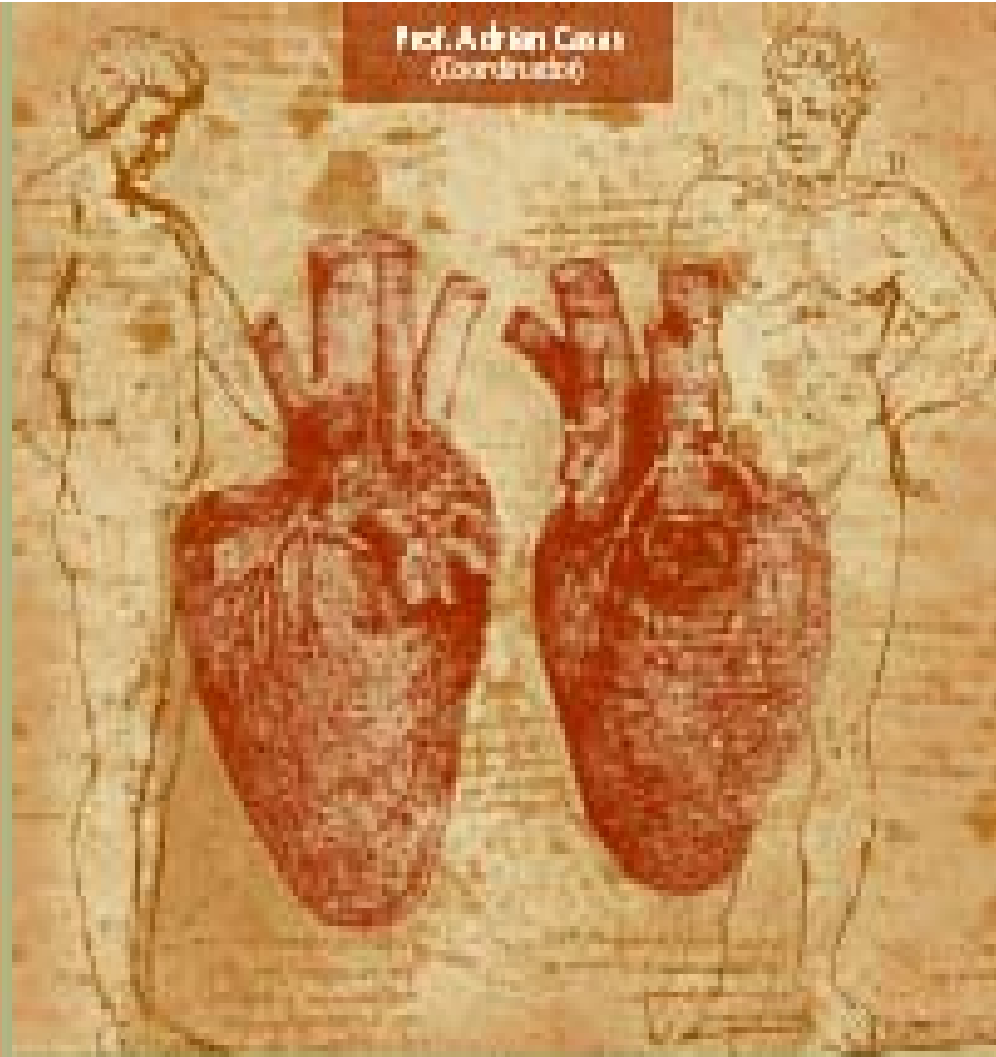
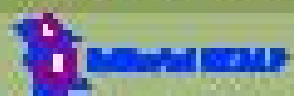


Prof. Adrián Casas
(coordinador)



Fundamentos científicos y metodológicos del ejercicio en la prevención e intervención sobre las enfermedades cardiovasculares



**“FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS Y METODOLÓGICOS DEL
EJERCICIO EN LA PREVENCIÓN E INTERVENCIÓN SOBRE LAS
ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES”.**

**Prof. Adrián Casas
(Coordinador)**

Capítulo IV.

La programación y el entrenamiento de la aptitud aeróbica para la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Adrián Casas.

Profesor en Educación Física, egresado de la Universidad Nacional de La Plata. (U.N.L.P)

Profesor Adjunto de la cátedra "Fisiología Aplicada a la Educación Física". (U.N.L.P)

Profesor de Post-Grado en la Universidad Católica de La Plata. (U.C.A.L.P)

Profesor de Grado y Post-Grado en la Universidad Favaloro.

Profesor invitado en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad Europea de Madrid (U.E.M), España.

acasas@huma.fahce.unlp.edu.ar

1. Introducción.

La mayor causa de mortalidad en las sociedades occidentales son las enfermedades cardiovasculares.

La evidencia científica demuestra que el incremento de la aptitud física se relaciona con la reducción de todas las causas de morbilidad y mortalidad cardiovascular. (Blair, S y col. 1993) Otros estudios han comprobado la reducción porcentual en la mortalidad por eventos cardiovasculares, tanto en sujetos adultos sanos como con enfermedad cardiovascular, con relación a cada MET¹ de incremento en su capacidad funcional. (Blair y col, 1989 y 2001; Dorn y col, 1999; Goraya y col. 2000; Williams y col. 2001; Myers y col. 2002)

La aptitud física, analizada desde la fisiología del ejercicio, está compuesta por: a- la aptitud aerobia; b- la aptitud muscular; c- la composición corporal y d- la flexibilidad. Todos estos componentes interactúan entre sí e inciden en diversas proporciones sobre el rendimiento y la salud. (ACSM, 2000)

En este capítulo, nos ocuparemos de la programación y desarrollo de la aptitud aerobia orientada hacia objetivos de prevención y promoción de la salud cardiovascular. Sin que esto implique asumir que la aptitud aeróbica es el componente más importante cuando de ejercicio para la salud se trata. En otros capítulos de este libro se abordará en profundidad el estudio de la aptitud muscular (capítulos 5, 7 y 10) y de la flexibilidad (capítulos 6 y 7), respecto al análisis y estudio de la composición corporal remito al lector al texto "Antropométrica", de Norton y Olds (1996).

¹ 1 MET es un equivalente metabólico, expresa la cantidad de O₂ necesaria para mantener las funciones vitales, corresponde a 3,5 MLO₂ por kilogramo de peso corporal y por minuto.

Abordaremos a continuación, los conceptos de programación de ejercicio y de aptitud aeróbica así como las formas o tipos de ejercicio aeróbico y sus efectos sobre la salud. Las referencias están dirigidas a sujetos "no deportistas", que buscan el desarrollo de su aptitud para mejorar y cualificar su salud.

2. Programación versus Prescripción.

Como punto de partida es muy importante diferenciar el acto de programar ejercicio del de prescribir, ya que a menudo se emplean ambos términos como sinónimos. La programación implica el diseño de un proyecto a seguir, construido de manera conjunta: entre alumno y profesor, la programación reconoce esas entidades y la riqueza de sus interacciones, incorporando al alumno en la toma de decisiones y en el desarrollo del proceso. En tanto la prescripción es el acto de ordenar, indicar y determinar cómo deber ser el ejercicio. La prescripción considera claramente que uno es poseedor del conocimiento, "el prescriptor" y el otro, un mero ejecutante del saber del primero.

La programación integra y construye una relación de dos, cargada de significaciones y desafíos por resolver. *La programación del ejercicio es un acto esencialmente docente, rico en motivaciones, muy complejo y enriquecedor.*

En este capítulo hablaremos de PROGRAMACIÓN de ejercicio.

3. La aptitud aerobia y los ejercicios aeróbicos generales.

La aptitud aeróbica o cardiovascular está constituida por tres componentes: 1) El consumo máximo de oxígeno (VO₂MÁX); 2- El umbral láctico (U.L) y 3- La eficiencia mecánica (E.M). Cada uno de ellos tiene distinto nivel de predominancia en los diferentes tipos o formas de ejercicio aeróbico.

Las "formas o tipos de ejercicio aeróbico" son configuraciones de ejercicio destinadas a comprometer en su ejecución más de 1/6 a 1/7 de la musculatura total del cuerpo (de manera simultánea), algo así como más de la musculatura total de un miembro inferior. Cumplen con este requisito, formas de ejercicio basadas en la locomoción básica: caminar y correr; y otras como: ciclismo, gimnasia aeróbica (en sus diversas formas), remar, esquiar, patinar, nadar, etc. *La cantidad porcentual de musculatura implicada en estos ejercicios constituye un fuerte estímulo funcional sobre el sistema cardiovascular y respiratorio, algo que no logran aquellos ejercicios que involucran porcentajes menores de masa muscular.* De esta manera, los efectos de entrenamiento o adaptaciones se producen en el plano cardiovascular, respiratorio y metabólico-muscular. Estos ejercicios son denominados "aeróbicos generales".

Es frecuente escuchar a las personas decir: "debo realizar ejercicio por indicación médica y me sugirieron hacer natación". La elección del tipo o forma de ejercicio, por supuesto que surgirá de los denominados "aeróbicos generales" ya que éstos son los que mayor cantidad y calidad de efectos de entrenamiento provocan sobre la salud del sistema cardiorrespiratorio. Como ya mencioné, esto no implica dejar a un lado los ejercicios para la aptitud muscular (ver capítulos 5, 7 y 10). Sin embargo, es importante destacar que los ejercicios "aeróbicos generales" presentan diferentes niveles de complejidad (dificultad) en su realización y, claramente, la natación es un buen ejemplo de ello. Para poder realizar ejercicio cardiovascular "nadando" es necesario que la persona conozca en forma global el medio acuático y las destrezas básicas para nadar (diversas formas de flotación y

dominios motrices del cuerpo en el agua). Una autoridad en el campo de la natación y el rendimiento deportivo, Ernest Maglischo, dice que "...para nadar rápido hay que nadar bien", explicitando en qué medida nadar es dependiente de un elevado dominio técnico, aplicando esto al campo del ejercicio para la salud, está claro que no alcanza con "saber flotar en el agua" para poder nadar con objetivos de entrenamiento cardiovascular para la salud. Es así como muchas personas guiadas por esa indicación: "haga natación", intentan llevar adelante una práctica que se frustra en las sesiones iniciales por las limitaciones que impone un ejercicio "mal seleccionado". Para elegir correctamente un tipo o forma de ejercicio es importante considerar "el nivel de disponibilidad corporal" del sujeto.

En líneas generales y con relación a la población desentrenada (no deportiva) se puede decir que ejercicios como: caminar, correr, andar en bicicleta, son los que menor nivel de complejidad o dificultad implican. En tanto que, remar, esquiar y patinar, incrementan la dificultad y el dominio técnico necesario. Mientras que la gimnasia aeróbica (ver capítulo 7) y sus variantes demandan de aspectos perceptivos y rítmicos básicos para su realización.

Finalmente, es necesario agregar a este análisis, la manera en la cual se halla implicada la masa corporal, es decir: A- ¿se transporta? como en el caso de la caminata o carrera o es transportada, como en el caso del ciclismo, del remo y otros. B- ¿cuál es la posición del cuerpo en la que se desarrolla el ejercicio?: de pie, sentado, acostado. C- ¿cuál es el medio en el que se realiza el ejercicio? (acuático, terrestre, es a nivel del mar o sobre este, etc.). Cada una de estas cuestiones nos orientará respecto al tipo de estrés cardiovascular que impone el esfuerzo así como sus diversas respuestas hemodinámicas.

3.1. Consumo Máximo de O₂.

Con relación a los componentes de la aptitud aeróbica, el VO₂MÁX. es el índice o parámetro más reconocido y estudiado en el campo del ejercicio aeróbico. Podría ser definido como: la aptitud integrada de diferentes sistemas orgánicos, que le permiten al sujeto lograr la más alta tasa de captación de O₂ desde el medio ambiente y su transporte eficaz hasta las mitocondrias musculares para su utilización metabólica en la resíntesis de energía. El VO₂MÁX. es considerado el principal indicador de salud cardiovascular.

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, 2000) sugiere ecuaciones para determinar el valor o nivel "saludable" del VO₂MÁX según la edad, el sexo y nivel de actividad de los sujetos, denominando a este parámetro: VO₂ PREDICTIVO. (Ver tabla 4.1) Estas ecuaciones son de exclusiva aplicación a sujetos que realizan ejercicio para la salud, no son válidas para deportistas o sujetos altamente entrenados en resistencia cardiovascular.

Para nuestra práctica cotidiana, el VO₂ "predictivo" es un valor de referencia científicamente válido, que nos permitirá establecer parámetros mínimos saludables de VO₂ para nuestros alumnos. Como práctica inicial, podemos implementar una evaluación aptitudinal del VO₂MÁX. a efectos de comparar sus resultados con los valores de referencia (VO₂MÁX predictivo), esto nos permitirá reconocer el estado aptitudinal del sujeto y tomar decisiones de entrenamiento. (Casas, A. 2005) Esta práctica es denominada "estimación del deterioro funcional aeróbico" (DFA).

El DFA es el déficit aptitudinal "no patológico" del rendimiento cardiovascular. El sedentarismo, el paso del tiempo o envejecimiento y los malos hábitos en general,

exacerban el deterioro de la función cardiovascular. Este proceso es asintomático y, por lo tanto, no induce a una consulta médica por sí mismo e incluso un examen médico no encontraría patología alguna (por esta causa).

El DFA se determina de la siguiente manera:

$$\text{DFA} = (\text{VO2 predictivo} - \text{VO2 real}) / \text{VO2 predictivo} \times 100$$

Donde, el VO2 predictivo se obtiene por la ecuación de la tabla 4.1 y el VO2 real a partir de una evaluación o test de VO2 MÁX.

Diversas investigaciones (Robinson, 1938; Dehn y Bruce, 1972; Buskirk y Hodgson, 1987) demostraron la reducción del VO2MÁX. con la edad, tanto en sujetos entrenados como desentrenados. Heath y col. (1981) estimó una reducción promedio del VO2MÁX. del 1 % por año, a partir de los 30 años de edad. El entrenamiento aeróbico puede reducir esa tasa de pérdida de VO2MÁX. (Pollock, 1987), los sujetos activos físicamente tendrían una tasa de reducción inferior al 0,5% por año. (Buskirk y Hodgson, 1987)

El VO2MÁX. se incrementa, en general entre un 15 a 30% en sujetos sanos, desentrenados y de ambos sexos, con un programa de entrenamiento de 3 a 12 meses de duración (Pollock y Wilmore, 1990; ACMS, 1990) y puede superar el 50% con un programa de dos años de duración. (McArdle y Katch, 1990; Saltin y col. 1977) El nivel inicial del VO2MÁX. será determinante a la hora de especificar la expectativa de su mejora por entrenamiento, cuanto más bajo sea el VO2MÁX, mayor será el porcentaje de mejora por entrenamiento. Otro factor que influye sobre la mejora del VO2MÁX. es el tipo de entrenamiento empleado, es decir, los medios y métodos utilizados y las características de la carga (intensidad, duración, densidad, frecuencia y volumen), este aspecto será profundizado más adelante.

El DFA es una importante herramienta para la programación, planificación y dirección del entrenamiento. Permite estimar en valores porcentuales el estado del rendimiento cardiovascular y, de ser necesario, establecer las estrategias correctivas mediante el ejercicio, pudiendo determinar los plazos de mejora y la distribución de las cargas de entrenamiento necesarias.

Ejemplo 1:

María Emilia tiene 30 años, es sedentaria e inicia un programa de entrenamiento.

- a- Su VO2 predictivo es = 31,6 ml.O2/Kg./min. (aplicando ecuación tabla 4.1); Su VO2 real = 38 ml.O2/Kg./min. (obtenido de un test de VO2MÁX.)
- b- DFA = -20,18% (aplicando ecuación DFA). Es decir que, María Emilia no presenta DFA ya que su VO2 real está 20,18% por encima del VO2 predictivo.

Si bien, María Emilia no presenta DFA, su VO2 MÁX. está dentro de la media poblacional para su edad y sexo (Tablas 4.2 y 4.3), éste puede ser incrementado mediante un programa de entrenamiento específico.

3.2. Umbral Láctico.

Otro de los componentes de la aptitud cardiovascular es el umbral láctico (UL), el cual se relaciona con la capacidad para desarrollar esfuerzos aeróbicos sub-máximos sostenidos o más o menos prolongados en el tiempo. Podría ser definido como: la intensidad o

magnitud de esfuerzo individual a partir de la cual los mecanismos relacionados con la fatiga (principalmente a nivel metabólico-muscular) comienzan a predominar, condicionando la duración del ejercicio. El UL está directamente relacionado con los ejercicios aeróbicos de tipo cíclicos² y con los mecanismos de producción y remoción de ácido láctico a nivel muscular.

El umbral láctico es un evento fisiológico sub-máximo y, por lo tanto, ocurre a un porcentaje del VO₂MÁX. En sujetos desentrenados se estima que el UL se encuentra, aproximadamente, entre el 55 – 60% del VO₂MÁX., en tanto que los sujetos más o menos entrenados tienen su UL alrededor del 70% del VO₂MÁX. y los deportistas altamente entrenados en resistencia, entre el 85-90% del VO₂MÁX. (Hughes y col. 1982; Wenger y col, 1986; Hofmann y col. 1994) El reconocido científico David Costill, en una importante publicación del año 1973, denominó con mucha precisión a la capacidad de trabajo más o menos sostenida en el tiempo: "aprovechamiento fraccionario del VO₂MÁX." El UL es muy sensible al entrenamiento y su mejora es mayor en porcentajes que la del VO₂MÁX.

3.3. Eficiencia Mecánica.

Finalmente, el otro componente de la aptitud aerobia, la eficiencia mecánica (EM), representa la habilidad, capacidad o dominio para emplear el menor gasto energético posible en el desarrollo de una determinada forma o tipo de ejercicio aeróbico. La EM es un componente claramente relacionado con el dominio técnico de los gestos o ejercicios. Es uno de los elementos predominantes, por ejemplo, en el rendimiento de la natación. La EM, en general, tiene menos incidencia que los otros dos componentes (VO₂MÁX. y UL) en la mayoría de los esfuerzos aeróbicos en sujetos desentrenados o principiantes. A pesar de ello, cuando se trata de ejercicio aeróbico en las edades infanto-juveniles o en situaciones particulares con adultos desentrenados, es válido recordar que muchas veces el incremento del VO₂MÁX. por entrenamiento es muy pequeño y sin embargo el rendimiento aumenta significativamente. (Wilmore, J y Costill, D, 2001) Por lo tanto, el VO₂MÁX. no siempre refleja los efectos o las respuestas al entrenamiento adecuadamente.

4. El estudio de la aptitud aeróbica: observaciones.

Revisando la literatura específica sobre este tema es importante destacar dos aspectos:

1º- El estudio del ejercicio y la aptitud cardiovascular se ha basado en un amplio volumen de investigaciones desarrollado en el campo de la medicina, especialmente de la cardiología, y en el de la bioquímica; esto puso el foco de atención en el sistema cardiovascular (priorizando los aspectos "centrales" o cardíacos) y en los aspectos metabólicos, siempre subordinados a los aspectos "centrales". Esta "mirada" nos ha hecho perder de vista los factores o componentes musculares ("periféricos") de la aptitud cardiovascular. Algunos autores proponen al respecto hablar de "aptitud cardio-muscular" a efectos de incorporar, con mayor mérito, los componentes periféricos.

² Se denomina Cíclico al esfuerzo que repite el ciclo o secuencia de movimiento durante el ejercicio de manera más o menos constante, la mayoría de los tipos o formas de ejercicio aeróbico son cíclicos.

2º- Cuando se plantea el entrenamiento de la aptitud aeróbica comúnmente se habla de "Resistencia". Se registran no menos de treinta definiciones diversas de *resistencia* en la literatura especializada. Entre ellas los conceptos que más se reiteran son: oposición a la fatiga, capacidad para soportar esfuerzos, habilidad para desarrollar ejercicios de larga duración, etc. Todas las definiciones intentan precisar qué es la resistencia en sí y ésta no existe como un objetivo en sí misma sino que forma parte de un objetivo mayor. Por ejemplo, en el ámbito deportivo asociado con las características del rendimiento o desempeño específico y en el campo del ejercicio para la salud con los objetivos y las direcciones del programa a desarrollar.

La Resistencia es la capacidad para sostener un determinado rendimiento (ejercicio) durante el período más largo y/u óptimo de tiempo posible. En el campo del ejercicio para la salud cualquier tipo o forma de ejercicio aeróbico general (o varios de ellos combinados) constituirán ese rendimiento y "el tiempo óptimo" será determinado a partir de los objetivos del programa (ver el punto 5 de este capítulo).

Las dos observaciones mencionadas han condicionado e influido fuertemente nuestras prácticas respecto a la programación del ejercicio con personas desentrenadas o población no deportiva. Los programas de ejercicio para la salud, con frecuencia, confunden u omiten objetivos; no proponen una secuencia programada de contenidos; carecen de correspondencia entre las "cargas de entrenamiento" y sus objetivos; no presentan elementos de progresión metodológica; etc.

Es indudable que hace falta profundizar el estudio y desarrollo de una teoría propia, propuesta desde la Educación Física, que, orientada hacia la práctica, elabore y estructure categorías y niveles de saberes, que relacione elementos de la teoría y la práctica y construya un lenguaje específico (de la disciplina). Tal vez, un buen comienzo sería reflexionar sobre el concepto de salud y, siguiendo a Karl Jaspers decir que es "un estado de lo deseado", lo cual nos obliga a reflexionar y reafirmar el concepto de *programación* sobre el de *prescripción*, ya que en la primera se considera la subjetividad, el otro y su deseo. Posiblemente este punto haga más eficaz al ejercicio y resuelva "el problema del abandono o la no adherencia" a los programas de ejercicio.

Intentaremos proponer en este capítulo una instancia superadora para estas cuestiones.

5. Programación del entrenamiento con población "general"³: OBJETIVOS.

El entrenamiento es un proceso complejo de actividades, dirigido al desarrollo planificado de ciertos estados de rendimiento, relacionados con adaptaciones a corto, mediano y largo plazo.

¿Qué, Por Qué y Para Qué entrenar? Respondiendo a este interrogante, entrenaremos la aptitud aeróbica para incrementar la aptitud física porque ella se encuentra relacionada con la reducción de todas las causas de morbilidad y mortalidad cardiovascular (Blair, S y col. 1993) y las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de mortalidad en la sociedad occidental.

³ Se denomina así a la población desentrenada, por lo general adultos, sin conocimiento de enfermedad cardiovascular. Asintomáticos. "Aparentemente saludables".

Uno de los primeros objetivos del entrenamiento de la aptitud aeróbica es el incremento de la Capacidad Funcional, a partir del aumento del VO2MÁX., del Umbral Láctico y de la Eficiencia Mecánica.

Otro objetivo de importancia es el incremento del gasto calórico por ejercicio (mayor tasa de ejercicio o movimiento⁴). Se considera como "umbral de ejercicio saludable" una tasa de movimiento de 1000 Kcal. /semana, ya que esa tasa se relaciona con una reducción de 30% de todas las causas de mortalidad en adultos de ambos sexos. (Kesaniemi, 2001)

El incremento de la tasa de movimiento es eficaz cuando, además de conseguir su mantenimiento en el tiempo (a lo largo del programa), se logra sistematizar una óptima distribución semanal, por ejemplo, 3 a 4 cargas de 300 a 400 Kcal. cada una.

La tasa de movimiento varía en función de sus objetivos, por ejemplo, para actuar sobre los lípidos sanguíneos, en el caso de dislipemias, debe ser de 1200 a 2200 Kcal. /semana (Durstine, 2001).

En el caso de la enfermedad aterosclerótica (para actuar sobre la placa ateromatosa) se observa que con 2000 Kcal. /semana hay posible "regresión de la placa", con 1500 Kcal. /semana hay "detención de la enfermedad" y con menos de 1000 Kcal. /semana la enfermedad evoluciona, por lo tanto es insuficiente. (Paffenbarger, R Jr., 1993)

Otro objetivo de entrenamiento será el desarrollo del potencial oxidativo muscular o capacidad respiratoria muscular (CRM). El entrenamiento aeróbico debe desarrollar un conjunto de adaptaciones a nivel muscular denominado CRM. Esta capacidad implica: aumento de la capilarización con incremento del flujo sanguíneo local (hiperemia) y de la perfusión muscular; aumento de la concentración enzimática y de la densidad mitocondrial; incremento de la mioglobina muscular; aumento de las concentraciones de glucógeno y triglicéridos musculares; etc.

Otros objetivos podrán ser definidos a partir de los beneficios del ejercicio regular (tabla 4.4).

6. Beneficios y Riesgos del ejercicio.

El entrenamiento de la aptitud aeróbica provoca cambios o modificaciones tanto a nivel funcional como morfológico, en los diferentes sistemas y estructuras corporales, denominados adaptaciones o efectos de entrenamiento. Estos efectos son muy importantes en la prevención e intervención sobre las enfermedades cardiovasculares.

Numerosos investigadores precisaron los beneficios y efectos de la práctica regular del ejercicio aeróbico, los mismos se desarrollan en la tabla 4.4.

Los efectos de entrenamiento pueden ser agudos o crónicos. Se denominan agudos a aquéllos que tienen lugar durante la práctica misma y en las horas posteriores a esta, hasta que se repite una nueva sesión de ejercicio, incluso podría ser en el lapso de tiempo entre un pequeño número de sesiones (hasta 6 u 8). En tanto que los efectos crónicos son

⁴ Se define a la Tasa de movimiento como el gasto calórico proveniente de la práctica de ejercicio sistemático en un período de tiempo determinado (Ej. Semana).

aquéllos que ocurren al cabo de un conjunto de sesiones o período de tiempo más prolongado. (Kesaniemi y col. 2001)

Tradicionalmente, las investigaciones relacionadas con los efectos del ejercicio sobre el organismo humano centraron su atención en las respuestas o modificaciones de los diferentes órganos y tejidos a las cargas de entrenamiento en el mediano y largo plazo (meses o años), es decir en el efecto crónico del ejercicio. Recientemente, ha despertado particular interés el estudio de las modificaciones ultra-estructurales (a nivel celular-molecular) que ocurren no solo después de algunas pocas sesiones de ejercicio sino durante la sesión misma, es decir el efecto agudo del ejercicio. Además, los estudios se han volcado a valorar y analizar la respuesta al entrenamiento del sistema muscular, muy postergado con relación a la atención puesta durante décadas en el sistema cardiovascular.

Numerosas investigaciones han demostrado la existencia de respuestas agudas al ejercicio y sus efectos protectores sobre la salud, principalmente en personas con enfermedades cardiovasculares y/o metabólicas, como por ejemplo: hipertensión arterial, obesidad, diabetes, síndrome metabólico⁵ y los diferentes estadios previos a estas enfermedades (Houmard, 1991; Clarkson, 1999; Hamdbrecht, 2000; Vita, 2000; Diffie y col, 2001 y 2003; Wisloff y col, 2002; Jew y Moore, 2001 y 2002).

Es importante señalar que el síndrome metabólico es considerado un estado mórbido más precoz que muchos de los factores de riesgo cardiovasculares clásicos (Lakka, 2002).

Sin duda alguna que los programas de ejercicio para la salud deben consolidar efectos de entrenamiento a mediano y largo plazo (crónicos), no obstante, a la luz de las investigaciones mencionadas no debemos descartar la incidencia de los efectos agudos. La eficacia del ejercicio se centrará en su diseño, configuración, control y desarrollo. (Casas, A. 2006)

La contracara de las adaptaciones son los riesgos asociados con el ejercicio. Cualquiera sea el ámbito en donde nos desempeñemos profesionalmente (gimnasios, clubes, parques y plazas, etc.) es prioritario recordar que toda programación de ejercicio para la salud requiere de un examen o evaluación médica previa (ver capítulo 2) a efectos de certificar que nuestro alumno puede comenzar el programa de entrenamiento. En ausencia de patología cardiovascular el riesgo del ejercicio es extremadamente bajo. (ACSM, 2000) Malinow y col. (1984) reportó el riesgo de 1 muerte y 1 paro cardíaco por cada 2.897.057 personas y por cada 2.253.267 horas de ejercicio, respectivamente. Luego del examen médico previo, realizaremos las evaluaciones aptitudinales necesarias para diseñar el programa, (Casas, A. 2005).

Otros aspectos de bioseguridad importantes para los Profesores de Educación Física son: contar con conocimiento y entrenamiento específico en técnicas de reanimación cardio-pulmonar (RCP); disponer de un protocolo "preventivo" (plan de urgencia) ante una contingencia durante la práctica, que nos permita acceder a un servicio de urgencias médicas rápidamente; enfatizar durante las clases en la progresión de los esfuerzos, respetando el acondicionamiento previo y la vuelta a la calma; promover constantemente la información y comunicación durante la clase (profesor-alumno y viceversa); tomar las

⁵ Conjunto de signos y síntomas caracterizados por la alteración del metabolismo de la glucosa e insulina, obesidad abdominal, hipertensión arterial y dislipemia.

precauciones necesarias cuando se realiza ejercicio en condiciones climáticas extremas (frío, calor, humedad). Y, finalmente, contar con una detallada y pormenorizada planificación de clase.

7. Programación del entrenamiento con población "general": FASES.

Podemos reconocer dos fases en el acto de programar el entrenamiento, la 1º de periodización y la 2º de diseño de las cargas.

Denominamos *fase de periodización* a la etapa en la que cuantificamos el tiempo disponible para el entrenamiento (sesiones, semanas, meses, años) y organizamos su distribución para lograr los objetivos del programa. Uno de los primeros elementos a considerar aquí es el nivel inicial del sujeto (tabla 4.6). Se reconocen cuatro categorías o niveles de rendimiento: Desentrenado; Principiante; Intermedio y Avanzado. Las categorías se relacionan con los efectos de entrenamiento o adaptaciones y la disponibilidad corporal para el rendimiento en función de éstas. Los niveles son:

- 1- Nivel Desentrenado. (Duración 2 a 3 meses) Estos sujetos son sedentarios y presentan limitaciones tanto en la tolerancia al ejercicio (psico-volitiva) como en su capacidad funcional (muscular, metabólica, cardiorrespiratoria, etc.) El principal objetivo en esta etapa es lograr adaptaciones cardio-musculares-respiratorias básicas, entrenando las respuestas del Sistema Nervioso Autónomo al ejercicio.
- 2- Nivel Principiante. (Duración 3 a 6 meses) En este nivel se profundizan las adaptaciones respecto al anterior, en el plano circulatorio se desarrolla la capilarización muscular y se consolida el funcionamiento de la bomba selectiva circulatoria, tanto en ejercicio como en el post-esfuerzo. Mejora la función termoreguladora corporal. La FC, el VMC y la TA en esfuerzos sub-máximos disminuyen. A nivel metabólico-muscular se observa incremento de los sustratos, principalmente del glucógeno muscular, las grasas lo harán en mayor medida en la etapa siguiente; se evidencia un incremento enzimático oxidativo con hipertrofia mitocondrial. Aumenta el VO₂MÁX. y la Capacidad (duración) de Ejercicio. Es la etapa de inicio de las modificaciones en la composición corporal, con relación a la salud, podemos decir que aquí se evidencia reducción en la circunferencia o perímetro de cintura, índice este asociado con el riesgo cardiovascular. El ejercicio en esta etapa oxida grasas, principalmente de los depósitos intra-abdominales.
- 3- Nivel Intermedio. (Duración >6 a 14 meses) En esta etapa del entrenamiento el sujeto empieza a cualificar sus adaptaciones en función de la dirección del programa y sus objetivos, es una etapa de mayor especificidad. Se pueden explorar diferentes métodos y estrategias de entrenamiento, enriqueciéndose el proceso. Las adaptaciones más significativas podrían ser: la reducción de la grasa corporal total, el incremento del umbral láctico, la optimización del metabolismo de las grasas durante el ejercicio, el incremento máximo de la cinética del VO₂ a nivel muscular, la aceleración de los procesos de recuperación frente a ejercicios vigorosos, la optimización del rendimiento para esfuerzos intensos o exhaustivos, aparición de las primeras adaptaciones anatómicas por entrenamiento, etc.
- 4- Nivel Avanzado. (Duración >14 meses) En esta etapa se observa una integración de todas las adaptaciones con un notable incremento en la capacidad para desarrollar volúmenes de entrenamiento. Las adaptaciones anatómicas son muy evidentes, articulaciones, tendones, ligamentos, tejido conectivo y densidad

mineral ósea, todos estos elementos alcanzan su mayor calidad. Algunos autores refieren que en esta etapa se profundizan las adaptaciones pulmonares.

Hemos definido antes al entrenamiento como un proceso complejo de actividades, dirigido al desarrollo planificado de ciertos estados de rendimiento, relacionados con adaptaciones a corto, mediano y largo plazo. Nos compete ahora abordar la fase de diseño de la carga y los métodos de entrenamiento. Los métodos son: *"procedimientos planificados de transmisión y configuración de contenidos, dentro de unas formas de entrenamiento dirigidas a un objetivo"*. (Martin, Carl y Lehnertz, 2001)

El entrenamiento planteado en términos de programación implica que los procedimientos mencionados sean verdaderas "situaciones de enseñanza", en las que se reflexiona y analiza acerca de la práctica: ¿qué hago, cómo lo hago, para qué?, ¿qué sensaciones tuve, cuánto esfuerzo me significó?, etc. Es importante además, asignarles tareas de control a los alumnos (registro de parámetros de esfuerzo como FC, PSE; control de pausas y de cargas, etc.) durante la sesión, de manera tal que se encuentren comprometidos con la tarea más allá de la ejecución de la misma.

La figura 4.1 propone la relación entre tres conceptos básicos para diseñar la carga de entrenamiento: la carga, el sujeto y la adaptación. Claramente el sujeto se encuentra en el centro de la relación. Es decir, programar implica siempre diseñar cargas de entrenamiento a partir de un sujeto específico, definido y único. Muchos colegas se preocupan por saber ¿cuál es la mejor carga para tal o cual efecto de entrenamiento? y... ¡no hay respuesta!, no al menos por este camino. Existen sujetos, con sus limitaciones, potencialidades y disponibilidades corporales, el conocimiento en profundidad de éstos y el desarrollo del proceso de entrenamiento irá respondiendo esa y otras preguntas pero... ¡formulará muchas otras!

La ley de Umbral o de Shultz, se refiere a que los diferentes sistemas orgánico-funcionales poseen "umbrales" a partir de los cuales las cargas pueden ser verdaderos "excitantes" o agentes estresantes. Conforme a la aplicación de la "Ley de Umbral" podemos reconocer cuatro niveles de carga: a- insuficiente; b- apenas estimula o excita; c- excita y d- excesivo. El primer nivel es ineficaz, son cargas que no provocan modificaciones o efecto alguno. El segundo nivel de carga puede ser útil para ayudar procesos de recuperación. El tercer nivel logra un desarrollo óptimo del rendimiento y el cuarto nivel es de riesgo, principalmente para lesiones o sobreentrenamiento.

La carga se conforma de un componente externo y otro interno, el primero se refiere a la intensidad, el volumen, la duración, la densidad y la frecuencia; en tanto el segundo, a la repercusión interna del sujeto frente a esa carga externa. Tal respuesta es heterogénea e individual: *una misma o similar carga externa provocará múltiples y diversas respuestas internas.*

Con relación a las adaptaciones ya nos referimos en detalle en los párrafos anteriores.

7.1 ¿Caminar y/o Correr?

Con frecuencia las personas nos consultan respecto a la conveniencia acerca de caminar o correr y a sus riesgos y beneficios. En principio debemos decir que ambos tipos de ejercicio son válidos y su eficacia está más en la programación (diseño de la carga) que en el ejercicio en sí mismo. Los efectos de

entrenamiento responderán al nivel inicial de rendimiento (tabla 4.6) y a la carga. Por ejemplo, si una persona es desentrenada deberá alcanzar los niveles de Intensidad (50-55%VO₂MÁX.) y Duración (20 a 30 minutos) "mínimos" o "umbrales" con el ejercicio (caminar o correr) para lograr efectos de entrenamiento. En caso contrario el esfuerzo será insuficiente (Ley de Shultz).

Es verdad que la carrera como ejercicio implica mayor estrés sobre el aparato locomotor que la caminata o "marcha", no obstante si el sujeto no presenta patologías ortopédicas, una programación adecuada (con acento en la progresión) será muy eficaz para implementar ambos tipos de ejercicio sin ningún inconveniente.

La capacidad funcional del sujeto, por ejemplo, puede indicarnos una mejor aptitud para caminar que para correr, en **la figura 4.2** se observa el costo metabólico de la marcha a distintas velocidades. Veamos un ejemplo:

Ejemplo 2.

Laura es desentrenada y tiene 38 años, su capacidad funcional es de 28MLO₂/Kg./min. (8 METS) y comienza un programa de entrenamiento cardiovascular.

Si elegimos la carrera como ejercicio para Laura, (empleando la Fig.4.2) podemos decir que aún con baja velocidad (por ejemplo, 8,0 km/h), la intensidad significará más del 90% de su capacidad funcional. Esta elección condicionará el tiempo total de ejercicio, comprometiendo además una sensación subjetiva del esfuerzo demasiado alta (> 8 a 10, **tabla 4.5**). Laura, entonces, comenzará su entrenamiento cardiovascular con "marcha" (caminata rápida).

7.2. Las Clases grupales o colectivas.

Para profundizar sobre este interesante tipo de ejercicio remitimos al lector al capítulo 7 y a la guía de ejercicios (anexo 1) de este texto.

7.3. Ejercicio en bicicleta.

La práctica del ejercicio aeróbico en bicicleta (en pista, calle y/o en el gimnasio, "estática") es una forma interesante de entrenamiento. Nos referiremos aquí al ejercicio en bicicleta "estática" o "fija", de tipo ergométrica.

La Bicicleta como todo equipamiento o dispositivo para ejercicio debe contar con algunos elementos básicos para el control del esfuerzo: 1- la altura del asiento debe ser regulable en función de la longitud de los miembros inferiores del sujeto, se estima como pauta adecuada que la pierna logre una extensión casi total de la rodilla; 2- un "contador de velocidad o cadencia de pedaleo" que permitirá controlar la potencia del ejercicio (ver ecuación 4.1), es frecuente que éstos midan la velocidad en kilómetros por hora y también en revoluciones de pedaleo por minuto (RPM); 3- un sistema de carga o "resistencia" al movimiento que funcione en unidades de medida reconocidas por el Sistema Internacional de Medidas (SIM), por ejemplo: kilogramos. Estos sistemas, generalmente son de dos tipos, mecánicos o electromagnéticos. Este es otro elemento que contribuirá a valorar la potencia del ejercicio; 4- los pedales deben tener "punteras" de modo tal que el apoyo y punto de aplicación de la fuerza tenga mayor sujeción y 5- la bicicleta debe ser estable, cómoda y segura.

- **Ecuación 4.1.**

$$P = C \times \text{RPM} \times D$$

P es Potencia expresada en Kilográmetros/minuto (Kgm/min.); Carga es la resistencia en Kilogramos; RPM es la revolución pedal minuto o cadencia de pedaleo y D es distancia por cada vuelta de pedal, en metros (las bicicletas ergométricas, generalmente, tienen una medida fija de 6mts⁶).

Ejemplo 3.

María Lucía tiene 18 años y realiza ejercicio en cicloergómetro con una resistencia o carga de 1,5 Kg., manteniendo una cadencia de 70 revoluciones de pedaleo por minuto. La Potencia del ejercicio es de 630 Kgm/minuto o 102 Watts, porque un Watt es igual a 6,12 Kgm (630/6,12).

En el inicio de este capítulo, al referirnos a *la aptitud aerobia y las formas de ejercicio aeróbico generales*, mencionamos la necesidad de analizar en el ejercicio la forma en que se utiliza la masa corporal (¿es transportada por la acción muscular: directa o indirectamente?) y la posición del cuerpo durante el ejercicio (sentado, acostado, de pie). Al realizar ejercicio en bicicleta, la masa corporal no es transportada directamente por la acción muscular, por lo tanto se implica un porcentaje menor de masa muscular activa en el esfuerzo y el estrés cardiovascular "central" es inferior, por ejemplo, al de la carrera. Esto está claramente evidenciado por la frecuencia cardíaca de ejercicio (FCE) que en la bicicleta es inferior en comparación con la carrera (en promedio 10 a 15%). Este tipo de ejercicio dirige mucho más el estrés de la carga hacia los aspectos periféricos de la resistencia ("musculares"). El otro elemento mencionado es la posición del cuerpo durante el ejercicio, actualmente las bicicletas "estáticas" ofrecen dos tipos de diseños, aquéllas en las que se ejercita sentado con los pedales "por debajo" de la cadera y las que tienen los pedales "por delante" de la cadera (denominadas "recumbent-cycle") en las cuales la persona pedalea sentado y apoyado en un respaldo. En estas últimas, la posición del cuerpo favorece la acción del retorno venoso, ya que el flujo sanguíneo no debe trabajar tanto contra la acción de la gravedad sino más favorecido por ella.

7.4 –Pautas de programación del entrenamiento con cicloergómetros: orientación cardio-muscular-

- a. Determinaremos la carga de trabajo en términos de potencia (Watts) y no desde parámetros "centrales" (%FCMÁX). No obstante se controlará la respuesta cardiovascular (mediante la FC) con relación a la potencia del ejercicio.
- b. El sujeto realizará una "prueba de ejercicio" para determinar la carga de entrenamiento con las siguientes características:
 - **(Nivel Desentrenado)** desarrollará tres etapas de 3 minutos cada una, comenzará con una carga de 1 Watt por Kilogramo de peso corporal y en cada etapa incrementará la carga en 0,5 Watt por kilogramo de peso. En la práctica la estimación de la carga puede llevarnos a "redondear" el número, por ejemplo, un sujeto de 88 kilogramos de peso corporal iniciará el trabajo

⁶ Otro modelo de cicloergómetro denominado "Tunturi" tiene una distancia de 3 metros por cada RPM y el cicloergómetro "Monark", para brazos, de 2,4 metros por RPM.

con 90 Watts, seguirá con 130 W y finalizará con 170 W. Al concluir cada etapa, el sujeto indicará cuál es su percepción subjetiva de esfuerzo (PSE) en la escala de Borg (0-10, tabla 4.5) y se registrará el valor de su FC de ejercicio. Si la PSE de la primera etapa de ejercicio (3 minutos) es de 5 – 6 o más, la prueba se realizará con intervalos, aplicándose 2 a 3 minutos de pausa entre cada etapa.

- **(Nivel Principiante)** este sujeto puede realizar dos tipos de pruebas con el objeto de definir las cargas de entrenamiento para dos modalidades diferentes de trabajo: a) Intervalado o Continuo “extensivos” e Intervalado “intensivo” y b) Intermitente (ver Fig.4.3). La modalidad elegida dependerá del objetivo del programa (punto 5 de este capítulo), por ejemplo, para el incremento de la tasa de movimiento en un sujeto con dislipemia, emplearemos ejercicios Continuo o Intervalado “extensivos”, mientras que para el incremento de la capacidad respiratoria muscular (CRM) será mejor utilizar ejercicios Intervalado “Intensivo” o Intermitente. A) Para definir la carga de los trabajos Continuo o Intervalado “extensivo e intensivo”, la prueba de ejercicio será similar a la descrita para los sujetos de nivel desentrenado, excepto que comenzarán su primera etapa de ejercicio con 1,5 Watts por Kg. de peso corporal, la prueba será continua y los incrementos de carga son los mismos (0,5 W/Kg. de peso corporal) así como las etapas (tres). B) Para definir las cargas para el trabajo Intermitente, la prueba de ejercicio es la siguiente: el sujeto comienza con una carga de 25 Watts y cada 20 segundos incrementa la carga en 25 Watts, hasta el agotamiento. Se registra el tiempo total del trabajo, la carga final (Watts) y la PSE. (Ver Ejemplo 4)
- c. Los sujetos de Nivel Desentrenado, podrán ejercitarse con un volumen de 20 a 25 minutos, empleando cargas “cortas” (60 a 90 segundos) y/o “medias” (2 a 3 minutos), la intensidad será Neutra (100%) o Positiva (102 a 110%) para las cargas cortas y Negativa (85 a 95%) para las cargas medias. (Ver Fig.4.4). Si la prueba de ejercicio fue intervalada (por PSE muy elevada) se utilizará sólo intensidad relativa negativa y posteriormente se aplicarán cargas con intensidad neutra. La densidad será: para cargas cortas con intensidad neutra 1:1(60 seg. X 60 seg., o 90 x 90 seg.) con intensidad positiva 1:2 (60 x 120 seg.; 90 x180 seg.); en tanto para las cargas medias la pausa será fija de 1 minuto.
- d. Los sujetos de Nivel Principiante, entrenarán con un volumen de 30 a 45 minutos para trabajos “extensivos” (continuo e intervalado respectivamente) y 15 a 25 minutos para trabajos Intermitente e Intervalado “intensivo” respectivamente. Las cargas para el Intervalado “extensivo” son “largas” (4 a 6 minutos) y “medias” (2 a 3 minutos) con Intensidad Negativa y Neutra respectivamente. Para entrenar con el método Intervalado “intensivo” las cargas son “cortas” (1 a 1,5 minutos) y la Intensidad es Positiva. Para entrenar con el método Intermitente, las cargas serán de 10, 15 y 30 segundos, la Intensidad se estima a partir de la carga final de la prueba de ejercicio específica (pudiendo ser Negativas Y Neutras) y la densidad será de 1:1 o 1:1,5 (cargas de 10 y 15 segundos) y 1:2 para las cargas de 30

segundos. Si la PSE alcanza niveles de 9-10 se implementan "macro-pausas" de 2 a 3 minutos. (Ejemplo 4)

- e. Estas pautas de entrenamiento son orientadoras, de ninguna manera pretenden ser directrices rígidas y arbitrarias.

Ejemplo 4.

María Pilar tiene 22 años, su peso corporal es 52 Kg. y su nivel de rendimiento es Principiante. Realiza las dos pruebas de ejercicio mencionadas (en días diferentes): A) 80; 100 y 130 Watts y B) Carga final de 200 Watts, Tiempo total 240 segundos y PSE 10. Se programan dos tipos de entrenamiento:

- A) Intervalado "intensivo", Volumen = 25 minutos (5 repeticiones de 1 minuto x 1 minuto de pausa con 145 Watts (110%) y 5 repeticiones de 90 x 90 segundos con 135 Watts (104%).*
- B) Intermitente, Volumen 15 minutos: 12 repeticiones de 10 x 10 segundos (Intensidad 100%, 200Watts); 10 repeticiones de 15 x 15 segundos (Intensidad 90%, 180 Watts); 4 repeticiones de 30 x 45 segundos (Intensidad 90%, 180 Watts) y 3 repeticiones de 10 x 10 segundos (Intensidad 90%, 180 Watts).*

Ejemplo 5.

Federico tiene 33 años, su peso corporal es 78 Kg. y su nivel es Desentrenado. Su prueba de ejercicio fue realizada con 80, 120 y 155 Watts. Se programó un entrenamiento Intervalado con un volumen de 20 minutos, conformado por Cargas "cortas" con Intensidad neutra (100%) y Cargas "medias" con Intensidad negativa (90%): 4 repeticiones de 1 x 1 minuto (155 Watts) y 4 repeticiones de 2 x 1 minuto (140 Watts).

8. El método fraccionado adaptativo. (MFA)

El método fraccionado adaptativo es una metodología de entrenamiento para el desarrollo de la aptitud aeróbica diseñada para personas desentrenadas de cualquier edad. Este método tuvo su origen a fines de 1980, a instancias del Prof. Jorge Roig, en la Universidad Nacional de La Plata. Desde entonces sus aplicaciones, variantes y desarrollo continuaron evolucionando. Intentaremos describir los aspectos más importantes de este método y formular su fundamentación.

El MFA es una propuesta que se basa en el método interválico (o intervalado) de entrenamiento, por lo tanto alterna cargas de trabajo con pausas de recuperación y de esta manera desarrolla un volumen total de trabajo. Puede ser aplicado a cualquier forma o tipo de ejercicio "aeróbico general" (correr, caminar, andar en bicicleta, nadar, remar, etc.)

Una de sus premisas es desarrollar el ejercicio por Tiempo y No por distancia, es decir, cuantificar la carga, la pausa y el volumen total en minutos de ejercicio y no en metros o kilómetros. Este aspecto es muy importante ya que formular un volumen total en términos temporales es más asequible para una persona desentrenada que hacerlo en términos de distancia, esto último le impondría inevitablemente una intensidad mayor, mientras que empleando tiempo de trabajo/pausa se puede individualizar el ejercicio y controlar mejor

el aspecto de la intensidad, crucial en personas desentrenadas. Ya veremos más adelante este aspecto con mayor detenimiento.

Otra cuestión es que las cargas y las pausas se organizan a través de estructuras denominadas "bloques", un bloque está conformado por tres (3) cargas y sus respectivas pausas, también tres. Los bloques tienen por finalidad organizar la distribución de las cargas y permitir diversas variantes y cambios a efectos de controlar los niveles de estrés del trabajo y romper la monotonía de la sesión. Los bloques pueden ser de estructura "simple" o "compleja". Se denominan bloques simples aquellos que sólo modifican en su desarrollo uno de sus componentes, es decir, la carga o la pausa, no ambos simultáneamente. En tanto los bloques complejos son aquellos que modifican los dos componentes simultáneamente, carga y pausa. Los bloques simples, en general, implican menos estrés que los complejos.

Al conformar los bloques, se enuncia primero la carga y luego la pausa, por ejemplo: 1' x 1'; 3' x 1'; 1' x 1'. El sujeto realizará: 1 minuto de carga por un minuto de pausa, luego 3 minutos de carga por un minuto de pausa y, finalmente, 1 minuto de carga por un minuto de pausa.

Ejemplo 6:

Catalina es sedentaria, tiene 26 años y no realiza ejercicio desde su adolescencia.

Organizamos para Catalina un volumen total de trabajo de 30 minutos. Con cuatro (4) bloques de estructura simple, de la siguiente manera:

1º Bloque) 1' x 1'; 2' x 1'; 3' x 1'. (9 minutos)

2º Bloque) 1' x 1'; 1' x 1'; 1' x 1'. (6 minutos)

3º Bloque) 3' x 1'; 2' x 1'; 1' x 1'. (9 minutos)

4º Bloque) 1' x 1'; 1' x 1'; 1' x 1'. (6 minutos)

En este trabajo, el primer bloque es con Carga creciente y Pausa fija; el segundo bloque es constante (Carga y Pausa); el tercer bloque es con Carga decreciente y Pausa fija y el cuarto bloque igual al segundo. También se destaca dentro del volumen total (30 minutos), un volumen parcial de carga (VPC) y un volumen parcial de pausa (VPP), que surgen de sumar, respectivamente, las cargas y las pausas. En este ejemplo el VPC es de 18 minutos (60%) y el VPP es de 12 minutos (40%). La relación proporcional entre ambos indica la densidad del trabajo, en este caso 60/40.

8.1. El Volumen en el MFA.

El volumen se determina y expresa en minutos, teniendo en cuenta las características del sujeto (principalmente nivel inicial y edad. Tabla 4.6). Es conveniente plantear volúmenes mínimos y máximos de trabajo. De este modo, un volumen inicial sería de 20 a 30 minutos (mínimo) para avanzar hacia 50 a 60 minutos, como volumen máximo. El volumen mínimo establecido cumple con la ley de umbral, es decir, es la duración mínima necesaria para provocar efectos de entrenamiento.

Por supuesto que la decisión respecto al volumen máximo tendrá que ver con aspectos o estrategias de la programación, pudiendo modificar los volúmenes en función de hasta dónde desarrollaré este método y cuándo emplearé otro/s método/s, por ejemplo, continuos.

8.2. *La Intensidad en el MFA.*

El control de la intensidad del esfuerzo se realiza a partir de la frecuencia cardíaca (FC) y de la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) o escala de Borg. (Ver tabla 4.5) y se regula mediante dos elementos: *velocidad de desplazamiento* (en la carrera; si fuese otro tipo de ejercicio, por ejemplo ciclismo, se tendrá en cuenta además la potencia, en watts-será tratado más adelante-) y *duración de la carga*.

Es importante recordar que la frecuencia cardíaca se relaciona con el VO₂, de manera que puede estimarse un porcentaje de trabajo a partir de la FC máxima o de reserva que se relacionará con el VO₂MÁX. (Tabla 4.7 y Ecuación de Londeree y Ames)

La intensidad mínima para provocar efectos de entrenamiento ("umbral") debe ser del 50 a 55% VO₂MÁX. o 65 a 70% de la FCMÁX.

Muchos investigadores proponen y utilizan esta relación entre VO₂MÁX/FCMÁX. (Astrand, 1988, 1988b; McArdle y Katch, 1990; Howley, 2001; ACSM, 1998 y 2000; Fox, 1972; Hellerstein y Franklin, 1978) no obstante, es muy importante destacar que la FCMÁX. no debe estimarse con la ecuación tradicional 220-edad, ya que este procedimiento, en personas mayores de 30 años, puede subestimar el resultado en 20 o 30 latidos/minuto. (Robergs, R. 2002; Casas, A. 2000)

Cuando una persona es sedentaria o desentrenada, inicialmente tendrá dificultades para realizar ejercicio en "estado estable cardiovascular"⁷, o al menos, con una respuesta más ajustada de su FC y parámetros hemodinámicos. Por lo tanto el comportamiento de su FC durante el ejercicio no será un elemento confiable, al menos durante las primeras 6 a 9 sesiones de entrenamiento. Durante esta etapa nos basaremos más en la PSE y en otros indicadores subjetivos relacionados con el cansancio y la fatiga, sin descuidar la FC.

Como ya mencionamos, la velocidad de desplazamiento y la duración de la carga inciden en la FC del esfuerzo, por lo tanto, la indicación en el trabajo será que el sujeto se desplace a menor velocidad, cuando la FC se eleve desmesuradamente con relación al ejercicio. Es decir, intentará auto-regular su respuesta cardiovascular con la velocidad de desplazamiento. Conforme se avanza en el desarrollo de las sesiones la respuesta cardiovascular (FC) reflejará con más precisión la magnitud de la carga o estrés. El otro elemento del MFA que regula la intensidad es la Duración de la carga.

8.3. *Los componentes de los bloques: Cargas y Pausas.*

Las cargas tienen una duración de 1 a 6 minutos. Puede recurrirse, en algunos casos a cargas inferiores, por ejemplo: 10 a 30 segundos. Esto ocurre cuando trabajamos con personas denominadas "hiperreactivas" al ejercicio, estos sujetos presentan una tendencia a la taquicardia por sobreestimulación del sistema nervioso autónomo (SNA). Se recomienda en estos casos, emplear cargas más cortas (10-15 segundos) en las primeras 3 a 5 sesiones a efectos de "adaptar" la respuesta del SNA al ejercicio. Se inicia el trabajo empleando cargas de 1 a 3 minutos

Las pausas tienen una duración de 1 minuto. Durante las mismas se realizan tareas de control de FC y desarrollo de consignas técnicas relacionadas con el ejercicio, por ejemplo, indicaciones referidas a la carrera y sus componentes.

⁷ Se define como estado estable cardiovascular todo esfuerzo que mantiene la FC con una variación de ± 5 latidos/minuto.

Las Cargas y las Pausas no son componentes rígidos, son modificados en función de las necesidades metodológicas.

8.4. Consideraciones fisiológicas acerca del MFA.

El MFA garantiza el desarrollo de un volumen de ejercicio por su alternancia entre cargas y pausas. La dinámica de esa alternancia y las diversas posibilidades de desarrollo permiten "individualizar" los esfuerzos aún dentro de estructuras de sesiones grupales o colectivas de ejercicio. Durante las cargas se evidencia un mayor estrés cardiovascular y muscular, debido a:

- a- aumento de la resistencia vascular periférica (por el trabajo mecánico muscular);
- b- limitaciones circulatorias a nivel muscular (principalmente de flujo sanguíneo y de perfusión);
- c- estrés mecánico y metabólico local.

En las pausas se observa el comportamiento análogo. No obstante, las pausas son reconocidas "como rendidoras" puesto que su duración (1minuto) no permite una recuperación completa y los sistemas fisiológicos continúan estimulados, a pesar de ello, la PSE disminuye sensiblemente.

El MFA al igual que la mayoría de los métodos interválicos de entrenamiento provoca adaptaciones con gran celeridad. Este aspecto debe ser considerado con detenimiento ya que el sistema cardiovascular se adapta rápidamente al ejercicio pero no ocurre lo mismo con las estructuras óseo-mio-articulares del aparato locomotor, es así como se incrementa la vulnerabilidad y el riesgo de lesiones ortopédicas. La solución es contemplar este aspecto en la dosificación de las cargas e incluir períodos de "descarga" funcional, con bajo volumen de trabajo y en tanto se adapta el aparato locomotor. (Ver fases de la programación)

8.5. Programación de ejercicio aeróbico general a partir del MFA.

Para diseñar las cargas de entrenamiento comenzaremos por elegir el volumen de trabajo, recordando las pautas mencionadas en la Fig.4.1 y su referencia en el texto. En un principio puede escogerse el volumen "mínimo" (20 a 30 minutos) y bloques de estructura simple, con cargas de 1 a 3 minutos y pausas de 1 minuto. Esta organización inicial nos permitirá, observando el componente interno de la carga (la respuesta del individuo a la carga externa) ponderar la repercusión de una sesión y realizar los ajustes o correcciones necesarias. La intensidad del ejercicio debe ser "umbral" (65 a 70% de la FCMÁX.) y la PSE de 3 a 4 (escala de 0 a 10). La frecuencia de entrenamiento será (mínimo) de 3 sesiones semanales (en días no consecutivos, alternados). Es conveniente llevar una planilla de control de entrenamiento, en la cual se registrará: FC y PSE con relación al desarrollo de la sesión. Esto nos permitirá analizar el comportamiento individual del estrés y modificar las sesiones progresivamente. Cuando la FC y PSE se estabilice durante toda la sesión incrementaremos el volumen total en un 10 a 20%. En el ejemplo 2 (de Catalina), podríamos modificar el bloque nº 2 reemplazándolo por otro similar al nº 1 y así tendremos un incremento de 10% en el volumen total y una modificación en la densidad del trabajo (65/35). Otra opción sería incrementar el número de bloques, agregando uno más y aumentando el volumen 20%. El

MFA nos permite elegir entre diversas opciones y de esta manera romper la monotonía de la sesión de entrenamiento.

EL MFA es un medio muy eficaz para iniciar a los sujetos desentrenados en el entrenamiento y progresar a "instancias superiores de rendimiento". Es recomendable emplearlo hasta aproximadamente los 3 a 6 meses de entrenamiento, momento en el cual ya se desarrollan otros métodos más complejos y adecuados con los niveles de rendimiento.

Las pautas de "progresión" del MFA podrían ser: a) incremento del Volumen Total (desde 20-30 minutos hasta 55 a 60 minutos, con incrementos semanales de 10 a 20%);

b) aumento de la Duración de la Carga (desde 1-3 minutos hasta 4-6 minutos);

c) incremento de la Densidad ($>VPC$ y $<VPP$, hasta aproximadamente una relación 80/20);

d) aumento de la Intensidad (desde 50-55% $VO_2MÁX.$ o 65-70% $FCMÁX.$ hasta 90-100% $VO_2MÁX.$ o 95-100% $FCMÁX.$)

La decisión sobre qué modificamos y cuándo, son "decisiones de entrenamiento", es decir del profesor y su proceso de planificación.

9. La Progresión en la programación del entrenamiento.

La Progresión se define como "el acto de avanzar hacia una dirección u objetivo específico". En el entrenamiento de la aptitud aerobia la progresión relaciona el continuo incremento de una variable determinada (o de un conjunto de éstas) con el objetivo de entrenamiento a lo largo del tiempo.

El nivel inicial de rendimiento es una variable importante a considerar dentro de la progresión ya que condiciona la tolerancia al estrés o carga de entrenamiento y el ritmo de los procesos adaptativos de los diferentes sistemas orgánicos-funcionales y psicovolitivos. El uso y elección de los medios de entrenamiento, su variación y alternancia, el tiempo asignado en la programación para su desarrollo, son algunos de los elementos que completan la progresión. La manipulación de estos elementos pueden naturalmente promover progresos del entrenamiento o limitarlos, alcanzando una meseta o "plateau" (punto a partir del cual no se logran mejorías).

El uso de los conceptos de la periodización del entrenamiento no debe ser limitado al trabajo con deportistas de elite o de nivel avanzado, sí debe ser cuidadosamente aplicado en función de la individualidad y los niveles de aptitud física iniciales de los sujetos. La periodización puede ser tan efectiva en su aplicación a deportistas de competencia (Hakkinen y col. 1988; Kibler y Chandler, 1994; Kraemer y col. 2000), como a deportistas recreacionales (Dolezal y col., 1998; Herrick y col., 1996) y a sujetos en programas de rehabilitación con objetivos de entrenamiento (Fees y col. 1998).

10. Conclusiones.

La mayor causa de mortalidad en las sociedades occidentales son las enfermedades cardiovasculares. El ejercicio es una eficaz herramienta preventiva y de intervención ya que actúa incrementando la aptitud física y reduciendo todas las causas de morbilidad y mortalidad cardiovascular.

Es preciso revisar las prácticas relacionadas con la programación del ejercicio y del entrenamiento con personas desentrenadas (población no deportiva). Los programas de ejercicio para la salud deben ser cualificados para incrementar su eficacia, para ello es

necesario profundizar el estudio y desarrollo de una teoría propia, propuesta desde la Educación Física, que elabore y estructure categorías y niveles de dominios teóricos y prácticos relacionados con el ejercicio para la salud.

El incremento de la tasa de movimiento o gasto calórico proveniente de la práctica sistemática del ejercicio es una intervención del dominio de la Educación Física con indudables efectos saludables.

El entrenamiento de la aptitud aeróbica debe explorar "nuevos caminos" abandonando los modelos tradicionales, que consideran prioritario el desarrollo de las adaptaciones "centrales" y secundario los efectos musculares o "periféricos". El músculo no es esclavo del corazón cuando de ejercicio para la salud se trata, por el contrario, en muchas oportunidades los cambios más importantes deben buscarse en los músculos esqueléticos y, para ello, es necesario diseñar modelos de ejercicio en consecuencia.

La PSE (escala de Borg) es un parámetro muy útil para controlar los niveles individuales del estrés de las cargas, no solo en el intraesfuerzo sino para valorar la magnitud de la sesión e incluso de un conjunto de ellas (microciclo). Otro índice importante puede surgir de valorar los Watts por Latidos (en esta práctica se divide la Potencia del ejercicio en Watts por la Frecuencia Cardíaca de esfuerzo) de esta manera puede verificarse el efecto de entrenamiento a nivel muscular o periférico.

Es un gran error pensar que las estrategias de periodización del entrenamiento sólo son útiles con deportistas de rendimiento cuando han demostrado ser muy eficientes también en programas con deportistas recreacionales y población general.

En este capítulo se desarrollaron pautas orientadoras de entrenamiento, tomando como base el ejercicio en Cicloergómetro y el Método Fraccionado Adaptativo. Es indudable que muchas son las opciones por explorar y los interrogantes por develar, por ello quiero compartir una cita de Vladimir Novokov, inteligentemente escogida en su tesis doctoral por mi amigo el Dr. Daniel Forte Fernández:

"EL ROMPER DE UNA OLA NO PUEDE EXPLICAR TODO EL MAR".

Tabla 4.1**Ecuación para determinar VO2 predictivo (ACSM, 2000)**

SEDENTARIOS*		ACTIVOS**	
(mujeres)	42,3 – (0,356 x Edad)		42,9 – (0,312 x Edad)
(varones)	57,8 – (0,445 x Edad)		69,7 – (0,612 x Edad)

*La persona es considerada sedentaria cuando no realiza, de manera sistemática ejercicios aeróbicos generales, al menos tres veces por semana, en días no consecutivos (alternados) y con intensidad y duración suficiente para provocar efectos de entrenamiento.

**Es Activo aquel sujeto que se encuentra en situación análoga al sedentario. No obstante, la ecuación es aplicable a sujetos que realizan ejercicios para la salud, no es válida para deportistas de rendimiento.

Los valores que se obtienen corresponden al VO2MÁX relativo, es decir, expresado en mililitros de O2 por kilogramo de peso corporal y por minuto.

Tabla 4.2**Media de VO2MÁX. para adultos en METs.***

Edad	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
Varones	12,3	12,3	10,9	9,7	8,0
Mujeres	10,0	9,1	8,0	7,4	6,3

(Canadá Fitness Survey, 1983)

*Los valores de la tabla, (según edad y sexo) corresponden al VO2MÁX. expresado en METs menos 1MET. Así, por ejemplo, si un varón de 45 años tiene un VO2MÁX. de 40 MLO2/Kg. /min., este será = 11,4(METs) – 1 = 10,4 METs. Se resta siempre 1 MET ya que representa el equivalente metabólico necesario para las funciones vitales.

Tabla 4.3**Capacidad Funcional y Riesgo Potencial.***

Riesgo Alto	Riesgo Moderado	Riesgo Bajo
5 a 8 METs	> 8 a 10 METs	> 10 a 12 METs

(Adaptado de Haskell y col, 1999)

*El riesgo potencial se refiere al riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares a partir de los niveles de capacidad funcional indicados. Los sujetos no deben presentar ningún factor de riesgo cardiovascular ya que esto incrementa el riesgo. La tabla pondera el riesgo sólo a partir de la capacidad funcional.

Tabla 4.4

Beneficios del ejercicio aeróbico regular. (ACSM, 2000)

MEJOR FUNCIÓN CARDIOVASCULAR Y RESPIRATORIA.

- Incremento del VO₂MÁX. por adaptaciones centrales y periféricas.
- Reducción en la ventilación por minuto durante ejercicios de intensidades sub-máximas.
- Menor VO₂ miocárdico durante ejercicios de intensidades sub-máximas.
- Reducción de la Frecuencia Cardíaca y de la Tensión Arterial durante ejercicios de intensidades sub-máximas.
- Aumento de la densidad capilar en el músculo esquelético.
- Incremento del umbral de ejercicio para la acumulación de lactato en sangre.
- Incremento del umbral de ejercicio para la aparición de signos y síntomas de enfermedad (por ejemplo: angina de pecho, depresión isquémica del segmento ST, claudicación).

REDUCCIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO PARA LA ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA.

- Descenso de la tensión arterial sistólica y diastólica en reposo.
- Aumento en sangre de la fracción lipoproteica de colesterol de alta densidad (HDL) y Reducción de los Triglicéridos (TG) sanguíneos.
- Disminución de la grasa corporal total y de la grasa intra-abdominal.
- Menor necesidad de Insulina, mejor respuesta a la glucosa.

DISMINUCIÓN EN LA MORBILIDAD Y MORTALIDAD.

- Prevención Primaria. (intervenciones para prevenir eventos cardíacos agudos)
 1. El aumento de los niveles de ejercicio y/ o Aptitud física se relaciona con menor tasa de mortalidad por enfermedades coronarias.
 2. El aumento de los niveles de ejercicio y/ o Aptitud física se relaciona con menor tasa de incidencia para enfermedades cardiovasculares combinadas, enfermedad arterial coronaria, cáncer de colon y diabetes de tipo 2.
- Prevención Secundaria. (intervenciones posteriores a eventos cardíacos, destinadas a prevenir la reincidencia)
 1. Basado en meta- análisis, los pacientes que participan en programas de rehabilitación cardiovascular, reducen todas las causas de mortalidad por reducción multi-factorial del riesgo.
 2. Estudios realizados con pacientes que habían sufrido infarto de miocardio y se incorporaban a un programa de rehabilitación cardiovascular, no pudieron demostrar reducción en la tasa de re-

infarto.

OTROS BENEFICIOS.

- Disminución de la ansiedad y depresión.
- Mayor sensación de bienestar.
- Aumento del rendimiento laboral y para la actividad recreativa y deportiva.

Fig. 4.1

Programación del entrenamiento con población "general" (no deportiva)

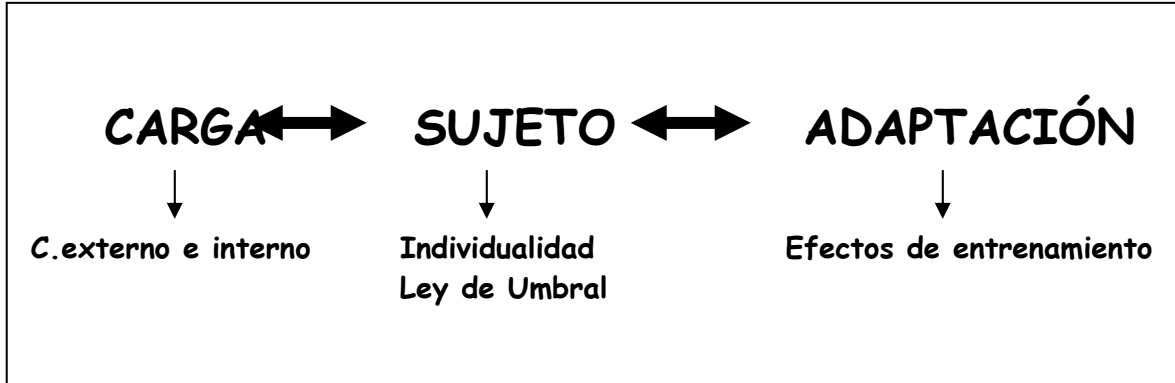


Tabla 4.5

Intensidad del Ejercicio, Frecuencia Cardíaca y Escala de Borg. (modificado por Howley, E. 2001)

INTENSIDAD	PSE (6-20)	PSE (0-10)	% VO ₂ /FC RESERVA	% FC MÁXIMA	% 1MR
Muy Liviano	< 10	0,5-1	≤ 20	< 50	< 30
Liviano	10-11	2	20-39	50-63	30-49
Moderado	12-13	3-4	40-59	64-76	50-69
Fuerte	14-16	5-6	60-84	77-93	70-84
Muy Fuerte	17-19	7-8	≥ 85	≥ 94	≥ 85
Máximo	20	9-10	100	100	100

Tabla 4.6

Nivel Inicial de rendimiento. (Adaptado de Fleck y Kraemer, 2002)

--	--

Denominación/Nivel	Características
Desentrenado	Son sujetos sedentarios. Presentan baja tolerancia al ejercicio y capacidad funcional pobre. INICIADO EL ENTRENAMIENTO, PERMANECEN EN ESTA CATEGORÍA 2 A 3 MESES.
Principiante	Se ubican aquí los sujetos que tienen más de 3 meses hasta 6 meses de entrenamiento.
Intermedio	Más de 6 hasta 14 meses de entrenamiento.
Avanzado	Más de 14 meses de entrenamiento.

Tabla 4.7
Relación entre la FC MÁX. Y VO2MÁX. (adaptado de Heyward, V y Swain, D)

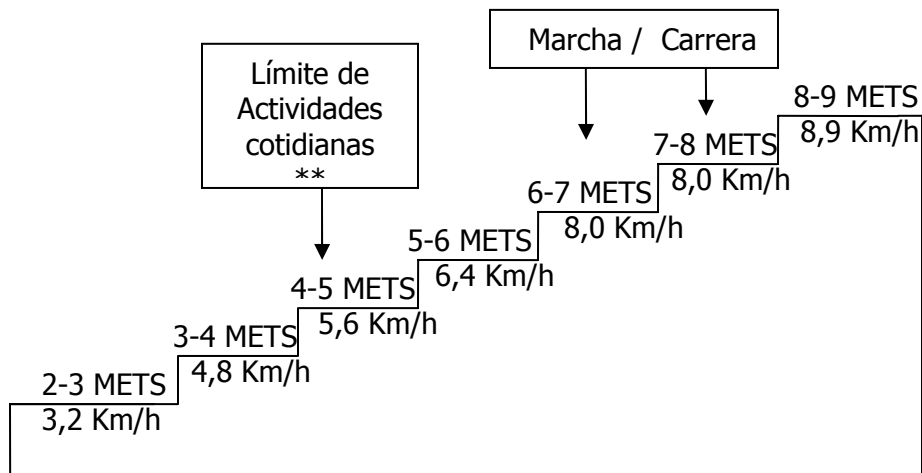
% FC MÁX. *	% VOMÁX.
63 (59)	40
69 (66)	50
76 (74)	60
82 (81)	70
89 (88)	80
95 (95)	90
100	100

*Los valores entre paréntesis corresponden a la aplicación de la ecuación de Londeree y Ames. Los resultados no presentan diferencias significativas.

<p>Ecuación de Londeree y Ames. %FCMÁX = (0,7305 x %VO2) + 29,95.</p>
--

Fig.4.2

Costo metabólico (en METS) de la marcha y la carrera con diferentes velocidades*.



*Se emplearon las ecuaciones del ACSM (2000) para determinar VO₂ (para marcha y carrera respectivamente). La velocidad de 8,0 km/h se reitera ya que es considerada "límite" para la marcha, es decir algunos sujetos pueden caminar (6-7 METS) a esa velocidad y otros deben correr (7-8 METS).

** Las actividades de la vida cotidiana tienen un costo metabólico entre 3 a 5 METS.

Fig. 4.3.

Sinopsis de algunos métodos de entrenamiento aeróbico.

- **Método Continuo "extensivo"**
Los esfuerzos se realizan sin pausa o descanso y el énfasis de la carga está puesto en la duración de los mismos.
- **Método Intervalado "extensivo"**
Los esfuerzos se realizan alternando Cargas con Pausas, el énfasis de la carga está puesto en la duración y en el volumen total de las mismas.
- **Método Intervalado "intensivo"**
Los esfuerzos ponen su acento en la Intensidad (Potencia del ejercicio).
- **Método "Intermitente" (aeróbico)**
Son esfuerzos compuestos por repeticiones cuya duración es igual o inferior a 1 minuto. (Astrand, 1992) La intensidad que se emplea para las cargas es superior a la del método Intervalado.

Fig. 4.4.

Características de la Duración e Intensidad para el entrenamiento en cicloergómetro.

• Métodos Intervalados.		
Cargas "Cortas" 60 a 90 segundos	Cargas "Medias" 2 a 3 minutos	Cargas "Largas" 4 a 6 minutos
• Intensidad.*		
Relativa Negativa (85 a 95 %)	Relativa Neutra (100%)	Relativa Positiva (102 a 110%)

*La Intensidad es calculada a partir de la prueba de ejercicio sugerida en el texto (ver Pautas de programación del entrenamiento con cicloergómetro). El 100% es la carga obtenida en la última etapa de ejercicio.

BIBLIOGRAFÍA. Capítulo IV.

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22, 265-274. 1990.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30, 975-991. 1998.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 6^o edition. Lippincott Williams & Wilkins. 2000.
- ASTRAND, PO. From exercise physiology to preventive medicine. *Ann.Clin.Res.* 20, 10-17. 1988.
- ASTRAND, PO. *Textbook of work physiology*. 3^oedition. McGraw-Hill. 1988b.
- BLAIR, S. Physical activity, physical fitness and health. *Res. Q. Exerc.* 64, 365-376. 1993.
- BLAIR, S., KOHL, H. Y PAFFENBARGER, R.Jr. Physical fitness and all cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA.* 262, 2395-2401. 1989.
- BLAIR, S., JACKSON, A. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33, 762-764. 2001.
- BUSKIRK, E y HODGSON, J. Age and aerobic power: the rate of change in men and women. *Fed. Proc.*46, 1824-1829. 1987.
- CASAS, A. Frecuencia Cardíaca Máxima. Documento de la cátedra de "Fisiología Aplicada al entrenamiento deportivo". Universidad Nacional de La Plata. 2000.
- CASAS, A. Evaluación de la aptitud física: selección, administración de protocolos y valores de referencia. En: *Entrenamiento Personal*. Alfonso Jiménez Gutiérrez (coordinador). INDE. 2005.
- CASAS, A. Ejercicio físico y trastornos metabólicos. *Sport Managers.* 45, 44-47. 2006.

CLARKSON, P. Exercise training enhances endothelial function young men. *J. Am. Coll. Cardiol.* 33, 1379-1385. 1999.

DEHN, M y BRUCE, R. Longitudinal variations in maximal oxygen intake with age and activity. *J. Appl. Physiol.* 33, 805-807. 1972.

DIFEE, G. Y CHUNG, E. Altered single cell force-velocity and power properties in exercise-trained rat myocardium. *J. Appl. Physiol.* 94, 1941-1948. 2003.

DIFEE, G., SEVERSEN, E. Y TITUS, M. Exercise training increases the Ca(2+) sensitivity of tension in rat cardiac myocytes. *J. Appl. Physiol.* 91, 309-315. 2001.

DOLEZAL, B. A., and J. A. POTTEIGER. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate (BMR) in nondieting individuals. *J. Appl. Physiol.* 85:695-700, 1998.

DORN, J. , NAUGHTON, J., IMAMURA, D. Y TREVISAN, M. Results of a multicenter randomized clinical trial of exercise and long term survival in myocardial infarction patients. *Circulation.* 100, 1764-1769. 1999.

FEES, M., T. DECKER, L. SNYDER-MACKLER, and M. J. AXE. Upper extremity weight-training modifications for the injured athlete: a clinical perspective. *Am. J. Sports Med.* 26:732-742, 1998.

FOX, S., NAUGHTON, J. Y GORMAN, P. Physical activity and cardiovascular health. *Mod. Concepts. Cardiovasc. Dis.* 41, 25-30. 1972.

GORAYA, T., JACOBSEN, S., PELLIKKA, P. y col. Prognostic value of treadmill exercise testing in elderly persons. *Ann. Intern. Med.* 132, 862-870. 2000.

HAKKINEN, K., A. PAKARINEN, M. ALEN, H. KAUKANEN, and P. V. KOMI. Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *J. Appl. Physiol.* 65:2406-2412, 1988.

HAMBRECHT, R., WOLF, A. Y GIELEN, S. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 342, 454-460. 2000.

HEATH, G., HAGBERG, J., EHSANI, A. y HOLLOSZY, J. A physiological comparison of young and older athletes. *J. Appl. Physiol.* 51, 634-640. 1981.

HELLERSTEIN, H. Y FRANKLIN, B. Exercise testing and prescription. In : *Rehabilitation of the cardiac patient.* Wenger y Hellerstein(editores). Pag- 149-202. 1978.

HERRICK, A. B., and W. J. STONE. The effects of periodization versus progressive resistance exercise on upper and lower body strength in women. *J. Strength Cond. Res.* 10:72-76, 1996.

HOFMANN, P., BUNC, V., LEITNER, H., POKAN, R. Y GAISL, G. Heart rate threshold related to lactate turn point and steady state exercise on a cycle ergometer. *Eur. J. Appl. Physiol.* 69, 132-139. 1994.

HOLMES, B Y DOHM, G.

HOUMARD, J., EAGAN, P., NEUFER, P. Y COL. Elevated skeletal muscle glucosa transporter levels in exercise-trained middle-age men. *Am. J. Physiol.* 261, 437-443. 1991.

HOWLEY, E. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(6), 364-369. 2001.

HUGHES, E., TURNER, C. Y BROOKS, G. Effects of glycogen depletion and pedaling speed on the "anaerobic threshold". *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exerc. Physiol.* 52, 1598-1607. 1982.

JEW, K Y MOORE, R. Glibenclamide improves postischemic recovery of myocardial contractile function in trained and sedentary rats. *J. Appl. Physiol.* 91, 1545-1554. 2001.

JEW, K Y MOORE, R. Exercise training alters and anoxia-induced, glibenclamide-sensitive current in rat ventricular cardiocytes. *J. Appl. Physiol.* 92, 1473-1479. 2002.

KESANIEMI, Y., DANFORTH, E., JENSEN, M., KOPELMAN, P., LEFEBVRE, P. Y REEDER, B. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33 (6): 351-358. 2001.

KIBLER, W. B., and T. J. CHANDLER. Sport-specific conditioning. *Am. J. Sports Med.* 22:424-432, 1994.

KRAEMER, W. J., N. RATAMESS, A. C. FRY, et al. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in college women tennis players. *Am. J. Sports Med.* 28:626-633, 2000.

LONDEREE, B. Y AMES, S. Trend analysis of the % VO₂MÁX-HR regression. *Med. Sci. Sports Exerc.* 8, 122-125. 1976.

MCARDLE, W., KATCH, F. y KATCH, V. *Fisiología del Ejercicio: energía, nutrición y rendimiento humano*. Cap. 21. Alianza Deporte (ED. Española). 1990.

MYERS, J., PRAKASH, M., FROELICHER, V., PARTINGTON, S. Y ATWOOD, E. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N. England J. Med.* 346, 793-801. 2002.

NORTON, K. Y OLDS, T. (editors) *Antropométrica*. Southwoods Press. Australia, 1996. (Edición en español: *Antropométrica*, Mazza, JC. Biosystem Servicio Educativo, 2000).

POLLOCK, M., FOSTER, C., KNAPP, D., RODD, J. y SCHMIDT, D. Effect of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *J. Appl. Physiol.* 62, 725-731. 1987.

POLLOCK, M. y WILMORE, J. *Exercise in Health and disease: evaluation and prescription for prevention and rehabilitation*. 2º ed. W.B Saunders, Philadelphia. 1990.

ROBINSON, S. Experimental studies of physical fitness in relation to age. *Arbeitsphysiol.* 10, 251-323. 1938.

SALTIN, B. y col. Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedentary man and endurance runners. *Ann. N.Y Acad. Sci.* 301-303. 1977.

MALINOW, M., MCGARRY, D. Y KUEHL, K. Is exercise testing indicated for asymptomatic active people? *J. Cardiac. Rehabil.* 4, 376-379. 1984.

MARTIN, D., CARL, K. Y LEHNERTZ, K. *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. ED. Paidotribo. 2001.

ROBERGS, R. Y LANDWEHR, R. The surprising history of the "HR_{máx}= 220-age" equation. *J. Exerc. Physiol. Online.* 5, 1-10. 2002.

SWAIN, D. Y LEUTHOLTZ, B. Heart rate reserve is equivalent to % VO₂ reserve, not to % VO₂MÁX. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29, 410-414. 1997.

VITA, J. Y KEANEY, J. Exercise: toning up the endothelium. *New. Engl. J. Med.* 342, 503-504. 2000.

WILMORE, J. Y COSTILL, D. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. 4º ED. Paidotribo. 2001.

WILLIAMS, P. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22, 754-761. 2001.

WISLOFF, U., LOENNECHEN, J., CURRIE, S. Y COL. Aerobic exercise reduces cardiomyocyte hypertrophy and increases contractility, Ca²⁺ sensitivity and SERCA-2 in rat after myocardial infarction. *Cardiovasc. Res.* 54, 162-174. 2002.

WENGER, H. Y BELL, G. The interaction of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports Med.* 3, 346-356. 1986.