

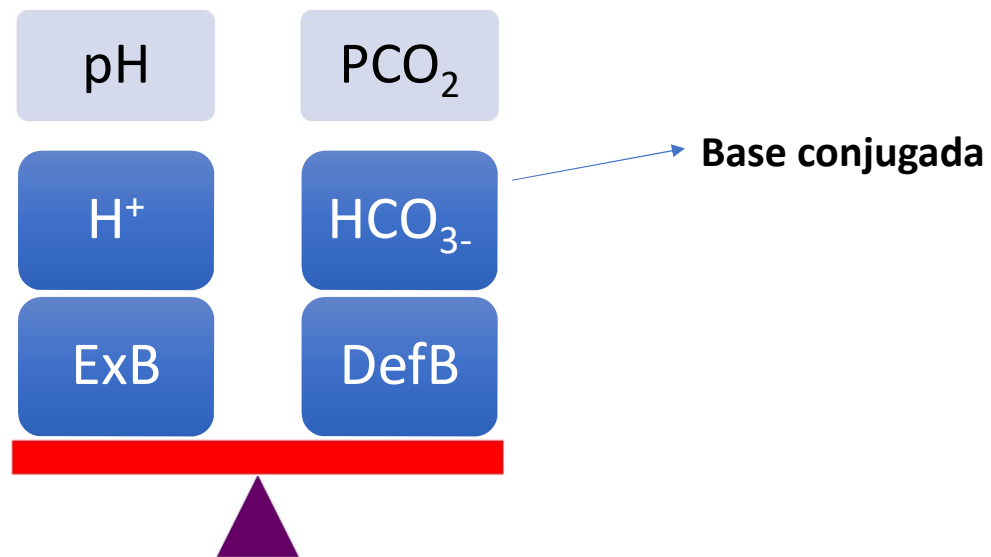
Gases arteriales y Equilibrio Acido-base

Principios básicos y análisis sistemático



Ecuación de Henderson Hasselbalch

Equilibrio Ácido-base



$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{H}_2\text{CO}_3}$$



pH es el log neg de la $[H^+]$ Hasselbalch

$$1\text{nmol/L} = 0.000000001 \text{ mol/L (mol} \times 10^{-9}\text{)}$$

$$40\text{nmol/L} = 0.000000040\text{mol/L (40} \times 10^{-9}\text{)}$$

$$\text{pH} = \log 1/0.000000040 > \text{pH} = \log 25.000.000$$

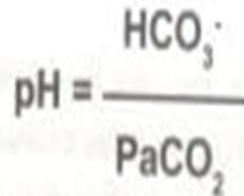
$$\text{pH} = 7.40 \pm 0.02$$

$[H^+] = 40 \pm 2$ nmol/L concentración de iones hidrogeno libres en el plasma.

Evaluación de la de la homeostasis pH

- El **principio isohídrico** describe como se establece el equilibrio químico entre ácido/base débiles en solución tampon.
- Establece como un ion en común: el ion hidrógeno, su base, determinan el pH de la solución.

$$\text{pH} = \text{pK} + \text{Log}_{10} (\text{Bicarbonato}[\text{HCO}_3] \div [0.03 \times \text{presión arterial de dióxido de carbono (PaCO}_2)])$$



➤ **Acido:** Sustancia donadora de H^+

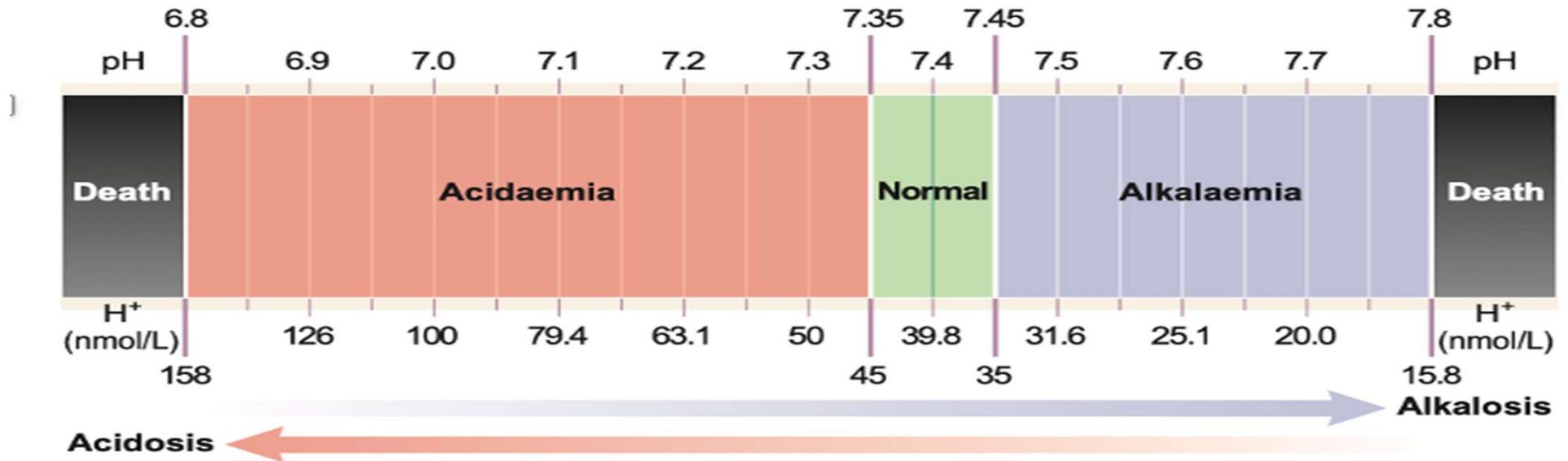
➤ **Base :** Sustancia receptora de H^+

➤ **Acido débil:** No se ionizan completamente en el agua.



. pK % ionización . constante de disociación para cada solución

El pH determina el equilibrio entre la producción y excreción de ácidos y bases



Métodos para la evaluación del estatus Acido-base

- El enfoque fisiológico:
 - Utilizando el sistema del ácido carbónico $\rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$
 - El HCO_3^- (medición centrada en las bases)
 - El modelo físico-químico de Stewart (medición de iones)
-

El balance de las cargas un principio básico en la fisiología de Equilibrio Acido-base

Suma de Cargas positivas
(CATIONES)



Suma de cargas negativas
(ANIONES)

CATIONES MEDIDOS	ANIONES MEDIDOS	OTROS CATIONES	OTROS ANIONES
Sodio (Na^+)	Cloro Cl^-	Calcio (Ca^{++})	Aniones (A^-) de ácidos débiles disociadas de proteínas plasmáticas Albumina, fosfatos, sulfatos
Potasio (K^+)	HCO_3^- (amortiguador principal del pH)	Magnesio (Mg^{+2})	Ácidos endógenos y exógenos : Lactato Cetoácidos Sulfatos Toxinas

Objetivo de los GASES ARTERIALES

- El análisis de gases en sangre arterial (GA) se refiere a la medición del pH y las presiones parciales de oxígeno (PaO_2) y dióxido de carbono (PaCO_2) en la sangre arterial.

- Evaluación LOS GASES ARTERIALES

(OXIGENACIÓN) La transferencia de Oxígeno (O_2) de la atmósfera hacia la circulación.

(VENTILACIÓN) y la eliminación de (CO_2) del torrente sanguíneo hacia la atmósfera.

Equilibrio ácido-básico pH

GASOMETRÍA ARTERIAL

Parametro	Valor normal	
pH	7.40 +/- 0.05	Ud
PaCO ₂	40+/- 5	mmHg
PaO ₂	80 a 100	mmHg
HCO ₃	24+/- 2	mEq/L.
+/- Base	-3 a +2	mEq/L
SatO ₂	95-100	%

Los valores de pH en sangre venosa y mixta 0.02 -0.04 menor a la arterial

pH	Indicador de Homeostasis: normalidad , alcalinidad o acidez de la sangre , y de $[H]^+$
PCO₂	Indica la VENTILACION y regulación por el pulmón PCO₂ en sangre.
PO₂	Indica la OXIGENACION a través del nivel de PaO₂. Oxígeno libre no unido a la Hb.
SO₂ HCO₃	Indica el nivel de Hemoglobina saturada al O₂. Funcionamiento del riñón para en la conservación de la bases .

PREANALÍTICA

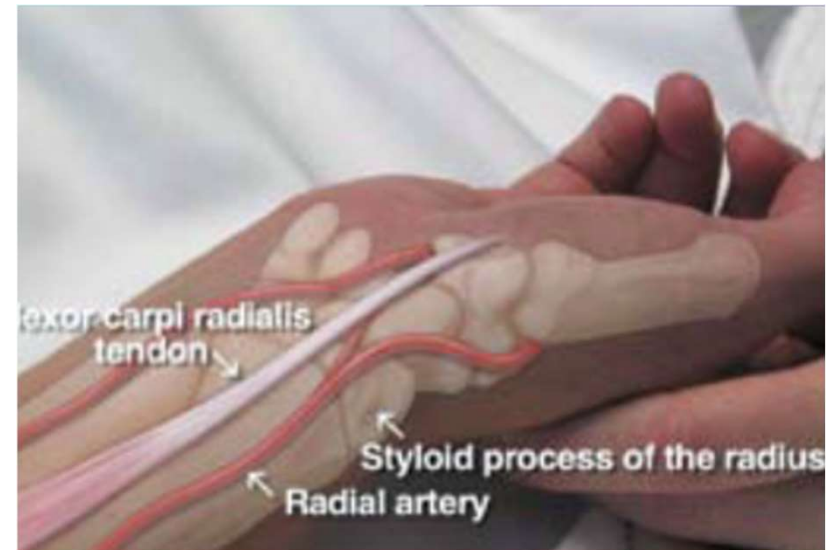
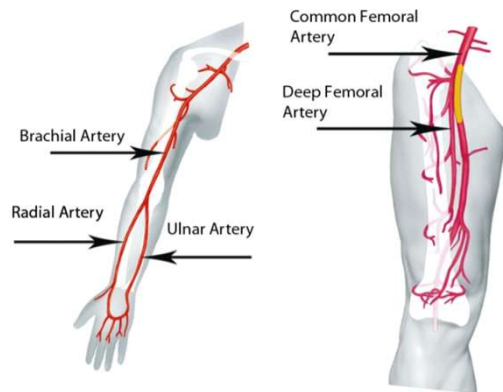
Incluye errores en la técnica de extracción como:

- Tomar muestra no arterial o mezclada con sangre venosa
- Hemólisis
- Burbujas de aire
- Muestras coaguladas
- Uso de anticoagulantes incorrectos o contaminados.

Errores en la identificación de la muestra

Demora en el análisis

Temp 0 – 4 °C. y almacenamiento > 10 min



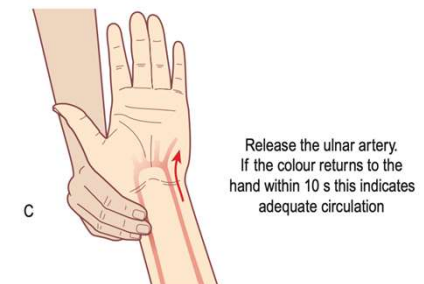
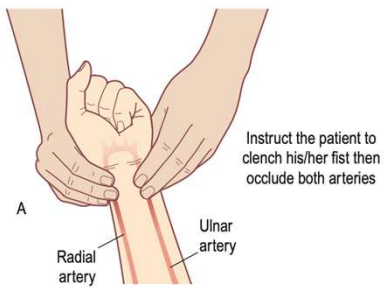
ANALÍTICA

Problemas en el instrumento de medida como :

- Calibración incorrecta
- Mantenimiento inadecuado de los electrodos



TEST DE ALLEN MODIFICADO



El pH determina el equilibrio

✓ $\text{Entrada (H}^+) - (\text{HCO}_3^-) = \text{Excrecion (H}^+) - (\text{HCO}_3^-)$
60 mEq/dia

✓ $\text{Produccion de CO}_2 = \text{Excrecion de CO}_2$
15.000- 20000 mEq/dia

Mecanismos de amortiguación en el logro de pH 7.35- 7.45

Buffer plasmaticos. (Extracelulares ,intracelulares)

Extracelular : 40%, $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$

Intracelular : 60%, AA , $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$, PO_4

Control Respiratorio con eliminacion de CO_2

PCO_2 alveolar , ventilación minuto (1 – 3 min)

Excrecion renal de acidos fijos y mantener el HCO_3^- plasmatico en rango.



Mecanismos de compensación

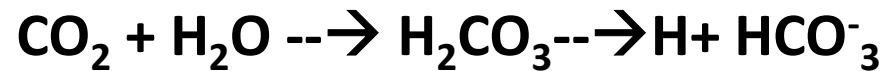
(1) Sistema Tampón (Buffer) Plasmático

Sistema bicarbonato

Dioxido de Carbono

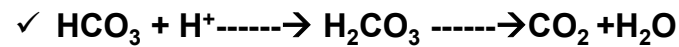


- El sistema buffer : Acido carbonico que es fundamental para el control del pH.



- $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2 = \text{pH } 7.40 - 7 = 20:1$
 - Por cada molecula de CO_2 en sangre se producen 20 moleculas de HCO_3^-

Producción de ácidos



Ácidos volátiles:

- Productos del metabolismo celular la glucosa y ácidos grasos.

Producción diaria: 15000-20000 mmol H⁺/día.

- Manejado por los pulmones.

Ácidos fijos:

- Carga acida.
- Producto del metabolismo de los Proteínas > aminoácidos.

Producción diaria : 50-100mmol/día.

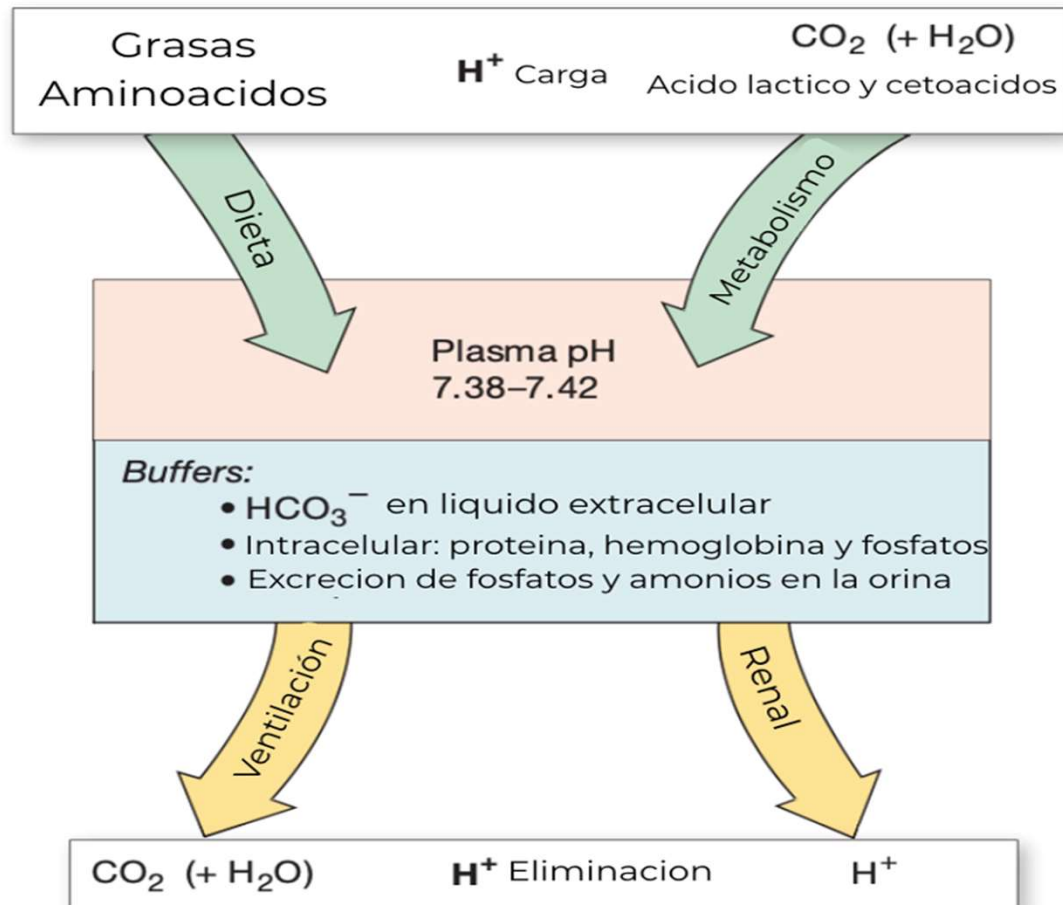
- Manejado por los riñones

Ácidos orgánicos:

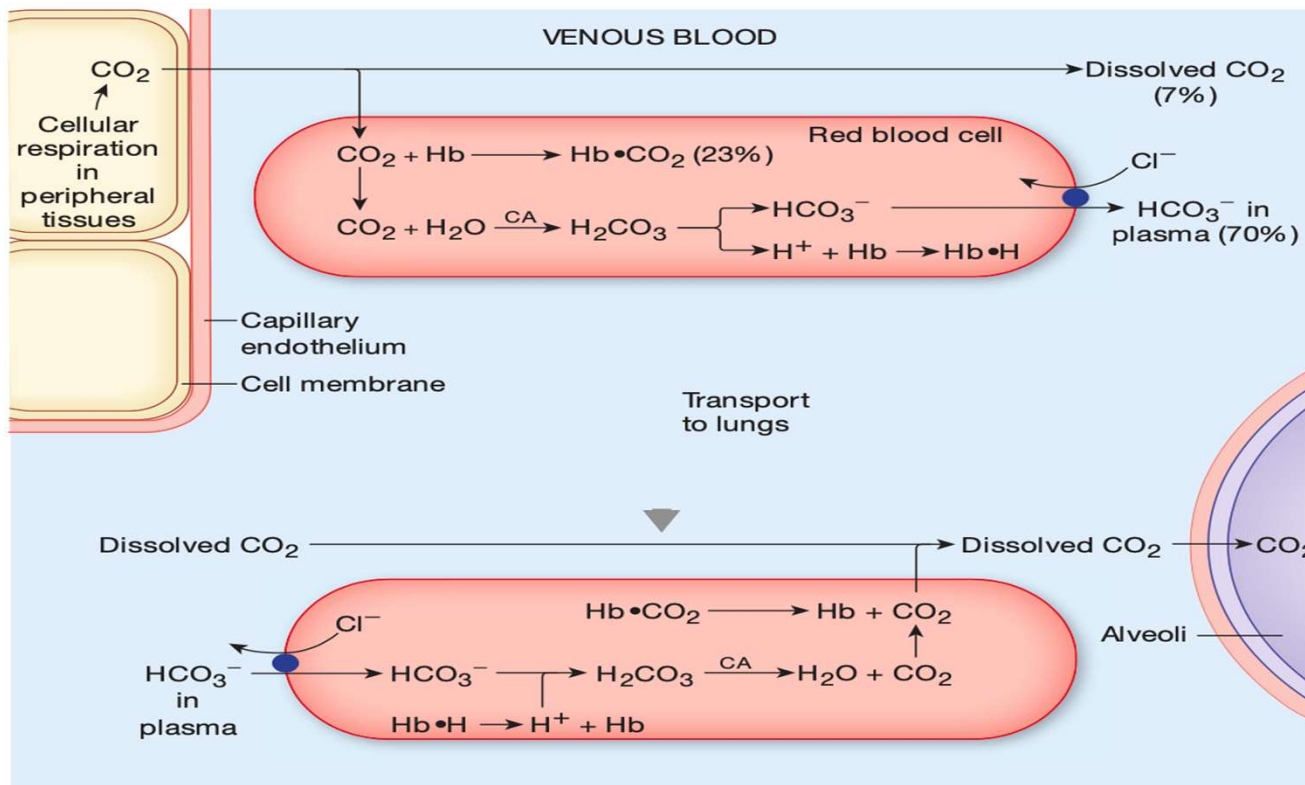
- Láctico, pirúvico,
- acetoacético,
- B-hidroxibutirico.

Se neutralizan casi en totalidad.

pH e hidrogeniones



Transporte de CO₂



Transporte del CO₂

Efecto Bohrs : a nivel celular del lado del capilar venoso la Hb pierde afinidad con el O₂ para poder liberar O₂ y captar CO₂ en el eritrocito.

7% del CO₂ permanece disuelto.

23% de CO₂ hace enlace con la Hb.

70% se intercambia con la bomba de cloruros

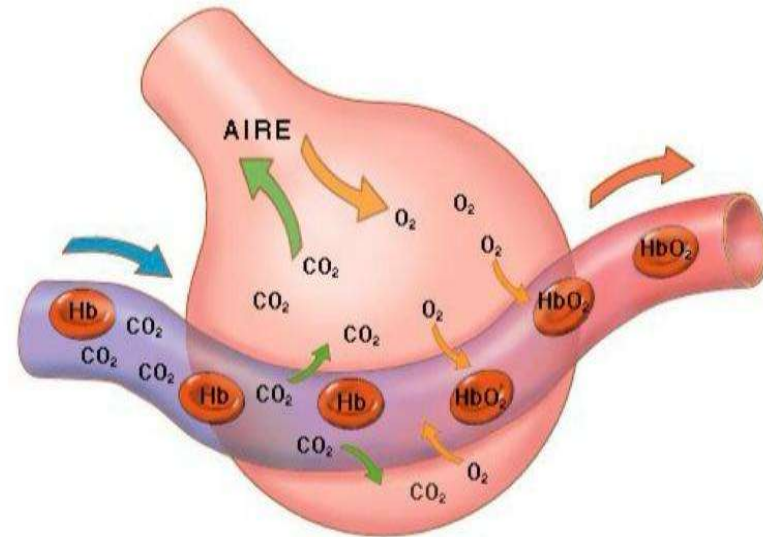


Amortiguadores fisiológicos

Proteínas plasmáticas

Hb transportando O_2 y CO_2

- Efecto Bohr.
- Efecto Haldane



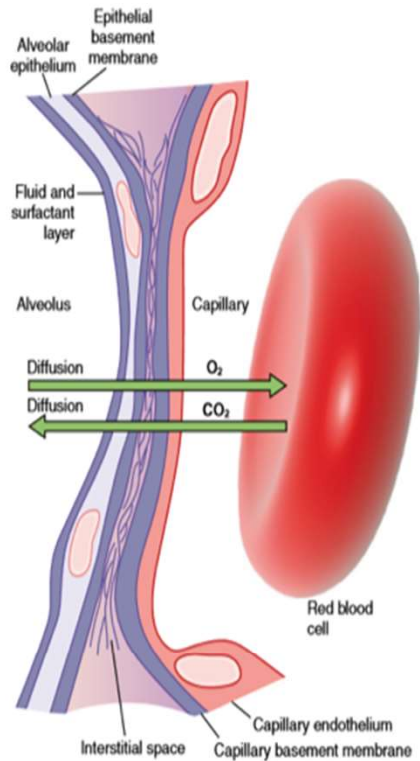


Figure 39-9 Ultrastructure of the alveolar respiratory membrane, shown in cross section.

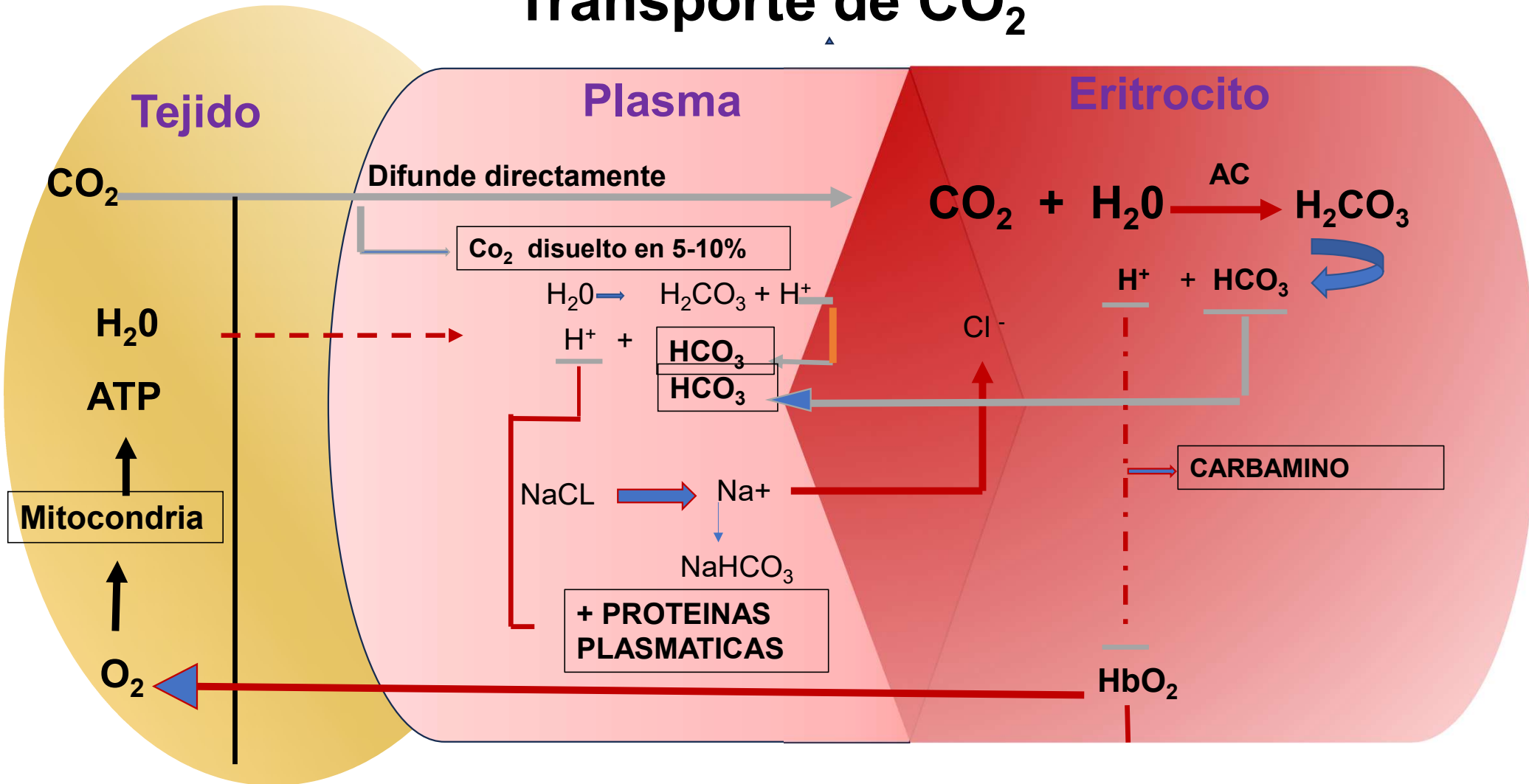
Difusión del O₂ y CO₂ La Membrana Alveolo-capilar

(Factores relacionados con la difusión de gases)

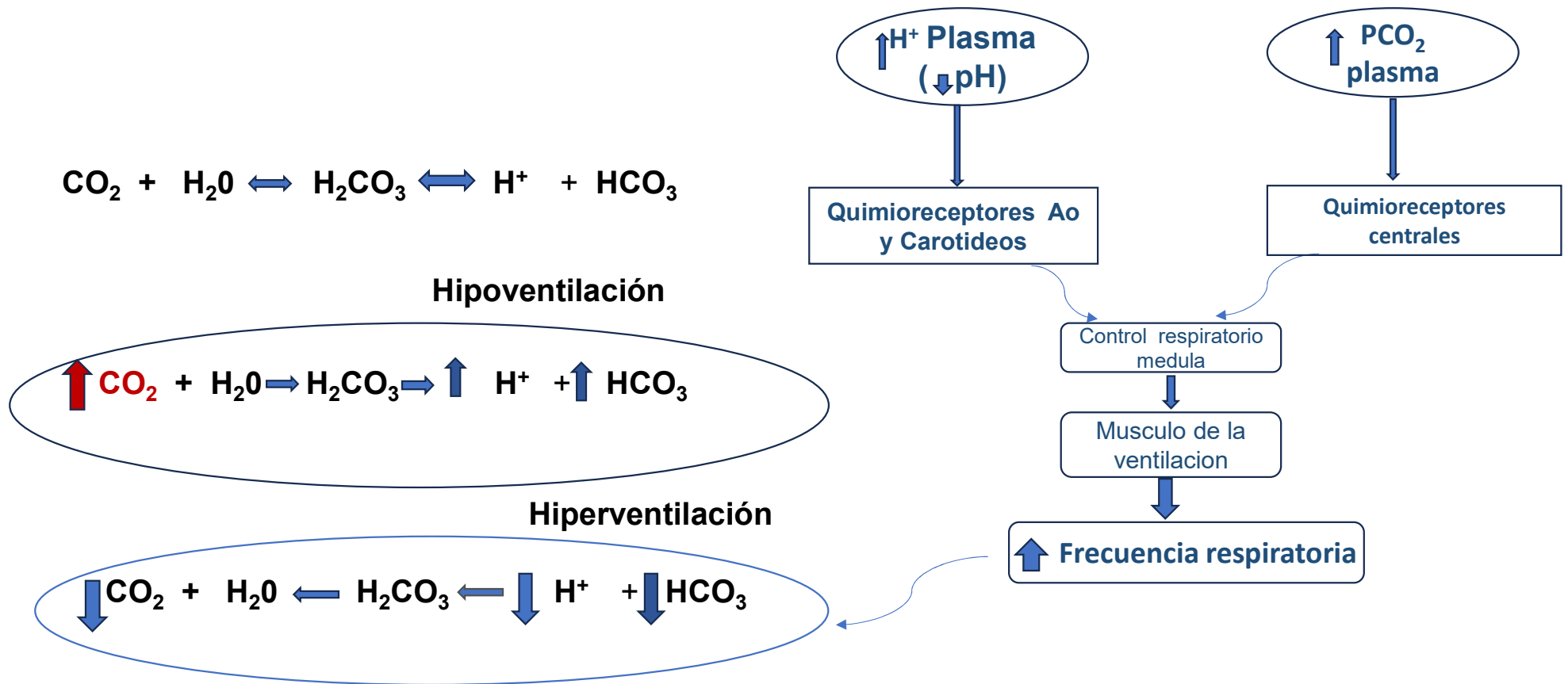
- 1.- Espesor de la Membrana.
- 2.- Coeficiente de Difusión de los gases.
- 3.- Superficie de la Membrana.
- 4.- Gradiente de Presión.

FICK	$\text{DIFUSIÓN} = \frac{(P_1 - P_2) \times S}{E}$
HENRY	$\text{DIFUSIÓN} = (P_1 - P_2)$
GRAHAM	$\text{DIFUSIÓN} = \frac{\delta}{\sqrt{PM}}$

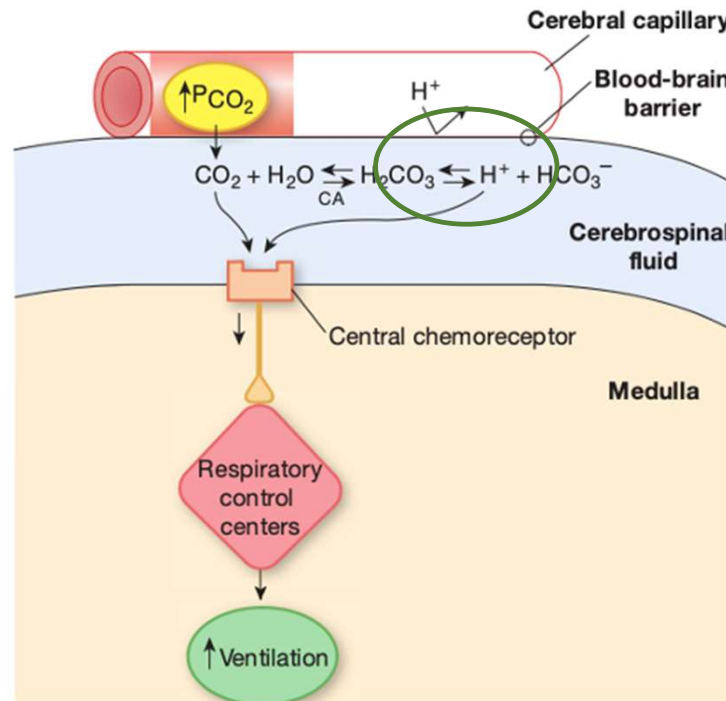
Transporte de CO₂



Respuesta compensatoria del Pulmón en Acidosis metabólica

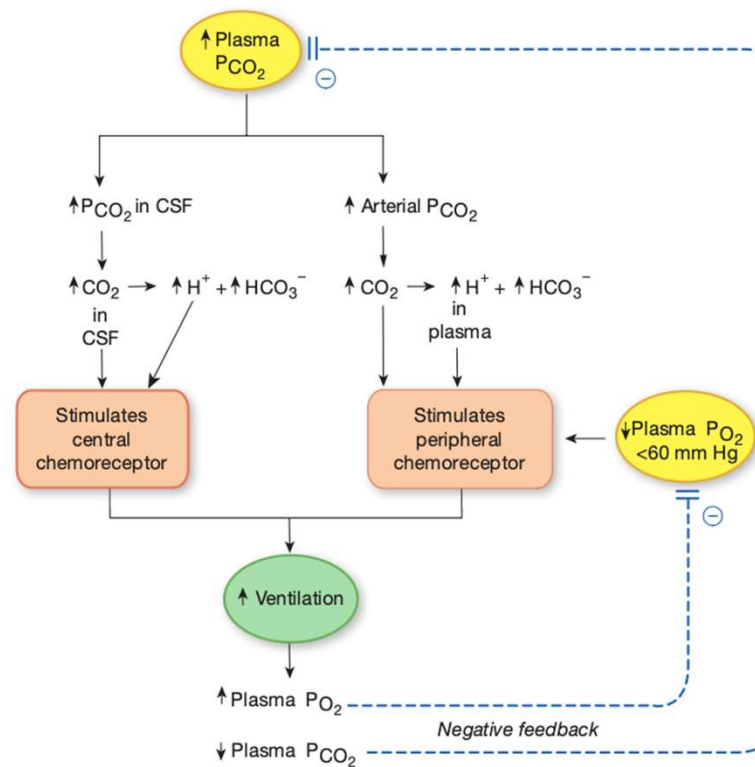


Regulación de la ventilación alveolar

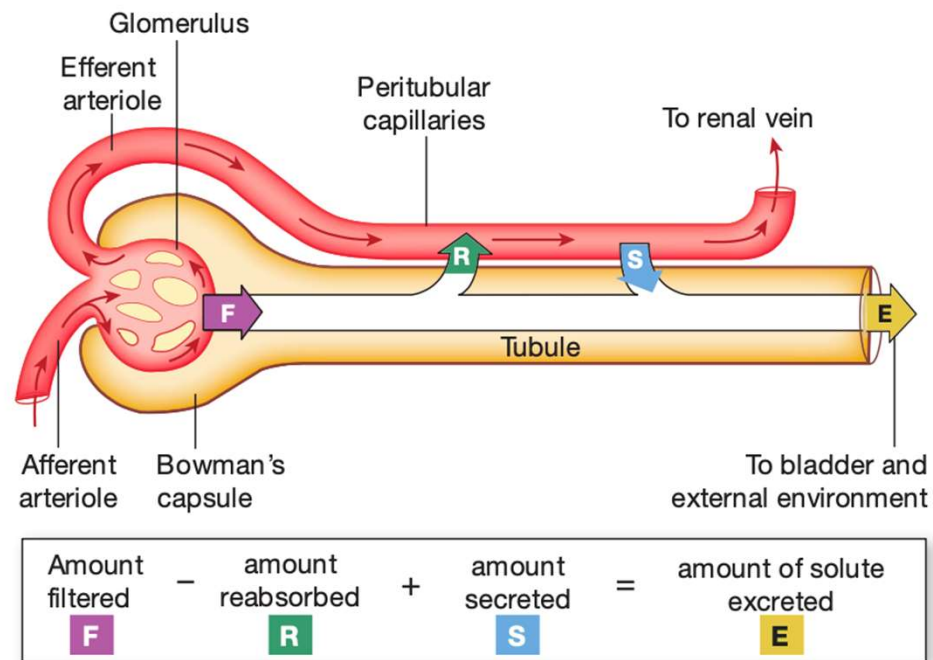


La respiración y la PaCO_2 regulan efectivamente el 75% de las alteraciones del pH .

Cambios de CO₂ en plasma y la activación de los quimiorreceptores centrales.



Amortiguacion renal



● **FIGURE 19-3** *The urinary excretion of a substance depends on its filtration, reabsorption, and secretion.*

Homeostasis del riñón en el equilibrio Acido-Base

Regula el 25% de los cambios compensatorios que se necesitan para mantener el pH en rango de normalidad.

Excretando o Reabsorbiendo en forma directa Hidrogeniones $[H^+]$ y en la reabsorción de HCO_3

Secreción de Hidrogeniones desde los capilares al intersticio y A LA NEFRONA.

Excreta orina y sustancias de desecho.

MECANISMOS DE ELIMINACIÓN DE H⁺

⇒ 1) Como protones libres:

A la máxima concentración urinaria sólo se eliminan

0.1 meq H⁺ / día.

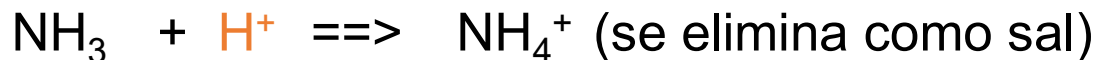
⇒ 2) Unidos al tampón fosfato:

- $\text{HPO}_4^{-2} / \text{H}_2\text{PO}_4^{-}$
- **10 - 30 meq H⁺ / día**

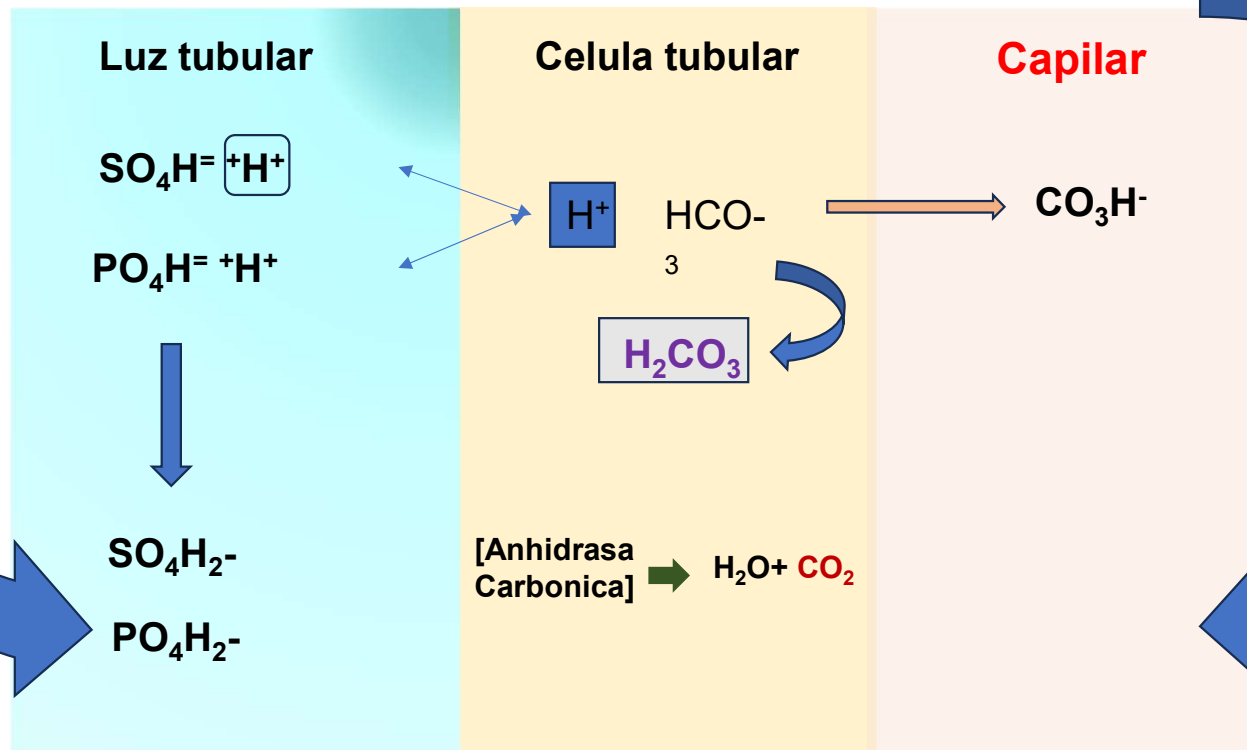
3) Unidos al tampón NH₃/NH₄⁺

- **20 - 50 meq / día**

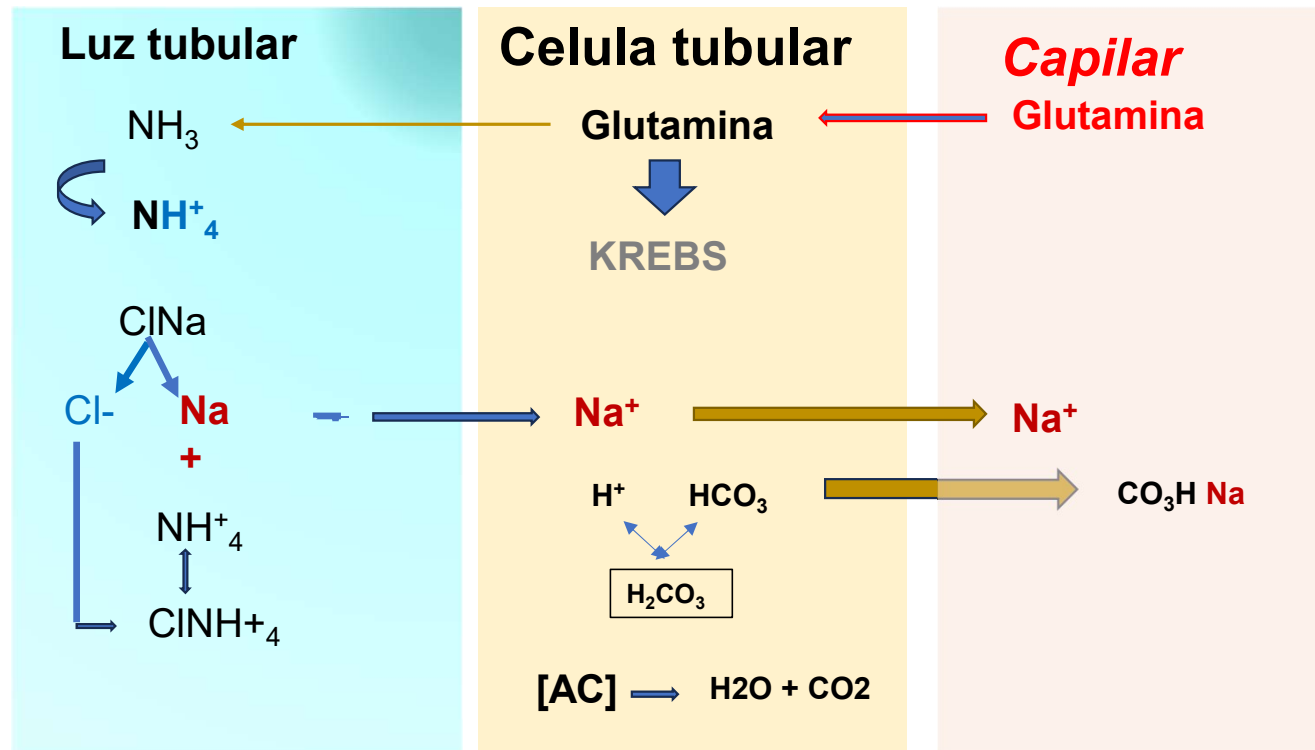
El NH₃ se sintetiza a partir de la desaminación de la glutamina.



TUBULO DISTAL
Actividad Metabolica



Tubulo Distal Amoniogenesis



- ❖ buffers filtrados o como NH_3 formando amonio a partir de glutamina en túbulo proximal.

El análisis debe ser hecho siempre en el contexto clínico del paciente a evaluar

- ☐ Presencia de inestabilidad hemodinamica (Shock , taquicardia)
 - ☐ Estado neurologico.
 - ☐ Presencia de infeccion? Fiebre ,hipotermia.
 - ☐ Dificultad para respirar : FC , cianosis
 - ☐ Enfermedades metabolicas, drogas .
- 

Como analizar los gases arteriales

1 era regla:

7.35 pH 7.40
 – 7.45

< 7.35 ACIDEMIA

> 7.45 ALCALEMIA



Análisis de los gases arteriales.

2 do paso : ¿Que trastorno primario explica los cambios en el pH?



pH < 7.35
ACIDEMIA

↓ **HCO₃⁻**

Acidosis Metabólica

↑ **pCO₂**

Acidosis Respiratoria

2 do paso : ¿Que trastorno primario explica los cambios en el pH?



**pH > 7.45
ALCALEMIA**

↑ HCO_3^-

Alcalosis Metabólica

↓ pCO_2

Alcalosis Respiratoria

Interpretacion del equilibrio A-B

**1er paso :Primeros parametros a evaluar
pH y PCO_2 y nos permiten identificar si existe
un trastorno o desequilibrio A- B.**

**2d paso : Una alteración A-B esta presente, si el
pH o el PCO_2 ,están fuera de los rangos de
normalidad , aunque se encuentre normal uno de
los dos parámetros pH o PCO_2 .**

**3er paso Si el pH y la PCO_2 (ambos), están fuera
de los rangos de normalidad Y van en la misma
dirección , el desequilibrio A-B primario es de
origen metabólico.**

**4to paso :Si los cambios de pH y PCO_2 van en
dirección opuesta el trastorno primario es de
origen respiratorio.**

Trastornos primarios

✓ Metabólicos.

✓ Respiratorios.

- Los trastornos metabólicos están relacionados con el HCO_3^- .
- Los trastornos respiratorios están relacionados con el PaCO_2 .

Las “reglas de oro del equilibrio A-B”

- * 1 era “regla de oro “Evaluando la respuesta primaria (PaCO_2 - pH)

- * 1era regla de oro de los gases arteriales :
Cambios de PaCO_2 de 10 mmHg llevan a cambios inversos del pH en 0.08 Ud.
(COMPROMISO RESPIRATORIO)

1era regla : las alteraciones de 10 mmHg en PaCO₂(40 mmHg) nos determinan cambios del pH en relacion inversa de 0.08 (7.40)

Paciente masculino de 55 años con EPOC ingresa con clinica de Insuficiencia Respiratoria.

pH 7.25		pH bajo en acidemia
PCO ₂ 60 mmHg	→	PCO ₂ alta (acidosis respiratoria)
HCO ₃ 26 mEq/L.		HCO ₃ (lig elevado)
Dif Base + 2mEq/L		

$$\text{Dif PaCO}_2 = 60 - 40 \text{ mmHg} = 20 \text{ mmHg}$$

$$20 \text{ mmHg} \times 0.08 / 10 \text{ mmHg} = 0.16 \text{ Ud} \downarrow$$

$$7.40 - 0.16 = 7.24$$

pH esperado para el cambio de la PCO₂ : pH 7.24

* 2da regla de oro de los gases arteriales

Evaluación “**DEL COMPONENTE COMPENSADOR RENAL**” (calculando la (ΔpH esperado-pH medido) multiplicando por 10 y dividiendo por 0.15 así tenemos el Exceso o déficit de base que acompañan al trastorno primario.

Compensación metabólica :
calculando la (Δ pH esperado-pH medido) multiplicando por 10 y
dividiendo por 0.15 así tenemos el Exceso o déficit de base que
acompañan al trastorno primario.

pH esperado para el cambio de la PCO_2 : pH 7.24

pH 7.25
PCO_2 60 mmHg
HCO_3 26 mEq/L.
Dif Base + 2mEq/L

Δ pH esperado- pH medido

$\Delta 7.25 - 7.24 = -0.01 \times 10/0.15 = 0.66$

Acidosis respiratoria aguda en acidemia

Análisis gasométrico

► EVALUAR EL pH y el PaCO₂ (respuesta primaria)

- Si van en **dirección contraria** el trastorno ácido-base **es de origen respiratorio(agudo)** ,por cada 1 mm Hg de la PaCO₂ varia en **dirección contraria en 0.008** las unidades de pH y **cambios menos agudos las variaciones del pH son de 0.003 U por 1 mmHg**

Si el **compromiso es respiratorio** debe evaluarse el **componente compensador renal calculando la (Δ pH esperado -pH medido) multiplicando por 10 y dividiendo por 0.15** así tenemos el Exceso o déficit de base que acompañan al trastorno primario.

ALTERACIONES EQUILIBRIO ACIDO-BASE

ACIDOSIS RESPIRATORIA

PaCO₂ Elevada > 45 mmHg
Ventilación insuficiente

1

2

ALCALOSIS RESPIRATORIA

PaCO₂ Baja < 35 mmHg
Hiperventilación

3

ALCALOSIS METABÓLICA

HCO₃ Elevado > 26 mmol/L
Causado por pérdida de
ácido o ganancia de base

4

ACIDOSIS METABÓLICA

HCO₃ Disminuido < 22 mmol/L
Evaluar Brecha Aniónica



Cambios del pH

Alteración Metabólica



Compensación Respiratoria

PCO_2

Alteración Respiratoria



Compensación Metabólica

H^+ y HCO_3

Trastorno A-B	pH	HCO_3	pCO_2
Acidosis Metabólica	↓	↓	↓
Alcalosis Metabólica	↑	↑	↑
Acidosis Respiratoria	↓	↑	↑
Alcalosis respiratoria	↑	↓	↓

Trastornos primario que alteran el pH
de origen metabolico : HCO_3

Compensacion Respiratoria PCO_2

Trastorno A-B	pH	HCO_3	pCO_2
Acidosis Metabólica			
Alcalosis Metabólica			

pH y trastornos primario (Respiratorio
PCO₂)
Compensacion metabolica HCO₃

Trastorno A-B	pH	HCO ₃	pCO ₂
Acidosis Respiratoria			
Alcalosis respiratoria			

ACIDOSIS METABOLICA

pH : < 7.38 Y Bicarbonato $[\text{HCO}_3]$ < 22 mmol/L

Respuesta compensadora (RESPIRATORIA)

$\text{PaCO}_2 = 1.5 \times [\text{HCO}_3] + 8 \pm 2 \text{ mmHg}$

Tiempo de respuesta :12- 24 HORAS

Presencia de acidosis respiratoria superpuesta o alcalosis respiratoria si obtenemos un valor de PaCO_2 mayor o menor que el predictor en la formula.

pH < 7.35: Acidemia

Aumento de la concentración de H⁺ desencadenada por una alteración metabólica .

Incapacidad del riñón de mantener una reabsorción de HCO₃

**Producción exagerada o no controlada de otros ácidos no volátiles
(Intoxicación por metanol, salicilatos, láctico, cetoacidosis**

Hiperclorémica(diarreas, perdidas renales)

Perdida de equilibrio entre las iones (cationes y aniones)

Anión Gap VN:8-16 mEq/l

Ecuación : $Na^{+} - (Cl^{-} + HCO_3^{-})$



ACIDOSIS RESPIRATORIA

pH : < 7.38 PaCO₂ >42 mmHg

Respuesta compensadora (**METABOLICA**):

- (a) **Aguda** [HCO₃] aumenta 1mmol/L por cada aumento > 10 mmHg que este el PaCO₂ por encima 40 mmHg.
- (b) **Cronica** [HCO₃] aumenta 4-5 mmol/L por cada PaCO₂ que aumente > 10 mmHg el PaCO₂ por encima de 40 mmHg.

Tiempo de respuesta : 2 – 5 dias.

Presencia de Alcalosis o acidosis metabolica superpuesta si [HCO₃] calculado es mayor o menor que el predictor .

pH >7.45 : Alcalemia

- **Disminución la concentración de los H⁺**

Relacionado con el componente pulmonar (aumento de la ventilación alveolar de origen primario o secundario a otra alteración metabólica.

Vómitos, diarrea.

Diuréticos de ASA de Henle.

Ingesta de bicarbonato.

Nutrición parenteral.



ALCALOSIS METABOLICA

pH : > 7.42 Y Bicarbonato $[\text{HCO}_3^-]$ > 26 mmol/L

Respuesta compensadora (RESPIRATORIA)

$\text{PaCO}_2 = 0.7 \times ([\text{HCO}_3^-] - 24) + 40 \pm 2 \text{ mmHg}$ o
 $[\text{HCO}_3^-] + 15 \text{ mmHg}$ o $0.7 \times [\text{HCO}_3^-] + 20 \text{ mmHg}$

Tiempo de respuesta :24-36 horas.

Presencia de Acidosis Respiratoria superpuesta o Alcalosis Respiratoria si obtenemos un valor de PaCO_2 mayor o menor que el predictor.

ALCALOSIS RESPIRATORIA

pH ≥ 7.42 PaCO₂ < 38 mmHg

Respuesta compensadora (**METABOLICA**):

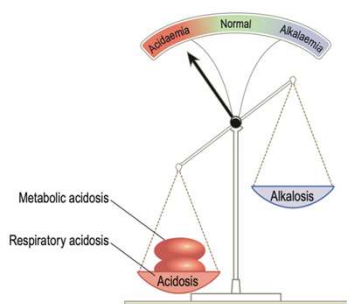
- (a) **Aguda** [HCO₃] disminuido por 2 mmol/L por cada disminucion 10 mmHg de la PaCO₂ por debajo de 40 mmHg.
- (b) **Cronica** [HCO₃] disminucion 4-5 mmol/L por cada PaCO₂ que disminuya > 10 mmHg el PaCO₂ por debajo de 40 mmHg.

Tiempo de respuesta : 2 – 5 dias.

Presencia de Alcalosis o acidosis metabolica superpuesta si [HCO₃] calculado es mayor o menor que el predictor .

Interpretación de los Gases arteriales . Evaluando casos clínicos

- ☐ Paciente femenina en el POI de una toracotomía mínima, extubada en quirófano ingresa a la UCI .
- ☐ Con un drenaje de tórax .Refiere dolor



$PCO_2 < 35,44$

		Ud	Valor de referencia
pH	7.31		7.35 – 7.45
PCO_2	39.5	mmHg	32 - 45
PO_2	89.70	mmHg	80 - 100
HCO_3	20.20	mmol/L	21.80 – 25.20
SatO ₂	96.10	%	95 – 100
Ex Base	6.20	mmol/L	-3.00 – 2,00

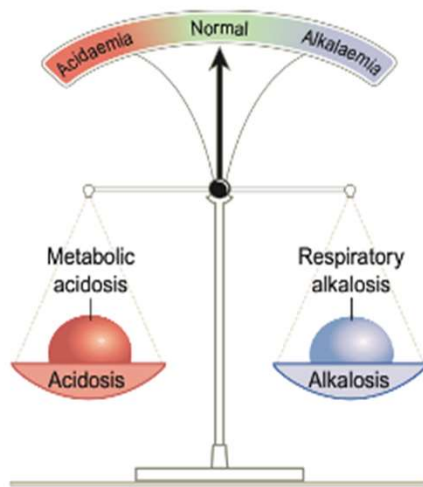
pH en acidemia . HCO_3 acidosis metabólica

Corrección de $PaCO_2 = 1.2 \times \Delta HCO_3$

Corrección formula de Winter : $1.5 \times HCO_3(20,20) = 30,3 + 8 \pm 2 \text{ mmHg} = 38,3 \text{ mmHg}$

PCO_2 esperado = $40 - [1.2 \times (24 - HCO_3)] = 40 - [1.2 \times (24 - 20.20)] = 40 - [1.2 \times 3,8] = 40 - 4,56 = 35.44 \text{ mmHg}$

$PaCO_2$ medida 39.5 mmHg (ACIDOSIS RESPIRATORIA)



		Ud	Valor de referencia
pH	7.37		7.35 – 7.45
PCO ₂	30,2	mmHg	32 - 45
PO ₂	145,60	mmHg	80 - 100
HCO ₃	17,90	mmol/L	21,80 – 25,20
SatO ₂	96,10	%	95 – 100
Ex Base	7,50	mmol/L	-3.00 – 2,00

- Se inicio expansión con solución ringer 250 ml en 1
- hora.
- Analgesia : Alivio del Dolor con (AINES ,paracetamol)

Parametros medidos

pH	7.50	
pCO₂	56 mmHg	
pO₂	72 mmHg	
Na⁺	141 mmmol/L	
K⁺	2.8 mmol/L	
Ca⁺⁺	3.81 mg/dl	
Lac	1.5 mmol/L	
Htc	31%	

pH 7.50. alto
PaCO₂ 56 mmHg alto
HCO₃ alto

Ca⁺⁺	3.97 mg/dl
HCO₃⁻	43.7 mmol/L
TCO₂	45.4 mmol/L
BE ect	20.5 mmol/L
BE (B)	18.2 mmol/L
SatO₂	96%
THbc	9.6g/dl

El desequilibrio ácido-base es de origen metabólico primario. Aplicando 1era regla de oro:

$$\otimes \text{PaCO}_2 \text{ } 56-40 = 16 \times 0.08 = 0.12.$$

$$\text{pH esperado} = 7.40 - 0.12 = 7.28$$

$$7.28 - 7.50 \times 10 / 0.15 = . \text{ } 14.66 \text{ EB}$$

ALTERACIONES EQUILIBRIO ACIDO-BASE

ACIDOSIS RESPIRATORIA

PaCO_2 Elevada > 45 mmHg
Ventilación insuficiente

ALCALOSIS RESPIRATORIA

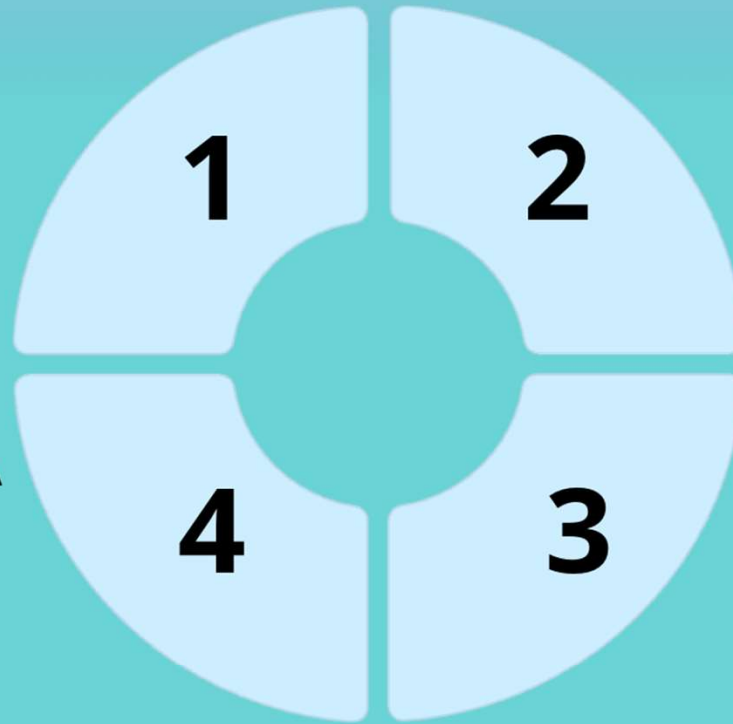
PaCO_2 Baja < 35 mmHg
Hiperventilación

ALCALOSIS METABÓLICA

HCO_3 Elevado > 26 mmol/L
Causado por pérdida de
ácido o ganancia de base

ACIDOSIS METABÓLICA

HCO_3 Disminuido < 22 mmol/L
Evaluar Brecha Aniónica



Interpretación de los gases Arteriales

pH	7.29	Ca++	3.05 mg/dl
pCO ₂	33 mmHg	HCO ₃ ⁻	15.9 mmol/L
pO ₂	112 mmHg	Def B+/-	-9.7 mmol/l
Na+	140 mmol/L	SO ₂	98 %
K+	3.1 mmol/L	Hbc	12.7 g/dl
Ca++	3.21 mg/cl		
Glu	127 mg/dl		
Lact	3,0 mmol/L		
Hcto	41 %		

1era REGLA DE ORO:

CALCULAR EL VALOR DEL pH EN FUNCION DEL PaCO₂.

$$\text{Dif PaCO}_2: 40-33=7 \times 0.08 \div = 0.56$$

$$\text{pH } 7.40+ 0.56 = 7.56$$

2da regla de oro : compensacion

$$7.56 - 7.29 = 0.27 \text{ DifpH}$$

$$0.27 \times 10/0.15 = 18 \text{ def de base}$$

FORMULA DE WINTER : (HCO₃) x(1.5). + 8 +/- 2

$$15.9 \times 1.5 = 23.85 + 8 = 31.85 \pm 2$$

pCO₂ 31,85

Acidosis Metabólica en Acidemia

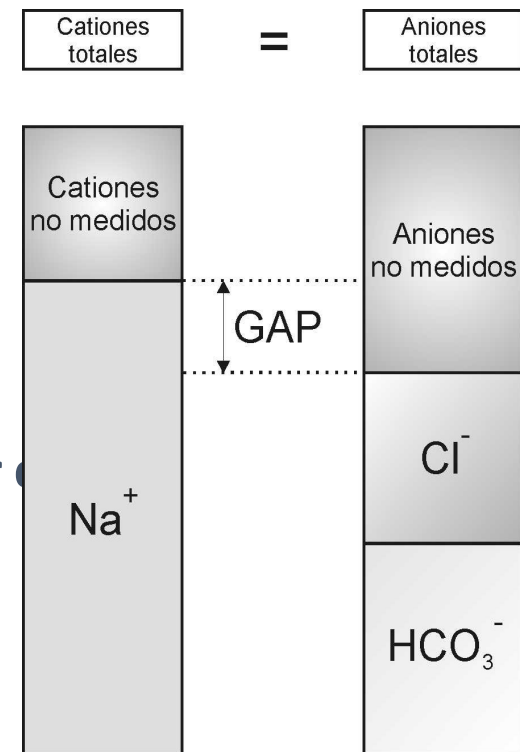
4to paso: Calculo del AG

- * Anión Gap o Brecha Aniónica

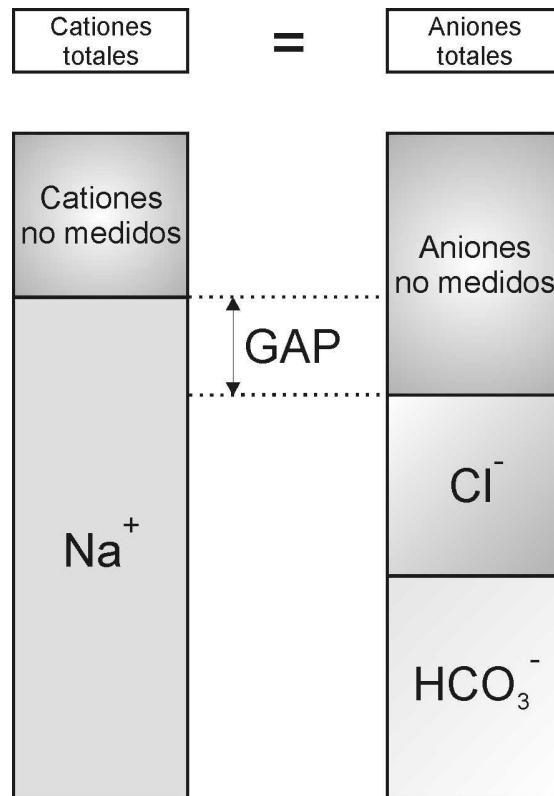
$VN = +/- 2,6 \text{ a } 10,6 \text{ mEq/L}$

- * $ANIÓN \text{ Gap} = Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-)$

- * Hacer la corrección de la AGP si la albumina es menor que 4,0 g/dL sumando 2,5 a la BA calculada.

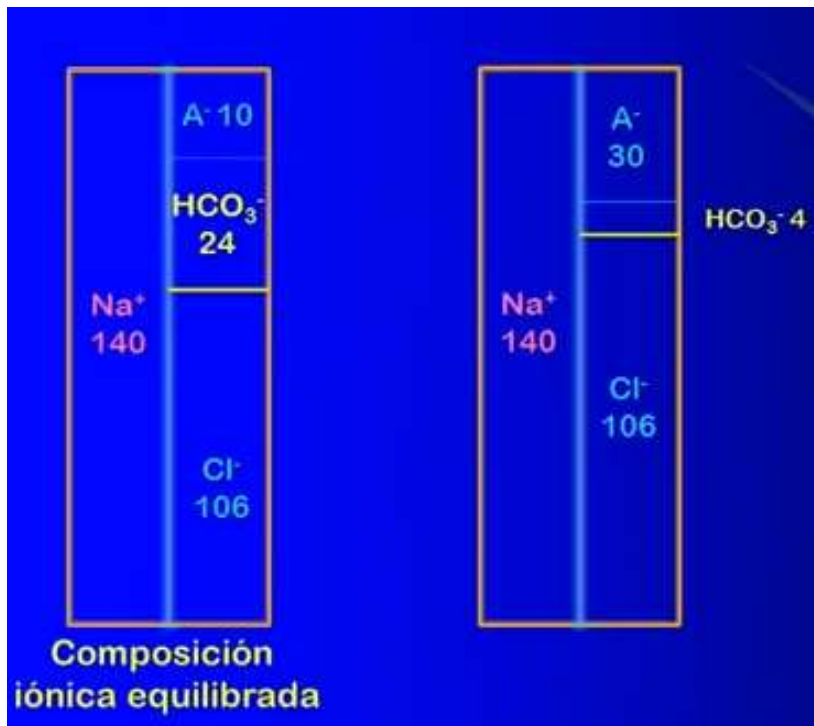


Principio de electro neutralidad



- En acidosis sin aumento de GAP, el bicarbonato es reemplazado por cloruro (acidosis hiperclorémicas).
- En acidosis con aumento del GAP, el metabolismo ha agregado otros aniones (cetoácidos, lactato, ácidos orgánicos) o bien el riñón no ha eliminado adecuadamente los fosfatos .
- VN : 12 ± 4 meq/L

Ácidos metabólica con AGA elevado



- Ániones no medibles:
 - Cetoácidos
 - Ácidos exógenos
 - ethanol
 - Ayuno
 - lactato
 - Acidosis urémica

$$[\text{SID}^+]_a = [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] - [\text{Cl}^-] - [\text{lactate}] - [\text{other strong anions}]$$

$$[\text{SID}^+]_e = [\text{HCO}_3^-] + [\text{A}^-]$$

Tabla 1. Módulo Stewart

<u>Variables independientes</u>	<u>Variables dependientes</u>
<u>PaCO₂</u>	<u>H, OH, CO₃, A-,AH-, HCO₃-</u>
<u>Diferencia de iones fuertes</u>	
<u>Aniones débiles no volátiles (A_{TOT})</u>	

Tabla 2. Módulo Stewart

	Cationes	Aniones
Fuertes	Na ⁺ , K ⁺ , Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺	Cl ⁻

$$\text{SIG} = [\text{SID}^+]_a - [\text{SID}^+]_e = \text{AG} - [\text{A}^-] \quad (1)$$

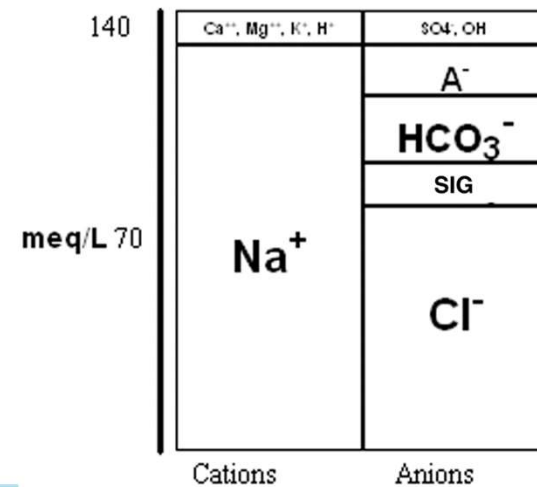
Strong ion gap

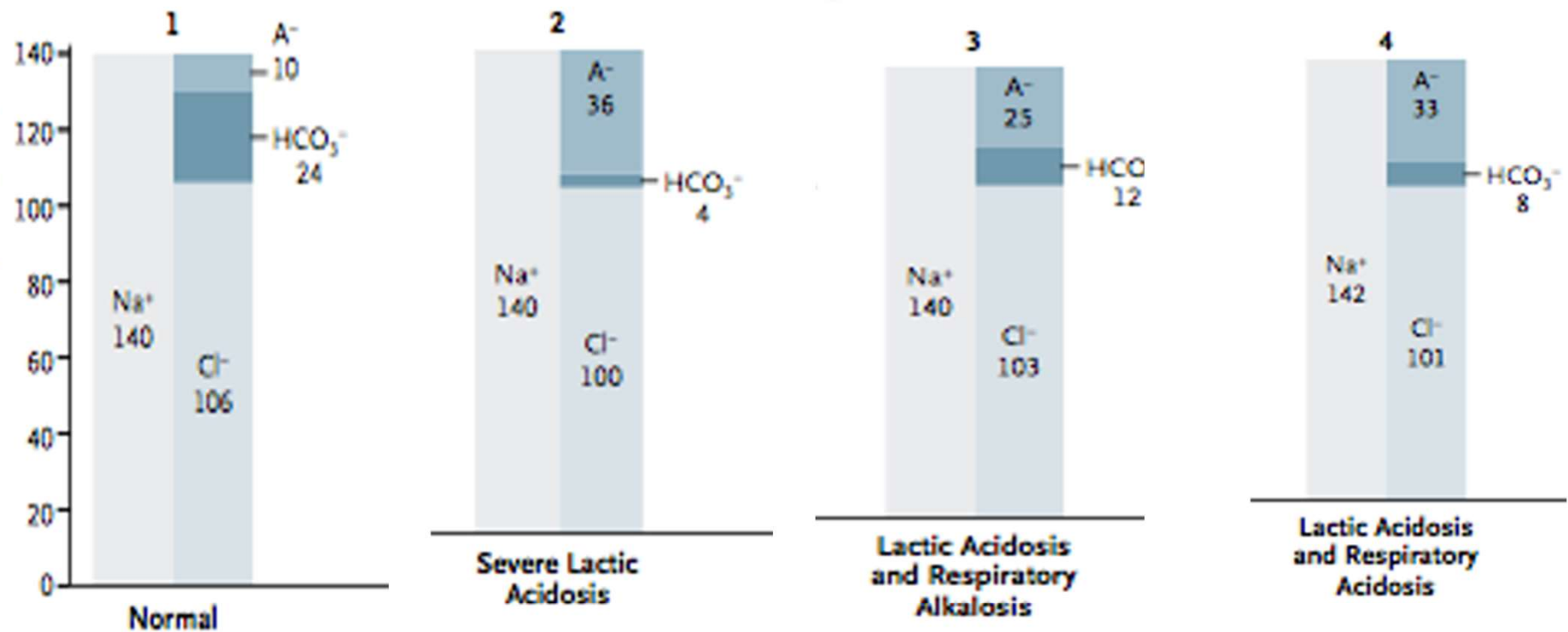
The strong ion gap (SIG), the difference between $[\text{SID}^+]_a$ and $[\text{SID}^+]_e$, may be taken as an estimate of unmeasured ions:

$$\text{SIG} = [\text{SID}^+]_a - [\text{SID}^+]_e = \text{AG} - [\text{A}^-] \quad (14)$$

Solution:

$$\begin{aligned} \text{AG} &= [\text{Na}^+] - ([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-]) \\ &= 140 - (105 + 25) \\ &= 10 \text{ mEq/L} \end{aligned}$$





PaCO₂ mmHg 40
pH 7.40
Lactato mmol/L 1

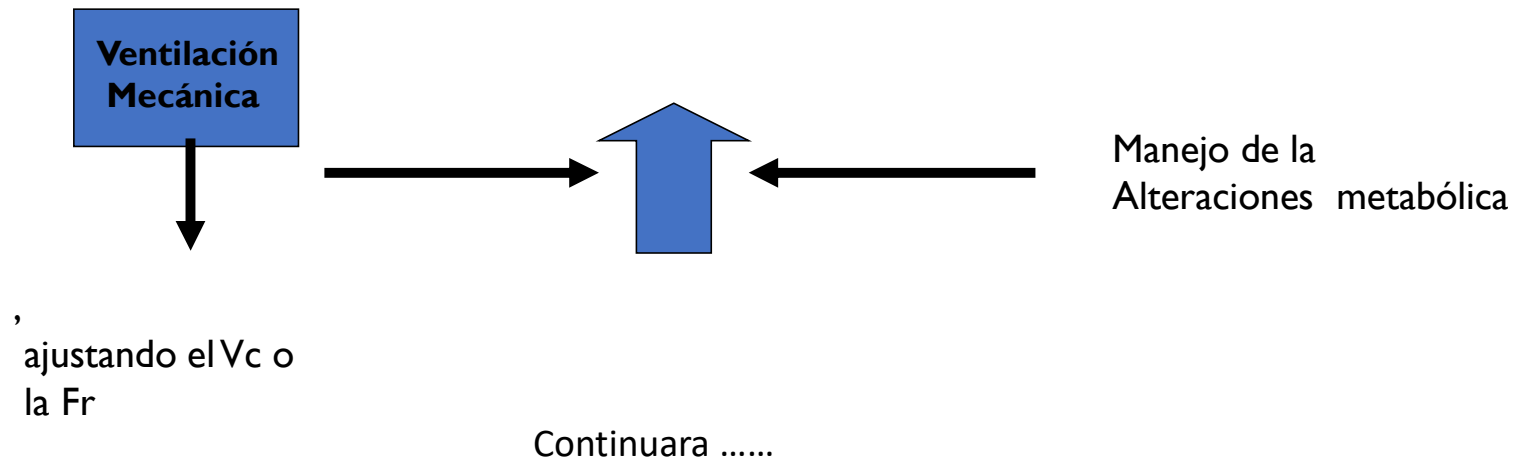
PaCO₂ mmHg 15
pH 7.05
Lactato mmol/L 18

PaCO₂ mmHg 16
pH 7.50
Lactato mmol/L 10

PaCO₂ mmHg 42
pH 6.90
Lactato mmol/L 16

Ajustando la ventilación y las alteraciones metabólicas

pH 7.35 - 7.45



Final de Exposición