



SISTEMAS DE ENTRENAMIENTO

DETERMINACION DE LA APTITUD FISICA

ADAPTACION: JULIO FERNANDEZ SANCHEZ

INTRODUCCION

La programación del entrenamiento deportivo es uno de los problemas centrales del deporte. Reduciendo a lo esencial se trata de ver como el proceso de entrenamiento debe estructurarse en períodos de tiempo, fases anuales o períodos olímpicos.

En los años 20 y 30 del siglo presente cambiaron considerablemente la teoría y la práctica del deporte. En consecuencia algunos autores europeos trataron por primera vez de forma exhaustiva, entre otras, las cuestiones referentes a la periodificación del entrenamiento, sobre todo con referencia al atletismo. Las opiniones de entonces, están maravillosamente expuestas en el manual "Athletik" publicado en 1.930. En esta obra en colaboración de varios especialistas europeos, el finlandés LAURI PIHKALA, en la parte de que es autor "Fundamentos generales del entrenamiento", formula una serie de principios que pretenden ser válidos tanto para el espacio entero de una actividad deportiva de varios años como para la configuración del entrenamiento de cada día:

1. El entrenamiento ha de presentar una clara alternancia de trabajo y recuperación. Pihkala habla de un ritmo ondulante de la carga durante los días, semanas, meses y años de entrenamiento.

2. La carga del entrenamiento ha de ir disminuyendo progresivamente en volumen y aumentando en intensidad. Es decir, que de un trabajo largo y que hace sudar, hay que ir pasando a unas cargas más breves pero más "acentuadas".

3. Es necesario que todo entrenamiento específico se edifique sobre la base de una amplia condición física general. En su plan de entrenamiento anual Pihkala propone 4 periodos: entrenamiento de preparación, entrenamiento de primavera, entrenamiento de verano y entrenamiento de recuperación en otoño e invierno.

El entrenamiento de preparación sirve, fundamentalmente, para desarrollar los órganos internos

a la vez que prevén ejercicios gimnásticos especiales para cada modalidad deportiva. El objeto principal de la primera fase del entrenamiento de competición es la "apropiación del estilo" - (o sea, de la técnica) de la modalidad elegida. En la segunda fase se trata de conseguir un estado de entrenamiento óptimo y de participar en competiciones. Para Pihkala el mejor modo de evitar el hiperentrenamiento es ir cambiando las cargas en un ritmo ondulante y alternarlas con breves recuperaciones. El período de otoño-invierno tal como lo entiende el autor, difícilmente puede ser considerado como un auténtico período de entrenamiento. Se trata, más bien, de una "pausa de entrenamiento" de tres a cuatro meses de duración. De todo ese tiempo, 4-6 semanas se dedican a una completa recuperación; con tal fin el deportista ha de entregarse a ejercicios fáciles y de esparcimiento: excursiones, fútbol.... etc.

Como vemos, según lo que piensa Pihkala, el ciclo de entrenamiento no queda del todo completo. Seguía influyendo en el autor la idea tradicional del entrenamiento de temporada con interrupciones. Por otra parte, sin embargo, apuntan ya con suficiente claridad tendencias nuevas: aumenta el tiempo dedicado a la preparación para las competiciones; ese tiempo queda dividido en dos etapas fundamentales: una, de preparación introductora general, y otra, de preparación especial se advierte un empeño en no admitir largas interrupciones en el proceso de entrenamiento. De una u otra forma, estas mismas tendencias se encuentran también en otros autores de finales de los años 30. Algunos de ellos, avanzan más que Pihkala. Por la literatura de esta época, es L. Mang el primero al que se le ocurre la idea de un entrenamiento especial ininterrumpido. El período de entrenamiento de otoño-invierno abarca para Mang, no sólo un amplio conjunto de ejercicios que han de servir para un desarrollo general, sino también el "aprendizaje técnico" de -

ejercicios. Por otro lado, defiende nuestro autor que el período de entrenamiento de primavera verano no sólo ha de estar dedicado a la especialización, sino también a ejercicios de tipo general. Se advierte en Mang una nueva vía metodológica, según la cual los diferentes objetivos de la formación del deportista no se buscan sucesiva ni paralelamente. Nuestro autor ofrece planes detallados para cada mes de entrenamiento y hace una proposición bastante osada para su época: que los deportistas de una determinada categoría intervinieran en 20 ó 30 competiciones al año.

Las ideas expuestas, referentes a la estructuración del entrenamiento, se extendieron no sólo en el campo del atletismo sino también en el del esquí, la natación, el fútbol y otros deportes. Sin embargo, el principio de un entrenamiento que durará verdaderamente todo el año, sin interrupción no llegó a ser formulado hasta los años 40 ó 50. Si el susodicho principio llegó a imponerse, se debió en buena parte a la obra de G. Holmer y W. Gerschler y a la notable labor de sus discípulos que fueron los primeros deportistas en seguir un método de entrenamiento especializado durante todo el año.

El principio de un proceso de entrenamiento ininterrumpido durante todo el año entró pronto en conflicto con las ideas conservadoras. Ello nos explica que en algunos países de larga tradición deportiva, no haya existido hasta época muy reciente un sistema elaborado de entrenamiento durante todo el año o que todavía dicho sistema se encuentre en fase de desarrollo.

Así, por ejemplo, la necesidad de introducir un entrenamiento especializado que dura todo el año, no apareció en Inglaterra antes de finales de los años 40, y en Francia, hasta mediados de los años 50. Pero la verdad es que en Inglaterra cambió bien pronto: en 1.946 aparece Dyson con un nuevo sistema de entrenamiento, en el que se recogían experiencias tanto europeas como americanas. Dyson periodizaba el entrenamiento de la siguiente manera:

1. "Periodo sin competiciones" (sept.-mar.) en el que se lleva a cabo un trabajo preparatorio a base de cross, ejercicios gimnásticos en sala, ... etc.
2. "Periodo precompetitivo" (mar.) comienza la preparación especial.
3. "Temporada de competiciones media" (mayo-mitad junio) disminuye la intensidad del entrenamiento; conseguir la "forma deportiva óptima".
4. "Periodo de competiciones principal" (mitad junio-julio).
5. "Periodo poscompetitivo" (mitad Julio-fin de agosto).

No tardaron en aparecer en Inglaterra, en los años siguientes, algunos libros de deportes en los que el proceso de entrenamiento aparece expuesto como un ciclo que dura todo el año; es-

te ciclo se suele distribuir en 3-4 periodos y, además, en cada periodo se prevé una sesión, o incluso dos sesiones, de entrenamiento diario. En la medida en que trabajos modernos de autores americanos y también los proporcionados por especialistas de otros países que han estudiado el sistema de entrenamiento americano permiten dar un juicio, en Estados Unidos se ha prestado relativamente poca atención a la periodización del proceso de entrenamiento. Aunque en la práctica hace ya mucho tiempo dura casi todo el año en los libros especializados se sigue concediendo a la preparación especial de 3 a 6 meses, así, por ejemplo, Breshnahan y Tuttle recomiendan la siguiente periodización:

1. Pretemporada: del 15 de marzo al 1 de abril.
2. Comienzos de temporada: del 2 al 15 de abril.
3. Mediados de temporada: del 16 de abril al 15 de mayo.
4. Finales de temporada: del 15 de mayo al 15 de Junio.

(Fechas para la zona oriental y central de Estados Unidos).

El resto del año se dedica a la recuperación activa y a la práctica de deportes complementarios. Pero, por otra parte, hay una serie de especialistas americanos que conciben este tiempo como un periodo cada vez más definido de todo un entrenamiento especializado, introduciendolo en el ciclo general del entrenamiento con el nombre de "entrenamiento de la condición física general". Junto a eso en la practica americana suele gozar de preferencias el uso de un doble ciclo centrado cada uno de ellos en dos temporadas diferentes dentro del año: la de invierno-primavera y la de verano. El método se aplica en atletismo, en natación y en otros deportes. Actualmente se observa una modernización del sistema de entrenamiento americano, debido en gran parte a las experiencias europeas y australianas. Así por ejemplo la estructura de entrenamiento de los fondistas ha experimentado cambios importantes. Sin entrar en mayores detalles, se puede decir que existen dos sistemas para programar el entrenamiento anual: el de un solo ciclo y el de dos ciclos.

El número de periodos de cada ciclo y su definición varían de unos autores a otros. Pero siempre hay algo en común: los periodos iniciales se dedican principalmente a la preparación general y especial; el periodo siguiente está pensado sobre todo para las competiciones. El ciclo se cierra con un periodo de relativa recuperación.

Del libro: **PERIODIZACION DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO.**

Autor: **MAIVEIEN**

LOS AUTORES

ARTHUR LYDIARD

Después de analizar los sistemas de entrenamien-

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS, CUADERNO NO 1

to de intervalos por un lado y de larga duración por otro, extrajo los puntos fuertes de ambos sistemas y realizó un verdadero acoplamiento.

Lydiard no surgió como un científico, sino que partió prácticamente de cero, en cuanto a materia de entrenamiento se refiere. Probablemente, haya tenido que hacer un recorrido más largo hasta llegar a la posición actual. Su punto de partida es una modesta e intrascendente actuación como corredor de fondo y la lectura de un libro que según sus manifestaciones tuvo decisiva importancia en su futuro dentro del campo del deporte: **ENTRENAMIENTO DE ATLETAS** del coronel y entrenador inglés F.A. Webster.

Muchos de sus corredores, empezaron a entrenarse casi por acompañarlo en sus entrenamientos, en éste caso podemos citar a Halberg campeón olímpico de 5.000 metros y Peter Snell, triple campeón olímpico, que vivían cerca de la casa

Lydiard, en las afueras de Auckland (Nueva Zelanda). En la actualidad el método Lydiard es la base del sistema de entrenamiento que los finlandeses han venido desarrollando y aplicando en los últimos años con el extraordinario éxito que todos conocemos.

GEORGE GANDY

Presenta el sistema de entrenamiento de Sebastian Coe, es un trabajo actual del que pueden sacarse conclusiones valiosas de cara al entrenamiento en piragua, Gandy según el mismo nos cuenta es un entrenador surgido, al igual que Lydiard desde abajo, pasando por colegios, hasta que llegó a preparar atletas de talla internacional. En sus comienzos se confiesa culpable de haber estropeado muchos atletas jóvenes por su ignorancia.

JAMES COUNSILMAN

Entrenador de natación de la Universidad de Indiana. Doctor en medicina, fue el entrenador jefe responsable del equipo masculino de U.S.A. en la Olimpiada de Montreal. Con un lenguaje claro y preciso nos da a conocer parte de su experiencia que le ha llevado a ser el entrenador de natación con más éxitos de todos los tiempos y que es aprovechable no sólo en natación sino en cualquier deporte, porque nos habla de cosas comunes y útiles a todos.

En los artículos finales se trata el tema de la determinación de la aptitud física para lo cual se presentan una serie de principios metodológicos con los que se puede trabajar en los diferentes niveles de deportistas y para lo que no es necesario tener costosos y complicados equipos. Los autores son los doctores Jean-Paul Eclache, profesor de Biología, Jean Beaury, jefe de medicina y Simare Guard especialista de E.C.G. del esfuerzo en el Hospital Cardiológico de Lyon.

EL SISTEMA DE ARTHUR LYDIARD (por Arthur Lydiard)

Es imposible ser explícito acerca de las reacciones fisiológicas que provoca el duro entrenamiento. Lydiard ofrece las siguientes ideas para el enfoque del entrenamiento, basado en 35 años de experiencia como atleta y entrenador y algunos años de estudios de psicología y medicina deportiva. Es muy importante conocer la teoría en términos prácticos para entender los efectos del ejercicio agotador y como puede ser usado con la máxima eficacia.

Fundamentalmente su entrenamiento está basado en un equilibrio entre el trabajo aeróbico y anaeróbico.

El trabajo aeróbico significa entrenarse dentro de la capacidad personal de consumir oxígeno, cada atleta es capaz de consumir una cierta cantidad de oxígeno por minuto, de acuerdo con su condición física. Este límite puede ser aumentado mediante un adecuado entrenamiento.

El límite aeróbico se conoce como el máximo consumo de oxígeno, es la capacidad para respirar transportar y utilizar el oxígeno que tiene nuestro organismo, cuando el ejercicio pasa por encima de este límite se entra en el trabajo anaeróbico. En este momento, se producen una serie de cambios químicos en el metabolismo que permiten seguir realizando este tipo de ejercicio hasta que se produce una deuda de oxígeno de aproximadamente unos 15 litros.

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que tiene lugar en los tejidos, entre estas reacciones químicas que tienen lugar en los tejidos están las oxidaciones que constituyen la fuente de energía biológica. Se produce la transformación de compuestos de gran energía, el adenosintrifosfato (ATP) y la fosfocreatina (CP). Supongamos que un deportista tiene un límite de consumo de oxígeno de 3 litros por minuto y puede mantener una deuda de 15 litros. Si realiza un trabajo que requiera 4 litros por minuto podrá mantener el esfuerzo durante 15 minutos, usando un litro de su capacidad de deuda de oxígeno en cada minuto. Si el consumo aumenta a 5 litros por minuto, el esfuerzo solo podrá mantenerse durante 7,5 minutos.

Es esencial entender el significado de la fatiga, muchos entrenadores y deportistas llegan a extremos en los que se crean excesivas deudas de oxígeno con la esperanza de sobreestimular el metabolismo, se intenta acortar el proceso de recuperación olvidando que cuando la fatiga está creada, el cuerpo debe recuperar.

Los rendimientos de la energía varían en gran manera entre el ejercicio aeróbico y anaeróbico. El sistema aeróbico es 19 veces más económico que el anaeróbico.

El ejercicio más rápido y más intenso es el menos económico, el combustible almacenado en nuestro cuerpo es quemado a grandes velocidades y los productos de deshecho se acumulan rápidamente.

te en forma de ácido láctico. El ácido actúa sobre la sangre aumentando su acidez; este desequilibrio si es muy pronunciado puede afectar al sistema nervioso central y producir una falta de intereses por el entrenamiento y la competición, es una reacción fisiológica que puede llegar a ser psicológica.

Es necesario comprender que, si bien el objeto del entrenamiento es desarrollar la capacidad anaeróbica para el ejercicio, esto sólo puede lograrse desarrollando la capacidad de absorción de oxígeno y la capacidad para realizar actividades aeróbicamente. En otras palabras es menester hacer todos los kilómetros que se pueda a una velocidad económica o aeróbica para llevar al más alto nivel posible la capacidad de absorber oxígeno, puesto que ello constituye los cimientos del entrenamiento anaeróbico o de velocidad.

Para lograr los mejores resultados en un tiempo dado, es necesario que el deportista trabaje a sus mejores velocidades aeróbicas; es decir, a velocidades inmediatamente por debajo de su capacidad máxima de toma de oxígeno. Aun a velocidad muy baja aumentará la eficacia cardiaca general y de ese modo elevará la toma de oxígeno; pero a velocidades que estén muy por debajo de su nivel máximo de absorción de oxígeno, tardará más tiempo en lograr los resultados que cuando las velocidades son las de niveles aeróbicos más altos.

Entrenarse a velocidades por encima del máximo consumo de oxígeno es trabajar anaeróbicamente, con el resultado de producir un descenso en el pH sanguíneo, debido a la producción de ácido láctico, en este entrenamiento lo importante es realizar una gran cantidad de trabajo aeróbico, lo que se intenta en realidad es llevar a un nivel económico las presiones del corazón sobre el sistema cardiovascular, generalmente para lograr el desarrollo de las partes menos desarrolladas del mismo.

Para realizar prácticamente este entrenamiento, óptimo, desde el punto de vista aeróbico, es necesario hacer distancias determinadas contra reloj y aumentar paulatinamente los esfuerzos a medida que se desarrolle la aptitud física.

La eficacia cardiaca general se desarrolla a lo largo de muchos años en forma gradual y continua, por supuesto siempre que continúen con el entrenamiento aeróbico sistemático y prolongado.

Se puede decir que los kilómetros hacen los campeones: inicialmente es de primordial importancia hacer todos los kilómetros que se pueda, entre temporadas de competición, resulta aconsejable trabajar una vez por día a velocidades aeróbicas altas y completar el entrenamiento haciendo todos los kilómetros que se pueda.

El entrenamiento debe determinarse de este modo: determinar de cuánto tiempo por día dispone el

deportista para entrenarse y equilibrar el programa de entrenamiento de acuerdo con ello. Medir varias distancias diferentes en distintos terrenos si es posible un sitio para cada día de la semana por razones psicológicas y evitar la monotonía. Antes de iniciar un sistema de entrenamiento es necesario hacer una buena base de la siguiente manera: lunes 1 hora; martes 1/2 hora; miércoles 1 hora; jueves 1.1/2 horas; viernes 1 hora; sábado 2 horas y domingo, 1 hora; sin esforzarse y sin tener en cuenta el número de kilómetros; lo que realmente importa es el tiempo dedicado al entrenamiento.

No hay que iniciar un programa determinado de inmediato, sino esperar a trabajar de acuerdo con la aptitud y habilidad para entrenar de cada uno. Una vez que esté seguro de poder entrenar durante dos horas sin problemas, se puede iniciar un programa. Tomando el tiempo que tarda en hacer un número determinado de kilómetros procediendo de la siguiente manera: hacer distancias determinadas durante una semana, sin dejar que influyan factores tales como el reloj u otro compañero que vaya a la par, mantener una velocidad uniforme esforzándose todo lo que el estado físico permita. Poner en funcionamiento un reloj al iniciar cada entrenamiento, de modo que pueda tomar el tiempo total de cada distancia, así tendremos una idea del estado físico del deportista.

Los datos obtenidos durante la primera semana de entrenamiento servirán de base para la programación del entrenamiento.

En la segunda semana se usan esos tiempos como control, y se hacen las mismas distancias empleando tiempos semejantes, controlando el tiempo empleado en cada kilómetro al pasar las marcas correspondientes, en la siguiente semana, será necesario aumentar la velocidad bajando el tiempo promedio por kilómetro. De este modo es posible hacer el mejor esfuerzo aeróbico en vez de ir demasiado lento o demasiado rápido, y lograr así los mejores resultados en un lapso determinado de entrenamiento.

Próximo capítulo:

SISTEMA DE ARTHUR LYDIARD (final del artículo).
SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE S. COE por G. Gandy.

SISTEMA DE ARTHUR LYDIARD (continuación)

Hace años descubrí que alternando las distancias es decir, haciendo 15 kilómetros un día y 30 al día siguiente (en vez de hacer 20-25 km. todos los días, es decir el mismo total) obtenía mejores resultados. Ello se debe a que se logra una mejor capilarización muscular mediante el entrenamiento continuado más prolongado, lo cual permite una mejor utilización del oxígeno.

La cantidad de kilómetros que el deportista sea capaz de hacer por semana dependerá de las condiciones climáticas, del tiempo que disponga para entrenarse y de factores personales. No obstante, no será tanto la distancia como las velocidades alcanzadas lo que hará que el deportista deba detenerse, pero si mantiene el esfuerzo de acuerdo con sus capacidades pronto podrá hacer muchos kilómetros.

Cuando digo que el objetivo es establecer un programa semanal, como el que se detalla a continuación, sólo quiero presentarlo como una guía que se adaptará al programa diario personal, a la aptitud física y a la edad del deportista.

El programa es el siguiente: lunes, 15 km.; martes, 25 km.; miércoles, 20 km.; jueves, 30 km.; viernes, 15 km.; sábado, 30 km.; domingo, 25 km.

Cuando se ha completado el periodo de acondicionamiento, o no se le puede dedicar más tiempo, es necesario desarrollar la velocidad e iniciar el desarrollo de la capacidad anaeróbica para el ejercicio.

Hay que ofrecer resistencia a los músculos y desarrollar sus fibras musculares blancas, que son las principales responsables de la velocidad.

Descubrí que hay una forma de ejercicio isotónico que desarrolla mejor las fibras musculares con la que se alcanza muy pronto una buena velocidad.

Los corredores utilizan una cuesta de 1/3 de inclinación que suben saltando; estos saltos colina arriba también estiran los músculos y los tendones y contribuyen a dotarlos de flexibilidad y velocidad.

Este entrenamiento debe realizarse tres veces por semana, dedicando los días intermedios a la obtención de velocidad y un día se realizará un entrenamiento de una hora y media a dos horas de duración, que deberá ser realizado con poco esfuerzo.

Los mejores resultados se obtienen con un entrenamiento de este tipo durante seis semanas.

Por lo general es suficiente un periodo de diez semanas para llevar a cabo el entrenamiento de pista necesario para llegar a la primera competición de importancia. Estas diez semanas se dividen en tres secciones, las primeras cuatro se usan para desarrollar más la velocidad y la capacidad anaeróbica para el ejercicio. Es posible desarrollar una capacidad para contraer una deuda de aproximadamente 15 litros de oxígeno;

ello se consigue al entrenar en condiciones anaeróbicas y contrayendo grandes deudas de oxígeno al entrenarse, de modo que estimule el metabolismo corporal para que neutralice la fatiga. Si comprende esto, el deportista se dará cuenta de que en realidad no importa la forma que suma el entrenamiento anaeróbico siempre que lo canse y termine la sesión sabiendo que ya no puede hacer nada más ni mejor. En realidad no importa hacer repeticiones o entrenamiento por intervalos siempre que se acabe el entrenamiento muy fatigado. Es importante evaluar cada día el entrenamiento que se realiza para comprender sus efectos y no seguir ciegamente cualquier programa.

Aconsejo durante este periodo de cuatro semanas realizar este entrenamiento anaeróbico tres veces por semana en días alternos. Nunca debe realizarse un entrenamiento anaeróbico exigente dos días seguidos, pues conviene dejar que el pH sanguíneo vuelva a niveles normales después de esos esfuerzos agotadores.

Cuanto más jóvenes sean los deportistas, menor será la capacidad de entrenamiento anaeróbico previsto en el programa; sólo a medida que el deportista crezca en edad y aptitud física se irá aumentando la proporción de entrenamiento anaeróbico.

Si se continua durante más tiempo con este tipo de entrenamiento con gran cantidad e intensidad de trabajo, el metabolismo corporal resulta negativamente afectado, debido a los efectos del descenso del pH sanguíneo.

En los días libres conviene concentrarse en desarrollar la velocidad al máximo realizando también ejercicios para flexibilizar y relajar los músculos, salidas y otros ejercicios que desarrollen la velocidad, el séptimo día lo mejor es hacer un entrenamiento largo sin esforzarse. Después de estas cuatro semanas de entrenamiento, se inicia otro periodo de cuatro semanas y media, cuyo fin es coordinar el entrenamiento realizado hasta este momento. Ahora que están desarrolladas las cualidades físicas es necesario preparar al deportista para que compita sin tropiezos ni puntos débiles. De modo, pues, que en esta etapa del entrenamiento deben considerarse estos aspectos. Será todavía necesario realizar algo de trabajo anaeróbico, pero en este periodo disminuirá en cantidad y aumentará en intensidad. En otras palabras, si antes hacíamos 20 veces un minuto, ahora se puede hacer 15 veces 20 segundos con una recuperación de 20 segundos. Esto se llama afirmar el entrenamiento anaeróbico.

Generalmente es mejor en esta etapa, emplear este entrenamiento una vez por semana, por ejemplo el lunes.

El martes podría hacerse un "test" sobre una distancia igual o casi igual a la de competición. Al realizar estos controles el deportista puede descubrir sus debilidades por sí mismo. -

Otra persona debe tomar tiempos parciales. Entonces se verá cuáles son las debilidades que se manifiestan y se emplearán los ejercicios adecuados para corregirlas. Los miércoles se pueden hacer unas competiciones de velocidad a nivel de Club esto se aplica también a los fondistas.

El jueves se puede realizar el entrenamiento que se considere necesario, basándose en la información recogida en los controles.

El viernes después del debido calentamiento se trabajará velocidad mediante progresivos y otro tipo de ejercicios.

El sábado, competición. Durante este período, esas competiciones son consideradas parte del entrenamiento, pues cuando se está entrenando duro, no es posible obtener buenos resultados. Estas competiciones deben ser sobre distancias que estén de acuerdo con las necesidades del deportista y teniendo en cuenta los resultados de los controles.

El domingo deberá realizarse el entrenamiento de larga distancia de una manera descansada.

Durante la última semana y media, el deportista debe tratar de descansar aligerando el entrenamiento para acumular reservas mentales y físicas para la competición que se avecina. Este período del entrenamiento es muy importante y el tiempo que debe durar será determinado individualmente, pues cada individuo difiere de los demás en este aspecto, aunque por lo general es de 10 días como promedio. Se debe entrenar todos los días pero de forma liviana.

Una semana de entrenamiento, típica durante la temporada de competición, sería más o menos la siguiente: sábado, competición; domingo, distancia larga sin forzar; lunes, carreras cortas de velocidad; martes, progresiones y ejercicios que mejoren la velocidad de movimiento; miércoles, competición en el club; jueves, trote, progresiones y velocidad de movimiento.

Todas las mañanas salvo el día que toque la distancia larga, el deportista debe hacer un entrenamiento suave pues esto contribuye a elevar el pH sanguíneo y mejora la capacidad de recuperación.

Si bien este programa no es demasiado específico, es fundamentalmente la forma de encarar el entrenamiento de fondo y medio fondo.

Traducido de Runner World y Track and Field.

EL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE S. COE. Por G. - Gandy (1a. parte)

Gandy dice que no existen límites absolutos. Los únicos que existen son aquellos relacionados con el cuerpo humano, según lo conocemos en este momento, ya que dentro de 50 años por ejemplo igual será distinto por cambios en la nutrición y estilo de vida. Sería un sueño que un entrenador pudiera pedir un cuerpo de atleta según le

venga bien: determinada altura, fuerza, potencia.... En una carrera de 800 el atleta necesita mucha potencia y flexibilidad.

En cuanto a la eficacia fisiológica, un corredor de maratón necesita un sistema periférico de circulación muy eficiente. En 5.000 la eficacia del corazón es lo más importante y si reducimos la distancia a 800, la función pulmonar y la resistencia muscular local es especialmente importante. En sprints cortos la fuerza de las piernas es importante. Todos estos factores son importantes pero algunos tienen mayor importancia según la distancia.

Se debe intentar entrenar un atleta desde niño, así se puede controlar mejor la formación del cuerpo con una alimentación adecuada y otras técnicas de entrenamiento, y se debe intentar entrenar al atleta hacia una prueba a la que esté condicionado. La respuesta de que distancia conviene a cada uno es dado por el mismo cuerpo del atleta. Si se le puede controlar desde pequeño se ve en que distancia va haciendo un progreso más rápido, esa distancia será a la que su cuerpo está más predispuesto.

A veces resulta que un atleta quiere triunfar en una distancia que no le va debiéndose dedicar mejor a otra. Gandy dice que hace todo su entrenamiento a largo plazo, e intenta comunicar con sus atletas. Hay que hacer todo basado en la lógica y en la razón. El atleta no pregunta, pero todo lo que se hace tiene un razonamiento. Si se desarrolla este tipo de comunicación durante los años con el atleta, entonces habrá dos personas trabajando para obtener la misma meta. Así a la hora de encauzar a un atleta a una determinada prueba, no hay problema si el atleta quiere hacerlo bien, y el entrenador está ahí para ayudar a desarrollar el potencial para la prueba que más le convenga.

No solo hay que tener en cuenta las facultades físicas de un atleta, en el momento de encauzar le a una prueba, también tienen importancia factores sociales y psicológicos. Si un atleta va a tener más publicidad si se dedica a la milla en vez de a los 800 m. entonces tal vez se le podría encauzar hacia la milla.

Gandy da el ejemplo de un corredor suyo. Un joven muy bueno en 400 m. Gandy tiene esperanzas de que a la larga llegue a ser una figura de 800 pero por el momento de Coe y Overt, es difícil que tenga un puesto en el equipo.

Hay veces que se tiene un atleta que quiere que le digan lo que tiene que hacer. Esto suele ocurrir con atletas que empiezan desde cero. En estos casos el entrenador puede actuar a modo de profesor, enseñando. Pero hay otros que, se ven en la necesidad de tomar ellos mismos las decisiones finales, en estos casos conviene una cooperación.

Gandy dice que no le interesa lo que un atleta pueda conseguir en el gimnasio, sino que lo

que le importa es el producto final. Por esto - hay que tener clara la meta a la que se quiere llegar y luego preparar un entrenamiento para ello. A Gandy le gusta pensar que está dando a sus atletas algo que a él le faltó, y por causa de lo cual, terminó por dejar la competición. Empezó desde abajo, pasando por colegios, hasta que llegó a preparar atletas de talla internacional. En sus comienzos se confiesa culpable - de haber estropeado muchos atletas jóvenes por su ignorancia.

Critica el sistema de entrenamiento americano, por considerarlo muy corto e intensivo. Cree - que para conseguir un atleta de nivel mundial - se necesitan sobre 6 ó 7 años, el sistema educativo americano (que es de donde salen los atletas) es sólo de unos tres a cuatro años, por lo que un atleta no está con el mismo entrenador - más de ese tiempo.

Es de la opinión que para conseguir un buen atleta no es necesario someterle a unas brutalidades enormes. Hay que prepararle para que pueda soportar bien una situación de stress. Hay que - evitar los "quemés". Ya que si se lleva un atleta más allá de lo que es capaz, esto será negativo para el siguiente escalón del entrenamiento. Todo entrenador, tiene que tener muy claro, porque utiliza determinado sistema de entrenamiento.

Cree que un atleta debe tener como base un buen sistema circulatorio, se mejora con correr a baja intensidad, lo cual también prepara el corazón. (contribución de Van Aaken). Esto es la base para meter luego cualquier entrenamiento.

Hay que intentar conseguir un stress óptimo, y no máximo. Hay que tener cuidado con no pasarse. Si se hace determinada cosa, te puede mejorar, si abusas de esa misma cosa, te puede romper, - por eso es sencillo pasarte sin querer, creyendo que un solo ejercicio, es lo que más vale. -

Hay que mirar al atleta como un organismo total. A veces haces al atleta correr suave y cargas - el sistema circulatorio, pero mientras tanto los otros sistemas están recuperándose. La sesión - siguiente puede ser rápida, pero con intervalos de recuperación grandes, con el peso del entrenamiento sobre los músculos. La siguiente sesión puede poner el peso del entrenamiento sobre el corazón y los pulmones con 6 ó 7 millas más fuertes. Hay que pensar el sistema de entrenamiento, de tal manera que mientras unos sistemas están trabajando, los otros están descansando, con un énfasis hacia el sistema que estás - preparando en ese periodo de entrenamiento. Vuelvo a hacer hincapié en que cuanto antes se co - ge al atleta, mejor.

Gandy, pone un ejemplo de un atleta del Sudán - que trabaja con él, Khalifa Omar. Este atleta - hasta que tuvo 12 años, se dedica a andar doce horas al día, durante seis meses del año, detrás del ganado. El andar tanto, le produjo un

sistema de baja intensidad. No produjo una función pulmonar eficiente, ya que no había ningún tipo de stress en este sistema. Al medir su VO - max. y compararlo con lo que se acepta internacionalmente, como una media para estar en forma se puede hacer uno a la idea de que puede equivocarse al no conocer las cualidades innatas de alguien. Tenía el VO max. tan bajo (55 ml/kg/min) que nadie diría que a los dos años de entrenamiento haría 1.46.2 en 800 m. y 3.37.7 en 1.500 m. Es obvio que desarrolló un sistema circulatorio muy bueno, a una edad temprana.

A Gandy, le gusta ver en ese tipo de desarrollo planeado y no hecho por casualidad. Dice que un par de atletas que ha tenido, han nadado mucho de pequeños. Una buena cosa de la natación es - que no produce un verdadero stress sobre las articulaciones, cosa que hay que vigilar cuidadosamente, con atletas jóvenes. Y además hay poca carga continua sobre el corazón, que produce un buen desarrollo, mientras mejora el sistema circulatorio periférico. Gandy cree que hay que intentar llegar a mejorar el sistema circulatorio y el corazón a una edad lo más temprana posible, y evitar cargas repetidas y excesivas sobre huesos y articulaciones en jóvenes. También cree - que se debe hacer ejercicios de estiramiento - desde el principio para no perder esa flexibilidad innata de los niños.

En la adolescencia haría más trabajo para desarrollar el corazón. Cree que el corazón y los - pulmones pueden ser puestos a su máximo entre los 13 y 18 años. A partir de los 16 ó 17 se - puede empezar ya con trabajo de fuerza de una manera más seria y seguir entrenándolo hasta los 24 o 25 años. Un atleta sí puede aumentar su - fuerza hasta los 20 años, pero después lo más seguro es que vaya en disminución.

El programa de entrenamiento de un atleta a partir de los 18 años, más o menos, hasta los 22 ó 23, debe ir con vistas a reducir limitaciones. Hay que mirar a ver que es lo que pueden hacer y cuales son sus limitaciones. Hay que considerar las posibilidades de mejorar esas limitaciones, pero siguiendo intentando aumentar la fuerza. Para saber hasta que punto puedes desarrollar la fuerza de un atleta, o quitarle limitaciones, tienes que tener una idea clara y honesta de lo que es posible y de lo que no lo es. El trabajo de un entrenador es cambiar a la gente, y para hacer eso, hay que tener bien claro que es posible y que no, para cada atleta.

Cuando hablo de cambiar cuerpos, hay que pensar hasta que punto se puede cambiar un cuerpo. Si tienes a alguien que ha dejado deteriorar su movimiento mucho, entonces será fácil producir - cambios en ese caso. Mucho depende de la debilidad nata del cuerpo, además de su estructura. Es más fácil aumentar el campo de movimiento de una persona que tiene musculatura larga, que de la persona de músculos cortos y apretados. Normal-

mente es más fácil con una persona delgada. Pasa lógicamente que puedes aumentar mucho la fuerza en personas que antes no han hecho un entrenamiento de fuerza, pasa lo mismo con alguien que sólo hace carrera lenta y ningún intervalo, su mejora al aplicarle el entrenamiento es grande. Sin embargo estos cambios sólo deben ser introducidos gradualmente. Se puede hacer que un atleta parezca totalmente distinto después de unos años de entrenamiento, físicamente hablando.

Por George Gandy (Entrenador de Coe).

2a. parte

En el entrenamiento el objetivo principal es sacar del cuerpo del atleta todo lo que es capaz de hacer. Hay que desarrollar fuerza específica. Por ejemplo, si un atleta está empujando contra una pared, la pared no se mueve, así que está desarrollando fuerza en los músculos, pero no está enseñando a los músculos a moverse. Después de que se ha desarrollado totalmente la fuerza en los músculos del atleta contra la pared, podríamos seguir y empezar a empujar un coche que se aleja de nosotros a 2 mph. (aproximadamente 3 kph.). Entonces el atleta está empujando con músculos pero esos músculos se están moviendo. Empieza a acostumbrar el cuerpo al movimiento.

Para las piernas se pueden utilizar carreras cuesta arriba. Pero para enseñar al cuerpo para desarrollar la velocidad tenemos que conseguir que el atleta corra más deprisa de lo que puede normalmente. Se puede hacer poniendo al atleta a correr cuesta abajo.

Esta técnica tiende a desarrollar la fuerza con vistas a la velocidad, mientras a la vez enseña al cuerpo a aceptar inconscientemente un incremento en la velocidad de carrera. En estas carreras cuesta abajo hay que procurar ir a más velocidad de la que es común, no sólo ir sin esfuerzo.

Nuestro trabajo de correr cuesta arriba y abajo varía con la época del año. Antes de Navidad sólo subimos una vez a la semana una cuesta en la que tardamos unos 45 segundos en subir. Bajamos andando para la recuperación. En primavera se trabaja con poca recuperación para desarrollar los pulmones. Consiste en subir sólo media cuesta o un tercio de cada vez pero con muy poco descanso.

Según se va acercando la temporada trabajamos algo más sobre cuestras cortas pero muy empinadas, aproximadamente 6 a 8 repeticiones con mucha recuperación. Y justo antes de comenzar la temporada entrenaremos sobre cuestras poco empinadas y al final de la sesión de cuesta arriba

hacemos 3 ó 4 carreras cuesta abajo de unos 150 m. La cuesta tiene que ser muy suave, sino el stress puede ser demasiado grande.

Este entrenamiento que he explicado va dirigido principalmente a los 400 m. Para 800 ó 1.500 variará un poco. Durante el período Enero-Abril se hace un entrenamiento de cuestras que consiste en 6 carreras de 2 minutos en una cuesta (hacia abajo) suave de 2 a 3 millas. Correrá dos minutos rápidamente cuesta abajo, y trotará un minuto cuesta arriba, entonces dará la vuelta otra vez. Esto consigue que Coe se mueva rápidamente sin perder calidad, y con recuperación escasa.

Para fondistas durante el invierno correrán sobre cuestras más largas donde tarden sobre 75 segundos en subir. Y harán de 12 a 20 repeticiones.

También utilizo, en primavera, un método que consiste en correr durante cuatro millas aproximadamente bastante picados, después de descansar durante tres o cuatro minutos, se suben dos o tres veces unas cuestras que lleven aproximadamente 60 a 90 segundos en subir. Hay que subir con mucha potencia.

El sprint final es muy importante. Depende de la táctica que se quiera seguir. Es peligroso centrarse en una sola táctica porque tus oponentes te llegarán a conocer. Así que hay que ser capaz de esprintar al final o llevar la carrera desde el principio o poder esprintar a mitad de carrera. Algunos nacen con más velocidad que otros, pero esto no debe desanimar. Cualquier corredor puede hacer el entrenamiento de cuestras y repeticiones para desarrollar ese sprint. El desarrollo final está en directa relación con la habilidad natural, pero cualquiera puede mejorar la velocidad con un entrenamiento de largo alcance.

SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE S. COE (final del artículo).

SISTEMAS DE ENTRENAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD DE INDIANA por James Counsilman.

EL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DE S. COE. Por G. Gandy - 2a. parte (continuación)

El saltar en el gimnasio así como otros ejercicios en el mismo sitio son buenos ya que funcionan sobre grupos musculares determinados. Mientras está de pie sobre la caja posee una cantidad determinada de energía potencial a energía cinética. Cuando tocas la tierra tus movimientos son cero. ¿Donde ha ido la energía? Se ha retirado a los músculos. Este es el momento que tienes para poder emplear la energía. Esto es lo que se hace cuando se corre pero no de una manera tan exagerada. Constantemente se cambia la energía potencial en cinética, y luego en energía del músculo para transformarlo toda otra vez al principio. No se aprovecha el 100% de esta energía, una parte de ella produce el calor, que produce el sudor.

La cosa importante sobre este punto puede ser explicado tomando como ejemplo a Coe. Coe tiene una gran amplitud de movimiento lo cual le ayuda a transformar la energía para su uso. Mucha energía puede ser desperdiciada si corres hacia arriba en vez de hacia delante. Esto está relacionado con la amplitud de movimiento que tiene. (Flexibilidad).

Para mí se tiene que conseguir movilidad. Eso significa un entrenamiento a largo plazo con ejercicios de estiramiento. Pero cada corredor debe esforzarse en desarrollar sus propias capacidades, y sea cual sea la cosa que estás haciendo en cada oportunidad que encuentres este rate.

Desde Septiembre hasta Navidad hacemos un programa de pesas para todo el cuerpo. Después de Navidad incrementamos este trabajo. En Enero el trabajo sobre los brazos y parte alta del cuerpo se reduce y hay más concentración en las piernas. Creo que es importante tener el estómago y tronco fuertes pero hacia el final del invierno nuestra meta son las piernas. Al final del invierno hacemos quizás 6 series de 2 repeticiones al 95% de peso máximo.

Utilizamos ejercicios de flexibilidad para todas las zonas de mayor importancia. Por ejemplo el tobillo, cadera y espalda. Los atletas asumen posiciones de estiramiento máximo y quedan en esas posiciones algunos minutos. Pero no hay una garantía de que un atleta que puede asumir una postura de máxima extensión en el suelo lo vaya a conseguir en una competición o a la hora de correr. Para resolver esto hacemos ejercicios de movilidad corriendo pero con los movimientos exagerados por turnos, no todos a la vez.

Hay que tener en cuenta que en el cuerpo hay músculos grandes capaces de producir mucha fuerza, pero que se mueven bastante lentamente en relación. Pero hay otros más pequeños que

producen menos fuerza pero que se mueven relativamente con más rapidez. Lo que hace que todo funcione como debe es la coordinación de todos estos músculos en sus cualidades específicas. Los grandes sirven para hacer que todo el sistema comience a moverse y actúan pronto en el movimiento, y luego progresivamente los otros más pequeños entran en acción produciendo más aceleración. Consiguen cazar e incluso adelantar a los grandes. Lo que hacen los pequeños es añadir al ritmo de movimiento después de que los grandes hayan terminado su trabajo. En este punto del ciclo entran en acción un par de músculos de control añadiendo ese pequeño ajuste de habilidad al final.

Como los músculos grandes contribuyen a la fuerza total se puede mejorar mucho trabajando sobre ellos. Así que ¿para que preocuparse de los pequeños? Es muy sencillo, hay que tener un buen punto de apoyo en el cuerpo donde puedan apoyarse los músculos grandes. Además el cuerpo necesita una situación de equilibrio, así en los atletas tienen importancia los músculos del estómago y espalda, para estabilizar el cuerpo y para que las piernas peguen contra algo sólido.

Todos mis atletas, desde los sprinters hasta los especialistas en 800, utilizan pesas como cosa común. Aconsejo a cualquiera de ellos que tiene un defecto de estilo crónico que utilice el gimnasio para corregirlo. Si alguien va por el camino de ser un campeón en 400, requerirá mucha fuerza, y el gimnasio da parte de la respuesta. Yo le pondría en una situación de sobre-carga allí.

Con un corredor de 5.000 al que le falte potencia explosiva, pesas también pueden ser parte de la solución. En algunos casos, sin embargo, puede ser mejor utilizar cuestas para el desarrollo del músculo. Cuestas también pueden ser utilizadas para mejorar la función corazón pulmonar y circulatorio.

Todos estos puntos que hemos visto tienen que ser trabajados si se quiere que el atleta tenga un progreso significativo. Es el trabajo del entrenador, el ver que todos estos factores sean desarrollados al nivel necesitado por el atleta. Yo no he llegado a ser tan efectivo para salir ganando con todos los atletas. Pero si acepto que la efectividad de un entrenador se juzga por el rendimiento de sus atletas de cara al cronometro y a la competición. Mi función es hacer que corran más deprisa y que hagan mejores tiempos. Si no lo consigo, el cronometro lo dirá y me tendrá que enfrentar al fracaso.

En otros sistemas, ciertos entrenadores aparecen como efectivos por operar con un gran número de atletas. De todos estos sólo dos o tres llegaron a un status internacional. Para algunos esto justifica a ese entrenador. Personalmente no lo encontraría aceptable si sólo Coe y nadie más de quien entreno consiguiese buenos rendimientos, yo tendría que admitir entonces que el éxito sería sólo por las cualidades naturales de Coe y no por mi entrenamiento. Se entiende que el material necesario, la máquina básica tiene que estar en el atleta para que un en-

trenador lo trabaje. Tal vez fuera posible con vertir a algún atleta mediocre en nivel mundial, si tuviésemos el tiempo. Pero algunas cualidades físicas que algunos han conseguido de sus genes (familiares) -largo de pierna, alcance de movimiento, sistema corazón-pulmón- tardarían tanto en cambiarse que simplemente se quedarían sin tiempo.

Yo creo que hay gente en el mundo con más potencial que Coe. Simplemente no han explotado su talento innato, no tienen el ambiente y -- guía apropiado. Coe es el número uno ahora por que tiene la combinación de factores genéticos y mucho trabajo duro, y habilidad para desarrollar su potencial. Pero con entrenadores apropiados, con buenos sistemas existen atletas -- que pueden ser desarrollados más que él. Coe -- es simplemente el primer paso a una nueva generación de corredores.

ENTRENAMIENTO DE CIRCUITO DE COE

Los circuitos de invierno son una parte importante en la preparación de un atleta, y son algo que no se utiliza mucho pero los resultados obtenidos con Coe demuestran su validez, aunque tal vez el circuito que es aplicado a Coe no sirva para todo el mundo. Este entrenamiento de circuito no tiene el efecto de una sesión anaeróbica de correr, sin embargo refuerza el cuerpo y ayuda a corregir los fallos técnicos.

El Circuito de Coe:

1. Cinco minutos de carrera suave hasta el gimnasio.
2. Montar el circuito.
3. Una vuelta al circuito suave en plan de calentamiento con pocas repeticiones de los ejercicios.
4. Quince minutos de ejercicios de estiramiento bajo una dirección. Hay énfasis en la extensión y flexión del tobillo, cadera y lumbares. Se adoptan posiciones estáticas con sensación de estiramiento no de stress.
5. Dos vueltas completas al circuito con 30 segundos en cada ejercicio y 15 de recuperación entre cada ejercicio. Después de una vuelta se hacen otros 10 minutos de ejercicios de estiramiento.
6. 20 minutos de ejercicios de estiramiento -- por parejas (las veces anteriores eran sin -- asistencia).

Revista: RUNNERS WORLD

1. Cuerda: Subir cuerda de unos tres metros de longitud con los brazos sólo o con ayuda de -- las piernas. (Coe lo hace con las piernas).
2. Una pierna adelante y la otra atrás. Se cambia de posición rápida y continuamente. Refuerza, dá rapidez y potencia a los músculos de ca-

dera y pantorrilla. Mejora la estabilidad.

3. Son barras sostenidas con impulso desde el suelo. Continuas y rápidas.
4. Una pierna sobre una caja a unos 50 cm. de altura. Extiende la pierna con rapidez, después de un número de repeticiones cambia de pierna.
5. Son lumbares. Dobla el cuerpo hasta casi tocar el suelo con la cabeza y luego sube todo -- lo que puedas.
6. Son paralelas. Es importante bajar más de -- los 90 grados que forman el codo con el hombro. Cuando Coe empezó a entrenar con este entrenador le faltaba fuerza en la parte superior del cuerpo y por esto comenzó a utilizar este ejercicio:
7. Pone tres cajas (plintonas) de tres divisiones o cuatro seguidas. Empieza saltando encima de la primera, luego salta al espacio entre dos cajas, después salta a la segunda Al terminar las tres cajas esprinta a la posición de comienzo y repite el ejercicio. Esto hace -- que al correr parezca como si se deslizase sobre la pista.
8. Son fondos pero con los pies a una altura -- mayor que los hombros.
9. Se coloca en posición de salida. Se impulsa hacia delante a la mayor distancia posible para caer en la posición de salida pero con las piernas cambiadas.
10. Son abdominales en espalderas, levantando -- las piernas a mayor altura que la horizontal.
11. Son abdominales en el suelo sin que las -- piernas toquen nunca el suelo.
12. Es una exageración de los movimientos de correr, levantando las rodillas más de la cuenta y sosteniéndolas levantadas más tiempo de lo -- normal. Es el ejercicio más parecido al correr que tiene Coe en su circuito, y se espera fortalecer los grupos musculares propios de la carrera.
13. De una postura parecida a la de los fondos, salta hacia delante hasta tener los pies cerca de las manos e inmediatamente se impulsa hacia arriba hasta conseguir la posición inicial.

PROGRAMAS Y METODOS DE ENTRENAMIENTO DE NATA-- CION DE LA UNIVERSIDAD DE INDIANA

JAMES COUNSILMAN

Voy a esbozar brevemente nuestro programa de -- invierno. En cuanto comienzan las clases en -- septiembre, nos entrenamos tres veces por semana en la piscina al aire libre, de 50 metros. Procuramos hacer 3.000 metros diarios como mínimo, a un ritmo mederado. Durante este tiempo hago películas y trabajo la técnica; solemos -- trabajar en la piscina descubierta hasta finales de octubre. Lo hago sobre todo para cam-- -- biar de ambiente. Durante este período nadamos

sin presionar y con moderación.

El verdadero entrenamiento lo inicio de la manera siguiente: la primera semana los muchachos se entrenan tres veces; la segunda realizan cuatro sesiones; la tercera, cinco y la cuarta seis. Seguimos con este volumen hasta mediados de diciembre, en que empezamos el sistema que mantenemos durante el resto de la temporada. Todos los nadadores vienen a entrenarse 10 veces por semana, y los fondistas, 11 veces. Si un nadador pierde un entrenamiento tiene que recuperarlo. Tengo una lista de asistencia en la que clasifico los entrenamientos de cada uno. Clasifico de 6 a 10, representando el 10 un entrenamiento perfecto.

Una de las cosas más difíciles para el entrenador es conservar la autoridad. Estoy enterado personalmente de todo lo relacionado con los entrenamientos de mis muchachos. Procuero recordar si han nadado series de 20 x 100, trato de ser capaz de acercarme a cualquiera de los 12 ó 14 chicos de un grupo determinado y decirle por ejemplo: "Has sacado un promedio de 60, 2, ¿verdad?" "O "Esta es la serie que jamás hayas hecho". Este es uno de los trucos que empleo. Si conoces los tiempos de los chicos y sus promedios significa que has pensado en esa serie de repeticiones lo suficiente como para sacar su promedio.

Tengo nueve ayudantes. Soy partidario de confiar a otros todo, excepto el entrenamiento en sí. Los ayudantes anotan todas las series de repeticiones y de esta forma puedo conservar un registro de todas las sesiones de entrenamiento del año y de cada una de las series. Creo que es de primordial importancia organizarse de forma que el entrenador sólo tenga que ocuparse de entrenar.

Pero volvamos a las distancias, tiempos, etc. Hacemos así: desde mediados de enero exijo diez sesiones semanales, once para los fondistas. No hago diferencias entre velocistas y otros. Tenemos tres categorías de nadadores: fondistas, velocistas y otros. Pero uno no se convierte en velocista hasta seis semanas antes del final de la temporada. Por lo tanto, todo el mundo hace lo mismo, viene nueve veces por semana. Entrado enero, tengo tres entrenamientos al día. Empezamos todos los días a las 7,15 de la mañana. La distancia establecida para los fondistas es de 4.000 metros y los otros 3.500 metros. Si los nadadores entrenan seis tardes a la semana, sólo tienen que venir tres mañanas. Pero hay velocistas que prefieren hacer dos sesiones por la tarde y no venir por las mañanas. He terminado la temporada con 26 nadadores por equipo y empecé con 32. De modo que solía tener 16 nadadores por grupo y sesión.

Tengo una gran pizarra en la que diariamente anoto el entrenamiento. Creo que es verdadera-

mente importante que el muchacho al llegar a la piscina, sepa exactamente que se le exige. La noche anterior confecciono el programa con ayuda del libro de registros. El programa varía de un día a otro. Desde enero, los chicos nadan un mínimo de 7.000 metros y un máximo de 8.000 metros, hasta el período anterior a las competiciones, en que reducimos la distancia diaria. Este año nunca han bajado de 8.000 metros y hasta han alcanzado los 10.200 metros en 2 horas y 15 minutos.

El nadador pues, mira el programa de entrenamiento anotado en la pizarra. Después en el lado derecho de la pizarra, va la mejor serie de repeticiones, un ejemplo: si tiene que nadar 20 x 100, en 1,10 cada recorrido, y ha hecho esta serie otras veces, anoto en la pizarra su mejor tiempo. De esta forma el nadador tiene un objetivo. A veces no hay nada anotado a la derecha. Todos saben que ese día el entrenamiento será moderado. Con otras palabras no creo que nadie pueda hacer todos los días su mejor tiempo, por eso alternamos entrenamiento de poca y gran intensidad.

Ahora, acerca del contenido exacto de los entrenamientos, he aquí unos ejemplos de sesión de los mismos: todos nadan 800 para calentarse y luego nadan sus respectivas series. Por ejemplo los fondistas, 30 x 100 y los demás 20 x 100; paulatinamente disminuimos el intervalo entre salida y salida. La razón principal por la que empleo repeticiones con cortas pausas de descanso, es que sirven de calentamiento. Si se espera al final de la sesión para introducir las pausas, no se saca gran provecho. Creo que por razones psicológicas, hay que hacer la parte rápida al final. No se puede aislar la fisiología de la psicología. En entrenamiento lo primero es la motivación. Para poder exigir al nadador un esfuerzo fisiológico, este tiene que estar en un estado psicológico adecuado.

Antes que nada, debemos considerar la forma de sacar el máximo de nuestros nadadores. No se preocupe de la fisiología antes de darles una motivación satisfactoria. Hay que tomar en consideración antes que la psicología la fisiología. La persona desarrolla fuerza y velocidad cuando está fresca, cuando está cansada desarrolla resistencia. Sé que violo un principio fisiológico: empiezo por la resistencia y termino por la velocidad. Es una paradoja, pero creo que desde el punto de vista psicológico, es mejor finalizar con repeticiones intensivas. Este año he basado todo el programa de entrenamiento en este principio. Al final, después del calentamiento nadamos con cortos intervalos de descanso y luego pasamos a la fase siguiente del programa diario. Este año hemos empezado en octubre nadando entre 20 y 40 sprints de 25 metros. Permitan que me aparte un poco para destacar algo muy importante en cuanto al entrenamiento del nadador velocista. Con frecuencia damos a nuestros velocistas una buena preparación cardiovascular y luego, inmediatamente antes de las competiciones, les obligamos a dedicarse sólo a la velocidad. El resultado es pobre. Sé -

de muchos que lo han hecho y a mí personalmente también me ha sucedido. Hemos estropeado a muchos velocistas por sobrecargarlos antes de las competiciones importantes. Para evitarlo empezamos en octubre y, después de la primera serie de repeticiones a distancia, hacemos de 20 a 40 recorridos de 25. Lo hacemos casi todos los días inmediatamente después de la primera serie de repeticiones. Naturalmente no se pueden nadar 20 ó 40 x 25 a toda velocidad, por que uno no serviría para nada el resto del entrenamiento. Así que lo hacemos de la siguiente forma: en el primer recorrido de 25 metros los muchachos van a toda velocidad la primera mitad y nadan lentamente la segunda. No les cronometro. En los segundos 25 nadan lentamente la primera mitad y a toda velocidad la segunda. El tercer recorrido lo hacen entero con moderación y, el cuarto, entero a toda velocidad. Entonces si cronometro, cuando los chicos terminan les comunico los tiempos. A continuación hacemos otra serie de 4 exactamente igual. La razón de este procedimiento es que quiero que el cuerpo y los músculos comiencen a adaptarse a la velocidad ya en octubre. Luego practicamos la batida y la brazada en 800 a 1.000 metros diarios. Después procedemos a otra serie de repeticiones. Aquí intercalamos intervalos de descanso más largos y nos dedicamos más a la calidad. En el caso de los fondistas procuro que la primera serie de repeticiones incluya de 2.000 a 3.000 metros. En el caso de otros, de 1.500 a 2.000. Los fondistas no practican la batida ni la brazada, sino que se dedican a una larga serie de repeticiones. Esa serie larga consiste en 8 x 800 seguidos. Algunos días, en lugar de la serie seguida, les hago nadar 3.000 metros diciéndoles que procuren dividirlos en sectores decrecientes. El programa de la sesión tendría esta forma: calentamiento, batida, brazada, una serie de recorridos de 100 y entonces 3.000. Después de la última serie de repeticiones suelo hacerles nadar 50 metros a toda velocidad, o algo por el estilo. Todo esto suele sumar de 7 a 8.000 m. para los velocistas y 9 a 10.000 para los fondistas. El entrenamiento más largo del año fue de 12.000 metros pero se trataba de un sábado por la mañana y teníamos a disposición tres horas. El entrenamiento de tarde más largo fue de 10.200 metros. Los entrenamientos siguieron más o menos iguales hasta la puesta a punto.

Este año dedicamos a la puesta a punto dos semanas. Siempre solemos dedicarle de 10 a 15 días, pero no siempre establecemos la fecha de su terminación. Sobre todo nos concentramos en la calidad y no hacemos más sprints que a lo largo del año, con la diferencia de que los nadamos todos a máxima velocidad. Nunca eliminamos los recorridos lentos y moderados porque consi-

dero que reduciendo demasiado el entrenamiento se pierde la condición cardiovascular.

Puedo destacar que se ha demostrado, a base de investigaciones, que animales de laboratorio sometidos a entrenamientos de larga distancia en tres días han comenzado a perder su condición física. No se trata sólo del grado de reducción del entrenamiento, sino también de la intensidad de ese trabajo.

A la hora de hablar de métodos de entrenamiento parece lógico referirse, en primer lugar, a las adaptaciones o cambios fisiológicos producidos por cada uno de ellos. Pero de hecho, tal enfoque suele limitarse a afirmaciones similares como la siguiente:

"Nadando rápidamente se desarrolla la velocidad; nadando distancias superiores a las de competición se desarrolla la resistencia". Aunque esta afirmación sea cierta, es simplista sin duda alguna y el hecho de no permitir que nuestra curiosidad intelectual

quede satisfecha profundizando en el tema, significa limitar nuestro entendimiento y posiblemente también el progreso de los métodos de entrenamiento.

Durante años en los libros sobre fisiología del ejercicio se han discutido los cambios fisiológicos mayores que se producen como resultado del entrenamiento, por ejemplo, la mejora de la capacidad cardiovascular a través del recorrido de largas distancias, o sea, que el corazón del deportista puede bombear más sangre y por consiguiente transportar más oxígeno a los músculos y eliminar más bióxido de carbono. Tales cambios han sido estudiados y reestudiados y todos los tenemos más que trillados. Más recientemente, sólo en los últimos años en realidad, los investigadores han comenzado a examinar los cambios fisiológicos a nivel celular, llegando a varios descubrimientos importantes e interesantes. Estos hallazgos y sus implicaciones en la valoración de nuestros métodos de entrenamientos constituyen el tema que me intriga tanto en mi calidad de entrenador, como de fisiólogo. Es ese el área que quiero explorar y presentar a los lectores.

Próximo capítulo:

SISTEMA DE ENERGIA ATP-CP (anaeróbico).

SISTEMA ACIDO LACTICO-ATP (anaeróbico).

SISTEMA AEROBICO O DE "EQUILIBRIO" (steady state).

ENTRENAMIENTO HIPOXICO

En primer lugar, examinemos el músculo y veamos que es lo que causa su contracción. Astrand hace una buena comparación entre un motor de combustión y el motor humano. Compara los músculos con los pistones; ambos necesitan combustible para trabajar. En el motor de un automóvil el combustible es, naturalmente, la gasolina; en el músculo, el combustible es el ATP. Cuando el tanque del combustible está vacío, el motor del coche no puede seguir funcionando. Lo mismo vale para los músculos: sin ATP no pueden contraerse o relajarse. La gasolina tiene que ser oxidada (o quemada) para liberar su energía. Tal tipo de liberación de energía se considera como aeróbico, porque implica el empleo del aire. El oxígeno representa un 21% del aire que respiramos y ese es el oxígeno que se precisa para oxidar la gasolina. El motor puede ponerse en marcha también accionando el mecanismo de arranque y dejando que la batería haga el trabajo anaeróbicamente (sin aire). Los músculos también pueden contraerse aeróbica y anaeróbicamente. En ausencia de oxígeno, el motor de un coche puede funcionar sólo durante cortos períodos de tiempo, hasta que la batería se descargue. Esto vale también para el músculo; la energía total que puede liberar sin oxígeno es muy limitada comparada con la que puede generar mediante trabajo aeróbico.

SISTEMA DE ENERGIA ATP-CP (1) (anaeróbico)

El ATP inmediatamente disponible en el músculo sólo satisface las demandas de energía de un sprint a toda velocidad por un corto período de tiempo (aproximadamente de 5 a 10 segundos). Como el nadador sólo puede cubrir 25 metros a toda velocidad empleando este sistema, al seguir nadando con la misma intensidad otros 25, 50 ó 75 metros, sus músculos tienen que recibir su suministro de ATP de otro sistema.

SISTEMA ACIDO LACTICO-ATP (anaeróbico)

La siguiente fuente de ATP es el sistema ácido láctico-ATP.

Tabla II

Tiempo de trabajo con esfuerzo máximo

Tiempo	10"	60"	2'	4'	20'	40'
Actividad anaeróbica	85%	60/70%	50%	30%	10%	5%
Actividad aeróbica	15%	30/35%	50%	70%	90%	95%

Este sistema también es anaeróbico y limitado en cuanto al tiempo que puede operar (de 10 segundos a 2 minutos). En este período, el ATP

proviene de la descomposición del glucógeno o glucosa muscular en presencia de ciertos catalizadores en el citoplasma del músculo que tiene por resultado la acumulación de ácido láctico (2).

Esta acumulación de ácido láctico junto con el agotamiento del suministro de glucógeno se convierte en el principal factor limitativo de la actividad muscular y causa de fatiga. El músculo contrae además una deuda de oxígeno que debe saldarse. En otras palabras, cuando el nadador adquiere ATP de esta fuente, aumenta tanto la deuda de oxígeno como la concentración de ácido láctico.

SISTEMA AEROBICO O DE "EQUILIBRIO" (steady state)

La tercera fuente de suministro de ATP al músculo proviene de la actividad aeróbica. En este tipo de ejercicio, el esfuerzo es menos intenso y, si es totalmente aeróbico puede llevarse a cabo casi por tiempo indefinido, como en las competiciones de natación muy largas, por ejemplo la del Canal de La Mancha. El suministro de oxígeno es suficiente para oxidar y resintetizar el ácido láctico en glucógeno con la liberación de bióxido de carbono, agua y energía. La disponibilidad de oxígeno para las células musculares en el análisis final es la que determina la resistencia en trabajos físicos prolongados. Durante el trabajo aeróbico no se acumula ácido láctico ni se contrae deuda de oxígeno alguna. Cuando el cuerpo desarrolla una actividad a un nivel que no implica una deuda de oxígeno, decimos que ese cuerpo está en "equilibrio".

La mayoría de las pruebas natatorias implican al menos dos de los sistemas mencionados y en algunas entran los tres, como en 100 metros. Durante las pruebas de menos de dos minutos de duración, el trabajo es predominantemente anaeróbico. Después de este período, la capacidad aeróbica del nadador se vuelve más importante. En la prueba de 1.500 metros, un 90% de la energía empleada se desarrolla a través del sistema de oxígeno. Es evidente que una persona que se entrena para tal especialidad debe subrayar la preparación que mejora su capacidad de transportar oxígeno y de utilizarlo a nivel celular, como por ejemplo el entrenamiento de largas distancias y el interválico con intervalos de descanso cortos.

En la tabla II se indica la contribución de los sistemas aeróbicos y anaeróbicos en las diversas distancias.

En la que a continuación se expone se resumen las tres fuentes de ATP:

Tabla

Sistema	Fuente de ATP	Anaeróbico o aeróbico	Distancia
Sistema ATP-CP	almacenado en el músculo	Anaeróbico sin oxígeno	Sprint -- muy corto
Sistema ácido láctico ATP	Descomposición de glucógeno en el músculo con acumulación de ácido láctico y deuda de oxígeno	Anaeróbico	Sprint -- largo hasta 2 minutos a velocidad máxima
"Equilibrio" sistema de oxígeno	Descomposición de glucógeno en presencia de oxígeno sin deuda de oxígeno ni acumulación de ácido láctico	Aeróbico	Por encima de 2 minutos a velocidad moderada.

El tipo de sobrecarga determina el tipo de cambio a nivel celular. Es muy importante comprender que existen dos tipos totalmente diferentes de adaptación al entrenamiento de resistencia y al de velocidad. Al someterse al entrenamiento de velocidad, el deportista sobrecarga el músculo en términos de intensidad; se trata de una sobrecarga similar a la que se produce en halterofilia. Para comprobar esta suposición sometimos en verano de 1.974 a nuestros velocistas a un entrenamiento de largas distancias, a entrenamiento interválico y a una preparación basada en repeticiones (3), los velocistas no se dedicaron en absoluto al entrenamiento de velocidad. En lugar de ello tuvieron que practicar ejercicios isocinéticos de fortalecimiento a ritmo rápido y llegando casi al máximo de su resistencia. Los nadadores consiguieron resultados muy buenos conquistando el primero y segundo puesto en los Campeonatos Nacionales.

No sostengo que esta sea la mejor forma de entrenarse, pero se trató de un experimento basado en investigaciones que yo había estudiado y que resumo a continuación:

"Tras someter a animales de laboratorio a un trabajo programado, el grupo del doctor Gordon pudo confirmar que los constituyentes funcionales del músculo pueden ser incrementados selectivamente a consecuencia de una adaptación lograda mediante ejercicios que estimulan la resistencia o la fuerza. Las enzimas liberadoras de energía, que forman parte de las proteínas sarcoplásmicas del músculo, determinan la ca-

pacidad de resistencia de los músculos. Por otra parte, la actomiosina constituye en gran medida, el sistema contractil y determina la fuerza del músculo.

Los citados investigadores postulan que prolongados esfuerzos repetidos incrementan la proteína sarcoplásmica, mientras que los ejercicios de fuerza con levantamiento de pesos incrementan la proteína contráctil".

El grupo experimental que debía desarrollar la resistencia consistía en unos cuantos ejemplares de ratas que corrían dentro de una rueda más de 8 km. diarios durante varias semanas y otras tantas ratas sometidas a natación continua de 30 minutos diarios. El grupo experimental destinado a desarrollar la fuerza tenía que trepar 50 veces al día por una barra de 40 cm. de larga con una carga de 100 gramos, los animales fueron sacrificados examinándose sus músculos cuádriceps y gastrocnemio. En las ratas corredoras y nadadoras aumentó la concentración de proteína sarcoplásmica y disminuyó la proteína contráctil. En el grupo experimental sometido a ejercicios de fuerza se observaron cambios contrarios.

Que significan estas conclusiones a la hora de aplicarlas al entrenamiento. He aquí unas cuantas suposiciones al respecto: si no se entrena más que para desarrollar la resistencia se mejora la calidad del músculo para el trabajo de resistencia, pero es probable que el músculo se vuelva más endeble (como indica la disminución de actomiosina o proteína contráctil en el grupo de resistencia) y por lo tanto se registre un efecto negativo en la velocidad. Por otro lado, si los nadadores sólo se dedican a la parte de entrenamiento de velocidad consistente en ejercicios de fuerza, los músculos se fortalecen y la velocidad mejora en las pruebas cortas, pero se da un efecto negativo en la capacidad aeróbica o de resistencia; basado en la disminución de proteína sarcoplásmica (y la subsiguiente baja de enzimas liberadoras de energía, en los mitocondrios) (4).

Eso significa que si un nadador quiere nadar bien los 1.500, 400, 200 e incluso los 100 metros, tiene que emplear más de un método de entrenamiento. Con frecuencia un nadador tiene que entrenar simultáneamente varias funciones diferentes - aeróbica y anaeróbicamente. Nadadores capaces de nadar cualquier prueba desde los 100 hasta los 1.500 metros, deben esforzarse por desarrollar más que la mera resistencia de los músculos. Para que su rendimiento en una amplia gama de pruebas sea el menos regular, estos nadadores tienen que desarrollar tanto la velocidad y la fuerza como resistencia; deben desarrollar, pues en una medida razonable, los tres sistemas de suministro de ATP. Las dos cualidades conjugadas en el músculo sólo pueden alcanzar un nivel determinado -

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS. CUADERNO Nº 1

(velocidad-capacidad anaeróbica, resistencia-capacidad aeróbica); es decir, el músculo no puede simultanear adaptaciones aeróbicas máximas y adaptaciones anaeróbicas máximas. El entrenador, debe decidir cual de las cualidades quiere destacar en los entrenamientos. No obstante para el nadador es importante desarrollar todos los sistemas que suministran ATP a sus músculos. La tabla II puede servir de ayuda para determinar aproximadamente que porcentaje de la distancia es aeróbico o anaeróbico.

Teniendo en cuenta todos estos elementos el deportista y su entrenador deben programar un plan de entrenamiento incluyendo los cuatro métodos de entrenamiento expuestos en los párrafos siguientes.

1. Entrenamiento de largas distancias

Definición: Natación continuada de distancias largas tales como 400 a 1.500 metros, o distancias incluso mayores.

Porcentaje de actividad: 70 a 95% aeróbica; 30 a 50% anaeróbica.

Cambios fisiológicos: La ventaja de este tipo de entrenamiento consiste en las grandes exigencias que impone al sistema de transporte de oxígeno, demandas que tienen por resultado las siguientes adaptaciones: mejora de la capacidad de los pulmones de extraer oxígeno del aire; mejora de la calidad de la sangre que puede transportar más oxígeno; almacenaje de más glucógeno en el hígado y en los músculos; aumento del número de capilares funcionales en el músculo; aumento del número y mejora de la composición de los mitocondrios (4) en las fibras musculares.

2. Entrenamiento interválico con pausas de descanso cortas

Definición: Tramos repetidos de diversa longitud a velocidad moderada y con pausas de descanso cortas, unos 20 segundos entre cada recorrido.

Porcentaje de actividad: 55 a 85% aeróbica; 45 a 15 anaeróbica.

Cambios fisiológicos: Los cambios producidos en este caso son similares a los mencionados con respecto al entrenamiento de largas distancias, además de los que vienen detallados en el apartado relativo al entrenamiento de repeticiones, aunque en menor medida. El método interválico aventaja al de largas distancias en que (1) durante el período de descanso corto se cargan principalmente las fuentes de ATP-CP que pueden por consiguiente abastecer al organismo en el siguiente tramo. De esta forma se retrasa la acumulación de ácido láctico evitando así el cansancio; (2) incluso durante un intervalo de descanso corto, parte del ácido láctico se resintetiza en glucógeno (en el hígado y en los riñones) permitiendo que el nadador trabaje a un nivel más intenso que durante el entrenamiento

de largas distancias; (3) en el curso del intervalo de descanso se puede saldar parte de la deuda de oxígeno que ha contraído. La deuda de oxígeno es el estímulo principal de muchos de los cambios fisiológicos que mejoran tanto la capacidad aeróbica como la anaeróbica; por lo tanto no conviene eliminarla totalmente.

3. Entrenamiento de repeticiones

Definición: Natación a velocidades submáximas con intervalos de descanso largos. Por ejemplo 4 x 150 metros con un descanso de 5 a 10 minutos.

Porcentaje de actividad: 30 a 50 aeróbica y 70 a 50% anaeróbica.

Cambios fisiológicos: Durante este tipo de entrenamiento, la mayor parte del ATP proviene de la descomposición anaeróbica del glucógeno en el citoplasma. Los catalizadores necesarios para esta actividad también se hallan en el citoplasma de la célula muscular. Se produce evidentemente un incremento de las reservas de glucógeno y de catalizadores en los músculos y este hecho constituye probablemente la principal adaptación resultante del entrenamiento de repeticiones.

Los altos niveles de deuda de oxígeno y de ácido existentes durante este tipo de entrenamientos son probablemente el estímulo que causa las modificaciones orgánicas responsables de una absorción de oxígeno más eficaz. Se trata de un aumento del número de capilares funcionales, un incremento del número y de la calidad de los mitocondrios, cambios ventajosos en los procesos químicos que tienen lugar en la sangre. El entrenamiento de repeticiones adapta al músculo a elevadas concentraciones de lactato.

4. Entrenamiento de velocidad

Definición: Distancias cortas a toda velocidad con intervalos de descanso de 20 a 30 segundos (5).

Porcentaje de actividad: 15% aeróbica y 86% anaeróbica.

Cambios fisiológicos: Este tipo de entrenamiento mejora la capacidad de los músculos de contraerse rápidamente (debido a una mejor coordinación neuromuscular) y aumenta la fuerza (gracias a los elevados niveles de actomiosina). Probablemente se produce también un aumento del nivel de ATP-CP en el músculo, hecho que capacita al deportista para mantener la velocidad de sprint durante más tiempo.

Los cuatro métodos de entrenamiento enumerados no excluyen la combinación y variación tal como el entrenamiento interválico con un tiempo moderado de descanso (por ejemplo 15 x 100 metros con intervalos de descanso de 30 segundos). Este tipo de entrenamiento interválico es más anaeróbico que el mencionado anteriormente bajo el título de "Entrenamiento interválico con pausas de descanso cortas", pero no

lo es tanto como el método de repeticiones. Tanto los cuatro métodos expuestos como sus variaciones y combinaciones se basan en el concepto de que el cuerpo tiene la capacidad de adaptarse para mantener un elevado nivel de ATP en los músculos. En lo que respecta a la resistencia, cuanto más ATP pueda producirse aeróbicamente, tanto mejor, pues la glucosa puede proporcionar aeróbicamente 19 veces más energía que anaeróbicamente. Parece razonable suponer que tales modificaciones pueden conseguirse alcanzando elevados niveles de deuda de oxígeno en los músculos. Por regla general, el nadador lo hace nadando con una intensidad que conduce a la creación de ATP para la contracción anaeróbica del músculo (sirviéndose bien del sistema ATP-CP o bien del sistema de ácido láctico.

ENTRENAMIENTO HIPOXICO

Otro método que permite crear un alto nivel de deuda de oxígeno con intensidades de trabajo - incluso inferiores es el consistente en inhalar menos aire respirando con menos frecuencia, reduciendo así la disponibilidad de oxígeno a nivel celular; en otras palabras se trata de la práctica de la respiración controlada - llamada también entrenamiento hipóxico. Los checos, alemanes del Este e incluso algunos norteamericanos han intentado este tipo de entrenamiento en atletismo empleando métodos como: "aspira durante el tiempo necesario para dar seis zancadas", "retén la respiración durante otras seis", "espira en el curso de otras seis zancadas". Algunos de estos atletas han practicado la retención de la respiración en reposo. No estoy convencido de la utilidad de esta última forma.

Ha habido investigaciones sobre el entrenamiento hipóxico que han demostrado algunos efectos deseables. Sparks, en una investigación llevada a cabo en la Universidad de Indiana en 1.973-1.974, sometido a dos grupos de deportistas a cuatro sesiones semanales de entrenamiento interválico. El primer grupo empleaba la respiración normal, mientras que el segundo se entrenaba de la misma manera pero con respiración hipóxica. Sparks concluyó que el grupo hipóxico demostró una mayor capacidad de absorción de oxígeno. "Puede deducirse que el entrenamiento que implica la respiración controlada puede beneficiar al deportista en el sentido de extraer más oxígeno por unidad de volumen ventilado".

En condiciones hipóxicas se alcanzan mayores niveles de deuda de oxígeno y de lactato en sangre (así como de concentración de ácido láctico en los músculos) que practicando el mismo programa de entrenamiento, de idéntica intensidad, pero con respiración normal.

Hollman y Lisen han comprobado el efecto del entrenamiento hipóxico en 35 personas. Estas respiraban una mezcla de aire que solo contenía un 12% de oxígeno (contenido normal 21%) - mientras se entrenaban en una bicicleta estática o en una cinta rodante. Este tipo de respiración no es el mismo que el controlado, pero hay tanta escasez de investigaciones sobre el tema del entrenamiento hipóxico que me sirvo del citado estudio por no disponer de otro más adecuado. Se averiguó que durante el ejercicio al igual que en las condiciones de respiración controlada, los músculos disponían de una cantidad menor de oxígeno. La referencia al citado estudio, puede, por consiguiente, venir al caso;

La absorción máxima de oxígeno por minuto aumentó en el grupo sometido al entrenamiento hipóxico en 16,6%, mientras que la mejora del grupo de control fue de 5,5%. Esta diferencia es favorable al grupo hipóxico de una manera significativa. No se detectó ningún incremento del número de eritrocitos (células rojas de la sangre) ni un incremento de hemoglobina. El volumen cardíaco también permaneció igual. El equilibrio ácido-básico experimentó una ligera reducción del exceso de ácido negativo y un leve aumento de los bicarbonatos estándar. Pueden considerarse los siguientes tres puntos a modo de explicación del aumento de la capacidad cardio-pulmonar bajo condiciones hipóxicas.

1. Puede economizarse adicionalmente la distribución sanguínea intramuscular, aumentándose de este modo la eficacia del suministro de sangre.
2. El entrenamiento hipóxico podría tener por resultado una mejora de las vascularización. Sin embargo, no es seguro que mejore la capilarización.

Próximo capítulo:

ENTRENAMIENTO HIPOXICO (final del artículo).
 DETERMINACION DE LA APTITUD FISICA:
 PRINCIPIOS METODOLOGICOS

3. Aumenta la capacidad metabólica intracelular, intensificándose el proceso de suministro de energía por unidad de tiempo.

Del punto 3 podría deducirse que el entrenamiento hipóxico incrementa la capacidad del músculo para producir ATP, quizás tanto aeróbica como anaeróbicamente. La capacidad metabólica intracelular podría sugerir: (1) un aumento del número o de la composición de los mitocondrios (incluyendo las enzimas, coenzimas, etc.) (2) un posible aumento de la cantidad de glucógeno almacenado en los músculos, o (3) un aumento de las enzimas que permiten liberar el ATP en el sistema ácido láctico-ATP. Los tres cambios citados pueden tener por resultado un mejor rendimiento en pruebas de distancias medianas y largas. Los efectos del entrenamiento hipóxico han sido hasta ahora objeto de muy pocas investigaciones. En los últimos tres años hemos estado empleando asiduamente el entrenamiento hipóxico en la Universidad de Indiana, con un considerable beneficio. Anteriormente habíamos practicado ocasionalmente en los entrenamientos la retención de la respiración, sobre todo en vísperas de los Juegos Olímpicos de 1.968. Quiero advertir el peligro potencial de la práctica de la retención de la respiración y destacar las diferencias entre este tipo de entrenamiento aplicado en el pasado y el entrenamiento hipóxico.

Hemos comprobado que durante un esfuerzo máximo de un volumen dado, el deportista alcanza una mayor frecuencia de pulsaciones empleando la respiración hipóxica que respirando normalmente. Eso no sucede durante el esfuerzo máximo, pues en este caso la persona llega al máximo tanto si se respira hipóxica, como normalmente.

Durante entrenamientos consistentes en esfuerzos repetidos de 5 x 200 metros con un tiempo medio de 2 minutos y 4 segundos y con un intervalo de descanso de 55 segundos se registraron los siguientes aumentos de pulsaciones:

Respiración normal	150,4
Respiración hipóxica	153,4
(cada segundo ciclo de brazos)	
Respiración hipóxica	167,3
(cada tercer ciclo de brazos)	

La tabla IV recoge los resultados de varios centenares de pruebas realizadas con diversos niveles controlados de respiración hipóxica.

Tabla IV

Forma de respiración	Tiempo medio en 10 x 100 m. 15 segundos intervalos descanso	Frecuencia de pulsaciones media después de las últimas 100 yardas
Normal, una vez por cada ciclo de brazos	64,13 segundos	161,4 pul/min.
Cada segundo ciclo de brazos	64,20 segundos	164,3 pul/min.
Cada tercer ciclo de brazos	64,18 segundos	175,2 pul/min.

Hay un aspecto interesante en los datos indicados en la tabla y es que la frecuencia de pulsaciones aumenta muy poco cuando la frecuencia respiratoria cambia de la normal a la forma controlada de una respiración y espiración por cada segundo ciclo de brazos. Al nadar tramos de 100 metros el aumento era solo de 2,9 pulsaciones, mientras que al pasar de la respiración normal a la hipóxica cada tercer ciclo de brazos, la frecuencia de pulsaciones aumentó en 13,8 por minuto.

Es evidente que el "stress" adicional impuesto a los nadadores al obligarles a respirar cada segundo ciclo de brazos, no es tan grande como para causar tanto aumento de la frecuencia cardiaca. Un elevado nivel de bióxido de carbono en la sangre actúa en los quimioceptores de la arteria carótida y su centro respiratorio ocasionando el aumento de la frecuencia de pulsaciones. Suponiendo que lo que procuramos a través del entrenamiento hipóxico es un aumento de la deuda de oxígeno y del nivel de ácido láctico en el cuerpo en general y en las fibras musculares en particular, podría parecer deseable una frecuencia de pulsaciones mayor. Por esa razón una vez que los nadadores se acostumbran a respirar en cada segundo ciclo, les incito a pasar a la respiración cada tercer ciclo de los brazos. En el caso de repetir distancias cortas pueden intentar respirar cada cuarto ciclo

"Guía para practicar el entrenamiento hipóxico"

Presento a continuación unos cuantos principios del entrenamiento hipóxico a modo de guía:

1. Advertencia: el entrenamiento hipóxico es potencialmente peligroso. Si la respiración se mantiene durante excesivo tiempo el deportista puede perder la consciencia.

2. Si el entrenamiento hipóxico provoca dolores de cabeza, deben desaparecer al cabo de media hora. Si persisten, hay que reducir el volumen del entrenamiento hipóxico y volver al volumen inicial. La adaptación es una cuestión individual; hay que tenerlo en cuenta a la hora de elaborar la progresión.

3. El entrenamiento hipóxico debe ocupar la cuarta parte, hasta la mitad de la sesión aproximadamente.

4. Toda práctica de la brazada comprendida en una sesión de entrenamiento debe llevarse a cabo hipóxicamente, respirando cada segundo o, mejor cada tercer ciclo de brazos.

5. La mayor parte del entrenamiento hipóxico incluido en una sesión debe efectuarse controlando la velocidad. Muy pocas pruebas a velocidad máxima deben realizarse con respiración hipóxica.

6. Hay que esforzarse por no cambiar la mecánica del estilo al respirar hipóxicamente. Los nadadores tienden a acortar la brazada para realizar más brazadas por cada vez que respiran.

Frecuencia de pulsaciones con relación al trabajo anaeróbico.

La mayor parte de la literatura especializada en este tópico afirma que cuando la frecuencia es inferior a 150 pulsaciones por minuto, la fuente de energía es aeróbica. Cuando la frecuencia es superior, el organismo se sirve de fuentes anaeróbicas de ATP. Sin embargo, hay muchos factores que cuentan al determinar la frecuencia de pulsaciones. Entre estos factores está el estado emocional, diferencias individuales y edad, tiempo transcurrido desde la última ingestión de alimentos, tiempo transcurrido desde que la persona ha tomado café, y otros factores todos dignos de tenerse en cuenta. Si el deportista y el entrenador quieren valerse de la frecuencia de pulsaciones como indicador para averiguar, a groso modo, si el deportista está trabajando aeróbicamente o anaeróbicamente en los entrenamientos, deben utilizar la siguiente tabla:

Frecuencia de pulsaciones - por minuto	% trabajo aeróbico/anaeróbico
Por debajo de 120	Probablemente, aeróbico al 100%
120-150	90-95% aeróbico/5-10% anaeróbico
150-165	65-85% aeróbico/15-35 anaeróbico
165-180	50-65% aeróbico/35-50 anaeróbico
Más de 180	Más de 50% anaeróbico

Esta tabla tiene poca validez para sprints cortos. El trabajo es casi anaeróbico en su totalidad pero el aumento de la frecuencia de pulsaciones es insignificante.

La frecuencia respiratoria y el jadeo son utilizados para valorar el trabajo aeróbico y anaeróbico.

Para averiguar si el nadador está realizando un trabajo aeróbico, anaeróbico o una combinación de ambos sirve, además de la frecuencia de pulsaciones, la frecuencia respiratoria después del esfuerzo, y durante el esfuerzo. Si durante el esfuerzo no se incrementa la frecuencia respiratoria y no se siente fatiga respiratoria, se está llevando a cabo un trabajo aeróbico. Si la frecuencia aumenta pero no jadea, el esfuerzo es una combinación de trabajo aeróbico/anaeróbico; si la respiración es jadeante y la frecuencia muy alta se realiza un trabajo mayormente anaeróbico.

Una vez concluido el esfuerzo pueden servir los mismos indicadores; y además el tiempo de recuperación de su nivel normal, para valorar el tipo de actividad ejecutada.

Adaptación del sistema nervioso y desarrollo de la resistencia a la sensación de fatiga.

Se ha creído durante años que el bloqueo neuromuscular en el esfuerzo representaba un factor importante en el momento de presentarse la fatiga, es decir que la resistencia sináptica en el instante de encontrarse el nervio con el músculo era tan grande que dificultaba la llegada del impulso nervioso al músculo. La fatiga de transmisión en la unión neuromuscular ha dejado de considerarse como un punto débil plausible.

El desarrollo del cansancio en el sistema nervioso central se considera hoy día como uno de los principales factores que limitan la actividad muscular voluntaria. El entrenamiento mejora sin duda alguna la capacidad del sistema nervioso central de adaptarse a un ejercicio prolongado moderado o al "stress" de un esfuerzo extremadamente intenso de corta duración. Cada uno de los tipos de entrenamiento debe aportar adaptaciones específicas en el sistema nervioso, así como en los músculos y órganos del cuerpo. Acondicionamos el sistema nervioso central a la vez que el corazón, la sangre, etc. La capacidad de superar la sensación de cansancio y de dolor, asociada al trabajo muscular, varía de una persona a otra y de un día a otro en la misma persona, dependiendo de su concentración, motivación y personalidad. La capacidad de la persona de resistir las sensaciones desagradables que acompañan la contracción máxima de los músculos durante un corto período de tiempo, como sucede en un sprint corto a toda velocidad, difiere de la capacidad de resistir la sensación de un esfuerzo largo a ritmo moderado. Por otra parte, estas

sensaciones difieren de las provocadas por una prueba de medio fondo a toda velocidad. Por las razones expuestas es importante que los nadadores empleen alguna vez todos los métodos de entrenamiento anaeróbico y aeróbico con el fin de contribuir a las citadas adaptaciones. Parece ser que no sólo el cuerpo en general y los tejidos en particular deben adaptarse a los elevados niveles de deuda de oxígeno, sino que el propio deportista debe aprender también a tolerar las sensaciones desagradables asociadas con esta condición. Sólo cuando lo consiga se podrá afirmar que ha aprendido a tolerar el dolor. El entrenamiento hipóxico constituye un buen complemento del programa regular de entrenamiento que contribuye a lograr este fin y facilita los cambios fisiológicos mayores, así como los que se operan a nivel celular.

Como el lector ha podido notar, he escrito el presente trabajo con cierta aprensión pues significa ofrecer un método de entrenamiento que encierra bastantes peligros. Por eso vuelvo a insistir: tengan mucho cuidado con la aplicación del entrenamiento hipóxico.

(1) El ATP es la primera fuente de energía para el músculo. Cuando se descompone en difosfato de adenosina, pierde una molécula de fosfato. La fosfocreatina está presente para resintetizar el trifosfato de adenosina del difosfato de adenosina ($CP + ADP = creatina + ATP$). Esta actividad puede desarrollarse teóricamente hasta el agotamiento del suministro de fosfocreatina. Es probable que el nivel de CP en el músculo pueda aumentarse mediante el entrenamiento de velocidad, por ejemplo 10 x 25 metros con descansos de 20 segundos.

El glucógeno se descompone en ácido pirúvico para proporcionar fosfato de alto contenido energético que convierte el ADP (difosfato de adenosina) otra vez en ATP. El ácido pirúvico se transforma luego en ácido láctico admitiendo un ion de hidrógeno.

(3) Distinguimos el entrenamiento interválico del entrenamiento de repeticiones de la siguiente forma: E.I.: muchas repeticiones, intervalo de descanso corto, carga moderada. Trabajo bajo mayormente aeróbico. E.R.: menos repeticiones, descanso más largo, mayor intensidad. Trabajo mayormente anaeróbico.

(4) Los mitocondrios son pequeñas células de las fibras musculares (100 a 1.000 por fibra muscular) que contienen un sistema de enzimas, coenzimas y activadores que llevan a cabo la oxidación de los alimentos y liberan el ATP utilizado durante el trabajo aeróbico. Las ra-

tas sometidas a seis horas de natación diaria registraron un aumento de la masa mitocondrial de 52%. Se ha demostrado también que al aumentar la resistencia los mitocondrios mejoran su capacidad de mejorar aeróbicamente ATP.

(5) Durante este intervalo de descanso se recupera aproximadamente un 80 a 90% de ATP-CP utilizando un sprint corto.

Revistas: SWIMMING TECHNIQUE y SWIMMING WORLD

DETERMINACION DE LA APTITUD FISICA PRINCIPIOS METODOLOGICOS

INTRODUCCION

Como ya hemos visto en un artículo anterior (8), la aptitud física, o potencialidad intrínseca al realizar los actos motores, tiene por soporte histológico la miofibrilla cuya función esencial es la de transformar la energía potencial de la molécula de ATP en energía mecánica. La aptitud física descansa por tanto sobre dos grupos de factores fundamentales (7). El primero es el origen del almacenamiento muscular del ATP; la segunda, de la restitución de la energía mecánica al medio exterior. Por la necesidad de simplificar, hemos por tanto, de subdividir la aptitud física respectivamente en: aptitud energética química, más sencillamente llamada "bio-energética" y la aptitud energética mecánica llamada "bio-mecánica". (Fig. 1)

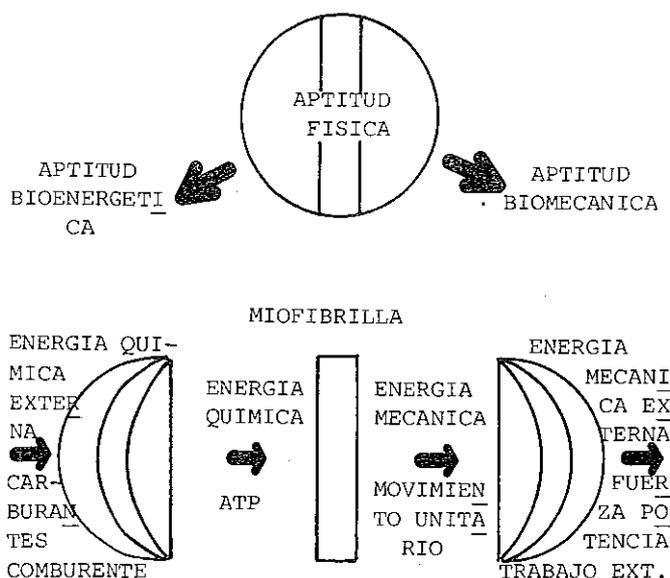


Fig.1 - Los factores fundamentales de la aptitud física.

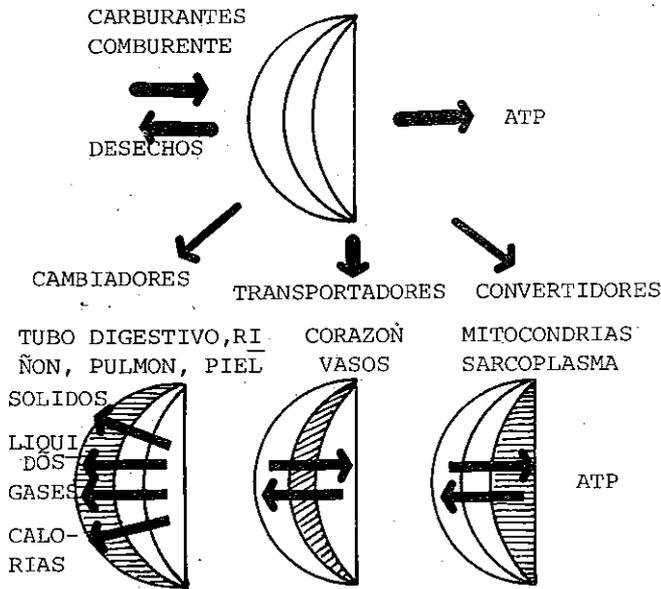


Fig.2 - Los factores fisiológicos de la aptitud energética química o aptitud "bio-energética".

LA APTITUD "BIO-ENERGETICA" (Fig. 2)

Está condicionada por dos factores esenciales que son:

- 1.- La disponibilidad de reservas energéticas, de carburante refinado (ATP) o en su lugar -- (fosfocreatina, lípidos, glúcidos, etc.), y -- del comburente (O₂).
- 2.- La calidad funcional de la cadena energética, que asegura el aprovisionamiento de ATP a partir de la reserva, gracias:
 - A su conversión y refinamiento a nivel de la miofibrilla.
 - Su transporte y distribución gracias al aparato cardio-circulatorio.
 - Su almacenamiento y rechazo de desechos a nivel de los cambios alveolo-capilares, digestivos, cutáneos y renales.

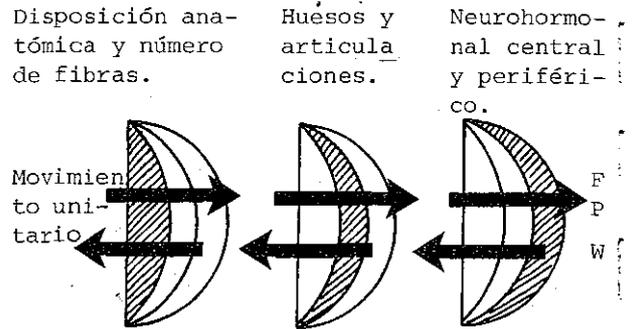
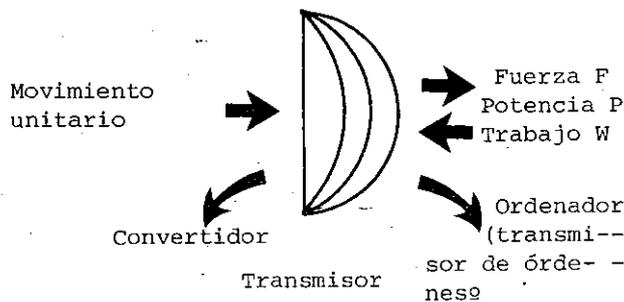


Fig.3 - Los factores fisiológicos de la aptitud energética mecánica o aptitud "bio-mecánica".

LA APTITUD "BIO-MECANICA" (Fig. 3)

Está condicionada por tres factores esenciales que son:

- 1.- Las características del aparato motor que restituye la energía mecánica de las diferentes unidades motrices en función del número de fibras puestas en juego y de su disposición anatómica.
- 2.- Las cualidades del transmisor, el aparato ósteo-articular, que es el soporte del aparato motor.
- 3.- La cualidad de la ordenación (transmisión de órdenes) motriz es el origen del principio de las órdenes motoras, de su transmisión y distribución a las unidades motrices.

Próximo capítulo:
 DETERMINACION DE LA APTITUD FISICA:
 PRINCIPIOS METODOLOGICOS (final del artículo).
 BIBLIOGRAFIA

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS, CUADERNO Nº 1

1. PASO EMPIRICO

Ante la multiplicidad y complejidad de los factores determinantes de la aptitud física, una primera solución ha consistido en interesarse, no en el funcionamiento de la máquina humana y la determinación de sus potencialidades, sino en la expresión mecánica de estas potencialidades: el individuo, considerado como una caja negra compleja, es pues sometido a diferentes "tests" o pruebas que permiten estimar el, o los resultados (la performance -que se refiere únicamente a los resultados obtenidos en pruebas físicas, lo que en algunos casos se podría traducir por rendimiento) máximos realizables. Estos se dejan que sean a la apreciación del experimentador (que efectuando una medida física directa) al sujeto nombrado (almacena una estimación) sirven de criterio de aptitud.

1.1. MEDIDA DIRECTA

Se pueden ante todo utilizar las diferentes técnicas tradicionales practicadas en las competiciones deportivas: Medida de tiempos "T" en las carreras de velocidad, de la masa (peso) "M" máximo levantado en las pruebas de halterofilia, las distancias "L" en las pruebas de lanzar, salto de altura o longitud. Estos métodos no tienen otro valor que el de que el sujeto estudiado posee una excelente técnica de la prueba y una perfecta motivación que le permitirá realizar una prueba exhaustiva. Este género de pruebas no se hace por consiguiente sin peligro para los sujetos que aparente o clínicamente no se conoce su aptitud física. Sin embargo, en las condiciones ideales, la magnitud medida es verdaderamente representativa de la aptitud selectiva para realizar este género de pruebas en un momento dado, pero no proporciona ninguna indicación sobre las posibilidades reales de mejoramiento de los factores que son necesarios descubrir con prioridad y por consiguiente los medios a utilizar para alcanzar este objetivo.

1.2 MEDIDA INDIRECTA

Para intentar paliar estos defectos importantes, en particular el riesgo que corre el sujeto nombrado, multitud de soluciones han sido propuestas: Se hacen realizar unas pruebas comparables con precedentes, pero imponiendo las tres magnitudes mecánicas fundamentales M, L y T de manera que no se hagan estas pruebas exhaustivas. Los criterios de aptitud selectiva no podrán más que expresarse en términos de tiempo, longitud o masa, señalándose las evaluaciones subjetivas de sensación de "forma", "tolerancia" o de "fatiga".

Estos métodos no tienen pues de valor más que

en la medida en que el sujeto nombrado posee un dominio de sus sensaciones subjetivas, aquella que necesite en particular, que puede situarlas por relación a una gama de referencias de la que conoce perfectamente sus límites superiores (tolerancia óptima, agotamiento). Según estas condiciones la apreciación subjetiva puede ser poco representativa de la aptitud selectiva al realizar la prueba considerada, pero no prejuzga en nada las posibilidades eventuales de mejoramiento en este dominio.

Como quiera que sea, según estos dos tipos de métodos de estimación de "la performance" óptimo, los resultados obtenidos en una prueba específica no son absolutamente aplicables para otras actividades. No suministran en efecto más que unos pocos datos sobre el conjunto de los principales factores de la aptitud física. Será pues necesario para hacerse una idea de las potencialidades del individuo de determinar sus diferentes aptitudes selectivas a las principales categorías de los ejercicios más fáciles que se encuentren, esto es irrealizable en la práctica.

2. ENTRE EL EMPIRISMO Y LA ACTITUD CIENTIFICA

Una segunda actitud consiste en utilizar como precedente de "la performance" óptimo como criterio de la aptitud, pero en provecho de los factores fisiológicos fundamentales puestos en juego, con preponderancia de los seleccionados por los tests a este efecto.

2.1 LAS MEDIDAS DIRECTAS

2.1.1 Generalmente las pruebas-tests utilizadas son seleccionadas de forma que caracterizan un tipo de metabolismo energético particular.

2.1.2 Las pruebas máximas, intensas y breves de una duración inferior a un minuto son en efecto representativas de ciertas cualidades bio-energéticas (cantidad de reservas anaeróbicas, equipamiento encimático anaeróbico, etc.) la máxima rapidez de contracción sobre diferentes cargas. Como quiera que sea "la performance" registrado depende no solamente de las cualidades neuromusculares sino también de la aptitud bio-mecánica.

Otros tratan esencialmente sobre la exploración del sistema nervioso: medición de los tiempos de reacción, tests psicológicos, etc. La interpretación de los resultados que proporcionan, debe ser también utilizada con la prudencia de los anteriores.

2.1.3 Si estas técnicas permiten entonces, gracias a una simple medida de "performance", el aportar algunos datos sobre los factores de la aptitud física, bien sobre la aptitud bio-ener

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS. CUADERNO Nº 1

gética, bien sobre la aptitud bio-mecánica, requieren una interpretación prudente, teniendo en cuenta en particular el aprendizaje del sujeto, de su colaboración y de su motivación, para el tests de "performance" considerado. Presentan pues menor riesgo que los anteriores en la medida en que el ejercicio puede estar realizado bajo supervisión médica directa en un laboratorio.

2.2 LAS MEDIDAS INDIRECTAS

Estas son sin duda las que han encontrado más aceptación en los medios médico-deportivos por su simplicidad y ausencia aparente de riesgos. La mayor parte de estos tests preconizados, a menudo y desgradadamente, tienen una ausencia total de fundamento científicos. Están generalmente basados sobre los mismos principios que hemos visto anteriormente (1.2) pero reemplazando la cuestión subjetiva de "tolerancia", de "forma" o de "fatiga" por una medida biológica llamada representativa del estado fisiológico en que se está al principio.

2.2.1 Las pruebas-tests son generalmente un ejercicio de intensidad moderada pero de potencia variable y discontinua de un sujeto a otro la duración limitada no permite jamás obtener el estado estable metabólico y cardio-respiratorio; el criterio representativo del estado físico del sujeto puede ser bien un índice sin dimensiones, teniendo en cuenta la rapidez de "recuperación" cardio-circulatoria tal como el índice de Ruffier-Dickson (2), bien sea de un interés hormonal, etc.

2.2.2 En otros casos, puede escogerse una prueba que no tenga más que una relación muy lejana con los ejercicios físicos normalmente utilizados. Este es el caso del tests de apnea de Flack en el cual la sola ambición de su iniciador era "registrar la sensibilidad al anóxico de los candidatos a pilotos".

2.2.3 En el límite toda prueba puede ser suprimida, esto es, siendo pura y simplemente medida por un examen clínico o biológico clásico, teniendo en cuenta ciertas modificaciones básicas observadas en el deportista. Los criterios llamados representativos de la aptitud, son los índices electrocardiográficos en reposo (1.3) o bien otras magnitudes físico-químicas del medio interior, etc.

2.2.4 Estas medidas son pues eminentemente criticables. Fuera del hecho de que "tolerancia", "fatiga", "forma" y "recuperación" son términos cuya definición queda más que imprecisa y la cuantificación puramente subjetiva, ajusta la correlación existente entre estos llamados criterios y sus representaciones por "curva de recuperación cardio-circulatoria", "curva de tolerancia", "índice de resistencia", "tasa de cortisol", etc. no están gene-

ralmente fundados científicamente y que no existe ninguna relación precisa estadísticamente definida, que no tiene que ver con el "performance" físico.

Estos milagrosos tests no son por consiguiente peligrosos, en la medida en que no tienen derivaciones ni incidencia particular sobre la indicación o contraindicaciones en la práctica de actividades físicas y deportivas. Pero esto no es en sí peligroso, porque el pseudocientifismo que lo rodea disimula muy mal su ausencia de valor y es el origen de una confusión permanente que siembra la duda y el descrédito sobre las reuniones de técnicos científicos.

3. ACTITUD CIENTIFICA

Consiste en estudiar cada uno de los elementos fundamentales que intervienen en la aptitud física y en determinar las posibilidades óptimas

3.1 APTITUD BIO-ENERGETICA

La determinación de la aptitud bio-energética necesita de la medición por una parte de la cantidad de reservas energéticas disponibles, por otra parte las posibilidades de transferencia y transformación de substratos en ATP.

3.1.1 Las reservas energéticas. En la mayoría de los ejercicios musculares normalmente practicados sólo aparecen las reservas locales como factores limitados de la aptitud. Su cuantificación en reposo y su evolución en función de los diferentes tipos de ejercicios pueden hacerse por punción biopsica y análisis bioquímico. Esta maniobra relativamente simple y poco traumatizante en los más experimentados no puede ser desgraciadamente realizada sin inconvenientes; es irrealizable por otra parte el curso del ejercicio. Lo más que se puede haber es que las cinéticas de transformación de fosfocreatina en ATP y de la creatina en creatina-fosfato son excesivamente rápidas y que la dilación entre la parada del ejercicio, des-cuento y enfriamiento alcanzan generalmente un mínimo de cinco segundos, esto es suficiente para mejorar considerablemente las concentraciones de estas diferentes moléculas. Las cinéticas de resistencias de glucógeno y triglicéridos son en comparación mucho más lentos (más de 24 h.) y los valores obtenidos por esta técnica son excelentes (4).

3.1.2 La cadena energética. El mejor testigo biológico de la potencia óptima de esta cadena es la consumición máxima de oxígeno (1): es el reflejo de las óptimas posibilidades de transferencia energética entre el medio exterior y las células que trabajan, y en particular las óptimas posibilidades de transferencia a nivel del aparato cardio-circulatorio o ambientes --

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS, CUADERNO Nº 1

desfavorables, los sistemas de cambio entre el medio exterior e interior, así como el metabolismo local resta largamente de esto sus posibilidades óptimas. La determinación del VO_2 máximo se efectúa generalmente durante un ejercicio triangular de carga creciente, gracias a la medida directa de la deuda y de la concentración de gases expirados (5); la precisión de los resultados obtenidos desciende excepcionalmente por debajo del 5%.

La determinación indirecta puede efectuarse gracias a uno o numerosos ejercicios, mínimo-máximo utilizando la relación lineal que liga la frecuencia cardiaca y el VO_2 . No obstante las variaciones inter-individuales de frecuencia cardiaca máxima son tales que los resultados obtenidos, incluso cuando la técnica de realización es perfecta, no pueden estar certificados a más del 15 ó 20% casi.

3.2 APTITUD BIO-MECANICA

La determinación de la aptitud bio-mecánica necesita por una parte la medición de las posibilidades de restitución energética al medio exterior suministrado por el aparato locomotor y por otra las cualidades del sistema de ordenación neuro-endocrina.

3.2.1 El aparato locomotor. Las posibilidades de restitución de la energía mecánica dependen de la composición muscular en fibras lentas y rápidas. Esto puede ser precisado gracias a un estudio histológico de descuentos biopsicos cuyos inconvenientes han sido precisados antes aquí arriba. Algunas técnicas sin análisis sanguíneos permiten, no obstante, precisar, si no la composición muscular al menos el tipo de metabolismo y de sus modalidades de puesta en juego para una restitución mecánica dada. Para la misma potencialidad de la cadena energética (mismamente VO_2 máx.) los sujetos tienen un fuerte porcentaje de fibras lentas ST que son en efecto más aptas para sostener largo tiempo un ejercicio de potencia mínimo-máximo cuando éste posee un fuerte porcentaje de fibras rápidas FT, que son para ejercicios de potencia supra-máxima. Para un mismo ejercicio los primeros representan por consiguiente un metabolismo oxidante más importante con una participación más marcada de lípidos en el suministro energético aeróbico y un metabolismo anaeróbico caracterizado por una utilización menor de reservas fosfogénicas y de la glicólisis aeróbica. En la práctica, estas diferencias características pueden ser precisadas realizando un ejercicio rectangular de una duración de 20 minutos a una potencia impuesta representa un gasto energético comprendido entre el 70 y el 80% de VO_2 máximo. La participación del metabolismo aeróbico y anaeróbico puede estimarse a partir de la medida directa de

los cambios gaseosos; la parte energética aparecía en la glicoginolisis, según el metabolismo anaeróbico puede estimarse a partir de la determinación de la dosis de ácido láctico en la sangre (1.2) al fin del ejercicio, la parte energética de la utilización de reservas de fosfógeno se efectúa por simple diferencia. La parte energética utilizada de glúcidos y lípidos en el metabolismo aeróbico puede estimarse a partir del registro continuo del cociente respiratorio (1.1).

Las posibilidades de restitución de energía mecánica dependen no solamente del porcentaje de fibras del tipo 1 y 2 componentes de los diferentes músculos puestos en juego, pero también el número absoluto de fibras, del reparto y de la masa muscular, de las cualidades osteomusculares y los rendimientos contraídos por el "soporte esquelético" y los "motores" musculares. Estos elementos morfológicos son accesibles a las medidas biométricas clásicas: talla, masa corporal, sección muscular, etc. Estas medidas son sin embargo insuficientes para medir con precisión las posibilidades energéticas mecánicas. Es pues particularmente, ahí también, el verificar la eficacia del sistema bio-mecánico haciendo realizar unos ejercicios de potencia continuada y midiendo la despensa energética correspondiente, el resultado de estas dos facilitan una buena idea del rendimiento de las actividades exploratorias. Todo rendimiento anormalmente bajo debe hacer sospechar una anomalía del sistema bio-mecánico, bien sea de origen constitucional (morfología mal adaptada a ciertas actividades muy específicas), bien sea secundario por un fenómeno intercurrente: procesos patológicos (síndrome infeccioso por ejemplo), error dietético (deshidratación), o modificación de las condiciones fisicoquímicas ambientales (hipoxia, etc.), bien de una deficiencia en el sistema ordenador.

3.2.2 El sistema de órdenes. La determinación directa de las potencialidades del sistema de órdenes y en particular de las del sistema nervioso central es prácticamente irrealizable. Es por esta razón por la que para estimar sus diferentes factores, se procede generalmente por eliminación: lo primero es determinar previamente y con precisión la aptitud energética del sujeto citado, después de hacerle realizar un ejercicio de potencia impuesta continuada, donde las características mecánicas son lo más aprovechadas posibles de estas y de su actividad tradicional y de controlar simultáneamente "la performance" máximo realizado y la reserva energética correspondiente. En estas condiciones, si la reserva energética real corresponde a las posibilidades óptimas determinadas anteriormente, se puede estar seguro del excelente

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS. CUADERNO Nº 1

funcionamiento del sistema ordenador del sujeto estudiado, y en particular de su motivación. La medida de "la performance" realizada y el rendimiento mecánico correspondiente permite precisar por otra parte si la técnica o la táctica puesta en juego es buena. En cambio toda disparidad entre la reserva energética efectiva y despesa energética óptima puede ser producida por una deficiencia de este sistema.

CONCLUSION

La determinación precisa que la aptitud física necesita por consiguiente el determinar las cualidades óptimas de diferentes factores que son el soporte, no obstante, si en teoría una manera de determinación presenta un interés fundamental, en particular en la selección de masa, la orientación y vigilancia de los sujetos examinados, en la práctica el problema se encuentra más fácilmente, consiste en definir no la aptitud global de todos los individuos de una población importante, sino la aptitud selectiva de un sujeto dado, en un tipo de ejercicio particular. La determinación puede por consiguiente limitarse a cuantificar las cualidades óptimas de factores u órganos que intervienen de manera preponderante en tal o cual tipo de actividad física.

Una forma de determinación necesita por consiguiente precisar previamente las molestias mecánicas o energéticas características de la actividad considerada y de seleccionar los tests que permitan calificar los testimonios biológicos representativos de las cualidades requeridas. El conjunto de las actividades físicas y deportivas tiene como denominador común el movimiento, por consiguiente una reserva energética mecánica, si ésta es relativamente fiable. Será por consiguiente deseable en la mayoría de los casos precisar al menos la aptitud energética de los grupos musculares que intervienen en esta actividad, y en una segunda parte la aptitud bio-mecánica, es decir, la utilidad que se hace de esta potencialidad energética.

Igualmente en los casos más simples, se ve pues que es inútil el valor determinado de la actividad física a partir de un sólo "tests-milagro" sobre todo si este no está fundamentado científicamente. No es sin embargo inútil el apelar a esta regla general en una época donde seguro comienza a descubrirse la importancia de los testigos biológicos fundamentales, tales como la consumición máxima de oxígeno, sin haber comprendido plenamente el fundamento, la significación y los límites.

BIBLIOGRAFIA

1. ASTRAND I. Capacidad del trabajo aeróbico - en hombres y mujeres con especial referencia a

- la edad. Acta Physical Scand. 1960, Supl. 169.
2. BEAURY J., ECLACHE J.P. Aptitud física y categorización de los reemplazos. Estudio crítico del método de masa utilizado en los ejercicios. A propósito de 2.000 casos. Medicina y Ejércitos, 1977, 5 (1), 43-48.
3. BEAURY J., ECLACHE J.P., HENANE P., FLANDROIS R. Aptitud física y categorización. Validez de la marcha-carrera de 12 minutos para la estimación de la capacidad aeróbica de los jóvenes reclutas. Medicina y Ejércitos, 1978. 6(5) 437-442
4. COSTIL D-L, DANIELS J, EVANS W, KRAHENBUHL G., SALTIN B. Músculos esqueléticos, enzimas y fibras composición en hombres y mujeres y atletas. J. Appl. Physiol, 1976, 40, 149-154.
5. ECLACHE J-P, FRUTUOSO J, QUARD S. Interés de un calculador analógico conocido por la determinación en tiempos reales del metabolismo energético. J. Physiol, 1977, 73 (7), 103 A.
6. ECLACHE J-P, QUARD S, BEAURY J, MELIN B. Los tiempos de tolerancia, tm; validez de un método simple de determinación indirecta. Comm. en 4ª reunión asociación psicólogos. Paris 1978.
7. ECLACHE J-P, HENANE R. Evaluación aptitud física; metodologías principales. Comm. Symposium de aptitud física con especial referencia a las fuerzas militares. OTAN, TORONTO 1978.
8. ECLACHE J-P. Las bases fisiológicas de la aptitud física. Medicina del deporte. 53, número 2/1979, 53-59.
9. MARGARIA R. Capacidad y potencia en los procesos energéticos en actividad muscular: su práctica aplicable en atletas. Physiol, Einschl. Arbeitsphysiol, 1968, 25, 352-360.
10. MONTOYE H-J. Breath-holding según medición de aptitud física. Res. Quart, 1951, 22, 356-376.
11. QUARD S., ECLACHE J-P, MELIN B. Modificaciones lentas del equilibrio metabólico y cardiorrespiratorio en el curso de un ejercicio muscular intenso y prolongado hasta el agotamiento. Comm. en las jornadas de medicina deportiva Saint-Jean-de Monts, 1977.
12. QUARD S., ECLACHE J-P., FLANDROIS R. Aspecto técnico e interés de la dosis de ácido láctico para el control de la intensidad de un ejercicio. Comm. en el Congreso del XX aniversario de la Agrupación Latina de Medicina del Deporte.
13. QUARD S., ECLACHE J-P., BOUBEE P., CAHEN P. Electrocardiograma en reposo y aptitud bioenergética del ejercicio. Comm. en la Primera Junta de los Grupos de Trabajo de la Sociedad Europea de Cardiología. Brighton 1978.

Próximo capítulo:

DETERMINACION DE LA APTITUD FISICA:
LA MEDIDA INDIRECTA DE LA POTENCIA AEROBICA MAXIMA.

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS. CUADERNO Nº 1

DETERMINACION DE LA APTITUD FISICA LA MEDIDA INDIRECTA DE LA POTENCIA AEROBICA MAXIMA

Como habíamos visto en una de las cuestiones anteriores (8), la aptitud física descansa entre dos grupos de factores fundamentales, que son la aptitud bioenergética y la aptitud biomecánica.

La evaluación de la aptitud de la cadena energética puede sin embargo ser aproximada por el estudio de la consumición máxima de oxígeno, $\dot{V}O_2$ max. La noción de relación entre la aptitud física, gasto energético y consumición de oxígeno se está imponiendo progresivamente en los fisiologistas, después de los trabajos de Hill en 1924.

Esta noción, avalada por numerosos autores, franceses y extranjeros, es en la actualidad aceptada universalmente por todos los especialistas del ejercicio físico. La consumición máxima de oxígeno es en efecto el reflejo de las posibilidades óptimas del sistema de transferencias de sustratos y de desechos entre los territorios de reservas a los cambiadores (pulmón, tubo digestivo ...) y la célula muscular. No hay sin embargo que considerar esta determinación como un tests-milagro, el $\dot{V}O_2$ max. no prejuzga ni la disponibilidad de reservas energéticas, ni de ciertos factores biomecánicos. Los métodos de determinación directa valen para la medición de las concentraciones y deudas de gases respiratorios durante un ejercicio máximo sobre una cinta sin fin o sobre ergómetro. Estos métodos, aún estando bajo el dominio de un laboratorio, son difíciles de realizar sobre el terreno. Es por consiguiente necesario el poner a punto las técnicas indirectas de medida, de duración más corta, de potencia aerobia, a partir de ejercicios mínimo-máximo.

1. PRINCIPIOS DE LA DETERMINACION INDIRECTA DE $\dot{V}O_2$ MAX.

Esta descansa sobre los factores fisiológicos siguientes:

- Existe una relación lineal entre la frecuencia cardiaca medida durante la fase de equilibrio de un ejercicio y la potencia de éste. En la razón de la ecuación $y = ax + b$, donde y es la frecuencia cardiaca, x la potencia del ejercicio P , a la pendiente de la razón y b la frecuencia teórica cardiaca de reposo FC_0 (fig. 1a). El coeficiente angular a y la ordenada en el origen FC_0 son características de la aptitud de cada sujeto, los más aptos poseen los más pequeños coeficientes angulares y ordenadas en el origen.

- Existe una relación lineal entre FC y $\dot{V}O_2$ en la fase de equilibrio (fig.1b), el rendimiento muscular o el gasto energético son sensiblemente

comparables para una misma potencia, de un sujeto a otro (fig. 1c).

Ecuación nº 1

$$FC = a P + F Co \quad \delta$$

$$FC = a' \dot{V}O_2 + F Co$$

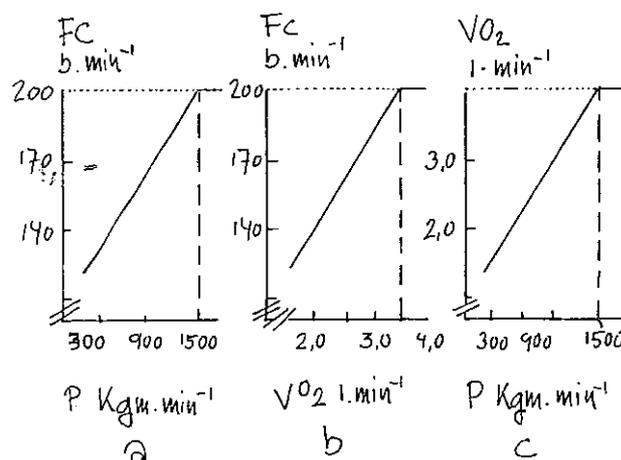


Fig. nº 1 - Relación entre frecuencia cardiaca FC , consumición de oxígeno $\dot{V}O_2$ y potencia de un ejercicio. (Explicación en el texto).

Los valores máximos de frecuencia cardiaca y de consumición de oxígeno son alcanzados por un nivel inmediato de potencia llamada "potencia aeróbica máxima" (fig. 1a, c).

Selon Astrand I. (1), para una población homogénea de la misma edad, la frecuencia cardiaca máxima es practicamente la misma. Es próxima a 220-edad (años) está bien 200 en los adultos jóvenes, y decrece progresivamente con la edad. Sin embargo, para un sujeto dado, depende del tipo de ejercicio efectuado y de la masa muscular puesta en juego. Por otra parte, es muy diferente de un sujeto a otro y puede al mismo tiempo variar de una manera muy importante para un mismo sujeto con el entrenamiento. Por fin, numerosos autores han mostrado que esta estimación sobre-estima generalmente de manera importante las frecuencias cardiacas medias de los sujetos de edad (6). Sin embargo, para dos sujetos presentando la misma FC max., se puede escribir:

Ecuación nº 2

$$FC \text{ max.} = a P \text{ max.} + F Co \quad \delta$$

$$FC \text{ max.} = a' \dot{V}O_2 \text{ max.} + F Co$$

Si se suma la expresión de a sacada de la ecuación

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS, CUADERNO Nº 1

ción nº 2 en la ecuación nº 1, se obtiene una relación que expresa simplemente el hecho, cualquiera que sea la aptitud de un sujeto, su frecuencia cardiaca es unicamente función del porcentaje de su potencia aeróbica máxima, o del porcentaje de VO₂ max. (fig. 2).

Ecuación nº 3

$$FC = (FC \text{ max.} - FCo) \frac{P}{P \text{ max.}} + FCo \quad \delta$$

$$FC = (FC \text{ max.} - FCo) \frac{P}{VO_2 \text{ max.}} + FCo$$

El conocimiento de esta relación, es decir, de FC max. y FCo permiten, por una simple determinación de la frecuencia cardiaca FC en el minuto 6 de un ejercicio de potencia mediana, interviniendo al menos el 50% de la masa muscular del individuo, el predecir su potencia aeróbica máxima teórica P. max.

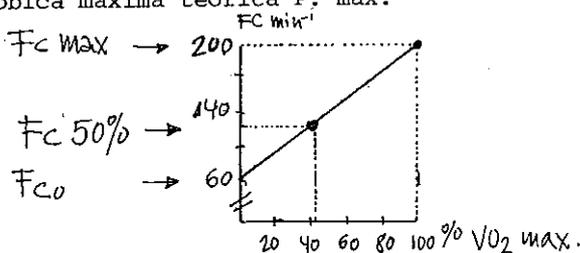


Fig. nº 2 - Relación entre la frecuencia cardiaca y la potencia relativa expresada en % de la consumición máxima de oxígeno. La pendiente de esta relación está caracterizada por un coeficiente angular constante para una población de edad determinada.

En efecto:

Ecuación nº 4

$$P \text{ max.} = \frac{FC \text{ max.} - FCo}{FC - FCo} P \quad \delta$$

$$VO_2 \text{ max.} = \frac{FC \text{ max.} - FCo}{FC - FCo} VO_2$$

Esta expresión matemática simple permite la construcción de un ábaco de utilización muy cómoda tal como el construido por Astrand y Ryhming (fig. 3) (3).

2. REALIZACION PRACTICA

Esta determinación indirecta necesita por consiguiente:

- de la ejecución de un ejercicio de 6 minutos a una potencia constante rigurosamente cuantificada.
- la medida de la frecuencia cardiaca en el

curso del ejercicio.

2.1 El ejercicio de potencia constante.

Dos tipos de materiales permiten tal determinación:

2.1.1 La bicicleta ergométrica (8). Su pedaleo está realizado por medio de una cadena y un piñon a un volante de inercia sobre el cual se aplica una cincha en la cual la tensión es regulable. La fuerza de frotamiento de la cincha tangencialmente a una polea fija y de un contrapeso. El conocimiento preciso de las características mecánicas de este sistema y de la rapidez de rotación de la rueda (o de la frecuencia de pedaleo) permite transformar directamente en potencia el desplazamiento del contrapeso.

2.1.2 El escalón. Se trata de un simple escalón de altura fija sobre la cual el sujeto teso sube, para descender a una frecuencia determinada. La potencia del ejercicio está en función del peso del sujeto y de la altura del escalón. En general, la altura está fija a 40 centímetros para los hombres y 33 cm. para mujeres. La frecuencia de ascensión es por ejemplo de 22,5 por minuto (3).

Cualquiera que sea la técnica utilizada, es pues indispensable el poseer un cronómetro y un metrónomo que permitan imponer una cadencia rigurosa de la cual es estrechamente dependiente la potencia efectivamente realizada.

2.2 El registro de la frecuencia cardiaca.

2.2.1 El método palpatorio. Es difícilmente realizable en el curso de un stop-tests. Tiene sus adeptos (autores escandinavos en particular). Se efectúa entonces por la palpación precordial o carotidiana. Para contar las pulsaciones, se puede utilizar un cronómetro ordinario, o un "pulsímetro", en el cual la esfera del reloj está directamente dividido en frecuencia cardiaca. Es suficiente ahora el medir el tiempo para un determinado número de latidos, se obtiene la frecuencia cardiaca por lectura directa.

2.2.2 La cuenta auscultatoria. Puede ser efectuada con un estetoscopio cuya cabeza está fija en posición de percepción acústica óptima gracias a una cincha de caucho.

El registro electrocardiográfico puede efectuarse con un aparato de mediana calidad, lo esencial consiste en visualizar las reflexiones R. Tres electrodos-placas banales y una cincha de contención de caucho son suficientes para obtener el trazado de una derivación bipolar fácilmente legible en D 1. La determinación de la frecuencia cardiaca puede ser manual o automatizada. En el primer caso, se mide la distancia d separando dos reflexiones R y R' limitando n intervalos. Conociendo la rapidez de desenrollamiento del papel (en mm. s-I) es suficiente el aplicar la fórmula siguiente:

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS. CUADERNO Nº 1

$$FC = \frac{n \cdot v \cdot 60}{d}$$

Si el papel desenrolla a una rapidez de 25 mm. s⁻¹ (v=25) y para 20 intervalos RR' la fórmula se reduce ahora a:

$$FC = \frac{30.000}{d}$$

En el segundo caso, un tachimetro de fichaje digital realiza esta cuenta sobre un intervalo de tiempo o número de reflexiones seleccionando. Una buena determinación necesita, para amortizar los efectos de la aritmia respiratoria un mínimo de 20 intervalos RR' (n=20).

P en Kgm.min⁻¹ de 300 a 1.500 para el hombre, de 300 a 900 para la mujer.

2) La consumición de oxígeno teórica VO₂ en l.min⁻¹ correspondiente a la potencia desarrollada.

3) El peso del sujeto en kg. (de 40 a 100 para los hombres, graduación a la izquierda de la escala VO₂ y de 40 a 90 para las mujeres). Esta correspondencia de pesos es unicamente válida para un escabel de 33 cm. de altura para las mujeres y de 40 cm. de altura para los hombres con una cadencia del ejercicio de 22,5 por minuto.

4) La consumición máxima de oxígeno VO₂ max. en l.min⁻¹ (1,6 a 6).

5) La frecuencia cardiaca por minuto, a la derecha para las mujeres, a la izquierda para los hombres.

Según Astrand y Rodahl, (in Textbook of Work Physiology) (2).

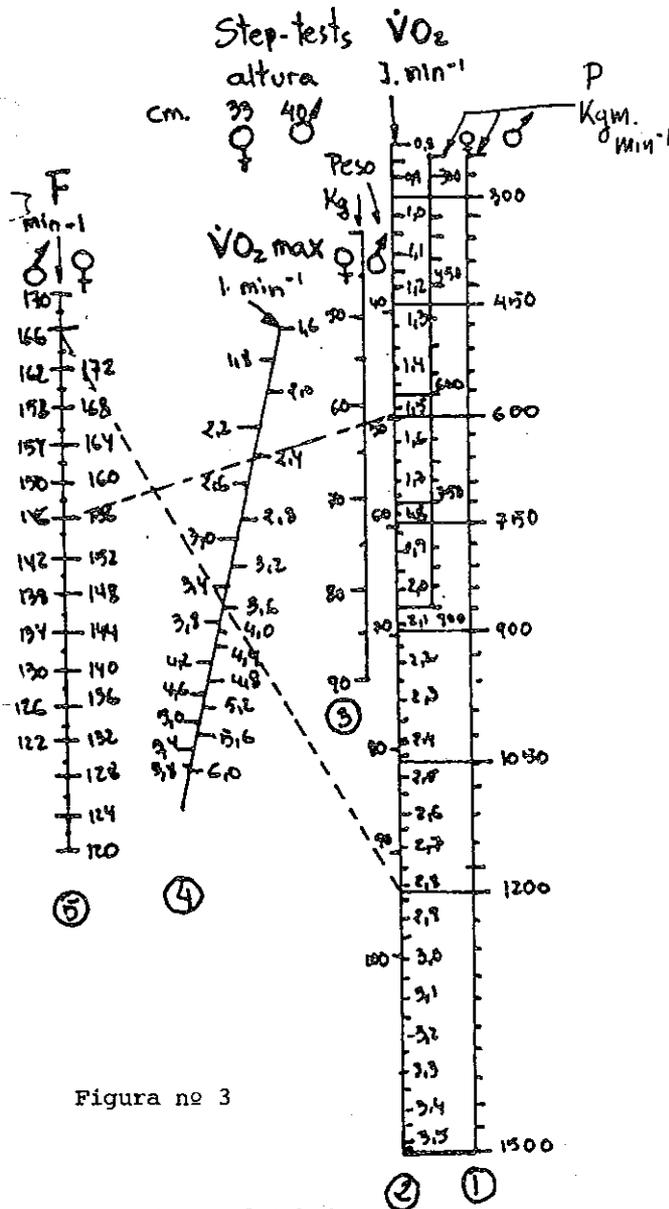


Diagrama de Astrand-Ryhming.

De derecha a izquierda están colocadas las escalas definidoras:

1) La potencia desarrollada sobre el ergociclo

2.3 Protocolo

Esta determinación indirecta se efectua a partir de una medida de frecuencia cardiaca, es indispensable liberarse al máximo de todos los factores susceptibles de modificar la adaptación cardio-circulatoria antes o durante el test.

2.3.1 Antes del test

. No tomar nada de alimento dos horas antes del test. No fumar nada en la media hora precedente al test.

. No efectuar ningún ejercicio físico importante durante el día del test.

2.3.2 Preliminares

Los sujetos masculinos se presentaran en traje de deporte (pantalón corto y calzado de deporte), torso desnudo. Las mujeres preferentemente en traje de baño de dos piezas.

. Un sólo sujeto debe estar tratado en la misma pieza, los otros sujetos reposarán en una pieza vecina.

. La temperatura de la pieza debe ser estable y hallarse próxima a la neutralidad térmica (18 a 20°).

. La pieza debe de estar perfectamente ventilada.

. La pieza debe de ser silenciosa.

Los sujetos son pesados y su identidad comprobada según una ficha test. La prueba comienza por la puesta en lugar de la cincha de caucho en posición peritorácica bajo la tetilla. Apretándola moderadamente para no entorpecer la ventilación, pero lo suficiente para que los electrodos, simplemente humedecidos en agua salada, permanezcan correctamente aplicados durante toda la duración del ejercicio. Los dos electrodos exploradores son colocados preferentemente en posición simétrica anterolateral de recha e izquierda, por fuera de las masas mus-

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS. CUADERNO Nº 1

culares pectorales activas. El electrodo de referencia está en posición dorsal paramediana - bajo-escapular izquierda. Una breve descripción del test es hecha al sujeto:

. La altura del escabel debe de estar adaptado a la talla de cada sujeto, de suerte que la rodilla conserva una ligera angulación en la cual el pedal está en su punto más bajo;

. En el cual el sujeto está sentado sobre el ergociclo, sin tocar los pedales, la correa de fricción no debe de estar tensa. (Posición cero de la escala de pesos);

. Antes de comenzar el test, verificar el metrómetro y el cronómetro.

2.3.3 El test

Se recomienda al sujeto no hablar, y de concentrarse sobre el ritmo del metrómetro que hemos puesto por nuestra parte a 70 ciclos por minuto. El sujeto comienza a pedalear a poca marcha, alcanzando el ritmo fijo en algunos segundos. La carga efectiva es ahora fichada y el cronómetro es puesto en marcha.

Durante toda la duración del test (6 minutos) tres parámetros han de controlarse todo el tiempo:

. La carga marcada, puede derivar ligeramente y puede entonces reajustarse la tensión de la cincha;

. El ritmo del sujeto debe de estar rigurosamente sincronizado al ritmo del metrónomo;

. La frecuencia cardiaca es registrada durante los 15 últimos segundos de cada minuto.

Si la frecuencia cardiaca se sitúa entre 145 y 155 en el tercer minuto el reglaje de potencia no se modifica. En contraposición, para toda desviación de una quincena de latidos a un lado u otro de esta zona, es aconsejable el aumentar o reducir la potencia marcada hacia 200 kgm.mn^{-1} .

3. RESULTADOS

La consumición máxima de oxígeno está bien determinada matemáticamente, a partir de la ecuación 4, bien utilizando el monograma de Astrand-Ryhming (2), bien sea cualquier otro monograma establecido para la población testada.

3.1 Utilización del monograma (fig. 3)

3.1.1 En el caso de un ejercicio sobre bicicleta:

1. Proyectar horizontalmente sobre la escala 2 los VO_2 al punto correspondiente a la potencia fichada P de la escala 1;

2. Unir este punto al representativo de la frecuencia cardiaca obtenida a los seis minutos sobre la escala 5 (FC);

3. La intersección de esta razón y de la escala 4 (VO_2 max) da la consumición máxima de oxígeno precedida, expresada en 1 mn^{-1} .

3.1.2 En el caso de un test sobre escabel:

1. Proyectar horizontalmente sobre la escala 2

los VO_2 teóricos sobre el punto correspondiente al peso del sujeto (escala 3);

2. Unir este punto al representativo de la frecuencia cardiaca sobre la escala 5 (FC);

3. La intersección de esta razón y de la escala 4 (VO_2 max.) nos dará la consumición máxima de oxígeno precedida, expresada en 1 mn^{-1} .

En los dos casos, el VO_2 max. puede estar referido en kilo de peso corporal, y entonces vendrá expresado en $\text{ml.kg}^{-1} \text{ mn}^{-1}$.

3.2 Explotación de los valores obtenidos

Existe una buena correlación entre el VO_2 max. medio precedido por el test indirecto de Astrand. En efecto, el coeficiente de correlación es próximo a 0,70 para la franja de edad comprendida entre los 20 a 35 años. Sin embargo, el coeficiente de correlación como amplitud del intervalo de confianza, se traduce en el hecho de que en la predicción individualmente se puede sobre o subestimar el valor real hasta cerca del 25%.

Para mejorar esta predicción, conviene aplicar un factor de corrección teniendo en cuenta la frecuencia cardiaca máxima de cada sujeto testado.

La FC max. decrece con la edad, ciertos autores han propuesto un factor de corrección establecido sobre la relación media flexible FC max. con la edad (1).

Edad	Factor corrección
15	1,10
25	1,00
35	0,87
40	0,83
45	0,78
50	0,75
55	0,71
60	0,68
65	0,65

Próximo capítulo:

LA MEDIDA INDIRECTA DE LA POTENCIA AEROBICA MÁXIMA (final del artículo).

CONCLUSION.

BIBLIOGRAFIA.

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS, CUADERNO Nº 1

Teniendo en cuenta la variabilidad de la FC - Max. para una franja de edad y de la subestimación de este valor por la edad de los sujetos (6), es preferible atribuir un factor teniendo en cuenta la FC max individual:

FC max.	Factor corrección
210	1,12
200	1,00
190	0,93
180	0,83
170	0,75
160	0,69
150	0,64

Sin embargo esta determinación de FC max. necesita realizar un ejercicio máximo con el fin de comprobar, preconcizamos entonces que ésta es imposible, establecer un ábaco adaptado a la población testada, permitiendo minimizar los errores introducidos por el monograma de Astrand. Nosotros hemos establecido también (4) un monograma adaptado a la población francesa masculina de 20 años.

En fin, la curvatura de la curva representativa de la función flexa la frecuencia cardiaca

en el VO_2 en la vecindad de la potencia aeróbica máxima, como la variabilidad de este tamaño para las débiles potencias impuestas de trabajo en las gamas de potencia próximas al 60 ó 70% de VO_2 max. En esta zona, la frecuencia cardiaca se situa en medio para los sujetos jóvenes entre 145 y 155 latidos por minuto. Es para estos valores para los que la predicción tiene el mayor valor (4).

Practicado en las mejores condiciones descritas aquí encima, el test permite una estimación de VO_2 max. individual con una precisión del 15% poco más o menos. Presenta las ventajas de ser fácilmente realizable técnicamente y de estar desprovisto de todo peligro.

CONCLUSION

El método de Astrand-Ryhming permite por consiguiente acceder indirectamente al valor de la

aptitud energética con una aproximación suficiente. Quede bien entendido que toda determinación de VO_2 max. por medio de ejercicios submáximos está sujeta a un determinado número de errores y que las cifras obtenidas no pueden ser utilizadas si no se impone un gran rigor científico.

Este método permite sin embargo categorizar -- una población con suficiente fiabilidad y seguir en el tiempo la evolución de la aptitud energética de un sujeto dado, a condición de que el test sea efectuado conforme a un protocolo realizado rigurosamente, el monograma de Astrand-Ryhm es utilizable, sino es en las condiciones descritas por este autor y su reproducibilidad no es satisfactoria si el test no es efectuado en las mismas condiciones experimentales.

La medida indirecta de la consumición máxima de oxígeno permite una cuantificación suficientemente precisa de la aptitud energética, con unas molestias humanas y materiales moderados. Este tipo de test, largamente utilizado en el extranjero debe hacerse partiendo de una batería de test de aptitud, si se desean mejores conocimientos gracias a una aproximación científica de la realidad fisiológica que constituye la capacidad física del hombre. En efecto, todo estudio de la aptitud física global debe comenzar por el estudio del motor, es decir, de la aptitud bio-energética. La medida del VO_2 max. es necesaria e indispensable, pero no suficiente, puesto que no evalúa más que una parte de uno de los dos postigos fundamentales de la aptitud física (8), sin ser el mismo el test-milagro.

AGUAS VIVAS PAGINAS TECNICAS, CUADERNO Nº 1

BIBLIOGRAFIA

1. ASTRAND I.- Capacidad del trabajo aeróbico en hombres y mujeres con especial referencia a la edad. Acta Physiol Scand. Suppl. - 169, 16, 1960.
2. ASTRAND P.O., RODAHL K. - Libro de texto -- del trabajo fisiológico. Mc Graw-Hill New York, 1970.
3. ASTRAND P.O., RYHMING I.- El monograma para el cálculo de la capacidad aeróbica (aptitud física), según la comparación del pulso para un trabajo sub-máximo. J. Appl. Physiol 7. 218-221. 1954.
4. BEAURY J., ECLACHE J.P.- Evaluación indirecta de la aptitud energética. Crítica sobre algunos test- Procedimientos sobre el RSG4 Physical Symposium con especial referencia a las fuerzas militares. D.C.I.E.M. Toronto. 149-158, 1978.
5. BEAURY J., ECLACHE J.P.- Análisis crítico de los test que pretenden evaluar la aptitud física. Comm. en la jornada comunal de las sociedades médico-quirúrgicas de los hospitales y formaciones sanitarias de los ejércitos y de la sociedad Lyonesa de Medicina del Deporte. Lyon. 1979.
6. CAHEN P., QUARD S., DEPOULLY J.- Interes - comparado de la lactacidemia y de la frecuencia cardiaca en el fin del ejercicio - en las pruebas a respuesta electrocardiográfica negativa. Corazón, 6, (4), 1025-1037, 1975.
7. ECLACHE J.P. BEAURY J.- La determinación de la aptitud física. Principios metodológicos y realización en la práctica militar. Medicina y ejércitos, 5, (5), 427-434, -- 1977.
8. ECLACHE J.P., BEAURY J., QUARD S.- La determinación de la aptitud física. Principios metodológicos. Medicina del Deporte. 53, (4), 37-42, 1979.
9. VON DOBELN W.- La simple bicicleta ergométrica. J. Appl. Physiol, 7, 222-224, 1954.
10. KARPOVITCH P.V., SINNING W.E., - Fisiología de la actividad muscular. VIGOT Freres, Revista: Médecine du Sport.