

Alteracions eritroides en els corredors de llargues distàncies*

Alteraciones eritroides en los corredores de largas distancias*

Remacha A.F.

Servei d'Hematologia, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
Barcelona

Introducció

L'activitat física pot induir canvis importants en la concentració de diversos paràmetres, afectant de maneres diferents els valors obtinguts en el laboratori.¹

Han estat descrites nombroses anomalies dels paràmetres hematològics en els corredors de llargues distàncies, tant en repòs com després d'una cursa de durada variable.²

Entre aquestes alteracions destaca l'anomenada anèmia dels esportistes. Aquesta es considera com un efecte secundari de l'esport i s'observa en aquells casos en què la durada de l'exercici es prolonga. Hi han estat implicades diverses causes, com la deficiència de ferro, l'hemòlisi intravascular i una resposta fisiològica dels sistemes reguladors de l'hematopoiesi.³

L'eritropoiesi, d'altra banda, és prou sabut que és regulada per la presència d'hipòxia, la qual condiciona la secreció d'una hormona, l'eritropoietina (Epo), la qual a la vegada estimula la producció eritroide medul·lar actuant sobre els precursors medul·lars d'aquesta línia hemopoètica.⁴

Objectius

La pretensió d'aquest treball és:

1. Conèixer la prevalença d'alteracions eritroides en els corredors de llargues distàncies durant la fase d'entrenament dels esportistes.

Introducción

La actividad física puede inducir importantes cambios en la concentración de varios parámetros, afectando los valores obtenidos en el laboratorio de diferentes formas.¹

Se han descrito numerosas anomalías de los parámetros hematológicos en los corredores de largas distancias tanto en reposo, como después de una carrera de duración variable.²

Entre estas alteraciones destaca la denominada anemia de los deportistas. Ésta se considera como un efecto secundario del deporte y se observa en aquellos casos en los que la duración del ejercicio es prolongada. Se han implicado varias causas, como la deficiencia de hierro, la hemólisis intravascular y una respuesta fisiológica de los sistemas reguladores de la hematopoyesis.³

La eritropoyesis, por otra parte, es bien conocido que está regulada por la presencia de hipoxia que condiciona la secreción de una hormona, la Eritropoyetina (Epo), la cual a su vez estimula la producción eritroide medular actuando sobre los precursores medulares de esta línea hemopoyética.⁴

Objetivos

Se ha pretendido en este trabajo:

1. Conocer la prevalencia de alteraciones eritroides en los corredores de largas distancias, durante la fase de entrenamiento de los deportistas.

* Treball becat per la Direcció General d'Esports.

* Trabajo becado por la Dirección General d'Esports.

2. Valorar les alteracions hematològiques que origina un exercici intens i prolongat, com el que té lloc en una competició atlètica.
3. Valorar el paper patofisiològic de l'Epo en aquestes alteracions.

Disseny del treball

Aquest estudi ha estat desenvolupat en dues fases.

En una primera fase s'han valorat les alteracions eritroides en corredors de llargues distàncies, durant la fase d'entrenament.

En una segona etapa s'han valorat els canvis hematològics induïts per una cursa de llarga distància.

Material i mètodes

1. Població estudiada

a) *Fase d'entrenament.* S'han valorat 39 corredors de llargues distàncies en fase d'entrenament, les característiques dels quals apareixen reflectides a la Taula 1.

TABLA 1. POBLACION ESTUDIADA.

SEXO.	27 HOMBRES Y 12 MUJERES.
EDAD.	32 +/- 7 AÑOS. 18 - 47 AÑOS.
DISTANCIA DE ENTRENAMIENTO.	100 +/- 30 Km/semana. 60 - 190 Km/semana.
ANTECEDENTES.-	1 LACTOVEGETARIANA Y AMENORREA. 1 AMENORREA. 1 MENOPAUSIA. 1 HISTERECTOMIA.

b) *Alteracions hematològiques durant l'exercici prolongat.* S'han estudiat 19 corredors de llargues distàncies (15 mascles i 2 femelles, edats entre 22 i 62 anys, entre els antecedents dels quals destaquen que un era lactovegetarià, dos tenien dèficit de Fe i un antecedent de litiasi renal). Aquest estudi fou realitzat durant la "III Cursa Sat Pau" el febrer de 1991; va consistir en extraccions sanguínies abans de la cursa, a les dues hores (en 10 casos), 4 hores (en 10 casos) i al final (6 hores) de la cursa i 3 o 4 dies postcursa (en 13 casos). També foren recollides mostres d'orina abans de la cursa, després i en el control postcursa. Tots els corredors van acabar la cursa, excepte un que la va abandonar després de tres hores i que fou in-

2. Valorar las alteraciones hematológicas que origina un ejercicio intenso y prolongado, como el que sucede durante una competición atlética.
3. Valorar el papel patofisiológico de la Epo en estas alteraciones.

Diseño de trabajo

Este estudio se ha desarrollado en dos fases.

En una primera fase se han valorado las alteraciones eritroides en corredores de largas distancias, durante la fase de entrenamiento.

En una segunda etapa, se han valorado los cambios hematológicos inducidos por una carrera de larga distancia.

Material y métodos

1. Población estudiada

a) *Fase de entrenamiento.* Se han valorado 39 corredores de largas distancias en fase de entrenamiento, cuyas características aparecen reflejadas en la Tabla 1.

b) *Alteraciones hematológicas durante el ejercicio prolongado.* Se han estudiado 19 corredores de largas distancias (15 varones y dos hembras, edad entre 22 y 62 años, entre cuyos antecedentes destacaban que 1 era lactovegetariano, 2 tenían déficit de Fe y uno antecedentes de litiasis renal). Este estudio se realizó durante la "III Cursa Sant Pau" en Febrero de 1991, consistió en extracciones sanguíneas antes de la carrera, a las 2 horas (en 10 casos), 4 horas (en 10 casos) y al final (6 horas) de la carrera y 3 ó 4 días postcarrera (en 13 casos). También recogieron muestras de orina antes de la carrera, después y en el control postcarrera. Todos los corredores terminaron la carrera, excepto uno que la abandonó tras 5 horas de carrera y que fue incluido para su valoración como si hubiese terminado la prueba.

2. Metodología

Durante la fase de entrenamiento, a cada uno de los 39 casos se les realizó un estudio de anemia.

Durante la carrera se realizó al inicio al final, y postcarrera un estudio de anemia similar al anterior. A las 2 y 4 horas se efectuó un hemograma con fórmula leucocitaria, morfología eritrocitaria, conteo de reticulocitos y determinación de haptoglobina en suero. En orina se determinó la presencia de hemosiderina, hemoglobina, hematíes en el sedimento, hierro, ferritina y Epo.

a) *Técnicas de laboratorio.*

En el estudio de anemia se incluían:

- Hemograma completo con fórmula leucocitaria.
- Velocidad de sedimentación globular.
- Morfología eritrocitaria.
- Contaje de reticulocitos.
- Sideremia.

ciòs, per a la seva valoració, com si hagués acabat la prova.

2. Metodologia

Durant la fase d'entrenament, a cada un dels 39 casos els fou realitzat un estudi d'anèmia.

Durant la cursa es realitzà, a l'inici, al final i post-cursa, un estudi d'anèmia semblant a l'anterior. A les 2 i 4 hores s'efectuà un hemograma amb fórmula leucocitària, morfologia eritrocitària, compte de reticulòcits i determinació d'haptoglobina en sèrum. En orina es determinà la presència d'hemosiderina, hemoglobina, hematia en el sediment, ferro, ferritina i Epo.

a) Tècniques de laboratori

En l'estudi d'anèmia s'inclouien:

- Hemograma complet amb fórmula leucocitària.
- Velocitat de sedimentació globular.
- Morfologia eritrocitària.
- Compte de reticulòcits.
- Siderèmia.
- Capacitat total de transport de Fe (Transferrina).
- Índex de saturació.
- Ferritina sèrica.
- Haptoglobina sèrica.
- Metahemalbúmina.
- Hb lliure en sèrum.
- Bilirubina total i directa.
- Hemoglobina F.
- Electroforesi de Hb.
- Vitamina B-12 sèrica.
- Folat eritrocitari.
- Eritropoietina sèrica.

Les tècniques bàsiques foren realitzades seguint la metodologia estàndard de laboratori.

La ferritina sèrica mitjançant una enzimoinmunoanàlisi, les determinacions de vitamina B-12 mitjançant radioanàlisi i l'Epo mitjançant una radioinmunoanàlisi (Epotrac, Incstar, Stilwater, EUA).

b) *Criteris diagnòstics*. Es considerà que existia una anèmia quan la Hb era inferior a 121 g/l en dones o a 136 g/l en homes.

Es considerà que hi havia una anèmia ferropènica (AFP) quan hi havia anèmia i una ferritina sèrica inferior a 13 microg/l en dones o a 34 microg/l en homes. Es diagnosticà un estat ferrodeficitari quan no hi havia anèmia i la concentració de ferritina sèrica complia els criteris anteriors (SFD).

Es considerà l'existència d'un dèficit de vitamina B-12 quan la concentració de vitamina B-12 sèrica era inferior a 150 pmol/l (valors de referència entre 150 i 1.100 pmol/l). Un dèficit d'àcid fòlic quan la folatèmia eritrocitària era inferior a 300 nmol/l (valors de referència entre 300 a 870 nmol/l).

3. Metodologia estadística

Els resultats foren expressats com a mitjana, desviació estàndard i valors màxim i mínim trobats.

- Capacidad total de transporte de Fe (Transferrina).
- Índice de saturación.
- Ferritina sérica.
- Haptoglobina sérica.
- Metahemalbúmina.
- Hb libre en suero.
- Bilirrubina total y directa.
- Hemoglobina F.
- Electroforesis de Hb.
- Vitamina B-12 sérica.
- Folato eritrocitario.
- Eritropoyetina sérica.

Las técnicas básicas se realizaron siguiendo la metodología estándar de laboratorio.

La ferritina sérica mediante un enzimoinmunoanálisis, las determinaciones de vitamina B-12 mediante radioanálisis i la Epo mediante un radioinmunoanálisis (Epotrac, Incstar, Stilwater, USA).

b) *Criterios diagnósticos*. Se consideró que existía una anemia cuando la Hb era inferior a 121 g/l en hembras o a 136 g/l en varones.

Se consideró que existía una anemia ferropénica (AFP) cuando existía anemia y una ferritina sérica inferior a 13 microg/l en hembras o a 34 microg/l en varones. Se diagnosticó un estado ferrodeficitario cuando no existía anemia y la concentración de ferritina sérica cumplían los criterios anteriores (SFD).

Se consideró la existencia de un dèficit de vitamina B-12 cuando la concentración de vitamina B-12 sérica era inferior a 150 pmol/l (valores de referencia entre 150 y 1.100 pmol/l). Un dèficit de ácido fòlico, cuando la folatemia eritrocitaria era inferior a 300 nmol/l (valores de referencia entre 300 a 870 nmol/l).

3. Metodologia estadística

Los resultados se expresaron como media, desviación estándar y valores máximo y mínimo encontrados.

Para comparar las diferentes variables se han utilizado el test de análisis de varianza para datos no apareados (primera fase del estudio) o para datos apareados (valores obtenidos durante la carrera), en aquellos casos en que no cumplían el criterio de igualdad de las varianzas se utilizó una transformación logarítmica de la variable. Para comparar los diferentes grupos entre sí se utilizó el "multiple range test".

Para estudiar la posible relación entre variables se ha efectuado un análisis de regresión.

Resultados

1. En el estudio de *las alteraciones eritroides durante la fase de entrenamiento* se encontraron los siguientes datos:

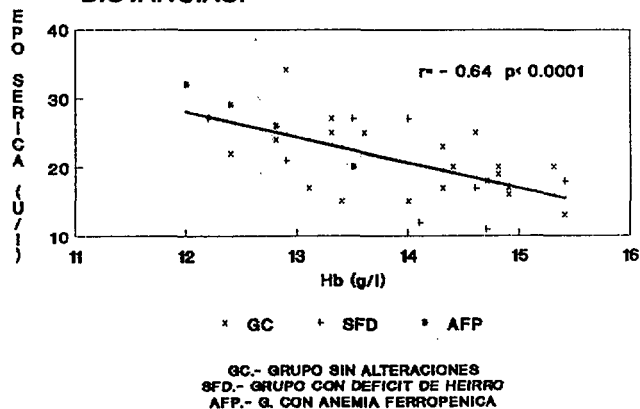
1. a) *El estudio de anemia* evidenció (Tabla 2)

Tabla 2. Anomalías eritroides en corredores de largas distancias.

- 4 CASOS DEMOSTRARON ANEMIA FERROPENICA (GRUPO AF).
- 8 CASOS DEFICIT DE FE SIN ANEMIA (GRUPO FE)
- 7 CASOS OTRAS ALTERACIONES:
 - 2 ANEMIA NORMOCITICA.
 - 3 HEMOLISIS INTRAVASCULAR.
 - 2 DEFICIT DE ACIDO FOLICO.
- 20 CASOS NO PRESENTARON ALTERACIONES (GRUPO SA).

Per comparar les diferents variables s'han utilitzat el test d'anàlisi de varianza per a dades no aparellades (primera fase de l'estudi) o per a dades aparellades (valors obtinguts durant la cursa); en

FIGURA 1. RELACION ENTRE LA EPO Y LA HB EN CORREDORES DE LARGAS DISTANCIAS.



aquells casos en què no complien el criteri d'igualtat de les variances s'utilitzà una transformació logarítmica de la variable. Per comparar els diferents grups entre si s'utilitzà el "multiple range test".

Per estudiar la possible relació entre variables s'ha efectuat una anàlisi de regressió.

Resultats

1. En l'estudi de les alteracions eritroides durant la fase d'entrenament hem trobat les següents dades:

1. a) L'estudi d'anèmia evidencià (Taula 2) que en 20 casos no hi havia anèmia, ni dèficit de Fe,

Tabla 3. Alteraciones de la Epo en corredores de largas distancias.

	GC	SFD	AFP
EPO (U/l)	19.6 (6.5)	20 (6.2)	26.7 (4.4)
INTERVALO	12-34	11-27	20-32
Hb (g/l)	14.1 (0.9)	13.9 (1.0)	12.7 (0.7)
INTERVALO	12.4-15.4	12.2-15.4	12-13.5

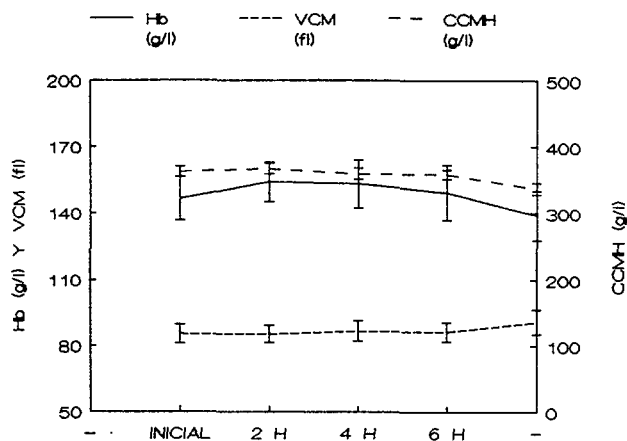
RESULTADOS EXPRESADOS COMO MEDIA (DESVIACION ESTANDAR)

TODOS LOS VALORES DE EPO ESTAN COMPRENDIDOS EN EL INTERVALO DE REFERENCIA (6.5-42 U/l).

NO DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE GRUPOS (ANOVA).

que en 20 casos no existía anemia, ni dèficit de Fe, vitamina B-12 o àcido fòlico. Sin embargo, en varios de ellos, existía una disminuci3n de la haptoglobina, con presencia de reticulocitosis y anomalías

FIGURA 2. CAMBIOS EN LOS PARAMETROS ERITROIDES



as muy discretas en la morfología eritrocitaria (fundamentalmente presencia de aislados esferocitos, crenocitos o esquistocitos), estos datos parecen avalar la presencia de una hemólisis compensada en muchos de estos casos. Este grupo de 20 casos fue considerado como el grupo control (GC) de los otros grupos con dèficit.

En 4 casos existía una discreta anemia ferropénica y en 8 un estado ferrodeficitario. En total 12 corredores presentaban signos de ferropenia (30,8%).

Otros 7 (18%) casos tenían otras anomalías eritroides, como en 2 (6%) casos se observó la presencia de dèficit de àcido fòlico, en 3 (8%) signos

FIGURA 3. CAMBIOS EN LAS PLAQUETAS Y EN LOS LEUCOCITOS.

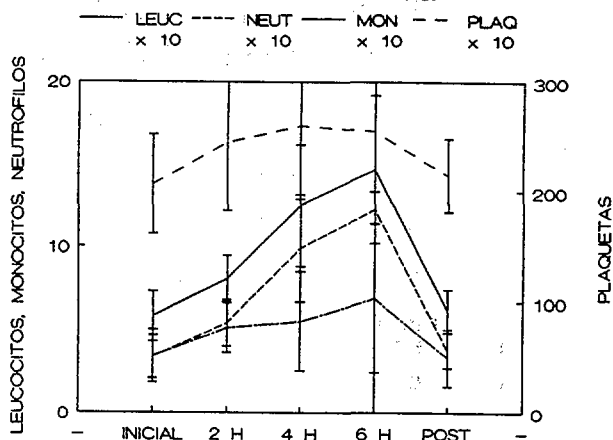
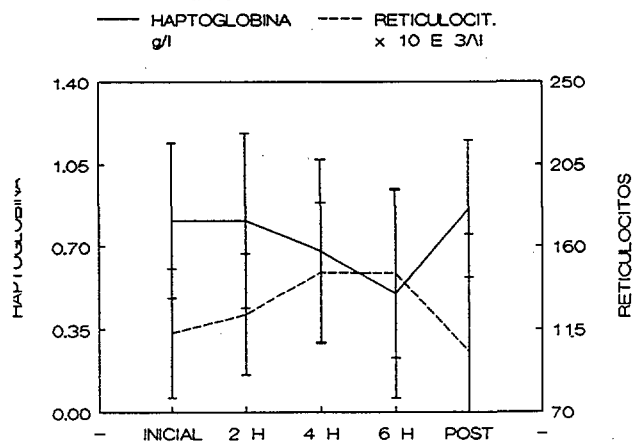


FIGURA 4. CAMBIOS EN LA HAPTOGLOBINA Y LOS RETICULOCITOS.



vitamina B-12 o àcid fòlic. Tanmateix, en diversos d'ells hi havia una disminució de l'haptoglobina, amb presència de reticulocitosi i anomalies molt discretes en la morfologia eritrocitària (fonamental-

de hemòlisi intravascular i en 2 casos més una discreta anèmia normocítica de difícil catalogació.

1. b) Tambien se valoraron las alteraciones de la Epo sérica en estos pacientes comparándose los

FIGURA 5. CAMBIOS EN LA VITAMINA B12, EL FOLATO ERITROCITARIO Y LA FERRITINA.

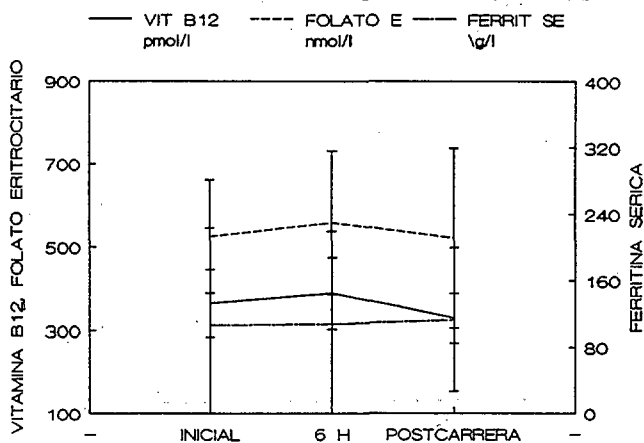
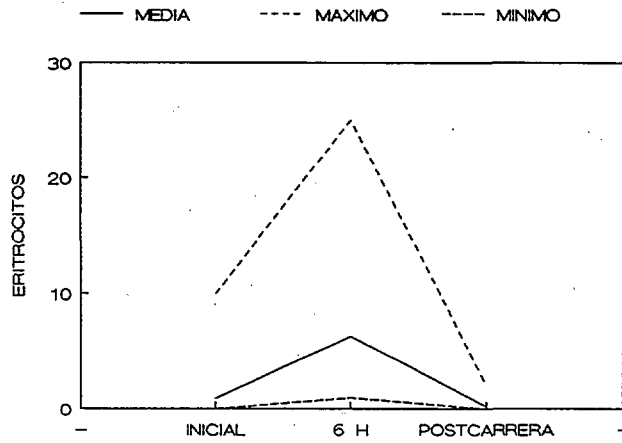


FIGURA 6. PRESENCIA DE HEMATURIA.



ment presència d'aïllats esfèrics, crenòcits o esquistòcits); aquestes dades sembla que avalen la presència d'una hemòlisi compensada en molts d'aquests casos. Aquest grup de 20 casos fou considerat com el grup control (GC) dels altres grups amb dèficit.

En 4 casos hi havia una anèmia ferropènica discreta i en 8 un estat ferrodeficitari. En total, 12 corredors presentaven signes de ferropènia (30,8%).

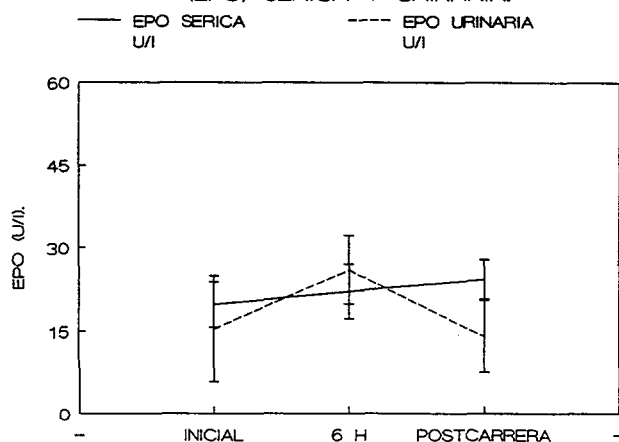
Uns altres 7 (18%) casos tenien altres anomalies eritroides, com ara en 2 (6%) casos s'observà la presència de dèficit d'àcid fòlic, en 3 (8%) signes

valores obtenidos entre los grupos AFP, SFD, y GC (Tabla 3).

Todos los valores de Epo estaban comprendidos entre 6 y 42 U/l, estando la mayoría dentro de los valores considerados como referencia para personas sanas (entre 6 y 34 U/l).

En cuanto a las concentraciones de Epo, al comparar entre sí los diferentes grupos no se observó una diferencia significativa (ANOVA p= NS). Sin embargo, cuando se estudió la relación entre las concentraciones de Hb y de Epo sérica se objetivó que existía una relación negativa (n= 32, r= 0,64, p= 0,0001) (Figura 1).

FIGURA 7. CAMBIOS EN LA ERITROPOYETINA (EPO) SERICA Y URINARIA.



d'hemòlisi intravascular i, en dos casos més, una discreta anèmia normocítica de catalogació difícil.

1. b) També es valoren les alteracions de l'Epo sèrica en aquests pacients comparant els valors obtinguts entre els grups AFP, SFD i GC (Taula 3).

Tots els valors Epo eren compresos entre 6 i 42 U/l, i la majoria es trobava dins els valors considerats com a referència per a persones sanes (entre 6 i 34 U/l).

Quant a les concentracions d'Epo, en comparar entre si els diferents grups no s'observà una diferència significativa (ANOVA $p = NS$). Tanmateix, quan s'estudià la relació entre les concentracions de Hb i d'Epo sèrica s'objectivà que hi havia una relació negativa ($n = 32$, $r = -0.64$, $p = 0.0001$) (Figura 1).

2. Canvis hematològics observats durant una cursa en els corredors de llargues distàncies. S'objectivarem anomalies en diferents paràmetres hematològics:

2. a) Alteracions dels comptes cel·lulars (Figures 2 i 3).

- En la sèrie eritroide s'observà com, durant la cursa, augmentaren la Hb i el CCMH ($p < 0.00001$); així mateix s'observà com el VCM era més alt en el control postcursa ($p < 0.00001$).

En canvi, el RDW no varià durant el període de la cursa, ni en el control postcursa.

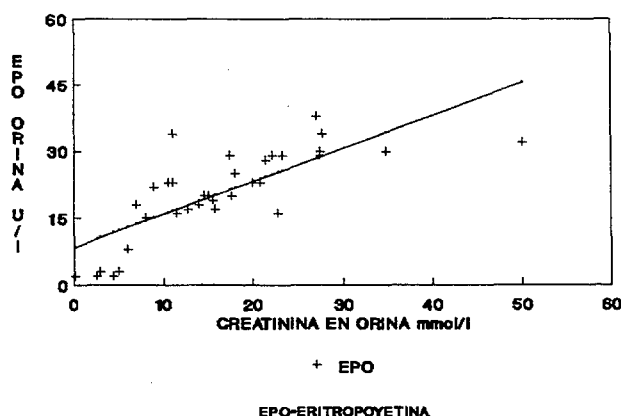
- En la sèrie blanca s'objectivaren diverses alteracions; així, durant la cursa augmentaren el nombre total de leucòcits, neutròfils i monòcits ($p < 0.00001$, $p < 0.00001$ i $p = 0.0163$, respectivament). No s'observà una variació en la xifra de limfòcits.

- En la sèrie plaquetar s'objectivà un increment en el nombre total de plaquetes ($p < 0.00001$).

2. b) Paràmetres hemolítics (Figura 4).

- El nombre de reticulòcits augmentà durant la cursa ($p = 0.0036$).

FIGURA 8. CORRELACION ENTRE LA EPO URINARIA Y LA CREATININA EN ORINA



2. Cambios hematológicos observados durante una carrera en los corredores de largas distancias. Se objetivaron anomalías en diferentes parámetros hematológicos:

2. a) Alteraciones de los contajes celulares (Figuras 2 y 3).

- En la serie eritroide se observó como durante la carrera aumentaron la Hb y el CCMH ($p < 0.00001$), así mismo se observó como el VCM era más alto en el control postcarrera ($p < 0.00001$). En cambio el RDW no varió durante el periodo de la carrera, ni en el control postcarrera.

- En la serie blanca se objetivaron diversas alteraciones; así, durante la carrera aumentaron el número total de leucocitos, neutrófilos y monocitos ($p < 0.00001$, $p < 0.00001$ y $p = 0.0163$, respectivamente). No se observó una variación en la cifra de linfocitos.

- En la serie plaquetar se objetivó un incremento en el número total de plaquetas ($p < 0.00001$).

2. b) Parámetros hemolíticos (Figura 4).

- El número de reticulocitos aumentó durante la carrera ($p = 0.0036$).

- La haptoglobina sérica disminuyó tras cuatro horas de carrera ($p < 0.00001$).

- En la morfología eritrocitaria se observó la presencia de escasos esferocitos y crenocitos.

2. c) Alteraciones del metabolismo de la vitamina B-12, ácido fólico y del hierro (Figura 5).

Durante la carrera el folato eritrocitario no se alteró ($p = 0.1919$) en cambio la vitamina B-12 sérica se elevó ($p = 0.0211$).

La sideremia y la ferritina sérica no se alteraron durante la carrera ($p = 0.3134$ y $p = 0.2030$, respectivamente), sin embargo, la capacidad de transporte de Fe aumentó ($p = 0.0088$).

2. d) Alteraciones en el análisis urinario

No se demostró la presencia de hemoglobinuria,

- L'haptoglobina sèrica disminuí després de quatre hores de cursa ($p < 0.00001$).
- En la morfologia eritrocitària s'observà la presència d'escassos esferòcits i crenòcits.

2. c) Alteracions del metabolisme de la vitamina B-12, àcid fòlic i del ferro (Figura 5).

Durant la cursa el folat eritrocitari no s'alterà ($p = 0.1919$); en canvi, la vitamina B-12 sèrica s'elevà ($p = 0.0211$).

La siderèmia i la ferritina sèrica no s'alteraren durant la cursa ($p = 0.3134$ i $p = 0.2030$, respectivament); tanmateix, la capacitat de transport de Fe augmentà ($p = 0.0088$).

2. d) Alteracions en l'anàlisi urinària.

No es demostrà la presència d'hemoglobinúria, ni presència de Fe en l'orina; tampoc no s'objectivà l'existència d'hemosiderinúria.

Durant la cursa es pogué comprovar l'existència d'una discreta hematúria (Figura 6) en quasi tots els casos estudiats. En un corredor amb antecedents de litiasi renal l'hematúria s'evidencià en una hematúria microscòpica important.

2. e) Estudi de l'eritropoietina (Epo) (Figures 7 i 8).

- L'Epo sèrica postcursa era més alta que l'observada a l'inici i al final de la cursa; tanmateix, aquesta diferència no fou estadísticament significativa ($p = 0.3431$).
- L'Epo urinària demostrà diferències significatives. Al final de la cursa els nivells d'Epo eren superiors als inicials i postcursa ($p = 0.00001$). S'observà una correlació lineal directa entre l'Epo urinària i el nivell de creatinina urinària ($p < 0.00001$, $r = 0.7615$).

Conclusions

1. Un 30% dels corredors de llargues distàncies presenten dèficit de ferro.
2. Un 18% d'aquests corredors presentaven altres anomalies com ara dèficit d'àcid fòlic o hemòlisi intravascular.
3. Les concentracions d'Epo estaven correlacionades amb les xifres d'Hb, cosa que probablement significa que el mecanisme regulador de la síntesi de l'Epo està intacte en els corredors de llargues distàncies, estant preservat malgrat les anomalies observades.
4. Durant una cursa de llarga distància els corredors experimenten nombrosos canvis hematològics, augmentant la xifra d'Hb, les plaquetes, els leucòcits i els monòcits.
5. Al llarg de la cursa s'observen signes d'hemòlisi.
6. A part de la capacitat de transport de Fe, el metabolisme del Fe no varia substancialment durant la cursa.
7. L'anàlisi urinària demostra la presència d'hematúria i no s'observa la presència d'hemosiderinúria o la presència de Fe a l'orina.
8. L'Epo sèrica durant la cursa no experimenta

ni presència de Fe en la orina, tampoco se objectivó la existència de hemosiderinúria.

Durante la carrera se pudo comprobar la existencia de una discreta hematuria (Figura 6) en casi todos los casos estudiados. En un corredor con antecedentes de litiasis renal la hematuria se evidenció una hematuria microscópica importante.

2. e) Estudio de la Eritropoyetina (Epo) (Figuras 7 y 8).

- La Epo sérica postcarrera era más alta que la observada al inicio y al final de la carrera, sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.3431$).
- La Epo urinaria demostró diferencias significativas. Al final de la carrera los niveles de Epo eran superiores a los iniciales y postcarrera ($p < 0.00001$). Se observó una correlación lineal directa entre la Epo urinaria y el nivel de creatinina urinaria ($p < 0.00001$, $r = 0.7615$).

Conclusiones

1. Un 30% de los corredores de largas distancias presentan déficit de hierro.
2. Un 18% de estos corredores presentaban otras anomalías, como déficit de ácido fólico o hemólisis intravascular.
3. Las concentraciones de Epo estaban correlacionadas con las cifras de Hb. Lo que probablemente significa que el mecanismo regulador de la síntesis de la Epo está intacto en los corredores de largas distancias, estando preservado a pesar de las anomalías.
4. Durante una carrera de larga distancia los corredores experimentan numerosos cambios hematológicos, aumentando la cifra de Hb, las plaquetas, los leucocitos y los monocitos.
5. A lo largo de la carrera se observan signos de hemólisis.
6. A parte de la capacidad de transporte de Fe, el

canvis significatius; tanmateix, l'Epo urinària augmenta durant la cursa.

Aquest increment està relacionat amb altres canvis en els paràmetres urinaris, tal com ho demostra el fet que l'Epo urinària està correlacionada amb la xifra de creatinina en l'orina.

metabolismo del Fe no varía substancialmente durante la carrera.

7. El análisis urinario demuestra la presencia de hematuria, no observándose la presencia de hemosiderinuria o la presencia de Fe en la orina.

- La Epo sérica durante la carrera no experimenta cambios significativos, sin embargo la Epo urinaria aumenta durante la carrera, este incremento está relacionado con otros cambios en los parámetros urinaris, como lo demuestra el hecho de que la Epo urinaria está correlacionada con la cifra de creatinina en la orina.

Bibliografia

1. LONG, D.; BLAKE, M.; Mc NAUGHTON, L.; ANGLE, B.: Hematological and biochemical changes during a short triathlon competition in novice athletes. Eur. J. Appl. Physiol., 61: 93-99, 1990.
2. TELFORD, R.D.; CUNNINGHAM, R.B.: Sex, sports, and body-size dependency of hematology in highly trained athletes. Med. Sci. Sports Exerc., 23: 783-794, 1991.
3. HALLBERG, L.; MAGNUSSON, B.: The etiology of "sports anemia". Acta Med. Scand., 216: 145-148, 1984.
4. ERSLEV, A.J.; WILSON, J.; CARO, J.: Erythropoietin titers in anemic, non-uremic patients. J. Lab. Clin. Med., 17: 429-433, 1987.