



**Fisiología del ejercicio**  
*Profesor: Miguel Ángel Buil Bellver*



**CAPÍTULO IV – VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## **CAPÍTULO IV – VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA**

La valoración de la condición física es una de las labores fundamentales a realizar en el control habitual de los deportistas durante su temporada, pero también es fundamental, y cada vez existen más defensores de esta aplicación, el utilizarla en la valoración de aquellos individuos, que teniendo una trayectoria de sedentarismo, pasan a incorporarse a un programa de actividad física.

En el primer caso su objetivo es claro, evaluar aquellas características fisiológico-deportivas interesantes para el individuo, y que nos dan idea de la progresión, del pronóstico a corto – medio plazo, así como de los efectos (beneficiosos y nocivos) del planteamiento de carga de trabajo impuesto por el programa de entrenamiento. Realmente es una herramienta indispensable para tomar decisiones claves en la carrera deportiva del individuo, y cobra mayor importancia cuanto mayor sea el nivel de competición o de exigencia deportiva del individuo valorado. Existen muy diversas pruebas estandarizadas para valorar diferentes cualidades deportivas, que pueden utilizarse de forma comparativa y aportar datos de referencia del individuo respecto a su equipo, o respecto al grupo de competidores que se disputan con él un puesto, y también darán el dato comparativo individual con sus propios testeos previos. En cambio existen modalidades deportivas que precisan pruebas más específicas, que en la mayoría de los casos no siguen un patrón standard, con lo que limitan la capacidad comparativa del test respecto a otros individuos, y dejan sólo la posibilidad de auto comparación.

En el segundo caso, en el de la valoración “previa”, nos dará una idea de la condición física del individuo testeado, lo que ajustará las cargas de trabajo iniciales, y se hará especial hincapié en la detección de signos-síntomas de posibles patologías, que hasta el momento, y debido fundamentalmente al sedentarismo del individuo, hayan podido pasar inadvertidas.

De esta forma la finalidad de las pruebas en general es:

- Aporta datos objetivos de capacidad funcional.
- Consecución de los datos necesarios para la planificación individual de los programas de ejercicio. (para generar adaptaciones)
- Información sobre la efectividad del programa de ejercicio aplicado (valoración de las adaptaciones generadas)
- Método educacional de aprendizaje para el individuo de las respuestas de su organismo frente al ejercicio físico.

Dependiendo de las cualidades que queramos valorar en el deportista, utilizaremos unas u otras pruebas, unas a realizar en “salas de esfuerzo” especialmente

---

diseñadas y dotadas de material y personal especializado, y otras realizadas en forma de pruebas de campo, menos sofisticadas (no todas), y algunas de ellas realizables directamente por los entrenadores físicos de los equipos, o personal no tan especializado como las primeras.

## 1- CRONOLOGÍA DE LA VALORACIÓN FUNCIONAL Y DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS

### 1.1 Las baterías de test (Test de campo)

El proceso de evaluación del rendimiento motor en general o bien de alguna de las partes que la integran tiene su origen en Egipto y Grecia, con valoración de condiciones fundamentalmente antropométricas. En el siglo XIX es cuando se empieza a aplicar con base científica, una serie de mediciones para valorar la habilidad o la eficacia del movimiento.

Un esquema cronológico del proceso histórico de las mediciones, podría quedar presentado con el siguiente orden:

1. Medidas antropométricas	1860-1890
2. Test de fuerza	1880-1910
3. Test cardio-vasculares	1900-1925
4. Test de habilidad atlética	1900-1930
5. Medidas sociales	1920 →
6. Test de habilidades deportivas	1920 →
7. Proceso de evaluación	1930 →
8. Test de conocimiento	1940 →
9. Test de condición	1940 →

Algunas de las mediciones intentaban definir una parte analítica del Rendimiento Motor del cuerpo. Otras, en cambio, buscaban definir un sólo valor de la capacidad o aptitud física general del sujeto. Ejemplos de los expuestos en último lugar son las valoraciones de aptitud física de **Lían, Martinet, Ruffier - Dykson, Brouha**, etc. quiénes, a través del comportamiento cardíaco, definían la aptitud física del sujeto.

A partir de la Segunda Guerra Mundial se toma la importancia específica de la valoración de cada uno de los niveles de la pirámide del Rendimiento Motor. **Cureton** con su obra "Physical Fitness Workbook" es uno de los pioneros en el estudio específico de la Condición Física, aplicado a sujetos pertenecientes a la Armada de los

---

Estados Unidos y, posteriormente, a los niños y adultos (Cureton, 1944); Aportando una serie de ejercicios o ítem que forman parte de la batería de evaluación de la Condición Física (esta condición física engloba las cualidades pertenecientes al nivel de Condición Motriz).

Los estudiosos del tema empezaron a practicar diferentes ejercicios para la medición particular de cada una de las cualidades, dando origen a **diferentes baterías de tests** que, en particular, intentaban definir de forma comparativa la situación del sujeto con respecto al grupo.

En 1958, la Asociación Americana para la Salud, la Educación Física y la Recreación (A.A.H.P.E.R.), intenta unificar criterios de valoración y hacer extensiva una batería en la que cada ejercicio o ítem se establece una escala de percentiles, para la valoración específica de cada cualidad en función de la edad (**A.A.H.P.E.R., 1965; 1958**).

Esta batería tiene por objeto la evaluación de los factores o cualidades siguientes:

- Fuerza de la musculatura de la extremidad superior (tracción de brazos).
- Resistencia muscular abdominal (abdominales con las piernas flexionadas).
- Agilidad (carrera de ida y vuelta sobre un trazado de 10 yardas).
- Potencia de la extremidad inferior (salto horizontal a pies juntos).
- Velocidad de desplazamiento (50 yardas).
- Resistencia cardio-vascular (600 yardas, 9 minutos de carrera o 12 minutos de carrera).

En Canadá (1969), la Asociación Canadiense para la Salud, la Educación Física y la Recreación (C.A.H.P.E.R.) propuso una batería análoga con algunas variaciones con respecto a la anterior. Los ítems que la componen son los siguientes (**C.A.H.P.E.R. 1966**).

- Flexión mantenida de brazos.
- Carrera de agilidad.
- Flexión del tronco de 1 minuto.
- Salto horizontal a pies juntos.
- 50 m. de velocidad.
- 800 m., 1600 m., 2400 m.

Otras baterías de condición física difundidas son:

International committee for **Standardization of Physical Fitness Tests (ICSPFT, 1974)**.

---

**Fleischmann Physical Fitness Test (Fleischmann, 1964)**

Leuven Growth Study (Ostyn y otros, 1980; Hebbelinck y otros, 1980; Beunen y otros, 1983; Hebbelinck y Borms, 1969, 1973).

**Test de Condition Moper (Kemper, 1981).****Test de Condition motrice pour les écoles finlandaises (Telama, Nuppanen y Holopainen, 1983)**

La lista no es extensa ni abundante, pero basta para dar una idea de la multiplicidad de baterías y criterios existentes. La creación en 1977, en el seno del consejo de Europa, de un comité de expertos para el desarrollo del deporte (CDDS) sirvió para encaminarse hacia la unificación, camino que ha quedado plasmado en la batería “Eurofit” (**EUROFIT, 1983**).

La medición es el primer paso para tomar decisiones. El siguiente debe ser la evaluación, usar las medidas en orden para adoptar decisiones. Para poder tomar medidas de Condición Física se precisan instrumentos que arrojen datos precisos y consistentes. La falta de instrumentos válidos y fiables es uno de los retos que tiene la educación física y el entrenamiento deportivo.

“Evaluar es el proceso de conferir significado a las mediciones juzgándolas con referencia a criterios o a normas estandarizadas” (Baumgartner y Jakson, 1975; Kemper, 1981; citado por Prat, et al 1988).

**1.1.2 Ventajas de la batería de test**

Pueden ser muchas las ventajas por las cuales se efectúan los tests, pero los principales se pueden traducir desde dos ángulos:

*Ventajas para el deportista*

Desde el punto de vista del deportista la batería de test constituye un importante factor de motivación, puesto que cada individuo puede valorar su forma, en un momento determinado.

También es posible valorar los puntos fuertes y los débiles. Cada jugador se preocupa por el resultado de sus tests y siempre trata de superarse.

*Ventajas para el entrenador*

Desde el punto de vista del entrenador es preponderante ver la condición de sus pupilos para seleccionar mejor en el plano competitivo. Es el mejor medio de prueba de la buena planificación y eficacia de los entrenamientos.

---

---

La comparación de los resultados entre las diversas pruebas es siempre fuente reveladora de aciertos y de fallos. Sintetizando se puede asegurar que los tests sirven:

- Para valorar la forma deportiva del deportista.
- Para valorar la eficacia de la metodología del entrenamiento.
- Para modificar, si es necesario, los métodos de entrenamiento.
- Para determinar la eventualidad de acudir a un nuevo programa de entrenamiento.

### 1.1.3 Premisas de la batería de test

Desde el momento en que una batería de test físico, en el plano práctico, representa una prueba de esfuerzo, la que viene impuesta al alumno o deportista, parece oportuno dar algunas explicaciones acerca de la terminología que se vaya imponiendo en el camino.

Intensidad del esfuerzo:

- **Máxima:** (Cuando viene impuesto un esfuerzo de intensidad en continuo aumento, hasta la estabilización del consumo de oxígeno).
- **Sub máxima:** (Cuando es un esfuerzo menor y la intensidad de la carga aumenta, pero no hasta la estabilización del consumo de oxígeno).

Cargas del trabajo:

En cuanto se refiere a la carga de trabajo impuesta al deportista, se distingue:

- Pruebas de **carga constante**

Durante todo el tiempo de la prueba, el nivel de carga se mantiene constante. Si el test es ejecutado solamente una vez, se habla de prueba rectangular o carga constante “única”. Al contrario, se tratará de una prueba rectangular “múltiple”, cuando el test es repetido, con cargas que se aumentan poco a poco, hasta el límite de la posibilidad física del deportista.

El sujeto que logra tolerar el esfuerzo impuesto, llega al estado del equilibrio (steady state), caracterizado por la capacidad de mantener constante en el tiempo los parámetros que se registran: frecuencia cardíaca, presión arterial y otros.

- Pruebas de **carga incremental**

El deportista es sometido a una carga gradualmente ascendente en el ámbito de la misma prueba. Obviamente, el sujeto comportará una adaptación cardiovascular poco a poco, de modo creciente, hasta que se adapte completamente.

Con este tipo de pruebas se evidencia la máxima potencia aeróbica del sujeto. Es el protocolo utilizado con mayor frecuencia, cuando se efectúan pruebas de esfuerzo.

- Pruebas de **carga creciente con estabilizaciones**
-

La carga de trabajo aumenta progresivamente, manteniéndose por un período de 5 minutos, con el fin de poder obtener una fase de estabilización.

Una variante de las pruebas de carga creciente con estabilizaciones, está constituida por los intervalos de descanso, en la que el esfuerzo es incrementado progresivamente cada 5 minutos, pero con intervalos de descanso de 5 minutos, al final de cada carga de trabajo.

#### **1.1.4. Parámetros de control**

Se definen como parámetros algunos valores, donde el funcionamiento debe ser estrictamente controlado, durante la ejecución de un test físico.

Los parámetros de control principales son: la presión arterial, el doble producto (gasto de oxígeno durante la prueba de esfuerzo), y la frecuencia cardiaca.

### **1.2 La Prueba de esfuerzo**

En la actualidad la realización de una prueba de esfuerzo (y hay diferentes variantes) puede aportarnos los siguientes datos:

-Cardiológicos: Frecuencia cardíaca máxima y de reserva.

Tensión arterial.

Oxígeno arterial.

-Mixtos: Consumo máximo de O<sub>2</sub>.

Pulso máximo de O<sub>2</sub>.

Umbral aeróbico.

-Respiratorios: Umbral anaeróbico.

Valores espirográficos (volúmenes y equivalentes ventilatorios).

Espacio muerto fisiológico y relación con el volumen corriente.

Oxígeno y anhídrido carbónico arteriales y teleespiratorio.

---

-Metabólicos: Equilibrio ácido-básico.

Se ha llegado a esta situación tras décadas de intensa investigación, con algunos errores, tras deshechar, por numerosas razones, algunas de ellas. Se ha marcado la pauta investigadora desde las necesidades demandadas por : la medicina de seguros y previsión social que precisaba pruebas objetivas que valoraran el deterioro funcional de sus asegurados, y los riesgos inherentes, también por la medicina de empresa que precisaba seleccionar a los trabajadores respecto a sus cargas de trabajo, o adecuar las mismas a los individuos disponibles, evidentemente por la medicina deportiva, materia que nos ocupa hoy, y por la medicina rehabilitadora.

El esquema que resume la evolución de las diferentes pruebas de esfuerzos más refinadas es el que sigue.

		PRUEBAS DE INTENSIDAD CRECIENTE		
TIPO DE ERGÓMETRO	Pruebas de intensidad constante	Discontinua	Continúa	
		Variable	Crecimiento lento	Crecimiento rápido
ESCALONES	MASTER (1967) SIMONSON (1966)	SHEFFIELD (1965) WINDHAM (1966)	SHEPARD (1967) NAGLE (1965)	
TAPIZ RODANTE	CURETON(1947) ROBINSON(1938) SIMONSON(1966)	ASTRAND (1960) MITCHELL (1958) TAYLOR (1955)	BALKE (1959) KATTUS (1967)	BRUCE (1963) WYNDHAM (1966)
CICLOERGÓMETRO BIPEDESTACIÓN	TONVALL (1963)	ALLARD 1960 ASTRAND P.O. (1952) HELLERSTEIN (1952) WYNDHAM (1960)	BINKHORST (1963)	ASTRAND (1965) DENOLIN (1967) SIOSTRAD (1947)
CICLOERGÓMETRO SEDESTACIÓN	FRICK (1967)	HOLMGRE (1960)		WESTURA (1966)

Tomado de COLLOQUE d'AMBARES

Posteriormente se fueron especializando en dos grandes grupos:

Las utilizadas de forma preferente en valoración deportiva:

- Harvard step test (y variantes)
- Run-walk de 600 yards

- Test de 12 minutos
- Protocolo Escandinavo
- Protocolo Triangular
- Test de Wingate

Y las utilizadas como pruebas de valoración de esfuerzo coronario, valoración cardiológico:

- Test de Bruce y variantes
- Test de Naughton
- Test de Astrand
- Test de Balke
- Test de Ellestad
- Test de Harbor

### **1.2.1 Tipos de Ergómetros**

Desde que en 1883 Speck desarrollara el ergómetro de manivela, que se completaba con un freno mecánico regulado por un tornillo sobre el eje de la manivela, la evolución ha sido constante, superando poco a poco los sistemas de calibración (primer obstáculo importante). En 1953 La firma Monark lanzó al mercado un cicloergómetro, con los criterios de Astrand, que todavía hoy sigue en uso y con mejoras y accesorios.

También desde 1907 ha corrido, paralelo al desarrollo de los ergómetros de freno mecánico, otro gran grupo con freno eléctrico, o electromagnéticos, por estar dotados de dinamo, siendo en 1954 cuando Holmgren y Mattsson construyen el primer cicloergómetro con freno electrodinámico que mantiene la carga de trabajo independientemente de la frecuencia de pedaleo.

A fecha de hoy existen ergómetros que permiten trabajo con revoluciones de pedaleo dependientes o independientes de la carga, multifuncionales, con posibilidad de ergometría de miembros superiores o inferiores, en sedestación o en decúbito o en bipedestación.

Los cicloergómetros han tenido un gran desarrollo y utilización en Europa, y últimamente complementados por los ergómetros de tapiz rodante (treadmill), con variantes que han llegado a ofertar velocidades de hasta 40km/h y pendientes negativas. Por el contrario el continente americano, concretamente USA, ha preferido o ha desarrollado con más predicamento las baterías de pruebas (que ya hemos descrito en puntos anteriores) y la prueba de Master, del escalón, que se popularizó cuando se

---

---

utilizó para la selección de soldados en la 2ª Guerra Mundial y que todavía hoy se utiliza, concretamente en España en la selección de Bomberos Forestales y otros servicios públicos del área de la Protección Civil.

### 1.2.2 Unidades de medida en la egometría

#### Prueba del Escalón:

Trabajo positivo en subida y negativo en bajada, el negativo supone un tercio del de subida. Se aplica la siguiente fórmula:

$$P = 1.33 \times M \times h \times n$$

Donde **P** es la potencia en Kg/min, **M** es el peso del sujeto en Kg, **h** es la altura del escalón y **n** el número de subidas y bajadas.

#### Cicloergómetro:

En este caso la variable del peso se obvia, puesto que el individuo reposa su peso sobre el sillín del cicloergómetro, incluso si es uno de decúbito reposa de forma completa.

$$P = R \times k \times RPM$$

**R** es la fuerza sobre el pedal que nos la da la resistencia que hayamos seleccionado en Kp, y **RPM** son las revoluciones por minuto, **k** es la distancia teórica recorrida por cada pedaleo (6m para la Monark).

En el caso de cicloergómetros con freno electromagnético, el ajuste de la carga es automático, la frecuencia de pedaleo se relaciona con la carga, y la potencia se mantiene constante en la seleccionada.

#### Cinta sin fin (treadmill)

Aquí hay que tomar en consideración la velocidad de la cinta, teniendo en cuenta su longitud y el número de revoluciones por minuto. A esto hay que añadirle el trabajo adicional que se genera al inclinar el tapíz hasta la pendiente seleccionada en cada caso.

$$P = M \times L \times RPM \times \%$$

Siendo **P** es la potencia en Kg/min, **M** es el peso del sujeto en Kg, **L** la longitud del treadmill, **RPM** los giros del tapíz, y **%** la carga adicional por la pendiente.

---

## 2- PARÁMETROS ERGOMÉTRICOS A DETERMINAR CON UNA PRUEBA DE ESFUERZO.

### 2.1 Umbral Anaeróbico

Wasserman y McIlroy en 1964 lo definen como “la tasa de trabajo o  $VO_2$  a partir de la cual se instaura una acidosis metabólica y ocurren cambios asociados en el intercambio gaseoso”.

Posteriormente en 1967 Wasserman lo redefine como “la intensidad de ejercicio o de trabajo físico a partir del cual comienza a aumentar de una forma progresiva la concentración de lactato en sangre, a la vez que la ventilación se intensifica también de una manera desproporcionada con respecto al oxígeno consumido”.

El punto en el que la concentración de lactato comienza a elevarse por encima de los valores de reposo se ha definido como **umbral láctico**, y el punto en el que la ventilación se intensifica de forma desproporcionada respecto al  $O_2$  consumido se ha definido como el **umbral ventilatorio**.

La terminología respecto a los diferentes umbrales ha ido aumentando continuamente generándose casi un exceso de terminología.

---

**Nomenclatura en referencia a umbral anaeróbico y sus diferentes autores:**

2 mmol / l	2 – 4 mmol / l	4mmol / l	Autor
Punto de óptima eficiencia respiratoria			Hollmann, 1959
Umbral anaeróbico			Wasserman 1964
Umbral aeróbico	Zona transición aeróbico-anaeróbica	Umbral anaeróbico	Skinner-McLellan, 1980
OPLA			
Umbral ventilatorio 1		Umbral ventilatorio 2	Farrell, 1979
Transición			Orr, 1982
Aeróbico-anaeróbica			Pessenhofer, 1981
		Umbral aero-anaeróbico	Mader, 1976
		IAT	Keul, 1979
		OBLA	Sjödin y Jacobs, 1981
		U.aeróbico individual	Stegmann, 1981
Umbral aeróbico		U.anaeróbico individual	Kindermann, 1979
Nivel metabólico crítico			Owels, 1930
Máximo estado estable			Londeree, 1975

Las determinaciones **no invasivas del Umbral Anaeróbico** pueden ser las siguientes:

Método de equivalentes ventilatorios:

Para conseguir los datos de ventilación durante la prueba de esfuerzo necesitamos un cicloergómetro o un treadmill, pero además un ergoespirómetro de los denominados (breath by breath) ya que hay que estar determinando variables ventilatorias en cada respiración.

o Método de V-Slope:

También precisa el ergoespirómetro en combinación con el ergómetro.

o Método de Conconi:

Más sencillo puesto que relaciona la Frecuencia cardíaca y la velocidad de carrera.

o Método de Frecuencia respiratoria:

También sencillo y muy aplicable, puesto que sólo necesitamos medir la frecuencia respiratoria y no analizar los gases de ventilación.

- Otros métodos: electromiográfico, de saliva o de Resonancia Magnética nuclear están mucho menos extendidos y con poca fiabilidad y reproductibilidad por el momento.

Las determinaciones **invasivas** incluyen la toma de muestra de sangre durante la realización de la prueba para analizar el contenido láctico. Es relativamente sencillo, puesto que la muestra es del orden de 5 a 25 microlitros, y al utilizarse sangre capilar se puede extraer de lóbulo de oreja o de pulpejo de dedo.

La determinación del umbral anaeróbico, por método invasivo o no, y su relación con el VO<sub>2</sub> max del deportista van a ser los parámetros que mejor nos evaluarán las adaptaciones que conseguimos con el entrenamiento. La correlación de estos dos parámetros con las frecuencias cardíacas de los deportistas serán el punto de control de las cargas de entrenamiento (si conseguimos dilucidar la frecuencia cardíaca a la que un deportista encuentra el umbral anaeróbico, será determinante para establecer los parámetros de cargas físicas relacionadas a la frecuencia cardíaca, y por ende a su umbral y a su VO<sub>2</sub> max), y en su caso la forma de corregir defectos en el entrenamiento.

La gran ventaja de la determinación del umbral anaeróbico, por un método u otro, es su reproductibilidad y sus correlaciones con datos fácilmente manejables por el deportista y su preparador físico, en concreto con la frecuencia cardíaca.

---



**BIBLIOGRAFÍA**

. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription (4.<sup>a</sup> ed.). Filadelfia: Lea &Febiger, 1991.

Apor P. : Eurofit--program of the Committee of the European Council for the Advancement of Athletics. Orv Hetil. 1992 Mar 29;133(13):817.

Astrand, P.O. y Rodahl, K. (1980) "Fisiología del trabajo físico" Ed. Panamericana, Buenos Aires.

Astrand, P.O.; Rodahl, K.: Testbook of work Physiology. New York, mcGraw-Hill Book Comp. 1986

Baquet G, Berthoin S, Gerbeaux M, Van Praagh E.: High-intensity aerobic training during a 10 week one-hour physical education cycle: effects on physical fitness of adolescents aged 11 to 16. Int J Sports Med. 2001 May;22(4):295-300.

Barbany Cairó, J.R. (1986) "Elementos de fisiología aplicada al ejercicio" Ed. I.N.E.F.C. Barcelona.

Barbany Cairó, J.R. (1986) "Fisiología del esfuerzo" Ed. I.N.E.F.C. Barcelona.

Barbany Cairó, J.R. (1990) "Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento" Ed. Barcanova. Barcelona.

Blanco, Antonio "Química Biológica", 6<sup>o</sup> edición. Editorial El Ateneo.

Bonetti A, Tirelli F, Arsenio L, Cioni F, Strata A, Zuliani U. :Lipoprotein(a) and exercise. J Sports Med Phys Fitness. 1995 Jun;35(2):131-5.

Boskis, B. y cols: Manual de ergometría y rehabilitación en cardiología. Córdoba (Argentina) Ed. Científico-Técnica Americana,1974

Bouchard C, Shepard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPherson BD, eds. Exercise, fitness, and health. Champaign. Human Kinetics Books, 1990.

Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, editores. Physical activity, fitness, and health. Consensus statement. Champaign. Human Kinetics Books, 1993.

Bowers, R. W. y Fox, E.L. (1995) "Fisiología del deporte" Ed. Médica Panamericana, Madrid.

Carey D.: Assessment of the Accuracy of the Conconi Test in Determining Gas Analysis Anaerobic Threshold. J Strength Cond Res. 2002 Nov;16(4):641-644.

Chelly SM, Denis C.: Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. Med Sci Sports Exerc. 2001 Feb;33(2):326-33.

---

---

Despopoulos y Silbernagl (1994) "Texto y atlas de fisiología" Ed. Mosby-Doyma. Barcelona.

Di Bello V, Talarico L, Di Muro C, Santoro G, cols.:Evaluation of maximal left ventricular performance in elite bicyclists. *Int J Sports Med.* 1995 Nov;16(8):498-506.

Duma E, Orbai P, Derevenco P.: Blood levels of some electrolytes and hormones during exercise in athletes. *Rom J Physiol.* 1998 Jan-Jun;35(1-2):55-60.

Fox, E.L. (1988) "Fisiología del deporte" Ed. Panamericana. Buenos Aires.

Friedl W, Mair J, Thomas S, Pichler M, Puschendorf B: Relationship between natriuretic peptides and hemodynamics in patients with heart failure at rest and after ergometric exercise. *Clin Chim Acta.* 1999 Mar;281(1-2):121-6.

González Gallego, J. (coordinador) (1992) "Fisiología de la actividad física y del deporte" Ed. Interamericana-McGraw-Hill. Madrid.

Guyton, Arthur, " Tratado de Fisiología Médica", 9º edición. Editorial McGRAW-HILL.

Hernández Corvo, R. "Morfología funcional deportiva". Ed. Paidotribo. Barcelona, 1989.

Huonker M, Schmidt-Trucksass A, Sorichter S, Irmer M, and cols.:Highland mountain hiking and coronary artery disease: exercise tolerance and effects on left ventricular function. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 Dec;29(12):1554-60.

Jokl, E. (1973) "Fisiología del ejercicio". Ed. I.N.E.F. Madrid.

Kindermann W, Janzen I, Urhausen A, Schieffer HJ.: Heart enlargement in an athlete--a diagnostic challenge. *Z Kardiol.* 1998 Feb;87(2):105-10.

Kreider R. 1998. Suplementación con creatina: Análisis del valor ergogénico, seguridad en el aspecto médico y cuestionamientos. Resúmenes del VI Simposio Internacional de Actualización en Ciencias Aplicadas al Deporte, pp 29-47.

Labanti G, Di Pasquale G, Carini G, and cols.: Prognostic significance of normal exertion myocardial scintigraphy in asymptomatic subjects with abnormal ergometric test. *G Ital Cardiol.* 1996 Jan;26(1):21-9.

Lacoste, C. y Richard, D. (1995) "El ejercicio muscular: adaptación fisiológica del organismo al esfuerzo" Ed. Paidotribo. Barcelona.

Lamb, D. R. (1985) "Fisiología del ejercicio : respuestas y adaptaciones" Ed. Pila Teleña, Madrid.

Langley, L. (1987) "Elementos de fisiología" Ed. Acribia. Zaragoza.

Linossier MT, Dormois D, Geysant A, Denis C.: Performance and fibre characteristics of human skeletal muscle during short sprint training and detraining on a cycle ergometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;75(6):491-8.

---

---

López Chicharro, J. y Mulas, A.L. (1996) "Fundamentos de fisiología del ejercicio" Ediciones Pedagógicas, Madrid.

López Chicharro, J. y Fernández Vaquero, A. (1995) "Fisiología del ejercicio" Ed. Panamericana. Madrid.

López Chicharro, J. y Legido Arce, J.C. (1991) "Umbral anaerobio: bases fisiológicas y aplicaciones". Ed. Panamericana. Madrid.

MacArdle, W. D. (1990) "Fisiología del ejercicio: energía, nutrición y rendimiento humano" Ed. Paidotribo. Barcelona.

MacDougall, J.D.; Wenger, H.A. y Green, H.J. (1995) "Evaluación fisiológica del deportista" Ed. Paidotribo. Barcelona.

Marcos Becerro, J.F. (1994) "Ejercicio, forma física y salud" Ed. Eurobook, Madrid.

Marrodan Serrano MD, Callejo Gea ML, Moreno-Heras E, Gonzalez-Montero de Espinosa M, Mesa Santurino MS, Gordon Ramos PM, Fernandez Garcia F.: Nutritional anthropometry and physical performance in urban adolescents of Madrid. *An Esp Pediatr.* 1999 Jul;51(1):9-15.

Martín Pastor, Á. (1995) "El ejercicio físico como estrategia de salud" Ed. Consejería de Sanidad y Bienestar Social, Valladolid.

Mazza J. C. 1998. Revisión de aspectos fisiológicos y metodología de preparación física en el fútbol. Resúmenes del VI Simposio Internacional de Actualización en Ciencias Aplicadas al Deporte, pp 375-383.

Meeking DR, Wallace JD, Cuneo RC, Forsling M, Russell-Jones DL.: Exercise-induced GH secretion is enhanced by the oral ingestion of melatonin in healthy adult male subjects. *Eur J Endocrinol.* 1999 Jul;141(1):22-6.

Menshikov, Volkov, "Bioquímica de la Actividad Física". Vneshtorgizdat Moscu.

Mishchenko, V. S. y Monogarov, V.D. (1995) "Fisiología del deportista" Ed. Paidotribo. Barcelona.

Moya-Albiol L, Salvador A, Costa R, Martinez-Sanchis S, Gonzalez-Bono E,

Nieman DC. The sports medicine fitness course. Palo Alto. Bull Publishing Co., 1986.

Oliveira Filho JA, Silva AC, Lira Filho E, and cols.: Athlete's heart in elite disabled athletes. *Arq Bras Cardiol.* 1997 Dec;69(6):385-8.

Pollock ML, Wilmore JH. Exercise in health and disease: Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation (2.<sup>a</sup> ed.). Filadelfia: WB Saunders Co., 1990.

---

---

Ricarte J, Arnedo M.: Psychophysiological responses to the Stroop Task after a maximal cycle ergometry in elite sportsmen and physically active subjects. *Int J Psychophysiol.* 2001 Feb;40(1):47-59.

Serra Majem LI, de Cambra S, Saltó E, Roura E, Rodríguez FA, Vallbona C, Salleras L. Consejo y prescripción de ejercicio físico. *Med Clin (Barc)* 1994;

Sgouraki E, Tsopanakis A, Tsopanakis C: Acute exercise: response of HDL-C, LDL-C lipoproteins and HDL-C subfractions levels in selected sport disciplines. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001 Sep;41(3):386-91.

Sonkin V, Kozlovskaya I, Bourchick M, Zaitseva V.: Working ability ergometric testing of Russian cosmonauts during long-term flights. *J Gravit Physiol.* 1997 Jul;4(2):P119-20.

Timoshenkov VV.: An improved method for determining human general physical work capacity during bicycle ergometric testing. *Aviakosm Ekolog Med.* 1996;30(3):46-50.

Urhausen A, Gabriel HH, Weiler B, Kindermann W.: Ergometric and psychological findings during overtraining: a long-term follow-up study in endurance athletes. *Int J Sports Med.* 1998 Feb;19(2):114-20.

Urhausen A, Kindermann W.: Diagnosis of overtraining: what tools do we have?. *Sports Med.* 2002;32(2):95-102.

Urhausen A, Kindermann W.: Sports-specific adaptations and differentiation of the athlete's heart.. *Sports Med.* 1999 Oct;28(4):237-44. Review.

Whitten., Gayley, Davies, "Química General", 3º edición. Editorial McGRAW-HILL.

William, McArdle, F. Katch, V Katch " Fisiología del Ejercicio. Energía, Nutrición y Rendimiento Humano.". Editorial Alianza. S.A.

Wilmore, Costill, "Fisiología del Esfuerzo y del Deporte". Editorial Paidotribo.

---

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

#### CAPITULO I – CONCEPTOS GENERALES

- 1.Repaso histórico**
- 2.Respuesta**
- 3.Adaptación**

#### CAPÍTULO II - EL METABOLISMO ENERGÉTICO

- 1.Fuentes de energía**
- 2. Movilización de los sustratos almacenados**
- 3.Adaptaciones metabólicas al ejercicio físico**
- 4.Otros sustratos**

#### CAPÍTULO III – LA FUNCIÓN CARDIORRESPIRATORIA Y EL EJERCICIO FÍSICO

- 1.Control cardiovascular durante el ejercicio**
- 2.Adaptaciones cardiovasculares al ejercicio**
- 3.El sistema respiratorio y el ejercicio**
- 4.Adaptación respiratoria al ejercicio**
- 5.Regulación de la ventilación durante el ejercicio**

#### CAPÍTULO IV – VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA

- 1.Cronología de la valoración funcional y descripción de pruebas**
- 2.Parámetros ergométricos a determinar con una prueba de esfuerzo**

### BIBLIOGRAFÍA

---