

# Cambios bioquímicos en corredores populares tras correr una maratón (test de estrés)

Emilio Orquín-Ortega<sup>1</sup>, Vicente Vega-Ruiz<sup>1</sup>, Antonio Ribelles-García<sup>2</sup>, Begoña López-Araque<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Departamento de Cirugía. Universidad de Cádiz (UCA). <sup>2</sup>Facultad de Medicina Departamento de Anatomía. Universidad de Cádiz (UCA).

<sup>3</sup>I.E.S Las Salinas. San Fernando. Cádiz.

**Recibido:** 24.08.2015

**Aceptado:** 05.01.2016

## Resumen

El estudio que hemos llevado a cabo con un grupo de corredores veteranos, pero con una larga trayectoria en el deporte popular, consiste en analizar los cambios que se producen en los perfiles bioquímicos de un grupo de quince corredores populares que corren una maratón. A este esfuerzo máximo lo hemos denominado "Test de Estrés".

Nuestros objetivos se encaminan a evaluar los resultados de los cambios producidos en los parámetros bioquímicos simples en corredores populares para referenciarlos con los que se producen en los atletas profesionales, es un estudio de prevalencia, sin variables previas ni asignación aleatoria.

El método empleado: toma de muestra sanguínea previa (condiciones basales ó de referencia) y otra inmediatamente posterior. Los resultados obtenidos: incremento de la concentración de glucemia en sangre del 3,25% incremento de la urea del 95% y de la creatinina del 45,3 mientras sobre el colesterol no tiene repercusión y sobre los triglicéridos el incremento esta en 3%.

Discutimos nuestros resultados comparándolos con los resultados publicados sobre los profesionales, con la intención de ver las diferencias en los cambios de los valores bioquímicos en los profesionales frente a los corredores populares, aficionados y veteranos. Hemos encontrado estudios sobre profesionales de otras disciplinas, tales como triatletas, ciclistas, esquiadores etc. La conclusión es que los beneficios y perjuicios de ejercicio físico intenso son tan beneficiosos o perjudiciales para ambos grupos. Pero las diferencias encontradas en los valores bioquímicos sirven para comparar el deporte profesional y aficionado.

## Palabras clave:

Estrés deportivo.  
Glucemia & maratón.  
Urea-creatinina & maratón.  
Colesterol-triglicéridos & maratón.

## Biochemical changes in Popular Runners after a marathon (Stress Test)

### Summary

The study we conducted with a group of veteran runners, but with a long career in the popular sport, is to analyze the changes that occur in biochemical profiles of a group of fifteen amateur runners who run a marathon. This maximum effort we have called "stress tests".

Our goals are aimed at evaluating the results of the changes in biochemical parameters in simple popular runners to reference them with those occurring in professional athletes, is a prevalence study without previous variables or random assignment. The method employed: previous blood sampling (baseline or reference conditions) and another immediately after.

The results: increased blood glucose concentration of 3.25% increased 95% urea and creatinine of 45.3 while on cholesterol has no effect on triglycerides and the increase was 3%.

We discuss our results against the results published on the professionals, with the intent to see the differences in the changes of biochemical values in the pros versus popular riders, amateurs and veterans. We found studies professionals from other disciplines, such as triathletes, cyclists, skiers etc.

The conclusion is that the benefits and harms of intense physical exercise are as beneficial or detrimental to both groups. But the differences in biochemical values are used to compare the professional and amateur sport.

## Key words:

Sports stress.  
Glucose & marathon.  
Urea-creatinine & carathon.  
Cholesterol-triglycerides & marathon.

**Correspondencia:** Emilio Orquín-Ortega

E-mail: emilio.orquin@uca.es

## Introducción

Los humanos son unos sorprendentes corredores de fondo; en todo el reino animal hay muy pocos mamíferos que puedan mantener una carrera constante durante 10 Km. o más (una maratón son 42,195m.). Muchos animales son mejores *esprinteres* que el hombre a cortas distancias, como los guepardos, pero sólo unos pocos mamíferos terrestres y los humanos son capaces de un viaje largo a paso de trote, y considerando que los humanos tienen solo dos pies, compiten sorprendentemente bien, a igualdad de peso.

Cosa sorprendente, no hay ningún primate capaz de una carrera de resistencia. Esta capacidad distintiva de los humanos fue tema de portada en la revista *Nature* de 18 de noviembre de 2004 Bramble DM, *et al.*<sup>1,2</sup>.

Por tanto, desde el punto de vista Antropológico y médico es de interés conocer la mayor cantidad de datos posibles sobre la fisiología del esfuerzo ya que existen indicadores bioquímicos de la eficacia del ejercicio físico de las personas que hacen este derroche físico con el fin de prevenir o corregir los posibles excesos Nuviola-Mateo RJ, *et al.*<sup>3,4</sup>. Hay muchísimos estudios sobre los corredores de maratón o atletas sometidos a grandes esfuerzos y de larga duración; pero casi todos son referidos a deportistas profesionales Moreno-Lemos SM<sup>5</sup>.

La carrera de maratón tiene unas características especiales dentro del concepto de carrera, es una prueba de 42.195 metros que se corre por un circuito, no en un estadio, por lo que puede asumir los conceptos de carrera popular y carrera atlética. El tiempo empleado por los profesionales es menor a las 2 h 30' mientras que el empleado por nuestro grupo de estudio se mantuvo entre superior a 3 h. 30' e inferior a 4 h 30'.

Para conseguir realizar la prueba en esos tiempos la dedicación de unos y otros es diferente, mientras que los atletas profesionales, realizan una preparación científica supervisada por entrenadores, médicos, nutricionistas, fisiólogos del esfuerzo, nuestro grupo lo único que hizo fue mantener el ritmo de jogging que vienen practicando desde hace más de 10 años con la única excepción que 60-90 días antes de la competición incrementaron el tiempo de dedicación, pasando de una media de 60 a 90 minutos durante 5 o 6 días por semana a 120 a 160 minutos cinco días a la semana más 1 día sobrepasar los 180 minutos.

Parece pues, de interés publicar nuestros resultados, teniendo en cuenta que este es un grupo de corredores-veteranos, de sexo masculino, en edad de trabajar y que no son profesionales, sino que tiene como hobby la carrera popular.

La importancia de las determinaciones bioquímicas, como control del efecto del entrenamiento sobre los individuos que practican deporte esta estudiado y publicado en la literatura científica como lo demuestran trabajos como los de Moreno-Lemos SM, *et al.*<sup>5,6</sup>.

Con respecto a los parámetros bioquímicos estudiados solo hemos encontrado discrepancia en cuanto al comportamiento de la glucemia tras el esfuerzo extenuante. Hay autores como Bluche PF, *et al.*<sup>7</sup> que postulan un aumento de la glucemia después del esfuerzo. Por contra, hay los que postulan, entre ellos Minuk HL, *et al.*<sup>8</sup>, que el esfuerzo conlleva una reducción de la glucemia inmediata a el esfuerzo.

Planteamos la necesidad de ver cual son los resultados que obtenemos del estudio de nuestro grupo de trabajo, y así para poder compararlos con los resultados publicados sobre deportistas profesionales

o semi profesionales y ratificar o mostrar desacuerdo con los resultados publicados. Los estudios sobre deportes extenuantes, como los Triatletas, los han publicado autores como Long D, *et al.*<sup>9-11</sup> y sus resultados son similares a los obtenidos en este estudio

## Material y método

### Protocolo general

En un escaso tiempo antes del test de estrés (maratón) se hace, por toma de muestra de sangre a los individuos del grupo, una determinación de los parámetros que vamos a estudiar tras un periodo de ayunas de 10 horas; e inmediatamente después de la prueba se hizo una nueva extracción de sangre para el mismo fin. Las muestras fueron identificadas, codificadas y se mantuvieron en frío para su transporte al laboratorio y determinar los parámetros hematológicos que se detallan en el estudio.

Una vez obtenidos los resultados en el laboratorio, estos fueron tabulados y estudiados desde el punto de vista de conseguir datos estadísticos que nos permitan obtener gráficos que nos informan de la tendencia o comportamientos de los parámetros sanguíneos de los objetos de estudio.

### Material

Los materiales necesarios para la investigación son los utensilios necesarios para la extracción (lazo compresor, jeringas de 10 cc y agujas de 25/8 y los tubos donde depositar las muestras e identificarlas. El transporte se realiza en bajo frío ( $\pm 4^\circ$ ) hasta hacerlos llegar a los analizadores bioquímicos. Más tarde, una vez obtenidos los resultados, aplicamos la informática para registrar los datos y luego proceder a su tabulación y la confección de gráficos.

Las fuentes de información (referencias bibliográficas) que manejamos para este trabajo fueron, fueron las obtenidas en diferentes bases de datos.

El grupo de personas ("Los Chiribitos") tiene las características que detallamos, resumidamente a continuación:

- Grupo de quince corredores populares que forman el club Los Chiribitos. Son 15 varones, con edad media de 50,4 ( $\pm 9,6-7,6$ ) años.
- Perfil antropométrico: peso medio de  $76 \pm 8$  k, una talla media de  $173 \pm 8$  cm y un IMC de  $2,5 \pm 0,4$ .
- Tiempo empleado de entrenamiento para preparación: más de 90 días con un entrenamiento de carrera urbana de entre 1 y 1 ½ hora seis días por semana.
- Tiempo medio como corredor popular que puede ser considerado como periodo de adaptación: más de 10 años.
- Tiempo invertido en la (maratón): entre 3h.30' y 4 h. 30.
- Alimentación: la normal y propia de la zona, no específica.
- Medicamentos y suplementos: No refieren (¿).
- Estilo de vida: saludable (sin tabaco, moderado consumo de alcohol, no tóxicos).
- Antecedentes: sin enfermedades, accidentes y lesiones varias, sin secuelas.
- Profesiones: variadas.

## Método

Se les hizo un examen de salud previo (incluido EKG para comprobar su estado de salud y rechazar los no aptos). Se dio una charla previa donde se les explicó en qué consistía el estudio y una vez que lo comprendieron se les solicitó su consentimiento para realizar el estudio y publicar los datos obtenidos, siempre guardando el anonimato, si fueran de interés para la comunidad científica.

## Resultados

Los resultados obtenidos en nuestro estudio y una vez procesados informáticamente lo llevamos a gráficos y tabulamos. Estos resultados lo estructuramos según los diferentes parámetros estudiados, haciendo una valoración antes y después del "test de estrés", observamos y estudiamos las concentraciones en sangre de glucemia, urea, creatinina, colesterol total y triglicéridos.

### Glucemia

Partimos de un valor medio, previo al test, de 80,00 mg/dl y el valor medio obtenido después del test es de 82,60 mg/dl por lo que sufre un incremento, de la media de los valores de 2,60 unidades, en valor absoluto que hace que el porcentaje de incremento se tase en 3,25%.

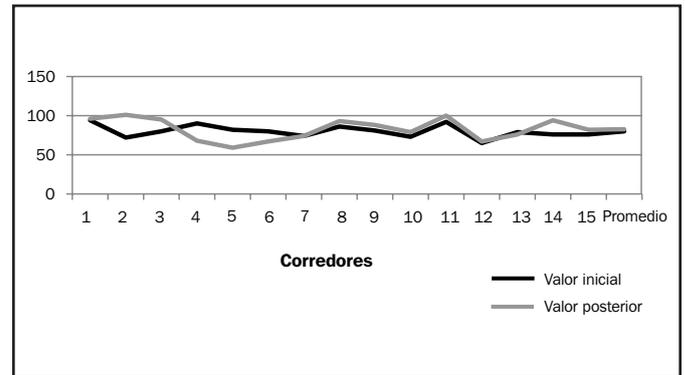
En los valores de la concentración de glucemia en el previo, todos estaban en el rango de la normalidad y con respecto al valor promedio oscilan en un rango de  $\pm 7$ -14. Los valores obtenidos después del test, solo dos superan los 100 mg/dl pero siempre en cifras normales y oscilan en un rango de  $\pm 18,4$  -23,6. Por tanto se observa que la dispersión de los valores obtenidos después del test está encuadrada en un rango más amplio, pero dentro de la normalidad, que la dispersión que se obtiene en los valores del previo al test (Tabla 1, Figura 1).

Tabla 1. Cifras de la glucemia en mg/dl.

I.D.	Previo	Post
1	94	96
2	72	101
3	80	95
4	90	68
5	82	59
6	80	67
7	74	74
8	86	93
9	81	88
10	73	79
11	92	100
12	65	67
13	79	76
14	76	94
15	76	82
Media	80,00	82,60

ID: Sujetos; Previo: valores iniciales  
Post: valores posteriores; Media: media aritmética

Figura 1. Cifras de la glucemia.



### Urea

Partimos de un valor medio de 32,8 mg/dl en las determinaciones previas y después del test se alcanza un valor medio de 64,20 mg/dl por lo que la media de los valores sufre un incremento de 31,34 unidades que porcentualmente alcanza el valor de 95,54%.

Tanto los valores de la concentración de urea en sangre en las determinaciones previas y posteriores se encuentran en valores inferiores a 100 mg/dl y refrendados con los valores promedios se observa que los valores del previo se encuentran en una ventana de dispersión en un rango de  $\pm 4,2$ -5,8 mientras que la dispersión en las determinaciones posteriores se encuentran entre los rangos de  $\pm 15,5$ -18,8. Esto nos lleva a la observación que la dispersión de los valores obtenidos antes y después del test se mueven en rangos bastantes similares y lo único destacable es el gran incremento que sufre las determinaciones posteriores al test (Tabla 2, Figura 2).

Tabla 2. Cifras de uremia en mg/dl.

I.D.	Previo	Post
1	33	46
2	37	50
3	37	62
4	37	60
5	35	75
6	26	60
7	27	75
8	32	56
9	38	73
10	37	60
11	27	62
12	26	64
13	33	75
14	37	65
15	30	80
Media	32,80	64,20

ID: Sujetos; Previo: valores iniciales  
Post: valores posteriores; Media: media aritmética

Figura 2. Cifras de uremia.

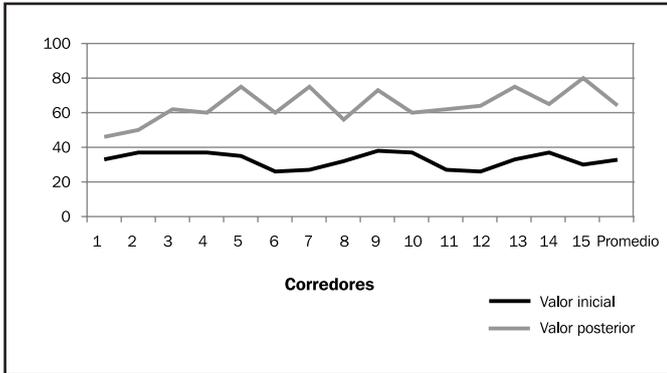
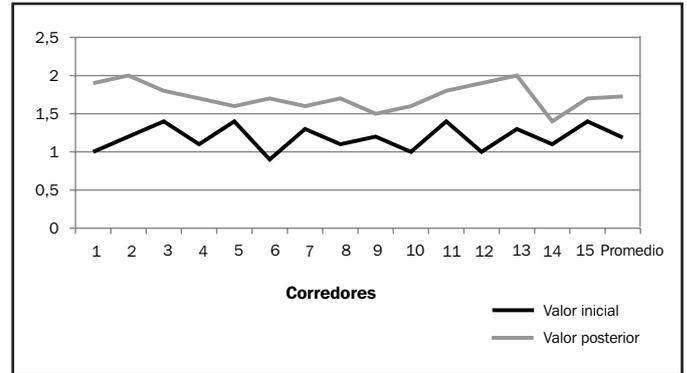


Figura 3. Cifras de creatinina.



**Creatinina**

Se parte de un valor medio de 1,19 mg/dl en las determinaciones previas al test y en las post test alcanzamos un valor medio de 1.73 mg/dl por lo que el incremento es de 0,54 unidades en los valores medios que porcentualmente se llega al 45,37%.

Los valores hallados en las determinaciones previas al test se encuentran dentro del rango de la normalidad (>1,3) lo que supone que el 26,6% supera la media. Mientras que en las determinaciones post test el 100% supera los valores de normalidad.

La ventana de dispersión de los valores previos al test se encuentra en el rango de ± 0,21-0,29 mientras que la dispersión de los valores hallados en las determinaciones post test se encuentran en un rango de ± 0,27-0,33. Por lo que la observación de los datos anteriores nos lleva a ver que el comportamiento de la creatinina es bastante similar al de la urea en el test, la diferencia se encuentra en los incrementos porcentuales y en los rangos de dispersión (Tabla 3, Figura 3).

Tabla 3. Cifras de creatinina en mg/dl.

I.D.	Previo	Post
1	1	1,9
2	1,2	2
3	1,4	1,8
4	1,1	1,7
5	1,4	1,6
6	0,9	1,7
7	1,3	1,6
8	1,1	1,7
9	1,2	1,5
10	1	1,6
11	1,4	1,8
12	1	1,9
13	1,3	2
14	1,1	1,4
15	1,4	1,7
Media	1,19	1,73

ID: Sujetos; Previo: valores iniciales  
Post: valores posteriores; Media: media aritmética

**Colesterol total**

Se parte de un valor medio de 175,40 mg/dl en las determinaciones previas al test y tras este el valor medio de las determinaciones alcanza la cifra de 174,47 mg/dl lo que supone un decremento de 0,93 unidades que porcentualmente corresponde al - 0,53%.

Tanto los valores previos como los post se encuentran dentro de los valores normales para este tipo de población (<200). En los valores previos al test estos se mueven en un rango de ±16,6-25-4 mientras que en los valores obtenidos después del test estos se mueven dentro del rango de ±16,53-14,47 (Tabla 4, Figura 4).

**Triglicéridos**

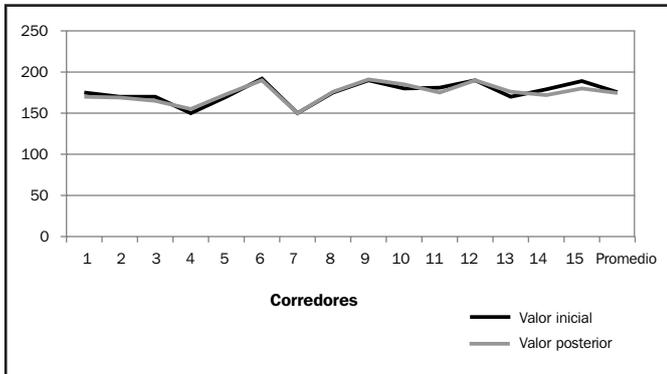
Los datos obtenidos reflejan un comportamiento muy similar al del Colesterol total, es decir, partimos de un valor medio en el previo de 80,33 mg/dl y tras el test se alcanza un valor medio de 82,67 mg/dl por lo

Tabla 4. Cifras de colesterol en mg/dl.

I.D.	Previo	Post
1	175	170
2	170	169
3	170	165
4	150	155
5	170	173
6	192	190
7	150	150
8	175	176
9	190	191
10	180	185
11	181	175
12	190	190
13	170	176
14	179	172
15	189	180
Media	175,40	174,47

ID: Sujetos; Previo: valores iniciales  
Post: valores posteriores; Media: media aritmética

**Figura 4. Cifras de colesterol.**



que se produce un incremento de 2,34 unidades que porcentualmente corresponde a 2,91%.

Si consideramos como valores normales de Triglicéridos en sangre los inferiores a 150 mg/dl observamos que en todas las determinaciones, las previas y las post, los valores obtenidos están por debajo de los 100 mg/dl, es decir en la normalidad, y observamos, así mismo, que el rango de distribución, en las determinaciones previas, se encuentra entre  $\pm 14,67-10,33$  mientras que dicho rango para las determinaciones del post test se encuentra en  $\pm 13,33-7,67$  (Tabla 5, Figura 5).

## Discusión

Una vez obtenidos los resultados de nuestro estudio y procesados informáticamente obtenemos unas tablas y gráficos que nos servirán de base para compararlos con los obtenidos por otros autores.

Al refrendar los valores obtenidos en nuestro trabajo con los obtenidos por otros autores debemos de tener en cuenta la diversidad de los grupos de estudio, ya que los trabajos que hemos encontrado en la literatura hacen referencia a atletas profesionales y aunque la dedicación de nuestro grupo de estudio al deporte es alta, no pueden considerarse como atletas profesionales.

Respecto al comportamiento de la glucemia en los grandes esfuerzos, hay quien postula un aumento tras el esfuerzo, Bluche PF, et al.<sup>7</sup> contra los que postulan disminución con los mismos esfuerzos Minuk HL, et al.<sup>8</sup>. Según nuestros datos, se produce un incremento de los valores medios, este incremento está cifrado en el 3,25%.

Nuestra explicación, a este aumento, la justificamos por dos causas independientes entre sí, pero relacionadas; por un lado hay que tener en cuenta la deshidratación producida en el esfuerzo extenuante; por otro lado hay que tener presente la liberación de catecolaminas y neurotransmisores que provoca el estrés del esfuerzo y esto de por sí ya da una hiperglucemia. Por lo que nos alineamos con Bluche PF, et al.<sup>7</sup> y los que describieron hiperglucemia con el esfuerzo Bluche PF, et al.<sup>7,9,10</sup>.

Otros autores estudian el efecto de la maratón sobre diabéticos y hacen recomendaciones sobre cuándo deben de realizarla y cuando deben de abstenerse así como las recomendaciones para un cuidado de su diabetes durante el desarrollo de la misma Graveling AJ, et al.<sup>11-13</sup>.

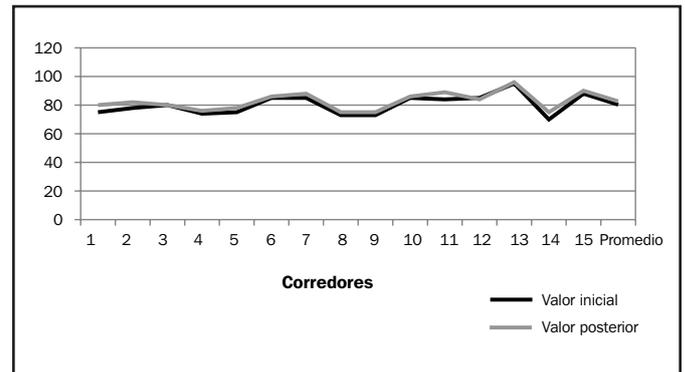
**Tabla 5. Cifras de triglicéridos en mgr/ml.**

I.D.	Previo	Post
1	75	80
2	78	82
3	80	80
4	74	76
5	75	78
6	85	86
7	85	88
8	73	75
9	73	75
10	85	86
11	84	89
12	85	84
13	95	96
14	70	75
15	88	90
Media	80,33	82,67

ID: sujetos; Previo: valores iniciales

Post: valores posteriores; Media: media aritmética

**Figura 5. Cifras de triglicéridos.**



Al observar el comportamiento de la urea en los maratonianos estamos de acuerdo con Zapico, et al.<sup>13-15</sup> que obtuvieron elevaciones importantes las cifras de urea después de ejercicios extenuantes Murillo S, et al.<sup>14-15</sup>. Nuestros datos, elevación de los valores medios 95,5%, no coinciden, en magnitud, con los de ellos pero si en tendencia y esto lo explicamos por no ser grupos homogéneos ni deportes similares. Nuestra explicación a esta elevación del 95,5% de los valores medios no es única, creemos que se debe a una deshidratación, producto del esfuerzo y a que no se repongan correctamente los líquidos durante el tiempo del esfuerzo. Por otro lado, explicamos este incremento por el aumento considerable del metabolismo de los tejidos, fundamentalmente el muscular estriado, que se produce con el ejercicio extremo.

De la observación de los datos referidos a la creatinina vemos que tiene un comportamiento similar, en cuanto a tendencia, al que se produce con la urea en el post esfuerzo. Esto ya lo describen autores como

Zapico AG, *et al.*<sup>13-15</sup>. Lo único que es diferente en el comportamiento de la urea y la creatinina es en la magnitud del incremento que mientras que para la urea es del 95,5% para la creatinina es del 45,3%. A esto le damos valor relativamente, ya que para que tenga significación habría que haber seriado la toma de muestras durante un tiempo posterior ya que lo que reflejamos en nuestro estudio es una "Foto Finish" de una maratón. La explicación al incremento encontrado es la misma que damos para explicar el incremento de la urea.

Los trabajos de Mydlik M, *et al.*<sup>16,17</sup> tratan de comparar las afecciones del aparato excretor de la orina con el comportamiento del mismo en los cuadros de insuficiencia renal.

El comportamiento del colesterol total y los triglicéridos después del esfuerzo, que supone una maratón, en los hallazgos de nuestro estudio es irrelevante. Hemos encontrado un incremento, de los valores medios de 0,53% para el colesterol, prácticamente no sufre variación y de 2,91% para los triglicéridos, que también es despreciable.

Todos nuestros datos los hemos comparados con los de varios autores que han estudiado el mismo problema Warburton DER, *et al.*<sup>18-20</sup> y todos estamos en los mismos postulados.

Comparados los resultados obtenidos en nuestro estudio con los distintos autores que han valorado parámetros similares y publicado en diferentes medios Coggan A, *et al.*<sup>21-23</sup> y con los que hemos referenciado en capítulos anteriores del presente trabajo. Llegamos a concluir, de los resultados de nuestra investigación y concretar los mismos.

Hemos observado el comportamiento, antes y después del esfuerzo máximo a que se sometió el grupo de estudio, de los parámetros bioquímicos estudiados.

Como se mencionó anteriormente, el grupo de estudio es un grupo homogéneo de personas mayores, varones, pero en edad de laboral (edad media 50,4 años y una desviación de  $\pm 7,6-9,6$ ) y que venían desarrollando una importante actividad física durante algún tiempo, por lo que la fase de acondicionamiento está superada.

Por lo tanto, después de la fase de discusión y la comparación con los datos publicado por otros investigadores, creemos que son datos interesantes sobre los cambios en los parámetros bioquímicos analizados después de la ejecución de un esfuerzo máximo, test de estrés.

## Conclusiones

Tras la fase expositiva de los resultados obtenidos en nuestro estudio y ver la concordancia o discordancia con los obtenidos por otros autores, concluimos que:

- La *glucemia* sufre una elevación, después del test de estrés, de 3,25% y deducimos que se debe a un doble mecanismo, la deshidratación que provoca el esfuerzo y han sido mal reemplazados los líquidos y nutrientes perdidos.
- La otra causa, para nosotros, de la elevación de la glucemia está en la importante liberación de catecolaminas que actúan como hiperglucemiantes.
- Para nosotros, tanto la *urea* como la *creatinina*, tienen un perfil de comportamiento similar que es incremento considerable después del test de estrés; este aumento para la urea es de 95,5% y para la creatinina es del 45,3%. Explicamos este incremento por la deshidratación y el aumento desmesurado de metabolismo tisular que

provoca el esfuerzo, sobre todo la gran cantidad de tejido muscular estriado que participa del esfuerzo.

- El comportamiento del *colesterol total* y *triglicéridos*, nosotros hemos observado que mantiene un perfil similar y lo único que destacamos es que son tan pequeñas las variaciones que sufren que podemos concluir que no son significativas.

## Bibliografía

1. Bramble DM, Lieberman DE. Endurance running and the evolution of homo; *Nature* 2004;432(7015):345-52.
2. Zimmer C. Human Evolution. Faster Than a Hyena? Running May Make Humans Special; *Science*. 2004; 306(5700):1283-19.
3. Nuviola-Mateo RJ, Lapieza-Lainez MG. The intake of proteins and essential amino acids in top-competing women athletes. *Nutr Hosp*. 1997;12(2):85-91.
4. Galvis JC. Importancia del laboratorio en la evaluación del deportista. *Laboratorio Actual*. 2000;17(33):9-11.
5. Moreno-Lemos SM. Importancia de las valoraciones bioquímicas como medio de control del entrenamiento del deportista de alto rendimiento. <http://www.compu-medicina.com> 2008 Diciembre; 149 (IX).
6. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, Vicente-Rodriguez G, Bergman P, Hagströmer M, *et al.* Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *Int J Obes*. 2008;32(Suppl 5):S49-57.
7. Bluche PF, Callis A, Pages T, Ibáñez J. Analysis of some blood parameters in the arrival of a Class Triathlon (Carcassonne 1989). *Apunts Medicina de l'Esport*. 1990;23:97-102.
8. Minuk HL, Hanna AK, Marliss EB, Vranic M, Zinman B. Metabolic response to moderate exercise in obese man during prolonged fasting. *Am J Physiol*. 1980;238(4):322-9.
9. Long D, Blake M, Mc Maughton L, Angle B. Hematological and Biochemical changes during a short triathlon competition in novice triathletes. *Eur J Appl Physiol*. 1990;61:93-9.
10. Farber HW, Arbetter J, Schaefer E, Hill S, Dallal G, Grimaldi R. Acute metabolic effects of an endurance triathlon. *Ann Sport Medicine*. 1987;3(2):131-8.
11. Graveling AJ, Frier BM. Risks of marathon running and hypoglycaemia in Type 1 diabetes. *Diabet Med*. 2010;27(5):585-8.
12. Boehncke S, Poettgen K, Maser-Gluth C, Reusch J, Boehncke WH, Badenhop K. Endurance capabilities of triathlon competitors with type 1 diabetes mellitus. *Dtsch Med Wochenschr*. 2009;134(14):677-82.
13. Zapico AG, Calderón FJ, Benito PJ, González CB, Parisi A, Pigozzi F. Evolution of physiological and haematological parameters with training load in elite male road cyclists: a longitudinal study. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007;47(2):91-6.
14. Murillo S, Brugnara L, Novials A. One year follow-up in a group of half-marathon runners with type-1 diabetes treated with insulin analogues. *J Sports Med Phys Fitness*. 2010;50(4):506-10.
15. Clemente, V, Navarro, F, Gonzalez JM. Changes in biochemical parameters after a 20 hour ultra-endurance kayak and cycling event. *J Sport Med J*. 2011;12(1):1-6.
16. Mydlík M, Derzsiová K, Bohus B. Renal function abnormalities after marathon run and 16-kilometre long-distance run. *Przegl Lek*. 2012;69(1):1-4.
17. McCullough PA, Chinnaiyan KM, Gallagher MJ, Colar JM, Geddes, T, Oro JM. Changes in renal markers and acute kidney injury after marathon running. *JE. Nephrology (Carlton)*. 2011;16(2):194-9.
18. Warburton DER, Welsh RC, Haykowsky MJ, Taylor DA, Humen DP. Biochemical changes as a result of prolonged strenuous exercise. *Br J Sports Med*. 2002;36(4):301-3.
19. Vaisberg M, Bachi AL, Latrilha C, Dioguardi GS, Bydlowski SP, Maranhão RC. Lipid Transfer to HDL is Higher in Marathon Runners than in Sedentary Subjects, but is Acutely Inhibited During the Run. *Lipids*. 2012;47(7):679-86.
20. Sánchez-González J, Rivera-Cisneros A, Tovar-Luz J. Association of physiologic responses to metabolic changes in exhaustive physical exercise. *Cir*. 2003;71(3):217-25.
21. Coggan A, Raguso C, Gastaldelli, Sidossis LS, Yeckel CW. Fat metabolism during high-intensity exercise in endurance-trained and untrained men. *Metabolism*. 2000;49(1):122-8.
22. Kratz A, Lewandrowski KB, Siegel AJ, Chun KY, Flood JG, Van Cott EM, *et al.* Effect of Marathon Running on Hematologic and Biochemical Laboratory Parameters, Including Cardiac Markers. *Am J Clin Pathol*. 2002;118(6):856-63.
23. Smith JE, Garbutt G, Lopes P, Pedoe DT. Effects of prolonged strenuous exercise (marathon running) on biochemical and haematological markers used in the investigation of patients in the emergency department. *Br J Sports Med*. 2004;38(3):292-4.