Estudio comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante un ejercicio de larga duración

Javier López Román, Ana B. Martínez Gonzálvez, Antonio Luque, José A. Villegas García
Cátedra de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Católica de Murcia

Separata de Archivos de Medicina del Deporte. Enero-Febrero 2008;XXV(1):29-38

123
Volumen XXV (1)
Enero
Febrero
2008

Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte

Estudio comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante un ejercicio de larga duración

Javier López Román, Ana B. Martínez Gonzálvez,
Antonio Luque, José A. Villegas García
Cátedra de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Católica de Murcia

Separata de Archivos de Medicina del Deporte. Enero-Febrero 2008;XXV(1):29-38

ORIGINAL
ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE

Volumen XXV
Número 123
2008
Págs. 29-38

ESTUDIO COMPARATIVO DE DIFERENTES PROCEDIMIENTOS DE HIDRATACIÓN DURANTE UN EJERCICIO DE LARGA DURACIÓN*

COMPARATIVE STUDY OF DIFFERENT PROCEDURES OF HYDRATION DURING AN EXERCISE OF LONG DURATION

Javier López Román

Ana B. Martínez Gonzálvez

Antonio Luque

José A. Villegas García

Cátedra de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Católica de Murcia

RESUMEN

Introducción: La deshidratación es un factor importante en el descenso del rendimiento deportivo. En las estrategias de rehidratación durante el ejercicio debe tenerse en cuenta que el vaciado gástrico de los líquidos ingeridos sea rápido y la absorción en duodeno lo más rápida posible.
Objetivos: Valorar la capacidad de hidratarse adecuadamente, en condiciones de calor y humedad alta, en función de diversas estrategias basadas en ingerir distintos tipos de bebidas con diferentes sabores y condiciones de palatabilidad.
Método: Estudio cruzado de intervención nutricional, unicéntrico, abierto, aleatorizado en la secuencia de ingesta de las bebidas del estudio. Se seleccionaron al azar a 26 corredores de fondo varones. Cada individuo realizó 4 pruebas de esfuerzo en ergómetro de cinta continua. En la primera prueba se determinó la carga del ergómetro de las siguientes. En la prueba nº 2 (con carga constante) se consumió agua exclusivamente; en la nº 3 se ingirieron bebidas con sabor elegidas entre un conjunto de 5 bebidas y una bebida elegida por el individuo. La prueba nº 4 consistió en tomar *"ad libitum"* cualquiera de las 5 bebidas con sabor anteriores, la bebida elegida por el individuo a estudio y agua.
Análisis estadístico: Inicialmente se realizó estadística descriptiva; a las variables cuantitativas se les calculó media y desviación típica y a las variables cualitativas frecuencia absoluta y relativa. Para la comparación de las distintas variables se realizó ANOVA para medidas repetidas con dos factores intrasujeto (tiempo: antes y después de la prueba; prueba: prueba 1, prueba 2, prueba 3).
Resultados: Durante la realización de la prueba 2, el individuo consumió únicamente agua en una cantidad media de 487 mL. Cuando el voluntario tuvo a su disposición un conjunto de bebidas (prueba 3), el consumo medio se incrementó hasta 642 ml, un 31,8% con respecto al inicial y este incremento fue estadísticamente significativo ($p<0,021$). Durante la realización de la prueba de esfuerzo 4 en la que el sujeto podía consumir cualquiera de las bebidas existentes en la prueba 3 o agua (diversidad de bebi-

SUMMARY

Introduction: Dehydration plays an important part in performance deterioration for sportsmen. When considering rehydration strategies during physical exercise, it is important to bear in mind that the gastric emptying of ingested liquids is fast and absorption into the duodenum as fast as possible.
Objectives: To assess the capacity for adequate hydration, under conditions of heat and high humidity, with regard to various strategies based on the ingestion of different types of drinks with different flavours and palate conditions.
Method: An open, single-centre, crossed study of nutritional measures which was randomized with respect to the order in which the drinks selected for the study were ingested. 26 male long-distance runners were randomly selected. Each individual performed four ergometric endurance tests on a continuous belt.
In the first test the ergometric strain for the following ones was determined. In test number 2 (with constant load), only water was consumed; during number 3, flavored drinks, chosen from an assortment of 5 drinks in addition to one selected by the individual, were ingested. The fourth test consisted in consuming "ad libitum" any one of the five previous flavored drinks, the drink selected by the individual in the study, and also water.
Statistical analysis: Initially a descriptive statistical analysis was carried out; with regard to the quantitative variables, the average plus typical deviation were calculated, and with respect to the qualitative variables, both the absolute and relative frequency. In order to compare the different variables ANOVA was performed for repeated measures with two intrasubject factors (time: before and after the test; test: test 1, test 2, test 3).
Results: During test 2, each individual consumed only water at an average quantity of 487 mL. When the volunteer had an assortment of drinks available (test 3), the average consumption increased to 642 mL, a 31.8% increase on the previous one, and this increase was statistically significant ($p<0.021$). During the carrying-out of the test for event 4 in which the subject was able to consume any of the existent drinks from test 3 or

*Este estudio se ha realizado con el patrocinio del Observatorio de Hidratación y Salud (OHS)

CORRESPONDENCIA:

Dr. José Antonio Villegas García. Campus de los Jerónimos. Carretera de Guadalupe s/n. 30107. Murcia
E-mail: javillegas@pdi.ucam.edu

Aceptado: 15-12-2007 / Original nº 535

das), se incrementó el consumo de líquidos hasta 729 mL, un 49,7% con respecto al inicial y esta diferencia también fue estadísticamente significativa (p<0,005). La diferencia observada en el consumo de líquidos entre las pruebas 3 y en la 4, no resultó estadísticamente significativa. De todo ello se deduce que los sujetos estudiados consumieron mayor cantidad de líquidos en aquellas pruebas en las que disponían de un conjunto de bebidas con mayor diversidad, lo que hizo disminuir la pérdida de peso provocada por la deshidratación al tiempo que también disminuyó el consumo de líquidos en las 24 horas posteriores a la prueba de esfuerzo realizada en el laboratorio.

Palabras clave: Bebidas. Hidratación. Deshidratación. Termorregulación. Ejercicio físico.

water (drink diversity), liquid consumption was increased to 729 mL, an increase of 49.7% with respect to the first, and this difference was also statistically significant (p<0.005). The difference observed in the consumption of liquids between tests 3 and 4, did not turn out to be significantly different. From all of this it is possible to deduce that the subjects in the study consumed a greater quantity of liquids during those events in which they had a greater diversity in the assortment of drinks available, which meant that weight loss caused by dehydration diminished and at the same time the consumption of liquids during the 24 hours posterior to the endurance test carried out in the laboratory also diminished.

Key words: Drinks. Hydration. Dehydration. Thermoregulation. Physical exercise.

INTRODUCCIÓN

Deshidratación inducida por el ejercicio físico

La deshidratación es un factor importante en el descenso del rendimiento deportivo. Existe un conjunto de factores que concurren de manera aislada o combinada, como son, un vaciamiento gástrico reducido[1] y una mayor incidencia de dolor gastrointestinal[2]; aumento de los niveles plasmáticos de angiotensina y vasopresina[3]; disminución del volumen plasmático y aumento de la osmolalidad y de la viscosidad sanguínea[4]. Existe, asimismo, una disminución de la presión venosa central junto a un aumento de la temperatura a la que comienza la sudoración, comprometiendo su efecto termorregulador al reducirse la producción de sudor y el flujo de sangre a la periferia en un esfuerzo por mantener la presión venosa central[5]. Finalmente, cuando a la hipohidratación se le añade la restricción de alimentos, el glucógeno muscular desciende hasta el 45%, lo que supone un notable desafío al proceso de la contracción muscular[6].

Hidratación durante el esfuerzo físico

En las estrategias de rehidratación durante el ejercicio deben tenerse en cuenta tanto la temperatura ambiental como la intensidad, duración y tipo de ejercicio. Hay que tener en cuenta que la mayoría de estudios que tratan el tema de la reposición de fluidos se encuentran con el problema de la ingesta durante la realización de la práctica deportiva. En este sentido es muy importante que el vaciado gástrico sea rápido y la absorción en duodeno lo más rápida posible[7-9]. En cuanto a la osmolalidad, la barrera es la osmolalidad plasmática, siendo la posición del Comité Científico de la U.E (Scientific Committee on Food (SCF)) entre 270 y 330 mOsm/kg[10].

Finalmente, el tipo de CHO parece no ser muy importante, a pesar de que puede influir en la palatabilidad que es, por otro lado, el mayor determinante en la ingesta de una bebida. De acuerdo al SCF, en situaciones de intenso desgaste muscular, especialmente para deportistas, la bebida debería contener de 80 a 350 Kcal (335-1470 Kj) proporcionadas por los CHO por cada 1000 ml de solución, y de 20 a 50 mmol/L (460-1150 mg/l) de Na^+ (SCF, 2006)[10]. La temperatura ideal de la bebida, cuando es ingerida en grandes cantidades, debería ser de aproximadamente entre 15°C-22°C (59°F y 72°F), estar endulzada y con agradable sabor (ACSM, 1997)[11].

OBJETIVOS

Valorar la capacidad de hidratarse adecuadamente, en condiciones de calor y humedad alta, en función de diversas estrategias basadas en

ingerir distintos tipos de bebidas con diferentes sabores y condiciones de palatabilidad.

MATERIAL Y MÉTODO

Tipo de estudio

Estudio cruzado de intervención nutricional, unicéntrico, abierto, aleatorizado en la secuencia de ingesta de las bebidas del estudio.

Sujetos a estudio

Se seleccionaron de forma aleatoria a 26 corredores de fondo varones. El consumo de oxígeno relativo medio del grupo era de 51,03 ± 6,2 ml/Kg/min y su edad media de 34,5 ± 7,5, años.

Previo al estudio, cada uno de ellos fue sometido a revisión médico-deportiva. Cada deportista fue informado de forma oral y por escrito de la metodología del estudio así como de los posibles efectos indeseables que podían aparecer como consecuencia de las distintas determinaciones que se iban a realizar (pruebas de esfuerzo y extracciones sanguíneas). De la misma forma fue informado de la voluntariedad del proyecto tanto en lo referido a su participación como en lo referido al abandono en cualquier momento del mismo. Todos ellos firmaron un consentimiento informado de participación en el proyecto y un consentimiento informado para cada una de las pruebas de esfuerzo realizadas.

Lugar de realización del estudio

Las pruebas de esfuerzo se realizaron en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Católica San Antonio de Murcia. Dicho centro cuenta con las instalaciones, el material y el personal sanitario necesario para la realización de dichas pruebas.

Metodología

Cada individuo realizó 4 pruebas de esfuerzo en ergómetro de cinta continua. En cada prueba debían acudir con ropa y calzado adecuados y sin realizar esfuerzo físico o psíquico intenso en las 48 horas previas a las pruebas de esfuerzo.

1ª Prueba

Prueba de esfuerzo triangular maximal progresiva realizada en cinta continua, con una velocidad de inicio de 7 km/h e incrementos de carga de 1 Km/h cada minuto, manteniendo una pendiente constante del 1%. Tras la realización de esta prueba se le indicaba la necesidad de anotar la ingesta de cualquier líquido que consumiese el día anterior y posterior a la realización de las tres pruebas siguientes y se le preguntaba acerca de su bebida preferida para ingerir durante o después de la actividad física.

Las tres pruebas siguientes que desarrollaría el deportista se diferenciaban únicamente en el tipo de líquido que podría consumir en cada una de ellas, de tal manera que:

- Prueba 1, agua: consumo *ad libitum* de agua solamente
- Prueba 2, bebidas con sabor: consumo *ad libitum* entre un conjunto de 5 bebidas con sabor y una bebida elegida por el individuo.
- Prueba 3, diversidad de bebidas: consumo *ad libitum* entre las 5 bebidas con sabor anteriores, la bebida elegida por el individuo a estudio y agua (Tabla 1).

	Energía (KCAL)	H. de C. (GR)	Lípidos (GR)	Proteínas (GR)	Sabor	Gas
Bebida 1	45	10,4	0	0,1	Naranja	No
Bebida 2	32	8,5	0	0	Limón	No
Bebida 3	26	6,3	0	0	Limón	No
Bebida 4	37	8,9	0	0	Aroma quinina	Sí
Bebida 5	0	0	0	0	Cola	Sí

TABLA 1. Información y características organolépticas de las bebidas empleadas (100 ml)

Al ser un estudio cruzado y para minimizar el sesgo del aprendizaje que el individuo padece durante la realización de las distintas pruebas, el conjunto de voluntarios fue dividido en tres grupos de forma aleatoria de tal manera que cada grupo presentó un orden distinto de realización de pruebas. Este ordenamiento viene recogido en la Tabla 2.

2ª Prueba

Tuvo lugar una semana posterior a la primera. Todas las pruebas se desarrollaron por la mañana. Una hora antes del inicio de las pruebas y mediante vaporizador y calefacción por bomba de calor se conseguían las condiciones de laboratorio en las que debía tener lugar las pruebas: 30 ºC y 60% de humedad.

El individuo realizó test de esfuerzo rectangular, en cinta continua, con carga limitada a 11 Km/hora, manteniendo constante la pendiente al 1%, la duración de la prueba fue de 50 minutos y el consumo de líquidos durante la misma fue "ad libitum". Los líquidos se colocaron en botellas de plástico idénticas, traslúcidas y numeradas, con la bebida a una temperatura inicial de 8ºC. Previo a la realización de la prueba el corredor realizaba una cata de las distintas bebidas que tenía a su disposición.

Durante la realización de la prueba se iba anotando la ingesta de líquido realizada: bebida, cantidad y minuto. En el minuto 30 de prueba se registraba la humedad relativa del ambiente y la temperatura. Finalmente, tras la finalización de la prueba se contabilizaba el líquido total consumido.

3ª y 4ª Prueba

Se realizaron una semana posterior a la segunda prueba. La metodología de la misma y las de-

TABLA 2.
Orden de las pruebas realizadas

Corredor	Día 1	Día 2	Día 3
1	Agua	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua
2	Agua	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua
3	Agua	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua
4	Agua	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua
5	Agua	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua
6	Agua	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua
7	Agua	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua
8	Agua	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua
9	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua	Agua
10	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua	Agua
11	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua	Agua
12	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua	Agua
13	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua	Agua
14	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua	Agua
15	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua	Agua
16	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua	Agua
17	Bebidas con sabor	Bebidas con sabor + Agua	Agua
18	Bebidas sabor + Agua	Agua	Bebidas con sabor
19	Bebidas con sabor + Agua	Agua	Bebidas con sabor
20	Bebidas con sabor + Agua	Agua	Bebidas con sabor
21	Bebidas con sabor + Agua	Agua	Bebidas con sabor
22	Bebidas con sabor + Agua	Agua	Bebidas con sabor
23	Bebidas con sabor + Agua	Agua	Bebidas con sabor
24	Bebidas con sabor + Agua	Agua	Bebidas con sabor
25	Bebidas con sabor + Agua	Agua	Bebidas con sabor
26	Bebidas con sabor + Agua	Agua	Bebidas con sabor

terminaciones de las distintas variables fueron exactamente iguales que la anterior prueba rectangular, la única diferencia fue el tipo de líquido disponible para el consumo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Inicialmente se realizó estadística descriptiva; a las variables cuantitativas se les calculó media y desviación típica y a las variables cualitativas frecuencia absoluta y relativa. Para la comparación de las distintas variables se realizó ANOVA para medidas repetidas con dos factores intrasujeto (tiempo: antes y después de la prueba; prueba: prueba 1, prueba 2, prueba 3).

RESULTADOS

Los resultados de la aplicación de la estadística descriptiva (media y desviación típica para las variables cuantitativas y frecuencia relativa para las cualitativas) a todas las variables a estudio vienen recogidas en las Tablas 3, 4, 5 y 6.

Condiciones ambientales del laboratorio

Las condiciones ambientales en el laboratorio permanecieron constantes a lo largo de la realización de todas las pruebas de esfuerzo, no observándose diferencias significativas en la temperatura ambiental y la humedad relativa al comparar las pruebas entre sí (Tabla 7).

TABLA 3. Peso y consumos de agua

			Liq. PR	Liq. 24h	Peso
Agua	Preprueba	Media		2534,2	72,4
		Desv. típ.		599,3	7,1
	Postprueba	Media	487,0	2972,6	71,5
		Desv. típ.	223,4	676,1	7,0
Bebida con sabor	Preprueba	Media		2440,0	72,5
		Desv. típ.		606,5	7,1
	Postprueba	Media	642,8	2702,5	72,0
		Desv. típ.	228,9	897,7	7,01
Bebidas diversas	Preprueba	Media		2600,0	72,8
		Desv. típ.		454,6	4,1
	Postprueba	Media	729,0	2625,0	72,2
		Desv. típ.	223,5	713,6	4,0

LIQ. PRE.: líquido consumido durante las pruebas (mL); LIQ. 24 H.: líquido consumido en las 24 horas anteriores y posteriores a las pruebas (mL); PESO: peso del deportista en los instantes anterior y posterior a las pruebas (Kg).

TABLA 4. Variables hematológicas

			HB	HCTO	VP
Agua	Preprueba	Media	14,3	42,0	58,0
		Desv. típ.	0,8	2,5	2,5
	Postprueba	Media	14,5	42,5	56,8
		Desv. típ.	0,9	2,6	3,8
Bebida con sabor	Preprueba	Media	14,5	42,0	57,9
		Desv. típ.	0,9	2,5	2,5
	Postprueba	Media	13,7	42,6	56,3
		Desv. típ.	0,4	2,5	3,2
Bebidas diversas	Preprueba	Media	14,3	40,4	59,6
		Desv. típ.	0,9	1,7	1,7
	Postprueba	Media	14,3	42,1	55,7
		Desv. típ.	0,9	2,6	4,4

HB: hemoglobina (gr/100mL); HCTO: hematocrito (%); VP: volumen plasmático (%)

TABLA 5.
Variables séricas y urinarias

			Sodio	OSM PL	DENS ORI	OSM ORI
Agua	Preprueba	Media	138,9	287	1020	722
		Desv. típ.	2,5	6	7	231
	Postprueba	Media	140,3	289	1021	716
		Desv. típ.	2,6	6	7	201
Bebida con sabor	Preprueba	Media	138,2	283	1021	771
		Desv. típ.	3,2	20	6	249
	Postprueba	Media	139,6	286	1024	778
		Desv. típ.	3,8	15	5	188
Bebidas diversas	Preprueba	Media	139,0	285	1015	750
		Desv. típ.	3,4	6	5	131
	Postprueba	Media	139,9	289	1018	791
		Desv. típ.	3,0	9	7	90

SODIO: natremia (mEq/L); OSM PL: osmolaridad plasmática (mosm/L); DEN ORI: densidad de la orina (gr/L)
OSM ORI: osmoloridad de la orina (mosm/L)

TABLA 6.
Constantes vitales

			FC	PAS	PAD	TEMP
Agua	Preprueba	Media	60,9	118,3	73,4	36,0
		Desv. típ.	10,8	11,7	10,1	0,4
	Postprueba	Media	86,9	107,8	72,5	36,5
		Desv. típ.	13,4	10,4	6,5	0,4
Bebida con sabor	Preprueba	Media	60,3	113,5	70,2	36,0
		Desv. típ.	10,0	9,9	7,8	0,3
	Postprueba	Media	89,1	108,7	73,0	36,5
		Desv. típ.	14,6	7,9	6,7	0,4
Bebidas diversas	Preprueba	Media	63,6	111,0	71,0	35,7
		Desv. típ.	11,3	5,5	8,9	0,2
	Postprueba	Media	98,2	99,8	70,0	36,7
		Desv. típ.	15,2	9,8	7,1	0,2

FC: frecuencia cardiaca (lpm); PAS: presión arterial sistólica (mm de Hg); PAD: presión arterial diastólica (mm de Hg)
TEMP: temperatura corporal (º C)

TABLA 7.
Condiciones ambientales

		TEMP AMB	HUM REL
Agua	Media	27,4	61,5
	Desv. típ	0,5	7,3
Bebidas con sabor	Media	27,5	65,0
	Desv. típ	0,5	4,3
Bebidas diversas	Media	27,2	65,8
	Desv. típ	0,4	3,2

TEMP AMB: temperatura ambiental (º C)
HUM REL: humedad relativa (%)

Consumo de líquidos

Durante la realización de la prueba 1, el individuo consumió únicamente agua en una cantidad media de 487 mL. Cuando el voluntario tuvo a su disposición un conjunto de bebidas (prueba 2), el consumo medio se incrementó hasta 642 ml, un 31,8% con respecto al inicial y este incremento fue estadísticamente significativo ($p<0,021$). Durante la realización de la prueba de esfuerzo 3 en la que el sujeto podía consumir cualquiera de las bebidas existentes en la prueba 2 o agua (diversidad de bebidas), se incrementó el consumo de líquidos hasta 729 mL, un 49,7% con respecto al inicial y esta diferencia también fue estadísticamente significativa ($p<0,005$). La diferencia observada en el consumo de líquidos entre las pruebas 2 y en la 3, no resultó estadísticamente significativa (Figura 1).

El incremento en el consumo de líquidos en las pruebas 2 y 3 con respecto a la prueba 1, no es homogéneo a lo largo de toda la prueba. Si re-

presentamos en una gráfica el consumo medio acumulado de líquidos a lo largo de las pruebas (con lo que se puede conocer el líquido consumido por el individuo durante una prueba hasta un instante determinado), podemos observar varias características:

- El consumo de líquidos se intensifica en la segunda mitad de la prueba, siendo menor en la primera media hora de la misma. Seguramente el sujeto comienza a consumir líquidos cuando aparece el reflejo de la sed y este mecanismo se pone en funcionamiento cuando el individuo ha perdido un 1% aproximadamente de su peso como consecuencia de la deshidratación por la sudoración.

- Hasta la mitad de la prueba, el consumo de líquidos es absolutamente superponible (en la primera media hora consumen la misma cantidad de líquido en las tres pruebas e incluso hasta el minuto 45 el consumo de líquidos es idéntico en las pruebas 1 y 2). El incremento en el consumo de líquidos que se produce en las pruebas 2 y 3 tiene lugar en la segunda mitad de las mismas (Figura 2).

Si analizamos el número de bebidas utilizadas por los sujetos en las pruebas 2 y 3 obtenemos los siguientes datos:

- Prueba 2: el porcentaje medio de bebidas utilizadas por el individuo fue de 51,4 ± 9,5.

- Prueba 3: el porcentaje medio de bebidas utilizadas por el individuo fue de 57,4 ± 10,7.

Esto indica que si el individuo dispone de diversidad en el consumo, suele utilizarla.

Al evaluar el consumo de cada una de las bebidas por separado, observamos que las bebidas 4 y 5 fueron muy poco utilizadas por los deportistas, por lo que si excluyésemos esas dos bebidas de los cálculos anteriores las conclusiones obtenidas serían más incuestionables (Figura 3).

Al analizar la ingesta de líquidos acontecida en las 24 horas anteriores y posteriores a cada una

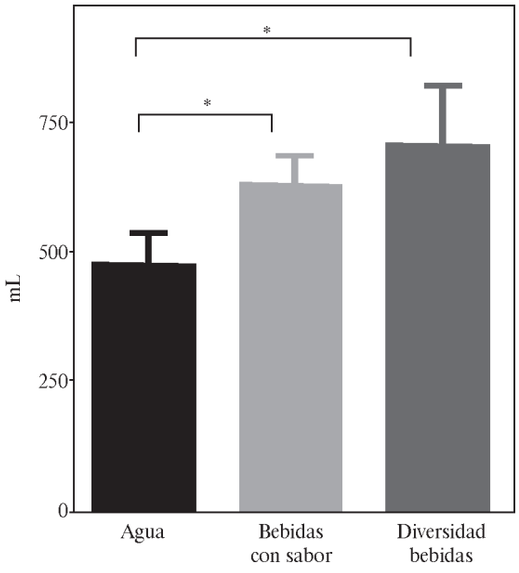

FIGURA 1. Consumo de agua durante la realización de las pruebas de esfuerzo rectangular. Valores medios ± EEM [(*) Diferencias estadísticamente significativas para p<0,05]

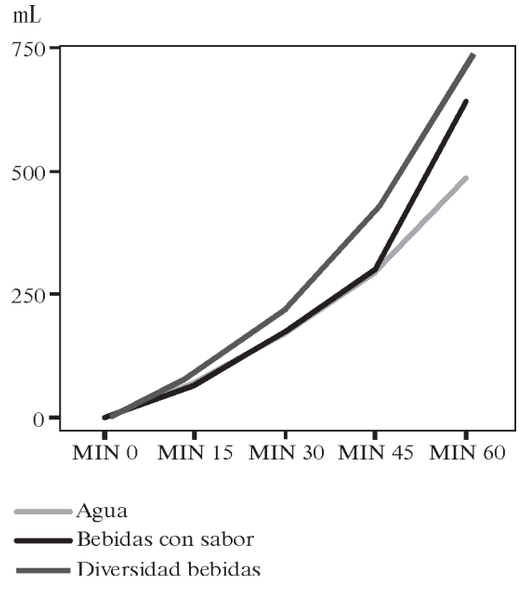

FIGURA 2. Consumo medio acumulado de líquidos en cada una de las pruebas de esfuerzo que realizó el deportista

de las pruebas realizadas también observamos diferencias. En todos los tipos de pruebas se produce un incremento de esta ingesta en las 24 horas posteriores a la prueba con respecto a la realizada en el día anterior, pero mientras que cuando realizan las pruebas 2 y 3, dicho incremento es mínimo y sin significación estadística, cuando realizan la prueba 1 dicha diferencia adquiere significación estadística. Por tanto, probablemente, la menor ingesta hídrica durante

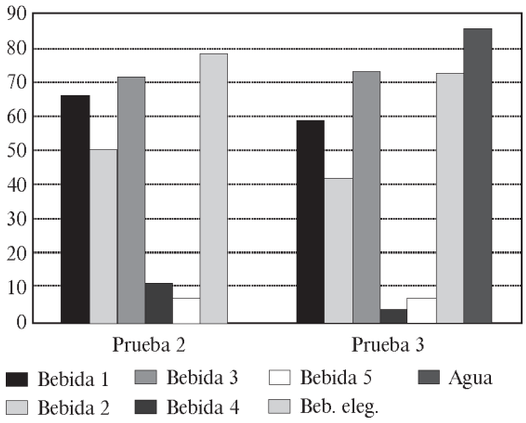

FIGURA 3. Porcentaje de utilización de cada una de las bebidas en cada una de las pruebas de esfuerzo

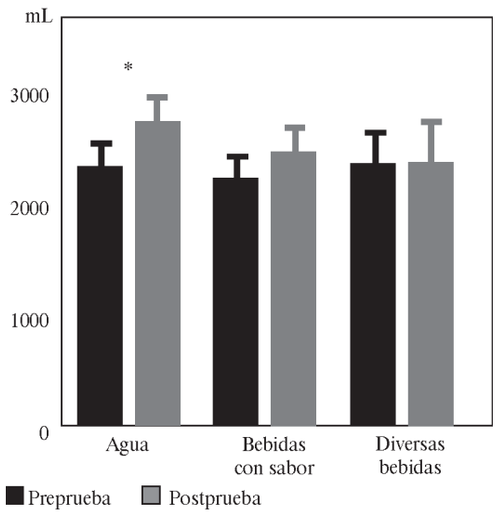

FIGURA 4. Ingesta de líquidos en las 24 horas anteriores y posteriores a la realización de la prueba de esfuerzo rectangular. Valores medios ± EEM [(*) Diferencias estadísticamente significativas para p<0,05]

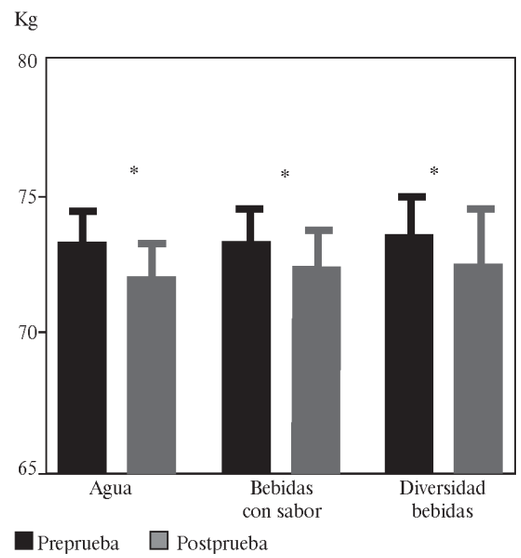

FIGURA 5. Peso del voluntario obtenido inmediatamente antes e inmediatamente después de la realización de la prueba de esfuerzo rectangular. Valores medios ± EEM [(*) Diferencias estadísticamente significativas para p<0,05]

la prueba 1 provoque una mayor ingestión de líquidos durante las 24 horas posteriores para recuperar las condiciones basales (Figura 4).

Peso

Se observa disminución de peso del individuo tras la realización de cada una de las pruebas de esfuerzo, secundaria a la pérdida hídrica a través de la sudoración (p<0,001). Esta pérdida de peso no presenta la misma magnitud en las distintas pruebas de esfuerzo. Cuando el sujeto consume solamente agua, la media de pérdida de peso que experimenta es de 990 gr; cuando tiene a su disposición un conjunto de bebidas con sabores, la media pérdida de peso es de 760 gr y cuando puede consumir una diversidad de bebidas la media de pérdida de peso que experimentan es de 620 gr. Al comparar estadísticamente estos descensos, observamos diferencias significativas entre la prueba 1 y 2 (p<0,018) y entre las pruebas 1 y 3 (p<0,035) (Figura 5).

Variables hematológicas y volumen plasmático

La concentración de hemoglobina, el hematocrito y el volumen plasmático presentan una evolución absolutamente paralela. Las dos primeras incrementan su valor de forma significativa a lo largo de la realización de todas las pruebas de esfuerzo (p<0,001 ambas) mientras que el volumen plasmático lo disminuye también de forma significativa (p<0,001). Estas variaciones no presentan cambios en función de la prueba realizada es decir la posibilidad de ingerir agua o de escoger entre un conjunto de bebidas con sabor o de escoger una bebida del grupo 3, no modifica la evolución de estas variables. La ingesta de líquidos realizada, en ningún caso, consigue evitar las consecuencias que la deshidratación produce sobre estas variables, aunque probablemente las minimiza, pero en las tres pruebas por igual.

Variables séricas

Natremia

La deshidratación, consecuente a la realización de las pruebas de esfuerzo rectangular en con-

diciones de termorregulación complicada, no es compensada por la ingesta de líquidos, lo que ocasiona una hemoconcentración con el consiguiente incremento de los niveles de sodio sérico. Este incremento significativo ($p<0,043$) se produce por igual en las tres pruebas de esfuerzo realizada por el individuo.

Osmolaridad plasmática

Presenta las mismas variaciones que la variable anterior y por las mismas razones. Se observa incremento significativo en todas las pruebas de esfuerzo rectangulares ($p<0,001$). No se aprecian modificaciones de dicho incremento en función del tipo de ingesta realizada en cada prueba.

Variables urinarias

La osmolaridad y densidad de la orina recolectada antes y después de las pruebas no presentan diferencias significativas. Esta ausencia de significación estadística se cumple en las tres pruebas rectangulares realizadas por el sujeto, es decir la disponibilidad para ingesta de mayor o menor cantidad de sabores o diversidad de líquidos no produce modificación de esta variable. Probablemente la falta de control en la ingesta hídrica en las horas previas a la prueba de esfuerzo puede haber influido en el resultado de estas variables.

Constantes vitales. Frecuencia cardiaca

Se observa un incremento significativo ($p<0,001$) de la frecuencia cardiaca obtenida tras 10 minutos de reposo entre los instantes previos a la prueba y los instantes posteriores a la misma. Este incremento de 29,7 lpm de media no presenta diferencias al comparar entre si las distintas pruebas, es decir las modificaciones observadas en este parámetro son las mismas independientemente de la ingesta de bebidas.

Constantes vitales. Presión arterial

Las dos componentes de la presión arterial presentan comportamiento distinto. La presión arterial sistólica sigue presentando el mismo perfil de variabilidad que es resto de parámetros estudiados anteriormente, es decir, se observa descenso de la misma al comparar su valor obtenido antes y después de la prueba de esfuerzo ($p<0,001$) y este descenso no presenta cambios al comparar las distintas pruebas realizadas por el individuo. La presión arterial diastólica si presenta distinto comportamiento en función de la disponibilidad de líquidos. En la primera y tercera prueba de esfuerzo esta variable experimenta un descenso significativo e idéntico mientras que en la segunda, esta variable presenta un incremento al comparar niveles anterior y posterior a la prueba. Estas variaciones no presentan significación estadística.

Constantes vitales. Temperatura

La temperatura corporal también experimenta un incremento de 0,62 º C de media tras la realización de la prueba de esfuerzo rectangular ($p<0,001$) y este incremento no es dependiente de la modalidad de hidratación empleada.

CONCLUSIONES

- El consumo de líquidos por parte del individuo a lo largo del tiempo sigue una curva exponencial.
- Los individuos consumen mayor cantidad de líquidos en aquellas pruebas en las que el sujeto dispone de un conjunto de bebidas con distintos sabores a su disposición.
- Los individuos consumen mayor cantidad de líquidos en aquellas pruebas en las que el sujeto dispone de un conjunto de bebidas con mayor diversidad (en este caso, consume un número importante de ellas).
- El incremento en el consumo de líquidos en las pruebas en las que el individuo dispone de diversidad de bebidas disminuye la pérdida de peso provocada por la deshidratación.
- En las pruebas en las que se consumen bebidas con sabor y diversidad de bebidas,

el consumo de líquidos en las 24 horas posteriores a la prueba de esfuerzo es menor, ya que se ha consumido mayor volumen de líquidos durante las pruebas debido a la variedad y a la diversidad de las bebidas, y los sujetos por tanto presentan un estado de hidratación correcto y se encuentran saciados.

B I B L I O G R A F Í A

1. **Gant N, Leiper JB, Williams C.** Gastric emptying of fluids during variable-intensity running in the heat. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007;17(3):270-83.

2. **Morton DP, Aragón-Vargas LF, Callister R.** Effect of ingested fluid composition on exercise-related transient abdominal pain. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004;14(2):197-208.

3. **Shirreffs SM, Merson SJ, Fraser SM, Archer DT.** The effects of fluid restriction on hydration status and subjective feelings in man. *Br J Nutr* 2004;91(6):951-8.

4. **Shirreffs SM, Aragon-Vargas LF, Keil M, Love TD, Phillips S.** Rehydration after exercise in the heat: a comparison of 4 commonly used drinks. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007;17(3):244-58.

5. **Armstrong L, Maresch C.** Effects of training environment and host factors on the sweating response to exercise. *Int J Sports Med* 1998;19:S103–S105.

6. **Cheuvront SN, Montain SJ, Sawka MN.** Fluid replacement and performance during the marathon. *Sports Med* 2007;37(4-5):353-7.

7. **Gisolfi CV, Lambert GP, Summers RW.** Intestinal fluid absorption during exercise: role of sport drink osmolality and [Na+]. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6):907-15.

8. **López-Román F, Martínez-Gonzálvez A, *et al*.** Factores que influyen sobre el vaciado gástrico de bebidas deportivas durante el ejercicio. *Arch Med Dep* 2000;108:303-10.

9. **Gisolfi CV.** Is the GI System Built For Exercise? *News Physiol Sci* 2000;15:114-9.

10. Report of the Scientific Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen. Fecha de acceso 20/03/2006. Disponible en: http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out64_en.pdf

11. **American College of Sports Medicine** (1997) Position Stands. Exercise and fluid replacement: Author. Retrieved 15/08/05 from the World Wide Web: http://www.acsm.org/pdf/Ejercicio.pdf