

# Cambios en algunas variables hematológicas, en un grupo de mujeres mayores de 55 años, luego de un programa de entrenamiento aeróbico

JAIME ALBERTO PÉREZ G., ALCIRA MONROY DE PEÑA, DIANA PATRICIA DÍAZ H.,  
RUBIELA FLÓREZ MANRIQUE

## RESUMEN

**E**STA INVESTIGACIÓN FUE REALIZADA con el auspicio del Comité para el desarrollo de la investigación de la Universidad de Antioquia (CODI) e Indeportes Antioquia.

**Objetivo:** determinar los cambios en algunas variables hematológicas luego de un programa de actividad física aeróbica, por un período de cuatro meses, en un grupo de mujeres sedentarias sanas mayores de 55 años.

**Método:** se estudiaron 14 mujeres mayores de 55 años, sedentarias, sanas, a quienes se les realizó un programa de actividad física aeróbica tres días a la semana, durante cuatro meses consecutivos, con una intensidad entre el 60 y el 85% de la FCmax y una duración de 60 minutos. Antes y después del programa de actividad física se obtuvieron muestras de sangre para evaluar el comportamiento de la

.....  
DOCTOR JAIME ALBERTO PÉREZ G, MD, Especialista en medicina deportiva; DOCTORA ALCIRA MONROY DE PEÑA. MSC en Fisiología; DOCTORA DIANA PATRICIA DÍAZ H. MD, MSC en Fisiología del Ejercicio; LICENCIADA RUBIELA FLÓREZ MANRIQUE, Bacterióloga especialista en hematología. Profesores del Departamento de Fisiología y Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia. Envío de correspondencia a Diana Patricia Díaz Hernández Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia AA. 1226. Medellín. Teléfonos: (094)5106030, (094)5106037; fax: 2620253. E-mail: diadah@medicina.udea.edu.co  
Fecha de recepción: 14 de octubre del 2003  
Fecha de aceptación: 18 de noviembre del 2003

hemoglobina (Hb), el hematocrito (Hct), el recuento de glóbulos rojos, el volumen corpuscular medio (VCM), la hemoglobina corpuscular media (HCM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM); mediante una prueba máxima, se realizó la medición del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2\text{max}$ ).

**Resultados:** se observó un incremento estadísticamente significativo de la Hb ( $p < 0.01$ ), el Hct ( $p < 0.01$ ), el VCM ( $p < 0.001$ ), la HCM ( $p < 0.001$ ) y el  $VO_2\text{max}$  ( $p < 0.05$ ). No hubo cambio en el recuento de glóbulos rojos ni en la CHCM.

**Conclusión:** un programa de actividad física regular, a intensidades entre el 60 y el 85% de la frecuencia cardíaca máxima, en la población estudiada, incrementó los valores de la hemoglobina y del hematocrito, lo que sugiere que el entrenamiento aeróbico mejora el aporte de oxígeno hacia los tejidos.

## PALABRAS CLAVE

HEMOGLOBINA

HEMATOCRITO

CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO

ENTRENAMIENTO AERÓBICO

## INTRODUCCIÓN

**EN LAS PERSONAS DE LA TERCERA EDAD**, al igual que en cualquier época de la vida, la capacidad de trabajo depende, entre otros factores, de la captación, el transporte y el aporte adecuados de oxígeno hacia los tejidos (especialmente al músculo esquelético), que lo utilizan para la producción de la energía necesaria durante la actividad metabólica celular.

El 99% del oxígeno que se transporta desde los pulmones, donde es captado del medio ambiente, hacia los tejidos para la obtención de energía por la mitocondria, requiere la hemoglobina (Hb), proteína localizada en el eritrocito y que ocupa una tercera parte de su volumen (1).

Para evaluar la función del sistema eritrocitario se utilizan, además de la medición de la concentración de Hb, otros parámetros como el hematocrito (Hct) volumen ocupado por los eritrocitos en un volumen total de sangre, el recuento de los eritrocitos y los índices eritrocitarios: la hemoglobina corpuscular media (HCM), el volumen corpuscular medio (VCM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM).

Se ha encontrado una correlación positiva del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2\text{max}$ ) con la Hb, el hematocrito (Hct) y el recuento de eritrocitos (2). Además, se ha observado que cuando se presenta una disminución de la Hb, de tan sólo 1 a 2 g/dl, el  $VO_2\text{max}$  y la capacidad física de trabajo también disminuyen (3,4). Es de esperar entonces, un incremento de los valores hematológicos como la Hb, el Hct y el recuento de eritrocitos luego de un entrenamiento de tipo aeróbico, en el que se busca mejorar el aporte de oxígeno a los tejidos y la capacidad física de trabajo.

Sin embargo, los resultados sobre el efecto del entrenamiento en estos parámetros son contradictorios. Algunos investigadores han encontrado incremento en las variables hematológicas con el entrenamiento aeróbico (5,6); otros, por el contrario, han encontrado una disminución en la Hb, el Hct y el recuento de eritrocitos luego de un programa de entrenamiento en atletas de resistencia (7, 8), lo que se conoce como anemia fisiológica del deportista y cuyas causas, desventajas o beneficios son aún motivo de múltiples estudios (3, 9,10); un tercer grupo no encontró diferencia en los valores hematológicos antes y después de un programa de entrenamiento (11).

La mayoría de las investigaciones sobre el tema se han realizado en atletas jóvenes; el objetivo del entrenamiento en ellos es alcanzar el mayor rendimiento deportivo; pero son pocos los estudios que se conocen sobre las adaptaciones hematológicas luego de un programa de ejercicio aeróbico en personas mayores de 50 años, cuyo objetivo es mejorar la capacidad física de trabajo de tal modo que les permita realizar las actividades diarias con mayor eficiencia y mantener un buen estado de salud.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento de las variables hematológicas luego de un programa de entrenamiento aeróbico, en un grupo de mujeres sedentarias y sanas mayores de 55 años.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**SE ESTUDIARON 14 MUJERES VOLUNTARIAS** del municipio de Caldas, Antioquia, entre los 55 y los 70 años de edad; clínicamente estaban sanas, según el examen médico general. Las mujeres debían ser sedentarias, es decir que su actividad física periódica no tuviera una intensidad superior al 60% del  $VO_2$  máx relativo para la edad ni una frecuencia mayor de dos veces por semana. Este grado de intensidad se determinó mediante una encuesta dirigida sobre el gasto energético promedio diario (ml de  $O_2$ /min), según las tablas de gasto energético (12,13).

A las mujeres seleccionadas se les explicó previamente y ante testigos las características de la investigación, sus beneficios y riesgos. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética del Centro de Investigaciones Médicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia.

A cada participante se le realizó una evaluación funcional por ergoespirometría mediante la prueba

máxima en cicloergómetro (Ergo Test, Jaeger<sup>®</sup>) y análisis de gases ventilados con un espirómetro (Oxycon Delta, Jaeger<sup>®</sup>), con incrementos de cargas de 10 vatios cada tres minutos hasta llegar al agotamiento, aplicando el protocolo de Hollman (14); con monitorización continua del trazado electrocardiográfico durante la prueba y la recuperación para descartar enfermedad coronaria. Durante el periodo de estudio no hubo modificaciones en la dieta de las mujeres participantes.

Con los resultados obtenidos, se procedió a prescribir la actividad física de acuerdo con las características individuales y las limitaciones determinadas por la edad, según las recomendaciones ofrecidas por el Colegio Americano de Medicina Deportiva (13,15).

El programa de actividad física se realizó tres veces por semana, durante cuatro meses consecutivos.

Cada sesión tenía una duración de 60 minutos iniciados con un calentamiento de 10 minutos mediante ejercicios que involucraran grandes grupos musculares y todas las articulaciones, seguido por 10 minutos de fortalecimiento muscular con banda elástica de diferentes grados de tensión, que se incrementaban gradualmente durante el programa de acondicionamiento físico. Luego; 30 minutos de trabajo aeróbico mediante caminata rápida con el fin de mantener la intensidad entre el 60 y el 85% de la FC<sub>max</sub>; las sesiones eran de 15 minutos al inicio y se incrementaban 5 minutos cada semana, hasta lograr un trabajo continuo de 30 minutos. La sesión finalizaba con 10 minutos de recuperación con intensidad de ejercicio por debajo del 40% de la FC<sub>max</sub>. Para monitorear los niveles de intensidad antes descritos, cada mujer portaba un pulsómetro marca POLAR para el registro de su frecuencia cardíaca.

Se tomaron las siguientes variables antes y después del programa de actividad física: el peso mediante una báscula con 0.1 g de sensibilidad (Detecto<sup>®</sup>);

la estatura mediante un tallímetro de madera con 0.1 cm de sensibilidad; las muestras de sangre para la evaluación de la Hb, el Hct, el recuento de glóbulos rojos, y los índices eritrocitarios, con un contador electrónico (Coulter<sup>®</sup>).

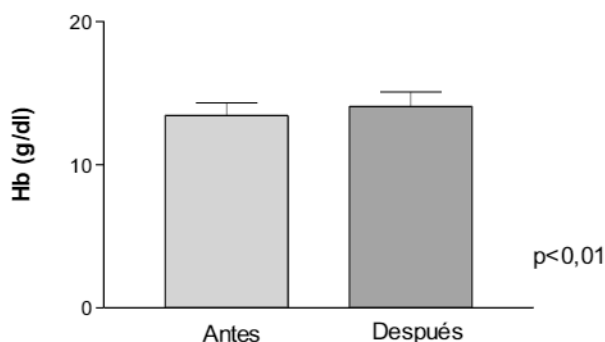
### Análisis estadístico

Para la comparación de las diferentes variables se utilizó el método del T-test pareado. Se fijó la significancia estadística en un valor de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

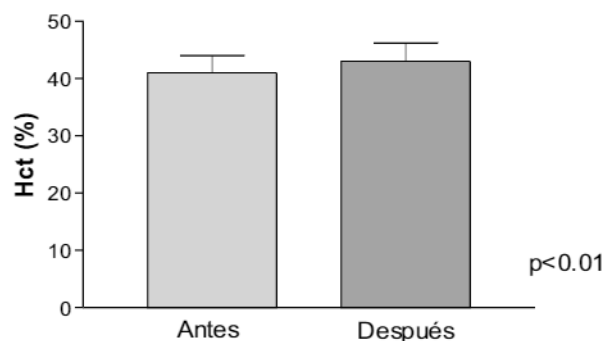
EN LA FIGURA Nº 1 se observa el comportamiento de la Hb antes y después del programa de actividad física. Se halló un incremento estadísticamente significativo ( $p < 0,01$ ).

**Figura Nº 1**  
COMPORTAMIENTO DE LA HEMOGLOBINA (HB)  
ANTES Y DESPUÉS DEL PROGRAMA  
DE ACTIVIDAD FÍSICA



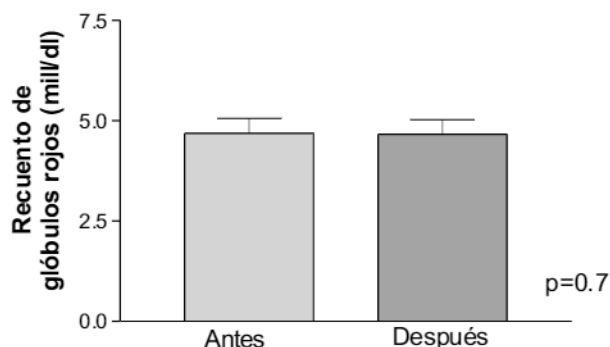
En la **Figura Nº 2** se observa el comportamiento del hematocrito antes y después del programa de actividad física. Hubo un incremento estadísticamente significativo ( $p < 0,01$ ).

**Figura Nº 2**  
COMPORTAMIENTO DEL HEMATOCRITO (HCT) ANTES  
Y DESPUÉS DEL PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA



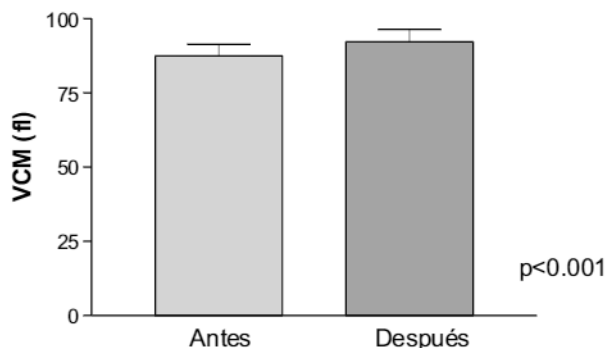
En la **Figura Nº 3** se observan los recuentos de glóbulos rojos antes y después del programa de actividad física. No hay entre ellos diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,7$ ).

**Figura Nº 3**  
COMPORTAMIENTO DEL RECuento DE GLÓBULOS  
ROJOS ANTES Y DESPUÉS DEL PROGRAMA  
DE ACTIVIDAD FÍSICA



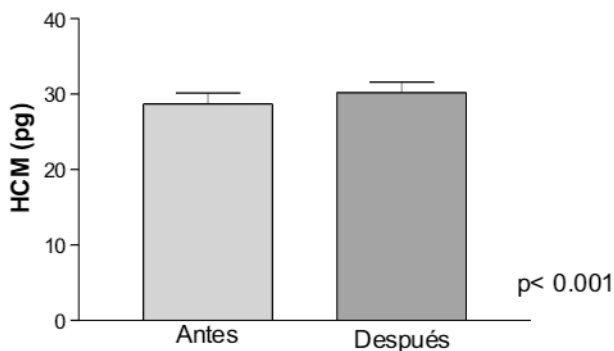
En la **Figura Nº 4** se observa el comportamiento del VCM antes y después del programa de actividad física. Se detectó un incremento estadísticamente significativo ( $p < 0,001$ ).

**Figura N° 4**  
**COMPORTAMIENTO DEL VOLUMEN CORPUSCULAR MEDIO (VCM) ANTES Y DESPUÉS DEL PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA**



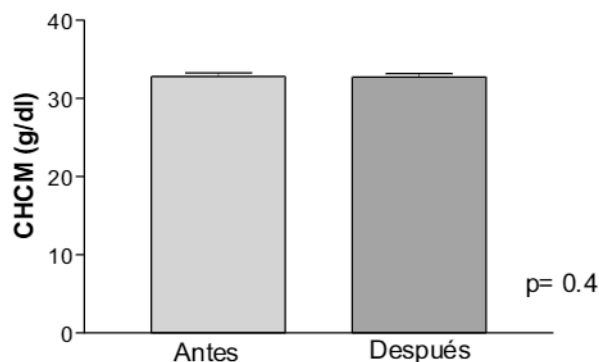
En la **Figura N° 5** se observa el comportamiento de la HCM antes y después del programa de actividad física. Se produjo un incremento estadísticamente significativo ( $p < 0.001$ ).

**Figura N° 5**  
**COMPORTAMIENTO DE LA HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA (HCM) ANTES Y DESPUÉS DEL PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA**



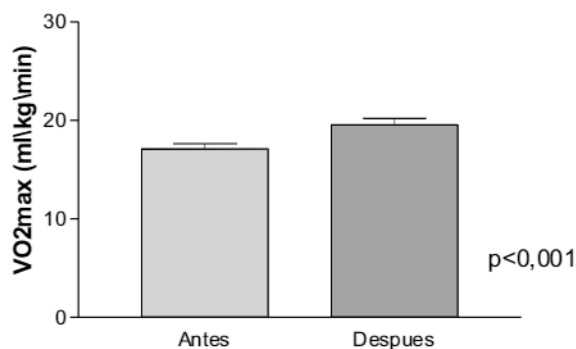
En la **Figura N° 6** se observa el comportamiento de la CHCM antes y después del programa de actividad física. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

**Figura N° 6**  
**COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE LA HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MEDIA (CHCM) ANTES Y DESPUÉS DEL PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA**



En la **Figura N° 7** se observa el comportamiento del  $VO_2$ max antes y después del programa de actividad física. Se detectó una diferencia, estadísticamente significativa, entre ellos ( $p < 0,001$ ).

**Figura N° 7**  
**COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO RELATIVO ( $VO_2$ MAX) ANTES Y DESPUÉS DEL PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA**



## DISCUSIÓN

EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN se observó un incremento estadísticamente significativo ( $p < 0,01$ ) de la Hb y el Hct, probablemente como respuesta al incremento de las necesidades de oxígeno, secundario al ejercicio aeróbico realizado, pues el ATP necesario para mantener el trabajo muscular se obtiene, principalmente, a partir del metabolismo aeróbico y de los aportes del sistema hematopoyético los cuales deben ser eficientes para cumplir dicho propósito. En este grupo de mujeres no hubo modificaciones en la dieta que pudieran explicar la respuesta de estas variables como secundaria a la alimentación más balanceada o a suplementos vitamínicos y no al programa de ejercicio.

La mayoría de los trabajos que se encuentran en la literatura sobre los cambios en las variables hematológicas con el ejercicio se han realizado en personas jóvenes y, específicamente, en atletas que realizan actividades de larga duración en quienes se encuentra una disminución en la hemoglobina y el hematocrito como resultado, entre otras causas, de hemodilución; sin embargo, cuando se comparan los valores hematológicos de personas sedentarias con los de atletas se encuentran valores de Hb, recuento de eritrocitos y volumen plasmático menores en los sedentarios (6).

Además del incremento de la Hb y el Hct se observó aumento del VCM y la HCM, dentro de los rangos normales; es posible que este aumento se deba a que en la población de eritrocitos, luego del programa de entrenamiento, haya un porcentaje mayor de glóbulos nuevos que salen a la circulación en respuesta al incremento en las demandas de oxígeno por los tejidos. Se sabe que el ejercicio aumenta indirectamente la eritropoyesis y el cambio de los eritrocitos (16,17); si bien, al parecer, no hay incremento en la producción de eritropoyetina con el ejercicio en las personas no entrenadas ni en las

bien entrenadas (18-20), que explique el incremento en la eritropoyesis, algunos autores han demostrado en ratas un aumento en la expresión de los receptores de transferrina en la membrana de los eritroblastos y una incorporación mayor de hierro a estas células, luego de tres meses de entrenamiento.

En la sociedad colombiana actual está aumentando la proporción de población adulta mayor; esta investigación refuerza aún más la importancia de que se prescriba adecuadamente el ejercicio a las personas de este grupo poblacional para que mejoren su capacidad aeróbica y obtengan una mejor calidad de vida. Se sugiere realizar más investigaciones en este campo.

## SUMMARY

### CHANGES IN SOME HEMATOLOGIC VARIABLES IN A GROUP OF WOMEN OLDER THAN 55 YEARS, AFTER A PROGRAM OF AEROBIC TRAINING

**Objective:** to evaluate changes in some hematologic variables after a four-month program of aerobic physical activity, in a group of healthy women, older than 55 years.

**Methods:** 14 healthy sedentary women, older than 55 years were studied; they participated in a program of aerobic physical activity, three times per week, during four months, with an intensity between 60-85% of the maximal heart rate and with 60 minutes of duration per session. Before and after the program blood specimens were obtained to evaluate changes of hemoglobin, hematocrite, red blood cells count, average corpuscular volume, average corpuscular hemoglobin, and average concentration of corpuscular hemoglobin; by means of a maximal test in treadmill the maximal oxygen uptake ( $VO_2\text{max}$ ) was determined.

**Results:** significant increase was found in hemoglobin ( $p < 0.01$ ), hematocrite ( $p < 0.001$ ), average corpuscular volume ( $p < 0.001$ ), average corpuscular hemoglobin ( $p < 0.01$ ) and  $VO_2$ max ( $p < 0.05$ ). There were no changes in red blood cell count and average concentration of corpuscular hemoglobin.

**Conclusion:** in the studied group, a program of regular physical activity, with an intensity between 60-85% of the maximal heart rate, increased hemoglobin and hematocrite. This results suggest that aerobic training increases the transport of oxygen to tissues.

## KEY WORDS

HEMOGLOBIN

HEMATOCRITE

MAXIMAL OXIGEN UPTAKE

AEROBIC TRAINING

## BIBLIOGRAFÍA

1. GANONG WF. Fisiología médica. 17a ed. México: Manual Moderno; 2000: 739-744.
2. SZYGULA Z. Erythrocytic system under the influence of physical exercise and training. *Sports Med* 1990;10:181-197.
3. VILLA J, DE PAZ J, GONZÁLEZ J. Respuestas y adaptaciones hematológicas al ejercicio físico. En: González Gallego J, ed. Fisiología de la actividad física y del deporte. 2a ed. Madrid: Interamericana McGraw-Hill; 1992:129-160.
4. WOODSON RD. Hemoglobin concentration and exercise capacity. *Am Rev Respir Dis* 1984; 129: S72-75.
5. HOLMGREN A, MOSSFELDT F, SJÖSTRAND T, STROM G. Effect of training on work capacity, total hemoglobin, blood volume, heart volume and pulse rate in recumbent and upright positions. *Acta Physiol Scand* 1960; 50: 72-83.
6. HEINICKE K, WOLFARTH B, WINCHENBACH P, et al. Blood volume and hemoglobin mass in elite athletes of different disciplines. *Int J Sports Med* 2001; 22: 504-512.
7. SCHUMACHER YO, GRATHWOHL D, BARTUREN JM, et al. Hemoglobin, hematocrit and red blood cell indexes in elite cyclists. Are the control values for blood testing valid? *Int J Sports Med* 2000; 21: 380-385.
8. MAGAZANIK A, WEINSTEIN Y, DLIN RA, DERIN M, SCHWARTZMAN S, ALLALOUF D, et al. Iron deficiency caused by 7 weeks of intensive physical exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1988; 57: 198-202.
9. SELBY G, EICHNER R. Hematocrit and performance: the effects of endurance training on blood volume. *Sports Hematol* 1994; 31:122-125.
10. WEIGHT LM, KLEIN M, NOAKES TD, JACOBS P. Sport anemia a real or apparent phenomenon in endurance-trained athletes? *Int J Sports Med* 1992; 13: 344-347.
11. AKGUN N, TARTAROGLU N, DURUSOY F, KOCATURK E. The relationship between the changes in physical fitness and in total blood volume in subjects having regular and measured training. *J Sports Med Phys Fitness* 1974;14: 73-77.
12. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Necesidades de energía y de proteínas. Serie de informes técnicos. España, 1985; 219p.
13. ELIA E. The exercise and the elderly. *Clin Sports Med* 1991; 10: 141-156.
14. HECK H, HOLLMAN W. Principios de la espiroergometría. En: Rittel HF, ed. Sistema cardiorrespiratorio y deporte. II Seminario Internacional de Medicina del Deporte, Medellín, Copiservicio, 1980: 127-151.
15. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE ACSM'S RESOURCE. Manual of Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 3a ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.

16. SCHMIDT W, MAASSEN N, TROST F, BONING D. Training induced effects on blood volume, erythrocyte turnover and haemoglobin oxygen binding properties. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1988; 57: 490-498.
17. WEIGHT LM, BYRNE MJ, JACOBS P. Haemolytic effects of exercise. *Clin Sci* 1991; 81: 147-152.
18. SCHMIDT W, ECKARDT KU, HILGENDORF A, ATRAUCH S, BAUER C. Effects of maximal and submaximal exercise under normoxic and hypoxic conditions on serum erythropoietin level. *Int J Sports Med* 1991; 12: 457-461.
19. BODARY PF, PATE RR, WU QF, MCMILLAN GS. Effects of acute exercise on plasma erythropoietin levels in trained runners. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 543-546.
20. REMACHA AF, ORDONEZ J, BARCELO MJ, GARCIA-DIE F, ARZA B. Evaluation of erythropoietin in endurance runners. *Clin J Sport Med* 1994; 79: 350-352.





