

Monograph

Percepción Subjetiva de la Deshidratación: ¿Hay una Relación entre la Deshidratación Real y la Percibida?

Facundo Ahumada, MSc^{1,2}, Lic. Adrián A Barale^{1,3} y Alejandro Zóccola²¹Grupo Sobre Entrenamiento, Córdoba, Argentina.²Across, Suplementos Nutricionales, Córdoba, Argentina.³Escuela de Nutrición, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo fue valorar la relación existente entre la deshidratación real, medida a través de la pérdida de masa corporal durante el ejercicio, y la percepción subjetiva de la deshidratación (PSD) en un grupo de ciclistas de nivel recreacional y competitivo. Entre los objetivos secundarios estuvo la valoración de la deshidratación que sufrirían los sujetos, durante un ejercicio realizado en condiciones hipotéticas de intensidad, climatológicas, tasa de sudoración e ingesta de fluidos y la valoración del volumen de líquidos con los que se deberían prehidratar para no superar un nivel de deshidratación correspondiente al 1 ó 2% de la masa corporal. Fueron realizadas dos mediciones: medición 1, temperatura: 37°C, humedad relativa: 25%; medición 2, temperatura: 25,5°C, humedad relativa: 23%. Los cambios en las variables medidas desde la condición pre- a post-ejercicio fueron los siguientes, respectivamente: masa corporal, desde 78 ± 14 a 75 ± 13 kg (p < 0,001) (medición 1), desde 73 ± 9 a 72 ± 9 kg (p < 0,001) (medición 2); PSD, desde 4 ± 2 hasta 7 ± 2 (p < 0,001) (medición 1), desde 3 ± 1 hasta 5 ± 1 (p < 0,001) (medición 2); percepción subjetiva del esfuerzo (PSE), desde 3 ± 2 hasta 7 ± 2 (p < 0,001) (medición 1), desde 2 ± 2 hasta 5 ± 2 (p < 0,001) (medición 2). Por otro lado, la deshidratación, valorada a través del porcentaje de disminución de la masa corporal, alcanzó un valor de 3,3 ± 0,9% (medición 1), y de 1,2 ± 0,4% (medición 2), mientras que el volumen de fluidos ingeridos fue de 0,7 ± 0,3 L·h⁻¹ (medición 1) y de 0,6 ± 0,2 L·h⁻¹ (medición 2). Los valores de tasa de sudoración, pérdida porcentual de masa corporal durante un ejercicio de 2 h de duración, a la intensidad, y condiciones meteorológicas del presente trabajo, con una ingesta de fluidos de 750 mL·h⁻¹ y el volumen de fluidos que deberían ser ingeridos durante la pre-hidratación para limitar el nivel de deshidratación a 2% (medición 1) y 1% (medición 2), respectivamente, correspondieron a 3 ± 1 L·h⁻¹, 6 ± 2%, y 4 ± 2 L (medición 1) y 1,5 ± 0,4 L·h⁻¹, 2 ± 1%, 0,9 ± 0,6 L (medición 2). El valor obtenido para el coeficiente de correlación (r) entre la deshidratación (%) y el delta de la PSD (valor final-valor inicial) tuvo un valor de 0,409 (p = 0,059) (medición 1), y de -0,174 (p = 0,437) (medición 2). Concluimos que en condiciones de campo la escala de PSD utilizada en el presente estudio no parecería constituir una herramienta para estimar un valor exacto de pérdida porcentual de masa corporal después del ejercicio. No obstante, si podría constituir una opción para el entrenador que no puede valorar la masa corporal, pre- y post-ejercicio, para obtener información acerca de la hidratación de un deportista durante el ejercicio, ya que los valores de PSD se incrementaron significativamente en las dos condiciones medidas. Debido a que la tasa de sudoración presenta diferencias interindividuales de gran magnitud, la valoración exacta de este índice para cada deportista reviste gran importancia a la hora de planificar las estrategias de hidratación pre-, intra- y post-ejercicio.

Palabras Clave: agua corporal, euhidratación, sudor, rendimiento, temperatura, percepción

INTRODUCCION

El agua es el solvente principal en el planeta Tierra y todos los procesos biológicos de los seres vivos que en ella habitan la requieren. La vida está asociada al gasto de una dada cantidad de energía en un cierto tiempo, y en los seres vivos, la vida es posible a través de la utilización de sustratos energéticos mediante rutas metabólicas, como la glucólisis o el ciclo de Krebs. Estas rutas metabólicas requieren enzimas, que catalizan las diferentes reacciones. Las enzimas o catalizadores biológicos solo pueden funcionar en un medio acuoso, lo que implica que cualquier proceso vivo es completamente dependiente del agua.

El agua tiene propiedades interesantes. A pesar de estar en estado líquido a presión y temperaturas ambientales encontradas frecuentemente en diferentes regiones (1 atmósfera y 20°C, respectivamente), su punto de ebullición (100°C a una atmósfera) es mucho más elevado que el de otros líquidos (Blanco, 1994). Su calor de vaporización (540 cal·g⁻¹) es también muy elevado, respecto a otras sustancias en el mismo estado de agregación (Blanco, 1994). Esta propiedad encuentra su "aplicación práctica en el ser humano" en relación a la sudoración, ya que cada mL de agua que se evapora de la superficie de la piel, se "lleva" consigo 0,6 kcal (Chevront & Haymes, 2001).

Los organismos vivos, así como el cuerpo del ser humano, presentan un contenido elevado de agua. Desde un punto de vista químico, el cuerpo humano podría dividirse en mineral, carbohidratos, proteínas, grasa y agua, en donde esta última representaría ~40% de la masa total (Wilmore, 1996).

Durante el ejercicio, la deshidratación puede incrementar el riesgo de que se produzca un golpe de calor, a través de ya sea la disminución del flujo sanguíneo a la piel o la disminución de la tasa de sudoración (Ryan et al., 1998). A este respecto, es digno de mención que ha sido reportado un incremento de 0,1 a 0,4°C de la temperatura central por cada pérdida de 1% de masa corporal (Ryan et al., 1998). No obstante, también es importante destacar que ha sido reportado que podría haber un umbral de deshidratación a partir del cual se produce este incremento, y podría corresponder a un 2-3% de pérdida de la masa corporal (Chevront & Haymes, 2001).

En relación a la tasa de sudoración durante el ejercicio, en la literatura están documentados diferentes valores. Ryan et al. (1998) reportan valores de entre 0,5 y 1,5 L·h⁻¹, lo cual puede resultar en pérdidas que superan el 2 a 4% del peso corporal. Por otro lado, Kovacs (2006) plantea en relación al tenis que hombres y mujeres pueden perder entre 0,5 y 3,0 L de agua por cada hora de juego, dependiendo del ambiente, la intensidad del juego, la tasa de sudoración, la aclimatación, el nivel de hidratación, y la edad. Por su parte, Del Coso et al. (2008) reportaron tasas de sudoración de 1,26 y 1,17 L·h⁻¹ en ciclistas entrenados que ingirieron líquidos para equiparar las pérdidas de fluidos o que no ingirieron nada, respectivamente, durante 120 min de trabajo al 63% del VO₂ máx. (temperatura de 36°C y humedad relativa de 29%), siendo los valores de tasa de sudoración significativamente diferentes entre si. Lo cual confirma lo planteado por Ryan et al. (1998), en relación a la disminución de la tasa de sudoración durante la deshidratación.

Al parecer la sed no es un buen indicador del nivel de agua corporal, ni un estímulo suficiente para evitar la pérdida neta de agua durante la realización de ejercicios en ambientes calurosos, ya que la ingesta de agua ad libitum comúnmente deriva en una condición de deshidratación involuntaria (Kovacs, 2006). Además parece que se pueden perder 1,5 L de agua corporal antes de que la sed sea percibida, y cuando esto ocurre, ya ha comenzado la desmejora de la termorregulación durante el ejercicio (Kovacs, 2006). No obstante sería interesante determinar si la utilización de una escala de deshidratación percibida luego del ejercicio, similar a la escala de valoración del esfuerzo total percibido luego del ejercicio (Tabla 1), podría tener utilidad para valorar el grado de deshidratación sufrido por un individuo luego de realizar ejercicio.

Puntaje	Orden verbal
0	Descanso
1	Muy liviano
2	Liviano
3	Moderado
4	Algo Intenso
5	Intenso
6	
7	Muy Intenso
8	Muy, muy intenso
9	Casi máximo
10	Máximo

Tabla 1. Valores de esfuerzo percibido luego de una sesión de entrenamiento (Foster et al., 2001).

Por lo tanto, el objetivo principal del presente trabajo fue valorar la relación existente entre la deshidratación real, medida a través de la pérdida de masa corporal durante el ejercicio, y la percepción subjetiva de la deshidratación (PSD) de los sujetos, valorada a través de una escala de sensación subjetiva de la sed. Entre los objetivos secundarios estuvo la valoración de la deshidratación que sufrirían los sujetos, durante un ejercicio realizado en condiciones hipotéticas de clima, intensidad, tasa de sudoración e ingesta de fluidos, y la valoración del volumen de líquidos con los que se deberían prehidratar para no superar un nivel de deshidratación correspondiente al 1 ó 2% de la masa corporal.

MÉTODOS

Sujetos

La muestra estuvo conformada por 29 ciclistas de ruta, montaña, y triatletas de nivel recreacional y competitivo de la ciudad de Córdoba, Argentina. De este grupo de sujetos, solo 14 estuvieron presentes en ambas mediciones, mientras que los 15 sujetos restantes solo asistieron a una de las mediciones. La edad media del grupo fue de 36 ± 9 años (intervalo de 16-52 años), que tenían una masa corporal media de 76 ± 12 kg (intervalo de 55,7-121,1 kg).

Recolección de los Datos y Diseño del Estudio

Fueron realizadas dos mediciones en días diferentes y a la misma hora, con un espacio de tiempo de 20 días. Los datos fueron recolectados en un circuito de ciclismo de 2 km al aire libre en donde los sujetos estaban habituados a entrenar.

Antes y después del entrenamiento, de aproximadamente una hora de duración, fueron registrados los siguientes datos: *masa corporal*, mediante una balanza portátil (OMROM, modelo HBF-400INT, OMROM Healthcare, Inc., Illinois, Estados Unidos); *percepción subjetiva de la deshidratación (PSD)*, valorada a través de una escala de percepción de la sed de 0-10 puntos (Tabla 2); *percepción subjetiva del esfuerzo (PSE)* a través de una escala de percepción también de 10 puntos (Tabla 3), *volumen de fluido ingerido*, reportado por cada ciclista.

Los sujetos siguieron con el entrenamiento propuesto por su entrenadora, el cual consistía de repeticiones de una distancia de entre 2 y 8 km, realizadas entre el 80 y 100% de la velocidad aeróbica máxima de los sujetos, con períodos de recuperación de entre 90 y 120 s. El tiempo de trabajo fue de ~1 hora.

Puntaje	Orden Verbal
0	Muy, muy poca sed
1	
2	Muy poca sed
3	Poca sed
4	
5	Algo de sed
6	Bastante sed
7	
8	Muy mucha sed
9	Muy, muy mucha sed
10	

Tabla 2. Escala de percepción subjetiva de la deshidratación (PSD) utilizada en el estudio.

Puntaje	Orden Verbal
0	Muy, muy suave
1	
2	Muy suave
3	Bastante suave
4	
5	Algo duro
6	Duro
7	
8	Muy duro
9	Muy, muy duro
10	

Tabla 3. Escala de percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) utilizada en el estudio.

Condiciones Climáticas

Las condiciones meteorológicas de las dos mediciones fueron las siguientes: *día 1*, temperatura: 37°C, humedad relativa: 25%, velocidad del viento: 33 km·h⁻¹ desde el noroeste; *día 2*, temperatura: 25,5°C, humedad relativa: 23%, velocidad del viento: 20 km·h⁻¹ desde el sur.

Análisis Estadísticos

Para realizar los análisis estadísticos fueron utilizados los programas Microsoft Office Excel y Origin 7.0. Fueron calculados valores medios, desvíos estándar, regresiones lineales, coeficiente de correlación momento-producto de Pearson, y también fue utilizado el test t de Student para determinar si las diferencias pre- y post-ejercicio eran significativas. El nivel α de significancia fue establecido a priori a un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Medición 1

Los cambios en las variables medidas desde la condición pre- a post-ejercicio fueron los siguientes, respectivamente: masa corporal, desde 78 ± 14 a 75 ± 13 kg ($p < 0,001$) (Figura 1); PSD, desde 4 ± 2 hasta 7 ± 2 ($p < 0,001$) (Figura 2); PSE, desde 3 ± 2 hasta 7 ± 2 ($p < 0,001$) (Figura 3). Por otro lado, la deshidratación alcanzó un valor de 3,3 ± 0,9% (intervalo

1,9-4,9 %), mientras que el volumen de fluidos ingeridos fue de $0,7 \pm 0,3 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ (intervalo 0,3-1,5 $\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$).

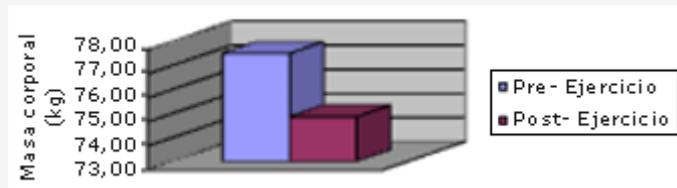


Figura 1. Variación de la masa corporal desde la condición pre- a post-ejercicio en la medición 1.

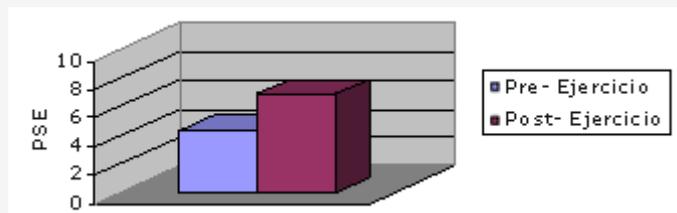


Figura 2. Variación de la PSD desde la condición pre- a post-ejercicio en la medición 1.

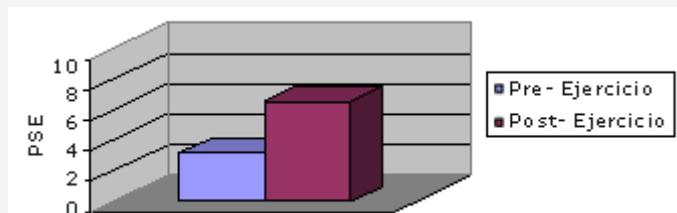


Figura 3. Variación de la PSE desde la condición pre- a post-ejercicio en la medición 1.

El valor obtenido para el coeficiente de correlación (r) entre la deshidratación (%) y el delta de PSD (valor final-valor inicial) tuvo un valor de 0,409 ($p = 0,059$). La recta de regresión obtenida fue la siguiente:

$$y \pm 0,9 = (0,2 \pm 0,1).x + (2,6 \pm 0,4)$$

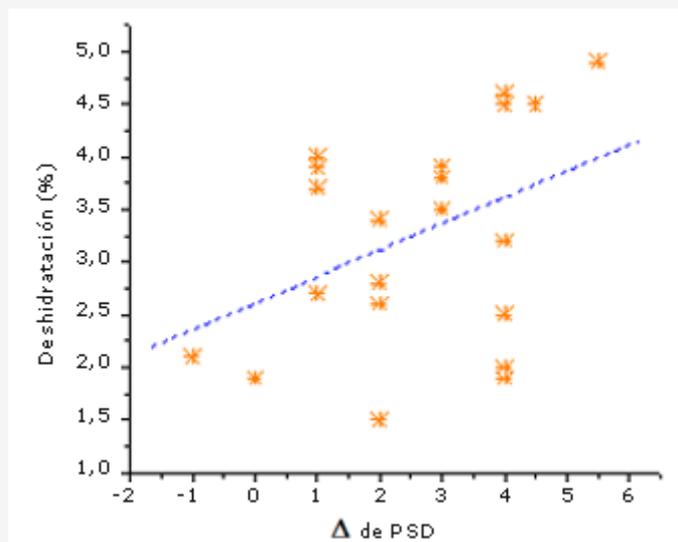


Figura 4. Relación entre la deshidratación, valorada a través de la disminución porcentual de la masa corporal, desde la condición pre- a post-ejercicio y la variación de la PSD en la medición 1.

Además, fueron valoradas: a) la tasa de sudoración, b) la pérdida de porcentaje de masa corporal que sufrirían los sujetos durante un ejercicio de intensidad similar al que realizaron durante la medición, de una duración de 2 h y a condición de que ingirieran $750 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$ y en el cual las condiciones climáticas fueran similares a las de la medición, y c) el volumen de líquido que deberían ingerir para perder solo el 2% del peso corporal durante ese ejercicio. Los valores encontrados fueron de a) $3 \pm 1 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ (intervalo $1,6\text{-}5,5 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$) b) $6 \pm 2\%$ (intervalo $3,0\text{-}9,8\%$), c) $4 \pm 2 \text{ L}$ (intervalo $0,6\text{-}7,1 \text{ L}$).

Medición 2

Los cambios en las variables medidas desde la condición pre- a post-ejercicio fueron los siguientes, respectivamente: masa corporal, desde 73 ± 9 a $72 \pm 9 \text{ kg}$ ($p < 0,001$) (Figura 1); PSD, desde 3 ± 1 hasta 5 ± 1 ($p < 0,001$) (Figura 2); PSE, desde 2 ± 2 hasta 5 ± 2 ($p < 0,001$) (Figura 3). Por otro lado, la deshidratación alcanzó un valor de $1,2 \pm 0,4\%$ (intervalo $0,6\text{-}2,1\%$), mientras que el volumen de fluidos ingeridos fue de $0,6 \pm 0,2 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ (intervalo $0,2\text{-}1,1 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$).

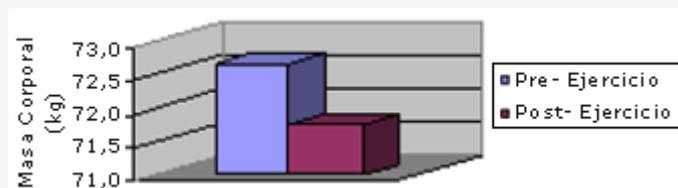


Figura 5. Variación de la masa corporal desde la condición pre- a post-ejercicio en la medición 2.

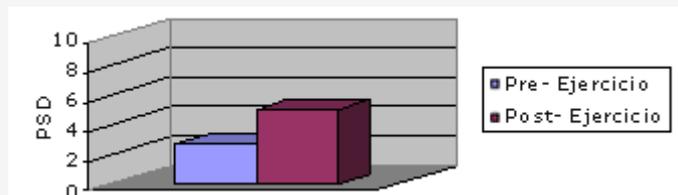


Figura 6. Variación de la PSD desde la condición pre- a post-ejercicio en la medición 2.

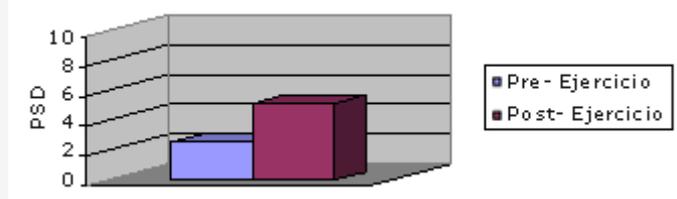


Figura 7. Variación de la PSE desde la condición pre- a post-ejercicio en la medición 2.

El valor obtenido para el coeficiente de correlación (r) entre la deshidratación (%) y el delta de PSD (valor final-valor inicial) tuvo un valor de $-0,174$ ($p = 0,437$). La recta de regresión obtenida fue la siguiente:

$$y \pm 0,4 = (-0,06 \pm 0,07).x + (1,4 \pm 0,2)$$

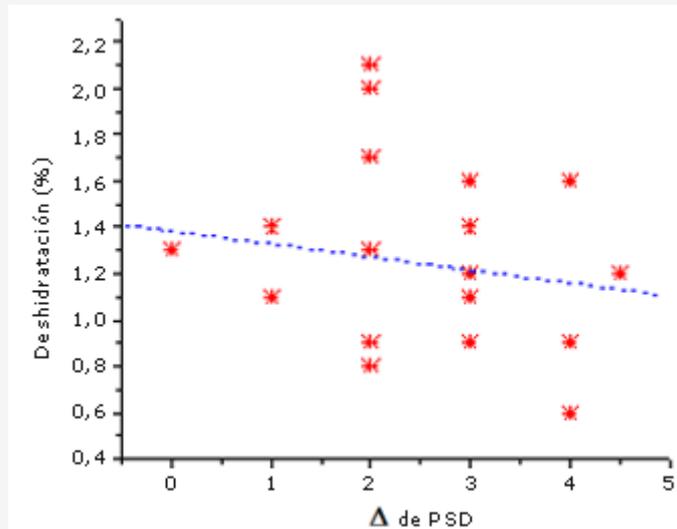


Figura 8. Relación entre la deshidratación, valorada a través de la disminución porcentual de la masa corporal, desde la condición pre- a post-ejercicio y la variación de la PSD en la medición 2.

Los valores de: a) la tasa de sudoración, b) la pérdida de porcentaje de masa corporal que sufrirían los sujetos durante un ejercicio de intensidad similar al que realizaron durante la medición, de una duración de 2 h y a condición de que ingirieran $750 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$ y en el cual las condiciones climáticas fueran similares a las de la medición, y c) el volumen de líquido que deberían ingerir para perder solo el 1% del peso corporal durante ese ejercicio, para la medición 2, fueron los siguientes, respectivamente, a) $1,5 \pm 0,4 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ (intervalo $0,8\text{-}2,4 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$), b) $2 \pm 1\%$ (intervalo $0,1\text{-}3,8\%$), c) $0,9 \pm 0,6 \text{ L}$ (intervalo $0,0\text{-}2,4 \text{ L}$). Es importante destacar que para esta última medición, solo se tuvo en cuenta a los sujetos que podían sufrir una deshidratación $\geq 1\%$ del peso corporal, durante el supuesto ejercicio de 2 h de duración, a la tasa de sudoración valorada en la medición, y con una ingesta de fluidos de $750 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$.

DISCUSION

El resultado principal del presente trabajo es que en este grupo de sujetos de nivel recreacional y competitivo, el valor de percepción subjetiva de la sed no presentó una correlación significativa con el porcentaje de deshidratación durante un ejercicio de elevada intensidad de una hora de duración. No obstante, es importante destacar que en la condición de clima más cálido (37°C), el nivel de significancia estadística fue cercano al valor de 0,05, valor que marca el umbral a partir del cual la correlación sería significativa. Para nuestro conocimiento, no hay antecedentes en la literatura de trabajos que hayan aplicado una percepción subjetiva para valorar el nivel de deshidratación. Por lo que, en función de lo encontrado en la condición de mayor temperatura, estarían justificados estudios en un marco de laboratorio y con condiciones meteorológicas y de intensidad más controlables. De todos modos, es importante mencionar que en las dos condiciones evaluadas, el incremento de la PSD aumentó en forma significativa después del ejercicio, lo cual indica que este índice tiene cierta sensibilidad para establecer la deshidratación, aunque no sea suficientemente exacta para estimar un valor en términos de porcentaje de deshidratación.

A este respecto, parece interesante señalar que la PSE post-esfuerzo presentó una correlación significativa con la PSD post-esfuerzo (Figura 9) para las dos condiciones evaluadas ($r = 0,80$, $p < 0,0001$ y $r = 0,63$, $p = 0,002$, para las mediciones 1 y 2, respectivamente). Esto indicaría que en ambas condiciones uno de los factores asociados al incremento significativo de la percepción subjetiva del esfuerzo es la percepción subjetiva de la deshidratación. No obstante, algunas limitaciones del diseño del presente trabajo, que serán comentadas en una sección posterior, implican que esta relación debería ser estudiada en futuros estudios. También es importante mencionar que la PSE post estaría influenciada por diversos factores, además del nivel de hidratación, entre los que se encuentran: nivel de vaciamiento de glucógeno alcanzado durante la sesión de entrenamiento, nivel de rendimiento, carga de trabajo acumulada previamente (una condición de fatiga crónica podría afectar significativamente la PSE), calidad de la alimentación de los días previos y de las horas antes del entrenamiento, etc.

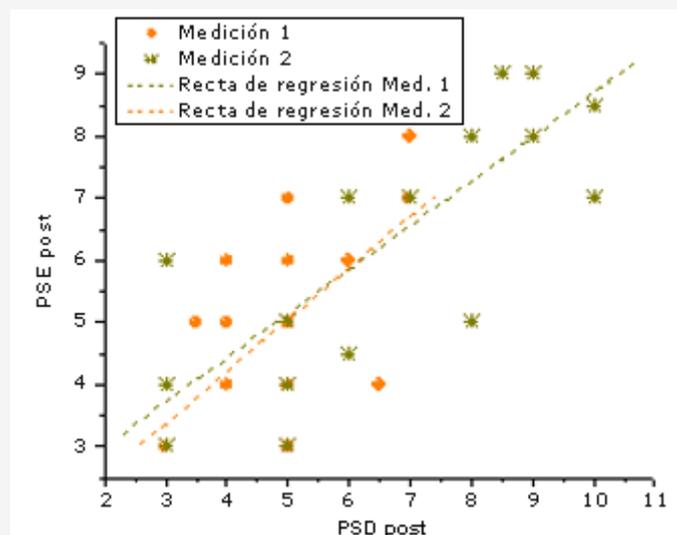


Figura 9. Relación entre la PSE post-ejercicio y la PSD post-ejercicio para la medición 1 y 2.

En ambas condiciones meteorológicas evaluadas, los sujetos presentaron una deshidratación (%) significativa. Los sujetos perdieron el $3,3 \pm 0,9$ y el $1,2 \pm 0,4\%$ de su masa corporal durante el ejercicio en las mediciones realizadas a 37 y 25,5°C, respectivamente. En relación a esto, tal como fue previamente señalado, se ha reportado (Cheuvront & Haymes, 2001) una correlación alta ($r = 0,76-0,87$) entre la disminución de la masa corporal y la temperatura rectal. Observándose un incremento de $\sim 0,4^\circ\text{C}$ en la temperatura rectal, por cada 1% de pérdida de masa corporal más allá del 2% de disminución de la masa corporal. Esto implica que cuando los sujetos del presente trabajo se ejercitaron a 37°C, podrían haber sufrido un incremento de la temperatura rectal superior a $0,4^\circ\text{C}$. Del Coso et al. (2008) reportaron un incremento de la temperatura rectal hasta $39,4 \pm 1^\circ\text{C}$ en su grupo de ciclistas que perdieron el $3,7 \pm 0,2\%$ de su masa corporal, valor similar al encontrado por nosotros, mientras que el grupo de ciclistas que equiparó sus pérdidas de fluidos con la ingesta de los mismos, la temperatura solo se incrementó hasta $38,7 \pm 0,1^\circ\text{C}$ en el citado estudio.

Por otro lado, también está documentado (Chevront & Haymes, 2001) que los deportistas de resistencia de ambos sexos solo logran recuperar el 50% de sus pérdidas de fluidos, cuando la ingesta de los mismos es voluntaria. Nuestras mediciones indican que ese porcentaje puede ser incluso apreciablemente menor, ya que en el clima más cálido, los sujetos ingirieron $0,7 \pm 0,3 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, y perdieron $2,6 \pm 0,9 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, lo que implica que recuperaron solo el 27% del agua corporal que perdieron. La deshidratación que se observa de manera característica durante el ejercicio, parece ocurrir también en los deportes de conjunto, ya que Aragón Vargas & Mayol Soto (2008) reportaron que jugadores de fútbol profesionales restituyeron, respectivamente, solo el 45 y 25% de los líquidos perdidos durante una práctica de 90 min realizada en clima cálido y seco, (temperatura de 32°C y humedad relativa de 20%) y frío y húmedo (temperatura de $5,1^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de 81%).

En relación a las tasas de sudoración encontradas, el valor en clima cálido ($3 \pm 1 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$) está por encima del valor reportado en una revisión (Chevront & Haymes, 2001) que abarcó los resultados de una gran cantidad de estudios en corredores de fondo, donde se documentaron valores de $1,2$ y $0,83 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ para temperaturas $> 15^{\circ}\text{C}$ y $< 15^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El valor obtenido en la medición realizada a $25,5^{\circ}\text{C}$ ($1,5 \pm 0,4 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$) también fue ligeramente superior a los valores reportados en la literatura. Estos valores, son también superiores a los encontrados en futbolistas de elite (Aragón Vargas & Mayol Soto, 2008), en donde fueron informados valores de 1462 y $1127 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$, en condiciones de clima cálido y seco, y frío y húmedo, respectivamente. Finalmente, y tal como fue anteriormente mencionado, nuestros resultados están por encima de los valores encontrados por Del Coso et al. (2008), quienes reportaron una tasa de sudoración de $1,26 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ en ciclistas entrenados, mientras trabajaban en clima cálido y seco.

Las diferencias interindividuales en la tasa de sudoración de los sujetos del presente trabajo fueron muy significativas. El intervalo de valores encontrados fue de $1,6$ - $5,5 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, en la condición de clima más cálido, lo cual correspondió a pérdidas de masa corporal de $1,1$ - $4,5 \text{ kg}$. Estos valores fueron de $0,6$ - $2,1 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ y $0,4$ - $1,5 \text{ kg}$ en la condición de clima más templado. Esta amplia variabilidad también está documentada en la literatura. Aragón Vargas & Mayol Soto (2008) reportaron pérdidas por sudor de $1,67$ a $3,14 \text{ L}$ y de $1,06$ a $2,65 \text{ L}$ durante una práctica de 90 min en futbolistas de elite.

Cuando fue valorado el nivel de deshidratación que se alcanzaría si los sujetos trabajaran a una intensidad similar a la de cada entrenamiento en las dos condiciones meteorológicas a las que se midió, con la tasa de sudoración encontrada y un nivel de ingesta de líquidos de $750 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$, los resultados para la condición de clima más cálido son dignos de mención. Se encontró que durante dos horas de ejercicio los sujetos perderían 6 ± 2 y $2 \pm 1\%$ de la masa corporal en las condiciones de clima cálido y más templado, respectivamente. En la condición de clima más cálido, los sujetos deberían pre-hidratarse con $3 \pm 2 \text{ L}$ de fluidos para limitar la deshidratación a un 2% de la masa corporal, mientras que para alcanzar solo un nivel de deshidratación del 1% en la condición de clima más templado, se calculó que los sujetos deberían ingerir $0,9 \pm 0,6 \text{ L}$ antes del ejercicio. De este modo, se concluye que indefectiblemente si este grupo se enfrentara a esta situación hipotética planteada, sería prácticamente imposible no alcanzar una deshidratación $\geq 2\%$. Es notable que en solo dos horas de ejercicio, en la medición con clima más cálido, los sujetos pudieran alcanzar un grado de deshidratación muy significativo, lo que podría derivar en un golpe de calor, que es una condición grave que requiere atención médica especializada.

En relación a los protocolos de pre-hidratación, en los mismos se podría tener en cuenta la tasa de producción de orina, la cual puede alcanzar, en sujetos bien hidratados (Del Coso et al., 2008), valores de aproximadamente $2,5 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, esto es, $150 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$. En sujetos con un nivel de deshidratación $> 2\%$ estos valores parecen disminuir apreciablemente hasta aproximadamente $1 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, o $60 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$.

Conclusión

En condiciones de campo la escala de PSD utilizada en el presente estudio no parecería constituir una herramienta para estimar un valor exacto dado de pérdida porcentual de masa corporal después del ejercicio. No obstante, si podría constituir una opción para el entrenador que no puede valorar la masa corporal, pre- y post-ejercicio, para obtener información acerca de la hidratación de un deportista durante el ejercicio, ya que los valores de PSD se incrementaron significativamente en las dos condiciones medidas. Especialmente en condiciones de clima cálido la PSE estaría explicada en gran parte por la PSD. Debido a que la tasa de sudoración presenta diferencias interindividuales muy significativas, la valoración exacta de este índice para cada deportista reviste gran importancia a la hora de planificar las estrategias de hidratación pre-, intra- y post-ejercicio.

Aplicaciones Prácticas

Una de las principales aplicaciones prácticas que consideramos importante destacar está relacionada a los elevados niveles de deshidratación que pueden ser alcanzados, incluso en entrenamientos de 1 hora de duración. De este modo, consideramos de vital importancia que los entrenadores alienten a sus deportistas a atenuar la pérdida de líquidos a través de una correcta hidratación pre-, intra- y post-esfuerzo. A este respecto, la valoración de la tasa de deshidratación del deportista a intensidades y condiciones meteorológicas específicas, puede constituir un modo de individualizar la

hidratación del deportista pre- e intra-esfuerzo, para que la misma responda a las necesidades particulares.

A pesar de que la escala de PSD no sería útil para estimar un dado valor exacto de deshidratación (%), ante la imposibilidad de valorar la masa corporal pre- y post-esfuerzo, la utilización de una escala de percepción podría al menos indicar el nivel de sed, que el entrenador podría utilizar para obtener información respecto del nivel de hidratación aproximado del deportista.

Lineamientos para Futuros Estudios

El presente trabajo tuvo varias limitaciones. Una de ellas la constituye el hecho de que la masa corporal de los sujetos fue valorada mientras los sujetos estaban vestidos. Ha sido reportado (Cheuvront & Haymes, 2001) que aproximadamente el 8% de las pérdidas de líquidos durante el ejercicio puede quedar atrapada en la ropa del deportista, de este modo, esto puede haber conducido a una subestimación en los valores de la tasa de sudoración y la pérdida de masa corporal, y así agua corporal, obtenidos en el presente trabajo. Así, en futuros trabajos la masa corporal debería ser valorada con los sujetos desnudos y secos, tanto pre- como post-esfuerzo.

Otra limitación del trabajo es que la ingesta de fluidos fue reportada por el deportista en base al número de caramañolas que había ingerido y al volumen de las mismas, esto puede haber conducido a un error en la determinación del volumen ingerido, y por lo tanto, en la tasa de sudoración reportada.

El hecho de no haber podido estandarizar la intensidad a la que trabajaban los sujetos constituye una limitación importante. La falta de equiparación en la intensidad del ejercicio, la cual debería ser igual en términos relativos para todos los sujetos, puede haber contribuido al bajo valor del coeficiente de correlación encontrado entre la PSD y la deshidratación en la condición de clima más fresco. Cabe señalar que en la segunda medición puede haber ocurrido un efecto de "aprendizaje" o familiarización a la utilización de la escala de PSD y PSE, así para futuros trabajos sería recomendable, acostumar a los sujetos a la utilización de estas escalas antes de realizar una medición. La estandarización de la intensidad, permitiría valorar la tasa de sudoración de los sujetos a una dada temperatura, humedad, presión, y nivel de intensidad que podría ser aplicada para mejorar el rendimiento en el campo. Es importante destacar que algunos de los sujetos llegaron en auto al circuito, y otros pedaleando en sus bicicletas, así, eso implica que el tiempo de ejercicio antes del trabajo físico tampoco fue estandarizado. De todos modos, la masa corporal no difirió significativamente ($p=0,126$) para los 14 sujetos en los que fueron realizadas las dos mediciones, lo que implicaría que su nivel de hidratación inicial fue similar. No obstante, debe ser señalado que el objetivo del trabajo era registrar los datos en una situación real de entrenamiento en un marco de campo y mientras realizaban un trabajo prescrito de manera característica por su entrenadora. La valoración de la tasa de sudoración a un nivel exacto de intensidad, permitirá establecer el porcentaje de pérdida de masa corporal mientras se trabaja a esa intensidad y con una dada tasa de reposición de fluidos, lo que permitirá determinar el volumen de fluidos que se deberán ingerir durante la pre-hidratación para que se produzca el nivel de deshidratación deseado (por ej., ≤ 2 %).

Finalmente, si bien se requirió que los sujetos no orinaran una vez que se habían pesado por primera vez, esto no fue controlado en forma rigurosa. Lo que puede haber contribuido a una sobreestimación de los valores de tasa de sudoración, ya que el volumen de orina, debería restarse en el cálculo de la tasa de sudoración. De acuerdo a los valores de producción de orina reportados en la literatura (Del Coso et al., 2008), la magnitud del error podría corresponder a un 2% en la condición de clima cálido, a condición de que la tasa de producción de orina haya correspondido a $60 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$, y hasta un 10 % en la condición de clima más templado, en el caso de que el mencionado índice hubiera alcanzado en este caso $150 \text{ mL}\cdot\text{h}^{-1}$.

Dirección para Envío de Correspondencia

F. Ahumada, correo electrónico: fahumada@suplementosacross.com

Agradecimientos

A Elisa Lapenta, de H₂O Sports y a sus entrenados, que fueron sujetos del presente trabajo.

REFERENCIAS

1. Blanco A (1994). Química Biológica. Ed. El Ateneo; pp.10-11
2. Cheuvront S.N. and Haymes E.M (2001). Thermoregulation and Marathon Running. Biological and Environmental Influences.

3. Del Coso J., Estevez E., Baquero R.A., and Mora-Rodriguez R (2008). Anaerobic Performance when Rehydrating with Water of Commercially Available Sports Drinks during Prolonged Exercise in the Heat. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 33: 290-298
4. Kovacs, M.S (2006). Hidratación y Temperatura en el Tenis □ Una Revisión Práctica. *PubliCE Premium*, 06/09. *Pid*: 699
5. Foster C., Heimann K., Esten P., Brice G. y Porcari J (2001). Differences in Perceptions of Training by Coaches and Athletes. *Sports Med.*, June, 3-6
6. Ryan A.J., Lambert G.P., Shi X., Chang R.T., Summers R.W., and Gisolfi C.V (1998). Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal absorption during exercise. *J. Appl. Physiol.*; 84 (5): 1581-1588.
7. Wilmore J.H (1996). Composición Corporal y Reservas de Energía del Cuerpo. *En: R.J. Shepard & P.-O. Astrand (eds.) La Resistencia en el Deporte, Paidotribo*, pp. 260-261