

EFFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN Y LA REHIDRATACIÓN SOBRE LOS PROCESOS COGNITIVOS DE VELOCIDAD DE REACCIÓN, MEMORIA AUDITIVA Y PERCEPCIÓN VISUAL

Andrea Solera Herrera y Walter Salazar Rojas
Escuela de Educación Física y Deportes
Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica
E-mail: asolera@cariari.ucr.ac.cr

Resumen

Solera Herrera, A. y Salazar Rojas, W. (2001). Efectos de la deshidratación y la rehidratación sobre los procesos cognitivos de velocidad de reacción, memoria auditiva y percepción visual. **Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 1(1), 1-10. Para examinar la influencia de la deshidratación y la rehidratación en procesos cognitivos, 23 sujetos (de 23,5 años como edad promedio) fueron sometidos a tres tratamientos de hora y media cada uno, realizando una batería de pruebas cognitivas a los minutos 0, 30, 60 y 90. La batería de pruebas cognitivas consistió en la aplicación del Test de la Mano de Nelson para medir velocidad de reacción, el Trail Making Test para medir percepción visual, y el Verbal Script Digit Span para medir memoria auditiva. Los tratamientos fueron, uno en condición pasiva, otro realizando ejercicio a un 70% de intensidad buscando la deshidratación, y otro realizando ejercicio a un 70% de intensidad bajo un protocolo de rehidratación, que consistió en tomar una bebida deportiva comercial de la siguiente forma: 250 ml antes de iniciar el ejercicio, y entre 100 y 200 ml cada 15 minutos de ejercicio. El ejercicio se realizó en una bicicleta ergométrica y en un laboratorio de ambiente controlado donde la temperatura se mantuvo constante a 28 °C y la humedad relativa al 100%. Los sujetos perdieron en promedio en la condición de deshidratación un 1.78% de su peso corporal. El análisis de varianza de dos vías demostró que para la velocidad de reacción existen diferencias significativas ($p < 0.05$) las cuales indican que (1) la velocidad de reacción aumentó conforme transcurrió el tiempo de ejercicio (2) que la velocidad de reacción aumentó significativamente cuando los sujetos se rehidrataron. Las implicaciones de este estudio son que el deportista que hace ejercicio en condiciones de calor y humedad, debe tener un protocolo adecuado de rehidratación que le permita mantener el nivel óptimo de procesamiento cognitivo. **PALABRAS CLAVES:** deshidratación, rehidratación, procesos psicológicos.

INTRODUCCIÓN

La actividad física, sea estructurada o no, se ha convertido en un componente importante de la vida de muchas personas, ya que por medio de ella se puede evitar una serie de enfermedades, así como también mejorar la calidad de vida (Bouchard, Shepard y Stephens, 1993). Prueba de ello es que estudios meta-analíticos han encontrado beneficios del ejercicio sobre: la prevención de enfermedades cardiacas (Oldridge, Guyatt, Fisher y Rimm, 1988), el mejoramiento de las funciones cognitivas (Etnier, Salazar, Landers, Petruzello, Han y

Nowell, 1997; Sanabria, 1995), y la disminución de la depresión (Craft y Landers, 1998); entre otros.

En América Latina, gran parte de esa actividad física se lleva a cabo en condiciones de calor y humedad, lo cual implica retos especiales para el cuerpo humano, como es el disipar el exceso de calor y al mismo tiempo evitar la deshidratación (Aragón y otros, 1999).

La deshidratación es el término utilizado para indicar el proceso de pérdida de agua corporal; y según Coyle y Hamilton (1990), entre los métodos más utilizados en el ámbito deportivo, se encuentran: la

sudoración por el uso de saunas, la eliminación de agua por la orina debido al uso de diuréticos, el consumir alimentos con bajo contenido de agua y el realizar ejercicio prolongado especialmente en ambientes calientes.

En algunos deportes, como el boxeo, las artes marciales y la lucha libre, los métodos antes mencionados son utilizados con el objetivo de que el deportista compita en una categoría menor a la de su peso normal (Greive, Staffey, Melrose y Narve, 1998), no obstante, se sabe que todos esos métodos disminuyen el rendimiento deportivo porque afectan las funciones cardiovasculares y termorreguladoras (Coyle y Hamilton, 1990).

La deshidratación originada por el ejercicio físico, se debe a que el metabolismo aumenta de 5 a 20 veces con respecto a su valor en reposo, produciendo una cantidad enorme de calor (Sawka y Pandolf, 1990), que de no ser disipada, puede elevar peligrosamente la temperatura del organismo.

Además, como lo señalan Aragón y cols. (1999) y Maughan y Shirreffs (1997) se ha estudiado que la producción de calor corporal, es directamente proporcional a la intensidad y duración del ejercicio que se realiza, mientras que la disipación del calor, está en función de muchos factores, como por ejemplo: la capacidad del individuo de transferir el calor del núcleo del cuerpo a la piel, la vestimenta, el estrés producido por condiciones ambientales -temperatura ambiental, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento- entre otros.

Aunque en un principio la sudoración pretende alejar el peligro de la hipertermia, pues al colocar el agua en la piel favorece su evaporación, también puede conllevar una serie de problemas secundarios para la persona que se ejercita (Noakes, 1993).

El grado de deshidratación en estos casos, se expresa normalmente como el porcentaje de peso corporal perdido por sudoración (Aragón, 1996). En aquellas

condiciones donde el enfriamiento del cuerpo se hace más difícil, se puede llegar a perder entre 1 y 2 litros de sudor por hora de ejercicio (Noakes, 1993), lo que vendría a significar una pérdida de alrededor de un 2% del peso corporal .

Así se tiene, que producto de la deshidratación: disminuye el volumen sanguíneo, aumenta la osmolaridad de la sangre, aumenta la frecuencia cardiaca como mecanismo para mantener el gasto cardiaco, disminuye el flujo sanguíneo a la piel, disminuye la tasa de sudoración, disminuye la pérdida de calor, aumenta la temperatura corporal, produciéndose al fin y al cabo un detrimento del rendimiento deportivo, o inclusive de la salud del individuo (Coyle y Hamilton, 1990).

El problema es que aún los niveles más bajos de deshidratación pueden afectar negativamente el rendimiento o inclusive la salud del individuo (Sawka y Pandolf, 1990). Por ejemplo, si un sujeto se deshidrata un 2% la termorregulación se ve afectada; si pierde un 3% la resistencia muscular disminuye, se da hipertermia, y el sujeto puede presentar dolores de cabeza y desorientación (Nose, Mack, Shi y Nadel, 1988); entre un 4% y un 6% hay menor fuerza muscular, menor resistencia, y pueden ocurrir calambres por calor; y por último deshidratarse más de un 6% puede ocasionar calambres severos, agotamiento, o inclusive la muerte (Aragón, 1996).

Por otra parte, la rehidratación es el proceso que compensa la pérdida de fluido por medio de la ingesta de líquidos (Aragón 1996). No obstante, está limitado por las tasas máximas de: ingesta, vaciamiento gástrico y absorción intestinal.

Es por eso que producto de muchas investigaciones, el Colegio Americano de Medicina Deportiva (1996), ACSM por sus siglas en inglés, emitió su posición acerca del protocolo óptimo de rehidratación que se debe seguir, por lo que señala que:

1. Se debe tener una dieta balanceada y una ingesta de líquidos adecuada todo el día.

2. Se deben tomar 500 ml de líquido dos horas antes de iniciar el ejercicio.
3. Durante el ejercicio se debe beber la máxima cantidad tolerable a intervalos regulares, lo que podría ser cantidades entre los 125 y 300 ml cada 15 o 20 minutos de ejercicio.
4. El líquido debe estar a 15 °C, y poseer un sabor agradable.
5. Si el evento dura más de una hora, el líquido debe tener entre 4% y 8% de carbohidratos, además de entre 0.5 y 0.7gr de sodio por litro de agua.
6. Inmediatamente después del evento, se debe seguir ingiriendo líquido, de manera que se logre reponer todo el que se perdió.

Desafortunadamente, aunque todos estos aspectos benefician la buena hidratación, algunas veces las condiciones de calor y humedad son tan adversas, que la tasa de sudoración sobrepasa fácilmente, la capacidad de ingesta, vaciamiento gástrico, y absorción intestinal de quien se ejercita (Aragón y cols., 1999).

Durante muchas décadas se han estudiado los efectos de la deshidratación en variables fisiológicas relacionadas con las actividades deportivas de larga duración, es decir las que implican esfuerzos aeróbicos o de resistencia (Aragón y cols., 1999), como por ejemplo la de Pitts, Johnson y Consolazio (1944). en la cual se reportó una aparición más rápida de la fatiga, una frecuencia cardiaca más elevada, cuando los participantes realizaron ejercicios deshidratándose en comparación a cuando lo hicieron rehidratándose.

A pesar de que existen muchas investigaciones señalando los beneficios cardiovasculares y termorreguladores de realizar ejercicio rehidratándose adecuadamente, existen pocos estudios acerca de los efectos de la deshidratación y la rehidratación en variables de procesos cognitivos (Aragón y cols., 1999); y además, los pocos que existen reportan resultados algunas veces contradictorios.

Por otra parte, la mayoría de las investigaciones enfocadas en estos tópicos, presentan desventajas, en el sentido de que utilizan métodos de deshidratación como los diuréticos, los baños sauna, la restricción de agua en la dieta por varios días, combinados unos con otros, y en ausencia y presencia de ejercicio físico prolongado. De tal forma que los resultados no se pueden extrapolar a los deportes que implican únicamente la deshidratación que ocurre mientras éstos se practican. Ejemplos de estos estudios, se pueden citar:

- Gopinathan, Pichan y Sharma (1988), encontraron un detrimento de la habilidad aritmética, la memoria de corto tiempo, y la percepción visual, cuando los sujetos se deshidrataron más allá de un 2%. La deshidratación se logró combinando el ejercicio en calor (45°C), y la restricción de agua.
- Whittle (1991), encontró que el movimiento y el tiempo de reacción de la mano y el pie son mejores cuando los sujetos estaban deshidratados; no obstante, los mismos se deshidrataron permaneciendo en un sauna y no por la realización de ejercicio.

Viendo los procesos cognitivos como actividades que requieren procesos fisiológicos, algunos autores sostienen que el ejercicio beneficia la función cognitiva, porque induce la secreción de sustancias que facilitan el funcionamiento del cerebro, como es el caso de las encefalinas (Sanabria, 1995). Otra teoría, pero que aún requiere de más investigaciones, es que el ejercicio aumenta el flujo sanguíneo cerebral, facilitando el transporte de nutrientes al mismo, como es el caso de la glucosa y el oxígeno (Chodzko-Zadjo, 1991). Pero si el deportista se encuentra deshidratado, es muy posible que este flujo sanguíneo cerebral se vea afectado. De hecho, anteriormente se mencionó que a un 3% de deshidratación, el sujeto puede presentar dolores de cabeza y desorientación (Nose y cols., 1988).

Es por eso que el objetivo de esta investigación fue determinar si existen efectos de la deshidratación por la realización del ejercicio y la rehidratación durante el ejercicio sobre variables de procesos cognitivos, a saber: velocidad de reacción, memoria auditiva y percepción visual.

METODOLOGÍA

Sujetos

Se contó con 23 sujetos pertenecientes a la Escuela de Educación Física y Deportes de la Universidad de Costa Rica, 11 hombres y 12 mujeres, cuyo promedio y desviación estándar de edad fue de $23,5 \pm 7.0$ años.

Instrumentos de medición

El *Test de la Mano de Nelson* (Johnson y Nelson, 1974), para medir la velocidad de reacción. Esta prueba consiste en que el sujeto coloca su antebrazo y muñeca descansando sobre una mesa, cuidando que los dedos queden fuera de ella. El dedo pulgar y el índice se colocan horizontalmente como formando una pinza y en medio se pone el inicio de una “regla-tiempo” en posición vertical. El sujeto debe estar listo a cerrar lo más rápido posible sus dedos índice y pulgar en el momento que vea caer la regla. El puntaje obtenido es el número de la “regla-tiempo” que está sobre el dedo pulgar, el cual indica el tiempo que el sujeto tardó en reaccionar al estímulo visual.

El *Trail Making Test* (Gopinathan y cols., 1998; Guskiewicz, 1997), para medir percepción visual. La prueba consiste en un ejemplo de familiarización y dos partes de ejecución, no obstante los sujetos sólo se familiarizaron y ejecutaron la primera parte. Esta parte consiste en colocarle al sujeto una hoja que contiene 25 círculos con un diámetro de 1 cm, en cuyo interior se encuentran números que van del 1 al 25, en donde el 1 dice INICIO y el 25 dice FINAL.

El puntaje obtenido corresponde al tiempo en segundos que el sujeto tarda en unir con un lápiz, los círculos siguiendo un orden ascendente desde el 1 hasta el 25. El *Verbal Script Digit Span* (Davids y Gill, 1995) para medir la memoria auditiva. Esta prueba también consiste de dos partes, no obstante sólo se ejecutó la primera, la cual consiste en que el evaluador le dice una secuencia de números para que el sujeto la repita en el mismo orden. La prueba consta de 7 niveles, con dos intentos en cada nivel. Si el sujeto se equivoca en ambos intentos del nivel, finaliza la prueba, y se contabiliza el nivel anterior al que falló en ambos intentos. El primer nivel consta de 3 dígitos, el segundo consta de 4, el tercero de 5, y así sucesivamente hasta que el séptimo consta de 9 dígitos.

Procedimientos de medición

Cada sujeto participó en tres sesiones en días diferentes, separados unos de otros por al menos 48 horas. Cada sesión consistió en un tratamiento distinto durante 1 hora y 30 minutos, realizando las pruebas antes mencionadas a los minutos 0, 30, 60 y 90.

Los tratamientos asignados al azar fueron:

- Permanecer en condición pasiva (Ejemplo: sentados estudiando, o hablando).
- Realizar ejercicio a un 70% de intensidad, o sea de la frecuencia cardíaca máxima de cada sujeto, buscando la deshidratación.
- Realizar ejercicio al 70% de la frecuencia cardíaca máxima, bajo un protocolo de rehidratación que consistió en tomar una bebida deportiva, cuya temperatura era de 15°C. y que contenía 6% de carbohidratos, además de 0.46 gr de sodio y 0.13 gr de potasio por litro; de la siguiente forma:
 - 250 ml antes de iniciar el ejercicio
 - Entre 100 y 200 ml cada 15 minutos de ejercicio, ajustándose la cantidad de

volumen ingerido, a la necesidad de cada sujeto para estar euhidratado.

Durante las sesiones de ejercicio los sujetos tuvieron 10 minutos de descanso a los minutos 0, 30, 60 y 90, para realizar las pruebas cognitivas y conocer el porcentaje de peso corporal perdido, por medio del pesaje sin ropa, en una báscula electrónica, marca AND, modelo UC-300, con una precisión de 0.05 kg.

El ejercicio se realizó en una bicicleta ergométrica marca Monark, modelo Ergomedic 818 E, en un laboratorio de ambiente controlado donde la temperatura se mantuvo constante a 28 °C, y la humedad relativa a 100%. La intensidad del ejercicio se controló por medio de monitores de frecuencia cardíaca marca Polar, modelo Accurex Plus.

Análisis estadístico

Se utilizó una ANOVA de 3 x 4 (tres grupos x cuatro mediciones) de medidas repetidas en ambos factores para cada

proceso cognitivo. Luego se obtuvo el valor de la ω^2 (Keppel, 1982) para conocer el porcentaje de varianza explicada de cada F, y por último se realizó un análisis post-hoc con la prueba de Tukey, para aquellos factores donde la F fue significativa.

RESULTADOS

Los sujetos en la condición de deshidratación perdieron en promedio: al minuto 30 un 0.52%, al 60 un 1.21% y al 90 un 1.78% de su peso corporal. (El promedio final de los hombres fue de un 1,99% y el de las mujeres de un 1,58%). En la condición de rehidratación, se logró que el peso se mantuviera constante durante todo el ejercicio.

En la Tabla 1, se pueden apreciar los promedios y desviaciones estándar de cada proceso cognitivo.

Tabla 1
Promedios y desviaciones estándar de cada proceso cognitivo, según el tratamiento y el momento de la medición

Proceso cognitivo	Minuto de la medición	Condición pasiva	Condición de deshidratación	Condición de Rehidratación
Velocidad de reacción*	0 minutos	0.162 ± 0.017	0.162 ± 0.012	0.157 ± 0.008
	30 minutos	0.160 ± 0.014	0.159 ± 0.013	0.151 ± 0.012
	60 minutos	0.155 ± 0.013	0.155 ± 0.011	0.151 ± 0.011
	90 minutos	0.158 ± 0.008	0.154 ± 0.012	0.146 ± 0.01
Percepción visual*	0 minutos	24.32 ± 7.36	23.27 ± 5.96	22.32 ± 6.73
	30 minutos	20.56 ± 4.3	19.18 ± 4.17	19.75 ± 4.42
	60 minutos	20.05 ± 3.5	20.77 ± 6.65	20.31 ± 4.83
	90 minutos	20.84 ± 4.54	19.57 ± 4.41	19.95 ± 4.68
Memoria auditiva**	0 minutos	4.61 ± 1.44	4.61 ± 1.47	4.61 ± 1.41
	30 minutos	4.39 ± 1.34	4.48 ± 1.53	4.43 ± 1.47
	60 minutos	4.48 ± 1.12	4.87 ± 1.22	4.74 ± 1.36
	90 minutos	4.57 ± 1.56	4.35 ± 1.23	4.57 ± 1.2

*Las unidades de los promedios y desviaciones estándar son los segundos

** Las unidades de los promedios y desviaciones estándar son los niveles de memoria auditiva.

En la Tabla 2, se muestran los resultados de las ANOVAS de dos vías correspondientes a esos procesos cognitivos.

Además se agregan los valores de ω^2 (Keppel, 1982) indicando el porcentaje de varianza explicada correspondiente a cada F.

Tabla 2
Resultados de las tres ANOVAS de dos vías (3 x 4)
correspondientes a cada proceso cognitivo

Proceso Cognitivo	Variable	F	ω^2 (%)
Velocidad de reacción	Tratamientos	7.35*	5.0
	Tiempo	10.55*	4.0
	Interacción	0.98	0.0
Percepción Visual	Tratamientos	1.15	0.0
	Tiempo	16.39*	0.4
	Interacción	0.33	0.0
Memoria Auditiva	Tratamientos	0.004	0.0
	Tiempo	4.04*	0.4
	Interacción	0.44	0.0

*: $p < .05$

Los resultados obtenidos en cada proceso cognitivo fueron:

- a. Velocidad de reacción:** Como se muestra en la Tabla 2, se obtuvieron F significativas tanto para la variable de tratamientos, como para la variable de tiempo o momento de la medición. El análisis post-hoc aplicado a la variable de los tratamientos, señaló que existen diferencias significativas entre el tratamiento de rehidratación y los de deshidratación y pasivo, siendo más rápida la velocidad de reacción en la condición de rehidratación en comparación con las otras dos. (Ver Figura 1).
- b. Percepción visual:** Como se aprecia en la Tabla 2, se obtuvo una F significativa en la variable tiempo. El análisis post-hoc realizado, indicó que existen diferencias significativas en el minuto 0 y los minutos 30, 60, y 90 indistintamente del tratamiento recibido (Ver Figura 3).
- c. Memoria auditiva:** en la Tabla 2, se aprecia que hubo una F significativa en la variable de tiempo. El análisis post-

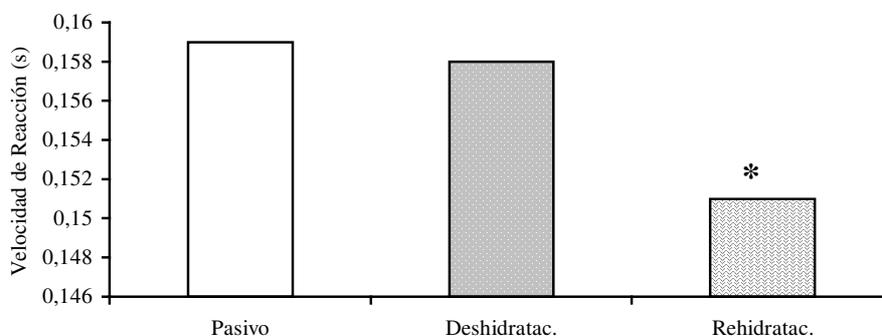
hoc demostró que existen diferencias entre el minuto 30 y 60, siendo mejor la memoria auditiva en el minuto 60 que en el 30, indistintamente del tratamiento recibido (Ver Figura 4).

Por otra parte, el análisis post-hoc aplicado a la variable de tiempo, señala que existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos al minuto 0, y los obtenidos al minuto 90; observándose que fue mayor la velocidad de reacción al final del ejercicio que al principio. No obstante no se encontraron diferencias significativas entre los minutos 0 y 30, 30 y 60, y entre los 0 y 60 (Ver Figura 2).

DISCUSION

A pesar de que en estudios pasados se señala que, los sujetos con una hora de ejercicio en clima caliente y húmedo se acercan a perder el 2% de su peso corporal (Noakes, 1993), en esta investigación a pesar de la temperatura de 28°C, y la humedad relativa del 100%, los sujetos en la condición de deshidratación llegaron a perder en promedio, un 1,78% de su peso corporal.

Figura 1
Efectos de la Deshidratación y la Rehidratación en la prueba de velocidad de reacción

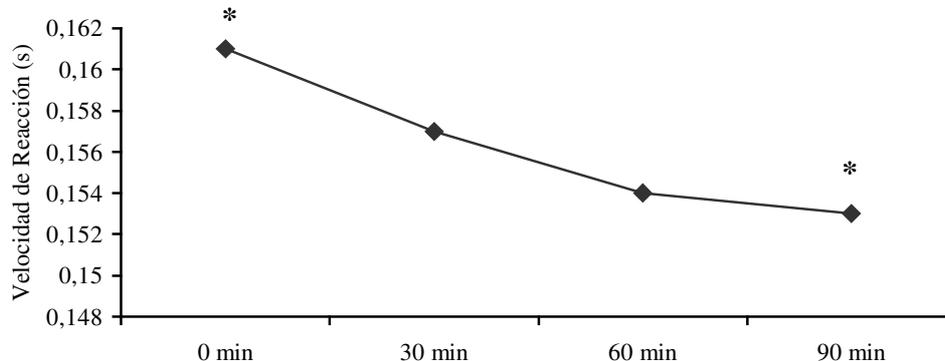


*: Significativamente diferente de los otros dos ($p < 0.05$)

A pesar del bajo nivel de deshidratación, al igual que en el meta-análisis de Sanabria (1995) donde se encontró que los procesos cognitivos mejoran con el ejercicio, aquí sucedió que la velocidad de reacción mejoró indistintamente de si los sujetos se encontraban hidratados o deshidratados (Ver Figura 2). Sin embargo, la velocidad de reacción fue significativamente más rápida cuando los participantes se encontraban rehidratados, en comparación a cuando se encontraban

deshidratados o en ausencia de ejercicio (Ver Figura 1). Lo cual parece indicar que las teorías de que con el ejercicio aumenta: el transporte de oxígeno y nutrientes al cerebro ya que aumenta el flujo sanguíneo al mismo (Chodzko-Zadjo, 1991), y/o la secreción de sustancias que facilitan su funcionamiento, como es el caso de las encefalinas (Sanabria, 1995), se da especialmente cuando la persona mantiene un nivel normal de agua corporal durante la actividad física.

Figura 2
Efectos de la deshidratación y la rehidratación en la prueba de velocidad de reacción, a través del tiempo de ejercicio

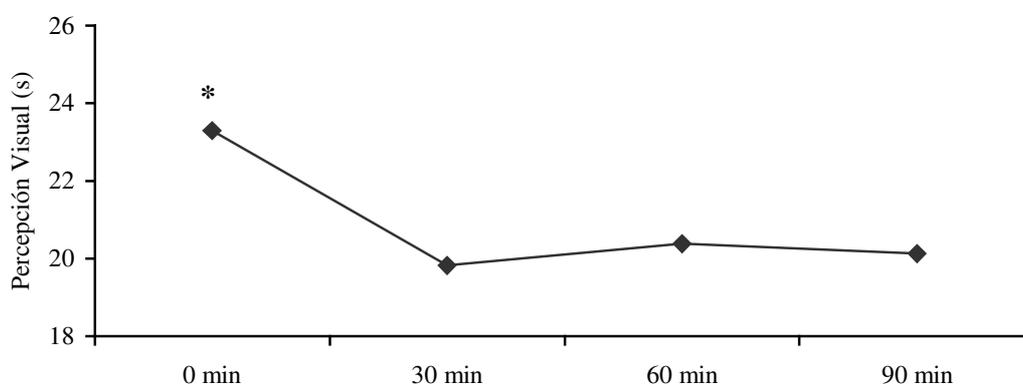


* significativamente diferentes entre ellos ($p < 0.05$).

Con respecto a la percepción visual, y partiendo del hecho de que (1) los sujetos se asignaron al azar a los tratamientos, (2) la mejoría se dio únicamente del minuto 0 al 30, y a partir de allí los resultados se mantuvieron constantes indistintamente del

tratamiento recibido, se podría decir que hubo aprendizaje de la prueba en las diferentes mediciones de cada día; por lo cual, no sería prudente ninguna conclusión en este proceso cognitivo.

Figura 3
Efectos de la deshidratación y la rehidratación en la prueba de percepción visual, a través del tiempo de ejercicio



* significativamente diferente de los otros ($p < 0.05$).

Por último, cabe señalar que en memoria auditiva, no se encontraron efectos significativos de la deshidratación y la rehidratación, reiterando que el nivel de deshidratación no alcanzó el 2%.

Para futuras investigaciones, se podrían aportar las siguientes recomendaciones:

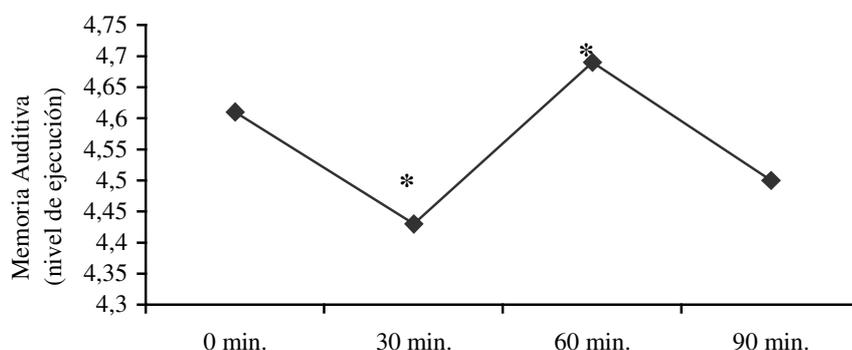
- (1) Aumentar el porcentaje de deshidratación, lo cual se podría obtener utilizando sujetos ser posible aclimatados, ya que pierden más agua por sudor.
- (2) Utilizar otros grados de temperatura y humedad relativa.
- (3) Otro tipo de ejercicio, ya que el andar en bicicleta utiliza principalmente los músculos del tren inferior.
- (4) Hacer intervalos de ejercicio más largos, ejemplo, a los minutos 0, 45 y 90, de

manera que los sujetos tengan que detener el ejercicio una menor cantidad de veces para pesarse y hacer las mediciones de procesos cognitivos.

- (5) Utilizar otra prueba para medir Percepción Visual, ya que por el tipo de procedimiento en el que cada participante ejecutaba el *Trail Making Test* (4 veces en menos de 2 horas), parece haber provocado un aprendizaje del mismo.

Partiendo de lo encontrado especialmente en velocidad de reacción, se podría concluir que las implicaciones de este estudio recomiendan al deportista que se ejercita en clima caliente y húmedo, rehidratarse adecuadamente, para obtener un nivel óptimo de procesamiento cognitivo.

Figura 4
Efectos de la deshidratación y la rehidratación en la prueba de memoria auditiva, a través del tiempo de ejercicio.



* significativamente diferentes entre ellos ($p < 0.05$).

BIBLIOGRAFÍA

American College of Sport Medicine (1996). ACSM Position Stand on Exercise and Fluid Replacement. Medicine and Science Sports Exercise 28 (1): i-vii.

Aragón, L. F. (1996). Hidratación para la actividad física. III Simposio Internacional en Ciencias del Deporte y la Salud (pp. 100-109). San José, Costa Rica.

Aragón, L. F., Maughan, R.J., Rivera, A., Meyer, F., Murray, R; de Barros, T.L., García, P.R., Samiento, J.M., Arroyo, F., Javornik, R., Matsudo, V.K.R., Salazar, W. y Lentini, L. (1999). Actividad Física en el Calor: Termorregulación e Hidratación en América Latina. Resúmenes del VII Simposio Internacional de Actualización en Ciencias Aplicadas al Deporte. Rosario, Argentina, Editorial Biosystem, servicio educativo. Pp: 222-230.

Bouchard, C., Shepard, R.J., Stephens, T. (1993). Physical Activity Fitness, and Health Consensus Statement. Champaign, IL: Human Kinetics.

Chodzko-Zadjo, W. J. (1991) Physical fitness cognitive performance, and aging. Medicine and Science in Sports and Exercise, 23: 868-872.

Craft, L. L. y Landers, D. M. (1998). The Effect of Exercise on Clinical Depression and Depression Resulting From Mental Illness: A Meta-Analysis. Journal of Sport & Exercise Psychology, 20: 339-357.

Coyle, E.F., Hamilton, M. (1990). Fluid replacement during exercise: effects on physiological Homeostasis and performance. Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Volumen 3:

Fluid Homeostasis During Exercise. C.V., Gisolfi y D.R. Lamb, y E.R. Nadel, editores Benchmark Press, Indianapolis, IN, USA, pp: 281-308.

Dauids, K., Gill, A. (1995). Multidimensional state anxiety prior to different levels of sport competition: some problems with simulation tasks. International Journal of Sport Psychology, 26(3): 359-382.

Etnier, J.L., Salazar, W., Landers, D.M., Petruzello, S.J., Han, M., y Nowell, P. (1997). The Influence of Physical Fitness and Exercise upon Cognitive Functioning: a Meta-Analysis. Journal of Sport & Exercise Psychology, 19: 249-277.

Greiwe, J. S., Staffey, K. S., Melrose D. R. y Narve, M. D. (1998). Effects of dehydration on isometric muscular strength and endurance. Medicine and Science in Sports and Exercise, 30 (2): 284-288.

Gopinathan, S.D.R., Pichan, G. y Sharma, V.M. (1998). Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. Archives of Environmental Health, 43: 15-17.

Guskiewicz, K. M; Reiemann, B. L., Perrin, D. H., Nahner, L. M. (1997). Alternative approaches to the assessment of mild head injury in athletes. Medicine and Science in Sports and Exercise 29 (7 suppl): s213-s221.

Johnson, B. L. y Nelson, J. K. (1974). Practical Measurements for Evaluation in Physical Educators. II Edition. Burgess Publishing Company, USA.

Keppel, G. (1982). Design and Analysis a Researcher's Handbook. II Edition. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Maughan, R. J., Shirreffs, S. (1997) Preparing Athletes for competition in the heat:

developing an effective acclimatization strategy. Sport Science Exchange. 10 (2).

Noakes, T. D. (1993). Fluid replacement during exercise. Exercise & Sport Sciences Reviews. 21: 297-330.

Nose, H., Mack, G. W., Shi, X. y Nadel, E. R. (1988). Role of osmolality and plasma volume during rehydration in humans. Journal Applied Physiology. 65: 325-331.

Oldridge, N. B., Guyatt, G. H., Fisher, M. E., y Rimm, A. A. (1988). Cardiac rehabilitation after myocardial infarction: combined experience of randomized clinical trials. Journal of the American Medical Association. 260: 945-950.

Pitts, G.C; Johnson R.C. y Consolazio, F.C. (1944). Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose. American Journal of Physiology. 142: 253-259. Citado por Coyle y Hamilton, 1990.

Sawka, M. N., y Pandolf K. B. (1990). Effects of body water loss on physiological function and exercise performance. Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine, Volumen 3: Fluid Homeostasis During Exercise. C.V. Gisolfi y D.R. Lamb, editores. Benchmark Press, Indianapolis, IN, USA, pp: 1-38.

Sanabria, L. (1995). Meta-Análisis sobre los Efectos del Ejercicio en Parámetros Cognitivos. Tesis para optar por el grado de Licenciatura. Universidad de Costa Rica.

Whittle, R. (1991). The Effects of Dehydration and Temperature on Movement and Reaction Time in College Age Male. Tesis de doctorado sin publicar. Universidad de Mississippi.