



CONSORCI  
HOSPITAL GENERAL  
UNIVERSITARI  
VALÈNCIA



# Actualización en fluidoterapia: Cristaloides balanceados y concepto de Strong Ion Difference

**Dr Javier Hernández Laforet**  
**MIR Marta Pousibet Almazán**

**Servicio de Anestesia Reanimación y Tratamiento del Dolor**  
**Consorcio Hospital General Universitario de Valencia**

# ÍNDICE

## 1. Introducción

## 2. Equilibrio ácido base

## 3. Concepto Strong Ion Difference (SID)

- a. Introducción a la teoría de Stewart
- b. ¿Qué es el SID?: fórmula, relación con el pH y equilibrio ácido base
- c. Aplicaciones clínicas

## 4. Fluidoterapia

- a. Tipos de soluciones: cristaloides y coloides
- b. Suero salino

## 5. Cristaloides balanceados

## 6. Evidencia clínica

## 7. Conclusiones

## 8. Bibliografía

# ÍNDICE

## 1. Introducción

## 2. Equilibrio ácido base

## 3. Concepto Strong Ion Difference (SID)

- a. Introducción a la teoría de Stewart
- b. ¿Qué es el SID?: fórmula, relación con el pH y equilibrio ácido base
- c. Aplicaciones clínicas

## 4. Fluidoterapia

- a. Tipos de soluciones: cristaloides y coloides
- b. Suero salino

## 5. Cristaloides balanceados

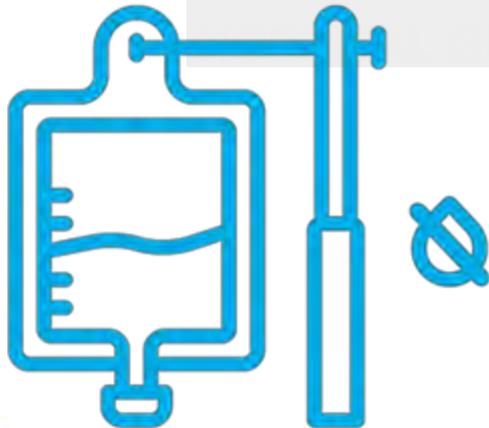
## 6. Evidencia clínica

## 7. Conclusiones

## 8. Bibliografía

# INTRODUCCIÓN

- LA ADMINISTRACIÓN DE FLUIDOS ES UNA DE LAS INTERVENCIONES MÁS FRECUENTES EN LA PRÁCTICA CLÍNICA
- EEUU: >30 MILLONES DE PACIENTES AL AÑO RECIBEN FLUIDOTERAPIA
- INDICACIONES: REANIMACIÓN, REHIDRATACIÓN Y MANTENIMIENTO
- SU ADMINISTRACIÓN NO ES INOCUA, HAN DE TENERSE EN CUENTA INDICACIONES, CONTRAINDICACIONES Y POTENCIALES EFECTOS ADVERSOS



# ÍNDICE

## 1. Introducción

## 2. Equilibrio ácido base

## 3. Concepto Strong Ion Difference (SID)

- a. Introducción a la teoría de Stewart
- b. ¿Qué es el SID?: fórmula, relación con el pH y equilibrio ácido base
- c. Aplicaciones clínicas

## 4. Fluidoterapia

- a. Tipos de soluciones: cristaloides y coloides
- b. Suero salino

## 5. Cristaloides balanceados

## 6. Evidencia clínica

## 7. Conclusiones

## 8. Bibliografía

# EQUILIBRIO ÁCIDO BASE

3 MÉTODOS

HENDERSON HASSELBACH

- Descriptivo
- Año 1912
- Basado:  $p\text{CO}_2$  y el bicarbonato

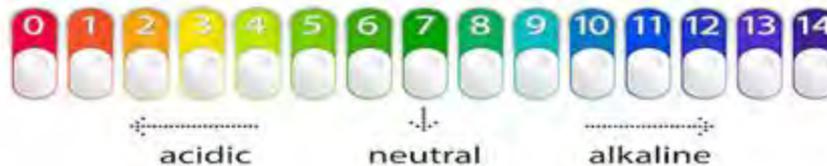
EXCESO DE BASES

- Semicuantitativo
- Singer y Hastings en 1948
- Basado: tampón o buffer

TEORÍA STEWART

- Cuantitativo o fisicoquímico
- Stewart en 1981
- Basado: SID,  $p\text{CO}_2$ ,  $A_{\text{tot}}$

pH scale



# EQUILIBRIO ÁCIDO BASE

**Tabla 2** Parámetros utilizados en las diferentes teorías

	Teorías clásicas	Teoría de Stewart
Parámetros utilizados	EB (exceso de bases) EBS (exceso de bases estándar) AG (anión gap) $AG_{\text{corregido}}$ (anión gap corregido según niveles de albúmina)	SIDa (diferencial de aniones fuertes) SIDe (suma $CO_2$ + ácidos débiles) SIG (diferencia entre SIDa y SIDe) $A_{\text{TOT}}$ (concentración de ácidos débiles totales: disociados y no disociados)



**Tabla 3** Ventajas y limitaciones de las teorías para interpretación del EAB

Ventajas	Limitaciones
<p><b>Teoría de Stewart</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diferencia tipos de acidosis metabólicas</li> <li>Detecta aniones indeterminados</li> <li>Evita enmascaramientos en trastornos complejos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesidad de cálculos no directos</li> </ul>
<p><b>Teorías clásicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fácil interpretación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dependencia matemática entre <math>CO_3H</math> y <math>pCO_2</math></li> <li>- No diferencia severidad de trastornos metabólicos</li> <li>- No aporta datos sobre ácidos diferentes del carbónico</li> <li>- No tiene en consideración proteínas plasmáticas ni fosfatos</li> </ul>

# EQUILIBRIO ÁCIDO BASE

## HENDERSON HASSELBACH

- Los **cambios en el pH** son debidos a variación en el **bicarbonato** plasmático o en la **pCO<sub>2</sub>**
- No aporta datos sobre otros amortiguadores diferentes al bicarbonato y no discierne la severidad del trastorno del componente metabólico de manera análoga a como lo hace con el componente respiratorio

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \left[ \frac{\text{HCO}_3^-}{(\text{PCO}_2 \times 0.03)} \right]$$

©ScyMed

# EQUILIBRIO ÁCIDO BASE

## EXCESO DE BASES

**BASE TAMPÓN (BUFFER BASE, BB)** → bicarbonato + tampones ácidos débiles no volátiles (A-)

**EXCESO DE BASES (EB)** → cantidad de ácido o base fuerte (mEq/L) necesaria para mantener el pH en un valor de 7.4, la sangre oxigenada y una temperatura de 37°C con una pCO<sub>2</sub> de 40 mmHg

No permite distinguir entre los ácidos débiles y los fuertes y además no diferencia entre las causas de acidosis metabólicas

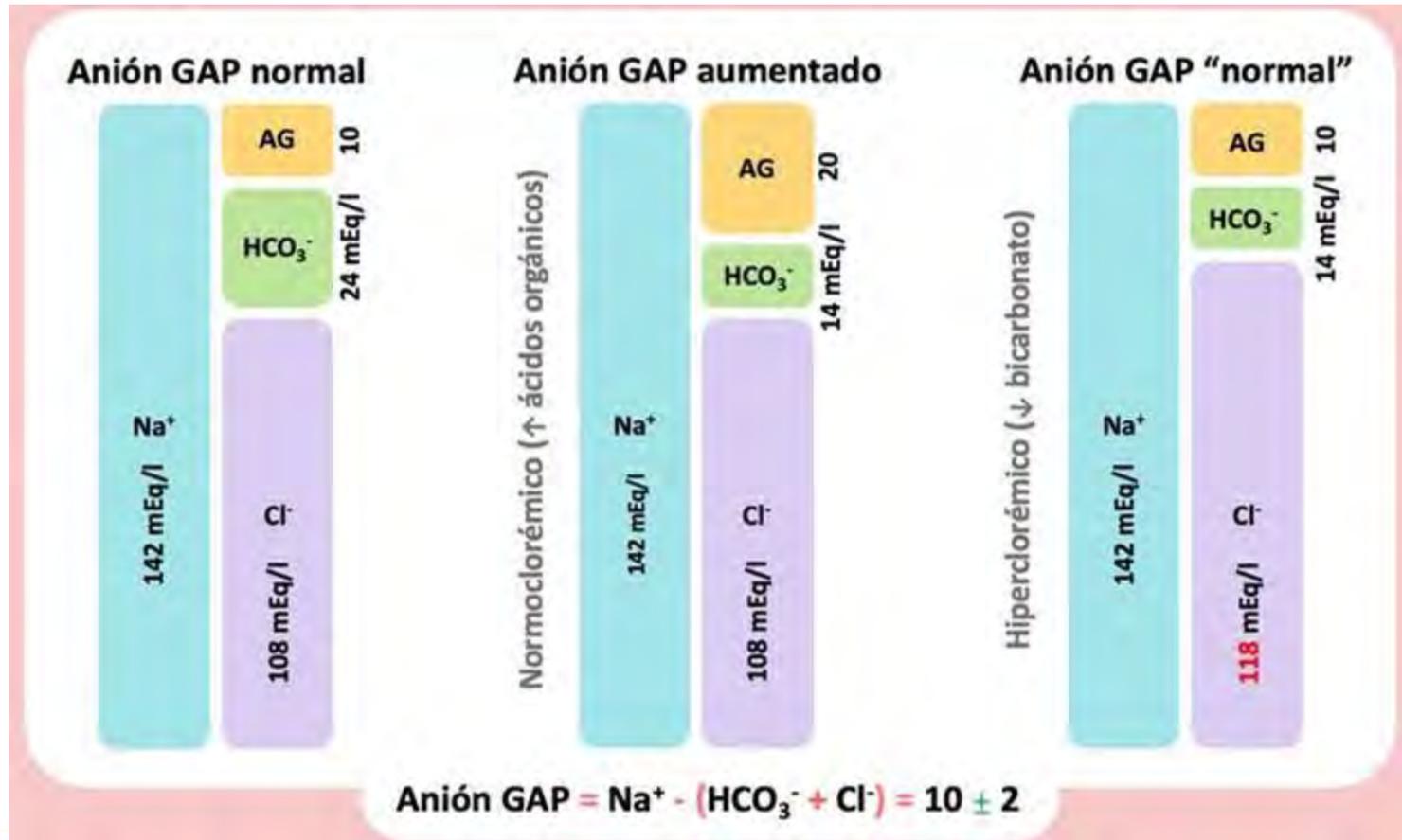


**Anion gap (AG) = (Na+K) — (Cl+HCO<sub>3</sub>) = 12 ± 2 mEq/L**

- Refleja aniones que no se tienen en cuenta (proteínas, fosfatos, sulfatos)
- Permite distinguir entre acidosis metabólicas con AG normal (hiperclorémicas) o con AG elevado (orgánicas)

# EQUILIBRIO ÁCIDO BASE

## EXCESO DE BASES



# ÍNDICE

## 1. Introducción

## 2. Equilibrio ácido base

## 3. Concepto Strong Ion Difference (SID)

- a. Introducción a la teoría de Stewart
- b. ¿Qué es el SID?: fórmula, relación con el pH y equilibrio ácido base
- c. Aplicaciones clínicas

## 4. Fluidoterapia

- a. Tipos de soluciones: cristaloides y coloides
- b. Suero salino

## 5. Cristaloides balanceados

## 6. Evidencia clínica

## 7. Conclusiones

## 8. Bibliografía

# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

## Introducción a la teoría de Stewart

### TEORÍA STEWART

Las **VARIACIONES DEL PH** dependen del grado de **DISOCIACIÓN DEL AGUA PLASMÁTICA ( $H^+$ ,  $OH^-$ )**, que es la fuente productora de iones hidrógeno y a su vez el grado de disociación depende de **3 VARIABLES INDEPENDIENTES:**

1

DIFERENCIA DE IONES FUERTES (SID)

2

ÁCIDOS DÉBILES

3

PCO<sub>2</sub>

# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

## Introducción a la teoría de Stewart

### TEORÍA STEWART

Las **VARIACIONES DEL PH** dependen del grado de **DISOCIACIÓN DEL AGUA PLASMÁTICA (H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>)**, que es la fuente productora de iones hidrógeno y a su vez el grado de disociación depende de **3 VARIABLES INDEPENDIENTES**:

- Los iones **hidrógeno** y **bicarbonato** no son variables independientes, sino **determinados por otros factores**
- Las variaciones del pH plasmático dependen del grado de disociación de la molécula de agua plasmática obedeciendo a **3 principios fisicoquímicos** → **electroneutralidad, conservación de masas, equilibrio de disociación electroquímica**

# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

## Introducción a la teoría de Stewart

### TEORÍA STEWART

El pH depende del GRADO DE  
DISOCIACIÓN DE LA MOLÉCULA  
DE AGUA PLASMÁTICA

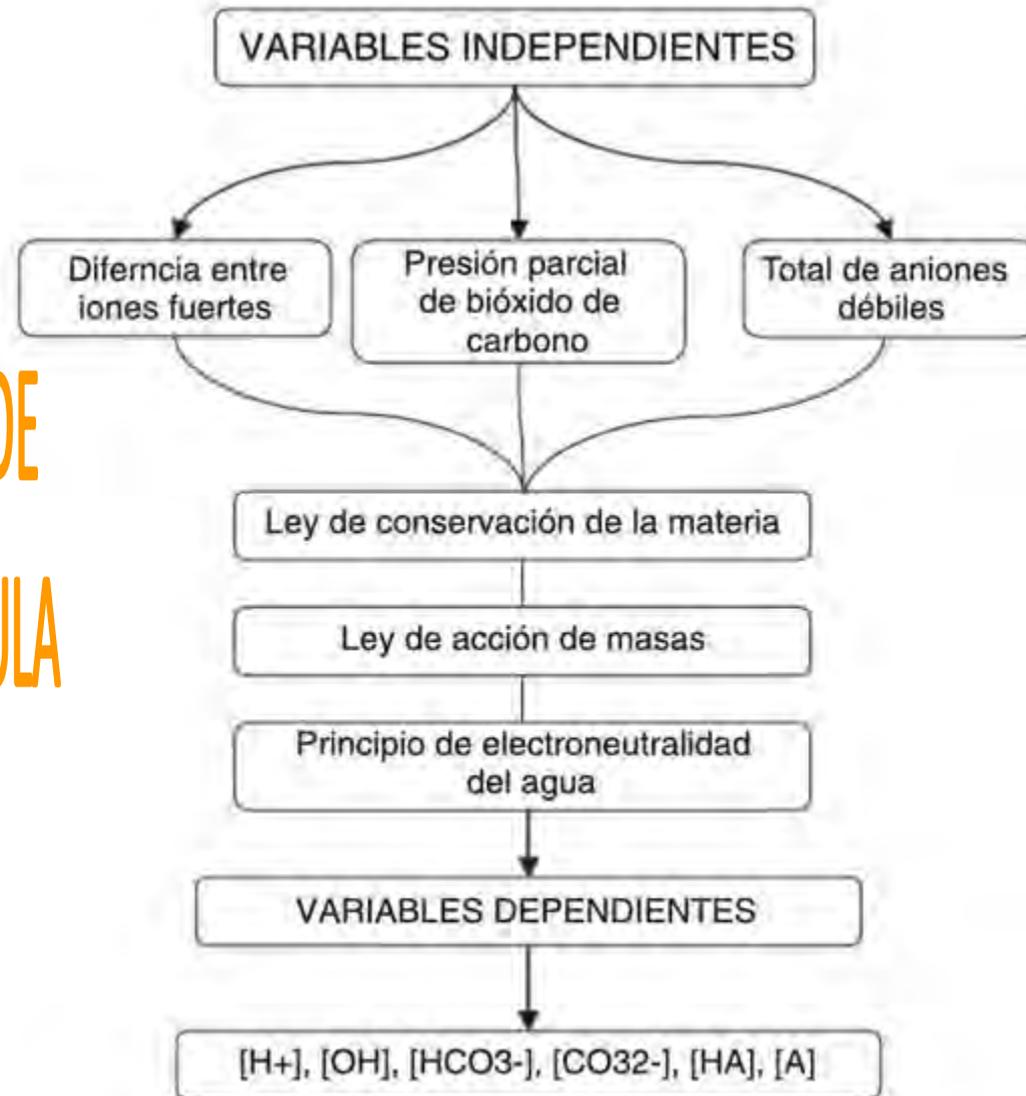


Figura 1. El método de Stewart<sup>(2)</sup>.

# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

## Introducción a la teoría de Stewart

### TEORÍA STEWART

Las **VARIACIONES DEL PH** dependen del grado de **DISOCIACIÓN DEL AGUA PLASMÁTICA ( $H^+$ ,  $OH^-$ )**, que es la fuente productora de iones hidrógeno y a su vez el grado de disociación depende de **3 VARIABLES INDEPENDIENTES:**

1

DIFERENCIA DE IONES FUERTES (SID)

2

ÁCIDOS DÉBILES

3

PCO<sub>2</sub>

# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

¿Qué es el SID?

Las **variaciones del pH** dependen del grado de **disociación del agua plasmática (H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>)**, que es la fuente productora de iones hidrógeno y a su vez el grado de disociación depende de 3 variables independientes → **diferencia de iones fuertes (SID), Ácidos débiles totales (ATOT), pCO<sub>2</sub>**

1

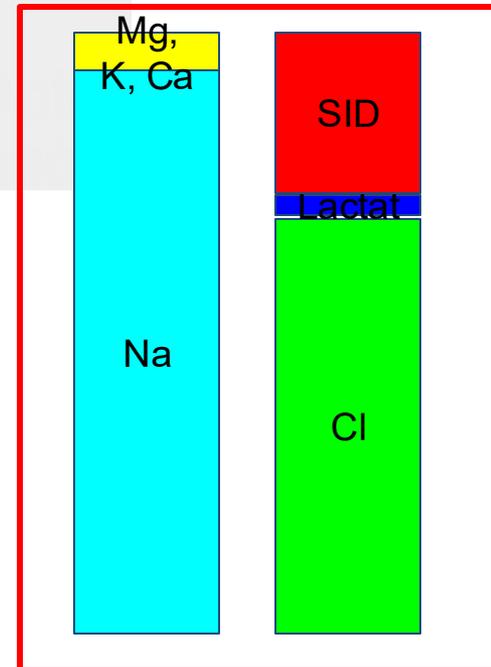
DIFERENCIA DE IONES FUERTES (SID)

$$\text{SID} = (\text{Na} + \text{K} + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - (\text{Cl} + \text{Lactato}) = 40-42 \text{ mEq/L}$$

SID posee efecto sobre la disociación del agua, y por lo tanto sobre la [H<sup>+</sup>]

↑SID → ↑pH

↓SID → ↓pH



# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

¿Qué es el SID?

Las **variaciones del pH** dependen del grado de **disociación del agua plasmática (H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>)**, que es la fuente productora de iones hidrógeno y a su vez el grado de disociación depende de 3 variables independientes → **diferencia de iones fuertes (SID), Ácidos débiles totales (ATOT), pCO<sub>2</sub>**

2

## ÁCIDOS DÉBILES

- Son proteínas (++albúmina) y fosfatos
- Su disminución en el plasma dará lugar a un proceso alcalinizante, y por contra, su aumento a un proceso acidótico

# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

¿Qué es el SID?

Las **variaciones del pH** dependen del grado de **disociación del agua plasmática ( $H^+$ ,  $OH^-$ )**, que es la fuente productora de iones hidrógeno y a su vez el grado de disociación depende de 3 variables independientes → **diferencia de iones fuertes (SID)**, **Ácidos débiles totales (ATOT)**, **pCO<sub>2</sub>**

3

pCO<sub>2</sub>

- Ácido volátil
- Su eliminación depende de la ventilación alveolar regulada por el centro respiratorio

# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

¿Qué es el SID?

Las **variaciones del pH** dependen del grado de **disociación del agua plasmática ( $H^+$ ,  $OH^-$ )**, que es la fuente productora de iones hidrógeno y a su vez el grado de disociación depende de 3 variables independientes → **diferencia de iones fuertes (SID), Ácidos débiles totales (ATOT),  $pCO_2$**

## VARIACIONES PH SEGÚN TEORÍA DE STEWART:

- $pCO_2$  ↓
- SID ↑
- $A^-$  ↓



ALCALOSIS

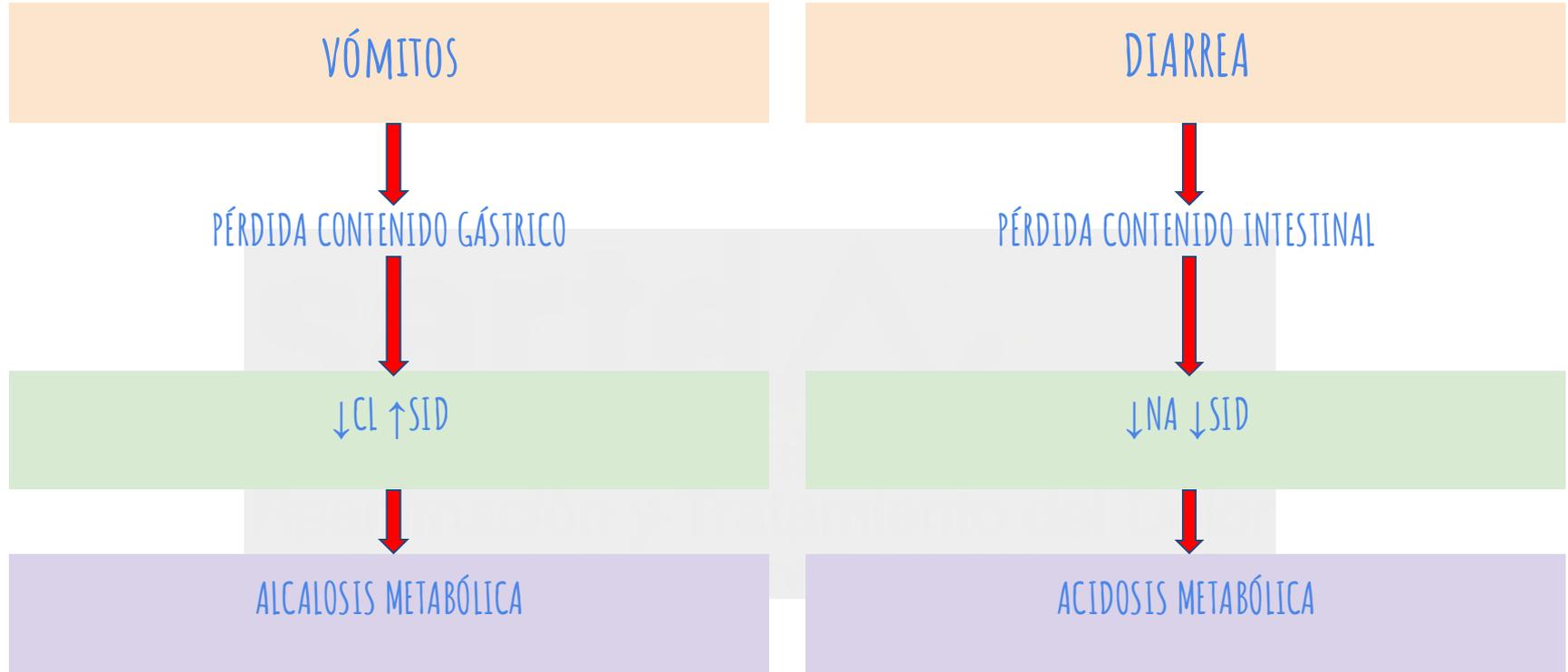
- $pCO_2$  ↑
- SID ↓
- $A^-$  ↑



ACIDOSIS

# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

## Aplicaciones clínicas



# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

## Aplicaciones clínicas

ADMINISTRACIÓN BICARBONATO



$\uparrow \text{Na}^+$   $\uparrow \text{SID}$



CORRECCIÓN ACIDOSIS

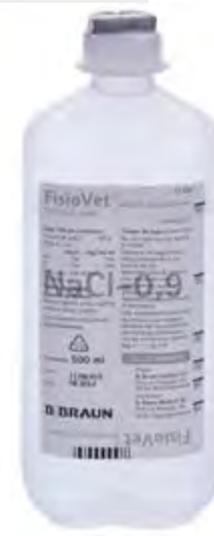
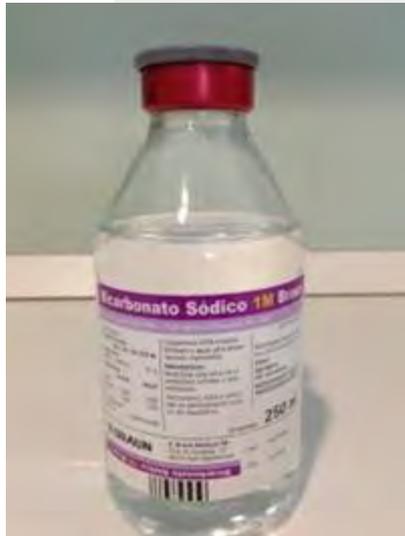
ADMINISTRACIÓN DE SS (NaCl 0.9%)



$\uparrow \text{Cl}$   $\downarrow \text{SID}$



ACIDOSIS METABÓLICA



# CONCEPTO DE STRONG ION DIFFERENCE:

## Aplicaciones clínicas

ADMINISTRACIÓN DE SS (NaCl 0.9%)

**Plasma + SS 0.9%**

$$\text{Na}^+ 140 + 154/2 = 147$$

$$\text{Cl}^- 110 + 154/2 = 132$$

$$\text{SID} = 15$$

$$\text{OH}^- = 15$$

# ÍNDICE

## 1. Introducción

## 2. Equilibrio ácido base

## 3. Concepto Strong Ion Difference (SID)

- a. Introducción a la teoría de Stewart
- b. ¿Qué es el SID?: fórmula, relación con el pH y equilibrio ácido base
- c. Aplicaciones clínicas

## 4. Fluidoterapia

- a. Tipos de soluciones: cristaloides y coloides
- b. Suero salino

## 5. Cristaloides balanceados

## 6. Evidencia clínica

## 7. Conclusiones

## 8. Bibliografía

# FLUIDOTERAPIA: Tipos de soluciones

## CRISTALOIDES

- Soluciones que contienen agua, electrolitos y/o azúcares
- Na<sup>+</sup> principal determinante de la capacidad para expandir la volemia
- Alto índice de eliminación



## COLOIDES

- Partículas de alto peso molecular
  - ↑ presión oncótica del plasma
  - Pueden ser:
    - Sintéticos: dextranos, gelatinas, almidones
    - Naturales: albúmina
- ↓
- proteína plasmática más abundante (80% p onc)
  - regula presión coloidosmótica, transporte fármacos, capacidad antioxidante y modula el óxido nítrico

# FLUIDOTERAPIA: Tipos de soluciones

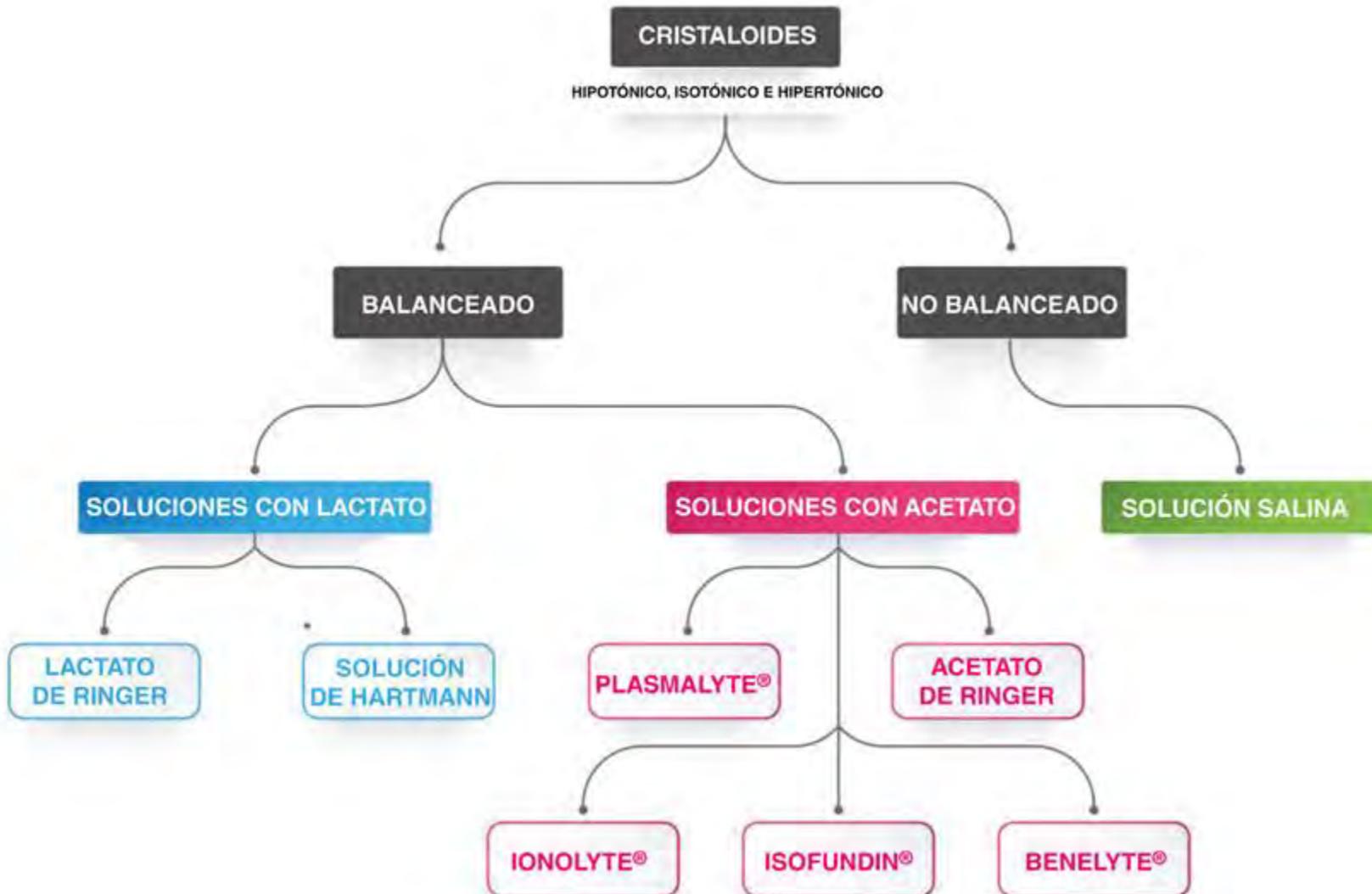
## CRISTALOIDES

BALANCEADOS	NO BALANCEADOS
Osmolaridad y composición similar al plasma	Osmolaridad y contenido electrolítico distinto al plasma
Menor alteración del equilibrio ácido base	
Tamponados con aniones orgánicos	



# FLUIDOTERAPIA: Tipos de soluciones

## CRISTALOIDES



# FLUIDOTERAPIA: Suero salino

CRISTALOIDES NO BALANCEADOS: SUERO SALINO



HIPOTÓNICO



ISOTÓNICO

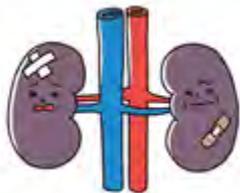
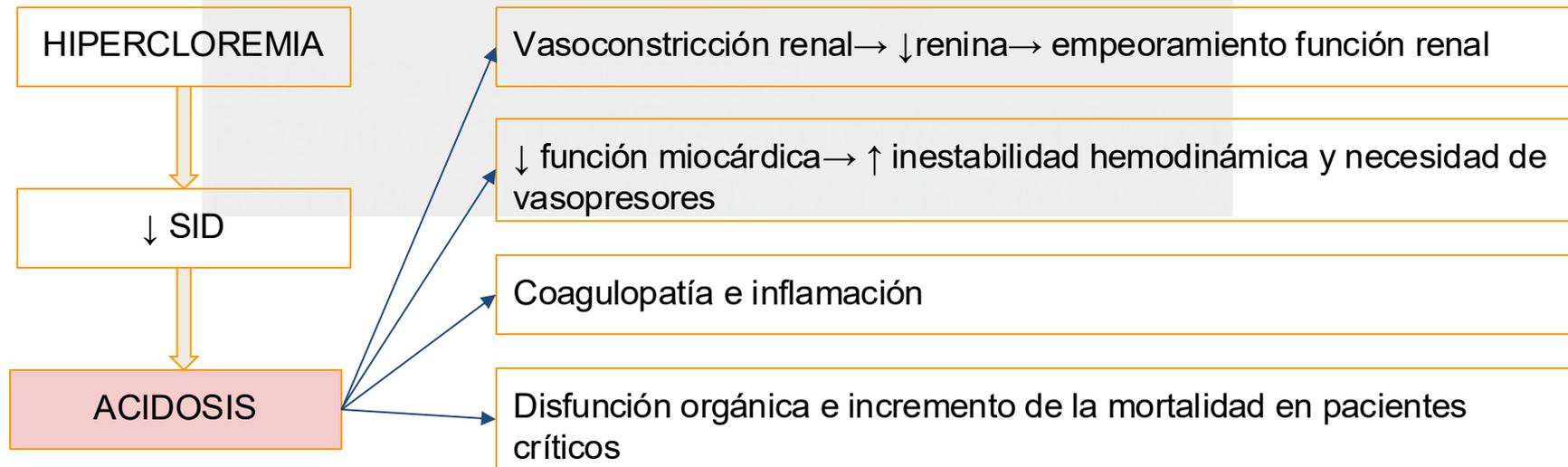


HIPERTÓNICO

# FLUIDOTERAPIA: Suero salino

## CRISTALOIDES NO BALANCEADOS: SUERO SALINO 0.9%

- Solución más utilizada
- Levemente hipertónico con respecto al plasma
- Contiene 154 mmol/L de Na y Cl, siendo hipernatrémica e hiperclorémica



# FLUIDOTERAPIA: Suero salino

	Cristaloides								
	Plasma	Solución no balanceada	Cristaloides balanceados con lactato		Cristaloides balanceados con acetato				
			Solución salina al 0,9%	Ringer lactato	Solución de Hartmann	Ringer acetato	Plasmalyte®	Ionolyte®	Isofundin®
<b>Cationes</b>									
Na <sup>+</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	135-145	154	130	131	130	140	137	145	140
K <sup>+</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	3,5-5	—	5,4	5,4	5	5	4	4	4
Ca <sup>2+</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	2,2-2,5	—	1,8	1,8	—	—	—	2,5	1
Mg <sup>2+</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	1,5-2,5	—	—	—	1	3	1,5	1	1
<b>Aniones</b>									
Cl <sup>-</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	98-105	154	109	112	112	98	110	127	118
<b>Tampón de bicarbonato</b>									
Lactato [mEq/l <sup>-1</sup> ]	< 1	—	28	28	1	—	—	—	—
Acetato [mEq/l <sup>-1</sup> ]	—	—	—	—	27	27	34	24	30
Malato [mEq/l <sup>-1</sup> ]	—	—	—	—	—	—	—	5	—
Gluconato [mEq/l <sup>-1</sup> ]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Osmolaridad [mOsm/l <sup>-1</sup> ]	280	308	277	277	276	295	286,5	309	351
DIF <i>in vivo</i> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	42	0	28	29	29	50	34	25,5	nd
pH	7,35-7,45	4,5-7	5-7	5-7	6-7	7,4 (6,5-8,0)	6,9-7,9	5,1-5,9	5,3-5,7

DIF: diferencia de iones fuertes; nd: no disponible.

# ÍNDICE

## 1. Introducción

## 2. Equilibrio ácido base

## 3. Concepto Strong Ion Difference (SID)

- a. Introducción a la teoría de Stewart
- b. ¿Qué es el SID?: fórmula, relación con el pH y equilibrio ácido base
- c. Aplicaciones clínicas

## 4. Fluidoterapia

- a. Tipos de soluciones: cristaloides y coloides
- b. Suero salino

## 5. Cristaloides balanceados

## 6. Evidencia clínica

## 7. Conclusiones

## 8. Bibliografía

# CRISTALOIDES BALANCEADOS

- Composición **similar al plasma**, alterando en menor medida el equilibrio ácido base
- Tamponados con **aniones orgánicos**, sustituyendo Cl por:
  - Lactato: Ringer Lactato
  - Acetato, malato o gluconato: nuevas soluciones balanceadas
- Efecto expansor similar al suero salino
- ↓ **Na y Cl** en comparación con suero salino, por lo que tienen un pH menos ácido que este
- **Asociados** en algunos estudios a **menor**: daño renal, necesidad de terapia de reemplazo renal (TRR) y mortalidad que con el uso de cristaloides no balanceados



# CRISTALOIDES BALANCEADOS

## RINGER LACTATO

- Hiposmolar con respecto al plasma
- No se asocia al desarrollo de acidosis hiperclorémica
- 28 mEq/L de lactato → piruvato → bicarbonato (ciclo de Cori)
- Empleo en pacientes con disfunción renal se asocia a menor elevación de las cifras de K que con SS
- **Evitar:** hiperlactacidemia grave, TCE o riesgo de HTIC



# CRISTALOIDES BALANCEADOS

## PLASMALYTE

- Mayor contenido de magnesio que el plasma
- Contiene acetato y gluconato como tampones
- Alcalinizante



# CRISTALOIDES BALANCEADOS

## BENELYTE

- Solución preferida en el paciente pediátrico (0 días-14 años)
- Tamponada con acetato
- Reposición hidroelectrolítica con cobertura parcial de las necesidades de carbohidratos (glucosa 1%)
- Evita hiponatremia y previene hipo e hiperglucemias



### Equivalente a mmol/l

Na <sup>+</sup>	140
K <sup>+</sup>	4
Ca <sup>2+</sup>	1
Mg <sup>2+</sup>	1
Cl <sup>-</sup>	118
Acetato	30
Glucosa	55,5

# CRISTALOIDES BALANCEADOS

	Cristaloides								
	Plasma	Solución no balanceada	Cristaloides balanceados con lactato		Cristaloides balanceados con acetato				
			Solución salina al 0,9%	Ringer lactato	Solución de Hartmann	Ringer acetato	Plasmalyte®	Ionolyte®	Isofundin®
<b>Cationes</b>									
Na <sup>+</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	135-145	154	130	131	130	140	137	145	140
K <sup>+</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	3,5-5	—	5,4	5,4	5	5	4	4	4
Ca <sup>2+</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	2,2-2,5	—	1,8	1,8	—	—	—	2,5	1
Mg <sup>2+</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	1,5-2,5	—	—	—	1	3	1,5	1	1
<b>Aniones</b>									
Cl <sup>-</sup> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	98-105	154	109	112	112	98	110	127	118
<b>Tampón de bicarbonato</b>									
Lactato [mEq/l <sup>-1</sup> ]	< 1	—	28	28	1	—	—	—	—
Acetato [mEq/l <sup>-1</sup> ]	—	—	—	—	27	27	34	24	30
Malato [mEq/l <sup>-1</sup> ]	—	—	—	—	—	—	—	5	—
Gluconato [mEq/l <sup>-1</sup> ]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Osmolaridad [mOsm/l <sup>-1</sup> ]	280	308	277	277	276	295	286,5	309	351
DIF <i>in vivo</i> [mEq/l <sup>-1</sup> ]	42	0	28	29	29	50	34	25,5	nd
pH	7,35-7,45	4,5-7	5-7	5-7	6-7	7,4 (6,5-8,0)	6,9-7,9	5,1-5,9	5,3-5,7

DIF: diferencia de iones fuertes; nd: no disponible.

# ÍNDICE

## 1. Introducción

## 2. Equilibrio ácido base

## 3. Concepto Strong Ion Difference (SID)

- a. Introducción a la teoría de Stewart
- b. ¿Qué es el SID?: fórmula, relación con el pH y equilibrio ácido base
- c. Aplicaciones clínicas

## 4. Fluidoterapia

- a. Tipos de soluciones: cristaloides y coloides
- b. Suero salino

## 5. Cristaloides balanceados

## 6. Evidencia clínica

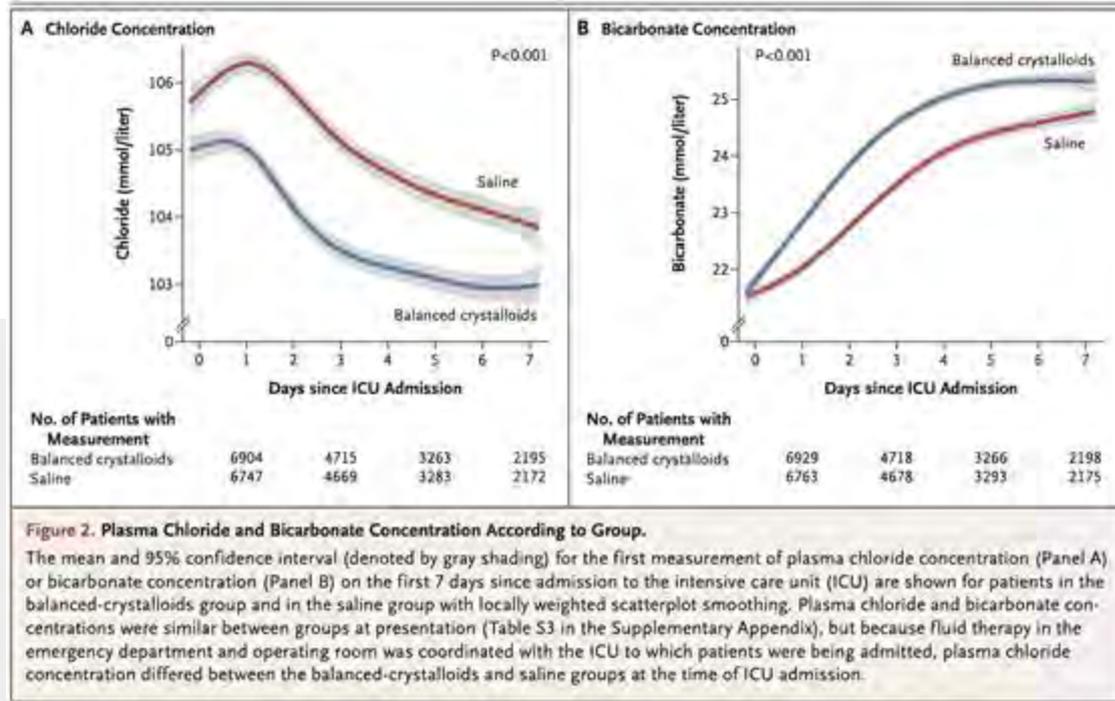
## 7. Conclusiones

## 8. Bibliografía

# EVIDENCIA CLÍNICA

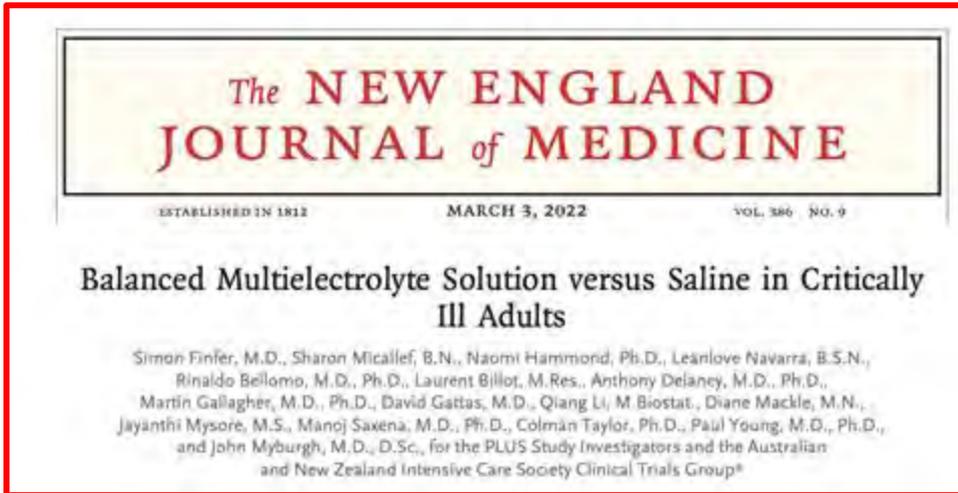


- Ensayo clínico aleatorizado (SMART)
- En 5 UCI de EEUU, 15.802 pacientes
- Publicado en 2018

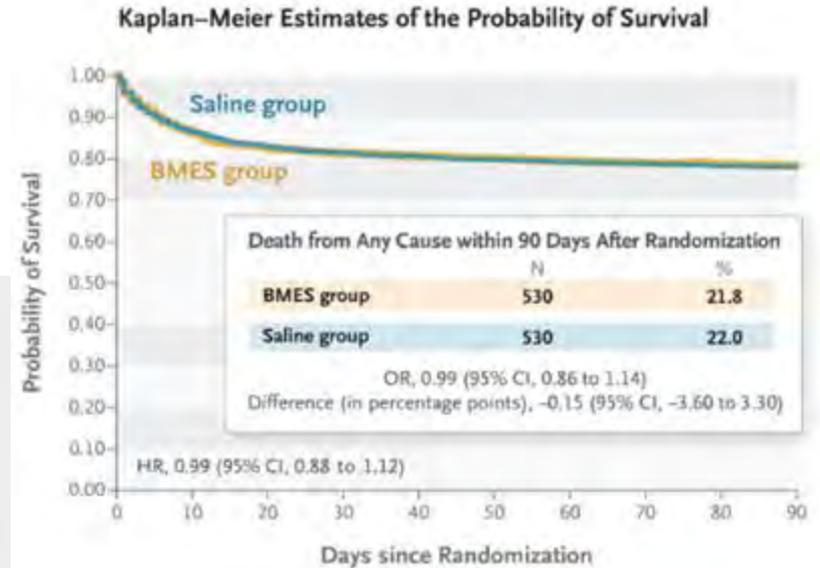


- El alto contenido en Cl del SS → hipercloremia, acidosis, inflamación, vasoconstricción renal, lesión renal aguda, hipotensión y muerte
- En pacientes críticos, SS → mayor lesión renal, necesidad de terapia de reemplazo renal (TRR) y muerte que con cristaloides balanceados
- La diferencia es mayor en pacientes con sepsis y aquellos que recibieron grandes cantidades de fluidos
- El uso de cristaloides balanceados en UCI podría evitar la necesidad de TRR en 1 de cada 94 pacientes ingresados

# EVIDENCIA CLÍNICA



- ECA 5037 pacientes (PLUS)
- Publicado en enero de 2022
- La mortalidad a los 90 días de pacientes ingresados en UCI no fue diferente entre ambos grupos de estudio (SS vs PL)



Secondary Outcomes

	BMES	Saline
Maximum creatinine level in the ICU during days 1 to 7, mg/dl Absolute difference, 0.01 (-0.04 to 0.06)	1.76±1.44	1.75±1.43
Maximum increase in creatinine level in the ICU, mg/dl Absolute difference, 0.01 (-0.03 to 0.06)	0.41±1.06	0.41±1.02
Receipt of new renal-replacement therapy, no. (%) OR, 0.98 (0.83 to 1.16) Absolute difference, -0.20 (-2.86 to 2.56) percentage points	306 (12.7)	310 (12.9)

# EVIDENCIA CLÍNICA

## Original Investigation

FREE

August 10, 2021

## Effect of Intravenous Fluid Treatment With a Balanced Solution vs 0.9% Saline Solution on Mortality in Critically Ill Patients The BaSICS Randomized Clinical Trial

Fernando G. Zampieri, MD, PhD<sup>1,2</sup>; Flávia R. Machado, MD, PhD<sup>2,3</sup>; Rodrigo S. Biondi, MD<sup>2,4</sup>; [et al](#)

» Author Affiliations | Article Information

JAMA. 2021;326(9):818-829. doi:10.1001/jama.2021.11684

- ECA BaSICS
- 75 UCI Brasil, 10.520 pacientes
- Publicado en agosto de 2021

- Objetivo: mortalidad a los 90 días de pacientes tratados con PL vS SS en UCI
- El uso de cristaloides balanceados en lugar de SS en pacientes ingresados en UCI no demostró reducir significativamente la mortalidad a los 90 días

# EVIDENCIA CLÍNICA



- Metaanálisis que incluyó 38 ECA
- Publicado en julio de 2023

- El beneficio de los cristaloides balanceados en lugar de SS en el intraoperatorio para mejorar la mortalidad y disminuir la necesidad de TRR no está claro
- El uso de cristaloides balanceados durante el intraoperatorio está asociado con un aumento del pH y del bicarbonato y disminución de Cl sérico en comparación con SS

# EVIDENCIA CLÍNICA: Y entonces... ¿Qué fluido elegir?

**TCE Y RIESGO DE HTIC**



Soluciones hiperosmolares

**PEDIÁTRICO**



Benelyte

**SEPSIS Y CETOACIDOSIS  
DIABÉTICA**



Soluciones balanceadas

**HEMORRAGIA**



Soluciones balanceadas



# ÍNDICE

## 1. Introducción

## 2. Equilibrio ácido base

## 3. Concepto Strong Ion Difference (SID)

- a. Introducción a la teoría de Stewart
- b. ¿Qué es el SID?: fórmula, relación con el pH y equilibrio ácido base
- c. Aplicaciones clínicas

## 4. Fluidoterapia

- a. Tipos de soluciones: cristaloides y coloides
- b. Suero salino

## 5. Cristaloides balanceados

## 6. Evidencia clínica

## 7. Conclusiones

## 8. Bibliografía

# CONCLUSIONES

1. La administración de **fluidos** es una de las prácticas médicas más comunes, y ha de llevarse a cabo teniendo en cuenta indicaciones, **contraindicaciones** y potenciales **efectos adversos**
2. Entre las teorías propuestas para explicar las alteraciones del equilibrio ácido base se encuentran la de **Henderson Hasselbach** (descriptivo), **exceso de bases** (semicuantitativo) y teoría de **Stewart** (cuantitativo)
3. La **teoría de Stewart** defiende que el pH plasmático depende del **grado de disociación de la molécula de agua**, dependiendo esta de tres variables independientes que son la **diferencia de iones fuertes**, los **ácidos débiles totales** y la **pCO<sub>2</sub>**
4. El **suero salino** está asociado con **hipercloremia** y **acidosis**, relacionadas con empeoramiento de la función renal, aumento de la inestabilidad hemodinámica e incremento de la mortalidad
5. Parece ser que el uso de **crystaloides balanceados** está relacionado con **menor daño renal y mortalidad** en comparación con el suero salino
6. En la mayoría de estudios realizados hasta la fecha, el uso de crystaloides balanceados está asociado a disminución de las cifras de cloro plasmático y menor alteración del pH en comparación con el suero salino, pero **se necesitan más estudios** que demuestren beneficios clínicos de estos hallazgos

# ÍNDICE

## 1. Introducción

## 2. Equilibrio ácido base

## 3. Concepto Strong Ion Difference (SID)

- a. Introducción a la teoría de Stewart
- b. ¿Qué es el SID?: fórmula, relación con el pH y equilibrio ácido base
- c. Aplicaciones clínicas

## 4. Fluidoterapia

- a. Tipos de soluciones: cristaloides y coloides
- b. Suero salino

## 5. Cristaloides balanceados

## 6. Evidencia clínica

## 7. Conclusiones

## 8. Bibliografía

# BIBLIOGRAFÍA

- Fores-Navales, B., Diez-Fores, P., & Aguilera-Celorrio, L. (2015). Evaluación del equilibrio ácido-base. Aportaciones del método de Stewart. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*, 63(4), 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2015.04.004>
- Colomina, M., Menéndez, P. G., & Ripollés-Melchor, J. (2024). Uso de fluidoterapia en el periodo perioperatorio en pacientes adultos: revisión narrativa. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación*. <https://doi.org/10.1016/j.redar.2024.04.003>
- Gamacho-Montero, J., Fernández-Mondéjar, E., Ferrer-Roca, R., Herrera-Gutiérrez, M., Lorente, J., Ruiz-Santana, S., & Artigas, A. (2015). Cristaloides y coloides en la reanimación del paciente crítico. *Medicina Intensiva*, 39(5), 303-315. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2014.12.007>
- Arratia, L., Muñoz, F., & Kattan, E. K. E. (2021). Uso de cristaloides en la reanimación del paciente crítico. *Revista Chilena de Anestesia*, 50(2). <https://doi.org/10.25237/revchilanestv50n02-05>
- Malbrain, M. L. N. G., Langer, T., Annane, D., Gattinoni, L., Elbers, P., Hahn, R. G., De Laet, I., Minini, A., Wong, A., Ince, C., Muckart, D., Mythen, M., Caironi, P., & Van Regenmortel, N. (2020). Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: Executive summary of the International Fluid Academy (IFA). *Annals Of Intensive Care*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00679-3>
- Semler, M. W., Self, W. H., Wanderer, J. P., Ehrenfeld, J. M., Wang, L., Byrne, D. W., Stollings, J. L., Kumar, A. B., Hughes, C. G., Hernandez, A., Guillamondegui, O. D., May, A. K., Weavind, L., Casey, J. D., Siew, E. D., Shaw, A. D., Bernard, G. R., & Rice, T. W. (2018). Balanced Crystalloids versus Saline in Critically Ill Adults. *New England Journal Of Medicine*, 378(9), 829-839. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1711584>

# BIBLIOGRAFÍA

- Vignarajah, M., Berg, A., Abdallah, Z., Arora, N., Javidan, A., Pitre, T., Fernando, S. M., Spence, J., Centofanti, J., & Rochweg, B. (2023). Intraoperative use of balanced crystalloids versus 0.9% saline: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled studies. *British Journal Of Anaesthesia*, 131(3), 463-471. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.05.029>
- Zampieri, F. G., Machado, F. R., Biondi, R. S., Freitas, F. G. R., Veiga, V. C., Figueiredo, R. C., Lovato, W. J., Amêndola, C. P., Serpa-Neto, A., Paranhos, J. L. R., Guedes, M. A. V., Lúcio, E. A., Oliveira-Júnior, L. C., Lisboa, T. C., Lacerda, F. H., Maia, I. S., Grion, C. M. C., Assunção, M. S. C., Manoel, A. L. O., . . . De M Silva, J. (2021). Effect of Intravenous Fluid Treatment With a Balanced Solution vs 0.9% Saline Solution on Mortality in Critically Ill Patients. *JAMA*, 326(9), 818. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.11684>
- Finfer, S., Micallef, S., Hammond, N., Navarra, L., Bellomo, R., Billot, L., Delaney, A., Gallagher, M., Gattas, D., Li, Q., Mackle, D., Mysore, J., Saxena, M., Taylor, C., Young, P., & Myburgh, J. (2022). Balanced Multielectrolyte Solution versus Saline in Critically Ill Adults. *New England Journal Of Medicine*, 386(9), 815-826. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2114464>
- Hammond, N. E., Zampieri, F. G., Di Tanna, G. L., Garside, T., Adigbli, D., Cavalcanti, A. B., Machado, F. R., Micallef, S., Myburgh, J., Ramanan, M., Rice, T. W., Semler, M. W., Young, P. J., Venkatesh, B., Finfer, S., & Delaney, A. (2022). Balanced Crystalloids versus Saline in Critically Ill Adults — A Systematic Review with Meta-Analysis. *NEJM Evidence*, 1(2). <https://doi.org/10.1056/evidoa2100010>
- Gamacho-Montero, J., Fernández-Mondéjar, E., Ferrer-Roca, R., Herrera-Gutiérrez, M., Lorente, J., Ruiz-Santana, S., & Artigas, A. (2015b). Cristaloides y coloides en la reanimación del paciente crítico. *Medicina Intensiva*, 39(5), 303-315. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2014.12.007>

# BIBLIOGRAFÍA

- Sa, M. B., Salaverría, I., & Cabas, A. C. (2022b). Fluidoterapia en la sepsis y el shock séptico. *Medicina Intensiva*, 46, 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2022.03.012>
- Häubi CS, Moreno-Santillán A, Díaz de León-Ponce M, Gabriel Briones-Vega C, Meneses-Calderón J, María Elena Orenday-Aréchiga D, et al. Teoría ácido-básico de Stewart, un nuevo paradigma en medicina crítica. (2006). *Revista Mexicana de Anestesiología*, 29(4).
- Wang, P., Huang, Y., Li, J., Cao, D., Chen, B., Chen, Z., Li, J., Wang, R., & Liu, L. (2023). Balanced crystalloid solutions versus normal saline in intensive care units: a systematic review and meta-analysis. *International Urology And Nephrology*, 55(11), 2829-2844. <https://doi.org/10.1007/s11255-023-03570-9>
- Gelbenegger, G., Shapiro, N. I., Zeitlinger, M., Jilma, B., Douglas, I. S., & Jorda, A. (2025). Lactated Ringer's or Normal Saline for Initial Fluid Resuscitation in Sepsis-Induced Hypotension. *Critical care medicine*, 53(5), e1140–e1144. <https://doi.org/10.1097/CCM.000000000000066>
- Gupta, S., Dixit, S., Tomar, D. S., Zirpe, K., Govil, D., Choudhry, D., Mehta, Y., Gupta, A., Reddy, L. S. K., Singamsetty, A., Daram, S. K., Murthy, P. R., Gupta, K. V., Dileep, P., Thakkar, K., Patel, S. J., Pal, D., Paliwal, N., Bihani, P., . . . Kaidawala, Z. (2024). Salt Based or BaLanced SoLution–Trends Existing in Indian Intensive Care Units: A Multicenter Prospective Observational Cohort Study (SOLUTE Study). *Indian Journal Of Critical Care Medicine*, 28(11), 1028-1037. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24825>

