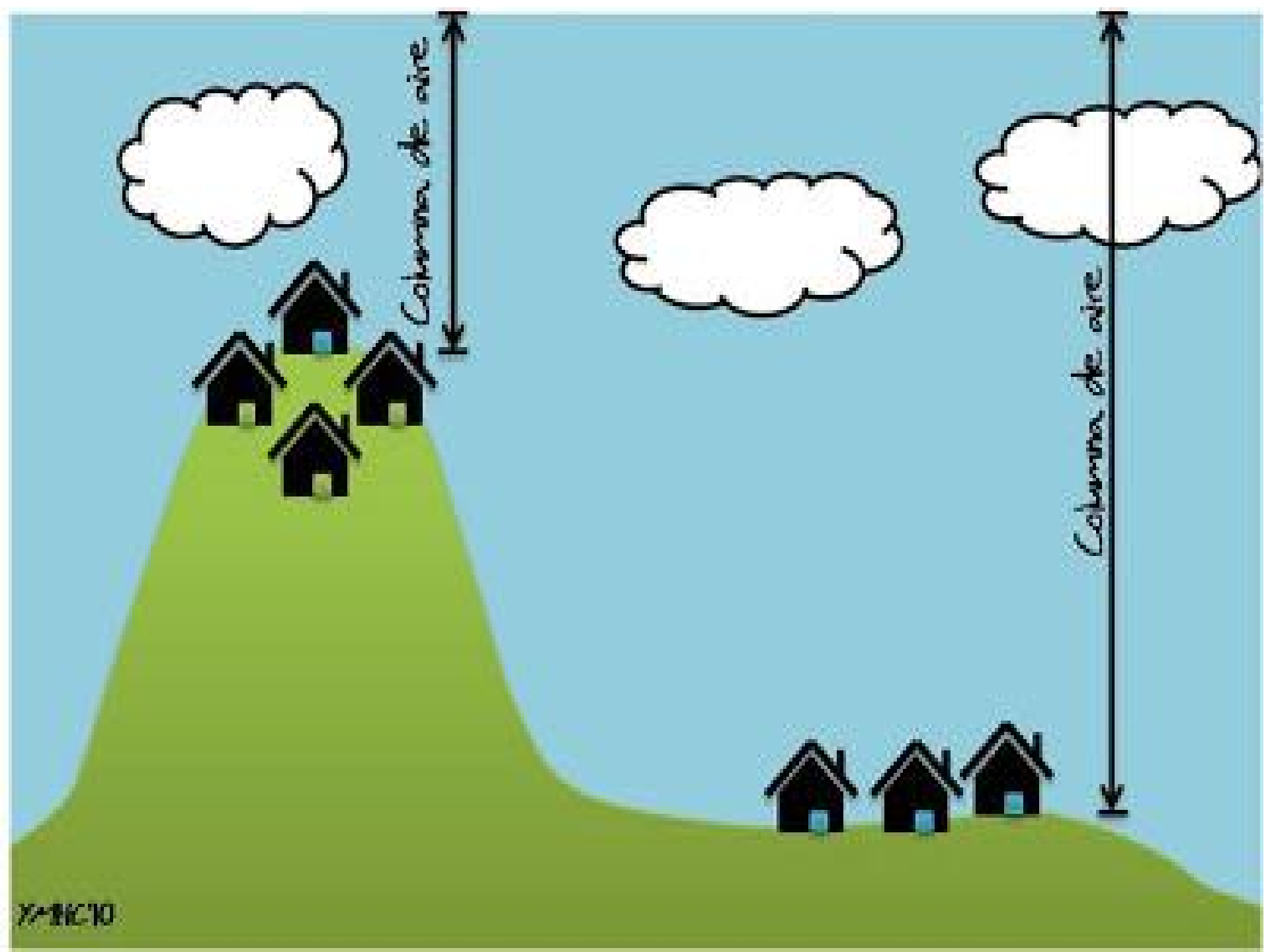






La presión absoluta

La presión atmosférica no es otra cosa que el **peso** del aire que se encuentra sobre la superficie terrestre. El valor de la presión atmosférica varía en cada lugar del planeta en función de su **altitud**; mientras la elevación se incrementa, la presión atmosférica va disminuyendo ya que la columna de aire que soporta es menor. La presión atmosférica al nivel del mar es de 1 atmósfera de presión, que equivale a 101.325 kPa.



Presión barométrica
711 mm de Hg



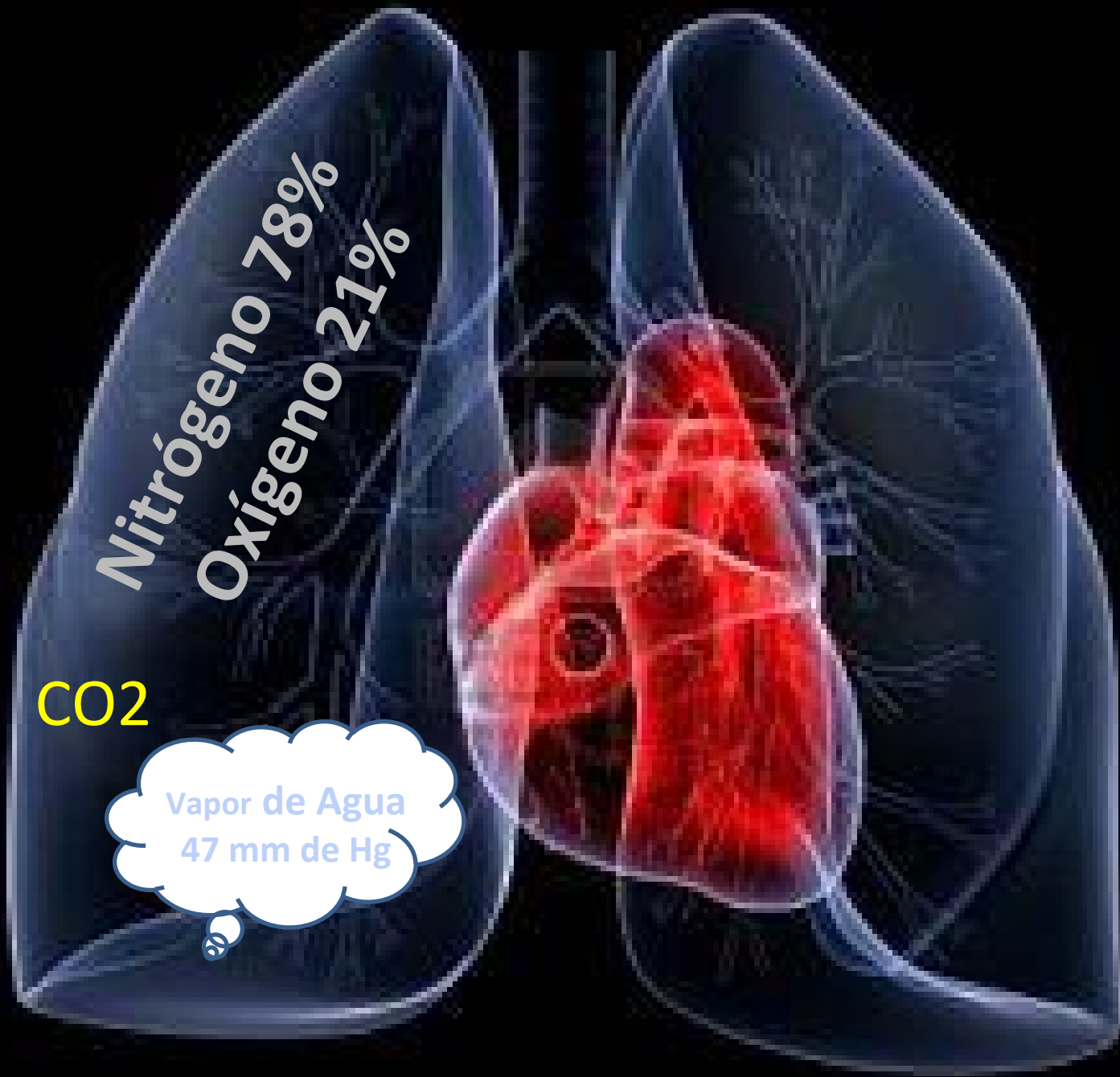
Nitrógeno 78%

Oxígeno 21%

1%???

Vapor de agua





Nitrógeno 78%
Oxígeno 21%

CO₂

Vapor de Agua
47 mm de Hg

Nitrógeno 78%

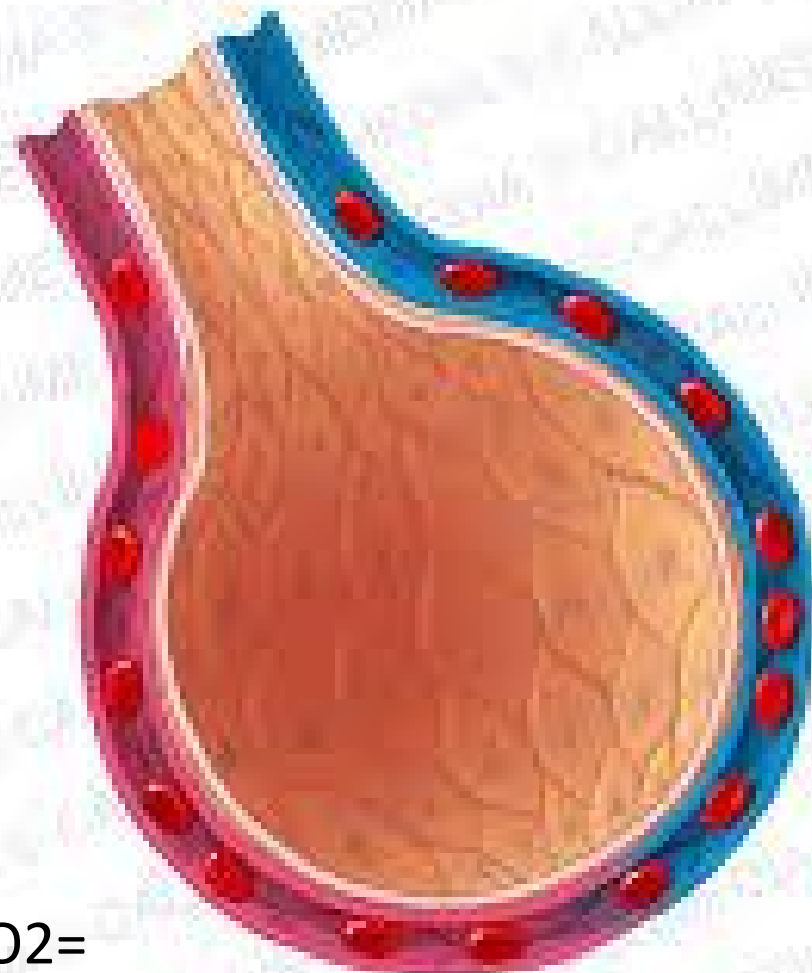
$PAO_2 = (\text{Presión Barométrica} - 47 \text{ mm de Hg}) \times FIO_2 - PaCO_2 / 0.8$

$= (711 - 47 \text{ mm de Hg}) \times 0.21 = 139 \text{ mm de Hg} - 35 / 0.8$
664

Oxígeno
21%

Vapor de Agua
47 mm de Hg

CO₂



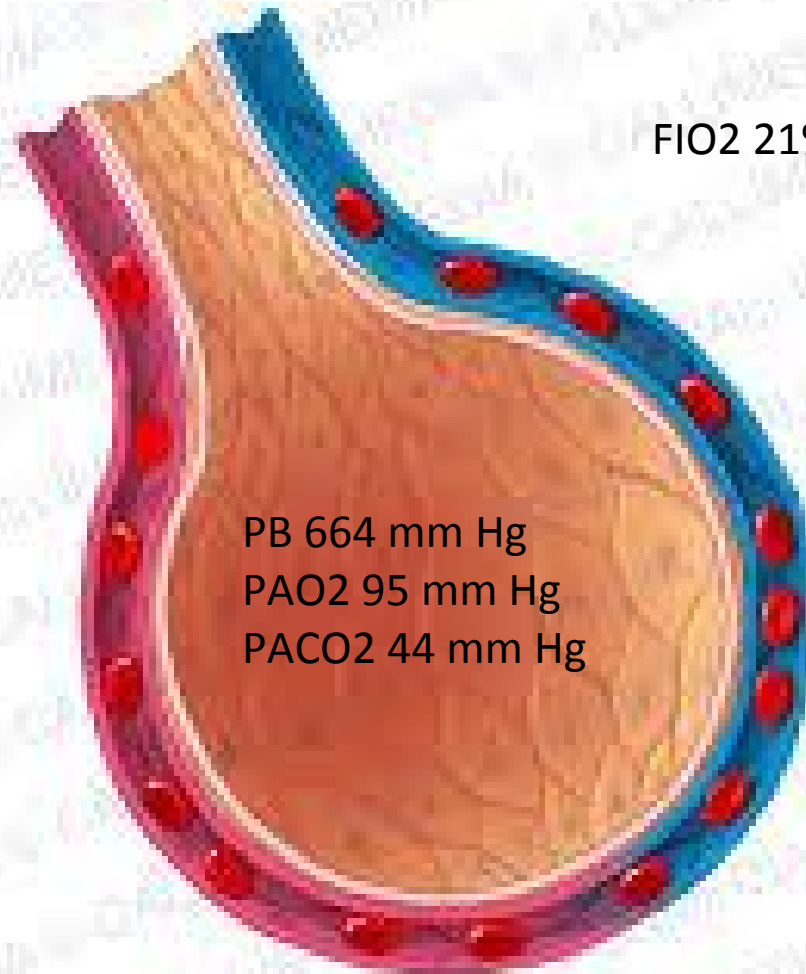
PAO2=

$139 \text{ mm de Hg} - \text{PaCO}_2/0.8 = 95 \text{ mm de HG}$

$139 - 44 \text{ mm de Hg}$

PaCO₂ Arterial = 35 a 45 mm de Hg

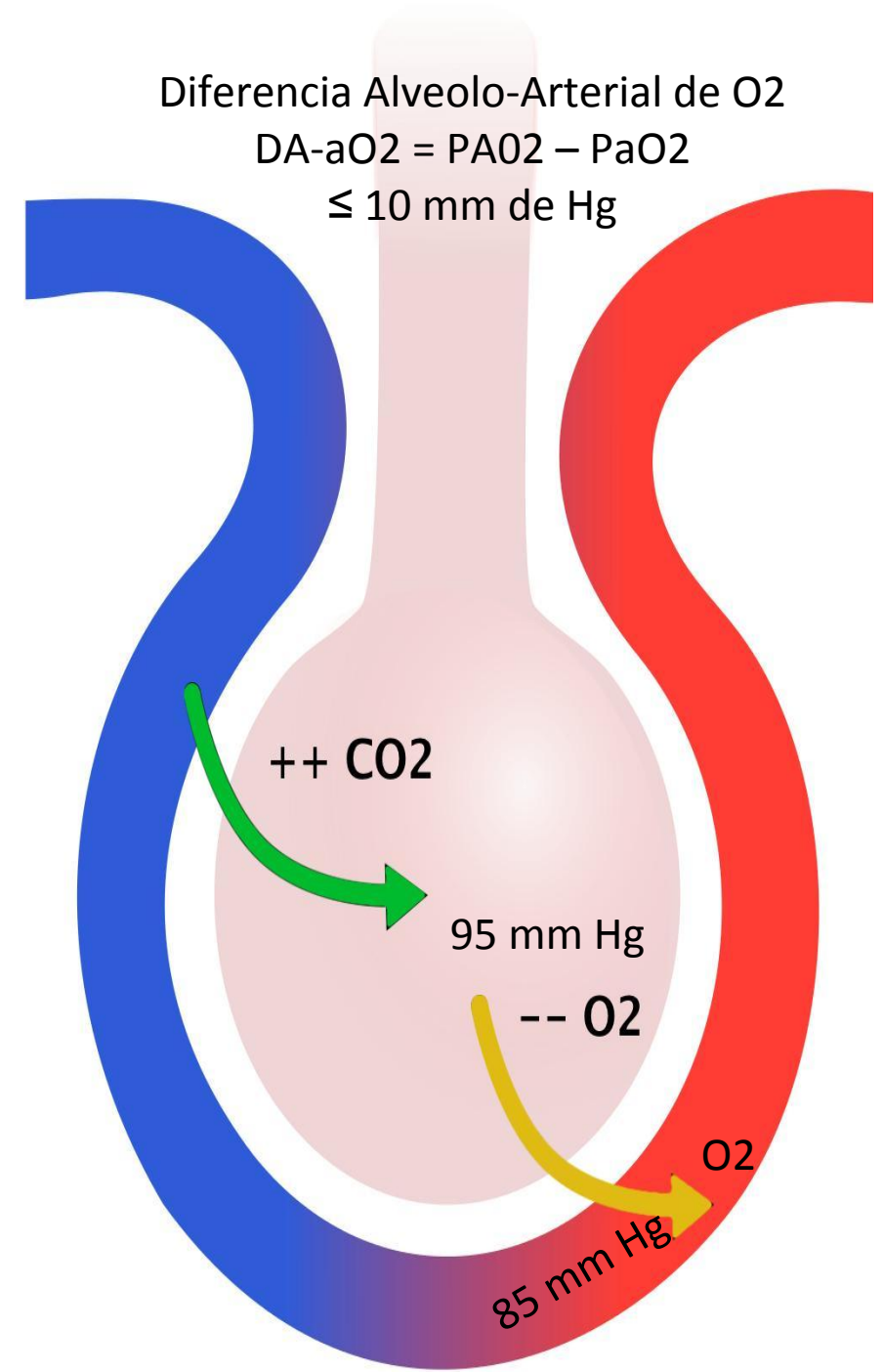
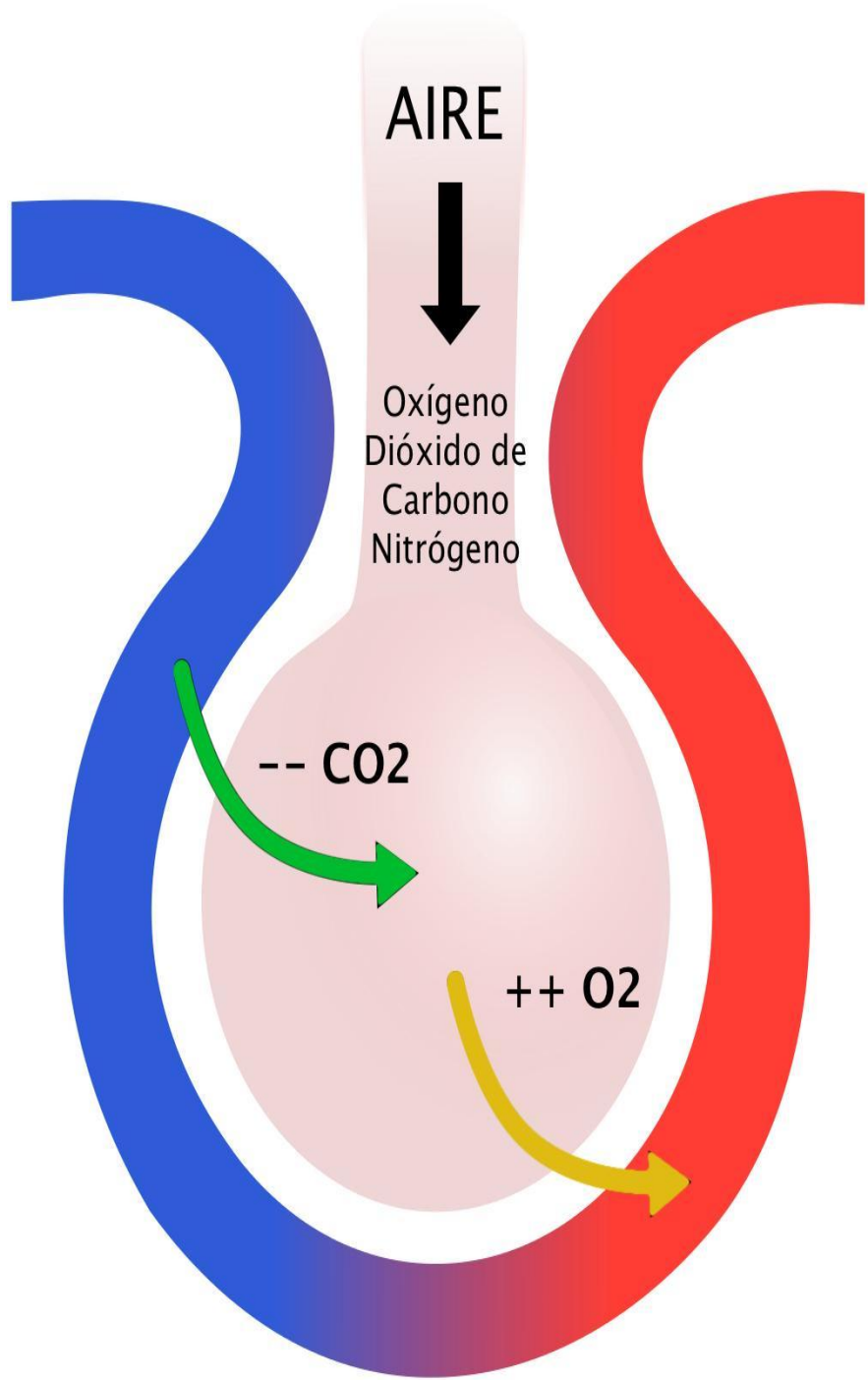
FIO₂ 21%



PB 664 mm Hg
PAO₂ 95 mm Hg
PACO₂ 44 mm Hg

PAO₂=

$139 \text{ mm de Hg} - 35 \text{ mm de Hg} / 0.8 = 95 \text{ mm de Hg}$

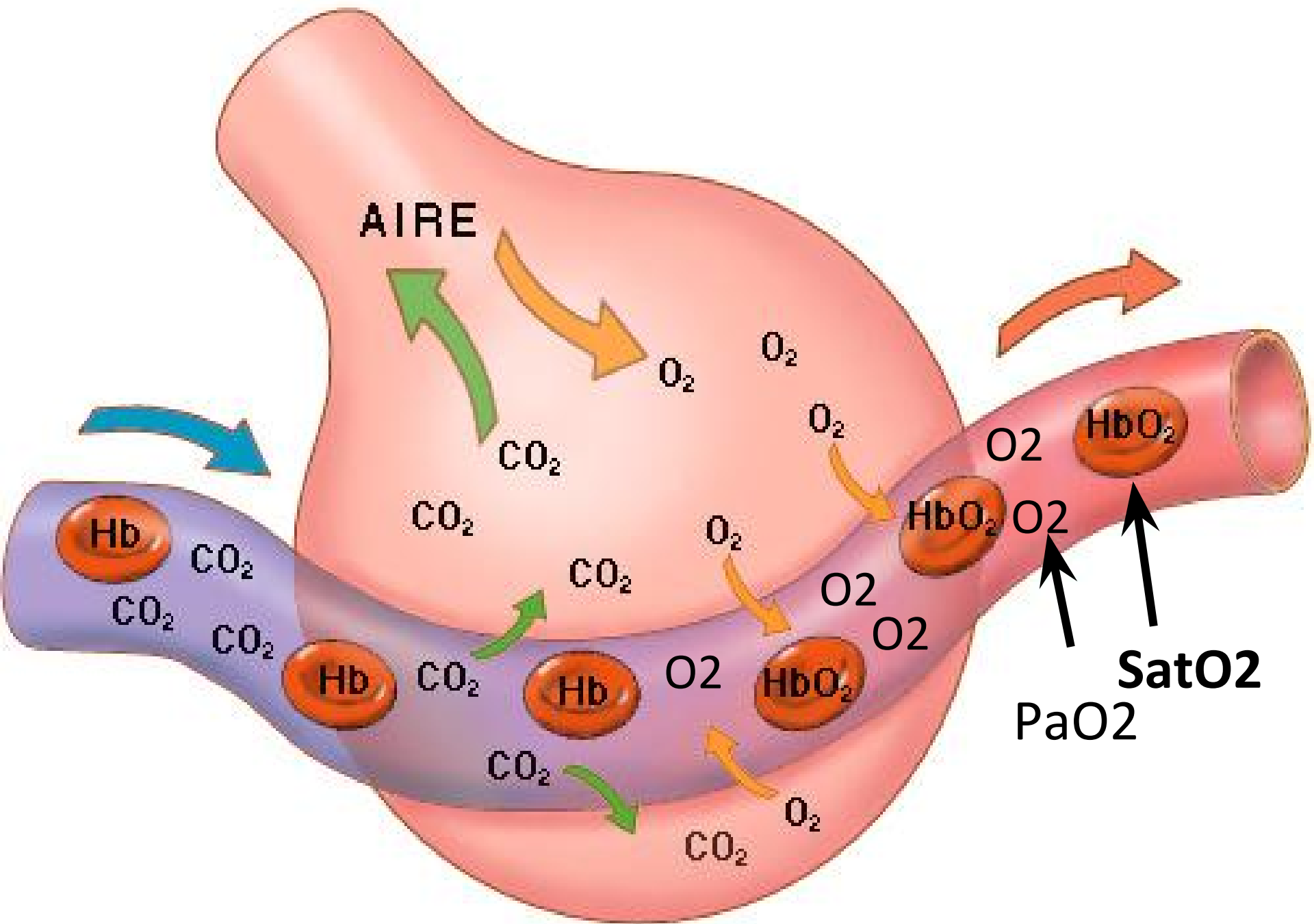


Hb y Saturación de O₂

- El **porcentaje de saturación** es el % o grado de ocupación de grupos Hemo unidos a O₂

$$SO_2 = \frac{\text{Contenido de O}_2 \text{ en la Hb}}{\text{Capacidad de O}_2} \times 100$$

- Saturación arterial = 97 - 98% PaO₂ ~ 95 mmHg
- Saturación venosa = 70 - 75% PvO₂ = 40 mmHg



Transferencia de O_2 y CO_2 entre el aire alveolar y la sangre capilar

$$DA-aO_2 = PAO_2 - PaO_2$$

$$V_N = \leq 10 \text{ mm de Hg}$$

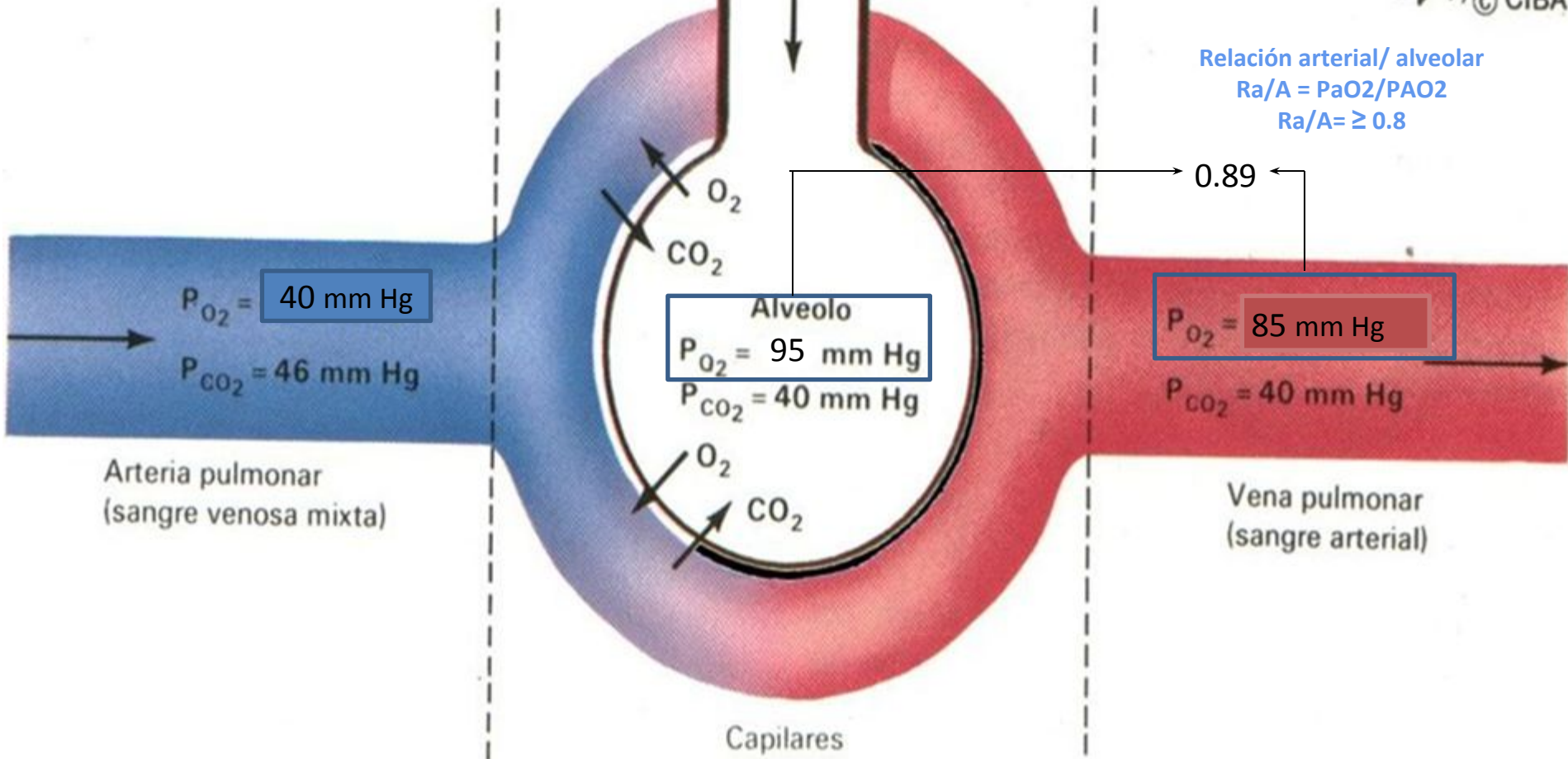
$$R_a/AO_2 = \leq 0.8$$

F. Netter
M.D.
© CIBA

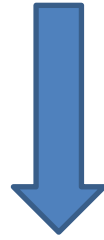
Relación arterial/ alveolar

$$R_a/A = PaO_2/PAO_2$$

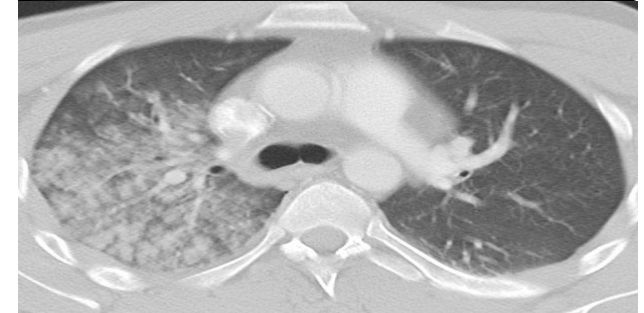
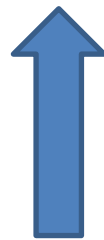
$$R_a/A = \geq 0.8$$



PaO2 baja



DA-aO2





PAO₂

DA-a ≥ 10 mm Hg

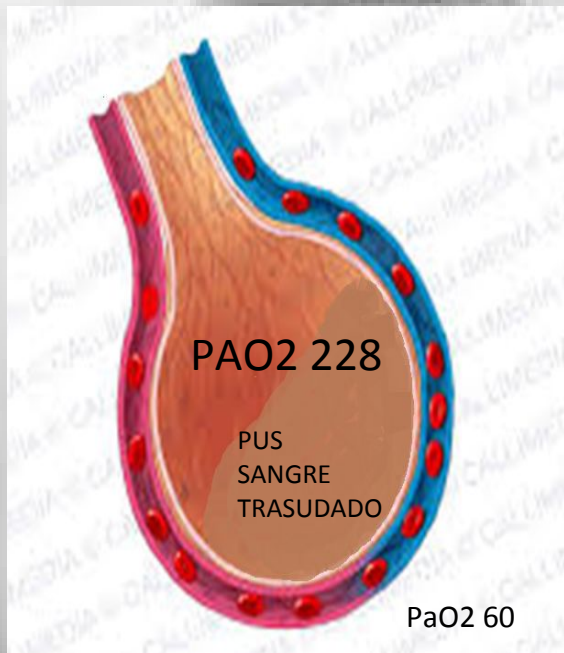
Ra/A ≤ 0.8

PAO

2

PUS
SANGRE
TRASUDADO

PaO₂



DA-a = 168 vs 10
 PaO2 60 vs 218
 R a/A = 0.26 vs 0.8

Sexo Masculino
 35 años de edad
 4 días de fiebre, tos
 Y disnea.

Al examen físico hay
 FC 100 x' FR 20x'
 T 38°C TA 100/60
 Aleteo nasal
 Tirajes intercostales
 Estertores en BI.
 Recibe O2 a 5 lts x'

$FIO_2 = 20 + (4 \times \text{litros})$

pH 7.46 PaO2 60 mm Hg
 PaCO2 30 mm Hg SatO2 94%
 HCO3- 18 meq/lit FIO2 40%

PAO2=
 $(711 - 47) FIO_2 - PaCO_2/0.8$
 $(664 \times 0.4) - 30/0.8$
 228 mm de HG
 DA-a= 228 - 60 = 168 mm Hg
 Ra/A = 0.26

Causas de Hipoxemia

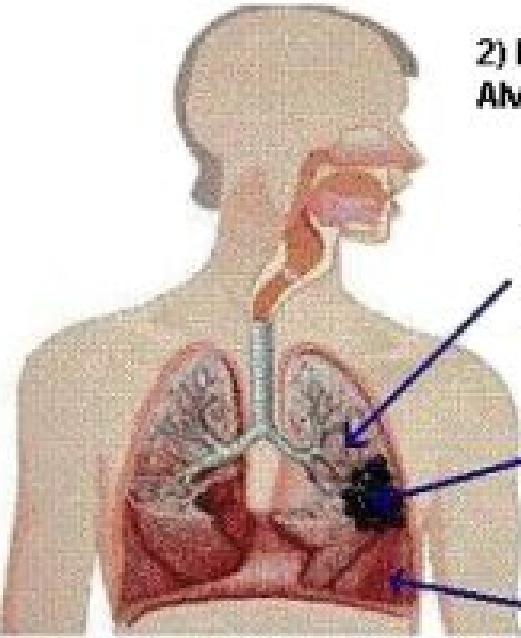
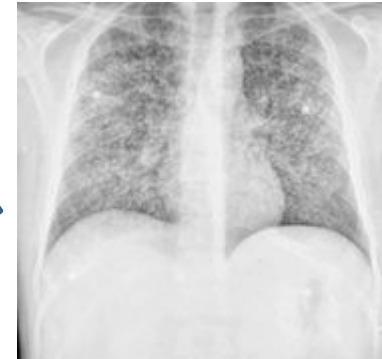
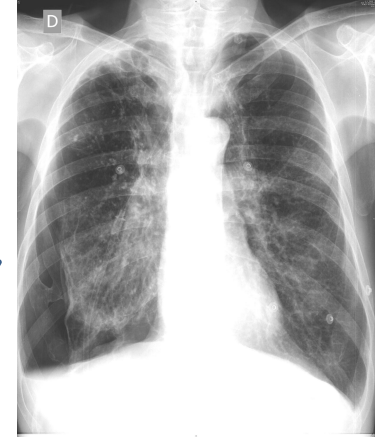
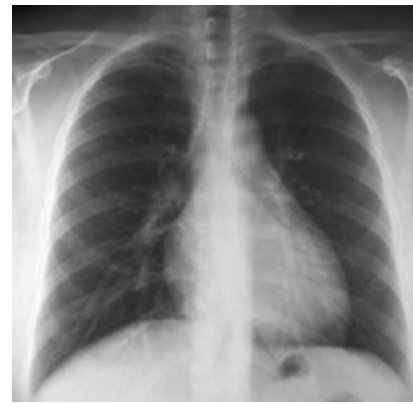
1) Presión parcial de oxígeno disminuida en el aire inhalado

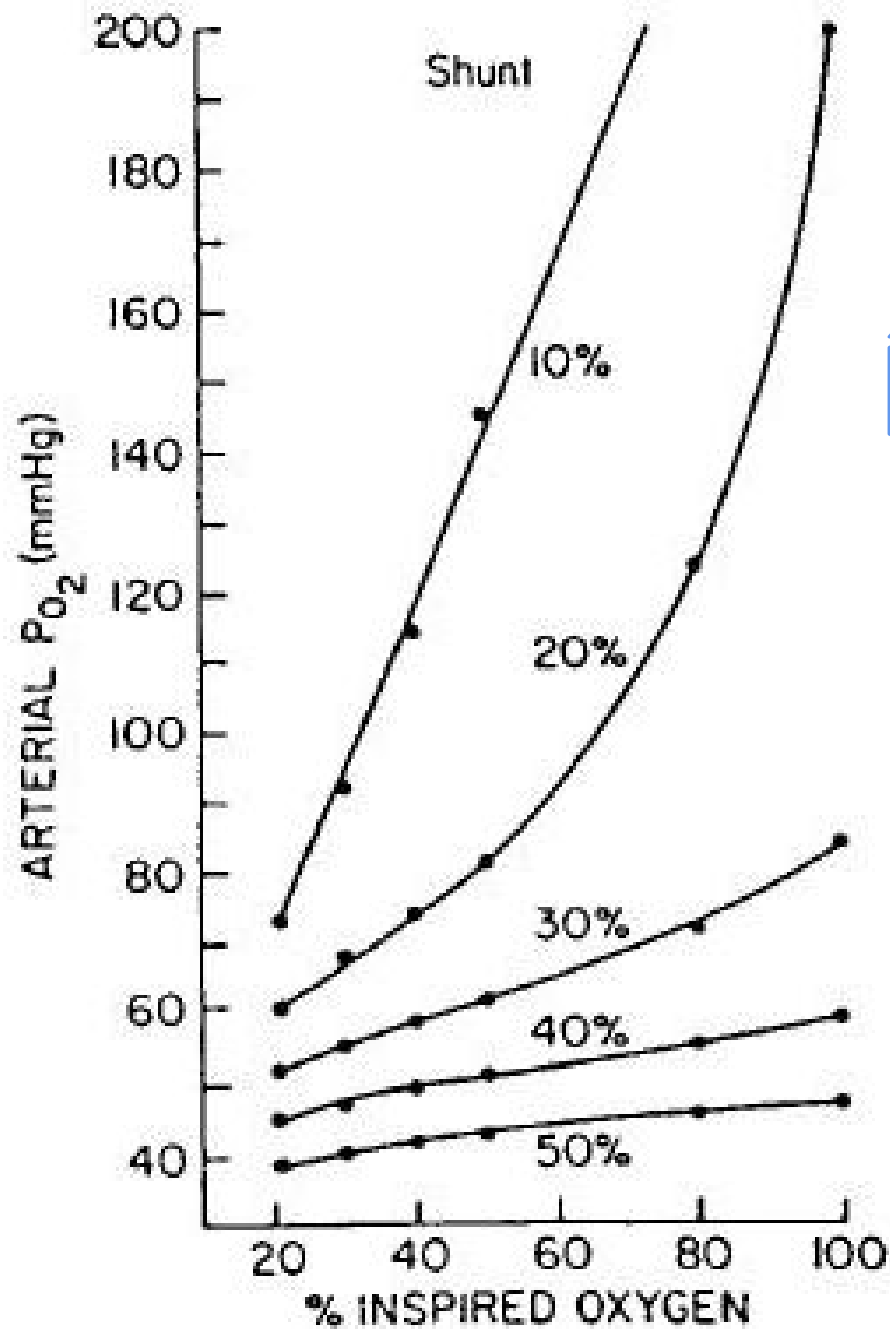
2) Hipoventilación Alveolar

3) Tasa de perfusión y ventilación incorrecta

4) Desvío (Intracardiaco o Intrapulmonar)

5) Difusión capilar-alveolar disminuida

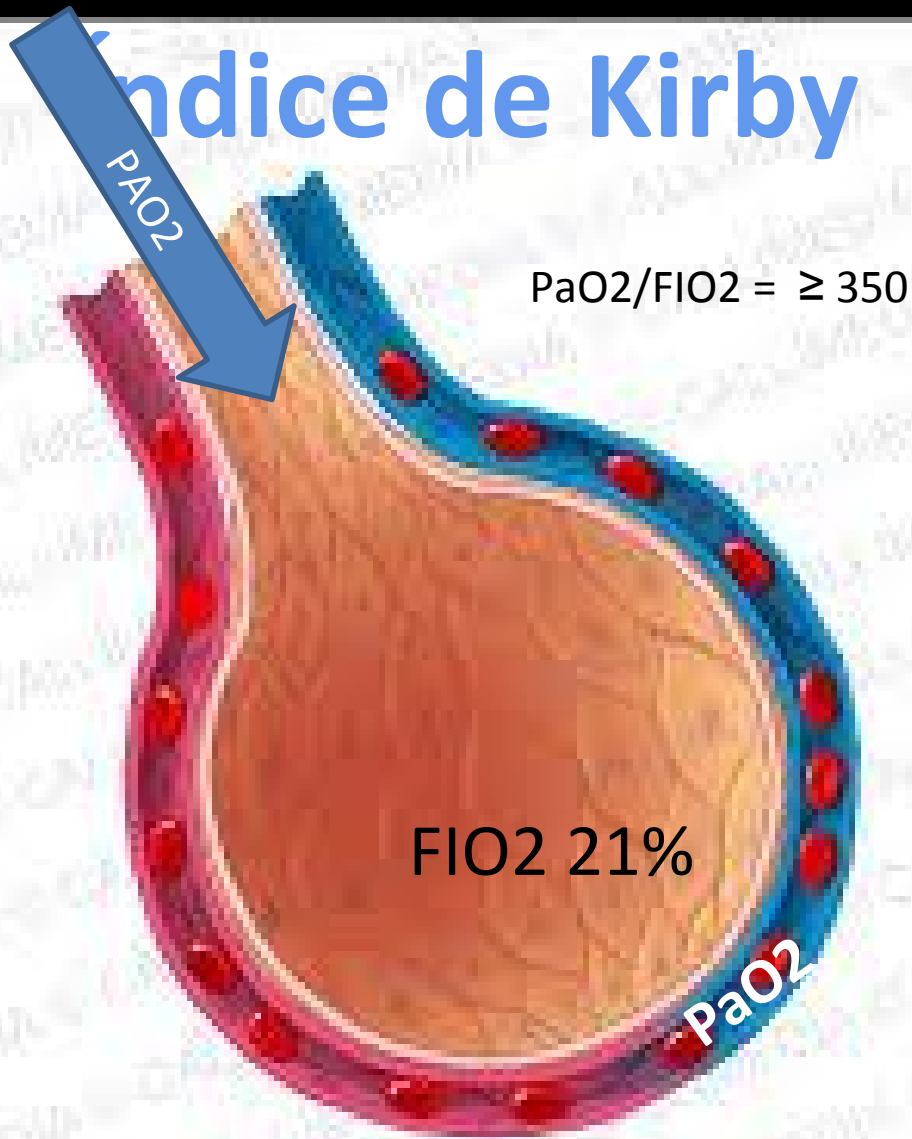




Índice de Kirby

PaO₂/FIO₂

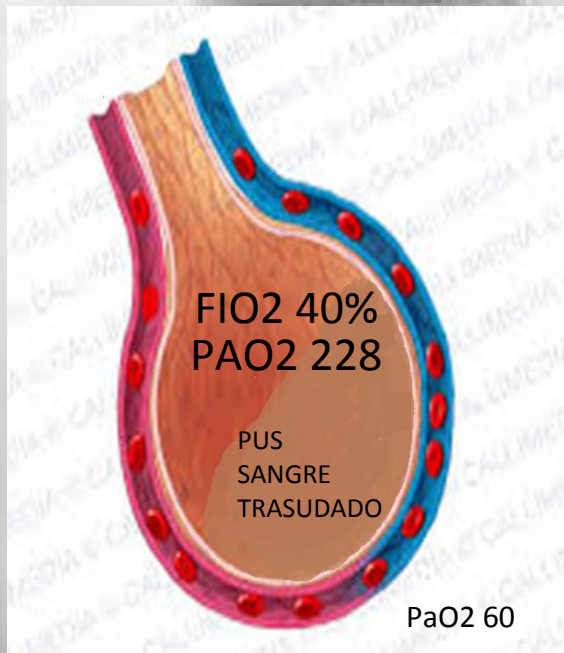
Índice de Kirby



Incrementos de FIO₂ 1% = Incrementos de 3.5 a 5 mm de PaO₂

Índice de Kirby

$\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 = 60/0.4$
150 mm de Hg



DA-a = 168 vs 10
PaO₂ 60 vs 218
R a/A = 0.26 vs 0.8

incremento de 1% de FIO₂ = Incremento de 3 a 5 mm Hg PaO₂
Incremento de 1% de FIO₂ = Incremento de 1.5 mm Hg PaO₂

Sexo Masculino
35 años de edad
4 días de fiebre, tos
Y disnea.
Al examen físico hay
FC 100 x' FR 20x'
T 38°C TA 100/60
Aleteo nasal
Tirajes intercostales
Estertores en BI.
Recibe O₂ a 5 lts x'

$$\text{FIO}_2 = 20 + (4 \times \text{litros})$$

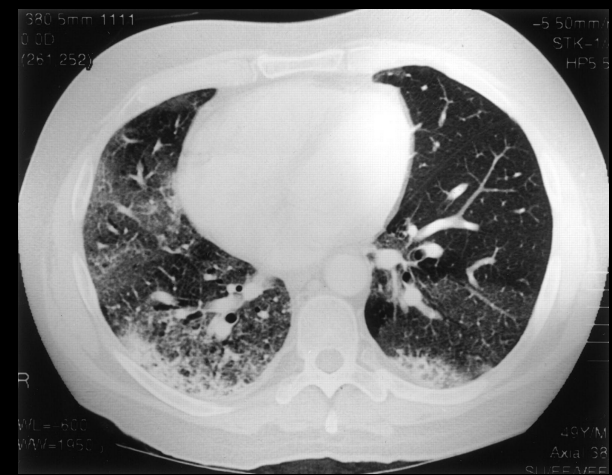
pH 7.46 PaO₂ 60 mm Hg
PaCO₂ 30 mm Hg SatO₂ 94%
HCO₃⁻ 18 meq/lit FIO₂ 40%

DA-aO₂ =
(711 - 47) FIO₂ - PaCO₂/0.8
(664 x 0.4) - 30/0.8
228 mm de HG
DA-a = 228 - 60 = 168 mm Hg
Ra/A = 0.26

KIRBY

LEVE

200 a 300



ARDS

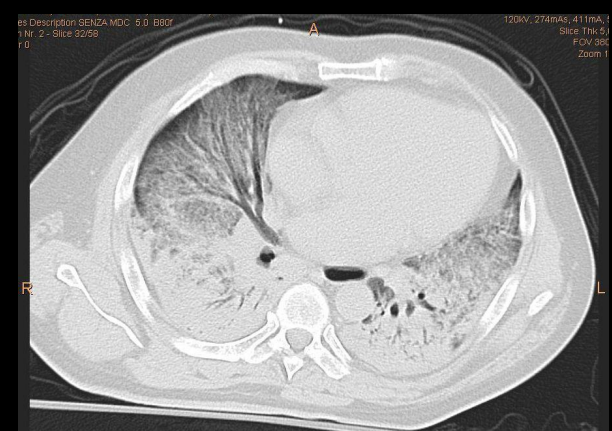
MODERADO

100 a 200

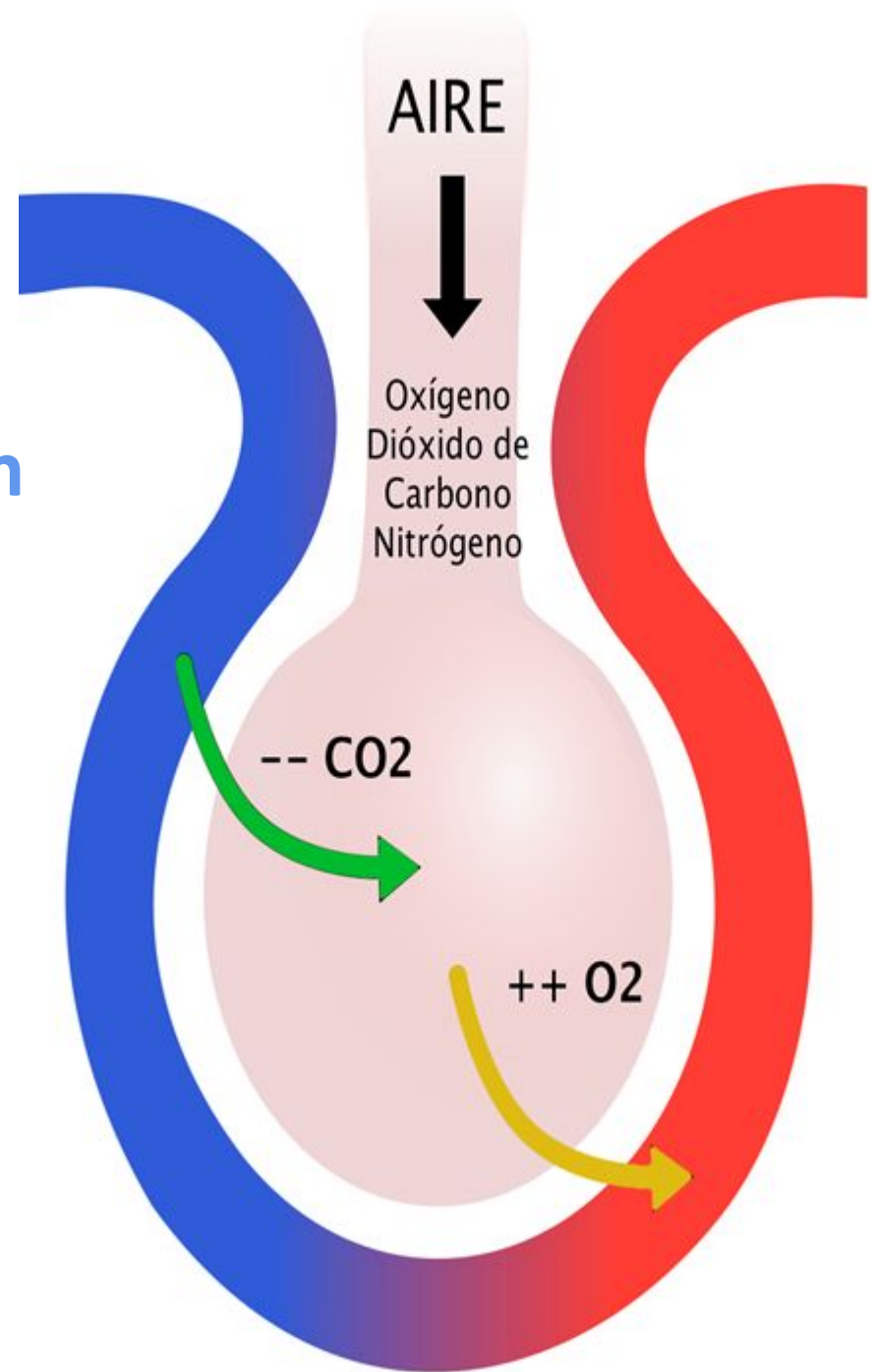


SEVERO

Menor de 100



Los índices de Oxigenación solo informan sobre que tan efectivo es el intercambio de gases



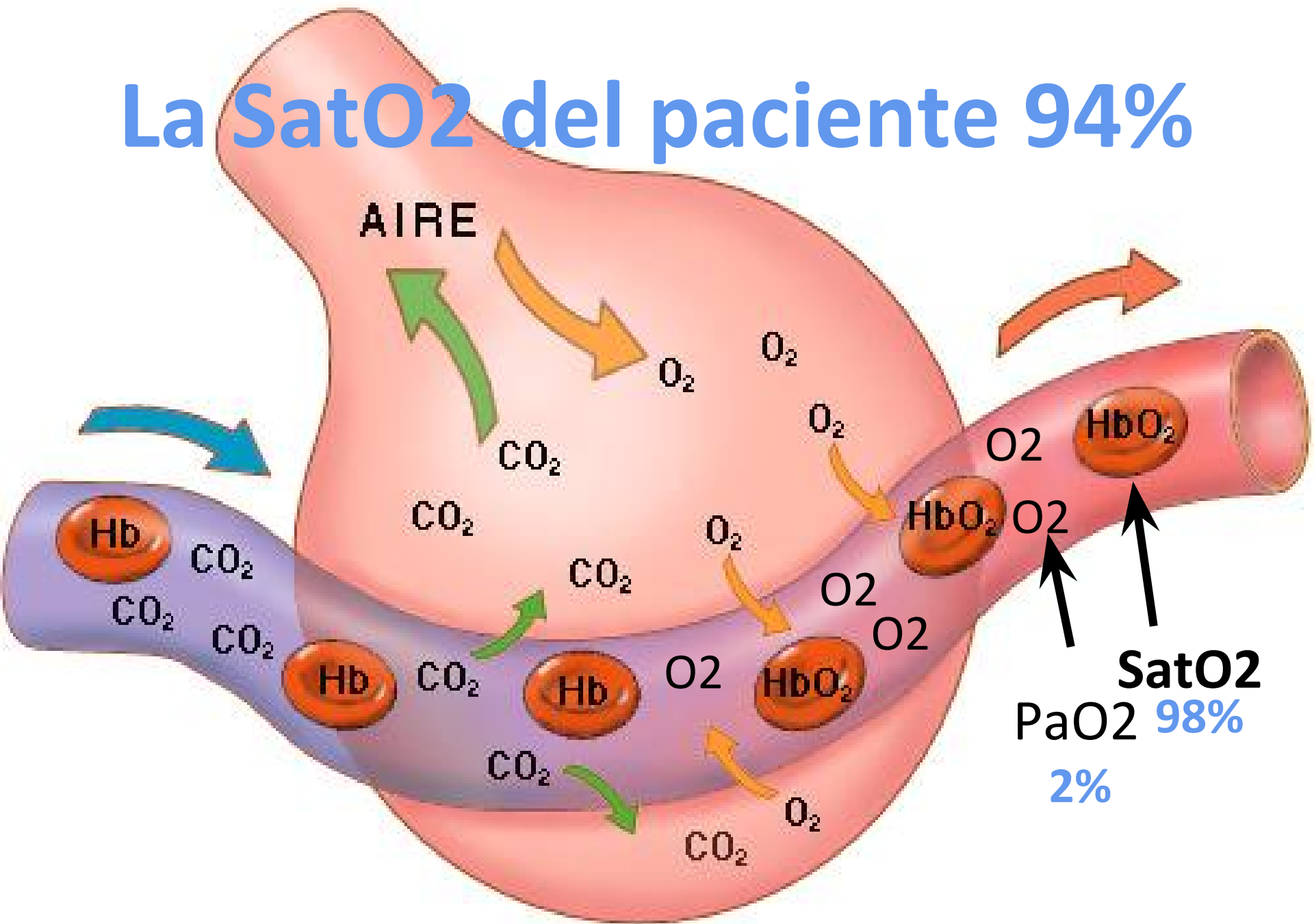




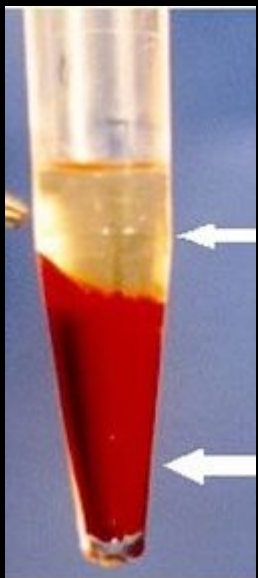
98%

2%

La SatO₂ del paciente 94%



$$C_aO_2 = [(\text{Hb}) (1,34)S_aO_2] + (P_aO_2) (0,0031)$$



$(P_aO_2) (0,0031)$

$[(\text{Hb}) (1,34)S_aO_2]$

PaO2

Plasma

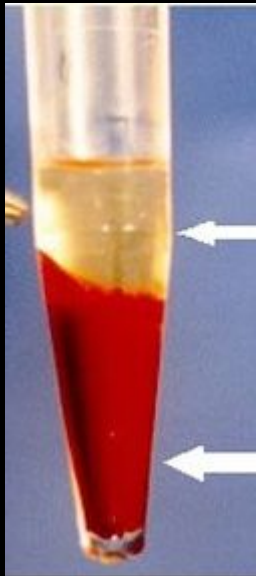
SatO2

Hemoglobina

VN= 16 – 22 ml/dl

$$C_aO_2 = [(\text{Hb}) (1,34)S_aO_2] + (P_aO_2) (0,0031)$$

PaO2 60 SatO2 94% Hb 14gr/dl



$(P_aO_2) (0,0031)$

$$60 \times 0.0031 = 0.186$$

$[(\text{Hb}) (1,34)S_aO_2]$

$$14 \times 1.34 \times 0.94 = 17.63$$

$$C_aO_2 = [(\text{Hb}) (1,34)S_aO_2] + (P_aO_2) (0,0031)$$

17.63 ml/dl

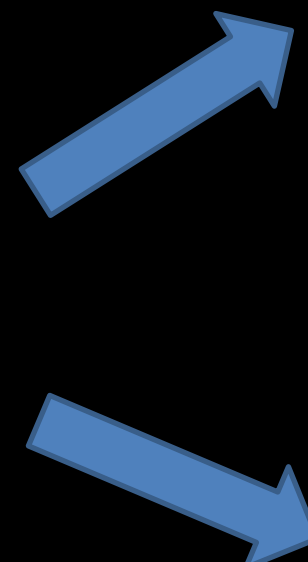
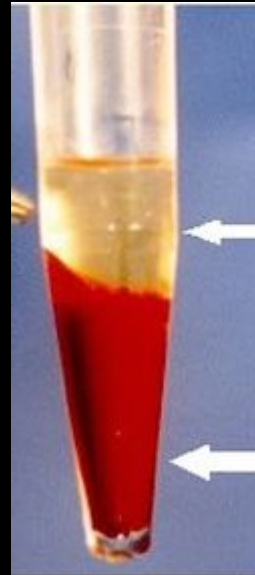
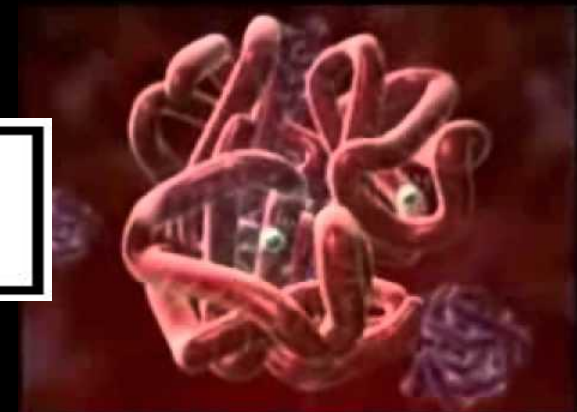
0.18ml/dl

CaO2= 17.81ml/100ml

$(P_aO_2) (0,0031)$



$[(Hb) (1,34)S_aO_2]$



CaO₂

$$C_aO_2 = [(Hb) (1,34)S_aO_2] + (P_aO_2) (0,0031)$$

17.63 ml/dl 0.18ml/dl

$$C_aO_2 = [(Hb) (1,34)S_aO_2] + (P_aO_2) (0,0031)$$

Hb 14gr/dl

$$CaO_2 = (14 \times 1.34 \times 0.94) + (60 \times 0.0031)$$

$$CaO_2 = 17.63 + 0.186$$

$$CaO_2 = 17.81$$

VN= 18 a 20ml/dl

Hb 7gr/dl

$$CaO_2 = (7 \times 1.34 \times 0.94) + (60 \times 0.0031)$$

$$CaO_2 = 8.81 + 0.186$$

$$CaO_2 = 8.99$$

Sexo Masculino
35 años de edad
4 días de fiebre, tos
Y disnea.

Al examen físico hay
FC 100 x' FR 20x'
T 38°C TA 100/60
Aleteo nasal
Tirajes intercostales
Estertores en Bl.
Recibe O2 a 5 lts x'

$$FIO_2 = 20 + (4 \times \text{litros})$$

pH 7.46 PaO2 60 mm Hg
PaCO2 30 mm Hg SatO2 94%
HCO3- 18 meq/lt FIO2 40%

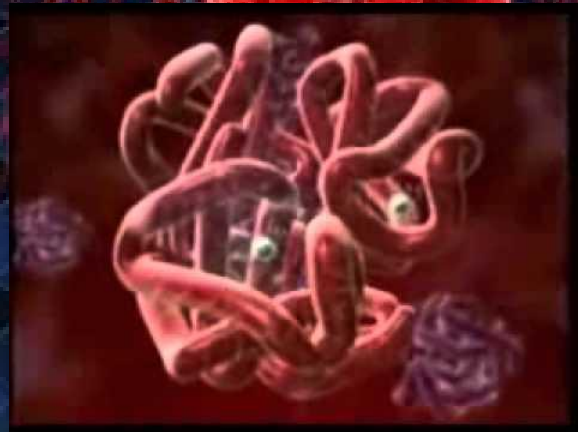
Aporte de O₂ a los tejidos

$$DO_2 = CaO_2 \times GC \times 10$$

$(P_aO_2) (0,0031)$

$[(Hb) (1,34)S_aO_2]$

GC



$VN = 950 - 1150 \text{ ml x'}$

Hb 14gr/dl

$$\text{CaO}_2 = (14 \times 1.34 \times 0.94) + (60 \times 0.0031)$$

$$\text{CaO}_2 = 17.63 + 0.186$$

$$\text{CaO}_2 = 17.81$$

$$\text{DO}_2 = 17.81 \times 2.5 \times 10$$

$$\text{DO}_2 = 445 \text{ ml x'}$$

Hb 7gr/dl

$$\text{CaO}_2 = (7 \times 1.34 \times 0.94) + (60 \times 0.0031)$$

$$\text{CaO}_2 = 8.81 + 0.186$$

$$\text{CaO}_2 = 8.99$$

$$\text{DO}_2 = 8.99 \times 8.5 \times 10$$

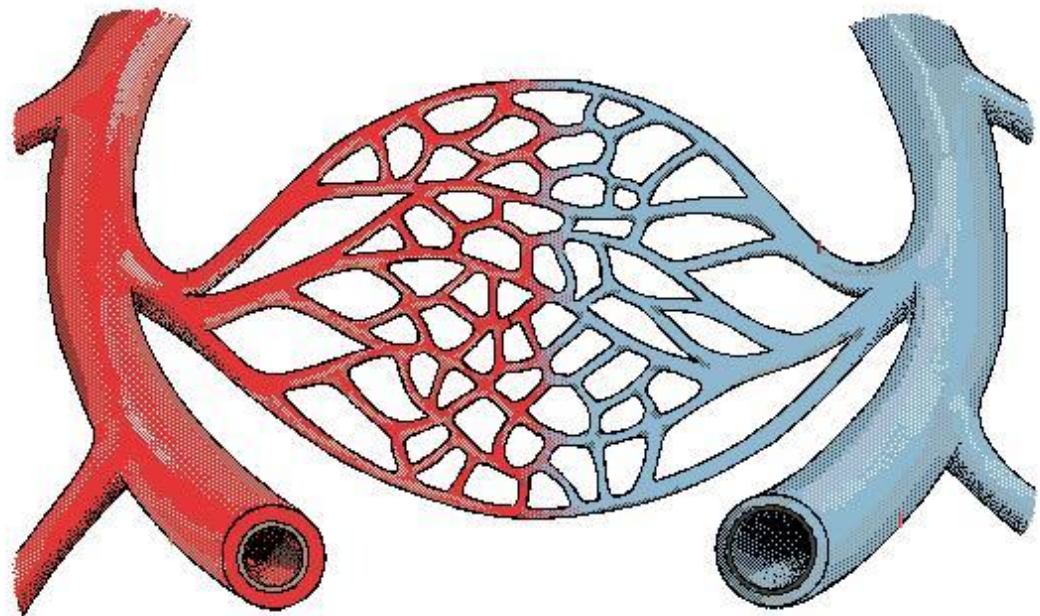
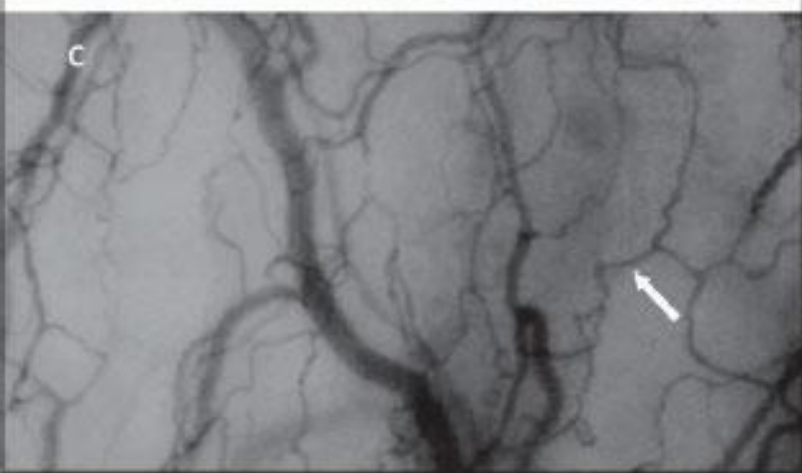
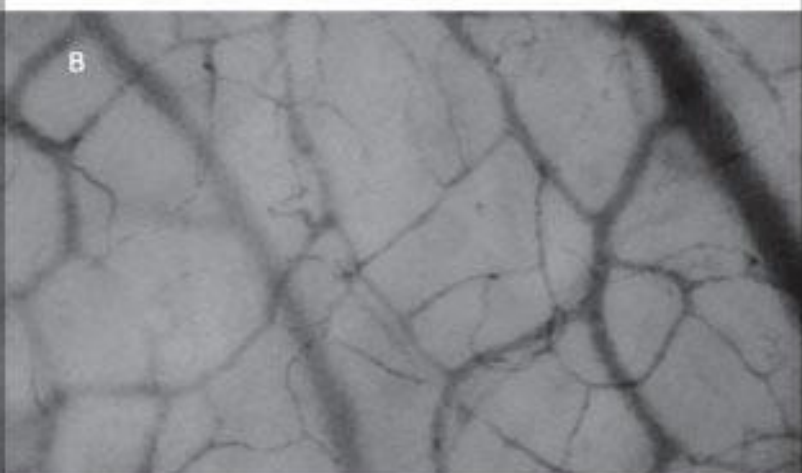
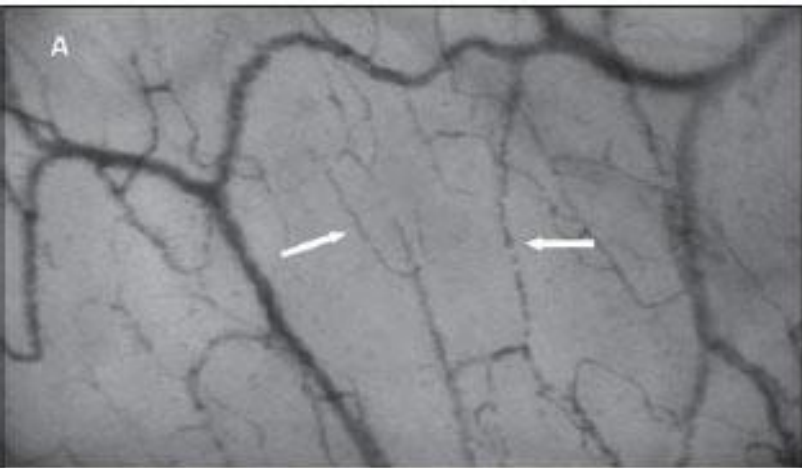
$$\text{DO}_2 = 764 \text{ ml x'}$$

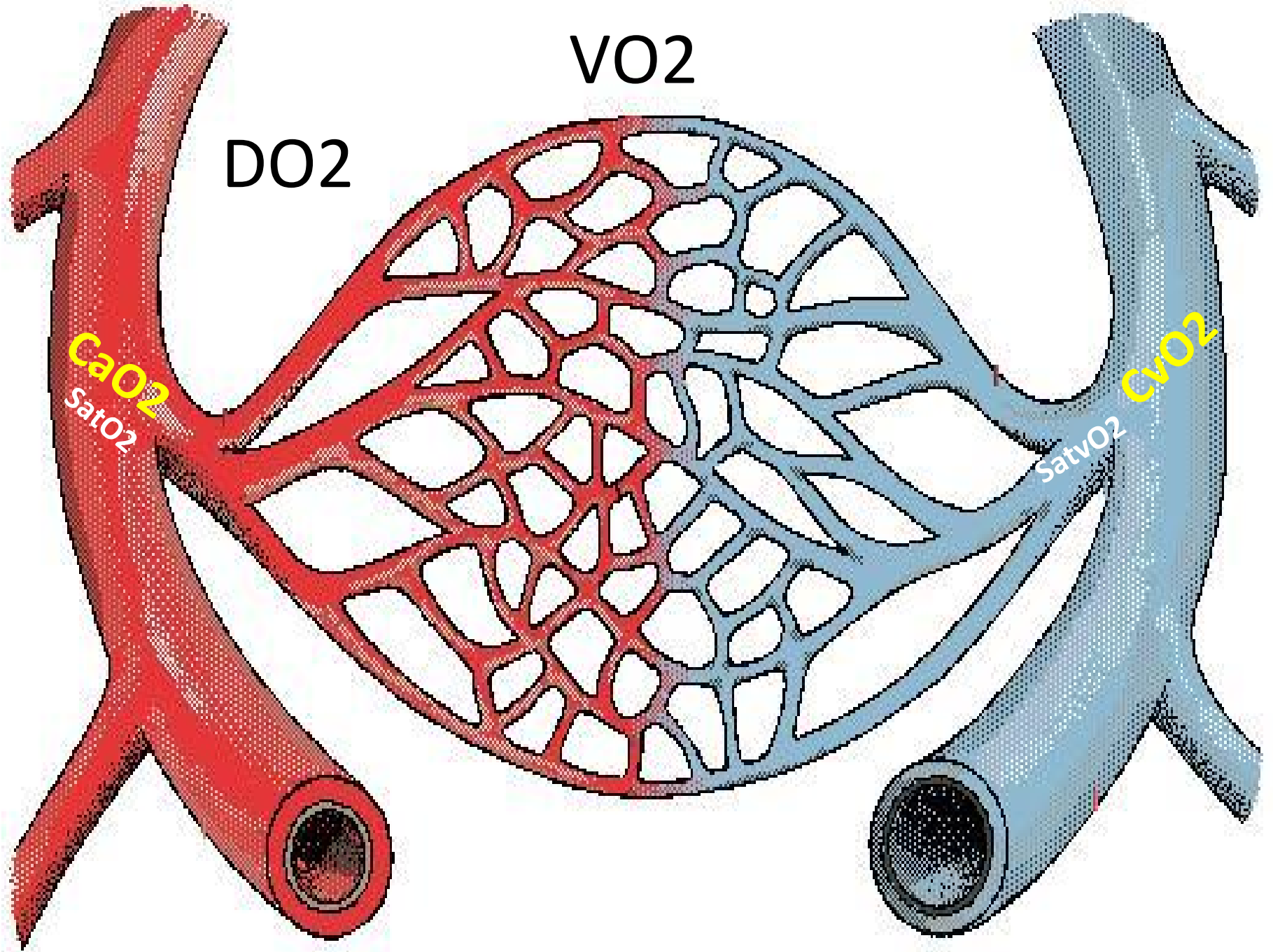
Sexo Masculino
35 años de edad
4 días de fiebre, tos
Y disnea.

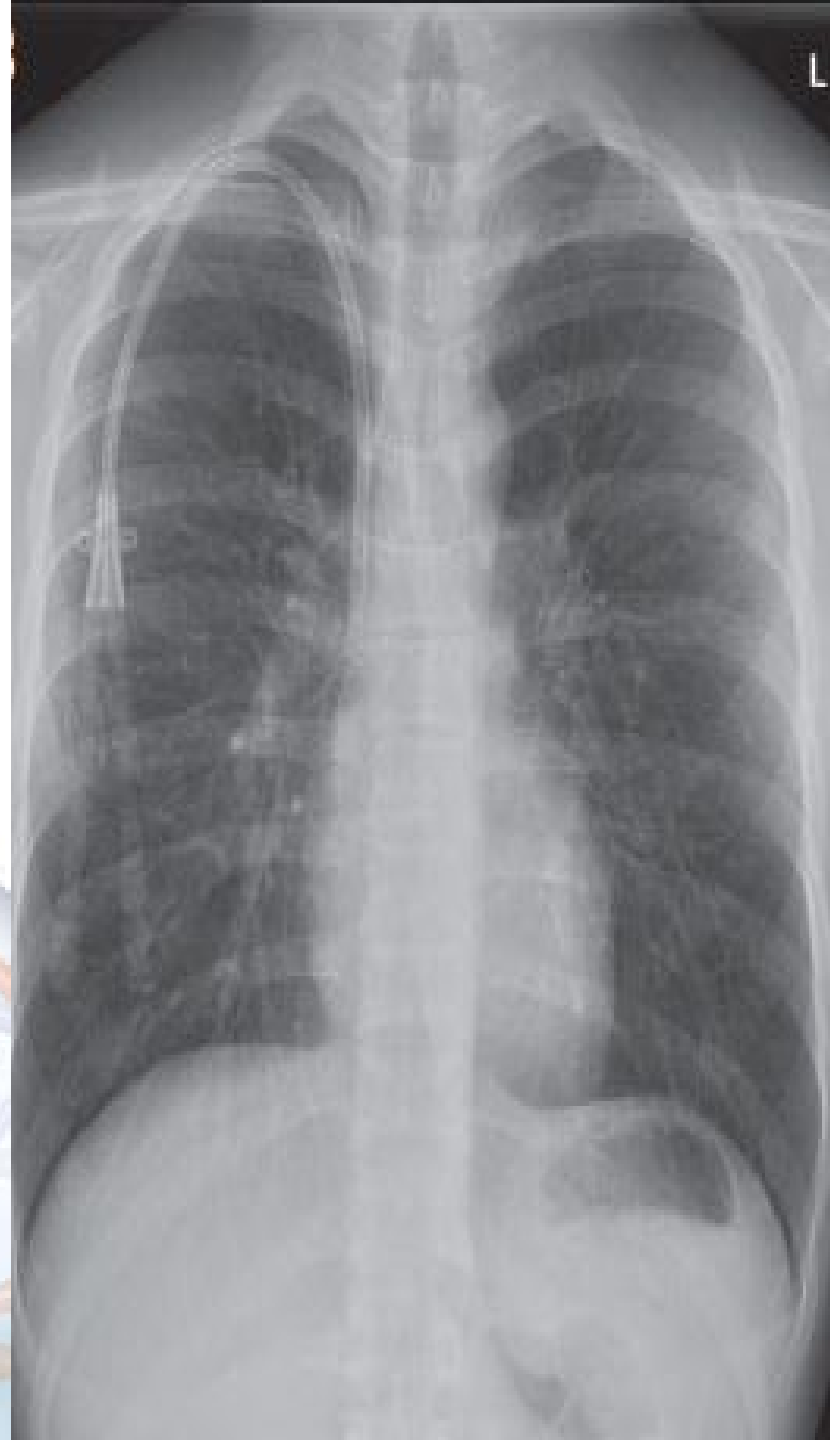
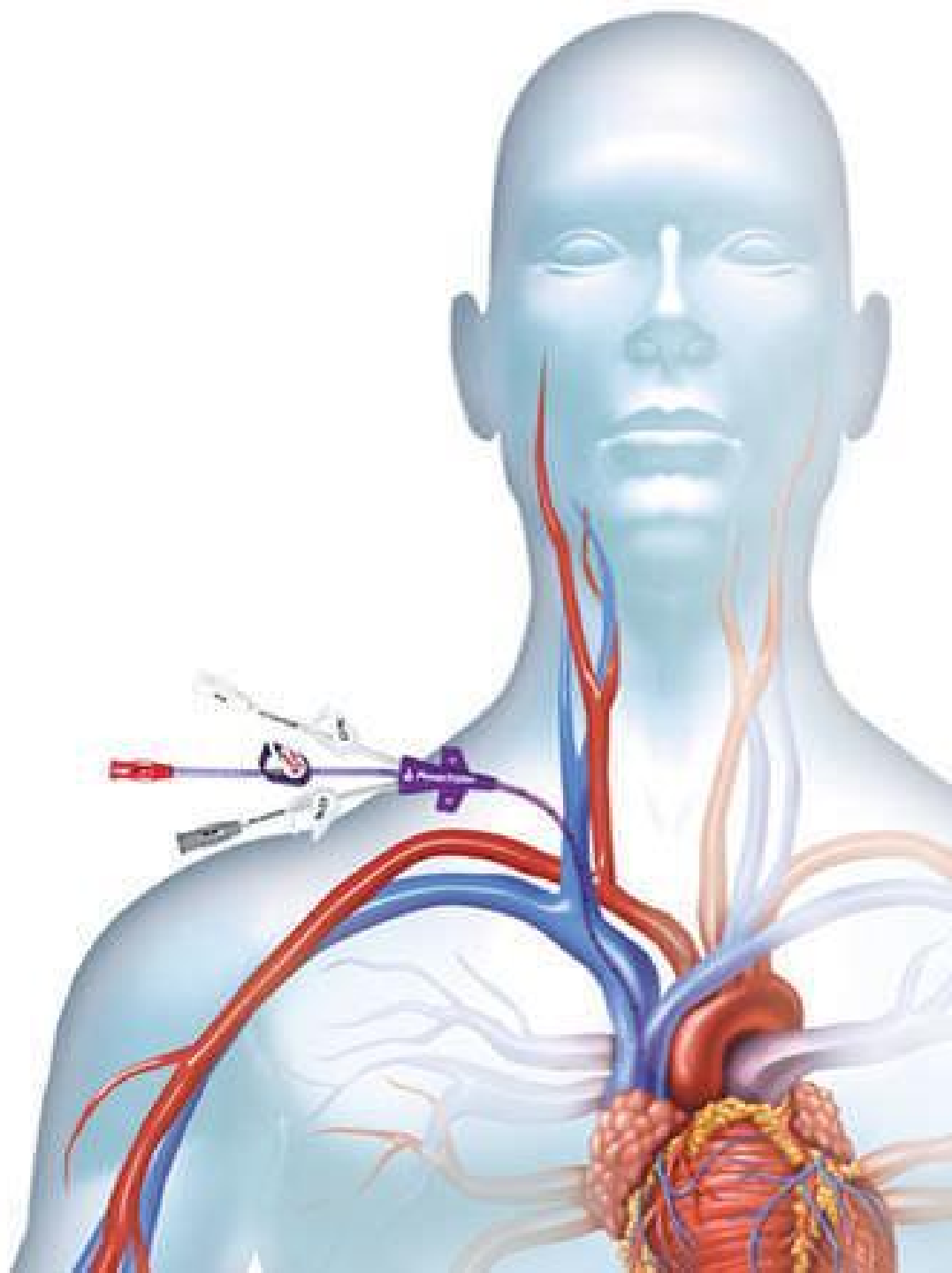
Al examen físico hay
FC 100 x' FR 20x'
T 38°C TA 100/60
Aleteo nasal
Tirajes intercostales
Estertores en Bl.
Recibe O2 a 5 lts x'

$$\text{FIO}_2 = 20 + (4 \times \text{litros})$$

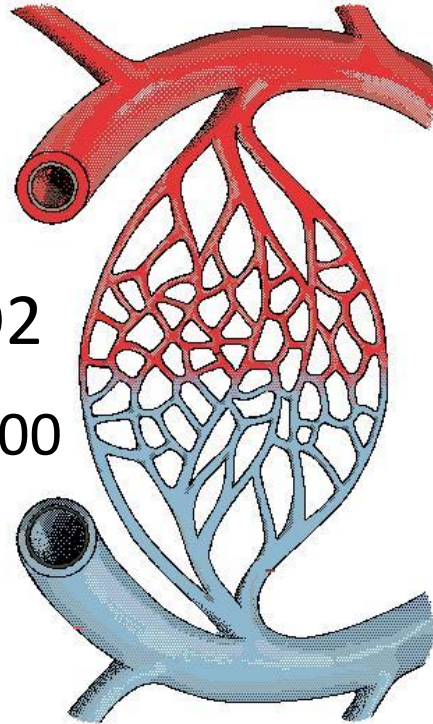
pH 7.46 PaO2 60 mm Hg
PaCO2 30 mm Hg SatO2 94%
HCO3- 18 meq/lt FIO2 40%







$$C_aO_2 = [(\text{Hb}) (1,34)S_aO_2] + (P_aO_2) (0,0031)$$



$$D_{a-v} O_2 = C_aO_2 - C_vO_2$$

$$O_2ER = \frac{(C_aO_2 - C_vO_2) \times 100}{C_aO_2}$$

$$VN = 4-5 \text{ ml/dl}$$

$$VN = 22 - 30\%$$

$$C_vO_2 = [(\text{Hb}) (1,34)S_vO_2] + (P_vO_2) (0,0031)$$

Hb 14gr/dl

CaO₂= 17.81

DO₂= 445ml x'

CvO₂= (14 x 1.34 x 0.55) + (0.003 x 30)

CvO₂ = 10.31 + 0.09

CvO₂= 10.4

O₂ER= (17.81 -10.4)/17.81 x 100

O₂ER= 41.6%

CaO₂ normal= 16 – 22 ml/dl

CvO₂ normal= 12 – 15ml/dl

DO₂ normal= 950 -1150 ml x'

pH 7.46 PaO₂ 60 mm Hg
PaCO₂ 30 mm Hg SatO₂ 94%
HCO₃⁻ 18 meq/lt FIO₂ 40%

GC 2.5ml x'

pH 7.35 PaO₂ 30 mm Hg
PaCO₂ 40 mm Hg SatvO₂ 55 %
HCO₃⁻ 18 meq/lt FIO₂ 40%

Hb 7gr/dl

CaO₂= 8.99

DO₂= 764' ml x'

CvO₂= (7 x 1.34 x 0.67) + (0.003 x 30)

CvO₂ = 6.28 + 0.09

CvO₂= 6.37

O₂ER= (8.99 -6.37)/8.99 x 100

O₂ER= 29.1%

CaO₂ normal= 16 – 22 ml/dl

CvO₂ normal= 12 – 15ml/dl

DO₂ normal= 950 -1150 ml x'

pH 7.46 PaO₂ 60 mm Hg
PaCO₂ 30 mm Hg SatO₂ 94%
HCO₃⁻ 18 meq/lit FIO₂ 40%

GC 8.5ml x'

pH 7.35 PaO₂ 30 mm Hg
PaCO₂ 40 mm Hg SatvO₂ 67 %
HCO₃⁻ 18 meq/lit FIO₂ 40%

Hb 14gr/dl

GC 2.5ml x'

CaO2= 17.81

DO2= 445ml x'

$CvO2 = (14 \times 1.34 \times 0.55) + (0.003 \times 30)$
 $CvO2 = 10.31 + 0.09$

CvO2= 10.4

$O2ER = (17.81 - 10.4) / 17.81 \times 100$

O2ER= 41.6%

CaO2 normal= 16 – 22 ml/dl
CvO2 normal= 12 – 15ml/dl
DO2 normal= 950 -1150 ml x'

Hb 7gr/dl

GC 8.5ml x'

CaO2= 8.99

DO2= 764' ml x'

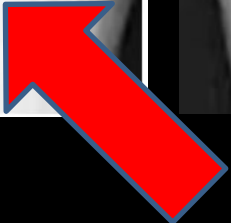
$CvO2 = (7 \times 1.34 \times 0.67) + (0.003 \times 30)$
 $CvO2 = 6.28 + 0.09$

CvO2= 6.37

$O2ER = (8.99 - 6.37) / 8.99 \times 100$

O2ER= 29.1%

CaO2 normal= 16 – 22 ml/dl
CvO2 normal= 12 – 15ml/dl
DO2 normal= 950 -1150 ml x'



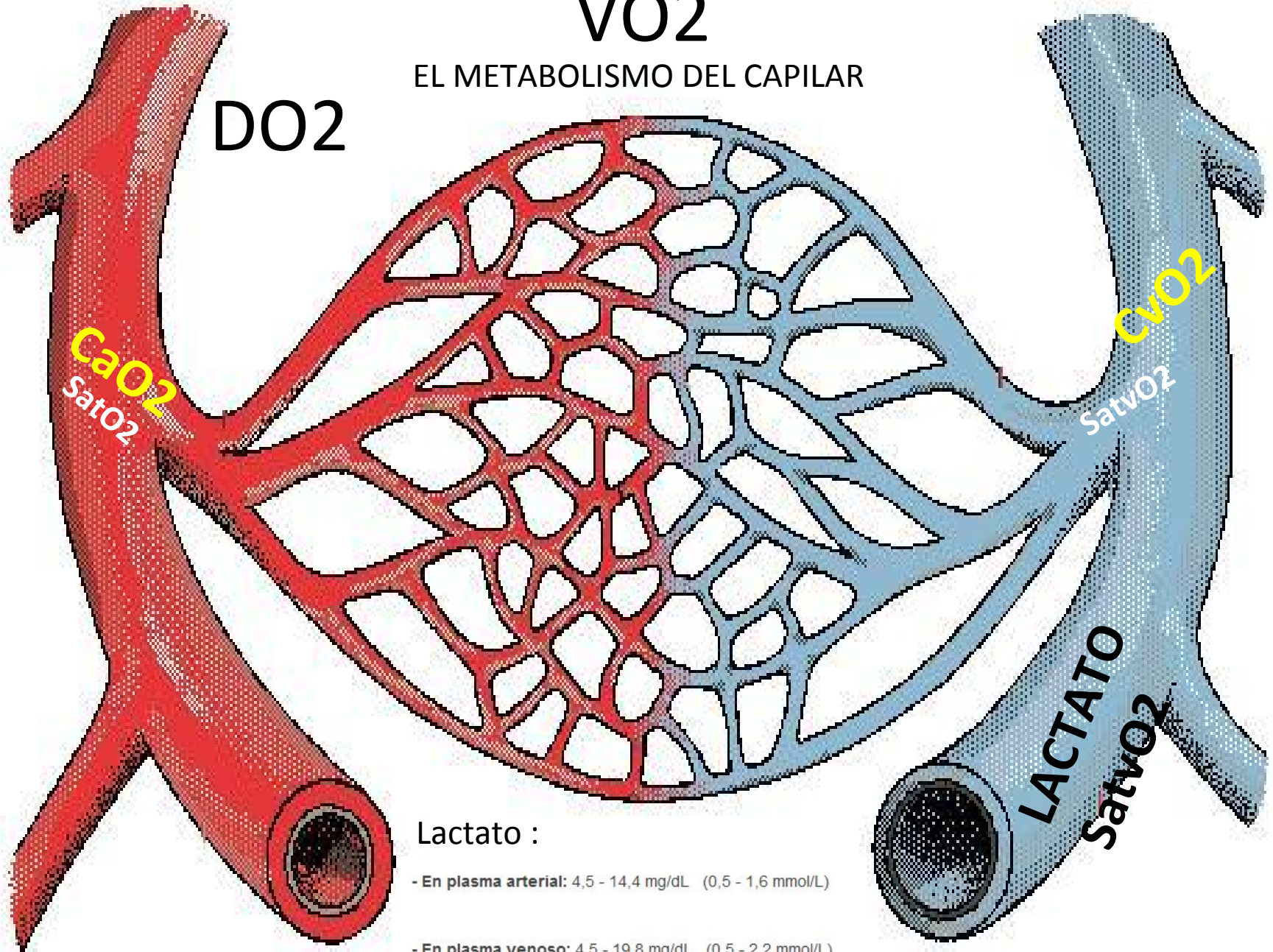
SatvO2 55% Lactato 2.5mg/dl

SatvO2= 60 – 80%

VO2

EL METABOLISMO DEL CAPILAR

DO2



Lactato :

- En plasma arterial: 4,5 - 14,4 mg/dL (0,5 - 1,6 mmol/L)

- En plasma venoso: 4,5 - 19,8 mg/dL (0,5 - 2,2 mmol/L)

($SV\text{O}_2\%$)

OXYGEN
DEMAND

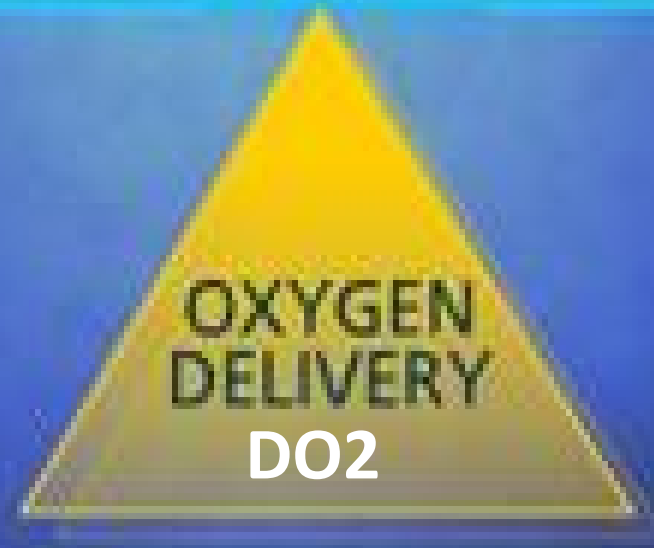
O_2ER

OXYGEN
CONSUMPTION

VO_2

OXYGEN
DELIVERY

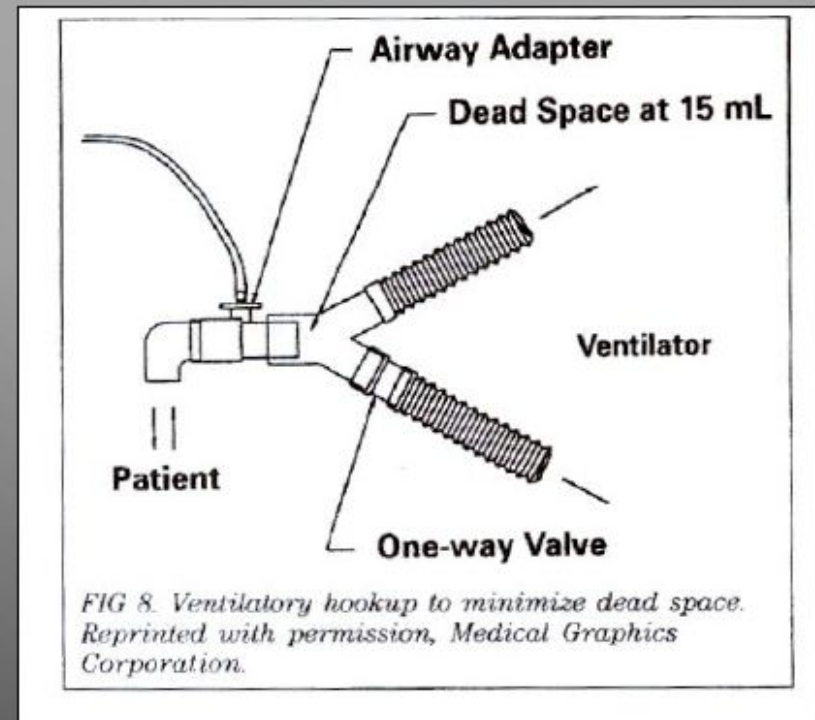
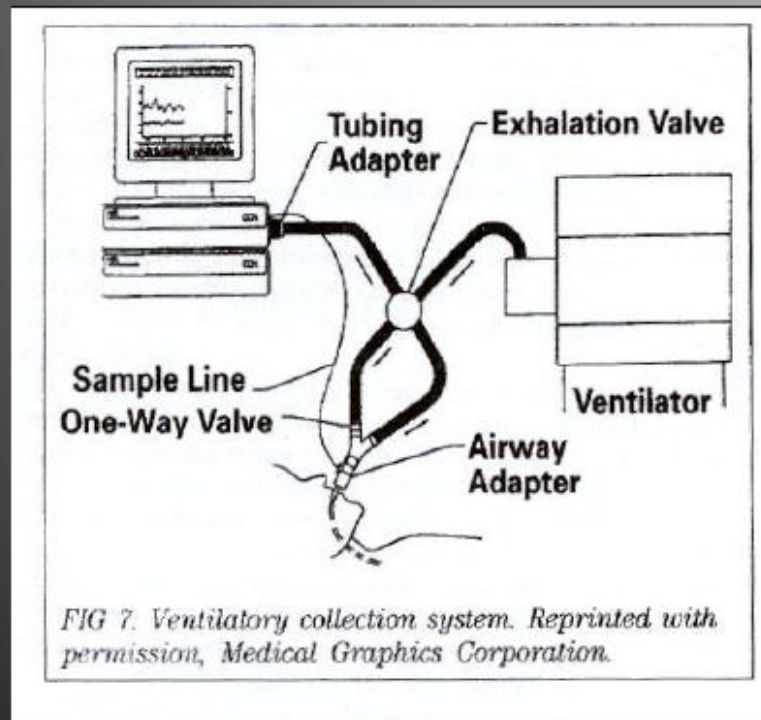
DO_2





Calorimetría indirecta

Ventilación mecánica







EQUILIBRIO ACIDO-BASE

- ¿Qué es el pH?
 - Logaritmo negativo de la concentración de hidrogeniones
 - La $[H^+]$ define la acidez o alcalinidad de una solución

Por lo tanto:

- El pH es una escala que define la acidez o alcalinidad de una solución.

$$pH = -\log[H^+]$$

Vital

Kassirer and Bleich Equation

(Handerson Equation)

$$H^+ = 24 \times \frac{pCO_2}{HCO_3^-}$$

With this formula, any 2 values (usually H^+ and P_{CO_2}) can be used to calculate the other (usually HCO_3^-).

Relación entre pulmón y riñón

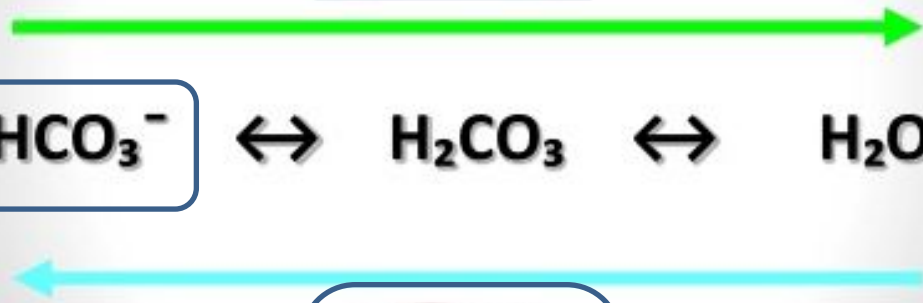
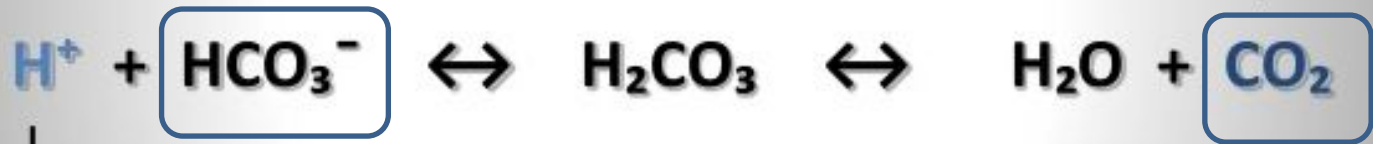
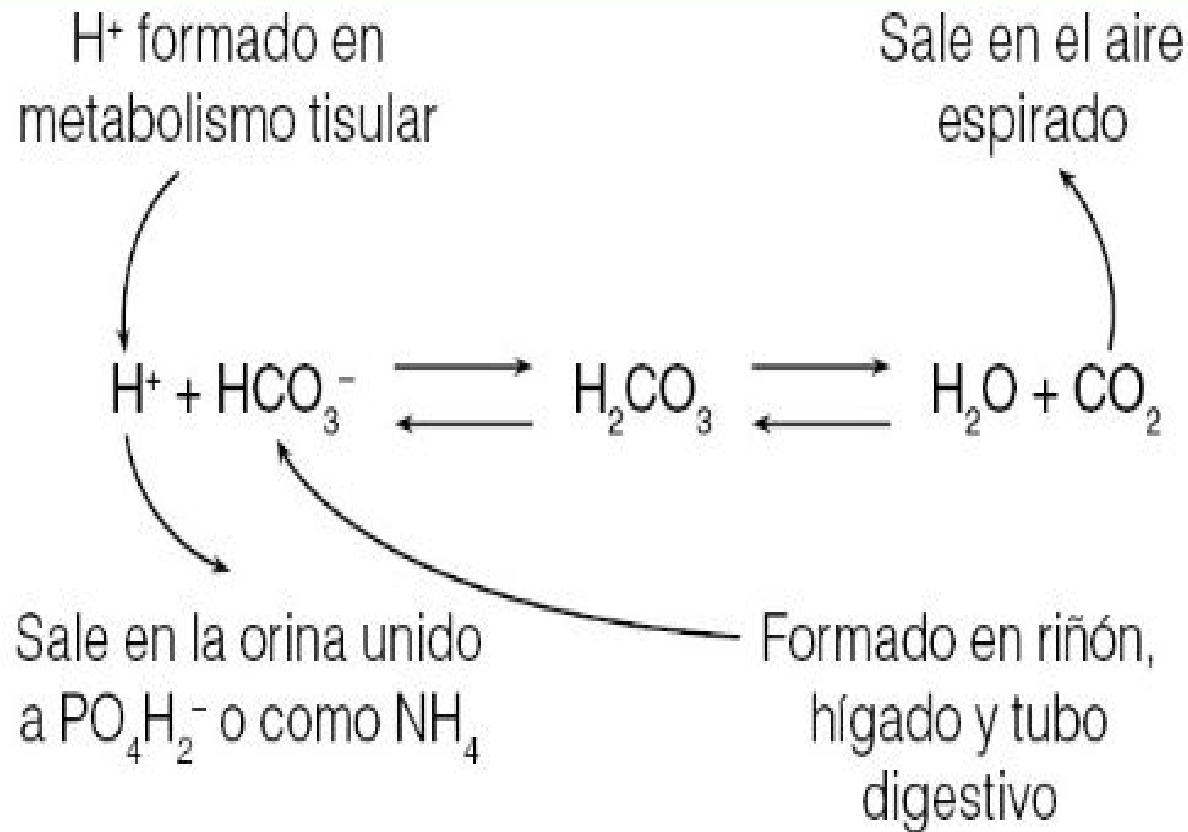


Figura 2.

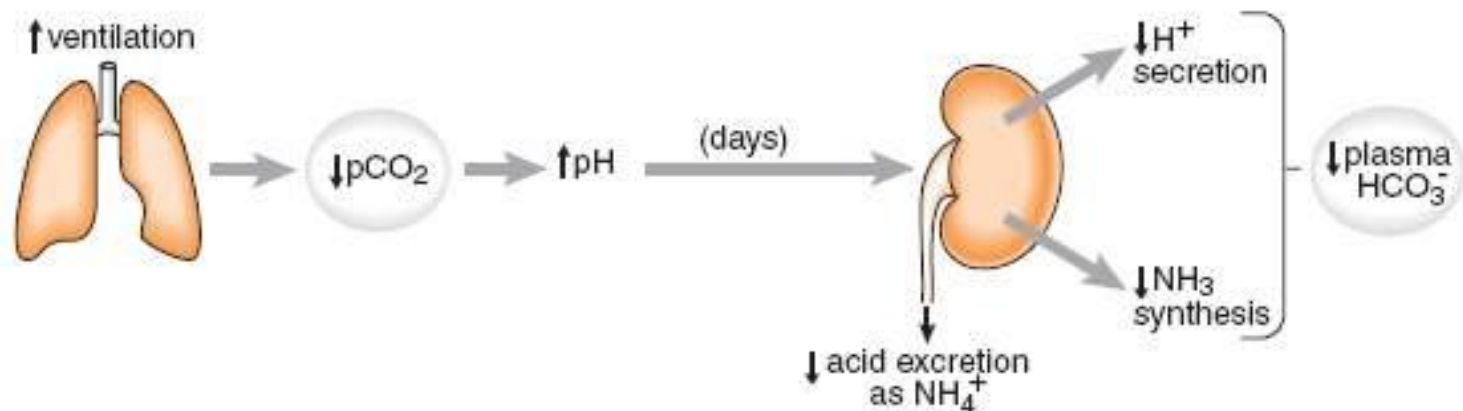


Tampón bicarbonato extracelular

Table 22.3 Normal Acid-Base values

	Mean	1 SD	2 SD
PaCO ₂ (mmHg)	40	38–42	35–45
pH	7.4	7.38–7.42	7.35–7.45
HCO ₃ (meq/L)	24	23–25	22–26

Renal compensation for chronic respiratory alkalosis



Respiratoria

Metabólica

Acidosis

pH ↓

$$\frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{PCO}_2}$$



$$\frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{PCO}_2}$$



Alcalosis

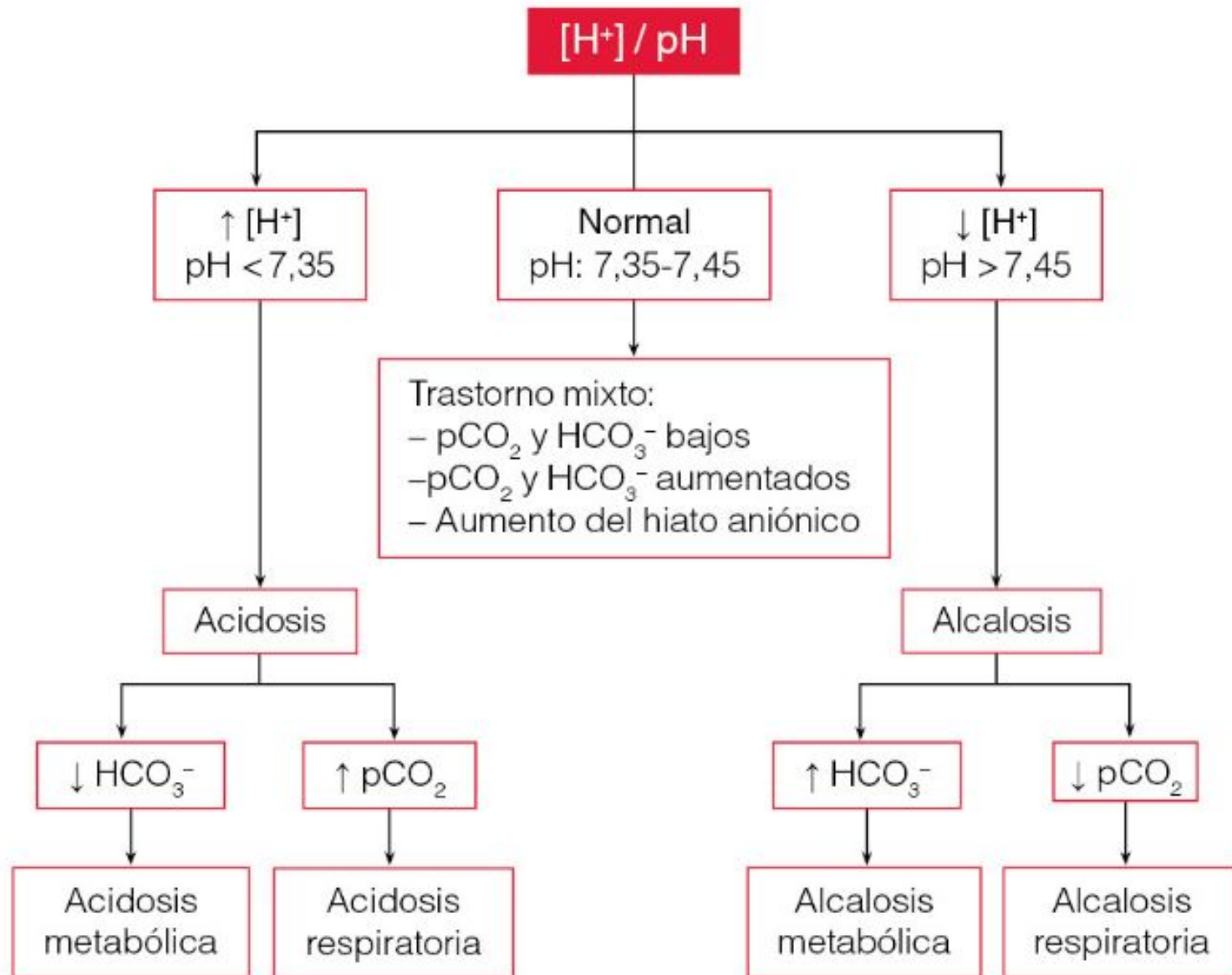
pH ↑

$$\frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{PCO}_2}$$



$$\frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{PCO}_2}$$





ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO ACIDO-BASE

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Trastorno	Alteración primaria	pH	Respuesta compensatoria
Acidosis metabólica	HCO_3^- Disminuye	Disminuye	pCO_2 Disminuye
Alcalosis metabólica	HCO_3^- Aumenta	Aumenta	pCO_2 Aumenta
Acidosis respiratoria	CO_2 Aumenta	Disminuye	HCO_3^- Aumenta
Alcalosis respiratoria	CO_2 Disminuye	Aumenta	HCO_3^- Disminuye

A Step Wise Approach to Acid-Base Disorders

Step 1. Do a comprehensive history and physical exam

Step 2. Order simultaneous arterial blood gas measurement and chemistry profile

Step 3. Check the consistency and validity of the results.

Step 4. Identify the primary disturbance

Step 5. Calculate the expected compensation

Step 6. Calculate the “gaps”
(6a) Calculate the Anion Gap
(6b) Osmolar Gap

Step 7. Analizar la causa

A Step Wise Approach to Acid-Base Disorders

Step 1. Do a comprehensive history and physical exam

Table 22.2 Common clinical states and associated acid-base disorders

Clinical state	Acid-base disorder
Pulmonary embolus	Respiratory alkalosis
Hypotension/shock	Metabolic acidosis
Severe sepsis	Metabolic acidosis, respiratory alkalosis
Vomiting	Metabolic alkalosis
Severe diarrhea	Metabolic acidosis
Renal failure	Metabolic acidosis
Cirrhosis	Respiratory alkalosis
Pregnancy	Respiratory alkalosis
Diuretic use	Metabolic alkalosis
COPD	Respiratory acidosis
Diabetic keto-acidosis	Metabolic acidosis
Ethylene glycol poisoning	Metabolic acidosis
Post Normal Saline resuscitation	Metabolic acidosis (non-anion gap)

Step 1. Do a comprehensive history and physical exam

Sexo Masculino
35 años de edad
4 días de fiebre, tos
Y disnea.
Al examen físico hay
FC 100 x' FR 20x'
T 38°C TA 100/60
Aleteo nasal
Tirajes intercostales
Estertores en Bl.
Recibe O2 a 5 lts x'

$FIO_2 = 20 + (4 \times \text{litros})$

pH 7.46 PaO₂ 60 mm Hg
PaCO₂ 30 mm Hg SatO₂ 94%
HCO₃⁻ 18 meq/lit FIO₂ 40%

DA-a = 168

R a/A = 0.26

Kirby = 150

Taquicardia + Taquipnea + Fiebre = SIRS
SIRS + Neumonía = Sepsis

Step 2. Order simultaneous arterial blood gas measurement and chemistry profile



EQUILIBRIO ACIDO-BASE

- ¿Cuales son los sistemas amortiguadores en el organismo?
 - Bicarbonato-Bióxido de carbono
 - Hemoglobina
 - Proteínas plasmáticas e intracelulares
 - Fosfato disódico-fosfato monosódico

- El sistema $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$ provee el 75% de la capacidad amortiguadora total del organismo

Step 2. Order simultaneous arterial blood gas measurement and chemistry profile

Taquicardia + Taquipnea + Fiebre = SIRS
SIRS + Neumonía = Sepsis

Hb 14gr/dl
Leucocitos 16,000 x mm³ PMN 85%
Glucosa 355 mg/dl
Na+ 155 Meq/lt
K 5.0 Meq/dl
Cl 110 Meq/lt
Cr 3.2 mg/dl
N.U 45 mg/dl
Albúmina 2.3 gr/dl

Sexo Masculino
35 años de edad
4 días de fiebre, tos
Y disnea.

Al examen físico hay
FC 100 x' FR 20x'
T 38°C TA 100/60
Aleteo nasal
Tirajes intercostales
Estertores en Bl.
Recibe O2 a 5 lts x'

FIO2= 20 + (4 x litros)

pH 7.46 PaO2 60 mm Hg
PaCO2 30 mm Hg SatO2 94%
HCO3- 18 meq/lt FIO2 40%

DA-a = 168

R a/A = 0.26

Kirby = 150

A Step Wise Approach to Acid-Base Disorders

Step 3. Check the consistency and validity of the results.



Step 3. Check the consistency and validity of the results.

Taquicardia + Taquipnea + Fiebre = SIRS

SIRS + Neumonía = Sepsis

Hb 14 gr/dl
Leucocitos 16,000 x mm³ PMN 85%
Glucosa 355 mg/dl
Na+ 155 Meq/lt
K 5.0 Meq/dl
Cl 110 Meq/lt
Cr 3.2 mg/dl
N.U 45 mg/dl
Albúmina 2.3 gr/dl

El Na+ disminuye 1.6 Meq/lt por cada 100mg/dl que se incrementa la glucosa sobre 100mg/dl.

Na+ corregido= $155 + (1.6 * 2.55) = 159$ Meq/lt

Sexo Masculino
35 años de edad
4 días de fiebre, tos
Y disnea.

Al examen físico hay
FC 100 x' FR 20x'
T 38°C TA 100/60
Aleteo nasal
Tirajes intercostales
Estertores en Bl.
Recibe O2 a 5 lts x'

FIO2= 20 + (4 x litros)

pH 7.46 PaO2 60 mm Hg
PaCO2 30 mm Hg SatO2 94%
HCO3- 18 meq/lt FIO2 40%

DA-a = 168

R a/A = 0.26

Kirby = 150

A Step Wise Approach to Acid-Base Disorders

Step 4. Identify the primary disturbance

Table 22.4 Acid Base disorders

Acid-base disorder	Criteria
Respiratory acidosis	>45 mmHg
Respiratory alkalosis	$\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg
Acute respiratory failure	$\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg; $\text{pH} < 7.35$
Chronic respiratory failure	$\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg; $\text{pH} 7.36\text{--}7.44$
Acute respiratory alkalosis	$\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg; $\text{pH} > 7.45$
Chronic respiratory alkalosis	$\text{PaCO}_2 < 35$ mmHg; $\text{pH} 7.36\text{--}7.44$
Acidemia	$\text{pH} < 7.35$
Alkalemia	$\text{pH} > 7.45$
Acidosis	$\text{HCO}_3 < 22$ meq/L
Alkalosis	$\text{HCO}_3 > 26$ meq/L

A Step Wise Approach to Acid-Base Disorders

Step 5. Calculate the expected compensation




TIPO	ACIDOSIS RESPIRATORIA	ALCALOSIS RESPIRATORIA	ACIDOSIS METABÓLICA	ALCALOSIS METABÓLICA
pH	↓	↑	↓	↑
pCO ₂	↑	↓	↓	↑
Bicarbonato	↑	↓	↓	↑
Compensación	Los riñones eliminan hidrogeniones y retienen bicarbonato	Los riñones retienen hidrogeniones y eliminan bicarbonato.	Los pulmones hiperventilan para eliminar CO ₂ .	Los pulmones hipoventilan para elevar la pCO ₂ y compensar la alcalosis.

Step 4. Identify the primary disturbance

Taquicardia + Taquipnea + Fiebre = SIRS

SIRS + Neumonía = Sepsis

Hb 14 gr/dl
Leucocitos 16,000 x mm³ PMN 85%
Glucosa 355 mg/dl
Na+ 159 Meq/lt
K 5.0 Meq/dl
Cl 110 Meq/lt
Cr 3.2 mg/dl
N.U 45 mg/dl
Albúmina 2.3 gr/dl

TIPO	ACIDOSIS RESPIRATORIA	ALCALOSIS RESPIRATORIA	ACIDOSIS METABÓLICA	ALCALOSIS METABÓLICA
pH	↓	↑ 	↓	↑
pCO2	↑	↓ 	↓	↑
Bicarbonato	↑	↓ 	↓	↑
Compensación	Los riñones eliminan hidrogeniones y retienen bicarbonato	Los riñones retienen hidrogeniones y eliminan bicarbonato.	Los pulmones hiperventilan para eliminar CO ₂ .	Los pulmones hipoventilan para elevar la pCO ₂ y compensar la alcalosis.

Sexo Masculino
 35 años de edad
 4 días de fiebre, tos
 Y disnea.

Al examen físico hay
 FC 100 x' FR 20x'
 T 38°C TA 100/60
 Aleteo nasal
 Tirajes intercostales
 Estertores en BI.
 Recibe O2 a 5 lts x'

FIO2= 20 + (4 x litros)

pH 7.46 PaO2 60 mm Hg
PaCO2 30 mm Hg SatO2 94%
HCO3- 18 meq/lt FIO2 40%

DA-a = 168

R a/A = 0.26

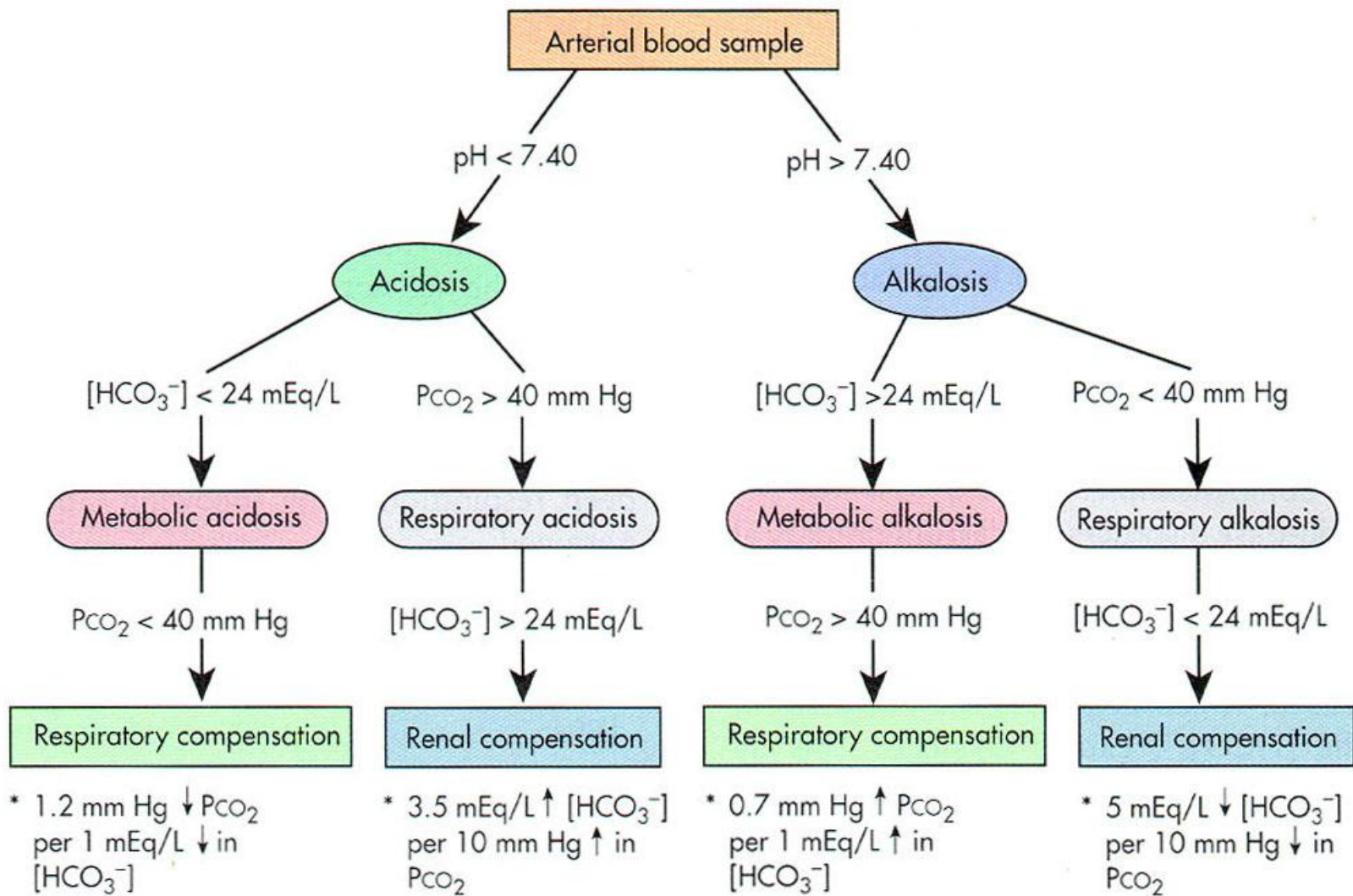
Kirby = 150

A Step Wise Approach to Acid-Base Disorders

Step 5. Calculate the expected compensation

Table 22.5 Compensation formulas for simple acid-base disorders

Acid-base disorder	Compensation formula
Metabolic acidosis	Change in $\text{PaCO}_2 = 1.2 \times \text{change in } \text{HCO}_3^-$
Metabolic alkalosis	Change in $\text{PaCO}_2 = 0.6 \times \text{change in } \text{HCO}_3^-$
Acute respiratory acidosis	Change in $\text{HCO}_3^- = 0.1 \times \text{change in } \text{PaCO}_2$
Chronic respiratory acidosis	Change in $\text{HCO}_3^- = 0.35 \times \text{change in } \text{PaCO}_2$
Acute respiratory alkalosis	Change in $\text{HCO}_3^- = 0.2 \times \text{change in } \text{PaCO}_2$
Chronic respiratory alkalosis	Change in $\text{HCO}_3^- = 0.5 \times \text{change in } \text{PaCO}_2$



Step 4. Identify the primary disturbance

**Alcalosis respiratoria
y
Acidosis metabólica**

Cambio en el HCO₃⁻ = 0.2 (40 – 30)

Cambio en el HCO₃⁻ = 2 Meq/lit

Bicarbonato compensado = 24 – 2 = 22Meq/lit

Table 22.5 Compensation formulas for simple acid-base disorders

Acid-base disorder	Compensation formula
Metabolic acidosis	Change in PaCO ₂ = 1.2 × change in HCO ₃ ⁻
Metabolic alkalosis	Change in PaCO ₂ = 0.6 × change in HCO ₃ ⁻
Acute respiratory acidosis	Change in HCO ₃ ⁻ = 0.1 × change in PaCO ₂
Chronic respiratory acidosis	Change in HCO ₃ ⁻ = 0.35 × change in PaCO ₂
Acute respiratory alkalosis	Change in HCO ₃ ⁻ = 0.2 × change in PaCO ₂
Chronic respiratory alkalosis	Change in HCO ₃ ⁻ = 0.5 × change in PaCO ₂

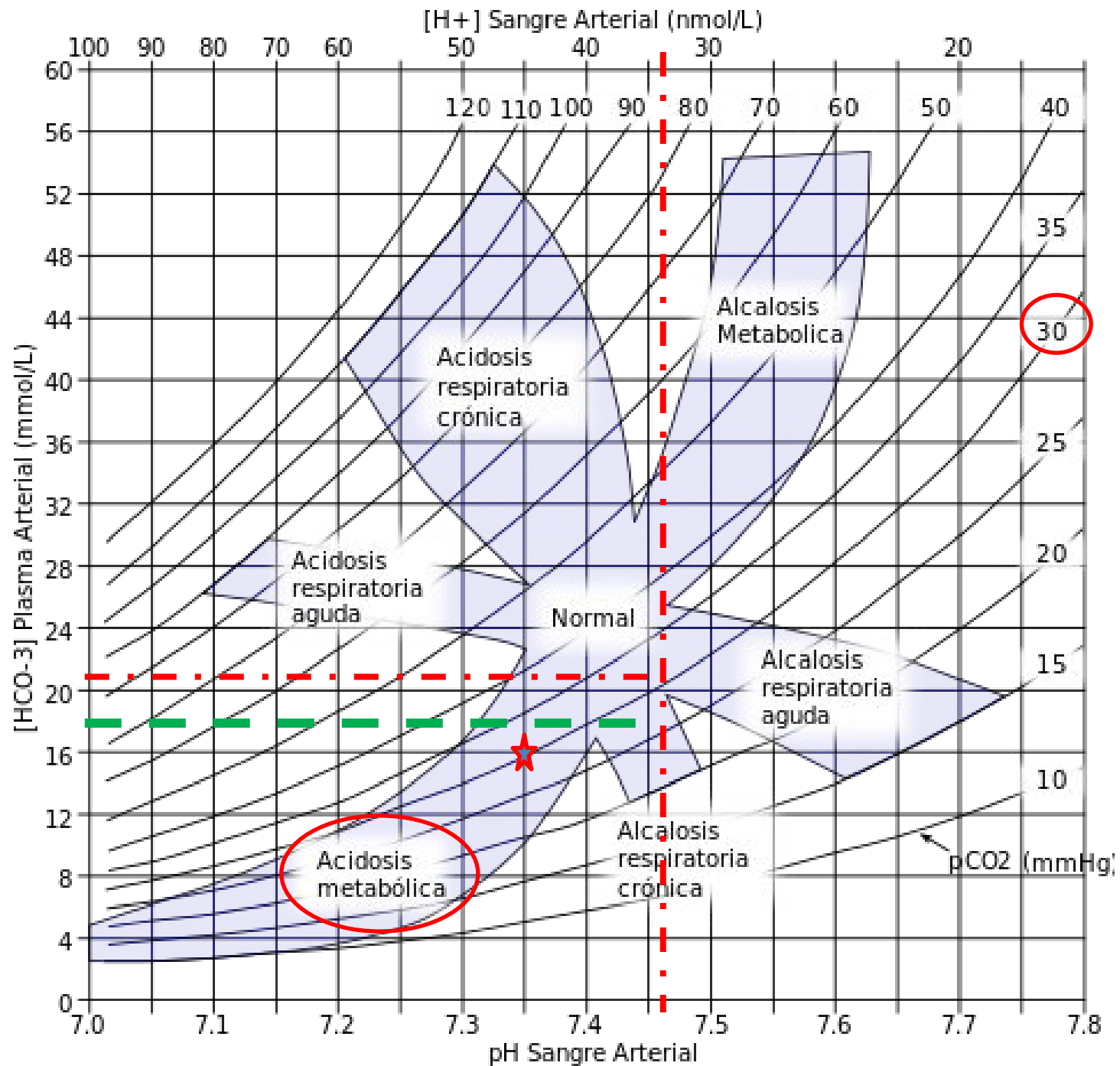
Sexo Masculino
35 años de edad
4 días de fiebre, tos
Y disnea.

Al examen físico hay
FC 100 x' FR 20x'
T 38°C TA 100/60
Aleteo nasal
Tirajes intercostales
Estertores en Bl.
Recibe O₂ a 5 lts x'

FIO₂ = 20 + (4 x litros)

**pH 7.46 PaO₂ 60 mm Hg
PaCO₂ 30 mm Hg SatO₂ 94%
HCO₃⁻ 18 meq/lit FIO₂ 40%**

pH 7.46
PaO2 60 mm Hg
PaCO2 30 mm Hg
SatO2 94%
HCO3- 18 meq/l
FIO2 40%



A Step Wise Approach to Acid-Base Disorders

Step 6. Calculate the “gaps”
(6a) Calculate the Anion Gap

$$\text{Anion Gap} = [\text{Na}] - ([\text{Cl}] + [\text{HCO}_3^-]): \text{Normal } 10 \pm 2 \text{ meq / L}$$

Albumin gap = 40 – Apparent albumin (normal albumin = 40 g l).
AGcorr = AG + (Albumin gap/4).

Step 4. Identify the primary disturbance

Taquicardia + Taquipnea + Fiebre = SIRS

SIRS + Neumonía = Sepsis

Hb 14 gr/dl
Leucocitos 16,000 x mm³ PMN 85%
Glucosa 355 mg/dl
Na+ 159 Meq/lt
K 5.0 Meq/dl
Cl 110 Meq/lt
Cr 3.2 mg/dl
N.U 45 mg/dl
Albúmina 23 gr/lt

$$\text{Anion Gap} = [\text{Na}] - ([\text{Cl}] + [\text{HCO}_3^-]): \text{Normal } 10 \pm 2 \text{ meq/L}$$

$$\text{AG} = (159 - (110 + 18)) = 31$$

Albumin gap = 40 - Apparent albumin (normal albumin = 40 g/l).
AGcorr = AG + (Albumin gap/4).

$$\text{Albumina gap} = 40 - 23 = 17 \text{ gr/lt}$$

$$\text{Anión Gap corregido} = 31 + (17/4) = 35.3$$

Sexo Masculino

35 años de edad

4 días de fiebre, tos
Y disnea.

Al examen físico hay

FC 100 x' FR 20x'

T 38°C TA 100/60

Aleteo nasal

Tirajes intercostales

Estertores en Bl.

Recibe O2 a 5 lts x'

$$\text{FIO}_2 = 20 + (4 \times \text{litros})$$

pH 7.46 PaO2 60 mm Hg

PaCO2 30 mm Hg SatO2 94%

HCO3- 18 meq/lt FIO2 40%

**Alcalosis respiratoria
y**

Acidosis metabólica

A Step Wise Approach to Acid-Base Disorders

Step 6. Calculate the “gaps”

(6b) Osmolar Gap

Estimated serum osmolality = $2 \times [\text{Na}] + [\text{Glucose}]/18 + [\text{BUN}]/2.8$.

Normal ≈ 290 mOsm/kg H₂O

Osmolal gap = Osm(measured) – Osm(calculated).

Normal <10

Table 22.6 Causes of an increased Osmolar gap

- | |
|--|
| • Causes an anion gap and acidosis |
| – Ethylene glycol |
| – Methanol |
| – Acetone |
| • Does not cause an anion gap nor acidosis |
| – Alcohol (ethanol) |
| – Isopropyl alcohol |
| – Mannitol |
| – Sorbitol |
| – Paraldehyde |

Step 6. Calculate the “gaps”

(6b) Osmolar Gap

Taquicardia + Taquipnea + Fiebre = SIRS

SIRS + Neumonía = Sepsis

Hb 14 gr/dl
Leucocitos 16,000 x mm³ PMN 85%
Glucosa 355 mg/dl
Na+ 159 Meq/lt
K 5.0 Meq/dl
Cl 110 Meq/lt
Cr 3.2 mg/dl
N.U 45 mg/dl
Albúmina 23 gr/lt

Estimated serum osmolality = $2 \times [\text{Na}] + [\text{Glucose}]/18 + [\text{BUN}]/2.8$.

Normal ≈ 290 mOsm/kg H₂O

Osmolal gap = Osm(measured) – Osm(calculated).

Normal <10

Osmolaridad calculada = $2 \times 159 + 355/18 + 45/2.8$

Osmolaridad calculada = 353.7 mOsm/kg H₂O

Osmolal Gap = $361 - 354 = 7$ mOsm/kg H₂O

Sexo Masculino

35 años de edad

4 días de fiebre, tos

Y disnea.

Al examen físico hay

FC 100 x' FR 20x'

T 38°C TA 100/60

Aleteo nasal

Tirajes intercostales

Estertores en Bl.

Recibe O₂ a 5 lts x'

FIO₂ = $20 + (4 \times \text{litros})$

pH 7.46 PaO₂ 60 mm Hg

PaCO₂ 30 mm Hg SatO₂ 94%

HCO₃⁻ 18 meq/lt FIO₂ 40%

Alcalosis respiratoria

y

Acidosis metabólica

AG 35.3

Osmolar GAP 7

Equilibrio ácido-base
Causas de alcalosis metabólica

Cloro sensible

(Cl⁻ en orina < 20 mEq/L)

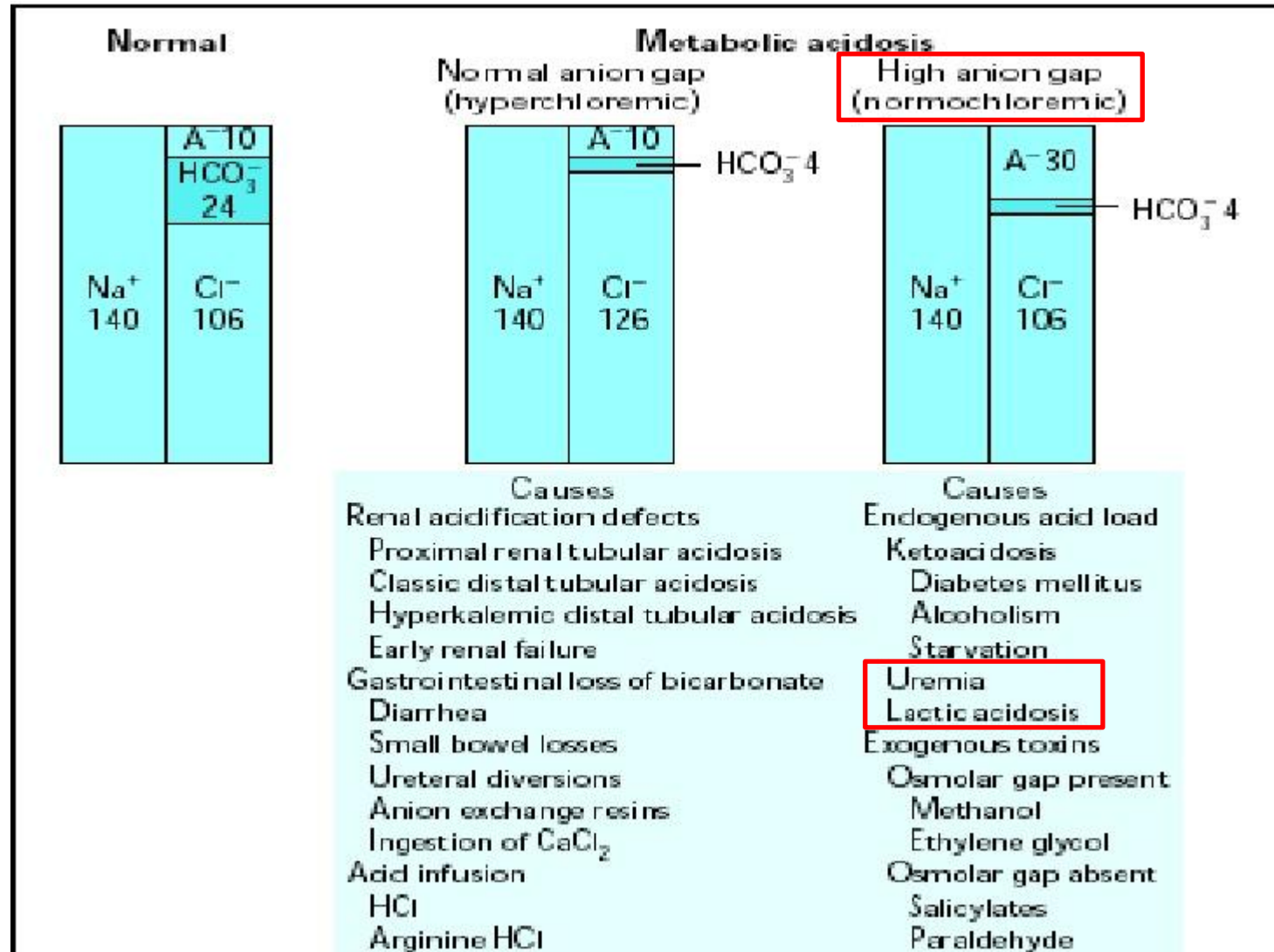
- Vómitos
- Succión nasogástrica
- Clororrea congénita
- Adenoma vellosa
- Diuréticos

Cloro resistente

(Cl⁻ en orina > 20 mEq/L)

- Hiperaldosteronismo
 - Síndrome de Cushing
 - Administración de corticoides
 - Síndrome de Bartter
 - Severa depleción de potasio
-

Step 7. Analizar la causa



Causas de acidosis respiratoria

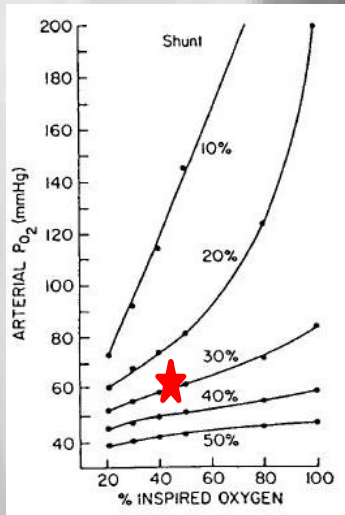
Acidosis respiratoria	
Depresión del centro respiratorio	<ul style="list-style-type: none">– Sobredosis de sedantes, anestesia, paro cardíaco– Infarto, traumatismo o tumor cerebral– Hipoventilación alveolar primaria– Poliomiелitis bulbar– SAHOS, Sd hipoventilación-obesidad– Mixedema hpotiroideo
Enfermedades del aparato respiratorio	<ul style="list-style-type: none">– Obstrucción aguda de la vía aérea– EPOC, asma– Neumonitis o edema pulmonar grave– Neumotórax, hemotórax, traumatismo torácico– Cifoescoliosis acusada, espondilitis anquilosante
Enfermedades neuromusculares	<ul style="list-style-type: none">– Sd Guillain-Barré– Hipopotasemia grave– Lesión del nervio frénico– Crisis miasténica– Poliomiелitis, esclerosis múltiple, esclerosis lateral amiotrófica– Fármacos: curare, succinilcolina

Afecciones pulmonares

- Infecciosas: neumonías
 - Asma
 - Otras: embolias pulmonares, enfermedad pulmonar intersticial incipiente

Afecciones centrales

- Dependen de la psiquis: ansiedad
- En enfermedades metabólicas
- Infecciones de SNC
- Hipoxemia
- Accidentes vasculares cerebrales
- Sepsis por gérmenes gramnegativos
- Intoxicación por salicilatos
- Embarazo



DA-a = 168
R a/A = 0.26
Kirby = 150
Hb 14gr/dl
GC= 2.5lts x'
CaO2= 17.8 ml/dl
DO2= 445 ml x'
EO2R= 41%
CVO2= 10.1 ml/dl
SatvO2= 55%
Lactato=2.5 mg/dl
AG corregido= 35.3 Meq/lit
Osmolaridad calculada= 353.7
mOsm/kg H2O.
Osmolar GAP= 35

Sexo Masculino
 35 años de edad
 4 días de fiebre, tos
 Y disnea.

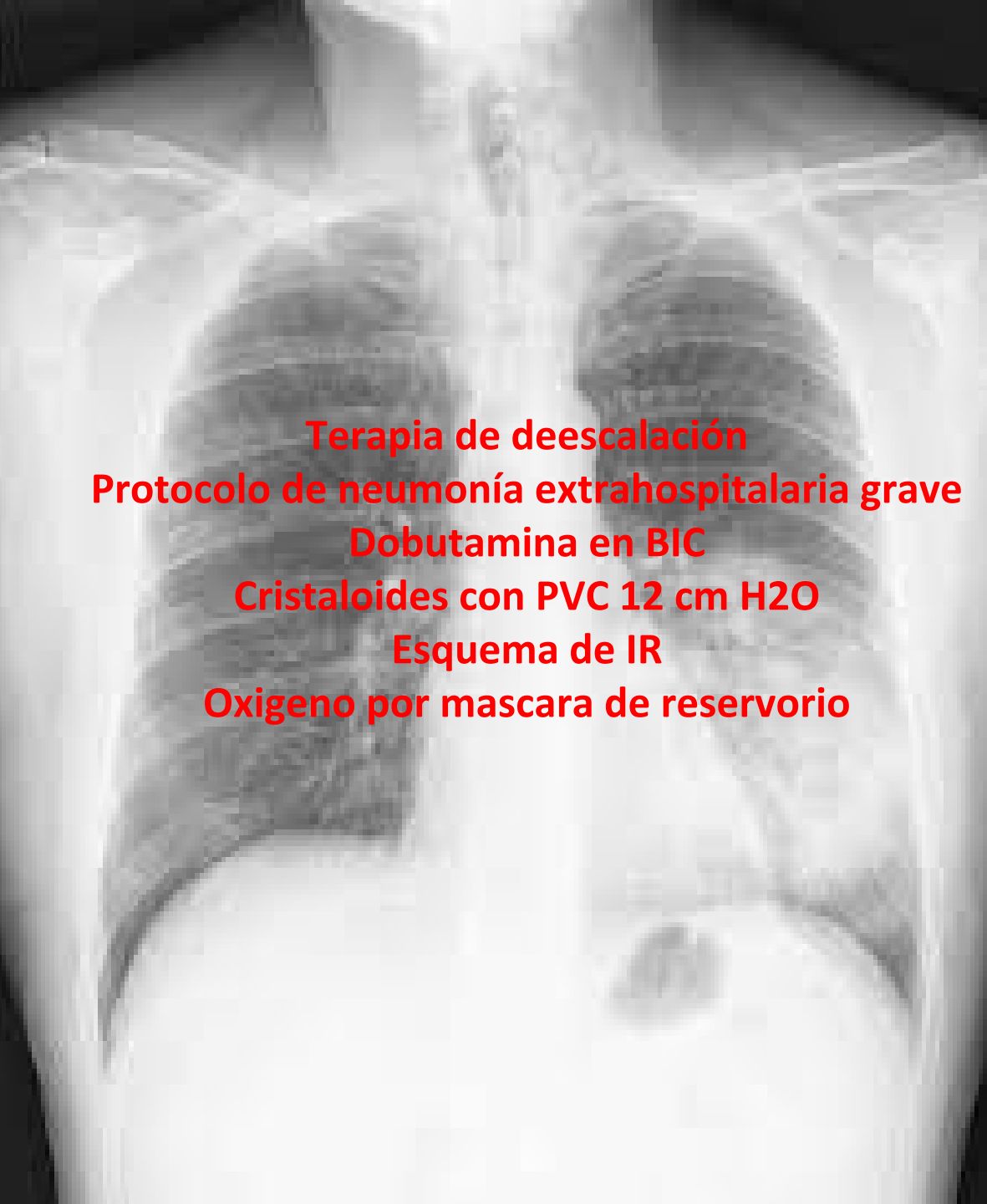
Al examen físico hay
 FC 100 x' FR 20x'
 T 38°C TA 100/60
 Aleteo nasal
 Tirajes intercostales
 Estertores en Bl.
 Recibe O2 a 5 lts x'

FIO2= 20 + (4 x litros)

pH 7.46 PaO2 60 mm Hg
 PaCO2 30 mm Hg SatO2 94%
 HCO3- 18 meq/lit FIO2 40%

pH 7.35 PaO2 30 mm Hg
 PaCO2 40 mm Hg SatvO2 67 %
 HCO3- 18 meq/lit FIO2 40%

Alcalosis respiratoria con acidosis metabólica



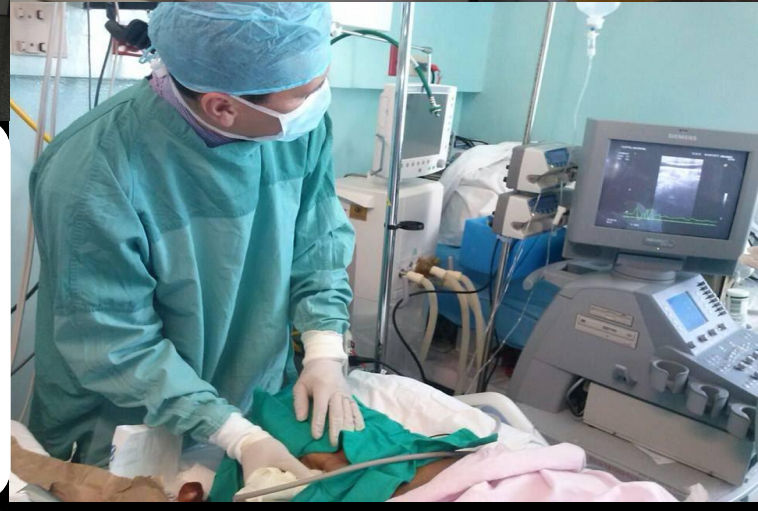
Terapia de deescalación
Protocolo de neumonía extrahospitalaria grave
Dobutamina en BIC
Cristaloides con PVC 12 cm H2O
Esquema de IR
Oxigeno por mascara de reservorio

Sepsis severa
Miocardio depresión
Acidemia metabólica
Fallo renal agudo
Acidosis láctica
Osmolaridad elevada
Probable CAD.
Hipoperfusión tisular

Shunt pulmonar del 30%
adonde probablemente
mejorarán poco los índices
de oxigenación con la
Oxigenoterapia.



U
C
I





Oxigenación y desequilibrios ácido-base



Dr. Víctor Segura Lemus

1- El cálculo de la DA-aO₂ permite diferenciar hipoxemias ocasionadas por lesiones a nivel pulmonar y de origen central :

Falso _____ Verdadero _____

2-En un paciente con hipoxemia la oxigenación tisular puede encontrarse normal Dependiendo del la DO₂:

Falso _____ Verdadero _____

3-La Saturación venosa de oxígeno representa el resultado de la interacción de la DO₂ y el VO₂:

Falso _____ Verdadero _____

4- pH 7.46 PaO₂ 60 mm Hg PaCO₂ 30 mm Hg SatO₂ 94% HCO₃⁻ 18 meq/lit FIO₂ 40%
En este caso existe únicamente alcalosis respiratoria:

Falso _____ Verdadero _____

5- Glucosa 355 mg/dl Na⁺ 155 Meq/lit K⁺ 5.0 Meq/dl Cl⁻ 110 Meq/lit
Cr 3.2 mg/dl N.U 45 mg/dl Albúmina 2.3 gr/dl

El anión GAP es menor de 10 Meq/lit :

Falso _____ Verdadero _____

6-El valor de la osmolaridad calculada se encuentra en el rango de normalidad

Falso _____ Verdadero _____

1- El cálculo de la DA-aO₂ permite diferenciar hipoxemias ocasionadas por lesiones a nivel pulmonar y de origen central :

VERDADERO

2-En un paciente con hipoxemia la oxigenación tisular puede encontrarse normal Dependiendo del la DO₂:

Verdadero

3-La Saturación venosa de oxígeno representa el resultado de la interacción de la DO₂ y el VO₂:

Verdadero

4- pH 7.46 PaO₂ 60 mm Hg PaCO₂ 30 mm Hg SatO₂ 94% HCO₃⁻ 18 meq/lt FIO₂ 40%
En este caso existe únicamente alcalosis respiratoria:

Falso

5- Glucosa 355 mg/dl Na⁺ 155 Meq/lt K⁺ 5.0 Meq/dl Cl⁻ 110 Meq/lt
Cr 3.2 mg/dl N.U 45 mg/dl Albúmina 2.3 gr/dl

El anión GAP es menor de 10 Meq/lt :

Falso

6-El valor de la osmolaridad calculada se encuentra en el rango de normalidad

Falso