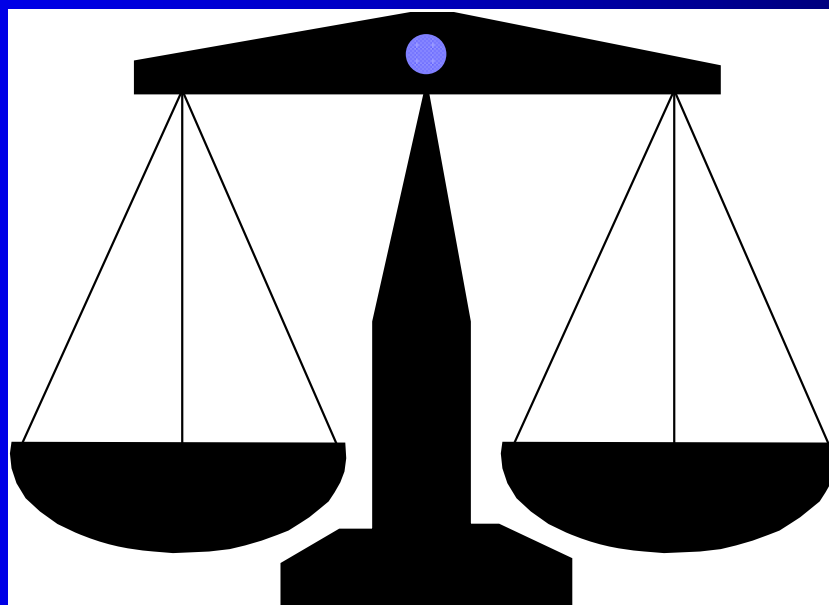


IV Equilibrio hidroelectrolítico y ácido/base.



Guillermo Valdivia Anda
Guadalupe Mondragon Olvera
Graciela Castañeda Aceves
Ignacio Rangel Rodriguez

4.1 Agua.

Fisiología Hídrica.

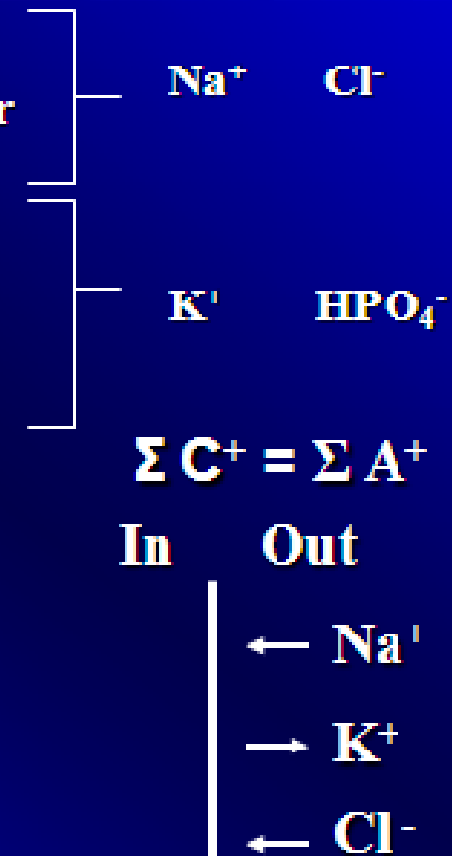
- Equilibrio hídrico. Hidratación
 - Volumen de agua corporal total
 - Ingesta
 - Excreción
- Distribución del agua
 - Fluido Intra Celular (FIC) 40%
 - Fluido Extra Celular (FEC) 20%
 - Sangre, Intersticial, transcelular, tracto digestivo.

Distribución hidroelectrolítica corporal

Total de agua corporal:

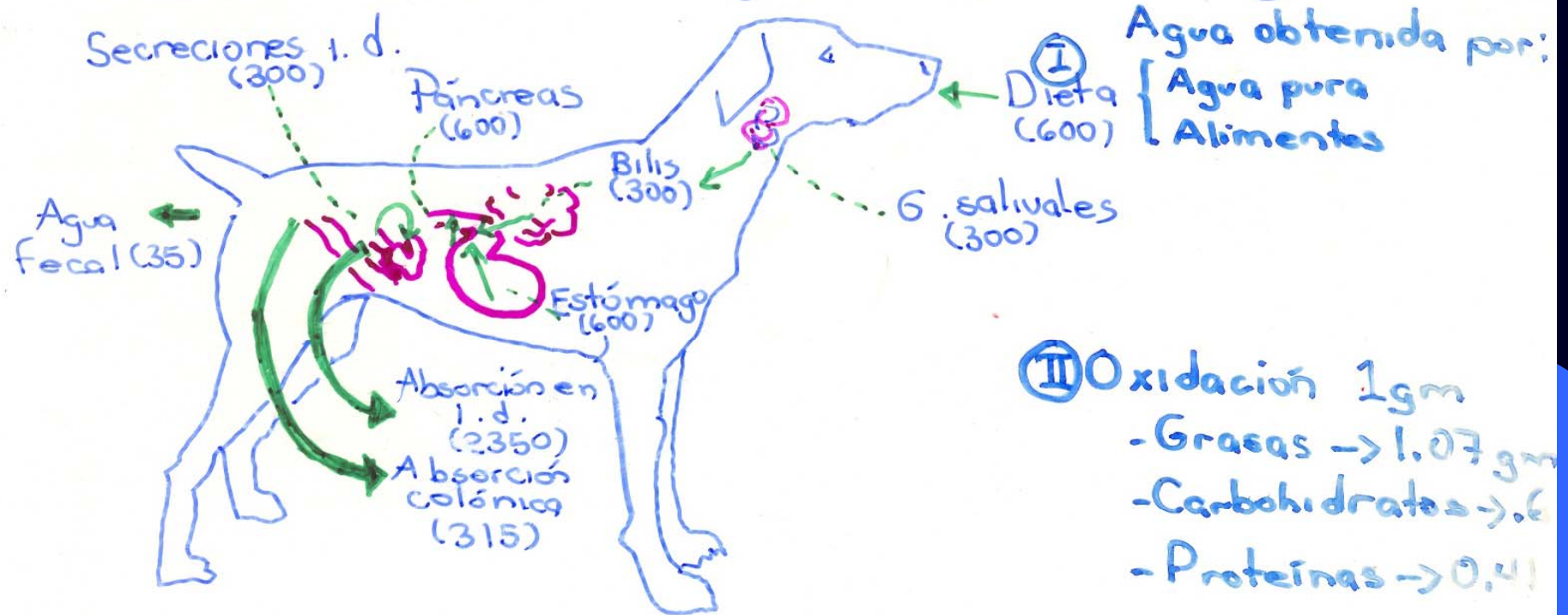


distribución electrolítica:



AGUA

Equilibrio normal del agua en un perro de 20kg



Compartimientos de líquidos corporales.

4.1 Agua.

Alteraciones patológicas.

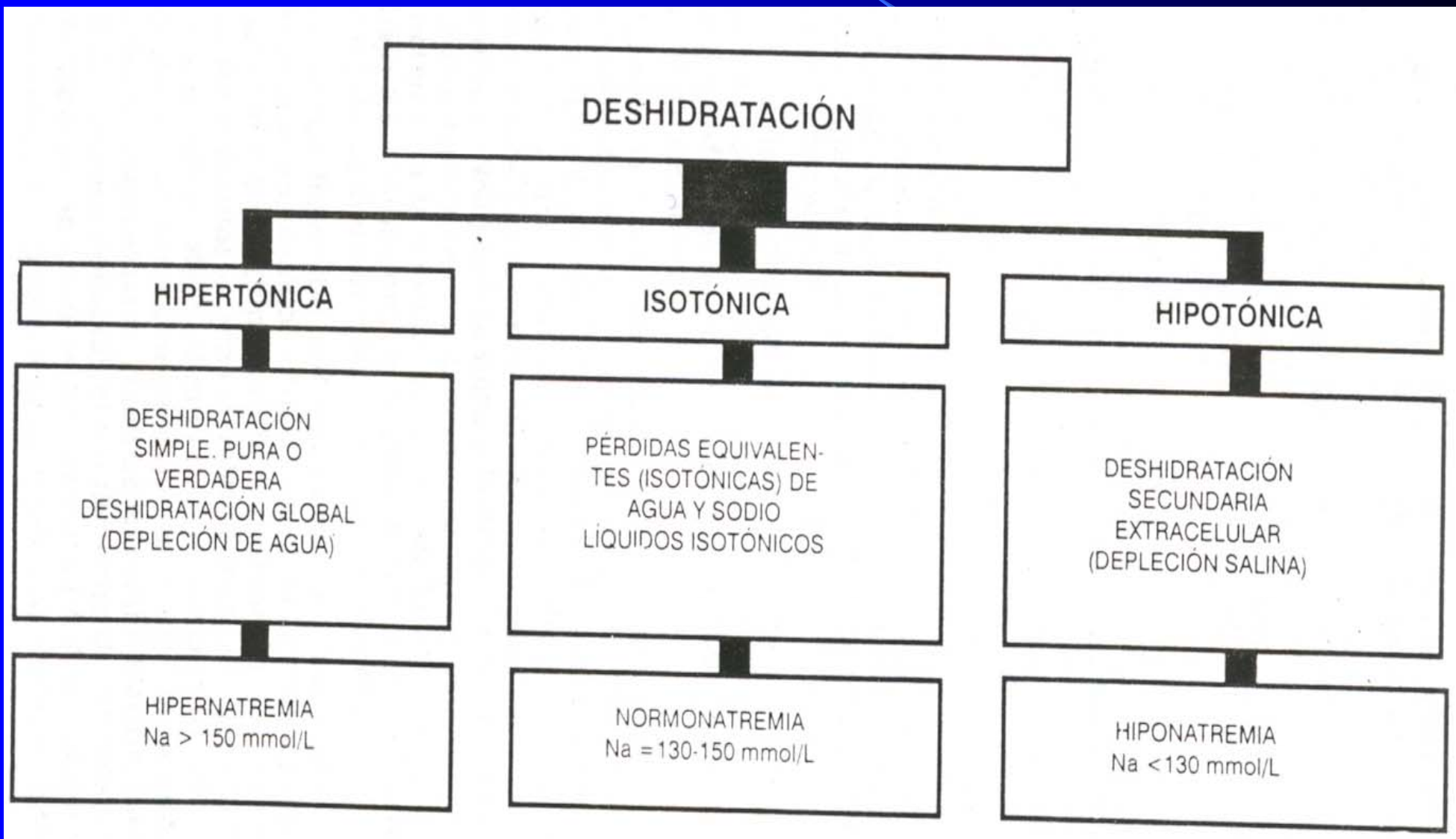
- Deshidratación.
 - Disminución de peso corporal.
 - Menor elasticidad de la piel.
 - Mucosas reseca.
 - Retracción de ojos.
 - Choque.
 - Rangos: 1-2% subclínica, 5% moderada, 10% severa
- Sobrehidratación.
 - Aumento de peso corporal.
 - Edema general.
 - Ascitis.
 - Hidrotórax.
 - Combinada con Hipovolemia.

Agua

	HIPONATREMIA ↓Na+	NORMATREMIA Na (n)	HIPERNATREMIA ↑ Na+
AGUA FEC DISMINUIDA	Deshidratación hipotónica	D. Isotónica	D.Hipertónica
AGUA FEC NORMAL	Hidratación normal	H. Normal	H. Normal
AGUA FEC AUMENTADA	Sobrehidratación	Sobrehidratación	↑de Agua en FEC con hipovolemia

	Hiponatremia $\text{Na}^+\downarrow$	Normonatremia Na^+N	Hipernatremia $\text{Na}^+\uparrow$
H_2O FEC Disminuida	• <u>Deshidratación hipotónica</u> Pérdida fluidos ricos en Na^+ Diuresis osmótica (Diabetes M.) Hipoaldosteronismo Diarrea (potros, caballos, perros ocasionalmente) Ent. renal (bovinos). Salmonelasis (becerros).	• <u>Deshidratación isotónica</u> Pérdida de fluidos isonatremicos Vómito Diarrea Ent. renal Secuestro de líquido en intestino Exudados Hemorragias.	• <u>Deshidratación hipertónica</u> Pérdida severa de H_2O (insensible) Hiperventilación Sudoración Adipsia x falta de H_2O x alteración de mecanismo de sed. Diabetes insípida con acceso restringido a H_2O.
H_2O FEC Normal	• <u>Hidratación normal</u> Inicio de hipoaldosteronismo Inicio ent. renal (bovinos). Hiperglicemia súbita. Deficiencia sal en dieta (Bov) Ruptura vej. urinaria (E, B, C) Pérdida de saliva (Equinos). Pérdida fluidos ricos en Na^+ y trat. con fluidos b en Na^+ (diarrea, hemorragia) Quilotorax drenado varias v. (canino) Polidipsia psicogénica.	• <u>Hidratación normal</u> Homeostasis (Salud)	• <u>Hidratación Normal.</u> Intoxicación x sal. Dietas ↑ en sal con ingesta restringida de H_2O. Dieta para alimentación forzada (faringostomía) con ingesta inadecuada de H_2O. Consumo de agua de mar. Defecto en osmoreceptores.
H_2O FEC Aumentada	• <u>Sobrehidratación</u> Edema, ascitis, hidrotorax. Rara. Tratamiento con fluidos excesivamente bajos en Na^+ durante insuficiencia renal.	• <u>Sobrehidratación.</u> Edema, ascitis, hidrotorax. Retención de agua. Ent. Hepática (canino) Hipoalbuminemia Falla cardíaca. Tratamiento con fluidos isonatremicos durante estas enfermedades.	• <u>↑ H_2O (FEC) con hipovolemia.</u> Filtración de H_2O a 3^{os} espacios (peritonitis biliar). ↑ H_2O en tubo digestivo en ruminantes. • Acidosis láctica por sobrealimentación con grano • Intoxicación con propilenglicol.

Fig3.18 T. Deshidratación en relación agua-sodio-osmolaridad



4.1 Agua.

Pruebas diagnósticas.

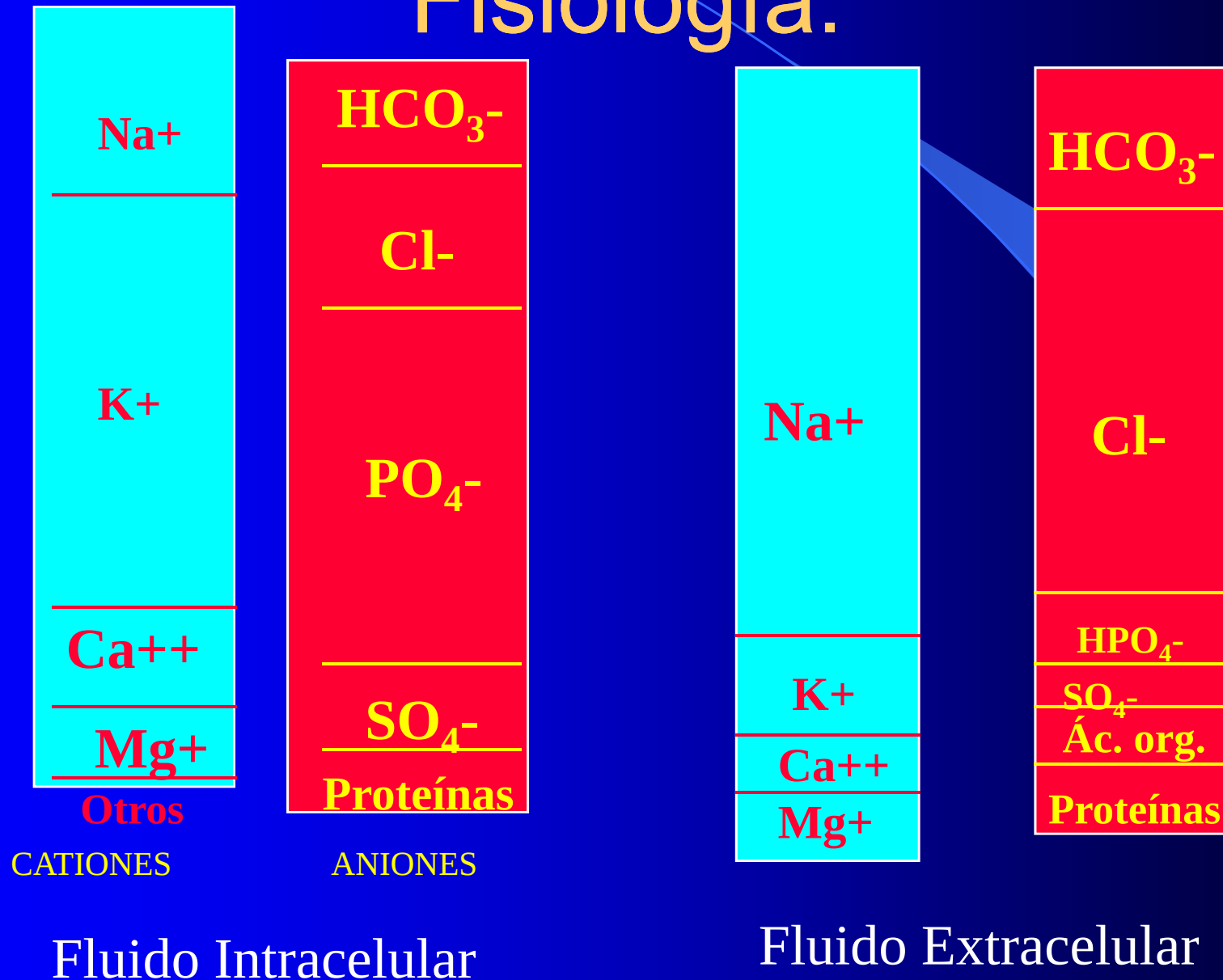
- Proteínas plasmáticas o séricas. (Pp o Ps)
- Hematocrito. (Ht)
- Urea sanguínea. (NUS)
- Gravedad Específica (GE) de orina.
- Electrolitos Na^+ , K^+ y Cl^- sérico

4.1 Agua.

Interpretación de resultados.

- Deshidratación / Sobrehidratación.
- Pp ↑ Hiperproteinemia.
- Hematocrito ↑
- NUS ↑
- GE orina ↑
 - Signos clínicos.
 - Historia clínica.

4.2 Electrolitos. Fisiología.



4.2 Electrolitos.

Alteraciones patológicas.

⊕ Na⁺ ↓ Hiponatremia
⊕ Na⁺ ↑ Hipernatremia
⊕ K⁺ ↓ Hipokalemia
⊕ K⁺ ↑ Hiperkalemia

● Cl⁻ ↓ Hipocloremia
● Cl⁻ ↑ Hipercloruremia
● HCO₃⁻ ↓
● HCO₃⁻ ↑

4.2 Electrolitos.

Pruebas diagnósticas.

- Muestra: Suero o plasma.
 - Heparinizado.
 - Anaerobiosis.
 - Conservar 4°C (no en contacto con hielo).
 - 30-60 min. Tiempo máximo.
- Electrodo Ion-Específico (Ion-Selectivo).
 - Individual o múltiple.
 - Na⁺, K⁺, Cl⁻, *CO₂Total, Ca⁺⁺, etc.
- Flamómetro. (Na y K totales)
- Técnica colorimétrica. (Libres)

4.2 Electrolitos.

Interpretación (Cationes).

- Hiponatremia.
 - H_2O . FIC $\rightarrow$ FEC
 - Na^+ FIC $\leftarrow$ FEC
 - H_2O . Retenida en FEC
- Hipernatremia
 - Ganancia de Na^+
 - Pérdida H_2O pura
 - H_2O . FIC $\leftarrow$ FEC
- Hipokalemia.
 - $\downarrow$ de ingesta.
 - K^+ FIC $\leftarrow$ FEC
 - Pérdida excesiva.
- Hiperkalemia.
 - $\uparrow$ de ingesta.
 - Hemólisis.
 - Daño tisular.
 - Acidosis metabólica.
 - Enf. de Addison.

Equilibrio Electrolítico

Pruebas diagnósticas

- **Sodio:**

- a) **Hiponatremia:**

- Diarrea: hipersecreción**

- Nefropatías**

- Diuréticos**

- Diabetes mellitus**

- Síndrome de Addison**

- b) **Hipernatremia:**

- Rara**

- Intox. por sal**

- **Potasio:**

- a) **Hipokalemia**

- Alcalosis, vómito/diarrea**

- Exceso mineralocorticoides**

- b) **Hiperkalemia:**

- Acidosis***

- Insuficiencia renal**

- Enf. De Addison**

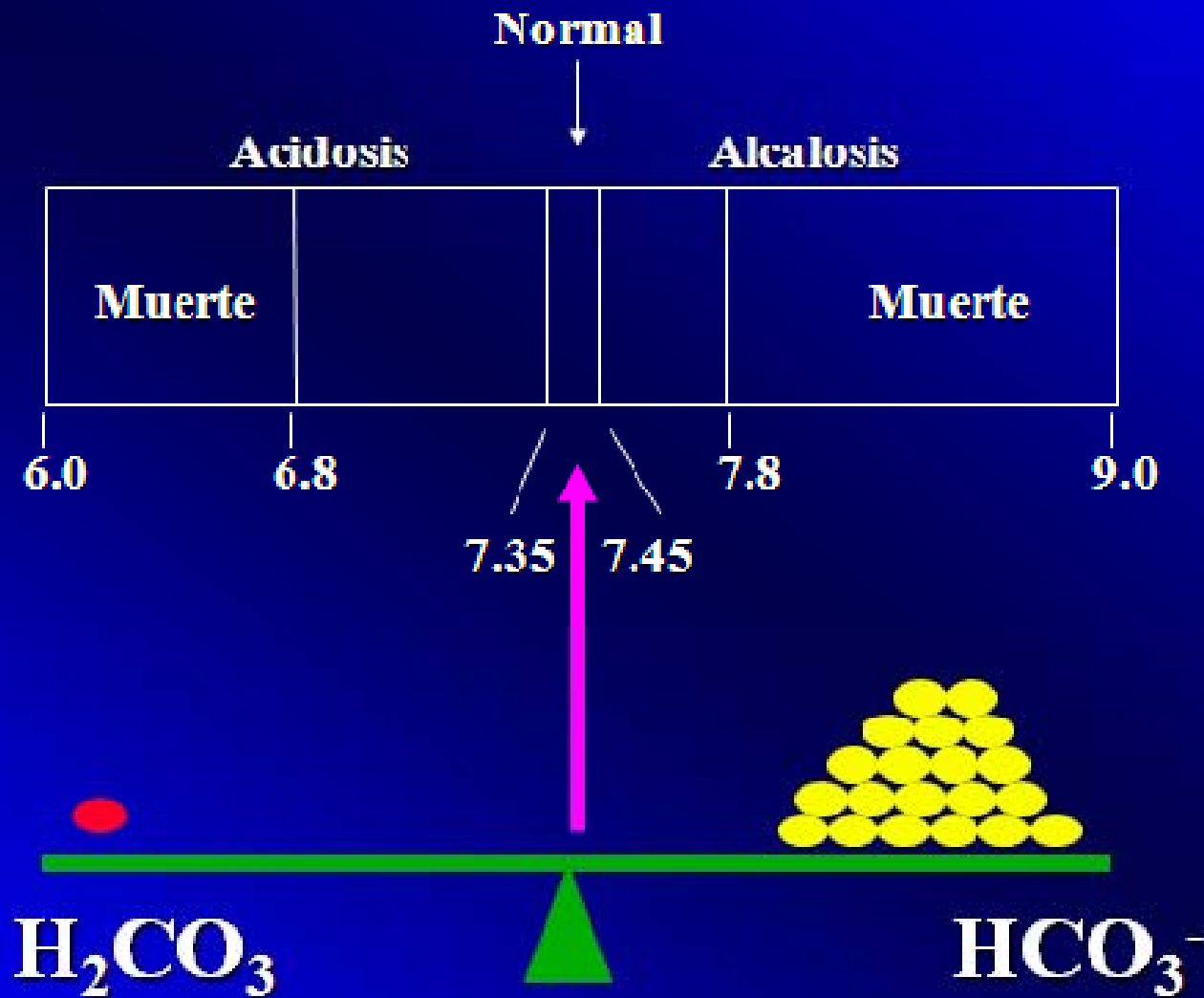
- Necrosis**

4.2 Electrolitos.

Interpretación (Aniones).

- Hipocloremia.
 - Causas de hiponatremia.
- Hipercloremia.
 - Causas de hipernatremia.
 - Acidosis metabólica hiperclorémica.
- HCO_3^- ↓
 - Acidosis metabólica.
- HCO_3^- ↑
 - Alcalosis metabólica.

Equilibrio Acido - Base



4.3 Principales amortiguadores.

A) Sistema amortiguador de bicarbonato.



B) Sistema amortiguador de la hemoglobina.

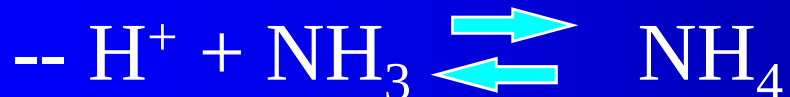


C) Sist. amortiguador de proteínas plasmáticas.

D) Sistema amortiguador de fosfato.



E) Sistema amortiguador de amonio.

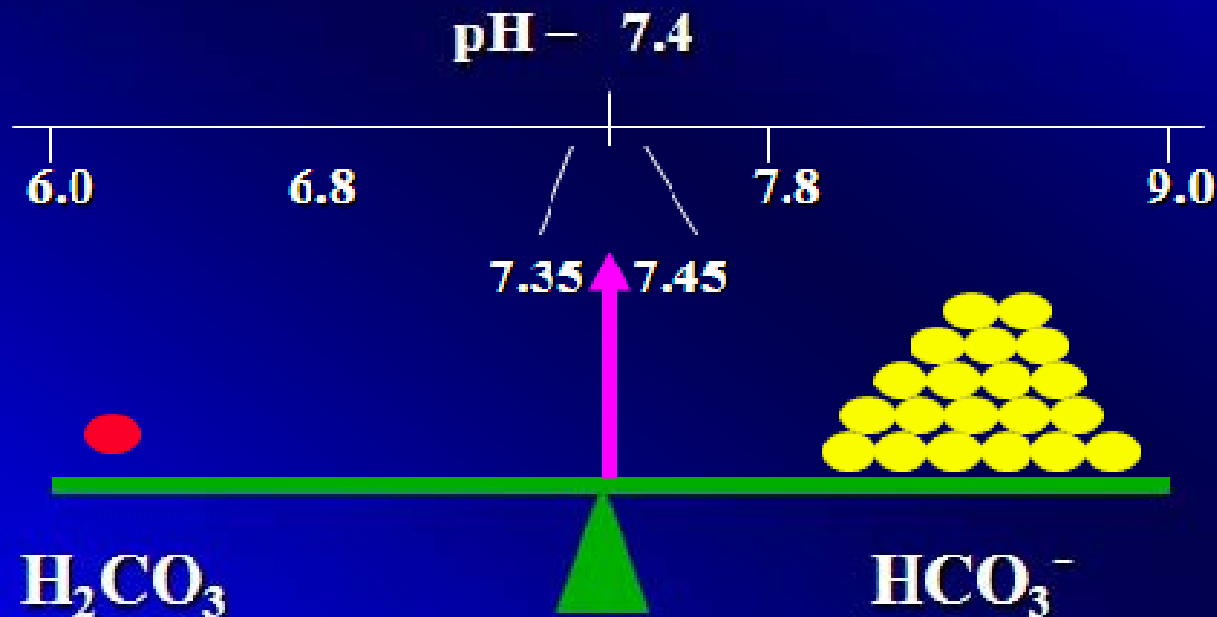


F) Sist. Amortiguador Tisular

Equilibrio Acido - Base

A) Sist. Amortiguador de Bicarbonatos

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



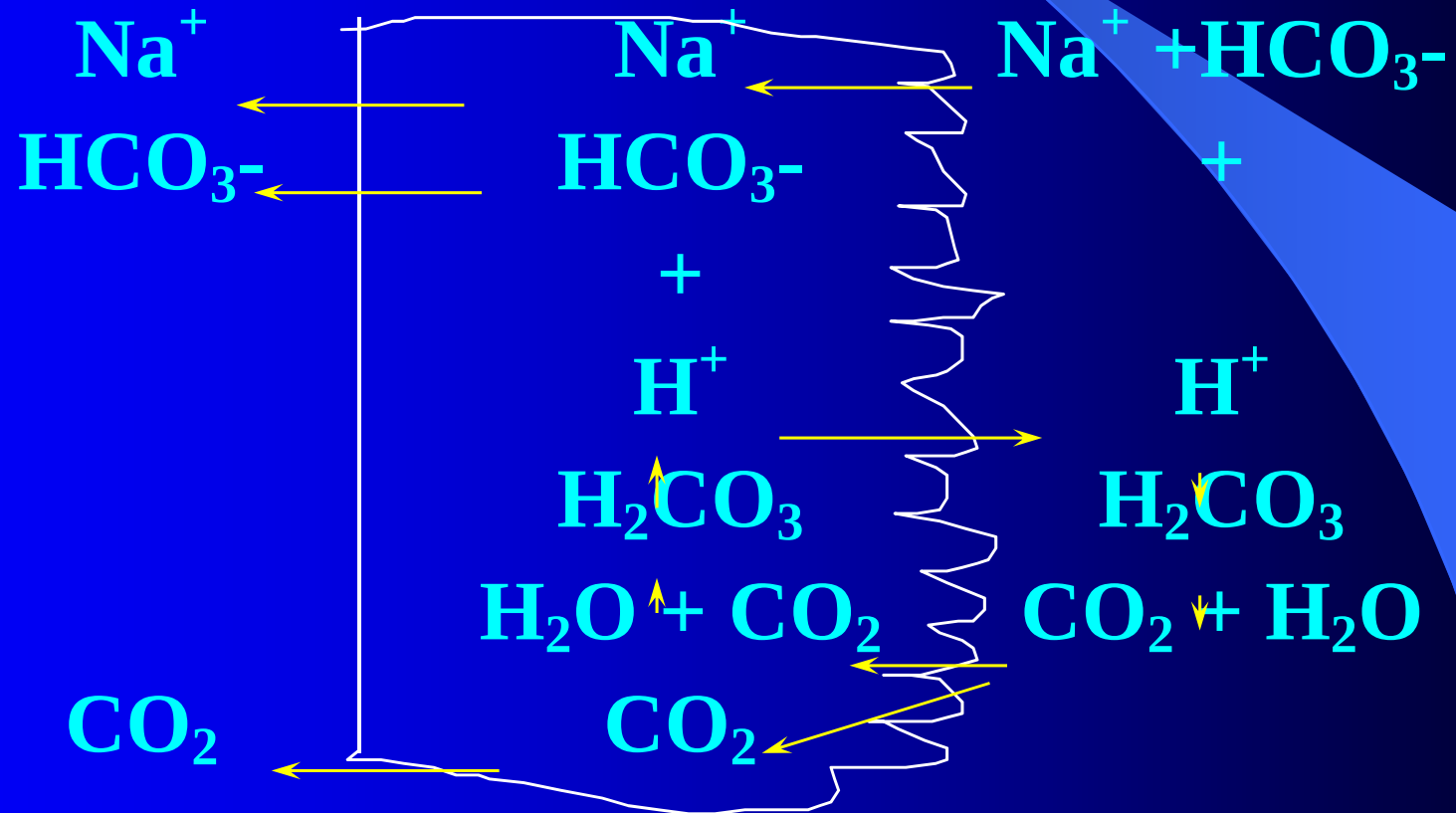
4.3 Sist. Bicarbonato

•RENAL:

PLASMA

C.TUBULAR

TÚBULO



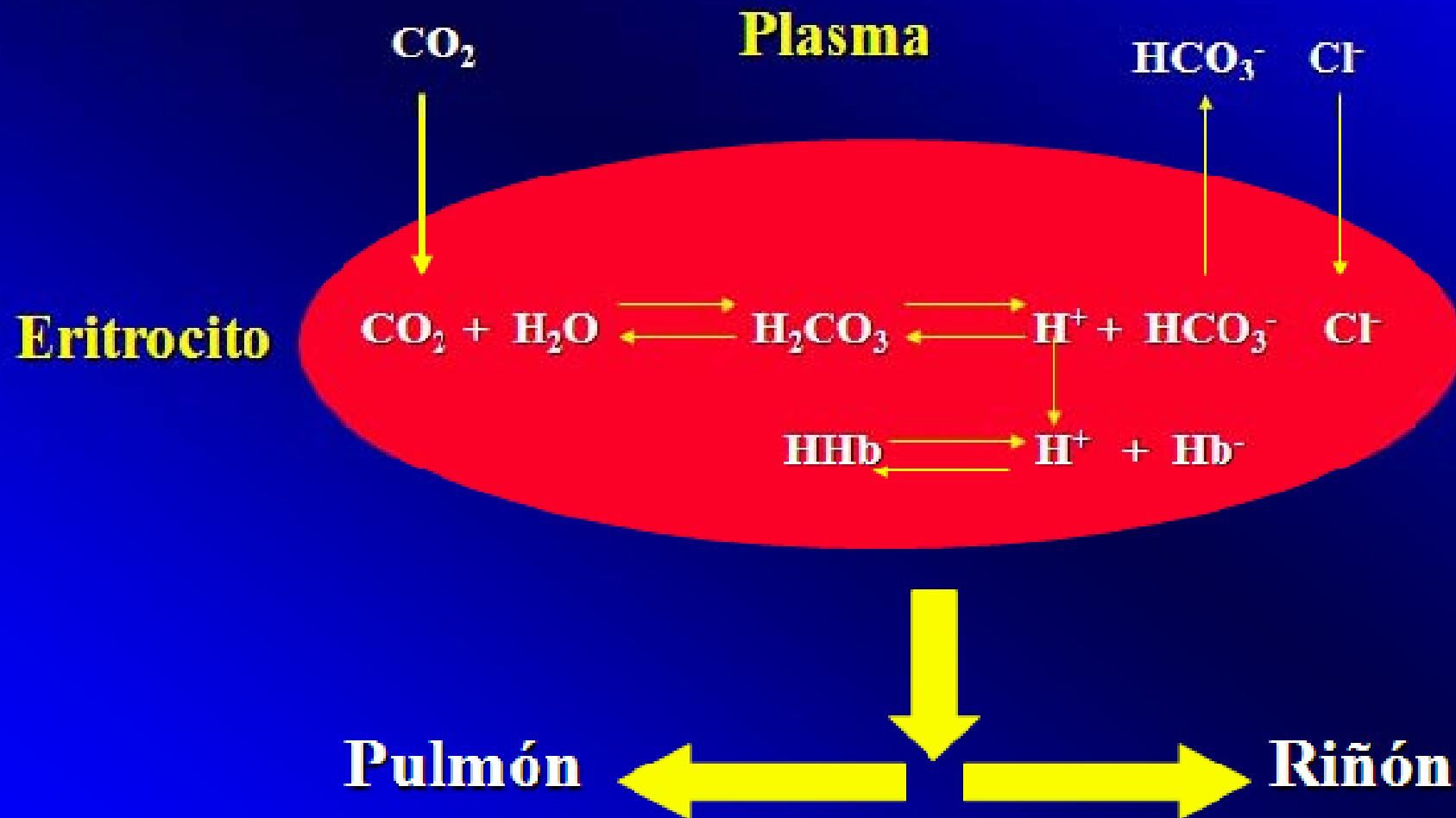
A pH 7.4

$[\text{H}_2\text{CO}_3]/[\text{HCO}_3^-] = 1:20$

(pH=7.35-7.45)

Equilibrio Acido – Base

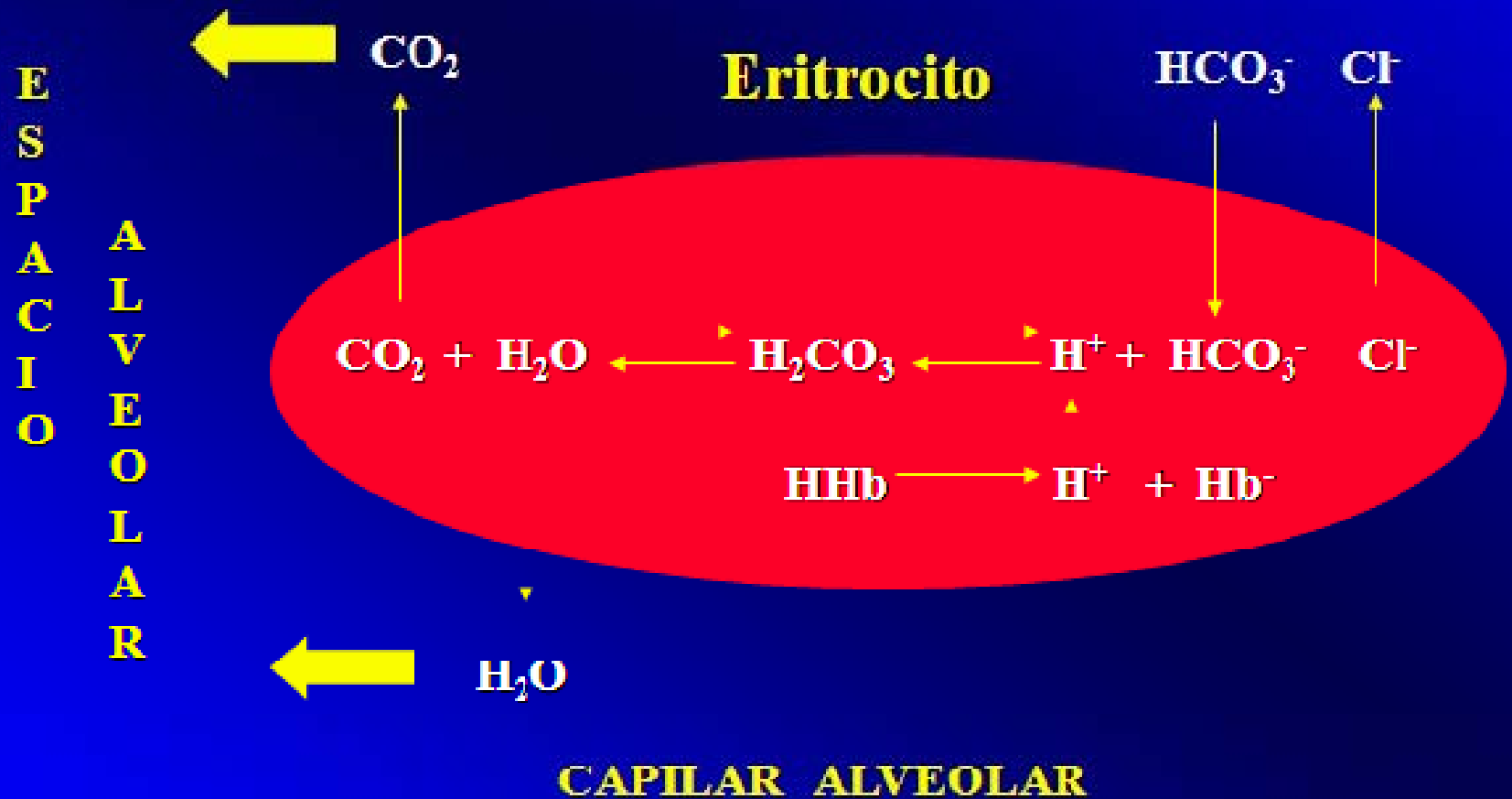
Sistema amortiguador



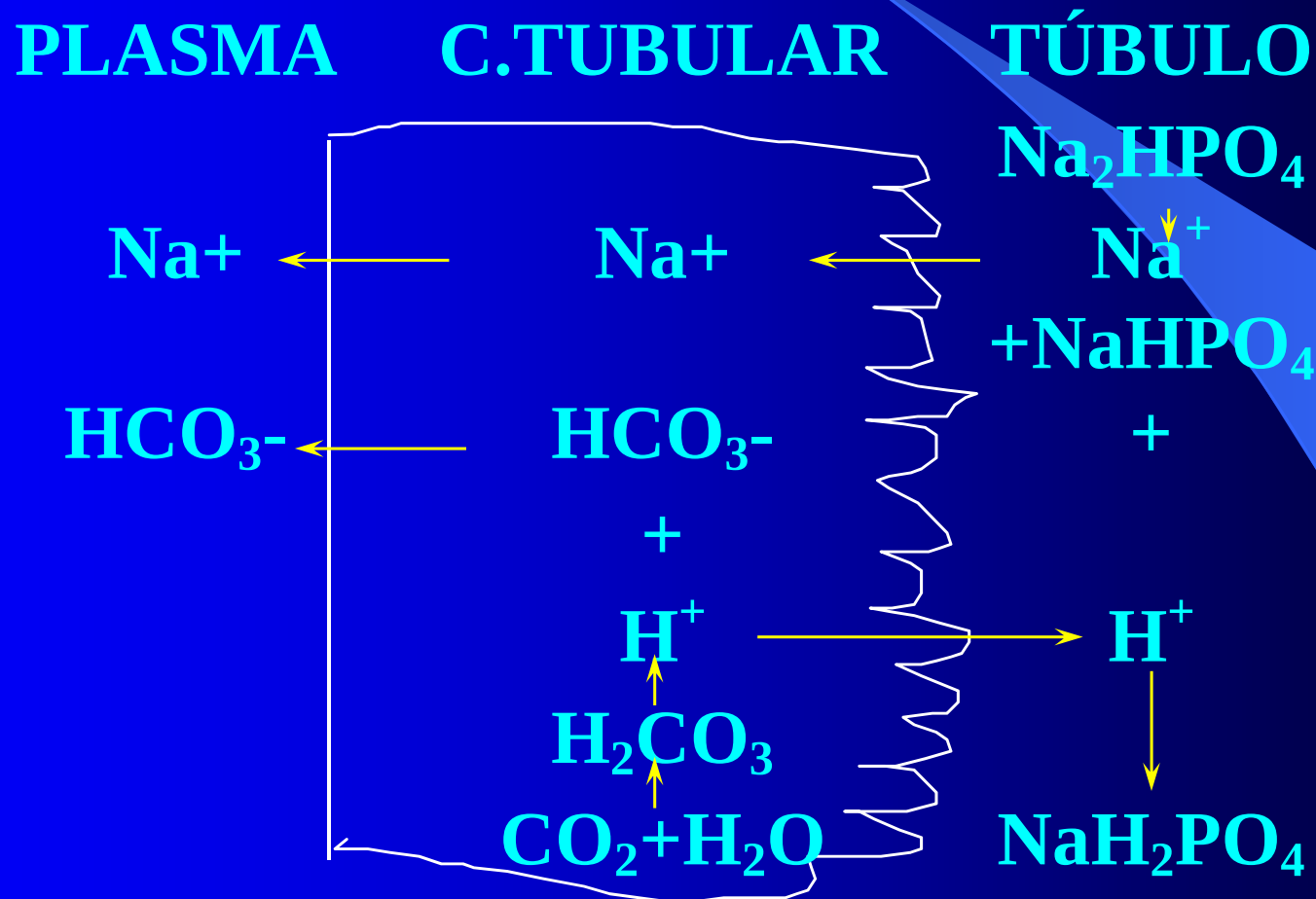
Equilibrio Acido – Base

B) Sistema amortiguador de hemoglobina

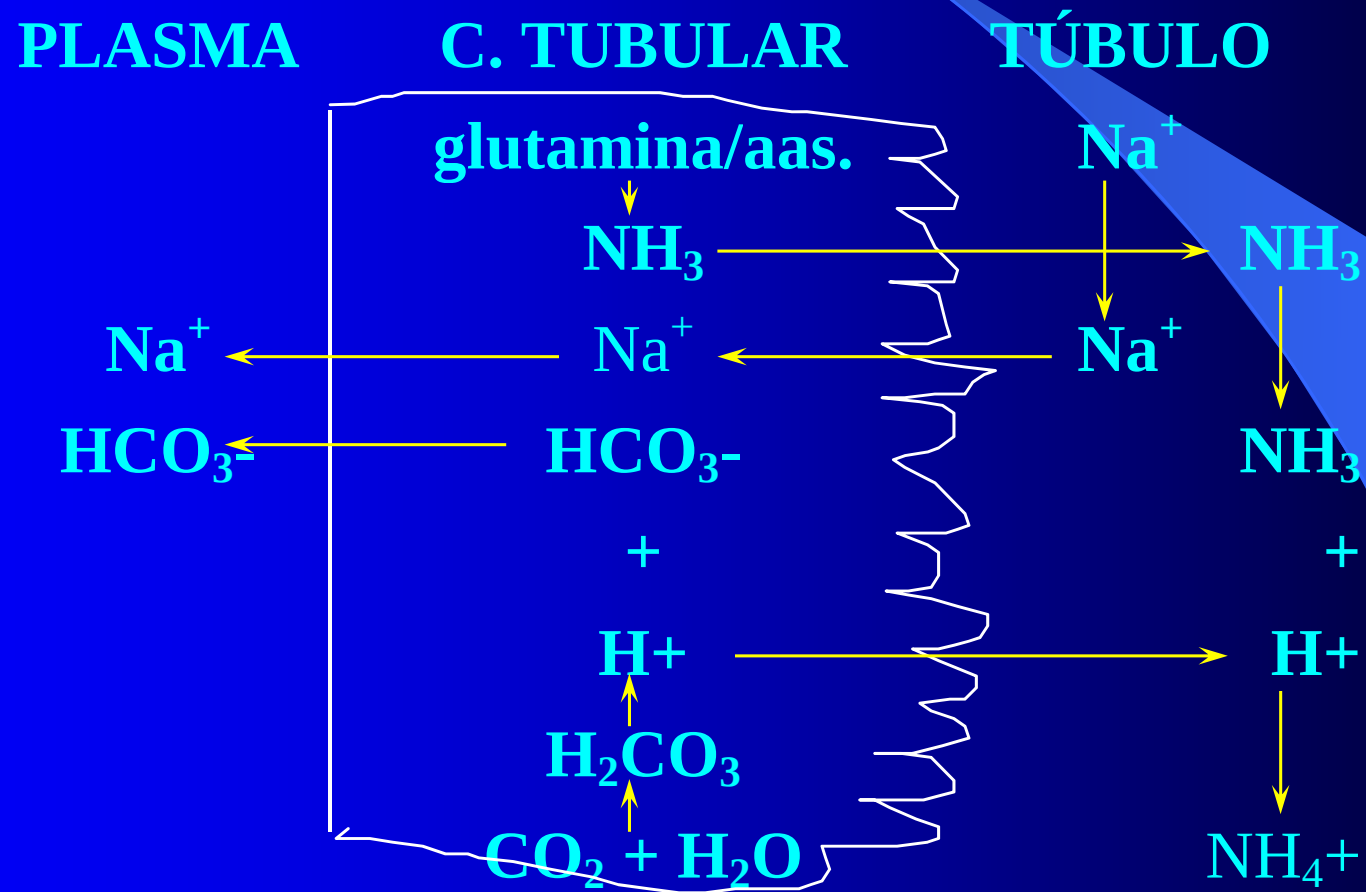
- Pulmonar:



4.3 D) Sist. Fosfato



4.3 E) Sist. Amonio

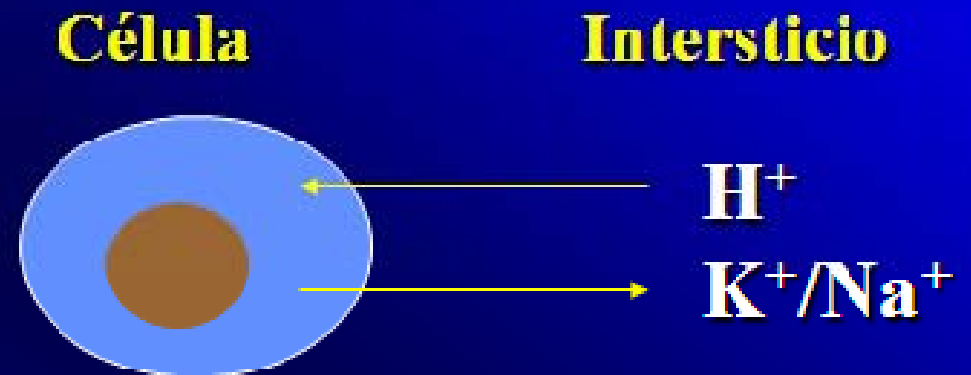


Equilibrio Acido – Base

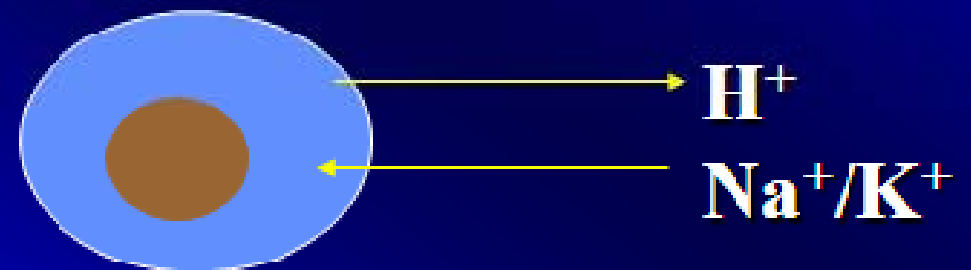
F) Sistema amortiguador

- **Tisular:**

a) Acidosis:



b) Alcalosis:

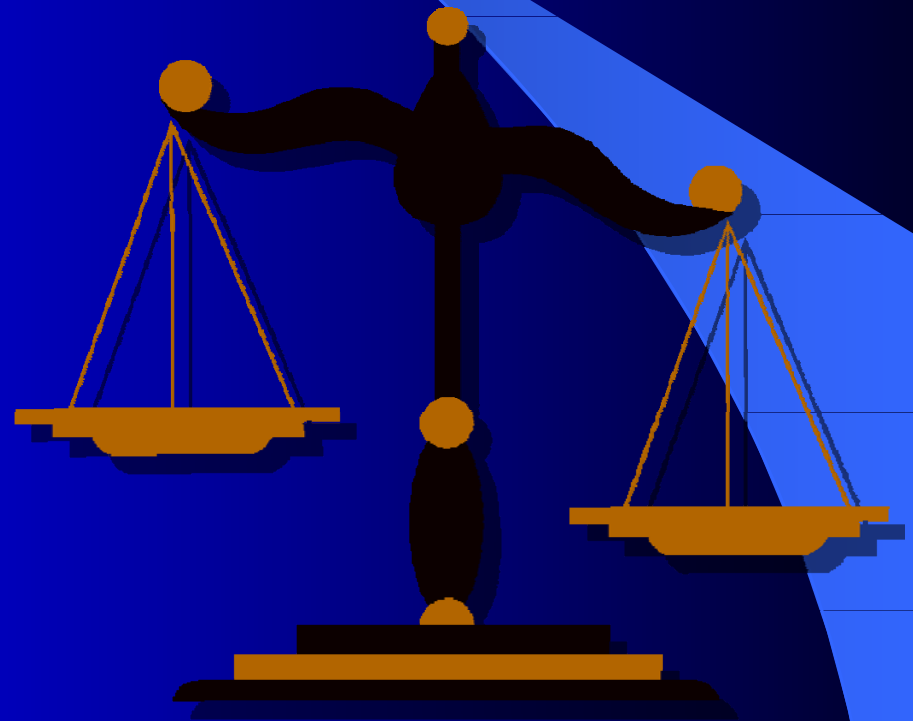


Intervalos de tiempo para que sucedan los procesos amortiguadores de la sangre

Bicarbonato en plasma	Inmediato
Respiratorio $H^+ + HCO_3^- \rightarrow CO_2 + H_2O$	Minutos
Proteína y Hemoglobina $H^+ + HbO_2 \rightarrow HHb + O_2$	Horas
Excreción renal de Ácidos o Retención de Bicarbonatos	Días

4.3 Equilibrio ácido/base. Patología

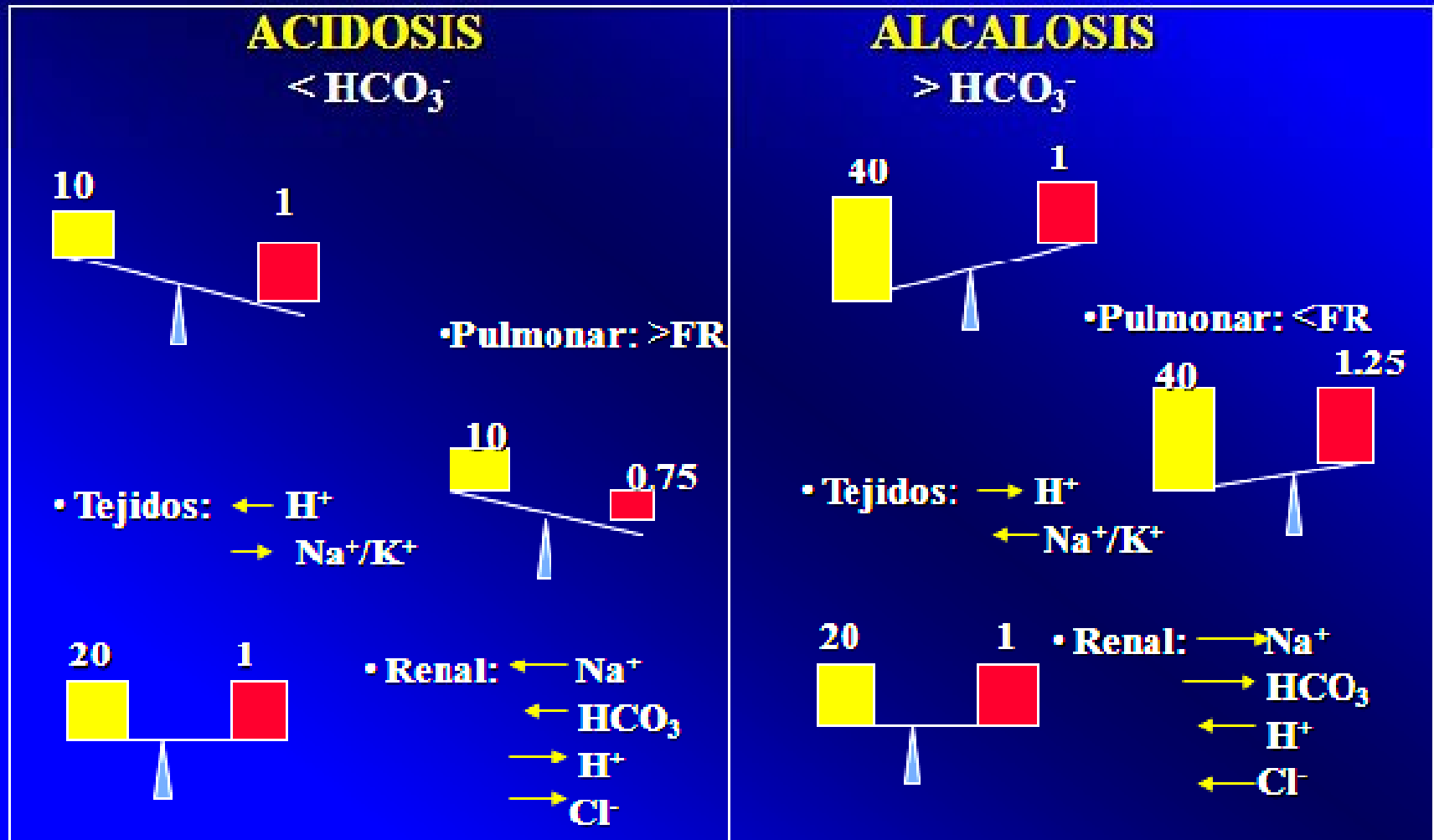
- Acidosis Metabólica.
 - $1[\text{H}_2\text{CO}_3] / 10[\text{HCO}_3^-]$
- Alcalosis Metabólica.
 - $1[\text{H}_2\text{CO}_3] / 30[\text{HCO}_3^-]$
- Acidosis Respiratoria.
 - $2[\text{H}_2\text{CO}_3] / 20[\text{HCO}_3^-]$
- Alcalosis Respiratoria.
 - $0.5[\text{H}_2\text{CO}_3] / 20[\text{HCO}_3^-]$



Equilibrio Acido – Base

Patología

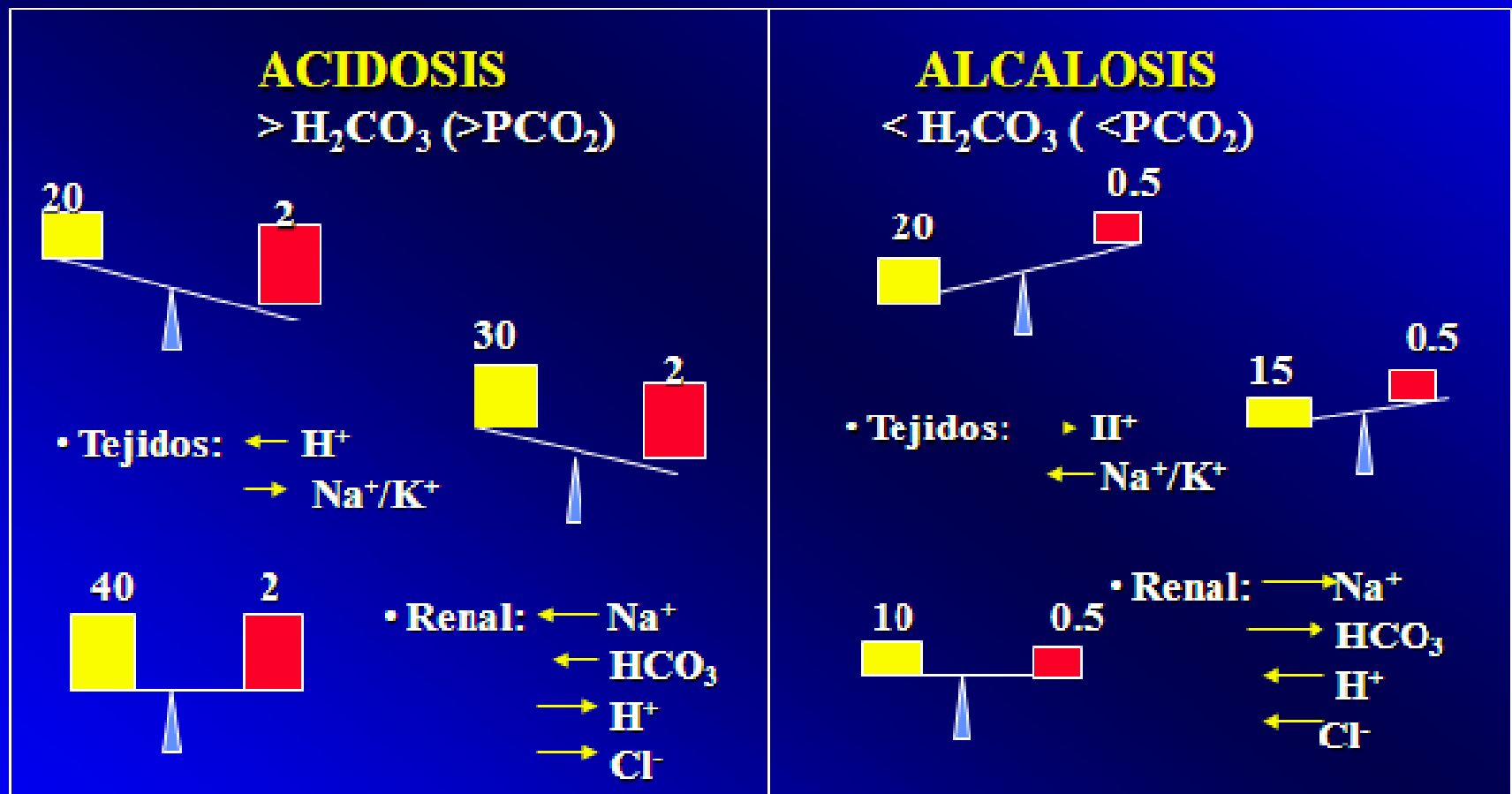
• Trastornos metabólicos:



Equilibrio Acido – Base

Patología

• Trastornos respiratorios:



COMPENSACIÓN RESPIRATORIA

Cuadro	Respuesta	Frecuencia respiratoria	Consecuencia
Alcalosis metabólica	Acidosis respiratoria	Hipoventilación	$\uparrow$ PCO ₂ Hipercapnia
Acidosis metabólica	Alcalosis respiratoria	Hiperventilación	$\downarrow$ PCO ₂ Hipocapnia

4.3 Equilibrio ácido/base. Pruebas diagnósticas.

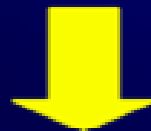
- Muestra :Sangre Heparinizada
- pH urinario y pH sanguíneo. (T. reactiva)
- PCO_2 (Presión parcial)
- HCO_3^- y CO_2 Total
- Resto Aniónico = $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$
- Dif. de Iones Fuertes = $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^-)$

Equilibrio Acido – Base

Análisis de Laboratorio

- **Resto aniónico:**

$$(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{CnM}) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^- + \text{AnM})$$



**a) Acidosis metabólica por ganancia de ácidos:
elevado**



**b) Acidosis metabólica por pérdida de bases:
normal**

4.3 Equilibrio ácido/base.

Interpretación de resultados. 1

Patología	pH	PCO ₂	HCO ₃ ⁻	H ₂ CO ₃ /HCO ₃ ⁻
Acidosis Metabólica				
No Compensada	↓	N	↓	↓
Comp. Parcial	↓	↓	↓	↓
Alcalosis Respirat.				
No compensada	↑	↓	N	↑

4.3 Equilibrio ácido/base.

Interpretación de resultados. 2

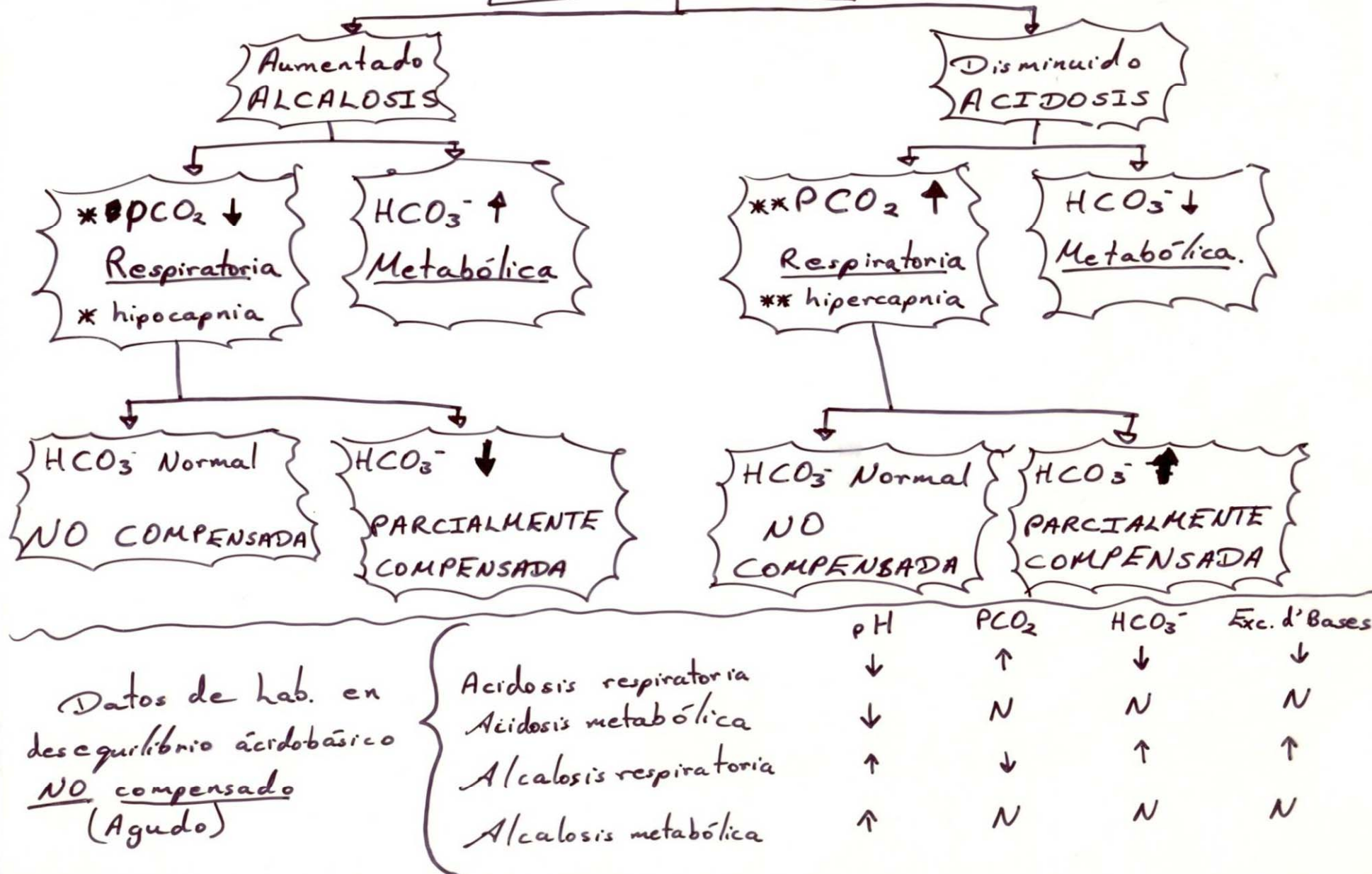
Patología	pH	PCO ₂	HCO ₃ ⁻	H ₂ CO ₃ /HCO ₃ ⁻
Alcalosis				
Metabólica				
No compensada	↑	N	↑	↑
Comp. Parcial	↑	↑	↑	↑
Acidosis Resp.				
No compensada	↓	↑	N	↓
Comp. Parcial	↓	↑	↑	↓

4.4 Integración de pruebas para evaluar homeostasis.

- Proteínas plasmáticas o séricas. (Pp o Ps)
- Hematocrito. (Ht)
- Urea sanguínea. (NUS)
- Gravedad Específica (GE) de orina.
- Electrodo Ion-Selectivo.
 - Na⁺, K⁺, Cl⁻, *CO₂Total, Ca⁺⁺, ect.
- pH urinario y pH sanguíneo. (T. reactiva)
- Brecha Aniónica = $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$

Integración de Pxs. para Dx. de alteraciones ácido-base.

pH en Sangre



Datos de Laboratorio en el desequilibrio ácido-básico parcialmente compensado.

	pH	PCO ₂	HCO ₃ ⁻	Exc. d' Bases	Trastorno causal
I Acidosis respiratoria	↓	↑	↑ N	N ó +	Anestesia
II Acidosis metabólica	↓	↓	↓	—	1) Pérdida HCO ₃ 2) Acumulación d' ácidos
III Acidosis mixta					
Respiratoria primaria	↓	↑	↓	—	1) Anestesia quirúrgica prol. 2) Cortocircuito circulatorio funcional d' D → I.
+ Metabólica primaria					3) Recién nacido.
IV Alcalosis respiratoria	↑	↓	↓	N (—)	1) Hiperventilación 2) Dolor 3) Etapa inicial de postración x T ₀ ↑
V Alcalosis metabólica	↑	↑	↑	+	1) Vómitos 2) Alcalosis renal.
VI Alcalosis mixta					
Respiratoria primaria	↑	↓	↑	+	1) Hiperventilación + vómito
+ Metabólica primaria					2) Yatrógeno
Otras combinaciones					
VII Acidosis respir. primaria	N ↑ ↓	↑	↑	+	Hipoventilación + vómitos
+ Alcalosis metabólica primaria					
VIII Alcalosis respir. primaria	N ↑ ↓	↓	↓	—	Hiperventilación + enf. renal, diarrea.
+ Acidosis metabólica primaria					
IX Alcalosis respir. primaria	N ↑ ↓	N ↑ ↓	N ↑ ↓	N + ó -	Vómitos + enf. renal, o diarrea.
+ Acidosis metabólica primaria.					