

CAPACIDADES FÍSICAS: RESISTENCIA

Prof. Dra. Cristina Oleari

Introducción. Integración de capacidades

En la serie de artículos de este año (Kiné N° 136 al presente N° 140) se presentó el conjunto de propiedades y capacidades fisiológicas y biomecánicas que se ponen en juego para la optimización del movimiento y la mejora del desempeño físico. Es así que se fueron desarrollando los temas de algunas de las diferentes cualidades que conforman la aptitud física (fuerza, elasticidad, velocidad, potencia) y que brindan la posibilidad de responder con eficacia, eficiencia y efectividad de movimiento a las demandas del medio. En este número se verá la resistencia muscular.

Es frecuente (en términos populares y compartiendo un consenso socio-cultural) la búsqueda constante de mantenimiento, acrecentamiento y/o perfeccionamiento de la condición física en la población, relacionada al estado saludable del cuerpo. Es por esto que, ya explicados en números anteriores los conceptos de las capacidades físicas, no se puede dejar de mencionar, a modo de integración, los principios fundamentales que deberían regir cualquier programa de mejora de la condición física o acondicionamiento básico (para una persona sana, sin patología previa ni agregada) en términos de mejoría del rendimiento, según las máximas posibilidades individuales. Estos son: - el desarrollo sistemático y adecuado a la edad de la ejercitación y el entrenamiento; - el desarrollo multifacético de las capacidades fisiológicas y biomecánicas integradas con las perceptivo- motoras (coordinación, destreza, habilidad, equilibrio, etc); - los incrementos deben responder a la planificación de los esfuerzos de manera progresiva y sistemática adecuándolos a los componentes psíquicos, motivacionales, etc.



¿Qué es Resistencia? Aclarando y definiendo términos

Cuando se menciona esta cualidad, se pueden definir 3 tipos: resistencia aeróbica, resistencia anaeróbica (estas dos relacionadas con el sistema cardiorrespiratorio) y resistencia muscular localizada. A veces, las diferentes traducciones generan confusión (por ejemplo, es frecuente relacionar el término "endurance" con resistencia aeróbica).

La **resistencia** es la cualidad que permite mantener durante el mayor tiempo posible un esfuerzo. También es la capacidad del organismo de resistir un trabajo de escasa

intensidad en equilibrio con el consumo y deuda de O<sub>2</sub>, es esta la que se diferencia entre aeróbica y anaeróbica.

En general, el entrenamiento se puede lograr con el aumento progresivo de la duración (cantidad de trabajo como el aumento de las repeticiones, de las distancias de los recorridos, de la fuerza y de la velocidad) La resistencia se trabaja mediante esfuerzos de baja intensidad, durante un lapso de tiempo prolongado. Pero, si se aumenta la intensidad (mediante el incremento de fuerza y/o velocidad) se entra en deuda de O<sub>2</sub> y se relaciona con el concepto de resistencia anaeróbica. Se considera que un esfuerzo es de resistencia general aeróbica cuando el movimiento compromete a más de un sexto o un séptimo de la musculatura, la duración del mismo es mayor a 3' y la intensidad cardiorrespiratorio mayor al 50% de las posibilidades individuales basales, por lo que estos dos tipos de resistencia dependen del sistema cardiorrespiratorio.

En este artículo se va a encarar, culminando con la serie de capacidades relacionadas al músculo, la resistencia muscular (Hollmann)

La **resistencia muscular localizada** (involucra a menos de 1/6 ó 1/7 de la musculatura esquelética) se puede dividir en estática y dinámica:

- Se habla de resistencia **estática** a la capacidad de un grupo muscular para realizar un trabajo de sostén o mantener una posición corporal durante un tiempo prolongado. Esta es la que se pone en juego en el mantenimiento de las posturas de pie, sentada o sosteniendo algún segmento corporal o alguna herramienta u objeto y requiere de poca intensidad de activación muscular de tipo isométrico.

- Se entiende por resistencia **dinámica** como la capacidad de mantener la ejecución de una actividad por un tiempo prolongado, sin mermar la performance y con la posibilidad de recuperarse lo más rápido y eficientemente.

## RESISTENCIA MUSCULAR LOCALIZADA

Un factor muy importante involucrado en ella y que puede ser limitante es la irrigación muscular, que los tractos vasculares (arteriales y venosos) estén libres de compresiones y con sus calibres respetados. También, otros factores limitantes son la capacidad pulmonar, cardiovascular, la red capilar y la capacidad de tolerar y eliminar las concentraciones de productos de deshecho.

Por supuesto, todas las capacidades son dependientes del estado funcional y orgánico normal del corazón, pulmones, hígado y riñones.

Sin embargo, no se puede dejar de lado como factor primordial la motivación del sujeto al realizar una actividad sostenida. En algunos casos, la definición de resistencia se refiere a la capacidad tanto biológica como psíquica de oponerse a la fatiga.

## Resistencia de los tipos de fibras musculares

Mucho se ha descripto sobre los tipos de fibras musculares (se remite a cuadros de Kiné 136- 138) y es aquí otro punto importante que se desprende de las características del tipo de fibras: la resistencia a la fatiga.

La resistencia es mayor en las fibras lentas oxidativas (LO) o tipo I que en las rápida oxidativa glucolítica (ROG - IIA) y estas tienen mayor resistencia que las rápida glucolítica (RG- IIB) que presentan una capacidad oxidativa baja. (Lieber).

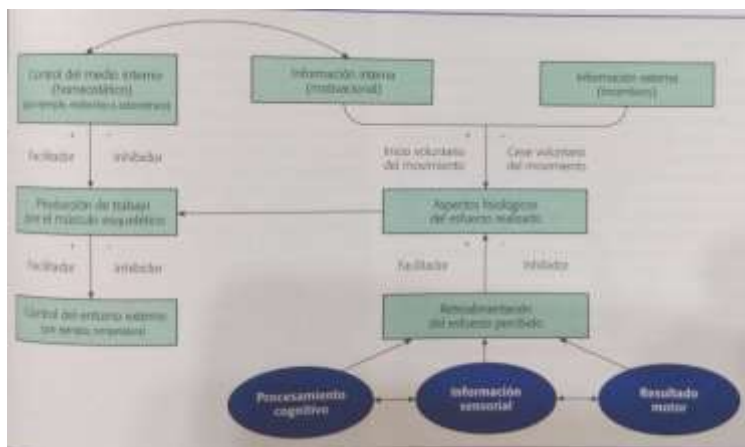
Los músculos con mayor % de fibras lentas (LO) son muy resistentes a la fatiga, mientras que aquellos con mayor % de fibras II, no van a poder soportar el esfuerzo por mucho tiempo. La resistencia depende del tipo de trabajo que realizar el músculo (o grupo muscular sinérgico), el % de carga y también la relación entre los tiempos de contracción y relajación muscular, pudiéndose producir fatiga muscular interrumpiendo algún punto del proceso activación- relajación.

Para entrenar este tipo de capacidad física se requiere un muy buen manejo de las cargas. Si la carga es baja no hay casi diferencia en la fatiga de los distintos tipos de fibras. Si es muy pesada, se fatiga las uniones neuromusculares y la unidad motora (UM) en aquellas fibras menos resistentes, por lo que para mantener el movimiento continuo y de alta intensidad se va a tener que ir activándose (y reclutando sucesivamente y/o alternativamente) diferentes fascículos (incluso con fibras tipo II, no preparados para sostener su activación en el tiempo) del mismo músculo y otros músculos sinergistas (que colaboran en el movimiento). Sin embargo, si la carga es de intensidades máximas para ese músculo (MCV o se requiere próximo al 100% de la fuerza máxima) no se van a poder alternar fascículos pues va a tener que trabajar todo el músculo en conjunto sin posibilidades de tener recuperación, entran en acción otros músculos de manera compensatoria.

### Fatiga muscular

En mayor o menor medida, todos tenemos conocimiento de la "sensación de fatiga muscular" posterior a un ejercicio prolongado. Sin embargo, la definición estricta de fatiga es compleja por la naturaleza del proceso que involucra a las contracciones voluntarias y que involucra componentes como el SNC, nervios periféricos, la unión neuromuscular y las fibras musculares. En cualquiera de estos sistemas puede aparecer fatiga. (Lieber 2002)

Para entender la fatiga, se debe considerar al movimiento voluntario como una variable controlada por varios sistemas fisiológicos y la regulación entre ellos da como resultado la producción de trabajo muscular esquelético. (Izquierdo 2008)



El índice de fatiga muscular se refiere a cuánto disminuye en el músculo la capacidad de generar fuerza (tensión) con la estimulación repetitiva. Este índice se relaciona con el proceso excitación-contracción-relajación y la frecuencia de estimulación de la unidad motora de manera tal que se genera alrededor de la mitad de la tensión máxima durante 1/3 de segundo, permitiendo al músculo relajarse 2/3 de segundo. De esta manera se pudieron identificar a través del índice de fatiga de los músculos y de las unidades motoras según su resistencia a la fatiga: si la unidad motora era muy fatigable, la tensión (fuerza generada) caía significativamente en relación a la tensión inicial; si la unidad motora no era fatigable, la tensión no caía o lo hacía ligeramente.

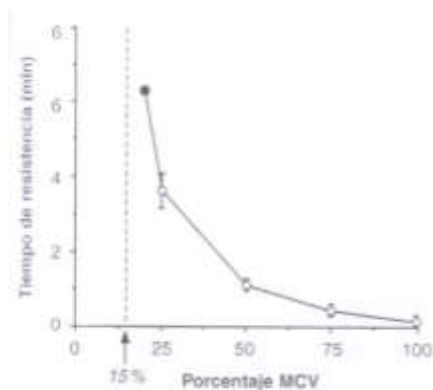
Se clasifican en:

- unidades muy fatigables, las que generaban menos del 25% de la tensión inicial tras 2' de activación repetitiva;

- unidades de fatiga intermedia aquellas que generaban una tensión entre 25% y 75% de la inicial, tras 2' de activación repetitiva
- unidades resistentes a la fatiga, aquellas que generaban más del 75% de la tensión inicial tras 2' de activación repetitiva.

### Relación tiempo de resistencia y fuerza

La resistencia a la fatiga se evidencia a niveles de contracción inferiores al 15% de MCV (máximo de contracción voluntaria) para ese individuo, de manera que podían mantener el nivel establecido indefinidamente (tiempo > a 45'). No obstante, si la fuerza se aumentaba, el tiempo de resistencia disminuía.



### Fuentes de energía y fatiga

Esto se explica por el agotamiento de la fuente de energía inmediata para la generación de la fuerza muscular que es el ATP, el sistema de regeneración del ATP ( $CK + ADP = ATP + \text{creatina}$ ) y cuanto mayor es el volumen de trabajo muscular mayor es la disminución de la CK (fosfato de creatina). Si el trabajo muscular continúa, se moviliza el glucógeno celular y la grasa para reponer las reservas de energía, dependiendo de la intensidad del ejercicio y del tipo de fibra muscular. También se encontró que, una vez agotado el glucógeno muscular, si los sujetos eran alimentados con una dieta rica en hidratos de carbono la cantidad de glucógenos re-almacenado en el músculo excedía la cantidad inicial, cosa que no ocurría con dietas ricas en grasas y proteínas.

### Conclusiones

Los mecanismos de la fatiga son complejos, con componentes periféricos en el mismo músculo, como centrales (SN, motivación, incentivo), dependen de factores relacionados con las características del ejercicio que se esté realizando (duración e intensidad, los grupos musculares implicados en las sinergias), las particularidades del sujeto que realiza el ejercicio (edad, sexo, condición física) o del ambiente (temperatura, humedad, altura).

Debido a la especificidad de los mecanismos responsables de la fatiga en función de la variabilidad de la tarea realizada, es que las diferentes investigaciones no pudieron identificar un único responsable de la fatiga.

Hay que considerar también que la fatiga puede ser considerada un mecanismo de protección de las células musculares de alteraciones metabólicas, iónicas, térmicas asociadas al ejercicio intenso y sostenido.

Tal vez lo más aproximado sea pensar que el entrenamiento físico podrá retrasar o reducir la fatiga, pero nunca prevenirla completamente. (Izquierdo 2008)