

## **Estudi bioquímic de ciclistes. Modificacions dels valors basals després de l'exercici intens**

### **Estudio bioquímico en ciclistas. Modificaciones de los valores basales tras el ejercicio intenso**

---

M.C. López; A. Ribelles; J.M. Ruiz-Rosety; M.C. Carrasco; S. Cabeza de Vaca; M. Rosety.  
Departamento de Ciencias Morfológicas. Facultad de Medicina. Universidad de Cádiz.

---

---

#### **RESUM**

Vam estudiar, en un grup de ciclistes de categoria masculina de  $17.18 \pm 1.02$  anys d'edat al final de la temporada competitiva, les variacions de glucosa, colesterol total, triglicèrids i creatin-cinasa, després d'un test aeròbic de 25 voltes a un velòdrom de 250 m de corda. Després de l'esforç, els paràmetres estudiats van tenir un augment en tots els casos. A les 24 h, les xifres de colesterol i de triglicèrids foren menors que en condicions basals, i les xifres de glucosa i de creatin-cinasa continuaren essent més altes que les basals.

---

#### **RESUMEN**

Hemos estudiado, en un grupo de ciclistas varones de  $17.18 \pm 1.02$  años de edad al final de la temporada competitiva, las variaciones de glucosa, colesterol total, triglicéridos y creatinina, tras un test aeróbico de 25 vueltas a un velódromo de 250 m de cuerda. Tras el esfuerzo los parámetros estudiados sufren un aumento en todos los casos. A las 24 h, las cifras de colesterol y triglicéridos son menores que en condiciones basales, y las cifras de glucosa y creatinina continúan siendo mayores que las basales.

---

#### **Introducció**

L'exercici físic ocasiona importants modificacions estructurals i funcionals en l'organisme com a conseqüència dels processos d'adaptació homeostàtica que aquest pateix (Barbany, 1989).

Algunes modificacions són evidents, com ara l'augment de la massa muscular dels aixecadors de pes. Però n'hi ha d'altres que no en són tant, com ara els canvis a nivell bioquímic, el coneixement dels quals és, tanmateix, molt important tant per poder avaluar correctament l'estat de salut de l'esportista com per fer el monitoratge de les funcions corporals de l'atleta durant les fases d'entrenament intens (Acton, 1994).

L'objectiu del nostre treball és l'estudi de les modificacions bioquímiques que es produeixen en un grup de ciclistes després de la realització d'un exercici físic intens i a les 24 hores postexercici.

---

#### **Introducción**

El ejercicio físico ocasiona importantes modificaciones estructurales y funcionales en el organismo como consecuencia del proceso de adaptación homeostática que éste sufre (Barbany, 1989).

Algunas modificaciones son evidentes, como el aumento de la masa muscular en los levantadores de peso. Pero hay otras que lo son menos, como son los cambios a nivel bioquímico, cuyo conocimiento, sin embargo, es muy importante tanto para poder evaluar correctamente el estado de salud del deportista como para monitorizar las funciones corporales del atleta durante las fases de entrenamiento intenso (Acton, 1994).

El objetivo de nuestro trabajo es el estudio de las modificaciones bioquímicas que se producen en un grupo de ciclistas tras la realización de un ejercicio físico intenso y a las 24 horas post-ejercicio.

## Material y mètodes

Vam estudiar 16 ciclistes de categoria masculina que es trobaven en període de descans després de l'acabament de la temporada competitiva. Les seves característiques antropomètriques queden reflectides a la Taula 1.

Es va sotmetre cada ciclista a un test aeròbic, per a la realització del qual van recórrer 25 voltes en un temps mitjà de 9'40''84 (màxim 10'00''; mínim 9'07''17).

La prova es dugué a terme en el velòdrom "Moreno Perrián" de Chiclana (Càdis), les característiques del qual són: corda de 250 metres i peralt de 42 graus.

A cada esportista, després d'una inspecció general i del mesurament de la talla, el pes pre i postexercici, la tensió arterial i la freqüència cardíaca, se li van practicar tres extraccions sanguínies i s'obtingueren tres mostres: la primera abans de la prova, la segona immediatament després i la tercera a les 24 hores postexercici. Les mostres de sang (7-10 mL) s'obtingueren mitjançant punció venosa amb els subjectes asseguts. La sang extreta es va mantenir en tubs amb EDTA-K en bany de gel immediatament després de la punció i fins al seu processament.

Es dugueren a terme les determinacions bioquímiques següents: glucosa, colesterol total, triglicèrids i creatin-cinasa.

## Resultats i discussió

A la Taula 2 s'exposen els valors obtinguts dels paràmetres estudiats.

Després de la prova s'observa un augment dels nivells de glucèmia en tots els casos. Això es pot explicar per l'augment considerable de la concentració plasmàtica del glucagó que té lloc durant l'exercici físic, augment que és directament proporcional a la intensitat de l'esforç; i també per l'augment del cortisol plasmàtic i per la disminució de la concentració plasmàtica d'insulina (Barbany, 1986). Bluche, Callis, Pages i Ibañez (1990), després d'una triatló de classe A, obtingueren que el 33,3% dels subjectes controlats immediatament després d'arribar tenien hiperglucèmia i el 78% dels controlats entre 0 i 10 minuts després del final de la cursa eren normoglicèmics.

A les 24 hores postexercici els nivells de glucèmia baixen per sota dels valors basals (excepte en tres casos que estan lleugerament més elevats). Cal assenyalar que en condicions basals tots els ciclistes són normoglicèmics.

Els treballs de Minuk, Hanna, Marliiss, Wants i Jackson (1980) amb obesos diabètics van confirmar que després d'un exercici enèrgic (45' sobre bicicleta ergomètrica), la glucèmia baixa amb una reducció mitjana de 40 a 50 mg/dL, depenent del nivell previ d'hiperglucèmia i del temps d'exercici.

## Material y métodos

Hemos estudiado 16 ciclistas varones, que estaban en período de descanso tras la finalización de la temporada competitiva. Sus características antropométricas quedan reflejadas en la Tabla 1.

	$\mu$	$\pm s$
EDAD	17.18	1.02
PESO	67.23	4.98
TALLA	1.73	0.04
%GRASO	10.64	1.23

Taula 1. Característiques antropomètriques.  
Tabla 1. Características antropométricas.

A cada ciclista se le sometió a un test aeróbico, en el que recorrieron 25 vueltas en un tiempo medio de 9'40''84 (máximo 10'00''; mínimo 9'07''17).

La prueba tuvo lugar en el velódromo "Moreno Perrián" de Chiclana (Cádiz), cuyas características son: cuerda de 250 metros y peralte de 42 grados.

A cada deportista, tras una inspección general y medida de talla, peso pre y post-ejercicio, tensión arterial y frecuencia cardíaca, se les practicaron tres extracciones sanguíneas, obteniéndose tres muestras: la primera antes de la prueba, la segunda inmediatamente después y la tercera a las 24 horas post-ejercicio. Las muestras de sangre (7-10 mL) fueron obtenidas por punción venosa, con los sujetos sentados. La sangre extraída se mantuvo en tubos con EDTA-K en baño de hielo inmediatamente hasta su procesamiento.

Se llevaron a cabo las siguientes determinaciones bioquímicas: glucosa, colesterol total, Triglicéridos, y creatinin kinasa.

## Resultados y discusión

En la Tabla 2 se exponen los valores obtenidos de los parámetros estudiados.

Tras la prueba se observa un aumento de los niveles de glucemia en todos los casos. Esto se puede explicar por el aumento considerable de la concentración plasmática del glucagón que tiene lugar durante el ejercicio físico, aumento que es directamente proporcional a la intensidad del esfuerzo; por el aumento del cortisol plasmático y por la disminución de la concentración plasmática de

	Basal	Post-ejercicio	
		0 h	24 h
Glucemia (mg/dL)	90.69 ± 11.90	131.58 ± 23.9	79.68 ± 7.40
Colesterol (mg/dL)	176.97 ± 35.66	195.84 ± 37.96	169.9 ± 4.04
Triglicèridos (mg/dL)	130.46 ± 46.8	141.03 ± 59.01	119.13 ± 32.05
Creatin kinasa (UI)	83.8 ± 64.34	119.36 ± 85.21	95.81 ± 58.17

**Taula 2.** Valors basals i post-exercici dels paràmetres bioquímics ( $\mu\pm s$ ).

**Tabla 2.** Valores basales y post-ejercicio de los parámetros bioquímicos ( $\mu\pm s$ ).

El colesterol augmenta per damunt dels seus valors basals després de l'exercici físic, i a les 24 hores postexercici disminueix (excepte en dos subjectes). En la literatura revisada no hi ha unanimitat respecte a l'efecte de l'exercici físic sobre el colesterol total (Gómez, 1992).

Els triglicèrids no segueixen un patró homogeni, els seus valors després de la realització de la prova augmenten per damunt dels basals en el 50% dels subjectes i en l'altre 50% disminueixen per sota dels basals.

A les 24 hores postexercici disminueixen en la majoria dels casos per sota dels valors basals (excepte en tres casos). Acton (1994) observà que 18 hores després d'una maratón, els triglicèrids són un 26% inferior respecte al dia anterior a la cursa. Weintraub, Rosen, Otto, Eisenberg i Breslow (1989) indicaren que el principal efecte de l'exercici físic sobre el metabolisme de les lipoproteïnes és la disminució de la concentració plasmàtica de triglicèrids, d'acord amb el paper d'aquests com a font energètica principal del múscul esquelètic i cardíac en els exercicis de tipus aeròbic.

La creatin-kinasa és un enzim de gran variabilitat individual (Galteau, Siest i Poortmans, 1976), del qual es troben valors basals més alts en els subjectes actius (Besson, Rochongar, Beanverger, Dassonville, Ambree i Catheline, 1981; Griffiths, 1986; Misner, Massey i Williams, 1973), la qual cosa coincideix amb els resultats obtinguts en aquest treball en el que s'observen valors basals més alts en el grup de ciclistes; a més, després de realitzar la pro-

insulina (Barbany, 1986). Bluche, Callis, Pages y Ibáñez (1990) tras una triatlón de clase A, obtienen que el 33,3% de los sujetos controlados inmediatamente a la llegada, tenían hiperglucemia y el 78% controlados entre 0 y 10 minutos después del final de la carrera eran normoglucémicos.

A las 24 horas post-ejercicio los niveles de glucemia descienden por debajo de los valores basales (salvo en tres casos que están ligeramente más elevados). Hay que señalar que en condiciones basales todos los ciclistas son normoglucémicos.

Los trabajos de Minuk, Hanna, Marliss, Wantz y Jackson (1980) en obesos diabéticos confirmaron que, tras un ejercicio energético (45' sobre bicicleta ergométrica), la glucemia desciende, con una reducción media de 40 a 50 mg/dL, dependiendo del nivel previo de hiperglucemia y el tiempo de ejercicio.

El colesterol aumenta por encima de sus valores basales tras el ejercicio físico, para disminuir a las 24 horas post-ejercicio (salvo en dos sujetos). No existe unanimidad, en la literatura revisada, respecto al efecto el ejercicio físico sobre el colesterol total (Gómez, 1992).

Los triglicéridos no siguen un patrón homogéneo, sus valores tras la realización de la prueba aumentan por encima de los basales en el 50% de los sujetos y en el otro 50% disminuyen por debajo de los basales.

A las 24 horas post-ejercicio disminuyen en la mayoría de los casos por debajo de los valores basales (salvo en tres casos). Acton (1994) observa que 18 horas después de una maratón, los triglicéridos son un 26% inferior respecto al día anterior a la carrera. Weintraub, Rosen, Otto, Eisenberg y Breslow (1989) indican que el principal efecto del ejercicio físico sobre el metabolismo de las lipoproteínas es la disminución de la concentración plasmática de triglicéridos, de acuerdo con el papel de éstos como fuente energética principal del músculo esquelético y cardíaco en los ejercicios de tipo aeróbico.

La creatinin kinasa es una enzima de gran variabilidad individual (Galteau, Siest y Poortmans, 1976), hallándose valores basales más elevados en los sujetos activos (Besson, Rochongar, Beanverger, Dassonville, Ambree y Catheline, 1981; Griffiths, 1986; Misner, Massey y Williams, 1973), coincidiendo con los resultados obtenidos en este trabajo en el que se observan valores basales más elevados en el grupo de ciclistas; además, después de realizar la prueba, la creatinin kinasa alcanza valores por encima de estos valores basales al igual que observa Acton (1994), éste cree que el nivel de creatinin kinasa es un índice de la cantidad de estrés físico provocado por el ejercicio.

A las 24 horas post-ejercicio la creatinin kinasa desciende en relación a sus cifras basales. Lapieza, Nuviala, Roda, Azcona y Giner (1988) obtienen hallazgos similares a los nuestros.

va, la creatin-cinasa va assolir xifres per damunt d'aquests valors basals a l'igual que observà Acton (1994), el qual creu que el nivell de creatin-cinasa és un índex de la quantitat d'estrès físic provocat per l'exercici.

A les 24 hores postexercici la creatin-cinasa baixa en relació a les seves xifres basals. Lapieza, Nuviala, Roda, Azcona i Giner (1988) obtingueren resultats similars als nostres.

## Conclusions

L'estudi realitzat en porta a concloure que l'exercici intens, en aquest grup de ciclistes, provoca alteracions transitòries del quadre bioquímic. El coneixement d'aquest fet resulta útil per a una comprensió millor de l'adaptació que fa l'organisme davant l'esforç físic.

A més, el fet de sotmetre els esportistes a mostres sanguinis al llarg de la seva temporada i fins i tot carrera professional, ens permetrà d'avaluar el seu estat de salut, en poder establir (coneixent-ne el perfil analític) per a cadascun els criteris de normalitat, a més de conèixer el seu grau d'entrenament físic. Igualment, podem evitar els perjudicis provocats pel sobreentrenament.

## Conclusiones

El estudio realizado nos lleva a concluir que el ejercicio intenso, en este grupo de ciclistas, produce alteraciones transitorias del cuadro bioquímico. El conocimiento de este hecho resulta útil para una mejor comprensión de la adaptación que sufre el organismo ante el esfuerzo físico.

Asimismo, el someter a los deportistas a muestras sanguíneas a lo largo de su temporada e incluso carrera profesional, nos permitirá evaluar su estado de salud, al poder establecer (conociendo su perfil analítico) para cada uno los criterios de normalidad, además de conocer su grado de entrenamiento físico. Igualmente podremos evitar los perjuicios ocasionados por el sobreentrenamiento.

---

## Bibliografia

ACTON, R.T.: Cambios bioquímicos: invisibles pero importantes. *Sport & Medicina*, 1994, 26, 11-13.

BARBANY, J.R.: Adaptaciones fisiológicas inducidas por el ejercicio físico. *Monografías médicas Jano*, 1989, 3 (8), 11-17.

BARBANY, J.R.: *Fisiología del esfuerzo*. Barcelona: Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, 1986.

BESSON, C.; ROCHCONGAR, P.; BEANVERGER, Y.; DASSONVILLE, J.; ANBREE, M.; CATHELINE, M.: Etude des variations des taux seriques des enzymes musculaires et de la myoglobine après épreuve d'effort maximale et au cours des 24 heures suivantes. *European Journal Applied Physiology*, 1981, 47, 47-56.

BLUCHE, P.F.; CALLIS, A.; PAGES, T.; IBÁÑEZ, J.: Análisis de algunos parámetros sanguíneos en la llegada de una triatlón de clase A (1989). *Apuntes de Medicina*, 1990, 104 (XXVII), 97-102.

GALTEAU, M.M.; SIEST, G.; POORTMANS, J.: Continuous in vivo measurement of creatine kinase variations in man during an exercise. *Clinic Chimie Acta*, 1976, 66, 89-95.

GÓMEZ, J.A.: Efecto del ejercicio intenso y continuado en maratonianos sobre la composición de las lipoproteínas y la actividad transferidora de lípidos. *Apuntes de Medicina*, 1992, 111 (XIX), 9-22.

GRIFFITHS, P.D.: Serum levels of ATP: Creatine phosphotransferase (creatine kinase). The normal range and effect of muscular activity. *Clinic Chimie Acta*, 1986, 13, 413-420.

LAPIEZA, M.G.; NUVIALA, R.J.; RODA, L.; AZCONA, M.A.; GINER, A.: Perfil enzimático en ciclistas y sus modificaciones con el ejercicio máximo. *Apuntes de Medicina*, 1988, 98 (XXV), 191-199.

MINUK, H.L.; HANNA, A.K.; MARLISS, J.A.; WANTZ, G.E.; JACKSON, R.L.: Changes in basement membrane thickening and pulse volume concomitant with improved glucose control and exercise in patients with insulindependent diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1980, 3, 586-589.

MISNER, J.E.; MASSEY, B.H.; WILLIAMS, B.T.: The effect of physical training on the response of serum enzymes to exercise stress. *Medicine and Sciences Sports*, 1973, 5 (2), 86-88.

WEINTRAUB, M.S.; ROSEN, Y.; OTTO, R.; EISENBERG, S.; BRESLOW, J.L.: Physical exercise conditioning in the absence of weight loss reduces fasting and postprandial triglyceride rich lipoprotein levels. *Circulation*, 1989, 79, 107-114.