

La resistencia, como cualidad motora, y su nomenclatura

Jaume A. Mirallas Sariola

Septiembre de 2005

Introducción

El crecimiento de una disciplina científica siempre conlleva el desarrollo de un sistema de conceptos especializados, más o menos abstractos, y de una correspondiente terminología técnica. Esos términos y conceptos (derivados) se introducen por definición y en función de otros conceptos (primitivos), los cuales son ya entendidos. La definición es un método imprescindible de la formación de conceptos. Pero en ciencia los conceptos se eligen en vista a su funcionalidad en teorías fructíferas.

1 Resistencia

Concepto: la resistencia es mantener un esfuerzo.

Definición: la resistencia es la cualidad que permite aplazar o soportar la fatiga, permitiendo prolongar un trabajo orgánico sin disminución importante del rendimiento.

Temas relacionados

Capacidad

Energía total de que dispone un sistema energético. Se relaciona con el tiempo que podemos mantener una intensidad determinada de esfuerzo.

Eficiencia

Relación entre el trabajo efectuado y el necesario para conseguir un efecto. Economía del esfuerzo.

Potencia

Indica la mayor cantidad de energía por unidad de tiempo, que un sistema energético puede producir y que el deportista puede gastar.

Umbral anaeróbico

Momento en que el trabajo deja de ser predominantemente aeróbico para convertirse en predominantemente anaeróbico.

Consumo máximo de oxígeno (VO₂máx)

Cantidad máxima de oxígeno, que el organismo es capaz de consumir. Representa la máxima diferencia entre el oxígeno que entra en el organismo y el que sale.

1.1 Clasificación

Se pueden distinguir dos tipos de resistencia: muscular y cardiorrespiratoria.

A) Resistencia muscular

Es el mantenimiento de un número sucesivo de tensiones de grupos musculares para ejercer una fuerza muscular, que se realizan en un gran período de tiempo (Larson y Michelman, 1973).

a) Resistencia a la fuerza

Supone sobrellevar una carga durante un tiempo prolongado o levantar un peso muchas veces (repeticiones).

- *Adaptación anatómica*
- *Hipertrofia muscular*

RESISTENCIA A LA FUERZA	
Parámetros	Características
Duración	6-8 microciclos
Carga	40-80%
Nº ejercicios	3-6
Nº repeticiones por serie	12-18
Nº series por repetición	3-6
Pausa	30-90 segundos
Ritmo de ejecución	Medio a rápido
Frecuencia semanal	2-3 sesiones

b) Resistencia a la fuerza explosiva

RESISTENCIA A LA FUERZA EXPLOSIVA	
Parámetros	Características
Duración	5-6 microciclos
Carga	30-50%
Nº ejercicios	2-3
Nº repeticiones por serie	15-30
Nº series por repetición	2-4
Pausa	8-10 minutos
Ritmo de ejecución	Muy dinámico (sin pausas)
Frecuencia semanal	2-3 sesiones

B) Resistencia cardiorrespiratoria

Es la capacidad funcional de los aparatos circulatorio y respiratorio para ajustarse y recuperarse de los efectos de la contracción muscular (Rodríguez, 1995).

La resistencia cardiorrespiratoria puede manifestarse de dos formas diferentes: aeróbica y anaeróbica, dependiendo de la vía energética predominante, que requiera el ejercicio físico.

a) Aeróbica

Es un equilibrio en el abastecimiento de la energía entre el oxígeno que necesitan los grupos musculares en acción y lo que realmente les llega. No se produce deuda (necesidad o falta) de oxígeno, que se deba recuperar después de terminar el ejercicio físico. Al cesar el esfuerzo, el ritmo cardíaco (pulso) desciende a los niveles normales en un corto espacio de tiempo.

Temas relacionados

Eficiencia aeróbica o endurance (10-30')

Capacidad aeróbica (2-5')

Tiempo que se puede mantener un esfuerzo al nivel de consumo máximo de oxígeno.

Potencia aeróbica (2-3')

Tiempo mínimo para llegar al consumo máximo de oxígeno.

b) Anaeróbica

Las necesidades de oxígeno, que requieren los grupos musculares en acción, no son cubiertas plenamente. Esta situación produce una deuda (necesidad o falta) de oxígeno en el sistema cardiorrespiratorio, que se debe recuperar una vez terminado el ejercicio físico. Al cesar el esfuerzo, el ritmo cardíaco (pulso) tarda en volver a la normalidad, los grupos musculares continúan demandando oxígeno (deuda acumulada) para recuperarse.

Se distinguen dos tipos de resistencia anaeróbica.

- Resistencia anaeróbica aláctica o alactácida

Consiste en realizar un esfuerzo sin acumulación excesiva de lactato, que produzca fatiga. Utiliza reservas de ATP y fosfocreatina del músculo. Si el esfuerzo dura pocos segundos, 10 o menos, la sustancia de deshecho que se produce (el ácido láctico, entre otros), no llegará a condicionar el ejercicio físico. Estos tipos de resistencia nos permiten realizar esfuerzos de corta duración y alta intensidad.

- Resistencia anaeróbica láctica o lactácida

Consiste en realizar un esfuerzo con acumulación excesiva de lactato, que produce fatiga. Utiliza el ácido láctico proveniente de la degradación anaeróbica de la glucosa (glucógeno= lactato+ATP). La presencia de lactato en el músculo determinará la rápida presencia de fatiga. Si el esfuerzo dura más de 10 segundos, la acumulación del ácido láctico será la responsable de producir dicha fatiga.

Temas relacionados

Capacidad anaeróbica aláctica (velocidad 0-20")

Potencia anaeróbica aláctica (velocidad 0-10")

Capacidad anaeróbica láctica (resistencia a la velocidad 60-90")

Potencia anaeróbica láctica (resistencia a la velocidad 0-45")

Duración	Corta	Media	Larga I	Larga II	Larga III	Larga IV
<i>Tiempo</i>	35"-120"	2'-10'	10'-35'	35'-90'	90'-6h.	>6h.
<i>Intensidad</i>	Máxima	Máxima	Submáxima	Submáxima	Mediana	Ligera
<i>FC</i>	185-195	190-200	180	170	160	<140
<i>%VO₂máx</i>	100	100-95	95-90	90-80	80-60	60-50
<i>%Aeróbico</i>	20-35	40-60	60-80	90	95	99
<i>Lactato</i>	10-18	12-20	10-14	6-8	4-5	<3
<i>Vía energética</i>	Anaeróbica	Aeróbica/ anaeróbica	Aeróbica	Aeróbica	Aeróbica	Aeróbica
<i>Sustrato requerido</i>	Glucógeno, fosfatos	Glucógeno muscular	Glucógeno musc.+hepat.	Glucosa, grasas	Grasas	Grasas, proteínas

Fig. 5. Clasificación de la resistencia en función del tiempo de trabajo, intensidad y vía energética (adaptado de Zintl, 1991)

Según F. Navarro (1998) la duración de cada manifestación de la resistencia es aproximadamente el siguiente:

Potencia anaeróbica aláctica	0 a 10''	Punto máximo de degradación de la fosfocreatina.
Capacidad anaeróbica aláctica	0 a 20''	Duración máxima del sistema aláctico manteniendo a niveles muy altos pero no máximos
Potencia anaeróbica láctica	0 a 45''	Máximo ritmo de producción de lactato
Capacidad anaeróbica láctica	60 a 90''	Duración máxima del sistema láctico manteniendo a niveles muy altos pero no máximos
Potencia aeróbica	2' a 3'	Duración mínima para conseguir el VO2 max
Capacidad aeróbica	2' a 5'	Mantenimiento del VO2 máx. un cierto número de repeticiones.
Eficiencia aeróbica	10' a 30'	Mantenimiento de la velocidad a niveles inferiores del umbral anaeróbico.

La anterior clasificación viene dada por la vía energética usada al nivel fisiológico. Desde la perspectiva del entrenador y técnico del deporte se puede establecer la siguiente relación:

Potencia anaeróbica aláctica	Velocidad
Capacidad anaeróbica aláctica	
Potencia anaeróbica láctica	Resistencia a la velocidad
Capacidad anaeróbica láctica	
Potencia aeróbica	Resistencia mixta (aeróbico intenso)
Capacidad aeróbica	Resistencia de base (aeróbico ligero y medio)
Eficiencia aeróbica	

De todas formas, en cada deporte se puede elaborar una clasificación de la resistencia, según su carácter más específico, utilizando un planteamiento más didáctico que fisiológico. Existe otra clasificación de la resistencia, que se distingue entre *General* y *Específica*.

Resistencia General

Corresponde al entrenamiento de resistencia en la etapa general, donde los ejercicios físicos suponen un trabajo de base, especialmente de la resistencia aeróbica, que permite prolongar un esfuerzo durante el mayor tiempo posible. Además, también está directamente relacionada con la salud y con el nivel de forma física general del individuo.

Resistencia Específica

Corresponde al entrenamiento de resistencia en la etapa específica, donde los ejercicios físicos suponen un trabajo para un deporte concreto, especialmente de la resistencia anaeróbica aláctica, que permite mantener esfuerzos de gran intensidad y de corta duración.



Fig. 6. Esquema de los diferentes trabajos de fuerza y resistencia.

1.2 Control de la resistencia

Para valorar el nivel de resistencia es necesario utilizar un método de control, que se puede efectuar mediante el análisis de gases (O_2 y CO_2) o de lactato. No obstante, estos métodos requieren aparatos demasiado sofisticados. Es por ello que, generalmente, el control de la resistencia se realiza a través de la frecuencia cardiaca (FC). En primer lugar, hace falta establecer cuál es la frecuencia cardiaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$) y definir a qué porcentaje se debe entrenar. Para calcular la $FC_{m\acute{a}x}$ se realiza un test progresivo (ejemplos: course navette o test de Léger y Boucher). Estos tests también definen indirectamente, mediante fórmulas, el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$). No resulta demasiado adecuado definir la $FC_{m\acute{a}x}$ con la típica fórmula de $220 - \text{edad}$, aunque a menudo es utilizada de forma estandarizada para programar las rutinas de resistencia, especialmente en principiantes.

Existen también fórmulas, que relacionan la FC y el consumo de oxígeno. Wilmore y Costil exponen la fórmula de Karvonen (1957) para establecer la FC de entrenamiento, que utiliza el concepto de $FC_{m\acute{a}x}$ de reserva para determinar la FC de entrenamiento: $FC \text{ entrenamiento} = FC \text{ reposo} + \% \text{ entrenamiento} (FC_{m\acute{a}x} - FC_{\text{reposo}})$.

Ejemplo:

Un deportista de 32 años quiere entrenar realizando carrera continua. Si su FC de reposo es 72 p/min. ¿A qué FC deberá correr si desea entrenar al 70% de su FCmáx?

$$FC_{\text{máx}} = 220 - 32 = 188 \text{ p/min}$$

$$FC_{\text{reposo}} = 72 \text{ p/min}$$

$$W_{\text{int}} = 70\%$$

$$FC_{\text{actual}} = (W_{\text{int}} * (FC_{\text{máx}} - FC_{\text{reposo}})) + FC_{\text{reposo}}$$

$$X = (70\% * (188 - 72)) + 72 = 153 \text{ p/min}$$

$$W_{\text{int}} (\%) = \frac{(FC_{\text{actual}} - FC_{\text{reposo}})}{(FC_{\text{máx}} - FC_{\text{reposo}})}$$

$$W_{\text{int}} (\%) = (153 - 72) / (188 - 72) = 70\%$$

Bibliografía

Álvarez Medina, J., Serrano, E. Giménez, L., Manonelles P. y Corona, P. La course navette como parámetro de control de la capacidad aeróbica de recuperación en el fútbol sala. *Revista de entrenamiento Deportivo RED*, 2001b, 4, 31-35.

American College of Sports Medicine and American College of Sports Medicine, *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000. Sixth edition, pp. 147-150. www.acsm.org

Cooper K. H. A mean of assessing maximal oxygen intake. *J Am Med Ass*, 1968, 203, 201-204.

Costill, D. L. *Inside Running: Basics of Sports Physiology*. Indianapolis, IN: Benchmark Press, Inc. 1986, 189 pp.

Karvonen J. and Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Med*, 1988, May;5(5):303-11..

Karvonen, M., Kentala, K. and O. Mustala, O. The effects of training heart rate: a longitudinal study. *Annales Medicinæ Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 1957, 35, 307-315.

Lambert M. I., Mbambo, Z.H. and St Clair Gibson, A. Heart rate during training and competition for long distance running. *Journal of Sports Science*, 1998, 16, 85-90.

Léger, L. A. and Gadoury, C. Validity of the 20m shuttle run test with 1 minute stages to predict VO₂max in adults. *Canadian Journal of Sport Science*, 1989, 14:1 21-26.

Léger, L. A. et al. The multistage 20 m shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 1988, 6:93-101.

Navarro, F. *Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la resistencia*. Madrid, 1998. Texto del módulo 2.2.1. del Master en Alto Rendimiento Deportivo. Comité Olímpico Español - Universidad Autónoma de Madrid.

Rodríguez, F. A. Prescripción del ejercicio para la salud (I). Resistencia cardiorespiratoria. *APUNTS de Educación Física y Deportes*, 1995, 39: 87-101.

Stickland, M. K.; Petersen, S. R and Bouffard, M. Prediction of maximal aerobic power from the 20-m multi-stage shuttle run test. *Can. J. Appl. Physiol.*, 2003, 28(2):272-282.

Wilmore, J. H. y Costil, D. L. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona. Paidotribo. 1998.

Zintl, F. *Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento*. Barcelona. Ediciones Martínez Roca, S. A. 1991.