

Control del ejercicio físico en el manejo de las cardiopatías

Carlos de Teresa¹
Edgardo Molina²
Dionisio Segura³

¹Coordinador médico
²Licenciado
en Educación Física
³Diplomado
en Enfermería
Centro Andaluz
de Medicina
del Deporte
Hospital de San Juan
de Dios
Consejería de Turismo
y Deporte
Junta de Andalucía
Granada

Resumen

La mayoría de los pacientes que participan en los programas de rehabilitación cardíaca pertenecen a la Fase III o Comunitaria, en donde el ejercicio, como eje central de los mismos, se realiza en el medio extrahospitalario. En esta fase los pacientes deben aprender a manejar y controlar el ejercicio físico y las situaciones de la vida cotidiana que pudieran conducir al sobreesfuerzo. El ejercicio de alta intensidad desencadena respuestas que aumentan el riesgo miocárdico: sobrestimulación simpática, aumento del estrés oxidativo y disfunción del sistema inmunológico. Las recomendaciones para que el ejercicio físico sea seguro y saludable incluyen modificaciones de la dieta y su suplementación con sustancias antioxidantes o inmunomoduladoras, material deportivo adecuado, y un programa de ejercicio físico que incluya en cada sesión una fase inicial de calentamiento, seguido de otras de adaptación muscular y ejercicio aeróbico dinámico, finalizando con un enfriamiento progresivo.

Palabras clave: Ejercicio físico. Rehabilitación cardíaca. Riesgo miocárdico. Estrés oxidativo. Disfunción inmune. Suplementos nutricionales.

Summary

Most of the patients involved in Cardiac Rehabilitation Programs are included in outpatient phase III or community-based programs. Patients self-monitored exercise is the first target of the programs in this phase, to control and avoid overwork risked situations in normal life. Sympathetic overdrive, oxidative stress and immune dysfunction are three of the undesired responses to muscle overcharge. Patients guidelines include dietary modifications, nutritional supplements (antioxidants and immunomodulators), appropriated dressing and sports facilities, and a specific exercise training program, including an initial warming-up period, followed by other of aerobic exercise and resistance training, finishing with a cooling-down period in every session.

Key words: Exercise. Cardiac rehabilitation. Myocardial risks. Oxidative stress. Immune dysfunction. Nutritional supplements.

El ejercicio físico es uno de los pilares centrales de los programas de rehabilitación cardíaca. Dichos programas se dividen generalmente en tres fases sucesivas, en las que la prescripción del ejercicio se adecúa a la situación clínica y de capacidad física del paciente:

- Fase I, intrahospitalaria, que abarca las primeras semanas de hospitalización, y cuyo objetivo es iniciar la movilización precoz de los pacientes para evitar los riesgos del decúbito prolongado, como la hipotensión ortostática, las atelectasias, y las trombosis venosas. Por ello, los ejercicios realizados en esta fase entran dentro de los fisioterápicos, con movilizaciones inicialmente activas y posteriormente pasivas, junto con sedestación y ambulancia precoces.
- Fase II, intra-extrahospitalaria, durante los primeros meses tras la hospitalización, con el objetivo de adaptarse a ejercicios de mayor intensidad y mejorar la capacidad aeróbica del paciente, que aún requiere monitorización electrocardiográfica durante las sesiones en dicho periodo.
- Fase III, extrahospitalaria o comunitaria, a partir del tercer-cuarto mes y que incluye todo tipo de ejercicios dirigidos a mejorar las capacidades aeróbica y anaeróbica (fuerza muscular), y a reducir los factores de riesgo coronario.

La mayor parte de los cardiopatas que se benefician de los programas de rehabilitación y prevención secundaria, pertenecen a la fase III o comunitaria. Por esta razón, dado el aumento del número de consultas sobre el ejercicio de estos pacientes durante sus revisiones cardiológicas, tanto a nivel hospitalario como ambulatorio, es necesario desarrollar la planificación de las estrategias que les permitan acceder a una práctica de ejercicio físico segura y controlada.

Las recomendaciones de ejercicio para esta población deben ser muy específicas, concretas y porme-

Correspondencia:
Carlos de Teresa Galván
Centro Andaluz
de Medicina del Deporte
Hospital de San Juan
de Dios
San Juan de Dios, s/n
18001 Granada
E-mail: cteresa@suinsa.es

norizadas, de acuerdo con la patología subyacente y el nivel de aptitud física en cada caso.

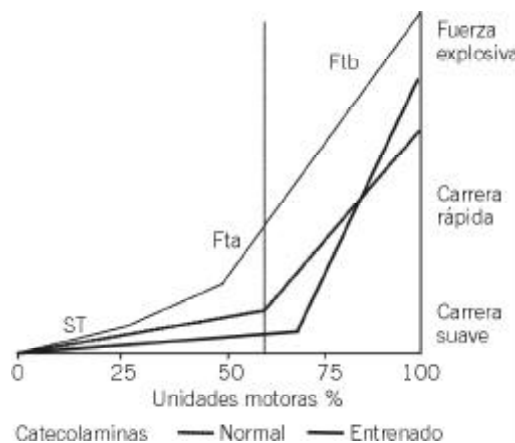
Beneficios y riesgos del ejercicio físico en los cardiopatas

Antes de desarrollar las recomendaciones sobre la práctica del ejercicio, el paciente debe estar concienciado de la importancia de los beneficios que dicho hábito puede reportarle a su salud, en general, y a su miocardio, en particular. Por ello, el primer objetivo es aclararles y transmitirles los efectos del ejercicio sobre los factores de riesgo coronario y sobre su cardiopatía en concreto.

Efectos beneficiosos sobre los factores de riesgo coronario

1. Sobre el perfil lipídico:
 - Reducción de la hipercolesterolemia total
 - Reducción de los niveles de LDL-colesterol
 - Aumento de los niveles de HDL-colesterol
2. Sobre la presión arterial:
 - Reducción de los niveles de la presión arterial sistólica en reposo y durante el ejercicio moderado (submáximo)
 - Reducción de los niveles de presión arterial diastólica
 - Reducción de la resistencia vascular periférica por el aumento de la red capilar muscular.
 - Mejora del equilibrio del sistema nervioso autónomo (menor estimulación simpática)

Figura 1. Producción de catecolaminas según la intensidad del ejercicio físico. Los sujetos entrenados producen menor secreción catecolamínica en esfuerzos submáximos, y, sin embargo, en el ejercicio máximo las concentraciones son más elevadas permitiéndoles realizar esfuerzos de mayor intensidad. (ST=fibras de contracción lenta; FTa y FTb=fibras de contracción rápida tipo a y b)



3. Sobre la diabetes:

- Mejora el control de la glucemia
- Mejora la resistencia a la insulina aumentando la sensibilidad de los receptores de dicha hormona, mediante una doble vía:
 - Indirectamente reduciendo el peso graso
 - Por acción directa del ejercicio sobre dichos receptores

4. Sobre la obesidad

- Reducción del peso total y del peso graso
- Aumento del peso magro o muscular

La prescripción del ejercicio físico debe ser tanto más individualizada y específica cuanto mayor sea el riesgo debido a la patología cardíaca subyacente. De otro modo, los potenciales beneficios de estos programas pueden tornarse en riesgos, ya que algunas respuestas cardiocirculatorias ante un ejercicio inadecuado pueden agravar la situación clínica de los pacientes. Así, en el caso de los pacientes con insuficiencia cardíaca, el ejercicio es una indicación clara en los grado I-II, pero dada la baja capacidad física de los pacientes la intensidad debe ser cuidadosamente prescrita y monitorizada para evitar el sobreesfuerzo, lo que en estos pacientes sucede con facilidad¹.

El ejercicio a intensidad inadecuada produce tres efectos que aumentan el riesgo de sufrir un mayor daño miocárdico: la sobrestimulación simpática, el aumento del estrés oxidativo y la disfunción inmune desencadenada por el ejercicio de alta intensidad.

Sobrestimulación simpática

La respuesta del sistema nervioso simpático ante el ejercicio físico practicado a distintas intensidad podemos observarla en la Figura 1.

El ejercicio de intensidad suave conlleva una baja secreción de catecolaminas, coincidiendo con la activación muscular de las fibras tipo I o de contracción lenta, cuyo metabolismo es eminentemente oxidativo y aeróbico.

El aumento de la intensidad del ejercicio hasta un nivel medio-moderado provoca una mayor secreción de catecolaminas, que al alcanzar el nivel del 50-75% del consumo máximo de oxígeno y superar el umbral anaeróbico, experimenta un aumento exponencial de forma paralela a como lo hacen los niveles de lactato. Las fibras musculares estimuladas en esta intensidad del ejercicio son las tipo I, y las tipo IIa de contracción rápida y con metabolismo aeróbico-anaeróbico².

A partir de la intensidad correspondiente al umbral anaeróbico las fibras principalmente estimuladas son las tipo IIa y IIb, de contracción rápida y, en el caso de las fibras IIb, de metabolismo glucolítico. Dicha estimulación lleva aparejada una alta secreción de catecolaminas que aumenta el riesgo de producción de arritmias malignas y de cuadros isquémicos por el aumento de la demanda de oxígeno miocárdico que puede desequilibrar la relación entre las necesidades y el aporte de oxígeno al miocardio³.

El entrenamiento aeróbico provoca un aumento de la sensibilidad de los receptores adrenérgicos, reduciendo la necesidad de estímulo catecolamínico para los ejercicios submáximos. De este modo, el ejercicio consigue un efecto semejante al de los bloqueadores de los receptores beta, ya que estos producen un bloqueo farmacológico, y en el caso del ejercicio una disminución de la secreción de catecolaminas debido a la mayor sensibilidad de los receptores beta^{3,4}.

En la Figura 2 se puede observar la disminución de la secreción de catecolaminas para un mismo ejercicio, tras un periodo de entrenamiento aeróbico.

Estrés oxidativo

El ejercicio físico produce un aumento del consumo de oxígeno, que conlleva un mayor estrés oxidativo provocado por el incremento en la producción de radicales libres derivados del oxígeno. Por otro lado, como defensa frente a dicho proceso, el organismo dispone de mecanismos antioxidativos de protección, tanto enzimáticos (catalasa, superóxido dismutasa, etc.) como no enzimáticos (tocoferol, retinol, ácido ascórbico, etc.).

Numerosos estudios han demostrado que los ejercicios realizados a intensidades superiores a las del umbral anaeróbico (intensidades elevadas) determinan un aumento del estrés y del daño oxidativos, que superan a las defensas antioxidantes^{5,6}. Este daño peroxidativo se centra principalmente en los lípidos de las membranas, en las que aumenta su rigidez, y a nivel mitocondrial reduce la funcionalidad de la cadena de transporte de electrones, determinando una disminución de la capacidad de producir energía por la vía aeróbica⁶.

Sin embargo, en ejercicios de intensidad igual o inferior a la del umbral anaeróbico (ejercicio aeróbico moderado) se produce un efecto adaptativo de los sistemas de defensa antioxidantes, siendo el efecto neto del esfuerzo realizado a estas intensidades un aumento de la antioxidación sobre el estrés oxidativo. Esto supone que el entrenamiento físico realizado a

intensidades moderadas produce un efecto global detoxicante frente a los procesos oxidativos^{6,7}.

Disfunción inmune

En el sobentrenamiento y la fatiga crónica existe una disfunción inmunológica, determinada en parte por el aumento del estrés oxidativo, que desencadena un aumento de la producción de citoquinas proinflamatorias, como la IL-1, IL-6 y TNF α ⁸⁻¹¹, cuyo efecto global es un aumento de la hipoxia muscular, con aumento de las concentraciones de ácido láctico, y en último término un mayor daño muscular (Figura 3). Cuando esta situación se mantiene en el tiempo se produce una inmunodepresión que hace más vulnerables a los deportistas frente a infecciones oportunistas¹², dentro de un cuadro de fatiga, mialgias generalizadas, febrícula, pérdida del apetito, irritabilidad nerviosa y tendencia al insomnio.

El aumento de los niveles de citoquinas proinflamatorias producido por los ejercicios anaeróbicos, tiene un efecto cardiodepresor^{13,14} potenciando los procesos de apoptosis miocárdica al sumarse los efectos del estrés oxidativo a los de los niveles elevados de TNF α ^{14,15}.

Sin embargo, cuando el entrenamiento físico se realiza a intensidades moderadas (ejercicio aeróbico) se produce una respuesta adaptativa y contraria a la anteriormente citada, provocándose un incremento de los antagonistas y receptores solubles de las citoquinas proinflamatorias (TNFRs y IL-1ra), con el resultado neto de un efecto antiinflamatorio^{11, 16} (Figura 4).

Por todo ello, el ejercicio aeróbico es el más indicado para potenciar efectos saludables sobre el sistema cardiovascular, y por el contrario, el ejercicio



Figura 2. Adaptaciones de la secreción de catecolaminas durante un programa de entrenamiento aeróbico de 12 semanas (Tomado de Winder, et al. 1978. *J Appl Physiol*)

Figura 3. Respuestas fisiológicas al sobreesfuerzo. El sobreesfuerzo provoca una contractura muscular que deja el músculo en una hipoxia relativa. Dicho efecto determina el inicio de procesos inflamatorios que incrementan el catabolismo muscular, con aumento de la sensación de dolor que aumenta la contractura refleja

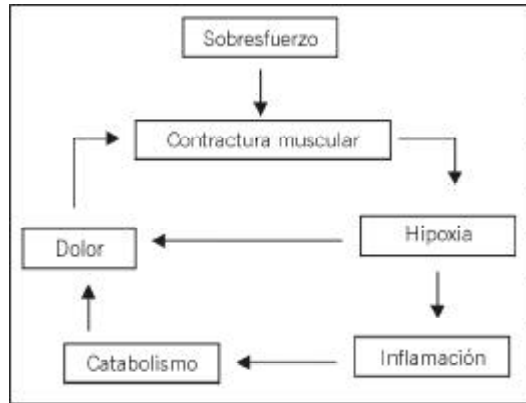


Figura 4. Efectos del entrenamiento aeróbico sobre el estrés oxidativo, los antioxidantes, las citoquinas proinflamatorias y los antagonistas de las mismas. El entrenamiento físico produce un efecto neto de antioxidación y antiinflamación, estimulando el aumento de los niveles de antagonistas de las citoquinas proinflamatorias

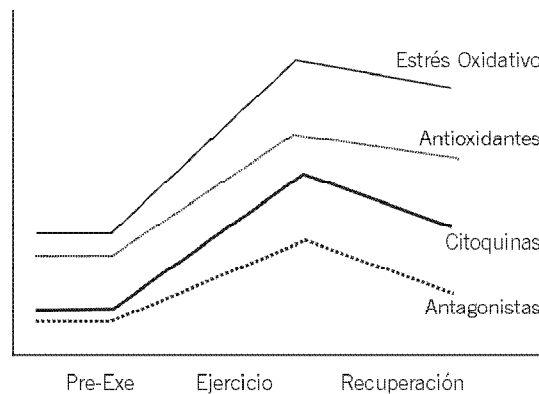
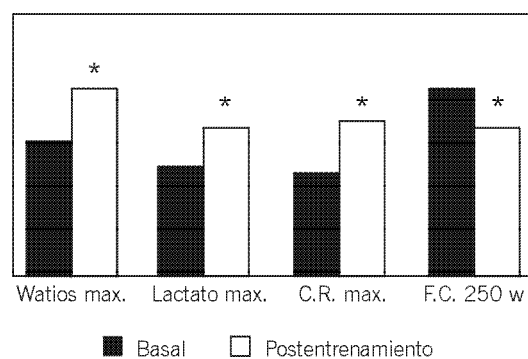


Figura 5. Modificaciones estadísticamente significativas (*) de algunas variables en el grupo del EXPLY tras el entrenamiento físico de 4 semanas. En el grupo de Placebo no hubo modificaciones tras este periodo de entrenamiento (CR=cociente respiratorio; FC 250w=frecuencia cardíaca a 250 vatios)



intenso (anaeróbico) aumenta el riesgo cardiovascular por su relación con la sobrestimulación simpática, incremento del estrés oxidativo y de las citoquinas proinflamatorias que conducen a una disfunción inmune.

Prevención de los riesgos provocados por el ejercicio intenso

Una vez definidos los efectos beneficiosos del ejercicio aeróbico y los potenciales riesgos del anaeróbico, es preciso aportar medidas preventivas ante la imposibilidad, en muchos casos, de controlar con precisión la intensidad del ejercicio dentro de los programas de entrenamiento físico.

Medidas dietéticas

Una dieta rica en hidratos de carbono complejos (cereales, frutas, legumbres, pan, arroz, pasta, etc.), cuya aportación energética suponga al menos el 45% del total diario, retrasa la aparición de la fatiga muscular, e incluso disminuye el potencial incremento de las citoquinas proinflamatorias en ejercicios de mayor intensidad¹⁷.

Por otro lado, el consumo prioritario de grasa monoinsaturada (aceite de oliva) eleva la concentración de ácidos grasos monoinsaturados en las membranas celulares, disminuyendo su susceptibilidad al daño oxidativo, y manteniendo así su capacidad de producir energía a nivel mitocondrial¹⁸.

Suplementación nutricional

Dado el riesgo potencial del incremento del estrés oxidativo al aumentar el consumo de oxígeno durante el ejercicio, la suplementación nutricional de la dieta con sustancias antioxidantes ha sido una de las medidas ergogénicas más generalizada dentro del mundo del deporte, y posteriormente dentro del campo de la medicina clínica.

Sin embargo, son muy escasos los estudios sobre medidas preventivas de la disfunción inmune provocada por el ejercicio de alta intensidad. Recientemente en trabajos llevados a cabo por nuestro grupo, en el Centro Andaluz del Deporte (Hospital de S.J. de Dios, Granada), hemos demostrado efectos beneficiosos del EXPLY (fracción hidrosoluble y purificada de un helecho, *Phlebodium decumanum*, cultivado y procesado orgánicamente en monocultivo en el Lago Yojoa -Honduras-), sobre la fatiga y la disfunción inmune en deportistas sometidos a ejercicio prolongado¹⁹. Los resultados de dicho estudio podemos observarlos en la Figura 5. Los efectos del EXPLY sobre la mejora del rendimiento físico pueden explicarse por sus acciones antioxidantes (aumentos del tocoferol y CoQ10 plasmáticos) y sobre la regulación de la homeostasis de las citoquinas

proinflamatorias, a través de bloqueo parcial del TNF α y la IL-1 incrementando sus receptores soluble (TNFRs) y antagonistas (IL-1ra). Dichos resultados coinciden con los obtenidos en estudios in vitro sobre la actividad del EXPLY²⁰. De este modo, la regulación de la disfunción inmune que perpetúa la inflamación e incrementa los procesos catabólicos, mejora la producción de energía y la capacidad regenerativa muscular. Por ello, los deportistas que suplementaron su dieta con EXPLY consiguieron realizar esfuerzos de mayor intensidad y con una mayor eficacia energética.

Dada la implicación del estrés oxidativo y la disfunción inmune en la patofisiología de muchas de las enfermedades cardiovasculares (formación de la placa de ateroma, inflamación sistémica en la insuficiencia cardíaca, apoptosis cardiomiocitaria, etc.)^{15,21}, sería de gran interés realizar estudios sobre inmunomoduladores en la prevención y regulación de estos procesos en determinadas cardiopatías.

Programa práctico de ejercicio físico en cardiopatas^{21,22} (Tabla 1)

Período de calentamiento

El inicio del ejercicio siempre debe ser progresivo en intensidad y en grupos musculares utilizados, constituyendo el periodo de calentamiento. La elevación progresiva de la temperatura corporal disminuye la viscosidad articular y aumenta la elasticidad muscular, reduciendo las resistencias y por ello haciendo el ejercicio más eficaz energéticamente.

Desde el punto de vista metabólico, el calentamiento aumenta la liberación de ácidos grasos libres, ahorrando el consumo de glucógeno y retrasando la aparición de la fatiga muscular^{22,23}.

Ejercicio aeróbico

Durante esta fase los ejercicios que se deben recomendar son los isotónicos o dinámicos (andar, bicicleta, nadar, correr, etc.) pero siempre a una intensidad suave a moderada (intensidad aeróbica). Dicha intensidad se puede controlar mediante la Escala de Borg o de percepción del esfuerzo, teniendo el paciente que sentir siempre el ejercicio como algo agradable y en ningún caso fatigante.

Ejercicios como el remo, tienen un mayor componente isométrico que pudiera aumentar el riesgo de

elevación de la presión arterial y de la demanda de oxígeno miocárdico.

Para que el estímulo de esta fase sea adecuado se precisa una duración de 30-45 minutos, que pueden llevarse a cabo forma continua o a intervalos, dependiendo de la capacidad física de los pacientes.

Inicialmente se aconseja realizar las sesiones de entrenamiento en días alternos para asimilar el trabajo realizado, y según mejora la capacidad funcional se puede ir acortando el tiempo de recuperación, hasta hacer el ejercicio a diario.

Adaptación muscular

Si bien el ejercicio aeróbico y dinámico es el que aporta más beneficios cardiovasculares, la reducción del riesgo cardíaco precisa un aumento del desarrollo muscular, dado que las sobrecargas por falta de desarrollo muscular desencadenan contracturas que aumentan las resistencias periféricas y el riesgo coronario.

El estímulo necesario para mejorar el desarrollo muscular debe ser gradualmente progresivo, comenzando por movilizaciones de cada segmento corporal sin cargas adicionales, y en varios intervalos de pocas repeticiones a lo largo del día.

Una vez mejorada la capacidad funcional pueden utilizarse otros elementos como bandas elásticas y mancuernas de poco peso, que sirvan de estímulo para continuar dicho desarrollo.

Enfriamiento progresivo

Al igual que el inicio, la finalización del ejercicio también debe ser gradual hacia el enfriamiento, con ejercicios de estiramiento suave y de relajación progresiva.

Programa de ejercicio

- Calentamiento
- Ejercicio aeróbico: continuo
 - (20-30 min 60% VO₂ max.)
- Ejercicio aeróbico: Interválico
 - (15 minutos al 50% max.: 30sg/60sg recup)
- Entrenamiento muscular: 50% carga max.
 - 15 rep de MMII y 10 rep de MMSS
- Enfriamiento

Tabla 1.
Programa de ejercicio práctico

Medidas higiénicas

Dentro de las recomendaciones para el ejercicio saludable no debe excluirse las relacionadas con el material deportivo. Así, debe aconsejarse un calzado especial para realizar el ejercicio que disminuya las cargas en las articulaciones de los miembros inferiores, y reduzca las molestias relacionadas con los procesos artrósicos.

De igual forma, es muy aconsejable la utilización de ropas sueltas, ligeras y transpirables, que eviten el aumento de temperatura corporal facilitando la evaporación del sudor, y que hagan el ejercicio más agradable.

Bibliografía

- Piepoli M. Overview of studies of exercise training in chronic heart failure: the need for a perspective randomized multicentre European trial. *Eur Heart J* 1998; 19:830-41.
- Wasserman K, Hansen JE, Darryl YS, et al. *Principles of exercise testing and interpretation*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1987.
- Saltin B, Stenborg J. Circulatory responses to prolonged severe exercise. *J Appl Physiol* 1964;19:833-8.
- Foster C, Georgakopoulos N, Meyer K. Physiological and pathological aspects of exercise left ventricular dysfunction. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30 (Suppl. 10):S379-S86.
- Oh-ishi S, Kizaki T, Ookawara T, et al. Endurance training improves the resistance of rat diaphragm to exercise - induced oxidative stress. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:1579-85.
- Leaf DA, Kleinman MT, Hamilton M, Deitrick RW. The exercise-induced oxidative stress paradox the effects of physical exercise training. *Am J Med Sci* 1999; 317:295-300.
- Ji LL. Antioxidants and oxidative stress in exercise. *Proc Soc Exp Biol Med* 1999;222:283-82.
- Ostrowski K, Rohde T, Asp S, et al. Pro- and anti-inflammatory cytokines balance strenuous exercise in humans. *J Physiol* 1999;515:287-91.
- Bruunsgaard H, Galvo H, Halkjaer KJ, et al. Exercise-induce increase in serum interleukin-6 in humans is related to muscle damage. *J Physiol* 1997;499: 833-41.
- Ostrowski K, Rohde T, Zacho M, et al. Evidence that interleukin-6 is produced in human skeletal muscle during prolonged running. *J Physiol* 1998;508: 949-53.
- Drenth JP, Van Uum SH, Van Deuren M, et al. Endurance run increase circulating IL-6 and IL-1ra but down-regulates ex vivo TNF-alpha and IL-1 beta production. *J Appl Physiol* 1995;79:1497-503.
- Koning D, Grathwohl D, Weinstock C, et al. Upper respiratory tract infection in athletes influence of lifestyle, type of sport, training effort, and immunostimulant intake. *Int J Sport Med* 2000;21:294-301.
- Muller Werdan U, Engelmann H. Cardiodepression by tumor necrosis factor-alpha. *Eur Cytokines Netw* 1998;9:689-91.
- Smith LL, Anwar A, Fragen M, et al. Cytokines and cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol* 2000;82:61-7.
- Pedersen BK, Bruunsgaard H, Heckel F. Exercise-induce immunomodulation Possible role of neuroendocrine and metabolic factors. *Int J Sports Med* 1997;18:2-7
- Schulze K, Ferrari D, et al. Apoptosis signaling by death receptors. *Eur J Biochem* 1998;254:439-59.
- Nehlsen-Cannarella SL, Fagoaga OR, Nieman DC, et al. Carbohydrate and the cytokine response to 2.5 h. of running. *J Appl Physiol* 1997;82:1662-7.
- Venkatraman JT, Pendergast D. Effects of level of dietary fat intake and endurance exercise on plasma cytokines in runners. *Med Sci Sports Exerc* 1998.;30:1198-204.
- De teresa C, Alcaide A, Huertas JR, Fresno M. Cycling performance and risks due to prolonged exercise: Effects of Phlebotium decumanum. En prensa.
- Fresno M. Modulating effects of Phlebotium decumanum on the release of pro-inflammatory cytokines in different cell lines. En prensa.
- Hasper D, Hummel M, Kleber FX, et al. *Systemic inflammation in patients with heart failure* 1998;19: 761-5.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1995.
- De Teresa C, Espinosa JS. *Ejercicio físico en la insuficiencia cardíaca*. Granada: CEC. SL., 1999.