

# EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES DE HIDRATACIÓN



**GATORADE**  
SPORTS  
SCIENCE  
INSTITUTE

*El contenido de esta presentación es proporcionado por GSSI, una división de PepsiCo, Inc. Cualquier opinión o interpretación científica expresada en esta presentación son del autor y no necesariamente representan la posición o política de PepsiCo, Inc.*

# Agua corporal y aspectos básicos de electrolitos

---

Agua Corporal Total

Terminología de Hidratación

Compartimentos de fluidos

Papel del sodio en el balance de fluidos

Fisiología de la hidratación

Hidratación y rendimiento

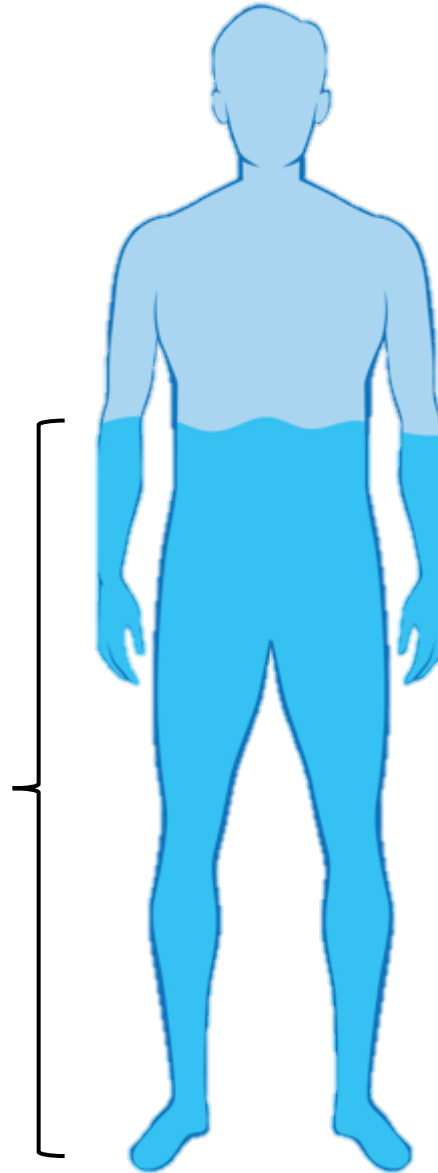


# Agua Corporal Total

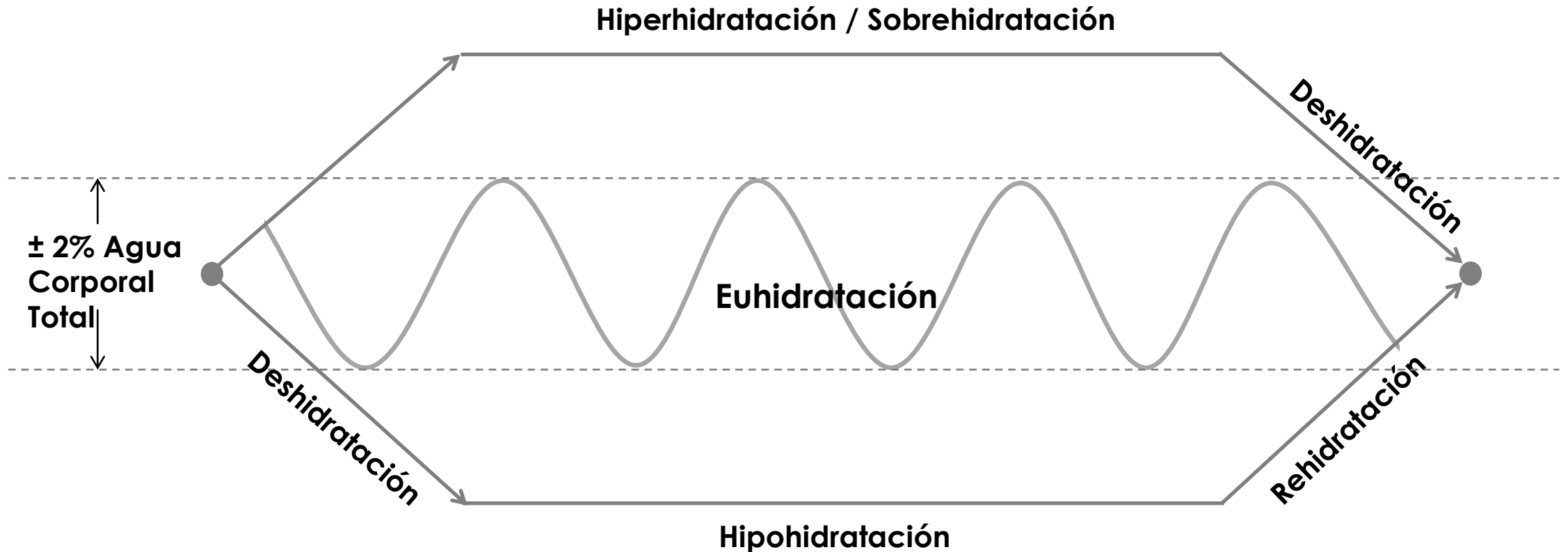
~50-70% de la masa corporal



ACT =  $\sim 0.73 \times$  masa libre de grasa



# Terminología de Hidratación



# Terminología de Hidratación

**Euhidratación** – Contenido de agua corporal “normal” dentro del rango de homeostasis.

**Deshidratación** – Proceso dinámico de pérdida de agua corporal.  
Por ejemplo: Transición de euhidratación a hipohidratación.

**Rehidratación** – Proceso dinámico de ganancia de agua corporal (a través de la ingesta de líquidos).  
Por ejemplo: Transición de hipohidratación a euhidratación.

**Hipohidratación** – Estado de déficit de agua corporal.

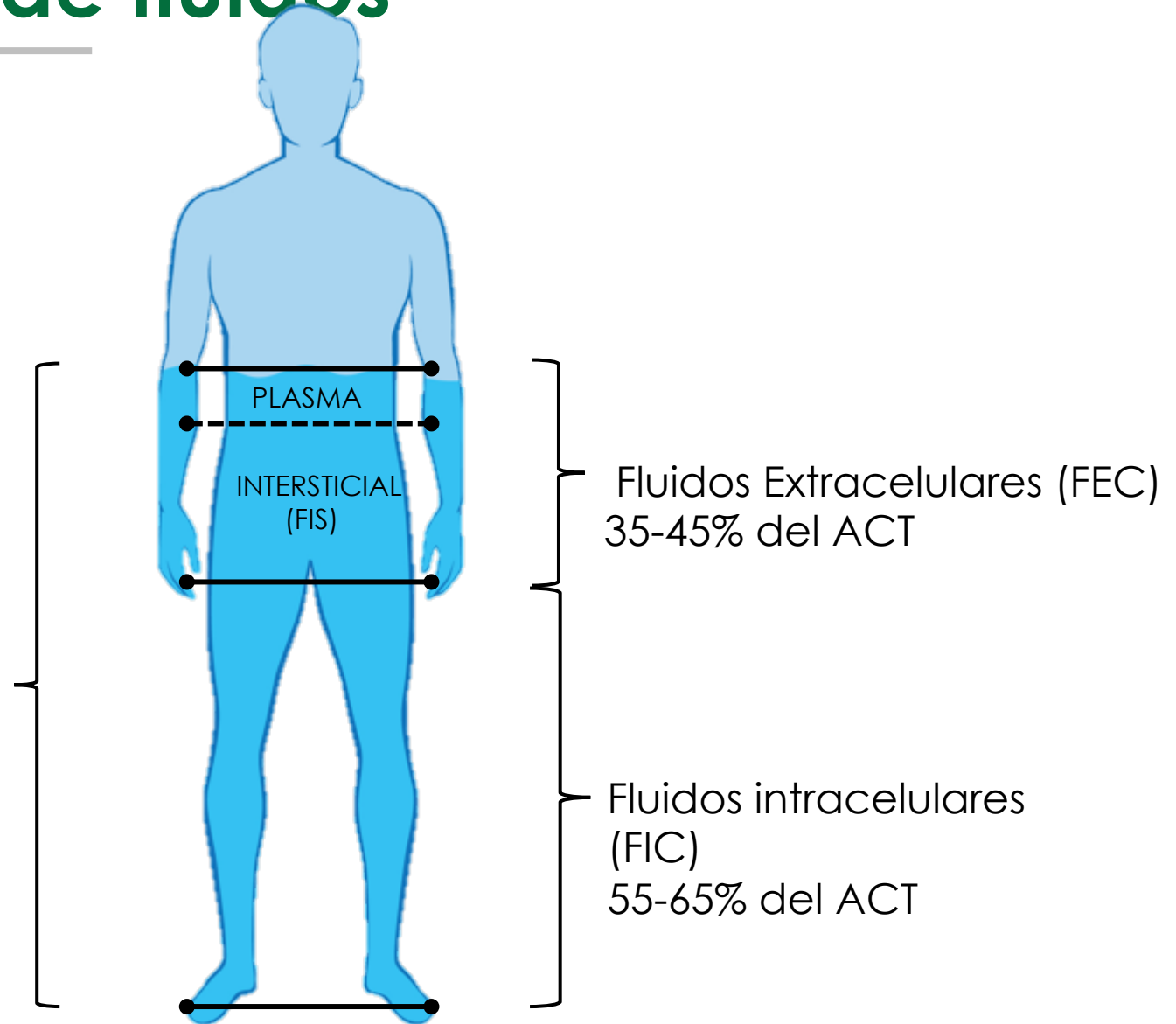
**Sobre o Hiperhidratación** – Estado de exceso de agua corporal.

# Compartimientos de fluidos

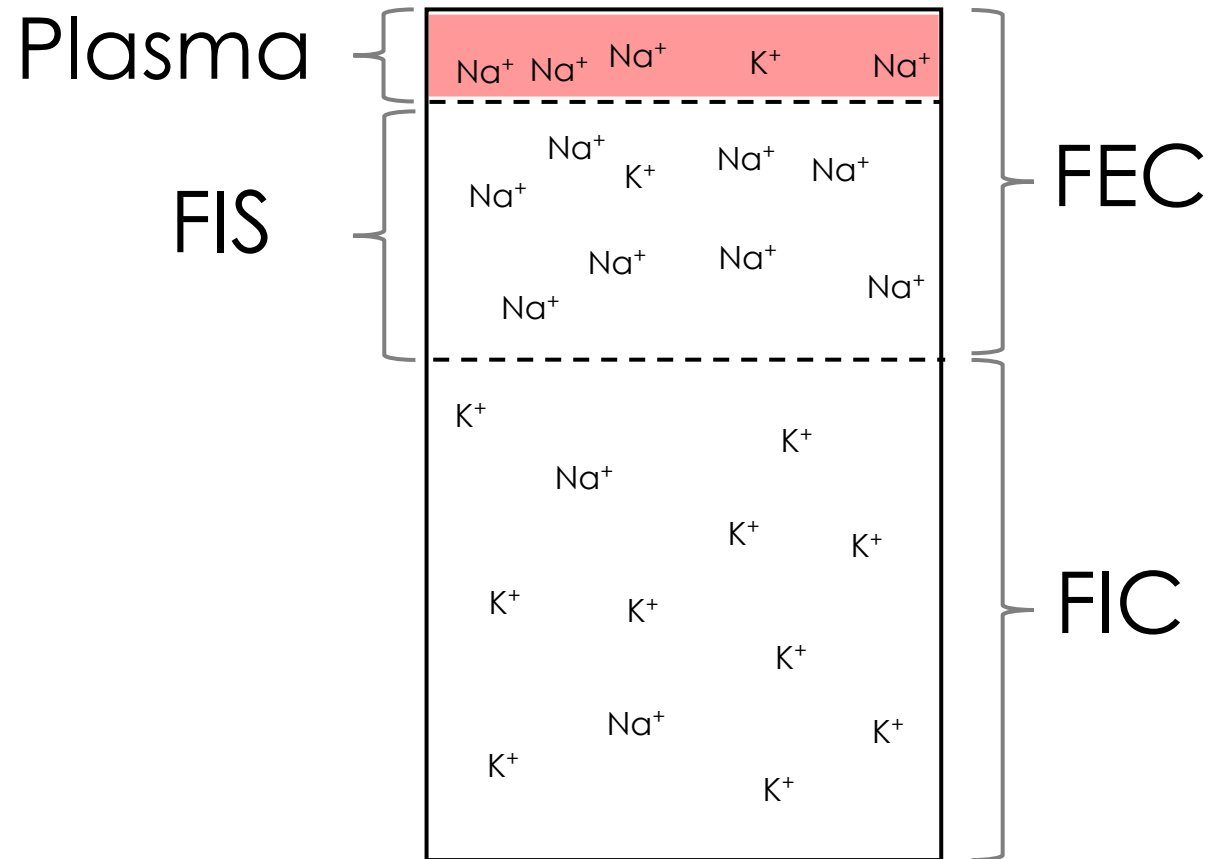
~50-70% de la masa corporal



ACT =  $\sim 0.73 \times$  masa libre de grasa



# Papel del sodio en el balance de fluidos



El Sodio ( $\text{Na}^+$ ) es el electrolito mas abundante en el espacio extracelular

El Sodio controla los movimientos de agua entre los compartimentos de fluidos.

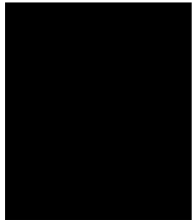
El agua sigue a los solutos para mantener el equilibrio osmótico

# Papel del sodio en el balance de fluidos

SSE #111



Estimula la sed– produciendo un incremento en la ingesta de líquidos y un mayor mantenimiento o reestablecimiento de la euhidratación.



Ayuda a mantener un adecuado balance de fluidos y electrolitos entre los compartimientos.



Mantiene la función cardiovascular durante el ejercicio a través de un mejor mantenimiento del volumen plasmático.

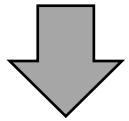


Promueve la rehidratación de todo el cuerpo estimulando la retención renal de fluidos (reducción de las pérdidas por orina).

# Fisiología de la Hidratación – Hipohidratación

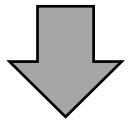
---

**Hipohidratación** – Déficit de agua corporal



**Hipovolemia** – descenso del volume plasmático

**Hiperosmolalidad** – Aumento de la osmolalidad plasmática (concentración de solutos disueltos, principalmente Sodio, en la sangre)



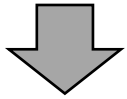
↑ **Tensión Cardiovascular** – Menor volumen sistólico y mayor frecuencia cardíaca

↑ **Temperatura corporal central** – Disminución de la habilidad para disipar el calor corporal a través de la sudoración y el flujo sanguíneo a la piel.

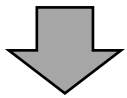
↑ **Fatiga** – Aparición temprana de la fatiga lo originando una reducción del rendimiento.

# Fisiología de la Hidratación – Sobrehidratación

Tomar en exceso bebidas bajas o sin sodio



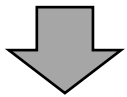
**Sobrehidratación** – Ganancia de masa corporal debido a un excedente de líquidos.



+ ejercicio prolongado (>4 horas)  
+ sujetos pequeño I (poca agua corporal total)  
+ pérdida excesiva de sodio

} Factores adicionales de riesgo

**Hiponatremia Relacionada al Ejercicio** – dilución de la concentración de sodio en el plasma a  $< 135 \text{ mmol/L}$



**Flujo de agua hacia el EIC**– la severidad de los síntomas relacionados con la hinchazón de las células depende de cuánto y qué tan rápido se ha reducido el sodio  $[\text{Na}^+]$  plasmático.

# Hidratación y rendimiento



Cognición



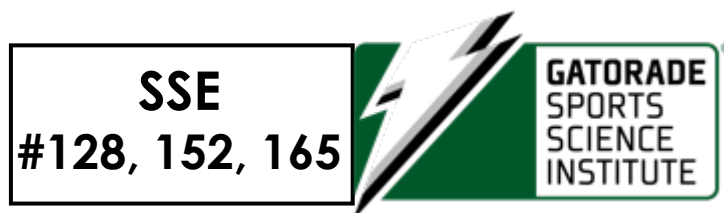
Deportes de Equipo



Ejercicio Aeróbico



Resistencia muscular,  
fuerza y potencia  
aneróbica



**La hipohidratación puede afectar el rendimiento, especialmente si excede el 2-3% de la masa corporal y las condiciones son calientes y húmedas.**

# Balance de fluidos

---

Evaluación antes del ejercicio

Estado de hidratación

Pérdida de sudor

Tasa de sudoración

Recolección de datos

Cálculos de ejemplo



**¿Podrías pensar en una forma sencilla con la cual un entrenador atlético o un dietista Deportivo pueda controlar el estado de hidratación de sus atletas?**

# Control del estado de hidratación:

## Color de la orina

El color de la orina puede ser empleado como un indicador confiable del estado de hidratación.

Los atletas con un color de orina de 5 en una tabla de colores de orina tienen 6 veces más probabilidades de estar hipohidratados.

Un color medio de la orina (3) proporciona una garantía razonable de que el deportista está hidratado.

El atleta o el ATC pueden controlar el color de la orina.

Publica tablas de colores de la orina en los baños



# Evaluación de la hidratación antes del ejercicio

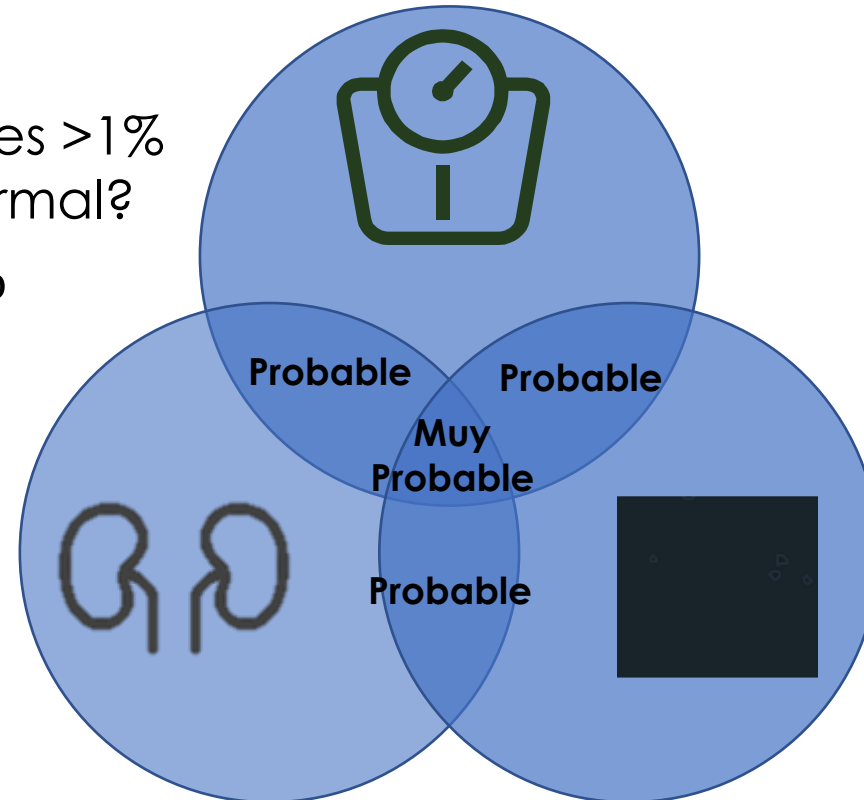
¿Estás hipohidratado?

¿Mi masa corporal es >1%  
mas baja de lo normal?

Si / No

¿Mi Orina es de  
color oscuro?

Si / No



SSE #92



¿Estoy sediento?

Si / No

Evaluar a primera hora de la mañana (antes del desayuno)

# Gravedad Específica de la Orina (GEO)

---

La GEO es sensible a los cambios en el estado de hidratación.

ACSM y NATA recomiendan puntos de corte para la deshidratación de  $\geq 1.020$  para GEO.

Los medicamentos pueden alterar el color de la orina y la GEO, incluyendo a las vitaminas.

Es mejor usar más de una medida (es decir, cambio en el peso corporal, color de la orina y USG)



# CONTROL DE LA HIDRATACIÓN DURANTE EL JUEGO



# Estado de hidratación

---

## Pérdida de masa corporal

Sudar  
Orinar

Respirar  
(oxidación de combustible, vapor de agua)



## Ganancia de masa corporal

Beber

Comer

**Estado de hidratación** = % cambio en la masa corporal desnudo

**Cálculos:**  $[(\Delta \text{ masa corporal}) / \text{masa corporal inicial}] * 100$

Ejemplo: 2% hipohidratación = 2% pérdida de masa corporal a través de la pérdida de fluidos

# Estado de hidratación

---



## Posición sobre reemplazo de fluidos 2007

El cambio agudo de la masa corporal se puede utilizar para calcular la tasa de sudoración y las modificaciones en el estado de hidratación cuando se corrige la pérdida de orina, el volumen de bebida y el sudor en la ropa.

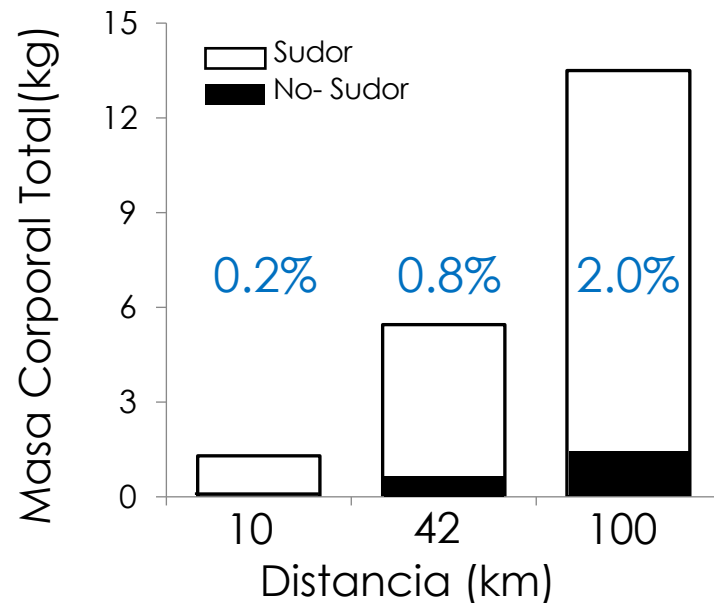
Otros factores no relacionados con el sudor (oxidación de combustible y pérdida de agua respiratoria) pueden sobrestimar la tasa de sudoración, pero no requieren corrección para  $<3$  h de ejercicio.

Por lo tanto, usar el cambio agudo de masa corporal para estimar el estado de hidratación es apropiado para la mayoría de los deportes individuales y de equipo, ya que las prácticas y los juegos son usualmente  $<3$  h.

# Estado de hidratación

Usar el cambio en la masa corporal para determinar el estado de hidratación se vuelve menos preciso en eventos más largos.

Por ejemplo, durante eventos de ultrarresistencia  $\geq 2\%$  de la pérdida de masa corporal puede ocurrir a través de fuentes distintas al sudor:



Competencia de 161-km de ultramarathon de montaña (~25-30 h)

1.2-3.5% de pérdida de masa corporal debido a fuentes diferentes al sudor

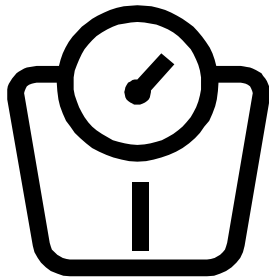
Hoffman et al. *Sports Med*, 2017  
Correction in *Sports Med*, 2018.

# Recolección de datos – Cambios en el estado de Hidratación

---

## Materiales necesarios

- ✓ Balanza digital para medir el peso corporal con precisión de 0.10 kg o mejor.
- ✓ Toallas



## Instrucciones

### Antes del Ejercicio

- ✓ Sugiera al atleta que use el baño y vacíe su vejiga e intestinos.
- ✓ Pese al atleta con la menor cantidad de ropa posible (ej. Shorts de compresión, sports bra).

### Después del Ejercicio

- ✓ Pida al atleta que se seque bien con una toalla.
- ✓ Pese al atleta usando la misma cantidad de ropa con que se pesó al principio.

# Ejemplo #1

---

## Datos



Masa corporal inicial:

**104.55 kg**



Masa corporal después del ejercicio:

**101.00 kg**



# Ejemplo #1

---

**Calculo del % de cambio en el estado de hidratación del atleta después del ejercicio.**

La masa corporal se redujo de 104.55 kg a 101.00 kg, así el  $\Delta$  masa corporal = -3.55 kg

**Estado de hidratación** =  $[(\Delta \text{ masa corporal}) / \text{masa corporal inicial}] * 100$



$$(-3.55 \text{ kg} / 104.55 \text{ kg}) * 100$$

**-3.4% Cambio en la masa corporal**

## Ejemplo #2

---

### Datos



Masa corporal inicial:

**56.35 kg**



Masa corporal después del partido:

**55.45 kg**



## Ejemplo #2

---

**Calculo del % de cambio en el estado de hidratación del atleta después del partido.**

La masa corporal se redujo de 56.35 kg a 55.45 kg, así el  $\Delta$  masa corporal = -0.90 kg

**Estado de hidratación** =  $[(\Delta \text{ masa corporal}) / \text{masa corporal inicial}] * 100$



$$(-0.90 \text{ kg} / 56.35 \text{ kg}) * 100$$

**-1.6% Cambio en la masa corporal**

# Ejemplo #3

---

## Datos



Masa corporal inicial:

**66.15 kg**



Masa corporal después del  
ejercicio:

**66.80 kg**



## Ejemplo #3

---

**Calculo del % de cambio en el estado de hidratación del atleta después del ejercicio.**

La masa corporal aumentó de 66.15 kg a 67.00 kg, así el  $\Delta$  masa corporal = +0.65 kg

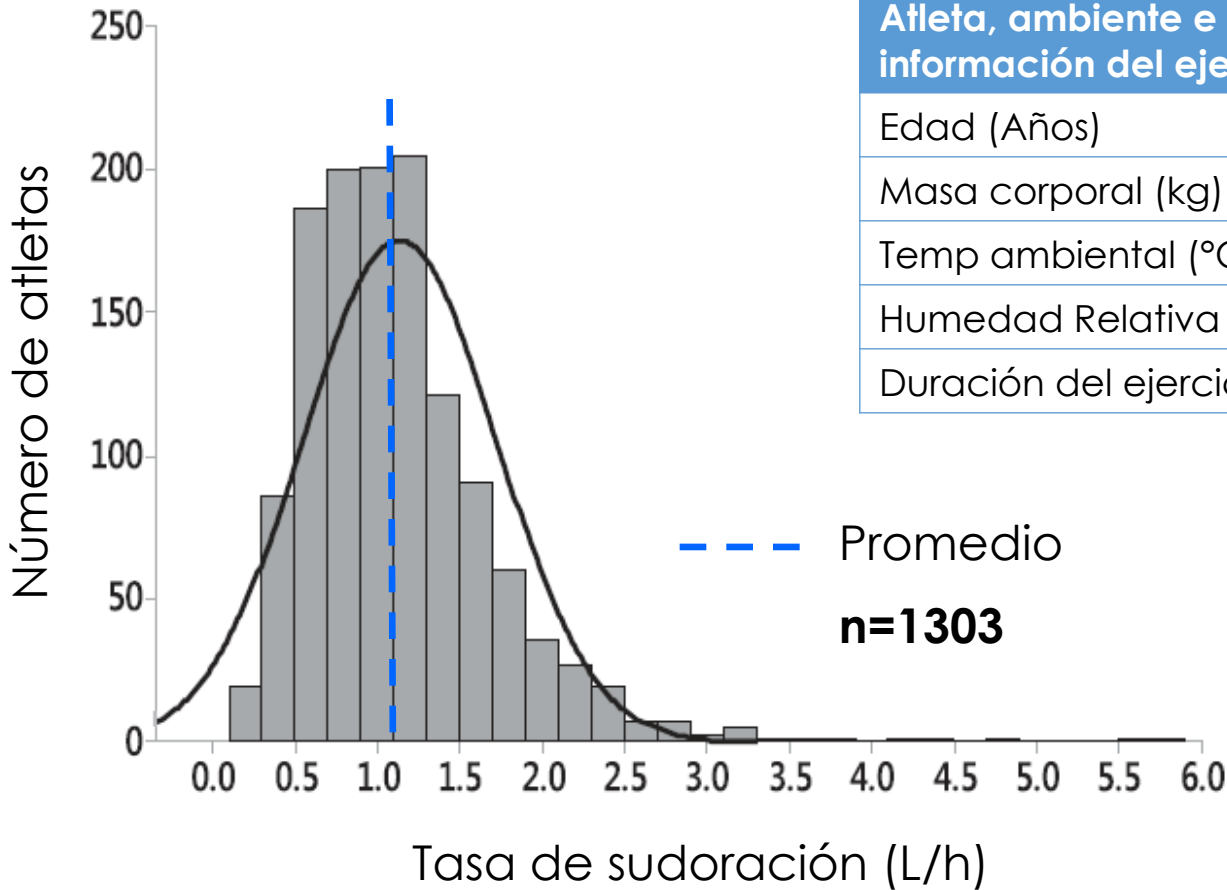
**Estado de hidratación** =  $[(\Delta \text{ masa corporal}) / \text{masa corporal inicial}] * 100$



$$(0.65 \text{ kg} / 66.15 \text{ kg}) * 100$$

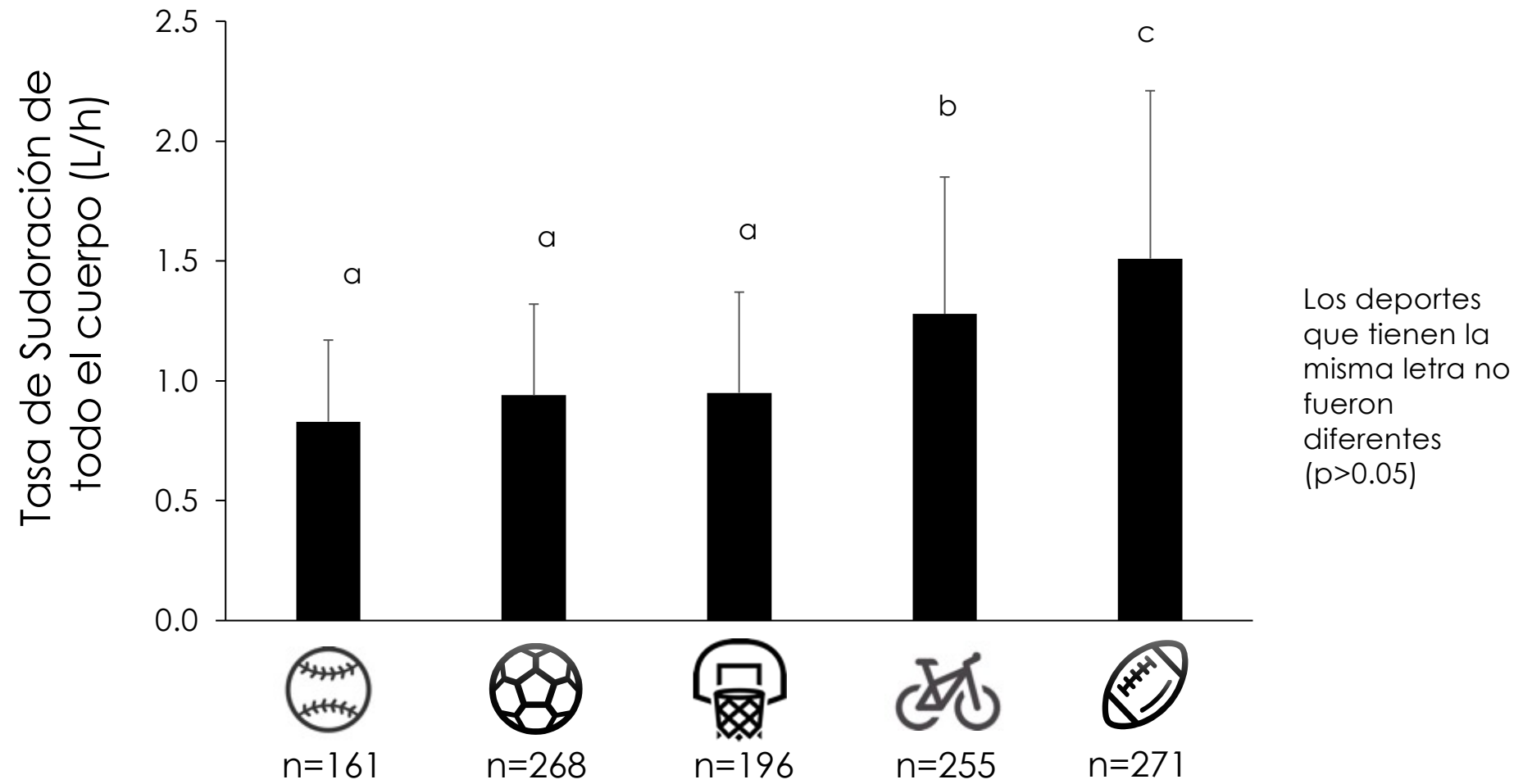
**+1.0 % Cambio en la masa corporal**

# Tasa de sudoración– Datos normativos en atletas



| Atleta, ambiente e información del ejercicio | Promedio $\pm$ SD (Rango) |
|----------------------------------------------|---------------------------|
| Edad (Años)                                  | 24 $\pm$ 9 (9-70)         |
| Masa corporal (kg)                           | 84 $\pm$ 24 (23-178)      |
| Temp ambiental (°C)                          | 26 $\pm$ 5 (11-50)        |
| Humedad Relativa (%)                         | 55 $\pm$ 17 (13-95)       |
| Duración del ejercicio (h)                   | 1.7 $\pm$ 0.7 (0.5-5.4)   |

# Tasa de sudoración– Datos normativos por deportes



# Factores que influyen en la variabilidad de la tasa de sudoración

---

**Intensidad del ejercicio**

**Tamaño corporal**

**Condiciones ambientales**

(temperatura, humedad, radiación solar, viento)

Aclimatación al calor

Aptitud física

Ropa / equipo usado

Composición corporal

Estado de hidratación

Edad (maduración)

Genética

Metodología

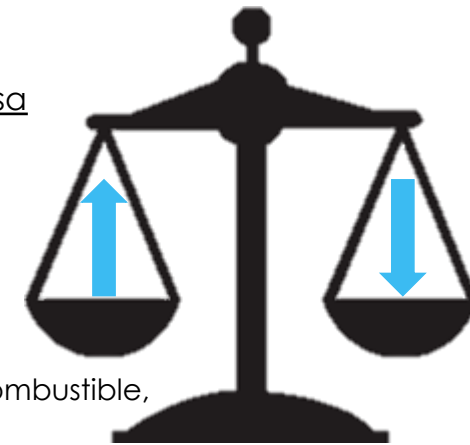


# Cálculos de pérdida de sudor

Pérdida de masa corporal

Sudar  
Orinar

Respirar  
(oxidación de combustible,  
vapor de agua)



Ganancia de masa corporal

Beber  
Comer

**Pérdida de sudor** = [Masa corporal antes del ejercicio – (Masa corporal después del ejercicio – Bebidas y Alimentos + Orina y Respiración)]

Pérdidas respiratorias = 0,2 g / kcal de energía gastada durante el ejercicio. Debido a la contribución relativamente pequeña de las pérdidas respiratorias a la pérdida total de masa corporal y debido a que el gasto de energía es difícil de medir, esta parte de la ecuación generalmente se descarta para los períodos cortos de ejercicio.

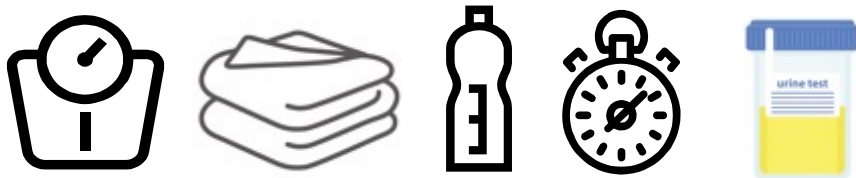
**Pérdida de sudor** = [Masa corporal antes del ejercicio – (Masa corporal después del ejercicio – Bebidas y Alimentos + Orina)]

# Recolección de datos – Tasa de sudoración



## Materiales necesarios

- ✓ Balanza digital para medir el peso corporal con precisión de 0.10 kg o mejor.
- ✓ Toallas
- ✓ Reloj o cronómetro
- ✓ Botellas
- ✓ Balanza digital pequeña
- ✓ Envase de orina



## Instrucciones

### Antes del Ejercicio

- ✓ Sugiera al atleta que use el baño y vacíe su vejiga e intestinos.
- ✓ Pese al atleta con la menor cantidad de ropa posible (ej. Shorts de compresión, sports bra).
- ✓ Pese las botellas y los alimentos (barras, geles, etc.) si aplica.

### Durante el Ejercicio

- ✓ Recoja las muestras de orina en el envase y péselo, si aplica.

### Después del Ejercicio

- ✓ Pida al atleta que se seque bien con una toalla.
- ✓ Pese al atleta usando la misma cantidad de ropa con que se pesó al principio.
- ✓ Pese nuevamente las botellas y bebidas, si aplica.

# Ejemplo #1

---

## Data

-  Masa corporal inicial: **104.55** kg
-  Duración de la práctica: **2.5** h
-  Bebidas consumidas: **1.25** kg
-  Alimentos consumidos: **2 x 50-g** energy bars
-  Pérdidas de orina = N/A
-  Masa corporal final: **101.00** kg



# Ejemplo #1

---



## Cálculo de la tasa de sudoración del atleta

**Pérdida de sudor** = [Masa corporal antes del ejercicio – (Masa corporal después del ejercicio – Bebidas y Alimentos + Orina)]

$$104.55 \text{ kg} - (101.00 \text{ kg} - 1.35 \text{ kg} + 0 \text{ kg})$$

4.90 kg (ó L) de sudor perdido en 2.5 h

**Tasa de sudoración** =  $4.90 \text{ L} / 2.5 \text{ h} = 1.96 \text{ L/h}$

# Ejemplo #2

---

## Datos

🔍 Masa corporal inicial: **56.35** kg

🔍 Duración del partido: **1.5** h

🔍 Bebidas consumidas: **0.85** kg

🔍 Pérdidas de orina = N/A

🔍 Masa corporal final: **55.45** kg



## Ejemplo #2

---



### Cálculo de la tasa de sudoración del atleta

#### Pérdida de sudor =

[Masa corporal antes del ejercicio – (Masa corporal después del ejercicio – Bebidas y Alimentos + Orina)]

$$56.35 \text{ kg} - (55.45 \text{ kg} - 0.85 \text{ kg} + 0 \text{ kg})$$

1.75 kg (ó L) de pérdida de sudor en 1.5 h

$$\text{Tasa de sudoración} = 1.75 \text{ L} / 1.5 \text{ h} = \mathbf{1.17 \text{ L/h}}$$

# Ejemplo #3

---

## Datos



Masa corporal inicial: **66.15** kg



Duración del ejercicio: **2 h 20** min



Bebidas consumidas: **2.05** kg



Pérdidas de orina = **0.20** Kg



Masa corporal final: **66.80** kg



## Ejemplo #3

---



### Cálculo de la tasa de sudoración del atleta

#### Pérdida de sudor =

[Masa corporal antes del ejercicio – (Masa corporal después del ejercicio – Bebidas y Alimentos + Orina)]

$$66.15 \text{ kg} - (66.80 \text{ kg} - 2.05 \text{ kg} + 0.20 \text{ kg})$$

1.20 kg (ó L) de pérdida de sudor en 2.33 h

$$\text{Tasa de sudoración} = 1.20 \text{ L} / 2.33 \text{ h} = \mathbf{0.52 \text{ L/h}}$$

# Ingesta planificada vs Tomar según la sed

---



## Tomar según sed

Actividad de corta duración  
< 60 a 90 min  
Condiciones frescas  
Baja intensidad



## Ingesta planificada

Actividades de mayor duración > 90 min  
Especialmente en el calor  
Alta intensidad  
Altas tasas de sudoración  
Cuando el rendimiento es importante  
Cuando la ingesta de carbohidratos sea  
de 1 g/min

# Balance de electrolitos

---

Composición del sudor

Concentración de sodio en el sudor

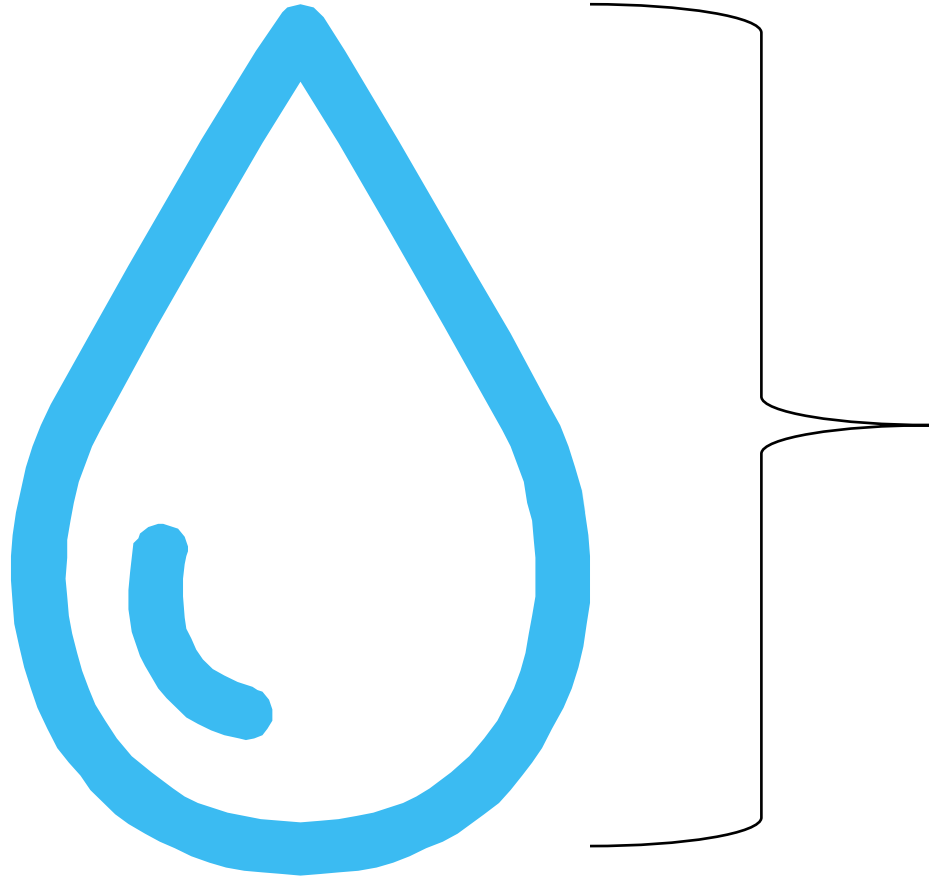
Pérdidas de sodio en el sudor

Recolección de datos

Cálculos de ejemplo

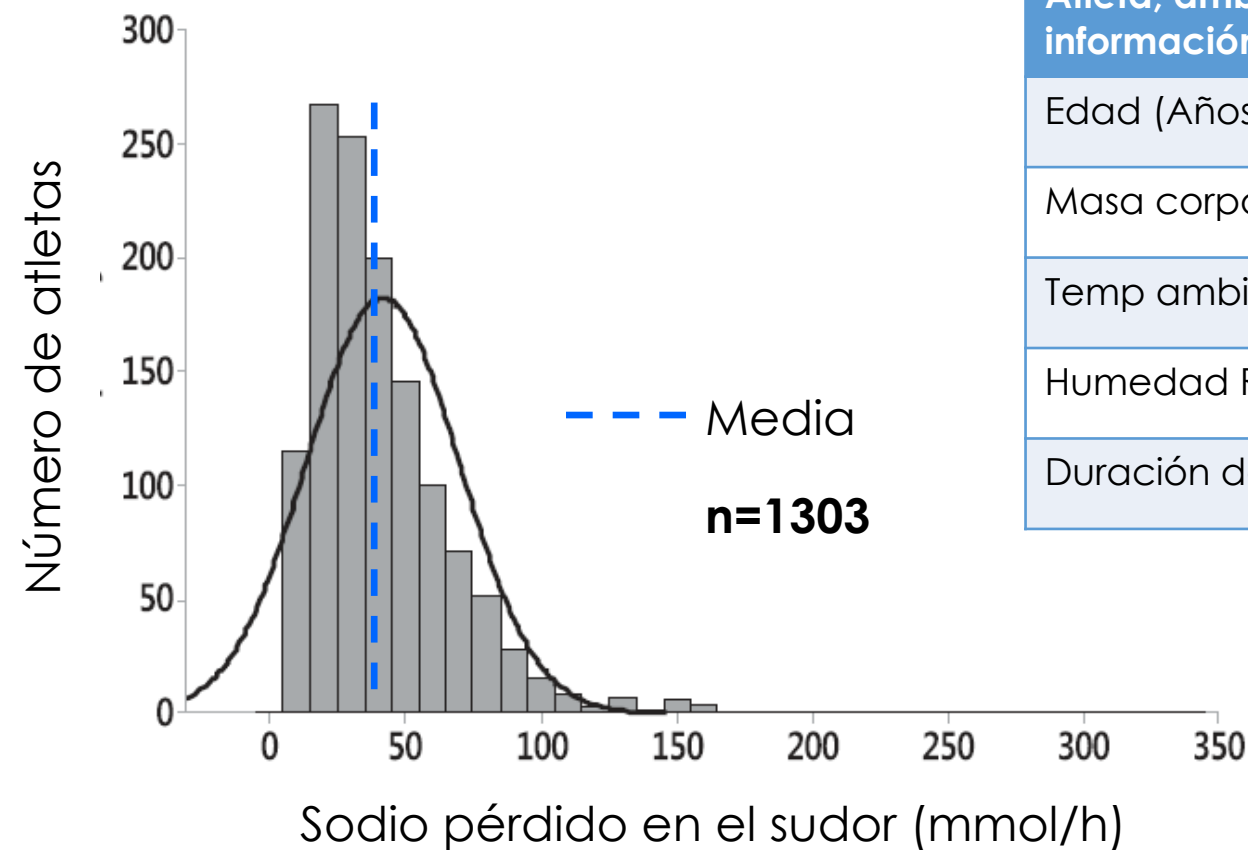


# Composición del sudor



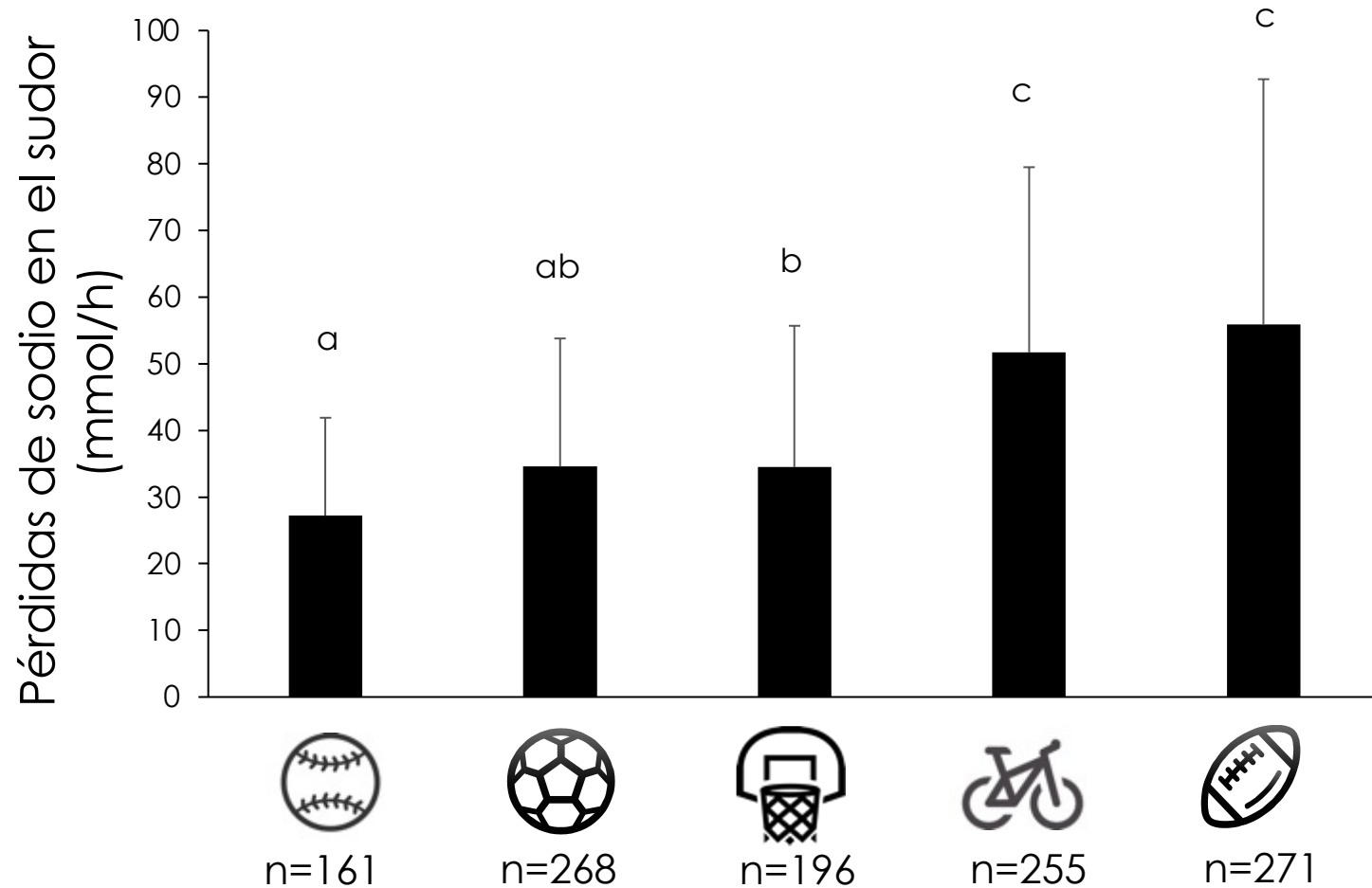
|                                                                                                 | Concentracion   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Sodio</b>                                                                                    | 10-90 mmol/L    |
| <b>Cloro</b>                                                                                    | 10-90 mmol/L    |
| <b>Lactato</b>                                                                                  | 5-40 mmol/L     |
| <b>Urea</b>                                                                                     | 4-12 mmol/L     |
| <b>Potasio</b>                                                                                  | 2-8 mmol/L      |
| <b>Ammonio</b>                                                                                  | 1-8 mmol/L      |
| <b>Otros</b> (e.g., bicarbonato, calcio, magnesio, glucosa, amino ácidos, hierro, cobre, zinc). | Cada < 1 mmol/L |

# Pérdidas de sodio en sudor– Datos normativos en atletas



| Atleta, ambiente e información del ejercicio | Promedio ± SD (Rango) |
|----------------------------------------------|-----------------------|
| Edad (Años)                                  | 24 ± 9 (9-70)         |
| Masa corporal (kg)                           | 84 ± 24 (23-178)      |
| Temp ambiental (°C)                          | 26 ± 5 (11-50)        |
| Humedad Relativa (%)                         | 55 ± 17 (13-95)       |
| Duración del ejercicio (h)                   | 1.7 ± 0.7 (0.5-5.4)   |

# Pérdidas de sodio en sudor– Datos normativos por deportes



Los deportes que tienen la misma letra no fueron diferentes ( $p > 0.05$ )

# Recolección de datos– Concentración de sodio en sudor



## Materiales necesarios

- ✓ Parche absorbente para el sudor
- ✓ Pinzas
- ✓ Toallitas con alcohol y / o agua desionizada
- ✓ Gasa o toallas de papel
- ✓ Guantes
- ✓ Tubo de almacenamiento
- ✓ Dispositivo analítico



## Instrucciones

### Antes del ejercicio

- ✓ Limpie el antebrazo del atleta con alcohol y / o agua desionizada, séquelo.
- ✓ Coloque el parche en la mitad del antebrazo.

### Durante / después del ejercicio

- ✓ Supervise el parche visualmente.
- ✓ Use manos enguantadas y pinzas limpias para quitar el parche después de una saturación moderada.
- ✓ Coloque la almohadilla absorbente en el tubo de almacenamiento.

### Almacenamiento / análisis

- ✓ Si el análisis no se realiza de inmediato, selle el tubo y guárdelo refrigerado hasta por 1 semana.
- ✓ Mida la concentración de sodio mediante cromatografía iónica o electrodo selectivo de iones
- ✓ Utilice las ecuaciones de regresión publicadas para predecir la concentración de sodio en el sudor de todo el cuerpo.

# Ejemplo #1

---

## Datos

-  Concentración del sodio en el sudor del antebrazo: **80** mmol/L
-  Duración de la práctica: **2.5** h
-  Pérdida de sudor: **4.90** L



# Ejemplo #1

---



**Estime la pérdida total de sodio en el sudor del atleta**

**Sudor de todo el cuerpo  $[\text{Na}^+]$**  =  $0.57(80 \text{ mmol/L}) + 11.05 = 56.65 \text{ mmol/L}$

**Pérdida de sodio en el sudor**

**de todo el cuerpo** =  $56.65 \text{ mmol/L} * 4.90 \text{ L} = 277.59 \text{ mmol}$

=  $277.59 \text{ mmol} * 22.99 \text{ mg/mmol}$

= **6382 mg sodio**

## Ejemplo #2

---

### Datos

🔍 Concentración del sodio en el sudor del antebrazo: **62** mmol/L

🔍 Duración del partido: **1.5** h

🔍 Pérdida de sudor: **1.75** L



## Example #2

---



Estime la pérdida total de sodio en el sudor del atleta

**Sudor de todo el cuerpo  $[\text{Na}^+]$**  =  $0.57(62 \text{ mmol/L}) + 11.05 = 46.39 \text{ mmol/L}$

**Pérdida de sodio en el sudor**

**de todo el cuerpo** =  $46.39 \text{ mmol/L} * 1.75 \text{ L} = 81.18 \text{ mmol}$

=  $81.18 \text{ mmol} * 22.99 \text{ mg/mmol}$

= **1866 mg sodio**

# Ejemplo #3

---

## Data



Concentración del sodio en el sudor del antebrazo: **38** mmol/L



Duración de la práctica: **2 h 20** min



Pérdida de sudor: **1.30** L



## Ejemplo #3

---



Estime la pérdida total de sodio en el sudor del atleta

**Sudor de todo el cuerpo  $[\text{Na}^+]$**  =  $0.57(38 \text{ mmol/L}) + 11.05 = 32.71 \text{ mmol/L}$

**Pérdida de sodio en el sudor**

**de todo el cuerpo** =  $32.71 \text{ mmol/L} * 1.20 \text{ L} = 39.25 \text{ mmol}$

=  $39.25 \text{ mmol} * 22.99 \text{ mg/mmol}$

= **902 mg sodio**

# Recomendaciones

- ✓ Comience el ejercicio correctamente hidratado
- ✓ Utilice una estrategia personalizada de ingesta de líquidos basada en los resultados de las pruebas de sudor, la duración del ejercicio y las condiciones ambientales.
- ✓ Beba suficiente líquido para evitar una deshidratación > 2%, especialmente en climas cálidos
- ✓ No consuma líquidos en exceso durante el ejercicio
- ✓ Consuma bebidas con sodio si el ejercicio es > 2 h en clima caluroso y / o si las pérdidas de electrolitos por sudor son muy altas (> 3 g)



**Enlace a video resumen**