

# Electrolitos en la función renal II

Jonathan Germán Bafico





- ▶ ELECTROLITOS EN LA FUNCIÓN RENAL I

- ▶  $\text{Na}^+$

- ▶  $\text{K}^+$

- ▶ ELECTROLITOS EN LA FUNCIÓN RENAL II

- ▶  $\text{Cl}^-$

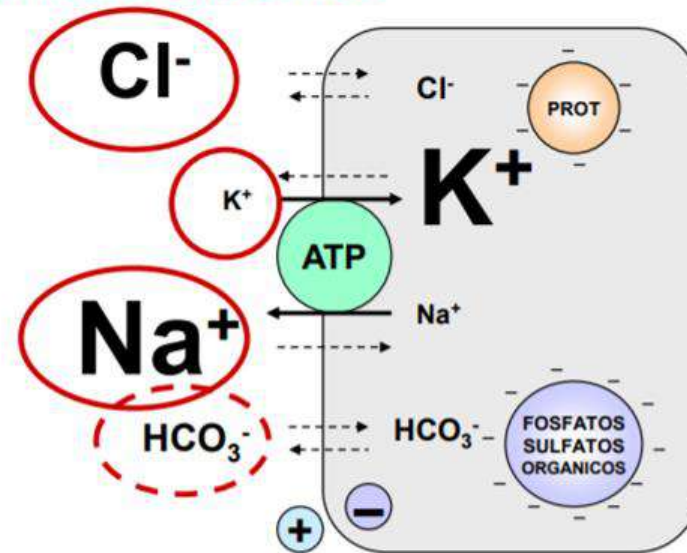
- ▶  $\text{Ca}^{2+}$

- ▶  $\text{HCO}_3^-$

# DISTRIBUCIÓN DE CATIONES Y ANIONES ENTRE EL LEC Y EL LIC

	LEC	LIC
Na <sup>+</sup> (mEq/L)	145	12
K <sup>+</sup> (mEq/L)	4	150
Ca <sup>2+</sup> (mEq/L)	5	0.001
Cl <sup>-</sup> (mEq/L)	105	5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	25	12
Pi (mEq/L)	2	100
pH	7.4	7.1

## PERFIL ELECTROLITICO



La suma de los cationes es igual a la suma de los aniones en cada compartimiento

La osmolaridad del LEC = la osmolaridad del LIC

# CLORUROS

- Principal anión extracelular (92-106 mmol/l).
- En ausencias de alteraciones ácido/base, las concentraciones de  $\text{Cl}^-$  plasmático sigue a las de  $\text{Na}^+$
- Útil en el diagnóstico diferencial de desórdenes en el estado ácido/base
- Esencial para el cálculo del anión GAP.
- Clínicamente sus fluctuaciones tienen poca consecuencias pero es importante como signo de una alteración subyacente de los líquidos o del estado ácido/base.

# HIPOCLOREMIA

- Nefritis perdedoras de sales
- Acidosis metabólica con anión Gap aumentado (aumento de la producción o disminución de excreción de ácidos orgánicos, cetoacidosis diabética, falla renal).
- Pérdidas gastrointestinales.
- Diuréticos del asa
- Hiponatremia
- Fibrosis quística (pérdida por sudor)

# HIPERCLOREMIA

- Acidosis metabólica asociada a la pérdida gastrointestinal de bicarbonato.
- Insuficiencia renal aguda.
- Deshidratación.
- Inhibidores de la anhidrasa carbónica.
- Administración de cloruro de amonio, aminoácidos, soluciones salinas.

# CLORO URINARIO

- ▶ Orina ocasional para diagnóstico diferencial de alcalosis metabólica.
  - ▶ Alcalosis Metabólica Sensible al Cloro (< 20 mEq/l).
    - ▶ Perdidas intestinal de ácidos
    - ▶ Pérdida renal de ácidos.
    - ▶ Fibrosis quística (pérdida cutánea de Cl<sup>-</sup>)
  - ▶ Alcalosis Metabólica Resistente al Cloro (> 30-40 mEq/l).
    - ▶ Exceso de mineralocorticoides.
    - ▶ Diuréticos (durante su uso).
    - ▶ Otros.

## Valores de referencia para Cl<sup>-</sup>

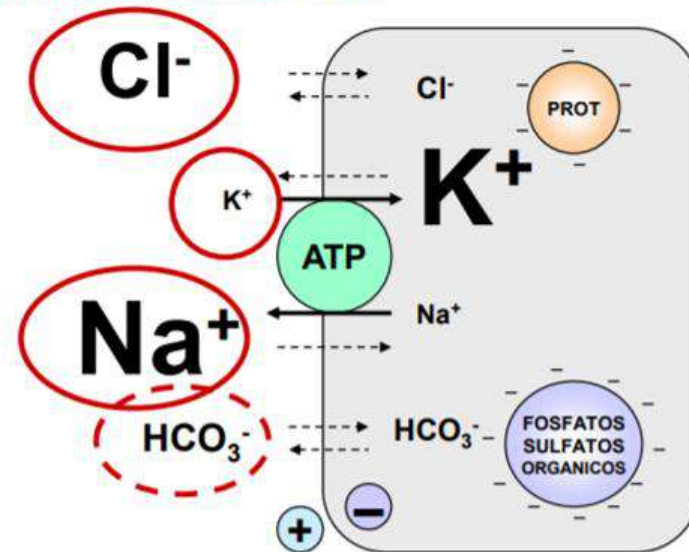
<b>MATERIAL</b>	
	Cl <sup>-</sup> (mEq/l)
<b>Suero/plasma</b>	92 - 106
<b>Orina</b>	110- 250 mEq/día
<b>Líqu. cefalorraquídeo</b>	-----
<b>Sudor</b>	1-35
<b>Heces</b>	-----
<b>Jugo gástrico</b>	-----



# BICARBONATO (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

	LEC	LIC
Na <sup>+</sup> (mEq/L)	145	12
K <sup>+</sup> (mEq/L)	4	150
Ca <sup>2+</sup> (mEq/L)	5	0.001
Cl <sup>-</sup> (mEq/L)	105	5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	25	12
Pi (mEq/L)	2	100
pH	7.4	7.1

## PERFIL ELECTROLITICO



La suma de los cationes es igual a la suma de los aniones en cada compartimiento

La osmolaridad del LEC = la osmolaridad del LIC

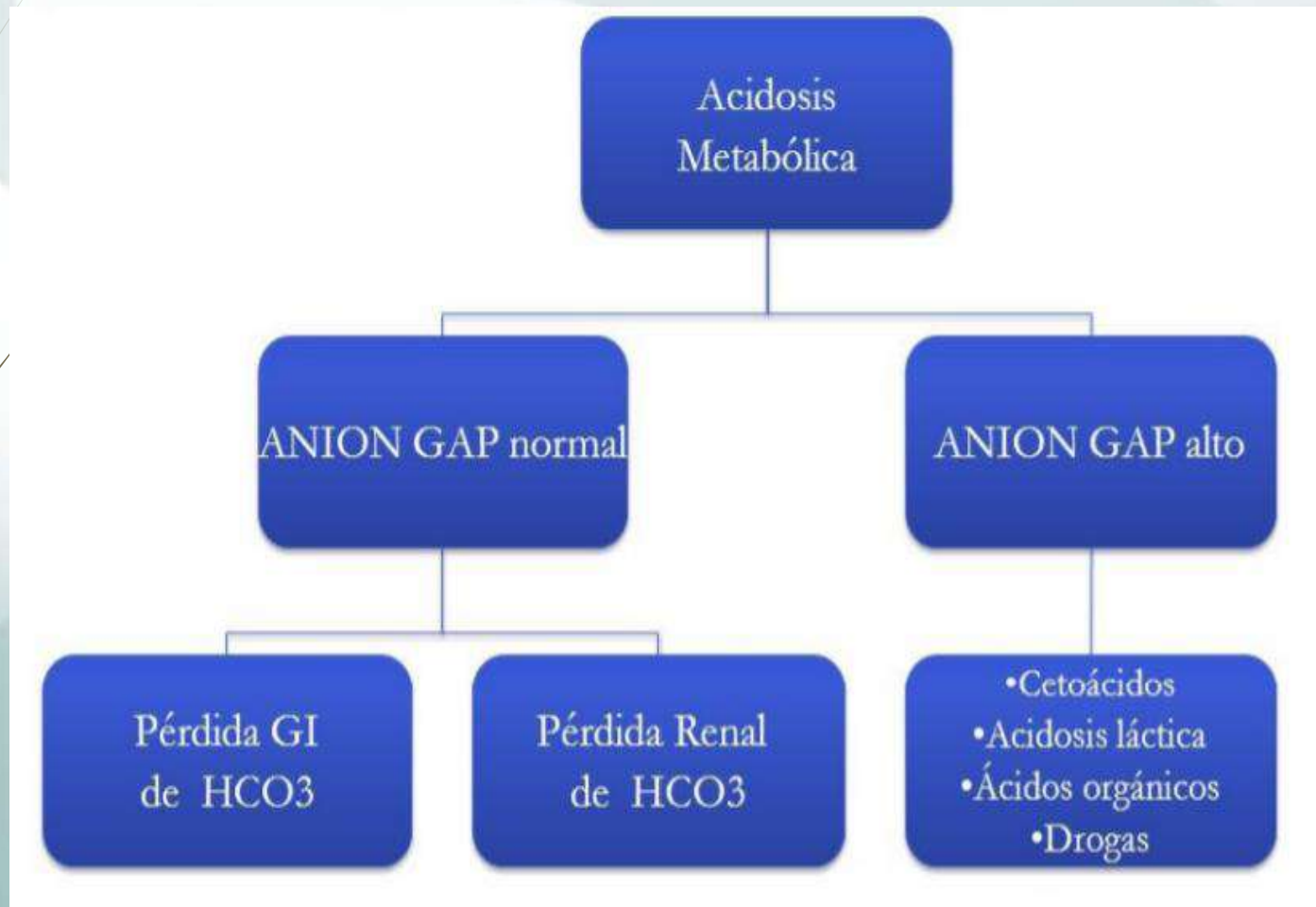
# BICARBONATO ( $\text{HCO}_3^-$ )

- ▶ El sistema buffer  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$  es el más importante por su concentración.
- ▶ El  $\text{HCO}_3^-$  se puede estimar con la  $\text{TCO}_2$  (contenido total de dióxido de carbono), VR: 22-30 mmol/l.
- ▶ Este  $\text{HCO}_3^-$  es útil para calcular la brecha iónica (AGap).
  - ▶  $\text{AGap} = \text{Cationes medidos (Na}^+ \text{)} - \text{Aniones medidos (Cl}^- + \text{CO}_3\text{H}^- \text{)}$
- ▶ Cada laboratorio debe definir su valor normal para AGap.
- ▶ El AGap es una herramienta que proporciona datos para el diagnóstico y tratamiento de los trastornos Ácidos/Base del tipo metabólico.
  - ▶ AGap está  $\uparrow$ : Acidosis metabólica por ácidos fijos
  - ▶ AGap está normal o ligeramente  $\downarrow$ : Acidosis metabólica hiperclorémica.

Albúmina normal: 4,4 gr/dL

$\text{AGap(Corregido)} = \text{AGap(Paciente)} + 2,5 [\text{Alb (Normal)} - \text{Alb (Paciente)}]$

# BICARBONATO ( $\text{HCO}_3^-$ )



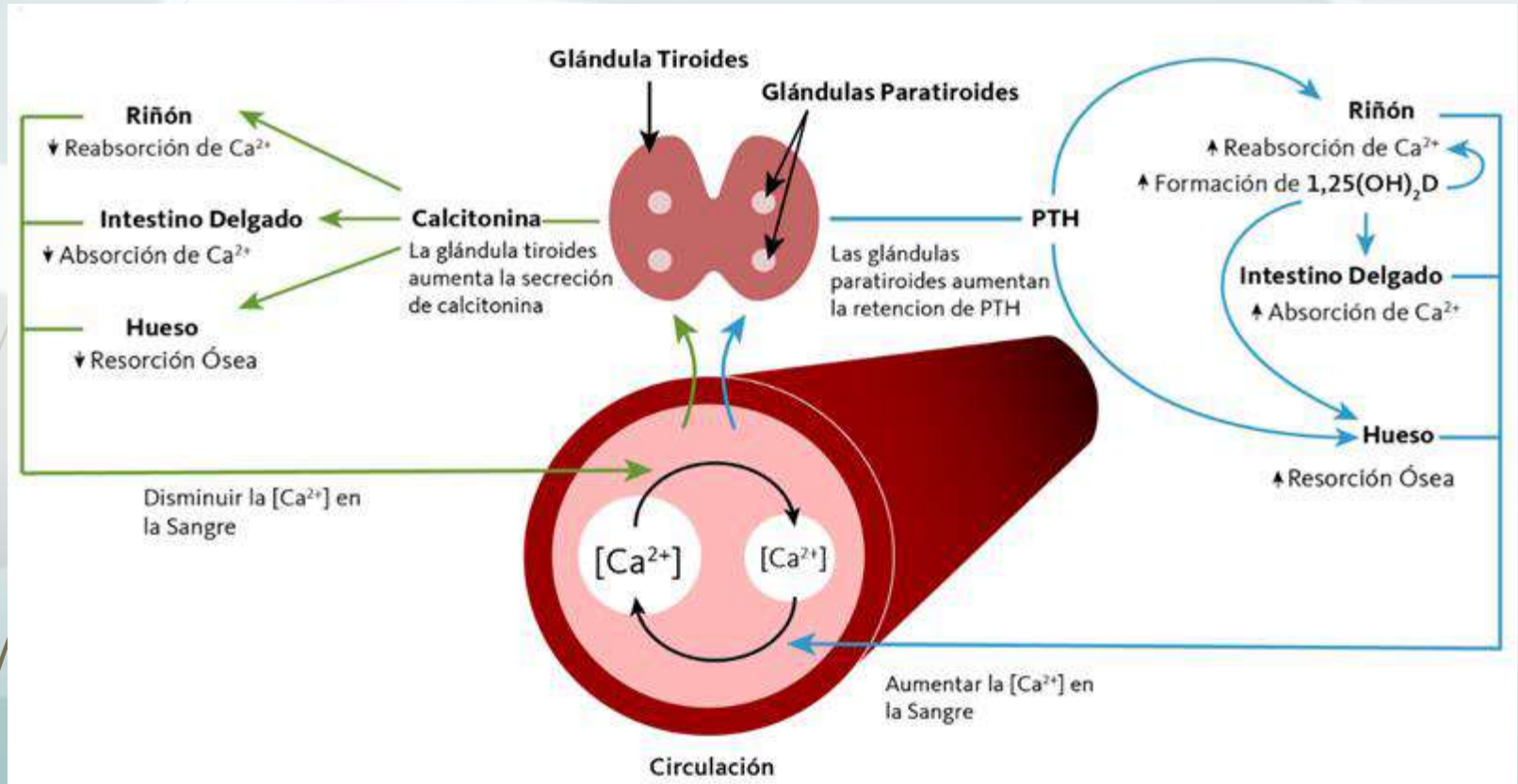
# BICARBONATO ( $\text{HCO}_3^-$ )

- ▶ Acidosis metabólica con anión gap aumentado
  - ▶ Cetoacidosis diabética o alcohólica.
  - ▶ Acidosis láctica
  - ▶ Toxinas (metanol, etilenglicol, AAS)
  - ▶ Falla renal
  - ▶ Rabdomiólisis
- ▶ Acidosis metabólica con anión gap normal o hiperclorémica
  - ▶ Pérdida gastrointestinal de  $\text{HCO}_3^-$ 
    - ▶ a) diarrea severa
    - ▶ b) pancreatitis
    - ▶ c) fístula intestinal
  - ▶ Pérdida renal de  $\text{HCO}_3^-$ 
    - ▶ a) acidosis tubular renal
    - ▶ b) falla renal temprana
    - ▶ c) inhibidores de la anhidrasa carbónica
    - ▶ d) inhibidores de la aldosterona

# Calcio iónico ( $\text{Ca}^{2+}$ )

- ▶ Cation más abundante del cuerpo humano (99% en huesos, 1% FEC y tejidos blandos).
- ▶ El calcio existe en tres estados fisicoquímicos en el plasma:
  - ▶ Ca libre o ionizado: constituye el 50% del calcio circulante.
  - ▶ Ca unido a proteínas: constituye el 40% del calcio circulante; el 80-90% del mismo está unido a albúmina y el resto a globulinas.
  - ▶ Ca en forma de complejos: el 10% del calcio circulante está unido a aniones pequeños como citrato, fosfato, lactato o bicarbonato.
- ▶ El calcio libre o ionizado es la forma biológicamente activa. Su concentración plasmática es finamente regulada por la PTH, 1,25-dihidroxi-vitamina D y la calcitonina.

# HOMEOSTASIS DEL CALCIO





# Calcio iónico ( $\text{Ca}^{2+}$ )

- El calcio iónico es el responsable de los signos, síntomas y trastornos cuando se alteran sus niveles plasmáticos.
- Modificaciones del nivel sérico de albumina producen alteración del calcio sérico total, pero NO del iónico.
- La unión del calcio con la albumina dependerá del pH.
  - $\downarrow$  pH,  $\downarrow$  calcio unido a albumina,  $\uparrow$  calcio iónico.
  - $\uparrow$  pH,  $\uparrow$  calcio unido a albumina,  $\downarrow$  calcio iónico.

La relación pH-Calcio iónico es lineal entre valores de pH 7.20-7.60 con concentraciones normales de albumina y proteínas totales.

POR ESTO EL CALCIO TOTAL PUEDE NO SER UN INDICADOR ADECUADO EN LA ALTERACIÓN HOMESTÁTICA DEL CALCIO.

# Calcio iónico (Ca<sup>2+</sup>)

## Valores de referencia

SUERO	Ca 2+ (mmol/l)
NEONATO 2 HS	1.21 -1.46
NEONATO 24 HS	1.10 – 1.36
NEONATO 3 DÍAS	1.15 – 1.42
NEONATO 5 DÍAS	1.22 – 1.48
ADULTOS JÓVENES	1.20 – 1.38
ADULTOS	1.16 – 1.32

Valores críticos sugeridos para calcio iónico:

- Límite inferior: < a 0.78 mmol/l
- Límite superior: > a 1.60 mmol/l



# Calcio iónico (Ca<sup>2+</sup>)

- ▶ Como la determinación de Ca<sup>2+</sup> es afectada por cambios de pH del medio por la difusión de dióxido de carbono de la muestra al ambiente (↑pH).

$$\text{Ca}^{2+} \text{ corregido a pH } 37^{\circ} = \text{Ca}^{2+} \text{ suero} + (0.04 * \left(\frac{\text{pH suero} - 7.40}{0.1}\right))$$

SIEMPRE INFORMAR AMBOS (CORREGIDO Y SIN CORREGIR)

# CAUSAS DE ALTERACIÓN

- ▶ Valores aumentados:
  - ▶ Hiperparatiroidismo
  - ▶ Tumores secretores de PTH
  - ▶ Ingesta aumentada de Vit. D
  - ▶ Disminución del pH plasmático.
  
- ▶ Valores disminuidos:
  - ▶ Hipoparatiroidismo
  - ▶ Deficiencia de Vit. D
  - ▶ Sepsis
  - ▶ Aumento pH plasmático
  - ▶ Falla multiorgánica
  - ▶ Hemólisis

# Preanalítica del Ca<sup>2+</sup>

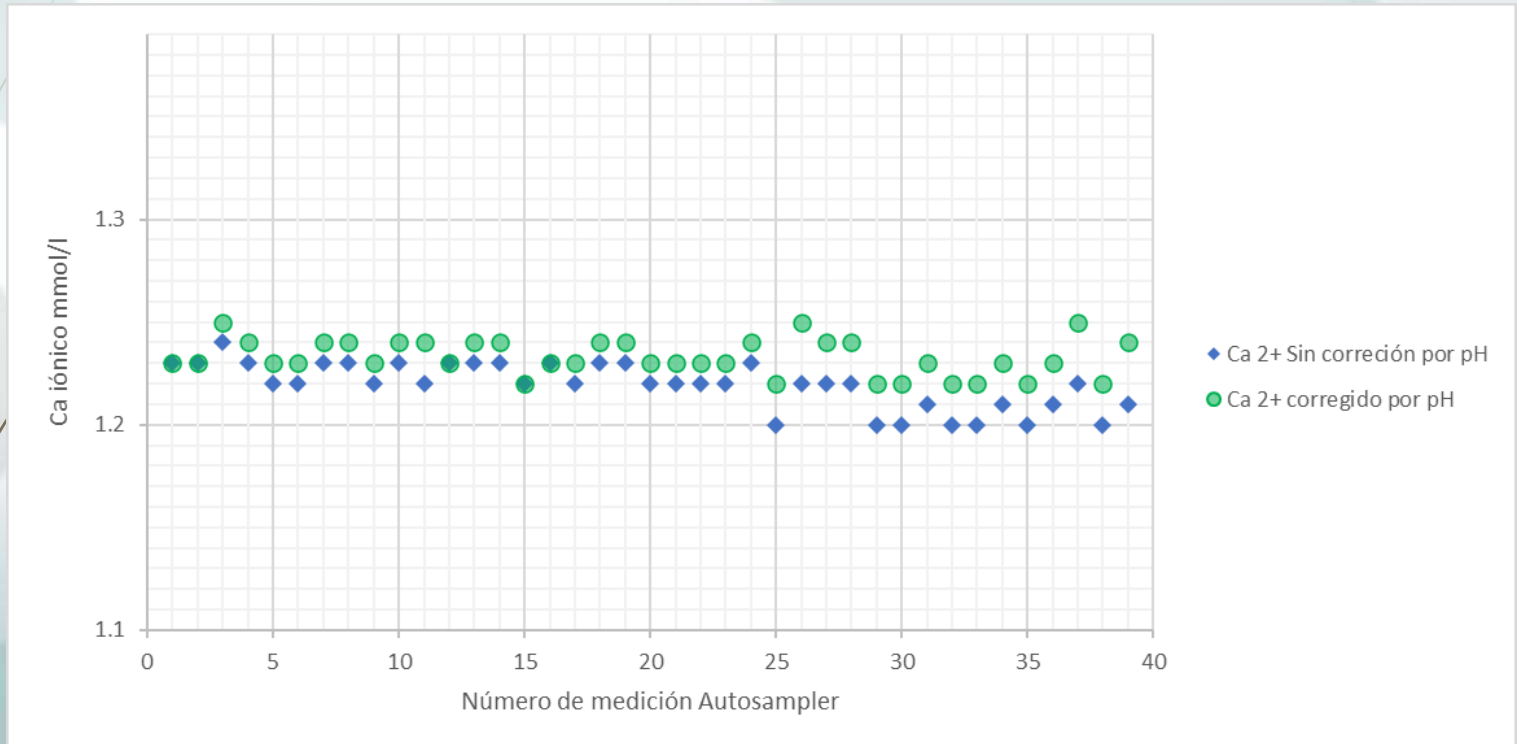
- ▶ Tipo de muestra:
  - ▶ sangre total (rápido, urgencias).
  - ▶ Plasma o suero recogido anaeróbicamente (rutina)
- ▶ Toma de muestra:
  - ▶ Extraída sin torniquete o que no demore más de 2 min.
  - ▶ Anticoagulante HEPARINA únicamente.
  - ▶ Evitar descargas bruscas para evitar hemolisis (ocasiona descensos in vitro del calcio libre).
- ▶ Conservación:
  - ▶ Sangre entera: dentro de los 30 min., o un margen de tiempo no superior a 4Hs refrigerada a 4°C.
  - ▶ Suero: llenar al máximo para evitar cámara de aire, mantener anaerobiosis, centrifugar (refrigerado en lo posible) tapados antes de las 3 Hs, tubos al vacío hasta 70 Hs a 4°C.
- ▶ Transporte:
  - ▶ Muestra refrigera, no utilizar hielo seco ya que provoca una sobresaturación de CO<sub>2</sub>.

# Sugerencias

- ▶ Si la muestra se realizan otras determinaciones, la medida de calcio iónico será siempre la primera
- ▶ Instruir adecuadamente al extraccionista.
- ▶ Utilizar suero en anaerobiosis (tubo al vacío) o sangre entera con heparina liofilizada sin dejar cámara de aire.
- ▶ Muestras tapadas, se destapan recién en el momento de procesarlas.
- ▶ Si existen demoras, conservar la muestra refrigerada.
- ▶ Cada laboratorio debe establecer sus propios valores de referencias.

# Ensayo Ca<sup>2+</sup> en Autosampler PL4+

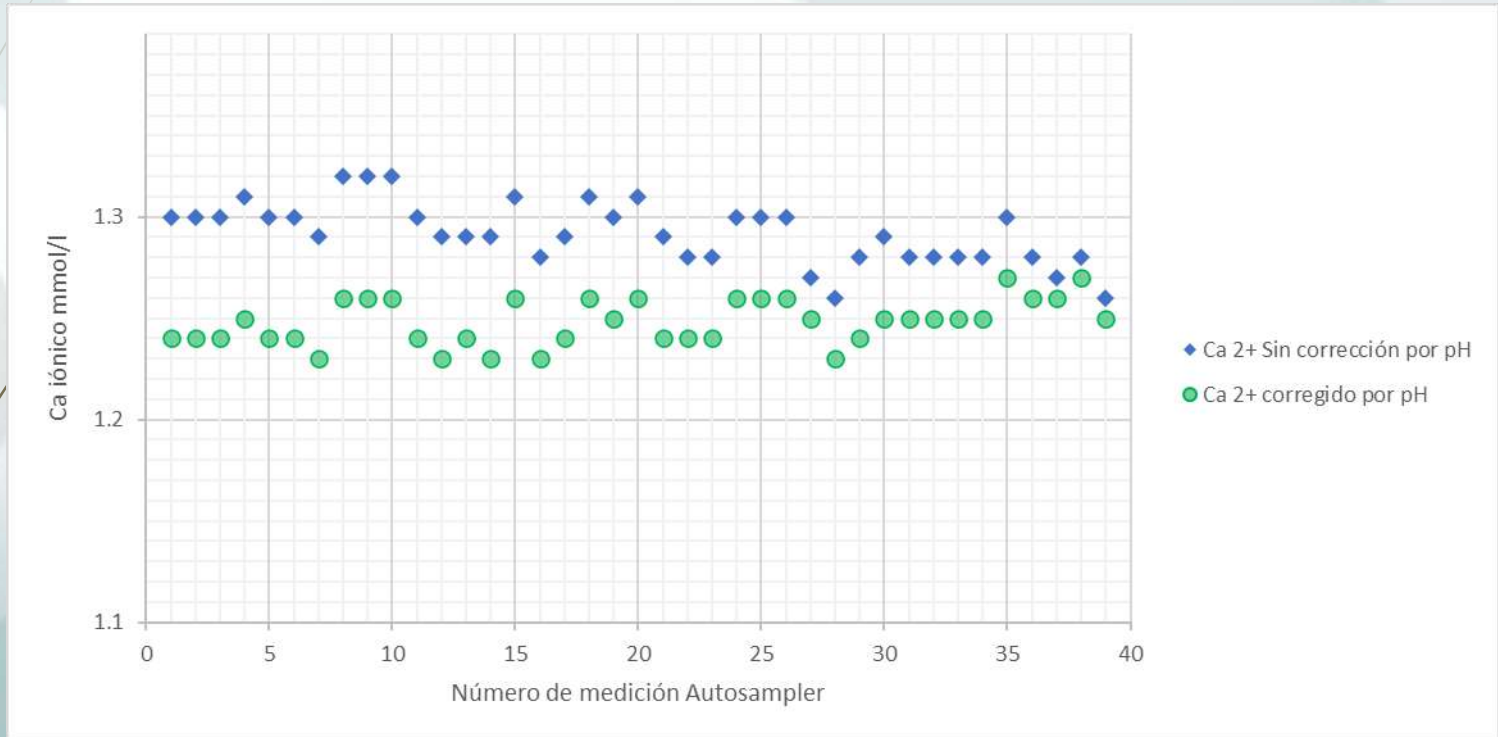
Gráfico de Ca<sup>2+</sup> en función de la medición a pH ~ 7.40



SERUM POOL			
	Ca <sup>2+</sup>	pH@37°C	Ca <sup>2+</sup> @pH 7.40
Mean	1.22	7.43	1.23
Standard deviation (SD)	0.01	0.02	0.01

# Ensayo Ca<sup>2+</sup> en Autosampler PL4+

Gráfico de Ca<sup>2+</sup> en función de la medición a pH ~ 7.30



## SERUM POOL

	Ca <sup>2+</sup>	pH@37°C	Ca <sup>2+</sup> @pH 7.40
<b>Mean</b>	1.29	7.32	1.25
<b>Standard deviation (SD)</b>	0.02	0.03	0.01

# Calcio Urinario

- Importante en pacientes con sospecha de Hiper calciuria.
- Medir en orina 24 Hs:
  - Adulto dieta baja a media 50-150 mg/día
  - Adulto dieta media a alta 100 – 300 mg/día
- Orina ocasional evaluar relación  $UCa^{2+} / Ucreatinina$ , valor inferior a 0.3 indica que el paciente no cursa con hiper calciuria.

# Preanalítica electrolitos

- ▶ Conservación y almacenamiento:
  - ▶ Suero, plasma (separados del paquete globular), y orina se pueden almacenar a 4°C, o ser congelados si no se va a procesar inmediatamente.
  - ▶ Sangre entera debe procesarse inmediatamente de recibida.
  - ▶ Líquidos gástricos, intestinales y de drenaje, si no se procesan inmediatamente, deberían congelarse para evitar crecimiento microbiano.
  - ▶ Muestras de heces líquidas deben filtrarse (gasa o papel de filtro) y ser centrifugadas.



# VALORES DE REFERENCIA

MATERIAL	ELECTROLITO			
	Na <sup>+</sup> (mmol/l)	K <sup>+</sup> (mmol/l)	Cl <sup>-</sup> (mmol/l)	Ca <sup>2+</sup> (mmol/l)
<b>Suero/plasma</b>	Adultos: 135-145	Adultos: 3,5- 5	92 - 106	Adultos: 1.16 – 1.32
<b>Orina</b>	40-200 mmol/día	25-125 mmol/día	110- 250 mmol/día	Según dieta
<b>Líqu. cefalorraquídeo</b>	136-150	70 % del plasma	-----	-----
<b>Sudor</b>	10-40*	-----	1-35	-----
<b>Heces</b>	10 mmol/día	5 -20 mmol/día	-----	-----
<b>Jugo gástrico</b>	-----	10	-----	-----

\* (>70 sugiere fibrosis quística)

# PL3

Analizador  
de Electrolitos

## Ion Selectivo



- Electrodo digital y libres de mantenimiento
- Resultados; Na, K, Cl, Ca++
  - Expandible opcional: Litio, Li+
- 60 pruebas por hora
- Almacena hasta 1000 resultados
- Costo por prueba \$19.5 pesos\*

**Sin gasto  
fijo de reactivo**

### Otros analizadores



**KONTROLab**

\*Carga de trabajo promedio de 2 prueba diarias.

Morelia, CDMX, Guadalajara, Mérida, Monterrey, Hermosillo, Miami, Panamá

☎ 443 233 0303

✉ [ventas@desego.com](mailto:ventas@desego.com)

🌐 [desego.com](http://desego.com)

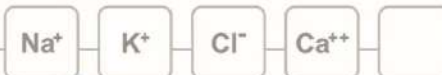


**DESEGO**

Analizador de



# Electrolitos PL4



**Compacto  
y Poderoso**

**Ion Selectivo,  
Totalmente automatizado**

**Electrodos digitales y  
libres de mantenimiento**

**Resultados:  
Na, K, Cl, Ca++**

**Expandible opcional: Li+**

**Volumen de muestra: 120uL**

**Costo por prueba: \$19.5 pesos\***

**Pantalla gráfica y táctil**

**Conexión a LIS y Control de Calidad**



**Nuevo Modelo con Autocargador PL4+**

Exclusivo en:  
**DESEGO**

MORELIA CDMX GUADALAJARA MÉRIDA MONTERREY  
ventas@desego.com Tel. Ventas (443) 233 0303 con 10 líneas  
ACEPTAMOS VISA Y MASTERCARD 3,6 Y 12 MENSUALIDADES FIJAS

# DESEGO<sup>®</sup>

Le pedimos que escanee el siguiente código con la cámara de su celular:



**<https://es.surveymonkey.com/r/WPPRX3V>**