

ARCHIVO HISTÓRICO



El presente artículo corresponde a un archivo originalmente publicado en el **Boletín de la Escuela de Medicina**, actualmente incluido en el historial de **Ars Medica Revista de ciencias médicas**. El contenido del presente artículo, no necesariamente representa la actual línea editorial. Para mayor información visitar el siguiente

vínculo: <http://www.arsmedica.cl/index.php/MED/about/submissions#authorGuidelines>



El tipo, duración y nivel de intensidad de la actividad física que realiza una persona influyen tanto en la patología como en la respuesta al tratamiento de la obesidad. Considerando que se ha demostrado que el ejercicio físico es una herramienta terapéutica eficaz en el manejo integral de las personas obesas, es necesario precisar los fundamentos, la metodología y los objetivos de su aplicación

La capacidad de trabajo físico es la capacidad de un sujeto para realizar un trabajo con agrado y sin sensación de fatiga. No implica necesariamente la ejecución de un esfuerzo máximo, sino más bien el desempeño de un individuo en sus roles habituales laborales y de recreación. En los inicios de la humanidad, el hombre necesitó un gran poder físico para sobrevivir, el que se logró gracias al trabajo y lucha continuos, que dieron fuerza y habilidad a su cuerpo. De esta manera, sus características anátomo-fisiológicas se perfeccionaron para el movimiento y la acción, por lo que el aparato locomotor y sus órganos de servicio constituyeron la parte principal de su masa corporal total. En la actualidad, la disminución del tiempo libre, el exagerado reemplazo del esfuerzo físico humano por la tecnología, el aumento de agentes estresantes con la consecuente fatiga mental y física, etcétera, tienden a disminuir los requerimientos de gasto energético en los individuos. Estos factores, sumados al deterioro funcional propio del envejecimiento, disminuyen la capacidad de trabajo físico, con pérdida de la eficiencia mental y física, pudiendo predisponer a enfermedades cardiovasculares, respiratorias y artro-músculo-esqueléticas. También pueden causar trastornos psicológicos y metabólicos, ya que los estímulos insuficientes deterioran las funciones mientras que los supramáximos suelen ser iatrogénicos.

Entrenamiento físico

La capacidad de desempeño físico depende de factores hereditarios, somáticos, ambientales y psicológicos. El aumento del nivel de actividad, lograda a través del entrenamiento, puede modificar en forma significativa esta capacidad. El entrenamiento físico consiste en someter al organismo a una carga o tensión de trabajo de intensidad, duración y frecuencia suficientes para producir cambios adaptativos observables o medibles. Para lograr un entrenamiento es necesario exponer al organismo a una tensión mayor de la que efectúa normalmente. Por lo tanto, para lograr cambios biológicamente correctos resulta imprescindible calcular con precisión la intensidad del esfuerzo. La intensidad requerida aumenta a medida que mejora el desempeño en el curso del entrenamiento. Estos conceptos son de gran importancia, teniendo presente que estímulos submínimos no producen adaptaciones.

Principios generales del entrenamiento

Estrés fisiológico o sobrecarga.

Consiste en exponer a un sistema a una sobrecarga funcional. Las variables que se usan son frecuencia, intensidad y tipo de ejercicio.

Principio de especificidad.

Se refiere a que los cambios adaptativos específicos anátomo-fisiológicos y/o metabólicos, dependen del tipo de estrés empleado. Por ejemplo, aquellos ejercicios que mejoran la fuerza muscular poco o nada contribuyen a mejorar la resistencia a la fatiga.

Principio de individualidad.

Aun cuando muchos factores contribuyen a la variabilidad de la respuesta individual al entrenamiento, tiene considerable importancia el nivel inicial de acondicionamiento de la persona. La evaluación de todos los componentes de la capacidad de desempeño físico, por lo tanto, resulta imprescindible.

Principio de reversibilidad.

Cuando una función no se ejercita con estímulos mínimos adecuados, tiende a deteriorarse. Una o dos semanas de detención de un entrenamiento, bastan para sufrir deterioro en las funciones.

Objetivos del entrenamiento físico

A continuación revisaremos someramente los principales objetivos del entrenamiento físico.

Estimulación de los sistemas de producción de energía

Las actividades pueden ser clasificadas, dependiendo de la intensidad y duración del esfuerzo, en anaeróbicas, aeróbicas o mixtas. Los sistemas de producción de energía, a saber, adenosintrifosfato (ATP) - fosfocreatina (CP), ácido láctico y sistema aeróbico, operan generalmente en forma simultánea durante la actividad física. Sin embargo, su aporte al total de energía para un ejercicio depende básicamente de su duración e intensidad.

Sistema inmediato, ATP-CP.

La capacidad para realizar una actividad de hasta alrededor de 90 segundos de duración depende principalmente del metabolismo energético anaeróbico. Durante los primeros 6 segundos toda la energía proviene de la degradación de los fosfatos de alta energía, ATP - CP. De esta manera, para producir una sobrecarga de este sistema, el ejercicio intenso debiera durar entre 5 y 10 segundos. Para entrenar las actividades que requieren

principalmente de esta forma de energía, el ejercicio debe ser breve y de alta intensidad. El incremento y la mantención de la fuerza muscular en las pruebas de velocidad pura corresponden a este tipo de entrenamiento.

Sistema de tiempo corto, glicólisis.

Cuando la duración del esfuerzo se prolonga más allá de 10 segundos, la fuente de energía inmediata decrece, a la vez que se incrementa aquella proveniente de la glicólisis, con formación de ácido láctico. Con el sistema de entrenamiento a intervalos se puede elevar el umbral del lactato y producir un mejor acondicionamiento anaeróbico.

Sistema aeróbico o de tiempo largo.

Cuando un ejercicio de mediana a mayor intensidad se prolonga más de 3 a 4 minutos, los procesos para la resíntesis del ATP son principalmente aeróbicos. La capacidad para captar, transportar y utilizar O₂ en los tejidos condiciona la potencia aeróbica máxima de un individuo (VO₂max), la que depende principalmente de la ventilación pulmonar, el gasto cardíaco máximo (Q máx) y de la máxima diferencia arteriovenosa de oxígeno.

La participación porcentual de hidratos de carbono y lípidos en el metabolismo energético depende básicamente del tipo de trabajo muscular, de su duración, intensidad, del nivel de acondicionamiento físico inicial de la persona, los nutrientes almacenados (especialmente hidratos de carbono) y de la presencia de algunos estados patológicos que afectan la elección del combustible. Dado que la capacidad para utilizar los ácidos grasos como combustible depende directamente de la capacidad aeróbica máxima, para una misma carga de trabajo, cuanto mayor sea el nivel de acondicionamiento físico, mayor será la contribución porcentual de los lípidos al metabolismo energético.

El mejor estímulo del sistema aeróbico de producción de energía es el ejercicio de sobrecarga de los sistemas de transporte de oxígeno, ya sea realizado en trabajo físico continuo o intermitente, en niveles promedio del 70% de la frecuencia cardíaca máxima teórica, manteniendo este estado por lo menos durante 30 a 35 minutos cada vez.

Mejoría de la fuerza muscular

La fuerza muscular es uno de los principales componentes de la capacidad de trabajo físico. Depende básicamente de la cantidad de unidades motrices activadas y de la frecuencia de su contracción. La motivación del individuo, ejerce un importante rol en la mejoría de la fuerza muscular.

Los factores que determinan el desarrollo y la mantención de la masa y la fuerza muscular incluyen la herencia, los factores endocrinos, la función del sistema nervioso, factores ambientales, el estado nutricional, la actividad física y el entrenamiento, que puede ser:

- Entrenamiento de sobrecarga, con ejercicios de resistencia progresiva.
- Entrenamiento isométrico: máxima contracción, sostenida por 6 a 10 segundos.

- Entrenamiento isokinético: consiste en generar fuerza en un movimiento de velocidad preestablecida y constante. Permite al músculo desarrollar su máxima capacidad de generar fuerza a través de todo el rango de acortamiento.

Las principales adaptaciones fisiológicas producidas con entrenamiento de la fuerza muscular son:

- Hipertrofia, con un aumento de diámetro de la fibra muscular, especialmente de las de contracción rápida, por aumento de sus proteínas contráctiles, actina y miosina.
- Aumento de las enzimas creatinfosfoquinasa, miokinasa y fosfofructokinasa.
- Mejoría del metabolismo de los carbohidratos.
- Aumento de las reservas de los fosfatos de alta energía (ATP-CP).
- Aumento del glicógeno muscular.
- Aumento de la capacidad anaeróbica.
- Incremento de la resistencia de ligamentos y tendones.
- Aumento del contenido mineral del tejido óseo.

En general, se acepta que un entrenamiento con cargas entre el 60 y el 80 % de la máxima capacidad de un músculo, es suficiente para incrementar su fuerza.

Control del peso y composición corporal

Hay evidencias suficientes que demuestran que el ejercicio físico es una herramienta terapéutica indispensable en el manejo integral del sobrepeso y obesidad. El entrenamiento debe respetar el perfil muy especial del obeso, que incluye una pérdida importante de la capacidad de trabajo físico, especialmente en relación con la resistencia a la fatiga y el desempeño de esfuerzo aeróbico; una pérdida de la autoestima por la imagen corporal alterada, con inseguridad de participar en grupos heterogéneos y frecuente sensación de ser rechazado por el medio. Además suelen existir frecuentes experiencias adversas del ejercicio físico que le condicionan temor y desconfianza acerca de su práctica, bajo nivel de actividad espontánea. Por otra parte, es posible una alteración de la tasa metabólica de reposo, de la termogénesis inducida por los alimentos y de la temperatura corporal basal, alteración de los niveles celulares de adenosíntrifosfatasa, lipoproteína lipasa y del metabolismo activo del tejido adiposo.

Por su bajo nivel de capacidad física, la ejecución de gran parte de las actividades de un obeso suele exceder el 35 - 40 % de su máxima capacidad de trabajo, lo que fisiológicamente es difícil de mantener sin fatiga muscular. Esto condiciona un individuo progresivamente poco activo con un bajo gasto de calorías y con una pérdida progresiva de su capacidad física.

Otros objetivos

Aumento de la movilidad articular.

La movilidad de las articulaciones depende tanto de la integridad de sus estructuras propias como de las características de los músculos que la sirven, y del nivel de función que ejerzan regularmente.

Mejoría de la coordinación neuromuscular.

La interacción de los diferentes músculos que participan en un movimiento, o coordinación neuromuscular, permite la realización de un trabajo con el menor costo necesario.

Mejoría de la velocidad de conducción nerviosa.

La velocidad de conducción nerviosa, especialmente de nervios mielinizados, se manifiesta más evidente en movimientos voluntarios, los cuales se pueden perfeccionar mediante el aprendizaje de la técnica y el entrenamiento.

Objetivos específicos del entrenamiento en el obeso

Mejoría de la capacidad aeróbica.

El entrenamiento debe permitir realizar actividad física de mediana a gran intensidad (60 a 90 % de su frecuencia cardíaca máxima teórica), por períodos prolongados (35 a 60 minutos), con sobrecarga del sistema de transporte de oxígeno, con pequeña participación anaeróbica y sin sensación de fatiga. En estas condiciones, en los primeros 30 min el 50% de la energía proviene de los ácidos grasos, alcanzando a los 120 minutos el 80%.

La mejoría de esta condición puede transformar al paciente en un excelente quemador de calorías con el ejercicio. También puede producir un aumento de la termogénesis post-ejercicio y de la tasa metabólica de reposo. Asimismo puede aumentar la sensibilidad periférica a la insulina y mejorar la regulación del apetito.

Para lograr lo anterior se necesita que el obeso se entrene con una frecuencia de tres veces a la semana, con una duración de alrededor de sesenta minutos por cada sesión, manteniendo estable la carga de estímulos fisiológicos a lo menos 30-35 minutos, con ejercicio continuo o intermitente.

Caminar puede ser el ejercicio de elección. Por ejemplo, un individuo de 98 kg que camina a regular velocidad (2-3 km/h), gasta 7,8 cal/min, 470 kcal por hora, 14.400 kcal mensuales (equivalente a 1,8 kg de tejido graso). En teoría, en un año esto podría llevar a la pérdida de alrededor de 22,5 kg de tejido graso. Aunque esto no suele suceder en la realidad, muestra el potencial que tiene el ejercicio físico en la pérdida de peso.

La intensidad es el factor más crítico en lograr cambios adaptativos. Refleja, como se señaló anteriormente, tanto la cantidad de energía requerida como el sistema específico que provee la energía. La intensidad puede ser expresada como calorías gastadas por unidad de tiempo,

como porcentaje del máximo consumo de O₂, como un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima teórica o como un múltiplo de la tasa metabólica de reposo. El parámetro más usado en clínica es la frecuencia cardíaca, que tiene una relación bastante estrecha con el VO₂ máx. Por ejemplo, un 70% de FCM en ejercicio corresponde, más o menos, al 50-55% del VO₂ máx. En términos prácticos, corresponde al nivel de actividad en que una persona puede realizar un ejercicio y sostener una conversación a la vez.

Idealmente, la determinación de intensidad debe realizarse a través de una prueba de esfuerzo, con electrocardiograma y con medición directa de consumo de O₂, para establecer el umbral anaeróbico, aeróbico, ventilatorio o metabólico. Es útil practicar un electrocardiograma de esfuerzo a toda persona mayor de 35 años, aun cuando no presente otros factores de riesgo de enfermedad coronaria.

Aumento de la fuerza muscular.

El aumento de la fuerza muscular permite una menor pérdida de tejido muscular durante una dieta hipocalórica y la normalización de la composición corporal, con incremento de la masa libre de grasa, de la capacidad de trabajo físico y de la remodelación corporal.

Conclusiones

Cualesquiera sean los objetivos del entrenamiento, éste debe planificarse individualmente en relación con el nivel inicial de la capacidad de desempeño físico de la persona, duración y progresión en intensidad, el tipo de ejercicio, el estado del sistema artro-músculo-esquelético, las patologías agregadas, etcétera. Es preferible invertir tiempo al comienzo del entrenamiento en una cuidadosa evaluación, instrucción sobre los ejercicios y extremada cautela en la progresión de la intensidad, que exponerse a producir lesiones, fatigas por sobrecarga y posible pérdida de la motivación, con el consecuente abandono de la terapia.

Referencias escogidas

1. Astrand PO y Rodhal K. Fisiología del trabajo físico. Mc Graw Hill, Nueva York, 1986.
2. Rojas Villegas, F., Oyonarte M y Román O. Enfermedades del corazón y los vasos. Editorial Mediterráneo, Santiago, 1993.
3. Katch FJ y Mc Ardle WD. Introduction to nutrition, exercise and health, Cuarta edición. Lea & Febiger, Nueva York, 1992.