

Chapter 2 / Capítulo 2

*Electrolyte and Internal Environment Imbalances in
Emergencies (Spanish Edition)*

ISBN: 978-9915-9680-0-1

DOI: 10.62486/978-9915-9680-0-1.ch02

©2025 The authors. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY) 4.0 License.

Hydroelectrolyte Regulation: Physiological Mechanisms

Regulación hidroelectrolítica: mecanismos fisiológicos

Dr. Marco Antonio Toro Ledezma¹ , Dr. Manuel Alejandro Brito del Castillo² 

¹Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

²Centro de Alta Complejidad Cardiovascular “Presidente Juan Domingo Perón”. Argentina.

Objetivos

- Determinar los mecanismos de regulación de la osmolaridad.
- Conocer los determinantes de osmorregulación y regulación volumétrica.
- Describir los mecanismos hormonales de la regulación hidroelectrolítica.

INTRODUCCIÓN

La regulación hidroelectrolítica un proceso fundamental para mantener la homeostasis en el organismo. Se refiere a la distribución y concentración de agua y electrolitos en los compartimentos corporales, como el intracelular y extracelular. Esta regulación se basa en una serie de mecanismos, procesos y componentes.

Función renal

Los riñones regulan la excreción de agua y electrolitos a través de la filtración glomerular y la reabsorción tubular, utilizando hormonas como la aldosterona y la hormona antidiurética (ADH) para ajustar la reabsorción de sodio y agua

Mecanismos hormonales

La aldosterona incrementa la reabsorción de sodio, mientras que la ADH promueve la reabsorción de agua en los túbulos renales, ayudando a mantener la concentración adecuada de electrolitos en el plasma. La desregulación de este equilibrio puede llevar a condiciones graves como deshidratación o hiponatremia, que afectan la función celular y el estado general del organismo por lo que estos mecanismos son esenciales para el funcionamiento adecuado de las células y tejidos, así como para la transmisión de impulsos nerviosos y la contracción muscular.

Agua y sodio

El equilibrio entre agua y sodio requiere de una serie de vías distintas y altamente sensibles. La **osmorregulación** controla la osmolalidad plasmática, principalmente mediada por la concentración de sodio. Por su parte, la regulación volumétrica mantiene el volumen circulante eficaz. Esta regulación provoca cambios ante determinados estímulos:

- Demasiada agua → Hiponatremia.
- Muy poca agua → Hipernatremia.
- Demasiado sodio → Expansión de volumen (edema).
- Muy poco sodio → Depleción de volumen.

Presión osmótica y distribución del agua

La presión osmótica es la fuerza generada por solutos que no cruzan membranas y que promueve el movimiento del agua. Los **solutos eficaces** generan presión osmótica (Na^+ , proteínas); por su parte, **los solutos ineficaces** no lo hacen (urea, etanol).

La distribución de agua entre el medio intracelular y extracelular depende del equilibrio osmótico:

- K^+ predomina en el medio intracelularmente.
- Na^+ predomina en el medio extracelularmente.
- Proteínas (como la albúmina) predominan en el plasma → presión oncótica.

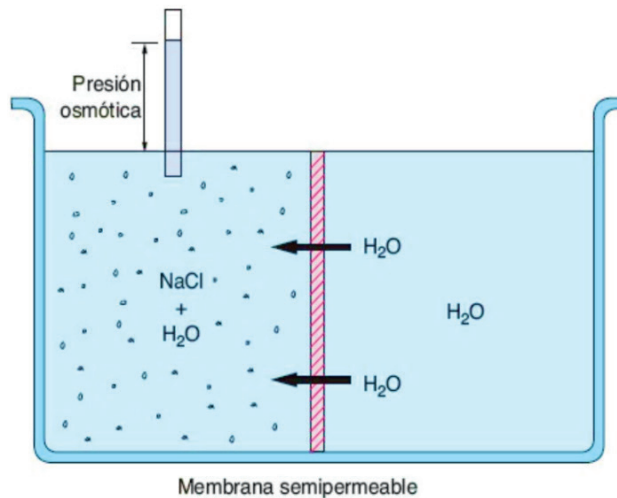


Figura 2.1. Efecto osmótico

Relación entre osmolalidad y sodio

La osmolalidad plasmática estimada puede calcularse mediante la fórmula:

$$\text{Osmolalidad} = (2 \times Na^+) + (\text{Glucosa}/18) + (\text{BUN}/2.8)$$

La urea no afecta la presión osmótica efectiva, ya que cruza libremente las membranas. La osmolalidad eficaz depende principalmente del Na^+ .

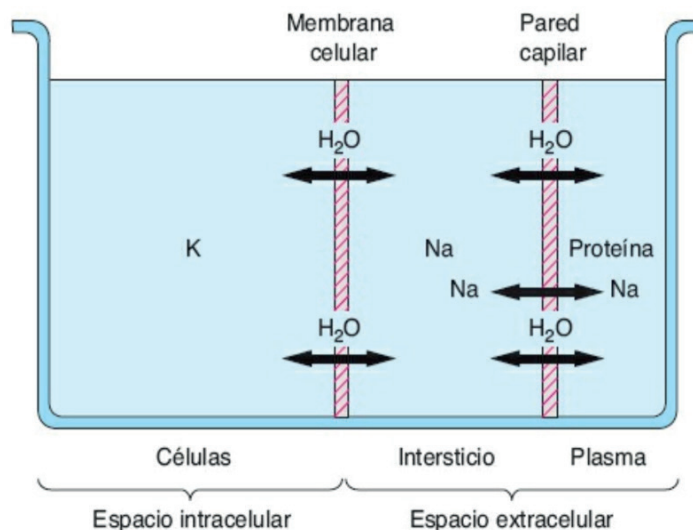


Figura 2.2. Membrana celular y membrana capilar

Osmorregulación vs regulación volumétrica

- Osmorregulación: regulada por ADH y sed → afecta osmolalidad y Na^+ plasmático.
- Regulación volumétrica: regulada por renina-angiotensina-aldosterona (RAA), PNA y ADH (solo en hipovolemia grave).

Tabla 2.1. Regulación			
Situación	Osmolalidad plasmática	Na^+ plasmático	Volumen extracelular
Sal sin agua	Aumenta	Aumenta (hipernatremia)	Aumenta
Agua sin sal	Disminuye	Disminuye (hiponatremia)	Aumenta
Sal isotónica	No cambia	No cambia	Aumenta

Fuente: Elaboración propia

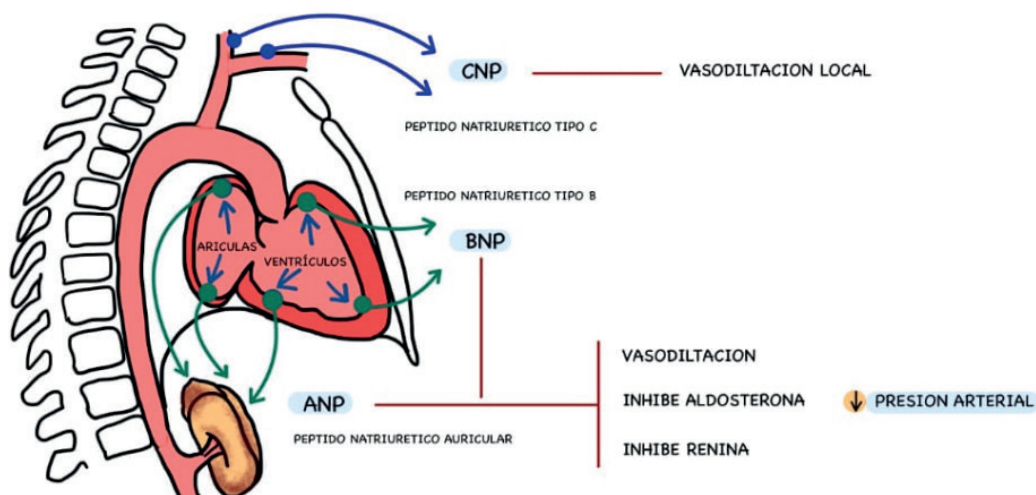


Figura 2.3 Regulación volumétrica

Regulación hormonal

Hormona Antidiurética (ADH)

- Liberada desde el hipotálamo (núcleos supraóptico y paraventricular).
- Actúa en túbulos colectores mediante receptores V2 → inserta acuaporinas tipo 2 (AQP2) → reabsorbe agua.
- Estímulos para su liberación:
 - Hiperosmolalidad
 - Hipovolemia significativa (>10 %)
- Ausencia de ADH → orina diluida (30-50 mOsm/kg)
- Presencia de ADH → orina concentrada (hasta 1200 mOsm/kg)
- Inhibida por prostaglandinas (PGE_2 , PGI_2) Sed
- Estimulada por aumentos leves de osmolalidad (~2-3 mOsm/kg).
- Crucial para prevenir hipernatremia en personas con acceso libre al agua.

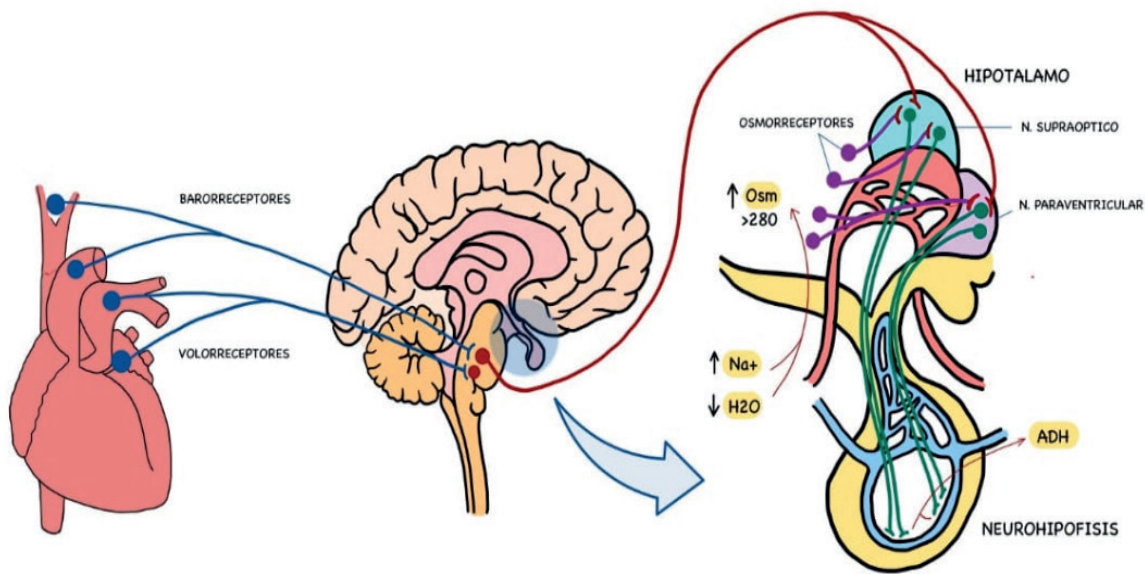


Figura 2.4. Hipotalamo-Hipofisis y ADH

Receptores de regulación

Tabla 2.1. Receptores de regulación		
Tipo de regulación	Sensores principales	Efectores hormonales
Osmorregulación	Osmorreceptores hipotalámicos	ADH y sed
Volumétrica	Mácula densa, arteriola aferente, aurículas, seno carotídeo	RAA, PNA, ADH (solo con hipovolemia severa), noradrenalina

Fuente: Elaboración propia

Volumen circulante eficaz

El volumen circulante eficaz es la parte del volumen extracelular que perfunde tejidos eficazmente. Este es afectado por situaciones de hipovolemia verdadera y por hipovolemia relativa (ICC, cirrosis, vasodilatación). Esta no se correlaciona directamente con volumen plasmático o gasto cardíaco.

Marcador clínico

Na⁺ urinario < 25 mEq/L indica activación de mecanismos de retención de sodio.

BIBLIOGRAFÍA

1. De la Cal Ramírez MA, coord. Manejo agudo de los trastornos electrolíticos y del equilibrio ácido-base.

2. González Gómez JM, Milano Manso G. Trastornos hidroelectrolíticos. Equilibrio ácido-base en pediatría. An Pediatr Contin. 2014;12(6):300-11. [https://doi.org/10.1016/S1696-2818\(14\)70208-2](https://doi.org/10.1016/S1696-2818(14)70208-2)

3. Guzmán F, Carrizosa E, Vergara A. Líquidos y electrolitos en cirugía: fisiopatología celular y bioquímica. México: Editorial Médica Panamericana; 2004.

4. Hernández JC, Solano A, Zecua Y. Líquidos y electrolitos en medicina interna. 2ª ed. Editorial. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2020.

5. Segado Soriano A, Sánchez Sendín D, Martínez Larrull E, Fernández Herranz J. Alteraciones hidroelectrolíticas en urgencias. Med (Barcelona). 2015;11(90):5379-5388. <https://doi.org/10.1016/j.med.2015.11.004>

6. Sociedad Española de Nefrología. Diuréticos y alteraciones electrolíticas. 2019. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-diureticos-y-alteraciones-electroliticas-218>

7. Sociedad Española de Nefrología. Trastornos electrolíticos. 2019. Disponible en: <https://www.senefro.org/modules.php?idwebstructure=23&name=webstructure>