

Jorge de Hegedüs, personalidad múltiple y brillante no solamente en el campo de la Educación Física y la Ciencia del Deporte, ahora agrega a su insoslayable producción este verdadero e imprescindible manual que bautizó con el más que descriptivo título de **"Teoría y Práctica del Entrenamiento Deportivo"**, actualizado con los últimos hallazgos de la Ciencia del Entrenamiento en todo el mundo.

Este nuevo aporte, que debiera figurar en la bibliografía obligatoria de alumnos de los profesorados de Educación Física y de las carreras formadoras de técnicos deportivos, será sin duda una herramienta notablemente práctica y eficaz para todos los docentes del deporte, tanto principiantes como consagrados.

La vastedad y profundidad de los conocimientos esenciales en la Ciencia del Deporte, y la capacidad de síntesis que sólo es posible de alcanzar por aquellos que al saber le suman experiencia inteligente, constituyen los pilares de este trabajo que la Editorial Stadium entrega con verdadero orgullo a los lectores.

EDITORIAL
STADIUM

ISBN 978-950-531-246-7



9 789505 312467

J. de Hegedüs

TEORÍA Y PRÁCTICA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

TEORÍA Y PRÁCTICA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Jorge de Hegedüs



EDITORIAL
STADIUM

Hojas N° 1032 = 64 copias

PUBLICACIONES DE LA EDITORIAL STADIUM

- ANGRMAN: "Legislación de la Actividad Física y el Deporte: Doctrina y Jurisprudencia".
- ANGRMAN: "Responsabilidad y Prevención en Actividades Físicas y Deportivas: Legislación. Doctrina. Jurisprudencia".
- ANGRMAN: "Preguntas y Respuestas de Legislación de la Actividad Física, Escolar y Deportiva. Teoría y Práctica".
- BLOISE: "Hándball. Cómo Enseñar el Deporte hoy".
- BORZI: "Fútbol infantil. Entrenamiento Programado".
- BROOK: "Entrenamiento de la movilidad".
- CAVALLI: "Didáctica de los Deportes de Conjunto".
- CLOSAS-COLL: "Minicesto".
- COLLINET-NÉRIN: "Rugby. De la escuela al club. Cómo enseñar el deporte hoy".
- CROSTA: "El Departamento de Educación Física Escolar. Organización, Gestión, Evaluación".
- CROSTA: "Aprendiendo a jugar fútbol en la escuela".
- DAUTO: "Básquetbol, metodología de la enseñanza".
- ERBACH-POLSTER: "Gimnasia todo el año".
- FOUCHET: "Las Artes del Circo. Una aventura pedagógica".
- FRÖHNER: "Vóleibol, juegos para el entrenamiento".
- GIRALDES: "Gimnasia, el futuro anterior".
- GIRALDES-DALLO: "Metodología de las Destrezas sobre Colchoneta y Cajón".
- GÓMEZ, JORGE: "La Educación Física en el nivel primario".
- GÓMEZ-GONZÁLEZ: "La Educación Física en la primera infancia".
- GÓMEZ, RAÚL H.: "El aprendizaje de las habilidades y esquemas motrices en el niño y el joven".
- GÓMEZ, RAÚL H.: "La enseñanza de la Educación Física en el nivel inicial y el primer ciclo de la EGB".
- GONZÁLEZ, ARIEL: "Bases y principios del entrenamiento deportivo".
- GÖTSCH-TIEGEL: "Minivóleibol".
- GUENIFFEY: "40 Juegos de Hándball".
- GUINGUIS: "Actividades con padres en el jardín de infantes".
- GUINGUIS: "Juegos para contar o cuentos para jugar".
- HARRE: "Teoría del entrenamiento deportivo".
- HEGEDÜS: "Técnicas atléticas".
- HEGEDÜS: "Teoría y Práctica del Entrenamiento Deportivo".
- HEINSS: "Gimnasia rítmica deportiva para niñas".
- INCARBONE: "Juguemos en el jardín".
- INCARBONE: "Del juego a la iniciación deportiva".
- INCARBONE, Y COLS.: "Actividades Recreativas para el Receso Escolar". Colonia de Vacaciones un verdadero Servicio Social".
- INCARBONE-GUINGUIS: "Actividades recreativas. Juegos, campamentos, bailes y canciones".
- JANS: "Hándball, juegos para el entrenamiento".
- KISTENMACHER: "Preparación física para deportes de equipo".
- KOS-TEPLY: "Gimnasia para la condición física".
- KOS-VOLRAB-TEPLY: "Gimnasia, 1200 ejercicios".
- KRAFT: "Aprendiendo a jugar básquetbol en la escuela".
- LAMMICH: "Fútbol, juegos para el entrenamiento".
- LANGLADE: "Teoría general de la gimnasia".
- LITWIN: "Administración de competencias deportivas: Planeamiento. Organización. Gestión. Evaluación".
- LITWIN-FERNÁNDEZ: "Evaluación en Educación Física y deportes".
- LOMPIZANO-LÓPEZ: "Gimnasia artística. De la escuela de gimnasia al alto rendimiento".
- MATVÉIEV: "El proceso del entrenamiento deportivo".
- MAZZEO-MAZZEO: "Atletismo para todos. Cómo enseñar el deporte hoy".
- MEINEL-SCHNABEL: "Teoría del movimiento".
- NAVEIRAS: "Juegos sociales. Investigación-Acción".
- O'FARRILL H.-SANTOS B.: "Gimnasia rítmica deportiva".
- ORSATTI: "Deporte para discapacitados mentales".
- PALMEIRO-POCHINI: "La Enseñanza de las Destrezas Gimnásticas en la Escuela".
- PALMEIRO-POCHINI: "Gimnasia Artística. Su Enseñanza en Escuelas y Talleres".
- PECQUEUX: "Juegos de Básquetbol para la Escuela".
- RECOPILACIÓN: "Manifiestos internacionales sobre Educación Física y deportes".
- RODRÍGUEZ FACAL: "Entrenamiento de la capacidad de salto".
- RUMIN: "La Escuela de Rugby. 33 juegos para niños de 7 a 11 años".
- SASSANO: "Cuerpo, tiempo y espacio. Principios básicos de la psicomotricidad".
- SCHOLICH: "Entrenamiento en circuito".
- SEGAL: "Tenis. Concepto 6/90. Acciones e ideas de marketing, organización y liderazgo".
- STUDENER-WOLF: "Fútbol, entrenamiento con pelotas".
- VILLEPREUX: "Formación del rugby de movimiento".
- VILTE-GÓMEZ: "La enseñanza de la natación".
- VIGO: "Manual para dirigentes de campamentos organizados".
- WILLIAMS: "Iniciación al rugby y minirugby".
- WILLIAMS: "Rugby actual".
- ZAWOROTHY-GÓMEZ: "Hándball. El reglamento comentado".
- ZAWOROTHY-GÓMEZ: "Hándball. 400 Preguntas y respuestas sobre normas y situaciones de juego".

Jorge de Hegedüs

TEORÍA Y PRÁCTICA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

EDITORIAL
STADIUM
ARGENTINA

Jorge de Hegedüs
Teoría y práctica del entrenamiento deportivo – 1ª ed. -
Buenos Aires : Stadium, 2008.
128 p. ; 23x16 cm.

ISBN 978-950-531-246-7

1. Entrenamiento Deportivo.. I. Título
CDD 796

Fecha de catalogación: 17/03/2008

ISBN 978-950-531-246-7

Diseño: Rubens Laita
Diseño de Tapa: Rafael de Armas

© 2008 Editorial Stadium S.R.L.
Av. Independencia 3124. Telefax: 54-11-4931.1180/8450
C1225ABN, Buenos Aires, Argentina
e-mail: contacto@editorialstadium.com.ar
<http://www.editorialstadium.com.ar>

Queda hecho el depósito que previene la ley 11.723.

Impreso en Argentina • Printed in Argentina

Este libro no puede reproducirse total o parcialmente por métodos gráficos, electrónicos o mecánicos algunos, incluyendo los sistemas de fotocopiado; registro magnetofónico o de alimentación de datos, sin el consentimiento expreso del editor.

Jorge de Hegedüs

Nació en Montevideo, R. O. del Uruguay y se graduó en el Instituto Superior de Educación Física de Montevideo (1955).

Títulos: Profesor de Educación Física y Entrenador Nacional de Atletismo.

Entre el año 1961-1962 realizó estudios en la "Sporthschule" de Colonia, Alemania, en la Federación Alemana de Atletismo y luego en el Instituto Superior de Educación Física de Budapest, Hungría.

En su país de origen, Uruguay, se desempeñó como profesor de educación física, como técnico en atletismo y natación, además como preparador físico de equipos nacionales de atletismo, básquetbol, ciclismo y tenis, siendo también preparador físico en fútbol durante el lapso de 5 años.

Posteriormente se trasladó a la República Argentina, contratado por la Universidad Nacional de Tucumán, para su Escuela Universitaria de Educación Física. En 1969 se muda a Buenos Aires en donde comienza a desempeñarse como docente en el Instituto Nacional de Deportes y continúa hasta la fecha.

A la par de dicha cátedra es también docente del Instituto de Educación Física "Dr. Enrique Romero Brest" y del profesorado de Educación Física "Dr. Dalmacio Vélez Sársfield" en las cátedras de Atletismo y Teoría y Práctica del Entrenamiento.

Es activo participante en numerosos cursos de la especialidad tanto en su país de residencia como también en el extranjero. A tales efectos ha sido invitado a exponer en Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela. Además ha publicado hasta la fecha 8 libros, entre ellos: *La Ciencia del Entrenamiento Deportivo*, *Enciclopedia de la Musculación Deportiva*, *Técnicas Atlético y Teoría y Práctica de la Resistencia* y numerosos artículos técnicos en revistas especializadas tanto en la Argentina como también en el extranjero.

ÍNDICE

.....

PRÓLOGO	9
CAPÍTULO 1: LA ADAPTACIÓN	13
El proceso de la supercompensación	13
Análisis de la carga de trabajo. Intensidad. Duración. Densidad. Frecuencia. Volumen.	16
El papel de la fatiga y la recuperación en el proceso del entrenamiento	19
Fatiga en los mecanismos contráctiles	20
CAPÍTULO 2: LA VELOCIDAD	23
Factores determinantes de la velocidad	24
Características básicas en la estructura técnica de la zancada en un velocista de nivel	27
Anatomía de la carrera de los 100 metros	28
Planificación del entrenamiento de la velocidad	32
CAPÍTULO 3: LA FUERZA	39
Orientación del entrenamiento de la fuerza muscular	39
Clasificación de la fuerza muscular	45
Normas a tener en cuenta en el entrenamiento de la fuerza muscular	48
Clasificación de los métodos de entrenamiento	50
CAPÍTULO 4: LA RESISTENCIA	57
El entrenamiento para el desarrollo de la resistencia	57
Clasificación de la resistencia	63
Métodos de entrenamiento	68
Entrenamiento práctico de las áreas aeróbicas	76

Entrenamiento de repeticiones o intermitente para el desarrollo de la resistencia	79
CAPÍTULO 5: ENTRENAMIENTO PARA LOS DEPORTES DE CONJUNTO	89
Desarrollo del entrenamiento	93
Entrenamiento fraccionado para todos los niveles de las áreas aeróbicas	99
Organización del entrenamiento para los deportes de conjunto	99
Planificación del entrenamiento teniendo en cuenta las áreas funcionales	105
CAPÍTULO 6: CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS DEL ENTRENAMIENTO EN LA ETAPA DE INICIACIÓN	105
Estructura y objetivos de la adaptación general y específica desde la etapa de iniciación	105
El Entrenamiento de la fuerza	107
Entrenamiento de la velocidad	109
Entrenamiento de la resistencia desde la etapa de iniciación hasta la del perfeccionamiento	109
Desarrollo cardio-respiratorio en los jóvenes	113
Métodos prácticos para el desarrollo de la resistencia en los niños	118
Entrenamiento mediante deportes y/o juegos de conjunto	119
Entrenamiento de la resistencia en la pubertad y adolescencia	119
Variantes metodológicas	122

PRÓLOGO

.....

El honor de prologar una obra de Jorge de Hegedüs, es también una responsabilidad y un problema. Responsabilidad remanente de la obligación de estar a la altura de un autor de su jerarquía. Y un problema difícil por el esfuerzo de autocontrol necesario para evitar que el afecto y la admiración profesional nos hagan perder el equilibrio y la objetividad.

Hegedüs, una personalidad múltiple y brillante, no solamente en el campo de la Educación Física y la Ciencia del Deporte, cuenta con una educación estética superior y una formación profunda y amplia que hace, por ejemplo, que sus trabajos tengan como constante una fundamentación científica sólida y actual, nutrida en los últimos avances de la biología, la biomecánica y la bioquímica.

El dominio de varios idiomas (*entre ellos alguno muy difícil*) le permite estar en contacto permanente con los centros de investigación y producción más importantes del planeta deportivo, y al mismo tiempo conocer en tiempo real los nuevos hallazgos en el área del deporte y el entrenamiento. Conocimientos que con generosidad se apresura a divulgar desde la Revista Stadium o desde los portales en los que colabora.

Consecuente con esa generosidad, a la larga lista de títulos de su producción bibliográfica, agrega hoy una producción realmente imprescindible con el descriptivo título de "Teoría y Práctica del Entrenamiento Deportivo". Se trata de un verdadero manual actualizado con los últimos hallazgos de la Ciencia del Entrenamiento en todo el mundo.

Este texto, que debiera figurar en la bibliografía obligatoria de alumnos de los profesorados de Educación Física y la de los alumnos de las carreras formadoras de técnicos deportivos, será sin duda un auxiliar notable de todos los docentes del deporte, tanto principiantes como consagrados.

Con acertado criterio didáctico el texto se inicia desarrollando los últimos avances en la fundamentación fisiológica del entrenamiento deportivo, cuya

esencia es precisamente la *Capacidad de Adaptación* de los seres vivos, capacidad de adaptación que es sinónimo de entrenabilidad; capítulo en el que dedica una parte a la fatiga de los mecanismos contráctiles y su incidencia en el rendimiento físico.

En el desarrollo del entrenamiento de la velocidad, además del análisis técnico actualizado de la carrera veloz con sus componentes biomecánicos, base esencial de una especialidad altamente técnico-coordinativa, el lector encontrará los elementos fundamentales de la actual concepción de la planificación del entrenamiento para el desarrollo de esta cualidad motriz.

La llegada a Occidente de los desarrollos metodológicos e investigaciones en el entrenamiento de la fuerza desarrollados en los países del este europeo, los constantes ensayos y aportes de los cubanos, los trabajos de teóricos renombrados, han abierto nuevos caminos y perfeccionado viejas tendencias en el desarrollo formativo de esta cualidad condicional, tanto en lo general como en sus diferentes orientaciones. En el capítulo correspondiente de Hegedüs desarrolla las normas que deben guiar este trabajo y agrega una taxonomía de los métodos de entrenamiento de la misma, lo que facilita la labor de selección del instrumento adecuado por parte del entrenador.

La clasificación de "las resistencias" así como de las correspondientes metodologías para su incremento se enriquecen con los criterios prácticos para el estímulo y perfeccionamiento de las áreas aeróbicas tan necesarias en la formación de base de cualquier especialidad deportiva. Cuya importancia, además crece en razón de la demanda social de Salud, como "vacunas baratas" para la prevención y tratamiento de las enfermedades cardio-circulatorias y respiratorias en constante crecimiento, producto natural de esta cultura hipokinética dominante en la presente etapa histórica de la humanidad.

No debemos dejar de mencionar el planteo que se hace en este texto, de una nueva racionalización del entrenamiento intermitente, aplicado al incremento de las diferentes áreas o tipos de resistencia.

La aplicación de las distintas formas de entrenamiento de las cualidades condicionales y coordinativas, al trabajo en los deportes de equipo tiene su correspondiente capítulo. Tema arduo y que necesita aún investigaciones y elaboraciones teóricas que le permitan al docente deportivo de base, alcanzar resultados que se aproximen a los que se alcanzan en los grandes centros de desarrollo deportivo, en los que el problema se ha resuelto hasta ahora con la formación de grandes equipos con especialistas diversos. A eso tiende esta parte del libro que estamos presentando.

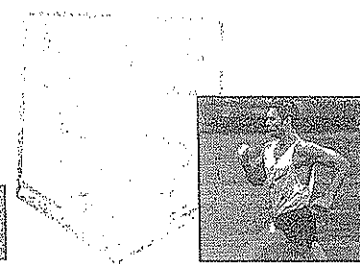
Este texto se cierra con un tema muy caro para los que estamos tratando, desde hace unos años, de elaborar una síntesis del entrenamiento deportivo aplicado a la

formación corporal, la educación física y la iniciación deportiva de niños y jóvenes. Los innegables valores del deporte educativo tanto en el fortalecimiento de la identidad y la inclusión social; en la salud física como en el equilibrio psíquico; en lo recreativo del deporte juego, como en la aventura agonística de reconocer las propias limitaciones y potencialidades del deporte formal, hacen bienvenidos a todos los aportes que se realicen para que a partir de los fundamentos científicos se preserve primero la salud infantil y juvenil, se promueva la capacidad de análisis crítico y autocrítico en niños y jóvenes, y se desarrollen en la sociedad anticuerpos que protejan a esos niños y jóvenes de los manejos comerciales propios del espectáculo deportivo.

Por todo lo expresado es que agradecemos a Jorge de Hegedüs este nuevo aporte.

Lic. Fernando Rodríguez Facal

CAPÍTULO 1



.....

LA ADAPTACIÓN

El concepto de "adaptación" parte de la idea de "acomodar" o "ajustar", "acomodar una cosa con la otra". Esto se aplica también al entrenamiento deportivo. En este caso, el organismo del deportista trata de "acomodarse" a la aplicación sistemática y ordenada de determinados estímulos o cargas de trabajo. Los procesos de adaptación pueden variar notablemente de una persona a otra. Es lo que comúnmente se designa en el campo del entrenamiento deportivo como "entrenabilidad", es decir, algunos organismos son susceptibles de reaccionar con elevada magnitud ante los estímulos a los cuales son sometidos, mientras que en otros casos, el proceso de adaptación apenas si se produce.

El primer investigador que empezó a dar una explicación razonable de los procesos de adaptación fue el médico alemán Wilhem Roux, quien publicó en 1905, un cuadernillo titulado "*Entwicklungsmechanik der Organismen*" (Mecanismo del desarrollo orgánico). Con el paso del tiempo esto dio lugar al desarrollo de la teoría de la "supercompensación".

El proceso de la supercompensación

El proceso supercompensatorio se evidencia como una reacción del organismo, no solamente para compensar la "agresión" que sufre por parte de "agresores" – como ser las cargas de trabajo – sino que además procura desarrollar mayor niveles de rendimiento del cual se tenía con anterioridad. Si no existiera el proceso de la supercompensación no se podría acrecentar la capacidad de trabajo, estaríamos siempre a un mismo nivel. De esta manera y como un mecanismo

de "defensa" se producirán distintas modificaciones a niveles somato - funcionales: el organismo se prepara de esta manera para futuras "agresiones".

Es cierto que existe una reacción del organismo en su totalidad, pero siempre será con mayor acento sobre el sector orgánico sobre el cual hace "peso" la carga de trabajo. A modo de ejemplo: los esfuerzos muy prolongados y obviamente de baja intensidad, producen un mejoramiento en el metabolismo o combustión de los ácidos grasos; se optimiza su combustión en el proceso metabólico mitocondrial. El deportista se "supercompensa" para efectuar esfuerzos más prolongados.

En el caso de las cargas de mediana intensidad y relativamente prolongadas, existirá como medida de adaptación el incremento de los depósitos de glucógeno, tanto en el ámbito hepático como en el muscular; como también se mejora su metabolismo tanto a través de los mecanismos glucolíticos y también mitocondriales. Éste constituye uno de los tantos factores que colaboran para mejorar el consumo de oxígeno. Cuando aplicamos estímulos de gran intensidad en una corta unidad de tiempo como ser levantar pesos elevados, se estimula con ello la hipertrofia del músculo: se incentiva la síntesis proteica con el consiguiente aumento del número de miofibrillas (= unidades de contracción) en cada una de las fibras o células musculares.

El incremento de los procesos supercompensatorios se traduce además en un mayor principio de economía: se gastan menores magnitudes de substratos para

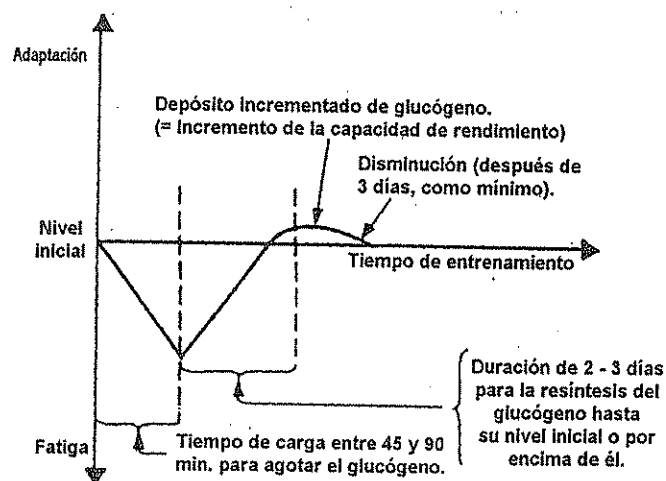


Figura 1. Representación gráfica y general del desarrollo de la supercompensación, con incremento del rendimiento. Se observa de manera fundamental cómo se vacían los depósitos de glucógeno y luego su reposición, como también la supercompensación (Jakowlew, 1977).

una misma carga de trabajo de lo que sucedía con anterioridad. Esto supone ahorro de combustible, lo que propicia la utilización del mismo para un tiempo más prolongado: el organismo entrará más tarde en los distintos estados de fatiga.

El proceso de la adaptación supercompensatoria se ha estado graficando desde hace varios años mediante determinadas curvas (Fig.1) para dar la idea de cómo se rompe la homeostasis y de esta manera se produce una serie de procesos sumamente importantes.

Distintas etapas del proceso de la supercompensación

Se activan de inmediato los componentes funcionales que intervienen o participan en el desarrollo del trabajo: incremento del consumo de oxígeno, lactacidemia, liberación de catecolaminas, aumento tanto de la frecuencia respiratoria como de la frecuencia de los ciclos cardíacos. A esto se la denomina como "Adaptación aguda o inmediata".

Se compensa después de cierto lapso todo el desgaste producido por la carga o estímulo, es decir, los valores funcionales mencionados con anterioridad vuelven a sus niveles habituales, a los que se tenía antes de la carga funcional. Pero ya en una etapa posterior se sobrecompensa o supercompensan los niveles que se tenían con anterioridad a la aplicación del trabajo, es decir, se establecen mayores niveles biofuncionales de los que se poseían con anterioridad. A esto lo denominamos como "Adaptación Crónica".

De todas maneras, es necesario ser muy precavidos con relación a cuándo se aplica la nueva carga o estímulo.

Algunos parámetros funcionales, como por ejemplo, la frecuencia cardíaca, constituyen una referencia muy insegura para tener en cuenta una recuperación adecuada y/o precisa. Por dicho motivo, si bien los factores cardiorrespiratorios presentan un rápido retorno a la normalidad y/o supercompensación, la síntesis proteica necesita un período más prolongado para volver a sus valores basales. Sin embargo, todos los lapsos recuperatorios pueden llegar a variar en gran medida de acuerdo a las aptitudes genéticas.

En deportistas "superdotados" los plazos de recuperación se acortan sensiblemente con relación a los atletas de menor nivel. Ahora bien, ¿cómo se produce la adaptación crónica? Se desarrolla a través de un proceso más prolongado, de varias semanas o meses en algunos casos.

Tiene lugar de la siguiente forma (Georg Neumann, 1994):

- ❖ Paulatino "afinamiento" del gesto técnico, con eliminación tanto de las acciones superfluas, como también de las tensiones musculares innecesarias. Se incrementa el control motor. Aquí se empieza entonces a producir

menor consumo energético para una misma carga de trabajo: ¡Economía!

- ❖ Se incrementan las reservas energéticas: glucógeno hepático y muscular (¡Hasta un 100%!). El mayor espacio que necesita el incremento de los depósitos de glucógeno traerá aparejado una aparente hipertrofia muscular.
- ❖ Las modificaciones estructurales ocasionan una optimización de los distintos procesos funcionales. Se produce un nuevo equilibrio entre las fibras musculares - ya modificadas - con respecto a la unidad motora que la controla o inerva. El incremento de la fuerza muscular y la nueva prestación energética que la caracteriza producirá un mejoramiento funcional. Cuando esto se produce se aconseja disminuir la carga. La disminución de los estímulos funcionales en esta etapa permitirá que se produzca el proceso de la "supercompensación".
- ❖ Se optimiza el rendimiento cuando se produce finalmente una armonía entre el sistema endócrino, vegetativo e inmunitario, con los grupos musculares entrenados. Los beneficios se producen con cargas intensas de trabajo y/o competencia.
- ❖ El proceso supercompensatorio se desarrolla a veces durante un tiempo prolongado, pero con el transcurso del tiempo será cada vez más reducido y llegará un momento en que las mejores cargas de trabajo, solamente tendrán utilidad para el mantenimiento de la capacidad de rendimiento. El deportista ha llegado a su tope funcional.

Análisis de la carga de trabajo

Existen formas para manifestar la eficiencia bio-funcional, la cual se puede canalizar a través de distintos procesos técnicos. Básicamente se habla de velocidad, resistencia y fuerza. Obviamente, las capacidades se manifiestan, desde el punto de vista práctico, en una cantidad mayor de valores de los enunciados con anterioridad. Sin embargo, la mayoría de las formas constituyen únicamente distintas combinaciones que pueden configurarse entre las mismas. ¿Cuáles son los parámetros funcionales? Lo constituyen la intensidad, duración, densidad, frecuencia y volumen.

Intensidad

Se puede determinar como la *magnitud del esfuerzo en la unidad de tiempo*. Con esto se quiere significar cuánto hace la persona en la unidad de tiempo. Cuanto mayor es el esfuerzo desplegado en esa unidad de tiempo, tanto mayor es la intensidad del esfuerzo. Al respecto se pueden señalar distintos parámetros que

se ajustan a las capacidades físicas. Básicamente las cargas de alta velocidad son de mayor intensidad que las de resistencia y viceversa.

Intensidad en cuanto a la resistencia

Los valores de intensidad mínimos y generales para provocar procesos de adaptación son los siguientes:

Frecuencia cardíaca:	~ 120 – 140 p /min
Frecuencia respiratoria:	~ 5 – 6 ciclos en 15"
Niveles de lactato sanguíneo:	~ 2 – 3 mMol/L

Hay que destacar que estos valores son muy generales pues pueden variar entre los distintos deportistas, teniendo en cuenta su especialidad, nivel de actuación y también la edad. Los deportistas de mayor nivel pueden producir mayores magnitudes que los anteriormente mencionados. Los mismos serán analizados en los estudios sobre la resistencia.

Intensidad en cuanto a la velocidad (cíclica)

Para obtener valores mínimos de adaptación, en cuanto a velocidad se refiere, se necesita desplazarse como mínimo al 95% de la máxima capacidad. Por esta causa, si un atleta o jugador corre los 50 metros en 6.0 segundos, como mínimo tiene que cubrir esta distancia en 6.3 segundos para conseguir valores de adaptación. Esto no significa que no hay que correr por debajo de este valor porcentual, es decir, más lentamente, puesto que hasta es necesario hacerlo. Sin embargo con ello no logramos mejorar la velocidad, sino otras capacidades que son adyacentes.

Intensidad en cuanto a la fuerza muscular

La fuerza muscular tiene valores bastante similares a la velocidad. Por ello se reconoce que para obtener valores de adaptación en esta capacidad es necesario mover cargas que representen como mínimo el 90% de la máxima capacidad. Si movemos valores inferiores al expresado, entonces ya no se mejora la fuerza sino otros aspectos, como por ejemplo, la velocidad en la fuerza y/o la coordinación intermuscular.

Duración

Por duración entendemos *el tiempo en que se aplica una carga o estímulo sin su interrupción*. Obviamente, la duración de un esfuerzo marcha en razón inversa a la intensidad. Por dicho motivo, las cargas de larga duración, como son los even-

tos de fondo, presentan poca intensidad en la unidad de tiempo. Sin embargo, también deben reunir determinados parámetros para provocar procesos de adaptación. Entonces, si consideramos a la resistencia como lo hemos hecho en el ítem anterior, se producirán los procesos de adaptación anteriormente mencionados, siempre que el esfuerzo tenga una duración mínima de unos 30 minutos. Por debajo de este valor y con una intensidad tan baja como la señalada anteriormente, no se obtendrá ganancia alguna. La duración del esfuerzo podrá ser menor a la media hora siempre que se incremente la intensidad. Si en este parámetro tomamos en cuenta tanto a la velocidad como la fuerza, la duración no se toma en cuenta en la misma medida que en el caso de la resistencia. En estos casos se toman en cuenta otros valores.

Densidad

Aquí se tiene en cuenta la relación que existe entre la carga de trabajo, con relación al descanso o recuperación. Cuanto menor es la recuperación o prácticamente no existe, tanto mayor es la densidad. Cargas de trabajo que exigen mucho descanso constituyen entrenamientos poco densos. Por dicho motivo, los fondistas efectúan entrenamientos muy densos y en el caso de que corran en forma continua, sin recuperación alguna, entonces el trabajo es absolutamente denso. Sucede completamente lo contrario en el caso de los velocistas, los cuales efectúan su entrenamiento sobre un parámetro de muy poca densidad: pocos segundos de esfuerzo por varios minutos de recuperación (este punto se verá más adelante). Resumiendo, se puede manifestar que cuanto mayor es la intensidad del entrenamiento, tanto menor será la densidad. Esto también tiene en cuenta a los deportes de conjunto. Dos equipos pueden entrenarse con una duración total de entrenamiento de unas 2 horas. Sin embargo uno de ellos, por distintas razones, efectúa 60 minutos totales de trabajo e invierte la hora restante en variadas recuperaciones. Mientras que el otro tiene un trabajo total de 90 minutos, pero solamente 30 minutos para los descansos. Por lo tanto, este último efectúa un trabajo más denso. La densidad, consecuentemente, estará supeditada a la especialidad. Existen deportes de orden acíclico que presentan baja densidad, caso del tenis, el cual durante unas dos horas de juego, apenas si llega a 20 minutos de juego efectivo.

Frecuencia

La frecuencia nos da la idea de "veces" o también de "repeticiones". Comprende el número de veces que aplicamos los estímulos en una unidad y/o ciclo de entrenamiento. De esta manera, puede ser el número de repeticiones que se efectúa sobre determinada distancia o también el número de sesiones semanales de entrenamiento. Obviamente, el número de repeticiones varía de acuerdo a la

intensidad de los mismos. Corridas con muy alta intensidad posibilitarán poca frecuencia, pocas repeticiones, mientras que en una intensidad disminuida habrá mayor cantidad de repeticiones.

Volumen

Consiste en la suma total de los trabajos efectuados. Por dicha causa expresamos que determinado fondista realiza, por ejemplo, 150 kilómetros semanales de entrenamiento o que un velocista cubre diariamente entre 600 a mil metros de distancia en alta intensidad. Los ciclistas fondistas realizan un volumen semanal aproximado a los 800 kilómetros. Por lo tanto el volumen estará de acuerdo a la especialidad del deportista. También toma en cuenta la cantidad de horas que invierte un equipo en un ciclo de entrenamiento: 6, 8 ó 10 horas semanales de entrenamiento.

Al considerar todos estos aspectos hay que tener sumo cuidado en su manejo. No podemos incrementar dos aspectos de la carga al mismo tiempo. Así por ejemplo, no podemos aumentar la intensidad de la carga y la duración de la misma de manera simultánea. A lo sumo se podrá mantener una de ellas, mientras que la otra se incrementa, pero generalmente la misma debe disminuir. Cada faceta de la composición de los estímulos tendrá su prevalencia de acuerdo al manejo de la temporada de entrenamiento. En los períodos alejados de las competencias importantes prevalecerán los trabajos de mayor volumen, densidad y frecuencia por sobre la intensidad. En la temporada competitiva se invertirán los papeles.

El papel de la fatiga y la recuperación en el proceso del entrenamiento

Uno de los síntomas de la carga de trabajo es la fatiga, la cual puede definirse como una *disminución reversible de la capacidad de trabajo*. La fatiga "se siente" y existe sensación de la incapacidad para el desempeño de una tarea determinada, al menos de sostenerla a la misma intensidad.

La fatiga presenta distintos síntomas desde el punto de vista práctico.

Características

Cuando el trabajo es estático y la carga representa el 50% de la máxima fuerza, la misma se puede mantener aproximadamente 60 segundos. En cambio, una carga que apenas llega al 15% se puede mantener teóricamente de manera indefinida, mientras que otros investigadores (Björsten y Johnson, 1962), sostienen que esto es solamente posible con tensiones que no superen el 10% de la máxima capacidad. El asunto cambia cuando se efectúan tensiones estáticas en forma rít-

mica. Entonces, 10 tensiones que llegan al 80% de la máxima capacidad, se pueden mantener durante un minuto, luego de lo cual el nivel de las tensiones irá disminuyendo. Al realizar 30 tensiones/minuto, la carga se puede mantener solamente a un nivel del 60%.

Fatiga en los mecanismos contráctiles

Se producen disturbios en la unión neuro-transmisora, especialmente en las fibras de contracción rápida. Se comprobó problemas en la liberación de acetilcolina desde las terminaciones en la placa motriz. Esto puede ser causado por varios factores:

- ❖ Acumulación de ácido láctico,
- ❖ depleción de ATP – CP,
- ❖ depleción de glucógeno muscular,
- ❖ disminución del aporte de oxígeno,
- ❖ liberación de radicales libres,
- ❖ fatiga cardíaca.

Acumulación de ácido láctico

La fatiga no se produce directamente por la acumulación de ácido láctico, sino por la de hidrogeniones, los cuales llegan a hacer descender el pH. La disociación del lactato produce una acidosis intramuscular y con el consecuente aumento de hidrogeniones se produce una inhibición en la liberación de calcio desde sus respectivas cisternas, con inmediata alteración de la capacidad de unión del calcio con la troponina y finalmente, con alteración del proceso "excitación – contracción" de la fibra muscular.

El aumento de hidrogeniones inhibe la acción de la PFK, lo que produce una reducción en la producción de ATP en la unidad de tiempo. El incremento de hidrogeniones en la sangre inhibe la combinación del oxígeno con la hemoglobina. El incremento de hidrogeniones, también reduce la sensibilidad hormonal de la lipasa del tejido graso, con lo cual se limitará la liberación de los ácidos grasos libres (AGL) al torrente sanguíneo.

Depleción de ATP – CP

La depleción de estos substratos produce descenso de la capacidad de rendimiento, especialmente por la rápida depleción de la fosfocreatina y en menor medida, por la del ATP. Existe estrecha correlación entre la depleción del CP y la fatiga muscular.

Disminución del aporte de glucosa

Durante un esfuerzo muy prolongado, comienzan a disminuir los niveles de glucosa en sangre, debido a la depleción del glucógeno hepático, lo cual empezará a limitar su aporte tanto al músculo que trabaja, como también al cerebro. Es por dicha causa que después de un esfuerzo prolongado, con elevada sensación de fatiga, es muy dificultoso el razonamiento, pensar y/o tomar decisiones.

Disminución del aporte de oxígeno

En esfuerzos muy violentos y relativamente prolongados, se producen alteraciones tanto en el ámbito pulmonar, como también en el circulatorio. Ello trae aparejado un inadecuado aporte de oxígeno o de su utilización en el ámbito celular (esto último especialmente en los no entrenados), lo cual provocará un incremento de los niveles de lactato, o la disminución de fosfocreatina o ambas cosas.

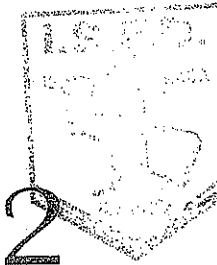
Liberación de radicales libres

La liberación de radicales libres por parte de la mitocondria está asociada con el consumo de oxígeno celular. La liberación de estos elementos perjudicará la integridad de la propia mitocondria y de la membrana celular. Con un incremento de las mitocondrias se produce un efecto positivo para el consumo de oxígeno y para contrarrestar los efectos de la liberación de los radicales libres. Ésta es una de las causas por las cuales se sugieren los trabajos aeróbicos a baja intensidad, los que estimulan la neoformación de mitocondrias y el poder luchar de esta forma contra la aparición de radicales libres.

Fatiga cardíaca

No hay certeza de que en individuos entrenados exista la "fatiga cardíaca", por insuficiente aporte de oxígeno, durante la realización de un esfuerzo prolongado. Los electrocardiogramas no muestran en ese sentido signos de isquemia. En cambio, lo que puede ocurrir es que un esfuerzo prolongado provoque deshidratación importante, con cambios en la concentración plasmática de Na⁺, K⁺ y Ca⁺⁺, afectando entonces los niveles de excitación-contracción del miocardio, con posibles apariciones de arritmia y fatiga muscular cardíaca.

CAPÍTULO 2



LA VELOCIDAD

La velocidad, desde el punto de vista de la física, se determina por el modo en que una fuerza actúa sobre una masa, cuantificándose dicho trabajo en el tiempo que tarda recorrer esta masa un trecho determinado.

Desde el punto de vista funcional, la velocidad es una capacidad biotécnica compleja, la cual se manifiesta a través de distintas acciones y por dicha causa, algunos hablan de ella como "velocidad a reaccionar y accionar" (Martin, 1978), mientras que otros la aprecian de forma más abarcativa:

- ❖ Velocidad de reacción.
- ❖ Velocidad en los movimientos aislados o rapidez.
- ❖ Velocidad en la frecuencia de los movimientos en la unidad de tiempo.
- ❖ Velocidad de desplazamiento o traslación (Hollmann, Hettinger, 1976, 1980, 1990).

Por velocidad de reacción entendemos al tiempo que se tarda en reaccionar ante un estímulo, el cual puede ser acústico, visual o táctil. La velocidad o rapidez en los movimientos aislados se aprecia en el tiempo que se tarda en la realización de un gesto, lo cual puede ser independiente de la velocidad de reacción. La velocidad en la frecuencia de los movimientos en la unidad de tiempo, tampoco tiene alta correlación con la de los gestos aislados, pero sí la tiene con la velocidad de traslación, como ser el correr un evento de velocidad. Mientras que las tres primeras formas de velocidad pueden responder a determinadas sectores corporales, la velocidad de traslación, en cambio, es el resultado de una totalidad de acciones corporales mancomunadas.

La velocidad no se manifiesta en todas las personas de la misma forma y ello es consecuencia de distintas causas, los cuales son respuesta a factores de índole:

- ❖ Metabólico energéticos,
- ❖ neuromusculares.

La velocidad mediante la cual se puede desarrollar determinada tarea no es igual en todas las personas; existen los que son muy veloces, mientras que otros se desempeñan para el mismo hecho de manera "cansina". Esto demuestra que existen factores determinantes de la velocidad, los cuales posibilitan que existan personas de alto nivel de rendimiento en esta capacidad, mientras que otros están muy alejados de estas performances. Entre ambos extremos se presenta una elevada gama de valores. Pasemos a analizar cuáles son las causas que posibilitan o limitan a la velocidad.

Factores determinantes de la velocidad

Tipo de fibra muscular

El "mosaico" componente de las fibras musculares que estructuran a un músculo o un grupo de los mismos, es elemento decisivo para el desarrollo de la velocidad. La división de las fibras musculares se efectúa en la actualidad de la siguiente manera:

Fibras Tipo I	Fibra Tipo II (c)	Fibra Tipo II (a)	Fibra Tipo II (b)
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Oxidativas ◦ Resistentes ◦ Buen metabolismo glucogénico y de los ácidos grasos. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Resistencia de velocidad (?) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Elevada velocidad de contracción de la fibra muscular. ◦ Sensibles al cansancio ◦ Elevada producción de energía en la unidad de tiempo. 	

Cuadro Nº 1. (Edström, Ekblom, 1972; Hollmann, Hettinger, 1976, 1980, 1990; Billeter, Heinemann, Howald, 1981; Laich, 1985; Schantz, 1986; Howald, 1989; resumido por Hegedüs, 1996).

Es obvio que una elevada proporción de fibras de contracción rápida II (FTF) permiten ventajas sobre los que tengan preponderancia de fibras de contracción lenta, oxidativas I (STF). Velocistas de elevada jerarquía internacional tendrán una proporción superior al 70% de fibras rápidas (Laich, 1986).

Coordinación intramuscular: fuerza dinámica

La velocidad de contracción muscular tiene correlación con el desarrollo de la fuerza dinámica; esta capacidad permite desplazar tanto a un objeto extraño como a la propia masa corporal con mayor facilidad. El elevado desarrollo de la fuerza dinámica responde a una mejor sincronía y reclutamiento de fibras musculares para la realización de una tarea determinada. Esto influye directamente en el desempeño de la velocidad de contracción muscular. Por dicha causa, no es de extrañar que en ciertos casos los corredores velocistas y los saltadores sean capaces de mover cargas elevadas, a la manera de los levantadores de pesas. La coordinación intramuscular se puede optimizar mediante la realización sistemática de entrenamientos con cargas elevadas: > 80% de la máxima fuerza dinámica. Desde el punto de vista teórico la velocidad de contracción muscular tiene relación no solamente con la fuerza dinámica, sino aun con la estática. Tan es así que A.V. Hill determinó la ecuación que lleva su nombre y en la cual destaca este hecho importante:

$$V = \frac{(P_0 - P) \cdot b}{P + a}$$

En donde V es la velocidad de contracción muscular, P_0 es la fuerza estática del músculo actuante, P la carga a desplazar, a una constante de fuerza y b una constante longitud muscular. De la misma se deduce que cuanto mayor es el valor de P_0 tanto más elevada será la magnitud de V. De todas maneras, otras investigaciones (Cavagna y col. 1971) han comprobado que la fuerza dinámica tiene correlación con determinada velocidad de desplazamiento. La misma alcanza su máxima expresión cuando la velocidad de desplazamiento es de aproximadamente 5 mts/seg. y se puede mantener hasta aproximadamente los 7 mts/seg. Por encima de este valor la influencia de la fuerza dinámica decae.

Coordinación intermuscular

La adecuada armonía entre sinergistas y antagonistas, la automatización de las acciones como también la estabilidad de la coordinación fina de los músculos participantes en la acción deportiva, constituyen factores que influyen de manera relevante en el desarrollo de la velocidad de movimiento. Aquí podemos considerar dos conceptos básicos en relación a la coordinación intramuscular:

- ❖ Coordinación en la estructura de las acciones.
- ❖ Coordinación entre la tensión y relajación muscular.

En la estructura de las acciones se debe poner en relieve la acción armónica entre la frecuencia y la amplitud de los movimientos. La frecuencia debe estar coordinada de tal forma con la amplitud, que permita el mayor desplazamiento de la masa corporal en la unidad de tiempo (Hegedüs, 1967; Donati, 1993). Cada uno de estos factores no debe actuar en desmedro recíproco del otro: la amplitud de los movimientos debe estar en consonancia con la frecuencia de las acciones. Esto es posible en tanto exista un correcto ordenamiento entre tensión y relajación. No es solamente importante una rápida velocidad de contracción muscular, sino también la capacidad para "soltarla" rápidamente. La decontracción muscular es relativamente sencilla cuando se corre lentamente, la dificultad se plantea cuando se pretende la misma en alta velocidad de desplazamiento. Por dicho motivo es llamativa la relativa facilidad de desplazamiento de los velocistas de clase internacional, aun en las máximas exigencias: > 10m/seg.

Viscosidad muscular

La viscosidad es sinónimo de "roce", hecho que actúa en desmedro de la velocidad de contracción muscular. Por lo tanto, cuanto menor es la viscosidad o roce, tanto mejor se verá facilitada la acción de las fibras musculares. Dicho proceso estará favorecido por la entrada en calor y el aporte de oxígeno, mientras que la baja temperatura, el ácido láctico y el amonio aumentan la viscosidad.

La temperatura corporal es un factor íntimamente relacionado con lo mencionado anteriormente. Este hecho justifica la actividad que efectúa el deportista antes de las tareas fundamentales del entrenamiento: la entrada en calor. El incremento de 2° C, posibilita aumentar un 20% la velocidad de contracción muscular (A.V. Hill, 1951). Después de una buena entrada en calor, la temperatura corporal alcanza normalmente los 39 - 40° C, lo que constituye un aspecto muy favorable para el desarrollo de la velocidad.

Glucólisis anaeróbica

En esfuerzos de velocidad que duran algo más de 7 - 8 segundos se acopla la ganancia de energía que empieza a aparecer a partir de la degradación de la glucosa y con paulatina formación de lactato. Con una potente y rápida remoción de estos elementos se favorece el desarrollo de la velocidad prolongada.

La magnitud de ATP-CP

En esfuerzos que duran menos de 10 segundos es vital la magnitud del fosfágeno almacenado en las fibras musculares, unido a ello la eficiencia de la

acción enzimática para dicha tarea: ATP - asa; CPK. La magnitud de fosfágeno almacenado en los músculos es de unos 25 mMol. Kg.⁻¹ (Keul, 1978). Mediante adecuadas técnicas de entrenamiento esta cantidad se puede incrementar, en cierta medida, hecho que favorecerá la velocidad de contracción muscular.

Flexibilidad

La adecuada movilidad articular, como también la elasticidad muscular, impiden la temprana acción frenadora de los músculos antagonistas. Por dicha causa, este factor hay que desarrollarlo en forma adecuada y dentro de parámetros razonables.

Características básicas en la estructura técnica de la zancada en un velocista de nivel

Existen determinadas características en un velocista de categoría, las cuales lo diferencian del término medio. De todas maneras, estos aspectos tendrían que tenerse en cuenta en los deportes de conjunto, especialmente en los que existen amplios desplazamientos, como ser el fútbol, béisbol y rugby.

Estas características son las siguientes:

- ❖ Las personas veloces pueden realizar mayor frecuencia de movimientos, con relación a los de menor nivel.
- ❖ No desarrollan mayor velocidad en la fase de la extensión de la pierna de apoyo, con relación a los de menor nivel.
- ❖ No presentan prácticamente diferencia con relación a la elevación de la rodilla de la pierna libre.
- ❖ Tienen mayor desarrollo de velocidad en la fase de "tracción" al iniciarse el apoyo, con relación a los corredores de menor rendimiento.
- ❖ En los momentos iniciales, con baja velocidad inicial, predomina la actividad de los extensores de la rodilla, mientras que en la máxima intensidad se optimiza la actividad de los isquiperoneos.
- ❖ En los primeros tramos de una carrera de velocidad, en todos los casos se aumenta dicha cualidad mediante el incremento de la longitud de los pasos.
- ❖ Las personas de alto nivel internacional presentan poca variación en el ángulo de la rodilla durante toda la fase del apoyo.
- ❖ Los velocistas capaces de desplazarse a más de 10 metros por segundo, llegan a tener una velocidad de extensión de cadera, que alcanza hasta los 800°/s, mientras que los que lo hacen por debajo de este guarismo, se sitúan entre los 560 - 680°/s.

- ❖ Existe buena relación entre las fases de amortiguamiento y la extensión, cuando existe menor variación angular de la articulación de la rodilla durante la fase de apoyo.
- ❖ Una extensión muy activa de la rodilla a partir del momento en que la perpendicular pasa por encima del apoyo, produce un incremento de la componente vertical, pero reduciendo la horizontal, la cual es la más importante.
- ❖ La velocidad extensora de la cadera se incrementa a medida que se reduce la variación angular de la rodilla durante la fase de apoyo.

Anatomía de la carrera de los 100 metros

Las carreras de velocidad presentan una rica gama de situaciones que son dignas de analizar para su mejor comprensión y por ello la carrera de 100 metros constituye un ejemplo de sumo valor para dicho análisis. Sus distintas instancias, con los siguientes valores estadísticos, son las siguientes:

Instancia	Tiempo en segundos
Disparo	0,00
Tiempo de reacción	0,14
Manos que dejan el suelo	0,15
Abandono del bloque trasero	0,25
Abandono del bloque delantero	0,38

De aquí se deduce que se necesitan de 0,3 a 0,4 segundos para entrar en movimiento y dicha acción insume entre 3 al 4% del tiempo total empleado en los 100 metros. Determinadas investigaciones han podido demostrar el consumo energético en las pruebas de velocidad (Margaría y col., 1963). De acuerdo a ello, para el recorrido de 80 metros a máxima velocidad, en el tiempo de 10 segundos, existe, un gasto de 0,15 Kcal. / Kg. Esto se distribuye de la siguiente forma:

Fuerza de aceleración desde la partida:	0,038 Kcal. / Kg
Fuerza para vencer la resistencia del aire:	0,024 Kcal. / Kg
Fuerza que se desarrolla para mantener la velocidad alcanzada:	0,086 Kcal. / Kg

En el transcurso del primer segundo del desplazamiento se desarrolla un 95% de energía cinética, mientras que entre los 3,5 - 4,5 segundos siguientes, la misma desciende al 40%. Esto, se debe, obviamente, a que las fases de apoyo se van acortando paulatinamente. Otros investigadores (Cavagna y col., 1971)

han analizado los factores limitantes de la velocidad de desplazamiento y determinaron que son los siguientes:

- ❖ El enlentecimiento del paso al producirse cada apoyo.
- ❖ La resistencia del aire.
- ❖ La reducción del tiempo disponible para la fase de empuje durante el apoyo.

Fases de la carrera de los 100 metros

La clásica disciplina de los 100 metros se divide en las siguientes fases (Gundlach, 1963; Zaciorskij, 1966; Ikai, 1967; Letzelter, 1978):

- ❖ Partida
- ❖ Aceleración
- ❖ Desarrollo de la máxima velocidad
- ❖ Aceleración negativa

Partida

Consiste en la acción desplegada desde el disparo hasta el momento en que el deportista pone en acción a su masa corporal. Es necesario poner énfasis en la importancia de cada una de las fases de la velocidad, aunque en lo hechos, a la partida se le asigna mayor valor del que le corresponde (Bauersfeld y Schröter, 1979). No siempre el poseedor de la salida más rápida en los 100 metros es el ganador de la prueba. Así entonces tenemos que en los Juegos Olímpicos de Seúl, el que tuvo la partida más rápida entre los corredores finalistas de los 100mts. fue el húngaro Kovács, que registró un guarismo de 10.26 segundos y tuvo una partida de 112 ms. mientras que el ganador Carl Lewis, con 9.92 segundos tuvo una partida de 136 ms. Incluso la corredora ganadora en el sector femenino, Florence Griffith, para 10.54 segundos tuvo una partida más rápida que Lewis, 131 ms.

Aceleración

Fase sumamente importante para el desarrollo de la velocidad, la cual se desarrolla desde el momento en que el corredor efectúa el primer paso hasta el momento en el cual ya no puede incrementar más su velocidad de carrera. Está determinado que cuanto más larga es la capacidad de aceleración, tanto mejor es el registro del deportista. De acuerdo a ciertos análisis matemáticos (Henry y Trafton 1951, citado por Zaciorskij), la curva de la velocidad en una carrera de 100 m. se representa por la siguiente igualdad:

$$V(t) = V_{\text{máx}} (1 - e^{-kt})$$

En la misma, $v(t)$ representa el valor de la velocidad en el momento del tiempo t , $v_{\text{máx}}$ los valores de la máxima velocidad, en tanto que en la base del logaritmo natural y k el valor de la constante la cual caracteriza la aceleración que se produce después de la partida. Los valores de $v_{\text{máx}}$ y k no se correlacionan entre sí (Henry y Trafton, citado por Zaciorskij). En otras palabras: la capacidad para una fuerte aceleración y la máxima velocidad de traslación no se correlacionan (Zaciorskij, 1968). Esto quiere decir que una acentuada aceleración en la partida no significa necesariamente que luego se desarrolle elevada velocidad de carrera. En algunos deportes es muy importante la aceleración en la partida, caso del tenis o el béisbol, mientras que en otros es muy relevante la máxima velocidad alcanzada en el trecho, como por ejemplo, el salto en largo y el triple. ¿Qué es lo que caracteriza a la aceleración desde el punto de vista técnico? En que se va incrementando en forma paulatina la frecuencia y la longitud de las zancadas. A partir del momento en que ya no crecen ninguna de las dos, es que finaliza dicha fase: ya no se incrementa más la velocidad. Los corredores de clase internacional tienen la capacidad de desarrollar su aceleración durante un trecho y/o tiempo más prolongado, mientras que por el otro lado las personas no dotadas o sin entrenamiento para la velocidad alcanzan su máxima aceleración en pocos metros. Hay que destacar, además, que la fase de aceleración, por el relativo prolongado contacto con el piso, estará muy relacionada con la fuerza muscular. Por dicho motivo, la podemos denominar como la "fase de la fuerza", la cual se optimiza con sistemáticos entrenamientos que propician esta capacidad. Luego de esta fase se pasa al máximo desarrollo de velocidad.

Máxima velocidad

Se caracteriza por una relativa estabilidad entre frecuencia y amplitud de movimientos. En corredores de clase internacional se alcanza una velocidad de traslación de aproximadamente 12 mts./Seg. y casi 5 pasos en ese lapso. Esto significa una velocidad de aproximadamente 45 Km. /h. Atletas de clase internacional, con registros que oscilan en los 10 segundos para los 100 metros, alcanzan su máxima velocidad aproximadamente a los 40 - 60 y la mantienen hasta los 80 - 90 metros.

Los corredores de nivel inferior comienzan su fase de máxima velocidad sobre los 20, 25 metros, aunque dura hasta los 50, 60. Aquí influyen factores biofísicos tanto de índole neuro muscular como también los energéticos. La frecuencia de estímulos "alfa" tiene especial importancia; la misma presenta una magnitud de 8 a 13 Herz y tiene correlación con la máxima frecuencia de los movimientos voluntarios. Por otro lado, el metabolismo del fosfágeno tiene importancia relevante en cuanto a la potencia de su acción y se aprecia la gran eficiencia de la tarea enzimá-

tica no solamente en cuanto a la velocidad de su accionar, sino también en relación a una duración más prolongada: quizás hasta los 9 - 10 segundos. Aquí influyen no solamente aspectos genéticos, sino también la eficiencia del entrenamiento sobre el metabolismo correspondiente.

El trabajo sistemático y ordenado sobre el metabolismo del fosfágeno, permite la prevalencia de su acción ante la inminente aparición del metabolismo glucolítico: el entrenamiento permite retrasarlo en cierta medida. Las mediciones que se han efectuado sobre este área de trabajo permiten cuantificar el trabajo metabólico (Keul y col, 1978):

Sustrato Energético	Contenido mMol/Kg	Máximo aporte mMol/Seg.	Duración del aporte en la máxima potencia
ATP - CP	20 - 25	1,6 - 3,0	< 10 seg

Cuadro N° 2. Dinámica del sustrato energético ATP - CP.

Aceleración negativa

Sobre los tramos finales del recorrido el metabolismo correspondiente se empieza a "debilitar". Esto se comprende desde el momento en que los depósitos de ATP se reducen hasta una 40%, (Hultman y col. 1967) mientras que la CP en esfuerzos de máxima intensidad llegan a vaciarse completamente (Bergström, 1967). De todas maneras se viene produciendo la inercia del metabolismo de la glucólisis anaeróbica, el cual a partir desde los 8 - 10 segundos de iniciado el esfuerzo empieza a predominar en cuanto el aporte energético. Sin embargo la producción de energía por esta vía y en la unidad de tiempo ya es inferior a la del fosfágeno. A partir de este momento entramos a la fase de la resistencia de la velocidad o aceleración negativa (Ballreich, 1969).

La resistencia de velocidad consiste en desarrollar una elevada magnitud de traslación en la unidad de tiempo y de manera relativamente prolongada. Desde el punto de vista técnico, el tramo final de una carrera de 100 metros se caracteriza por una ligera reducción de la frecuencia de pasos en la unidad de tiempo, con un cierto incremento en la longitud de los mismos. Dependiendo del nivel del velocista esta característica empieza aparecer a partir de los 70, 80, mientras que en los de clase internacional recién a los 90 metros y en ciertos casos no aparece en forma alguna, caso del velocista Carl Lewis en sus mejores momentos. Entre los 10 y 12 segundos de esfuerzo continuo a máxima velocidad, la glucólisis sube vertiginosamente, con niveles de lactato relativamente elevados (Rodríguez/ Martín, 1988) y con sensible predominio de la producción del lactato por sobre su remoción.

La realización sistemática de esfuerzos entre los 8 y 20 segundos mejora la aceleración negativa, con menor caída de la velocidad de traslación en la unidad de

tiempo e incluso optimizando la duración del mecanismo del fosfágeno. La mezcla adecuada de ejercicios de reacción, ejercicios de fuerza para la aceleración, de corridas a alta intensidad en la unidad de tiempo y de esfuerzos de velocidad prolongada, posibilitan la mejoría de todas las capacidades para el desarrollo de la velocidad.

Planificación del entrenamiento de la velocidad

La planificación de esta capacidad es sumamente interesante, teniendo en cuenta la variedad de elementos que se deben combinar en los distintos ciclos de trabajo. La adecuada combinación de los mismos repercute en el éxito del deportista que se dedica a esta especialidad.

He aquí varios modelos de trabajo teniendo en cuenta las distintas etapas:

Planificación del entrenamiento del velocista, teniendo en cuenta las áreas funcionales. Período preparatorio. Alejado de las competencias.

Musculación, pesas	■			■		■			■			■			■	
Velocidad		■			■				■				■			
Potencia lactácida																
Tolerancia				■												■
VO ₂ máx																
Regenerativa	■								■							
Días	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII		

Cuadro N° 3. F = fraccionado, I = intermitente

La normativa del trabajo teniendo en cuenta la estructura del cuadro anterior, es la siguiente:

Musculación, pesas	Sentadillas: 4-6 s. al 70-95%; arranques, enviones; ejercicios de fortalecimiento general. Multisaltos en todas sus variantes. Arrastrar "lastre" o "parcaídas".
Velocidad	"Skipping"; progresiones. Pasadas de 40 a 80 m al 90-95%. Suma total entre 600 a 800 m dependiendo del nivel del velocista. Se puede combinar con ejercicios de musculación.
Potencia láctácida	Eventualmente se efectúa de manera complementaria un "apronte" entre 250 a 400 m de forma evaluativa.
Tolerancia	4-5 x 200 m al 90% (5'-6') ó 4-5 x 300 m al 88-90% (5'-6') ó 3-4 x 400 m al 85-88% (8-10'). También se pueden hacer "escaleras" combinando estas distancias.
VO₂máx	Entrenamiento fraccionado sobre unos 20 min. Ejemplo: 6-8 x 400 m al 70% (2') ó 4-5 x 600 m al 65-70% (3') o carreras intermitentes de 40-50 m (20-25" entre cada corrida.
Regenerativa	Estos trabajos (en forma fraccionada) se realizan eventualmente cuando existe necesidad de bajar tejido graso (evaluado en composición corporal).
Días	Se realiza diariamente, como entrada en calor y en la vuelta a la calma. El trabajo regenerativo también se puede dar con suaves ejercicios de "aflojamiento" y/o masajes.

Cuadro N° 4,

Planificación del entrenamiento teniendo en cuenta las áreas funcionales. Período precompetitivo.

Musculación, pesas																
Velocidad																
Potencia láctica																
Tolerancia																
Regenerativa																
Días	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	V		

Cuadro N° 5.

NORMATIVA DEL ENTRENAMIENTO PARA EL PERÍODO PRECOMPETITIVO

Musculación, pesas	Sentadilla, arranques, enviones: 3-4 series, 70-90%.
Velocidad	"Skipping", progresiones. Pasadas y partidas de 30 a 80 m al 95-100% Suma total de 400 a 600 m dependiendo del nivel del velocista. Amplias recuperaciones.
Potencia láctácida	Corridas a elevada intensidad de 250-300 m. Pueden repetirse de 2 a 3 veces. Amplias recuperaciones: 20-30'.
Tolerancia	4-6 x 150 m al 95-98% (8-10') ó 3-4 x 200 m al 95-98% (8-10') ó 2-3 x 300 m al 95-98% (12-20').
Regenerativa	Se realiza diariamente, como entrada en calor y en la vuelta a la calma. También puede consistir en suaves ejercicios para "aflojar" y/o masajes.

Cuadro N° 6.

Tomando en cuenta el enfoque del entrenamiento de la velocidad, es conveniente determinar los factores a tomar en cuenta, para optimizar el resultado de esta capacidad.

- ❖ El entrenamiento de la velocidad se debe realizar sobre una masa muscular bien preparada, lo que significa una buena entrada en calor, adecuadamente elongada y libre de dolores.
- ❖ El deportista debe estar bien recuperado del entrenamiento anterior, lo que significa que no debe efectuarse más de 3 a 4 cargas semanales en alta intensidad.
- ❖ La velocidad se incrementa únicamente con cargas de alta intensidad: por tal motivo, las competencias constituyen un factor de gran valor para el desarrollo de esta capacidad.
- ❖ El entrenamiento de la velocidad, sea en atleta o jugador, se puede realizar hasta el momento en que ella ya no se puede efectuar con las mismas características de su inicio.

- ❖ Cuando se entrena la velocidad "pura" -es decir, a una intensidad que oscila entre el 98 al 100% de la máxima capacidad- las pausas recuperadoras deben ser de una magnitud tal, que permitan al organismo recuperarse prácticamente de forma completa.
- ❖ El entrenamiento de la velocidad debe de estar apoyado por trabajos de fuerza muscular, velocidad en la fuerza y también ejercicios de coordinación.
- ❖ Con la finalidad de evitar la fijación de la "barrera de velocidad", las ejercitaciones deben ser variadas, como también trabajar sobre condiciones facilitadas, como por ejemplo correr en declive y en los lanzadores, caso del atletismo, emplear implementos más livianos que los reglamentarios.
- ❖ Las condiciones facilitadas no deberían perjudicar el correcto proceso técnico de la disciplina deportiva.
- ❖ Los entrenamientos de velocidad tienen que tomar en cuenta en forma preva-lente el metabolismo de la disciplina deportiva.
- ❖ Cuando se entrenan otros metabolismos, ello tendrá como único objetivo el apoyar al propio sistema determinante de la velocidad pura.
- ❖ Debe existir adecuada interacción entre los ejercicios de acondicionamiento general y especial, teniendo como objetivo el desarrollo de la velocidad.

Ejemplos de ejercitaciones de acondicionamiento general para la velocidad

- ❖ Entrenamiento con pesas: "press" en banco, tirones de polea, arranque, envión, sentadilla, abdominales, lumbares.
- ❖ Multisaltos alternos: 5, 7, 9, 11 pasos.
- ❖ Saltar y "alcanzar", pliometría.
- ❖ Ejercicios de saltabilidad a la vertical con extensión y también flexión de tobillo al terminar la extensión.
- ❖ Ejercicios de coordinación sobre vallas.
- ❖ Juegos de conjunto adecuadamente seleccionados.

Ejemplos de ejercitaciones de acondicionamiento especial para la velocidad:

- ❖ Carreras en progresión.
- ❖ Carreras lanzadas.
- ❖ "Skipping" en todas sus variantes, poniendo atención en la estructura técnica de las acciones.

- ❖ Carreras en declive - no más del 5° - , cuidando la estructura técnico - gestual.
- ❖ Efectuar lanzamientos con implementos más livianos que el reglamentario, en el caso de los lanzadores atléticos.
- ❖ Pedaleo con "multiplicación" mayor y menor a la utilizada por el ciclista, tratando de desplegar la mayor velocidad posible.
- ❖ Carreras del tipo "slalom" con y sin implemento en el caso de los deportistas de juegos de conjunto.
- ❖ En el caso de los luchadores y judokas se deben entrenar con oponentes más livianos; en el caso de hacerlo contra pesos superiores, ello constituye entrenamiento específico de fuerza.
- ❖ En el caso de los jugadores de tenis y béisbol, entrenar con la máquina "lanza pelotas" a velocidades normales y también mayores.

Finalmente, es conveniente destacar que las acciones desarrolladas con alta velocidad, se deben efectuar sobre técnicas dominadas por el deportista.



Bibliografía

- BAUERSFELD, K. H.; SCHRÖTER, G. (1979): "Grundlagen der Leichtathletik". Sportverlag. Berlin.
- BERGSTRÖM, J., HULTMAN, E. (1967): "A study of the glycogen metabolism during exercise in man". Scand. J. Clin. Lab. Invest. 19.
- BILLETER, R., HEITZMANN, C.W., HOWALD, H. (1981): "Analysis of myosin light and heavy chain types in single human skeletal muscle fibers". European Journal of Biomechanics, 116.
- CAVAGNA, G.A., SAIBENE, F.B., MARGARÍA, B. (1963): "External work in walking Journal of applied Physiology, 12:1.
- DONATI, A. (1994): "Développement de la longueur de la foulée et de la fréquence de la foulée dans les performances de sprint". Congreso Mundial de Entrenadores de Atletismo. París.
- EDSTRÖM L., EKBLOM, B. (1972): "Differences in sizes of red and white fibers in vastus lateralis of musculus quadriceps femoris of normal individuals and athletes. Relation to physical performance. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 30.
- GUNDLACH, H. (1961): "Untersuhungen über den Zusammenhang zwischen Schrittgestaltung und Laufgeschwindigkeit bei 100 - m - Läufern und Läuferinnen unterschiedlicher Qualifikationen. Diss. Deutsche Hochschule für Körperkultur. Leipzig.
- HOLLMANN, W., HETTINGER, T. (1976, 1980, 1990): "Sportmedizin Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Schattauer Verlag.
- HEGEDÜS, J. DE (1987): "La Ciencia del Entrenamiento Deportivo". Stadium.
- HEGEDÜS, J. DE: Estructura y fundamentos de la velocidad en el Atletismo. Lecturas: Educación Física y Deportes, N° 14. www.efdeportes.com
- HOWALD, H. (1984): "Veränderungen der Muskelfaser durch Training". Leistungssport.2.
- HILL, A. V. (1951): "The mechanics of voluntary muscle". Lancet 261: 947.
- HULTMAN, E. (1967): "Studies on muscle metabolism of glycogen and active phosphate in man with special reference to exercise and diet". Scandinavian Journal Clin. Supp. 94.
- IKAI, M. (1967): "Biomechanics of sprint running with respect to the speed curve" International Seminar of Biomechanics. Zurich.
- KEUL, J., KINDERMANN, W., SIMON, G. (1978): "Die aerobe und anaerobe Kapazität als Grundlage für die Leistungsdiagnostik". Leistungssport.1.
- LAICH, G. (1985): "Modificaciones morfofuncionales y funcionales inducidas en fibras musculares esqueléticas humanas mediante ejercicios isocinéticos". Tesis doctoral. Madrid.
- MARGARÍA, R., CERRETELLI, P., AGHEMO, P., SASSI, G. (1963): "Energy cost of running". J. appl. Physiol. 18.
- MARTIN, B. (1979): "Grundlagen der Trainingslehre. Die inhaltliche Struktur des Trainingsprozesses". Hofmann. Schondorf.
- LETZELTER, M. (1978): "Trainingsgrundlagen". Rohwolt.
- RODRÍGUEZ, F.A., MARTIN, R. (1988): "Análisis de la transición anaeróbica aláctico-láctica en velocistas mediante un test de lactacidemia". Servicio de Medicina del Deporte. Cataluña.
- SCHANTZ, P. G. (1986): "Influence of physical training phenotypic expression of slow and fast isoforms myofibrillar proteins". Sweden.
- ZACIORSKI, V.M. (1968): "Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers". Bartels & Wernitz



CAPÍTULO 3

.....

LA FUERZA

Introducción

El entrenamiento de la fuerza muscular ocupa un sitio relevante en el entrenamiento deportivo, de una magnitud tal que hace algunas décadas atrás nadie lo hubiera imaginado. Las distintas disciplinas deportivas se sirven de ella dentro de sus respectivas planificaciones de entrenamiento.

La fuerza muscular es una capacidad compleja para su estudio, orientada tanto hacia aspectos de la física, como también a los biológico-motores. Desde el punto de vista de la física la entendemos en cómo un cuerpo acciona sobre otro: si lo desplaza, rompiendo su inercia de quietud, entonces se habla de fuerza dinámica. En la medida en que un cuerpo es desplazado por otro (distancia, velocidad) ello determina que la fuerza es cuantificable: $F = m \cdot a$. En cuanto a los aspectos biológico-motores, la f.m. está íntimamente ligada a los aspectos fisiológicos de la contracción muscular y el gasto energético (Álvarez, López Chicharro, Fernández Vaquero, 1995). El entrenamiento de la fuerza está relacionado con las teorías y las leyes de la acción y el comportamiento humano. Así entonces existirá también una adaptación biológica a las distintas cargas del entrenamiento (Molnár, 1991).

Orientación del entrenamiento de la fuerza muscular

La orientación del entrenamiento de la fuerza muscular no tiene que entenderse en el sentido literal de la palabra, dado que dicha capacidad no es siempre ese objetivo buscado; en algunas situaciones constituye solamente un

medio para otros fines. De esta manera, entonces los objetivos pueden ser los siguientes:

- ❖ Para el "levantamiento olímpico".
- ❖ Para el "levantamiento de potencia".
- ❖ Para fines "estéticos".
- ❖ Para la salud ("fitness").
- ❖ Como complemento y/o optimización del entrenamiento deportivo.
- ❖ Para la rehabilitación.

Levantamiento Olímpico

Son los clásicos ejercicios como el "arranque" ("snatch") y el "envión" ("clean & jerk"). El primero consiste en elevar la barra a la vertical con un solo impulso, mientras que el segundo, a través de dos. Son ejercicios que básicamente no se manifiestan sólo mediante la fuerza pura, sino que tienen una conjunción con la velocidad, coordinación y la flexibilidad. Ello determina que es imposible manifestar virtuosismo en estas modalidades sin las capacidades mencionadas en último término. Si bien las dos formas del Levantamiento Olímpico se manifiestan de manera obvia como una especialidad deportiva, de todas maneras sus técnicas también son utilizadas en la actualidad como ejercicios complementarios de algunas disciplinas deportivas, tales como, por ejemplo, los lanzamientos atléticos.

Levantamiento de potencia

Es la verdadera especialidad de los "hombres fuertes". La técnica es relativamente sencilla, existiendo escasa demanda de flexibilidad y coordinación intermuscular. El Levantamiento de Potencia se desarrolla sobre tres ejercicios básicos, tales como el "press" en banco, la sentadilla o "squat" y el "despegue" o "peso muerto". Al igual que el Levantamiento Olímpico, sus tres modalidades también son utilizadas como complemento de otras actividades deportivas.

Ejercicios con pesas con fines estéticos

Forma de entrenamiento corporal muy utilizada en la actualidad. En su máxima expresión constituye el llamado "fisicoculturismo". Debido a que está regida por reglas de distintas federaciones, tanto nacionales como internacionales, ello determinaría que constituye un deporte. Incluso han existido propuestas para que sea aceptada como disciplina olímpica elevadas por la federación internacional, IFBB. Si bien para algunos constituye una verdadera especialidad depor-

tiva, para otros no lo es. El fisicoculturismo en su fase competitiva se determina por la observación del desarrollo de grandes masas musculares, la buena armonía o proporción entre las mismas, su definición ("cortes") y la manifestación de todo esto mediante "poses" específicamente seleccionadas. En otros parámetros, los fines estéticos se aprecian en niveles menos exigentes en relación al fisicoculturismo. Las personas, en ese sentido, se entrenan buscando un desarrollo razonablemente armónico, sin grandes volúmenes, pero con la finalidad de mostrar cierta prestancia o "elegancia" dentro de la sociedad en la cual se están desempeñando.

Salud

A este tipo de trabajo se le está prestando mucha atención en los últimos años, sea en los gimnasios o en los clubes. Aquí el objetivo es la reducción del tejido graso, una buena actividad cardiovascular, niveles razonables de colesterol, etc. En este aspecto existen técnicas específicas de entrenamiento mediante las cuales se pueden exaltar los valores anteriormente mencionados. En muchos casos la aspiración del concurrente a un gimnasio, especialmente en las personas de la llamada Tercera Edad, es simplemente la salud mental y/o aspiración a un equilibrio emocional a través de los ejercicios con pesas (o también las máquinas) y el amistoso compañerismo entre las personas.

Rehabilitación

Existen trabajos específicos con cargas, tanto pesas como máquinas, que ayudan al recobro funcional de grupos musculares. Esto se tiene en cuenta cuando los mismos han sufrido una visible atrofia tanto somato como funcional. Debido a ello presentan una forzada inactividad; en la mayoría de los casos ha sido conveniente el uso de yeso o vendajes específicos que han forzado esta inmovilidad. La aplicación de cargas a los grupos afectados acelera notablemente la funcionalidad y el trofismo de los mismos. La falta de actividad específica de la musculatura involucrada provoca a la larga un serio "desequilibrio" que puede llegar a ser irreparable.

Factores determinantes de la fuerza muscular

Básicamente, la fuerza que una persona es capaz de manifestar depende de varios factores, los cuales pueden resumirse de la siguiente forma:

- ❖ Sexo y edad
- ❖ Masa muscular
- ❖ Palancas

- ❖ Tipo de fibra muscular
- ❖ Motivación emocional

Sexo y edad

Cuando partimos de la consideración de la fuerza muscular en relación al sexo, podemos determinar que en las más tiernas edades prácticamente no existen diferencias de fuerza muscular entre los niños y niñas (Hollmann, Hettinger, 1976, 1980, 1990; Åstrand, Rodahl, 1992; Molnár, 1994). Los pequeños, cualesquiera sea su sexo, no aumentan su fuerza muscular debido al entrenamiento. Recién a partir de los 8-9 años esto puede ocurrir, pero por una mejor coordinación intra e intermuscular. Los niños/as en estos casos están mejor capacitados técnicamente para el manejo tanto de cargas exógenas como también del propio cuerpo: son "más fuertes". En cambio con el incremento de la dinámica de la secreción hormonal y la finalización de la mielinización, lo cual ocurre aproximadamente a los 12-13 años, la fuerza muscular se incrementa sensiblemente. Esto se destaca especialmente en el caso de los varoncitos, los cuales se distancian de las jóvenes en cuanto a esta capacidad, especialmente por la secreción de la testosterona, con mayor hipertrofia muscular, en otras palabras: la dinámica de la actividad hormonal constituye un factor preponderante y diferencial entre ambos sexos (Asmusen, 1973; Martin, 1988). La hipertrofia en las niñas se detiene aproximadamente a los 13 años, mientras que en los varones ésta se sigue incrementando hasta aproximadamente los 18, 19 años de edad (Hettinger, 1990; Fetz, 1982; Molnár, 1994). Estos valores hay que destacarlos en personas que no se entrenan.

Sin embargo, con un sistemático entrenamiento para el desarrollo de la fuerza, ésta se puede seguir incrementando hasta, aproximadamente, pasados los 30 años de edad. A partir de los 50 años la fuerza empieza a decrecer y según algunos autores, la disminución de la fuerza debe asociarse a la paulatina atrofia de la masa muscular, con una pérdida de hasta un 60% de los valores de la magnitud inicial, la desaparición de motoneuronas y de las fibras musculares de contracción rápida (Asmusen, 1973; Willmore; Costill, 1994).

Otras investigaciones (Breuning, 1985) han demostrado, inclusive, que en el caso de los niños, el incremento de la fuerza no solamente se produce durante el proceso del entrenamiento, sino que ésta sigue desarrollándose durante cierto período, aún después de interrumpirse dicho proceso y por encima de los niños que no se han entrenado. Esto últimos siguen incrementando su fuerza únicamente por el proceso de maduración.

¿Qué es lo que sucede con la fuerza muscular y su hipertrofia en la tercera edad? Se ha podido comprobar que personas de edad avanzada, que nunca entrenaron en fuerza o que abandonaron su práctica ya hace varias décadas, con

un entrenamiento sistemático con pesas obtuvieron un significativo incremento de esta capacidad, como también hipertrofia de las masas musculares involucradas en el entrenamiento (Hollmann, Hettinger, 1990). De todas maneras se puede expresar que la disminución de la fuerza muscular en personas mayores a los 60 años, aunque se mantengan en constante entrenamiento, se manifiesta en los valores de los 75 a 80% en relación a edades más tempranas (Åstrand, Rodahl, 1992).

Es necesario aclarar que la diferencia que existe entre ambos sexos se manifiesta como un fenómeno cuantitativo y no cualitativo, es decir, que la célula muscular del hombre no es más fuerte que la de la mujer, sino que esta capacidad es un síntoma de mayor cantidad de células en el caso de los varones.

Hay que destacar, además, que la mejor respuesta de la mujer al entrenamiento de la fuerza es el incremento de dicha cualidad, aunque no necesariamente con hipertrofia (Barret, 1990). Sin embargo, otros estudios han brindado resultados diferentes, constatándose que la respuesta al entrenamiento de esta capacidad era bastante similar en ambos sexos (Cureton, 1988; Colliander, 1990; Garfinkel, 1992). La discrepancia entre ambos resultados podría estar en lo manifestado más arriba, es decir, el punto de partida de los valores de la mujer está por debajo de los masculinos. En otras palabras, la mujer tiene menor masa muscular para hipertrofiar y acrecentar en valores funcionales que el varón.

Masa muscular

Existe un alto coeficiente de correlación entre la masa corporal y la capacidad de elevar peso. Esta correlación se manifiesta con distintos índices de fuerza a medida que se incrementa el peso corporal, lo que determina que las personas de menor peso corporal presentan mayor fuerza relativa en relación a los pesos superiores. Ya hace tiempo esto pudo determinarse en una relación logarítmica entre el peso corporal y la magnitud de peso que se puede elevar (Lietzke, 1956). Así entonces la estructura corporal se resume en un cubo, presentando la masa o peso corporal la sigla de B_w (aunque masa y peso no son lo mismo, en este caso sí lo son) y el peso a elevar mediante W . Por lo tanto:

$$W = a \cdot B_w^{2/3}$$

en donde a representa un índice entre la relación de la fuerza muscular (representada por el peso elevado) y la masa corporal. De aquí surge la siguiente relación:

$$\text{Log } W = a + 2/3 \cdot \text{Log } B_w$$

mientras que para calcular el índice a , la fórmula se expresa de la siguiente forma:

$$a = \text{Log } W - 2/3 \cdot \text{Log } B_w$$

Un análisis de los récords mundiales en el levantamiento de pesas nos demuestra que en las categorías de pesos más bajos existen índices más elevados que en los pesos superiores. Esto confirma el hecho de que si bien la fuerza absoluta en estos últimos es mayor, no lo es en cambio en relación a la que es relativa.

Palancas

El cuerpo humano está integrado, entre otras cosas, por un elevado número de palancas los cuales permiten desarrollar trabajo mecánico en diversas magnitudes. En relación al desarrollo de f.m. la palanca corta presenta ventajas sobre la palanca más larga. Teniendo en cuenta que la palanca consta de un brazo de resistencia y otro de potencia, se puede determinar que cuanto más alejado se encuentra la aplicación de la resistencia, tanto mayor será necesario el desarrollo de fuerza. Por el contrario, cuanto mayor sea el brazo de fuerza o potencia, tanto menor será la necesidad de aplicar fuerza tanto para mantener o desplazar una oposición. Esto se aprecia muy bien en una palanca de *tercer género* (en donde en un extremo está la resistencia, por el otro el eje de giro o fulcro, mientras que en el medio la aplicación de la fuerza o potencia). Teniendo esto en cuenta vemos que en el caso de los flexores del codo, en el que el br (brazo de resistencia) es de 35 cm., la resistencia de 10 kg. y el bp (brazo de potencia) de 5 cm., encontramos que la musculatura flexora del codo tiene que hacer una fuerza de aproximadamente unos 70 kg. para sostener la carga de oposición. En el caso de que el brazo de potencia sea de sólo 4 cm., el incremento de la fuerza muscular alcanzará los 87 kg. para sostener el mismo peso.

Tipo de fibra o célula muscular

Existe elevada correlación entre la fuerza muscular y el tipo de célula muscular que entra en juego en la actividad. Distintos estudios han podido demostrar que el pico máximo de tensión para las células musculares del tipo I (oxidativas, STF) se encuentra aproximadamente entre los 80 y 100 milisegundos, mientras que para las fibras II (glucolíticas o FTF), los máximos valores se alcanzan a los 40 (Gollnick y col., 1983; Saltin, Gollnick, 1983). Es por esta causa que la prevalencia de células musculares del tipo II (especialmente las IIb) exalta los valores de la fuerza muscular. Teniendo en cuenta que estas células también son decisivas para los velocistas, podemos comprender que la masa muscular fuerte, también presenta elevada velocidad de contracción, mientras que por el otro lado, el velocista está capacitado para desarrollar elevados niveles de tensión muscular. Existe además un óptimo nivel de correlación entre el desarrollo de fuerza y la superficie del corte transversal de la masa muscular, hecho que explica el signifi-

cativo desarrollo de los distintos grupos musculares de los mejores velocistas del mundo. De todas maneras, la magnitud de la fuerza a desarrollar depende también de factores cuantitativos, es decir, además del adecuado tipo de célula muscular, también dicha capacidad estará supeditada a la cantidad de las mismas que pueden entrar en actividad, como se verá más adelante.

Motivación emocional

Los estudios realizados en este campo han podido demostrar que la máxima fuerza muscular voluntaria se puede expresar o manifestar solamente hasta un 60, 70% de la máxima capacidad (ver más adelante). Sin embargo, distintos factores emocionales como la responsabilidad ante una situación estresante, miedo, desesperación, etc. pueden elevar los niveles hasta un grado insospechado para la persona involucrada. Sin embargo, esto también responde a factores funcionales, es decir, la motivación produce la movilización de células musculares (del grupo II) las cuales en situaciones normales no son estimuladas (Hettinger, 1976, 1980, 1990).

Clasificación de la fuerza muscular

Según se traten los objetivos y la estructura técnico - funcional de las acciones, la fuerza muscular se divide y califica de la siguiente forma (basado en Hollmann; Hettinger, 1976, 1980, 1990):

Máxima fuerza sedentaria. Capacidad para desarrollar máxima tensión muscular estática sin previo proceso de entrenamiento. Se trata en este caso de una evaluación casual que se puede efectuar sobre una persona que no practica deporte, ni ha entrenado sistemáticamente con cargas.

Máxima fuerza inicial. Capacidad para desarrollar máxima tensión estática al comienzo de un proceso de entrenamiento. De todas maneras, este enfoque "inicial" es prácticamente teórico dado que no se debería practicar una evaluación con estas características a una persona que nunca ha entrenado con pesas.

Máxima fuerza final. Capacidad para desarrollar máxima tensión muscular estática luego de un proceso de entrenamiento.

Máxima fuerza explosiva. Capacidad para llegar al desarrollo de altos niveles de tensión muscular en relación al tiempo (Verhoshansky, 1970).

Máxima fuerza muscular fisiológica. Capacidad para desarrollar máxima tensión muscular voluntaria, en las que no participan de manera significativa factores psicoemocionales y/o exógenos.

Fuerza muscular absoluta. Capacidad para desarrollar máxima tensión muscular estática no solamente con la voluntad, sino también con factores psicoemo-

cionales y/o exógenos. Aquí podemos señalar al estrés emocional (susto, miedo), hipnosis, dopping. Diversas investigaciones han podido demostrar que la diferencia entre la máxima fuerza voluntaria y la absoluta se encuentra en aproximadamente un 30% a favor de esta última (Ikai, Steinhuis, 1961). Esto determinaría que al expresar nuestra "fuerza máxima", ésta no lo es en absoluto dado que existen unidades motoras ajenas a nuestra voluntad y que solamente entran en actividad bajo circunstancias muy especiales.

Sin embargo, con un proceso sistemático de entrenamiento, como es en el caso de los levantadores de pesas o los atletas, la diferencia entre la máxima fuerza fisiológica y la fuerza muscular absoluta disminuyen, se reduce la diferencia entre ambas.

Máxima fuerza dinámica. Constituye la capacidad de la persona para desplazar una máxima carga (1 sola vez o 1 RM) a través del recorrido articular completo. Es indudable que la máxima fuerza muscular tan utilizada en las distintas manifestaciones deportivas, estará supeditada a distintos factores, los cuales pueden ser resumidos en los siguientes:

- ❖ La máxima fuerza estática
- ❖ La magnitud de la masa a desplazar
- ❖ La velocidad de contracción del grupo muscular en cuestión
- ❖ La coordinación
- ❖ Las medidas antropométricas
- ❖ El nivel de contracción y/o elongación muscular.

Fuerza estática. Se puede considerar como la fuerza absoluta o fuerza pura en donde no existen impulsos. La máxima fuerza dinámica se ubica aproximadamente en el 80% de la estática y es por dicho motivo, que teóricamente cuanto mayor es la fuerza estática, tanto mayor será también la dinámica. Por otro lado, se puede determinar que cuanto mayor es la masa a desplazar, tanto menor será la velocidad de movimiento.

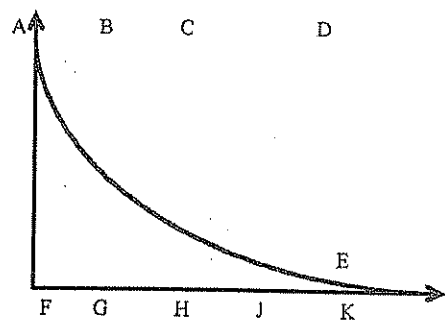


Figura 2. Relación que existe entre la velocidad de contracción muscular y la fuerza desarrollada con cargas de distinta magnitud. A: máxima fuerza estática, B: fuerza estática submáxima, C: fuerza dinámica, E: velocidad, F: desplazamiento de una carga, G: salto, H: lanzamiento de implementos atléticos, I: saque de tenis, K: movimientos libres de las extremidades (Zaciorskij, 1968).

Este concepto parte de la famosa ecuación de Hill (Hill, 1951), ya mencionada con anterioridad, mediante la cual se demuestra que teóricamente existe no solamente correlación entre la máxima fuerza estática y la dinámica, sino que además la primera tiene correlación con la velocidad de contracción muscular.

Magnitud de la masa a desplazar. Como se ha visto anteriormente, la magnitud de la carga a desplazar determinará tanto el desarrollo de la fuerza, como también la velocidad de movimiento (Fig.1). Sin embargo (partiendo de la ecuación de Hill), desde el punto de vista teórico el incremento de la fuerza muscular posibilita el incremento de la velocidad de desplazamiento para una misma carga (Fig.2).

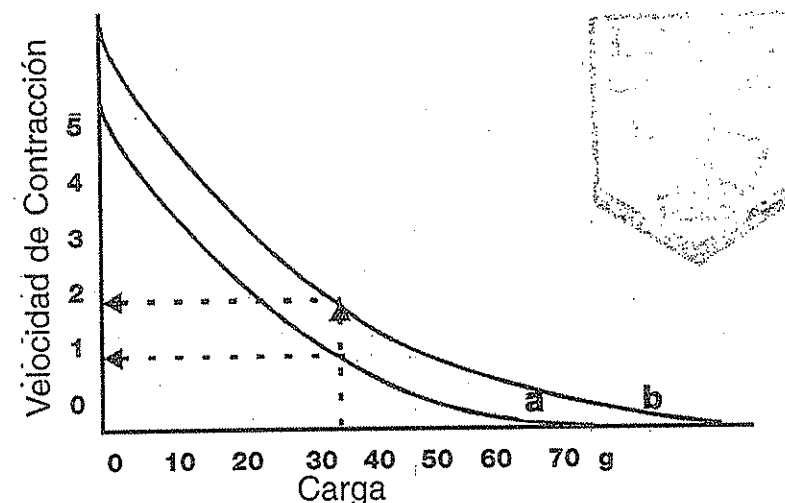


Figura 3. Relación entre la magnitud de la carga a desplazar y la velocidad de contracción muscular. "a" corresponde a la curva inicial en donde se nos muestra la correspondiente velocidad de contracción muscular. "b" señala el incremento de la fuerza, pero con simultáneo aumento de la velocidad de contracción para la misma carga (Stoboy, basado en Jewell y Wilkie, 1972).

Velocidad de contracción del músculo. Está relacionada básicamente con el mosaico de la composición de células musculares, en donde existen ventajas en la predominancia del grupo II (FTF) y su hipertrofia.

La coordinación. Este aspecto se aprecia en relación a una mejora de la coordinación intra e intermuscular, por la existencia de un mayor sincronismo en el reclutamiento de las células musculares para un estímulo determinado. Esto significa que con el entrenamiento se acorta el tiempo para inervar fisiológicamente a las mismas. Además de ello, la mejor coordinación posibilita que sean activadas aquellas unidades motoras que están estrictamente relacionados con el

nivel del estímulo. Se demuestra por el hecho de que el músculo entrenado es capaz de producir los mismos niveles de tensión que los que no lo están, aunque con menor reclutamiento de fibras musculares (Hollmann, 1990). El incremento de la coordinación ofrece una excelente transferencia a distintas actividades deportivas, caso de los saltos atléticos, en donde la adecuada duración del pique está íntimamente relacionada con la entrada en actividad de las correspondientes unidades motoras (Zaciorskij, 1968).

Las medidas antropométricas (Ver "palancas" en el Capítulo La Fuerza).

Nivel de elongación y/o contracción muscular. El nivel de elongación y/o contracción muscular determinará también la mayor o menor capacidad de trabajo. Esto, sin embargo, estará supeditado al ángulo de tracción a través del cual se efectúa el trabajo. Si el músculo está muy contraído, como ser en el caso de una completa flexión del codo, la fuerza a desarrollar será escasa dado que los filamentos de actina y miosina han desarrollado su trabajo de "cremallera" en elevada magnitud. Por el otro lado, el músculo bien distendido estará en excelentes condiciones funcionales para desarrollar fuerza, pero el ángulo de tracción es muy escaso, corriendo casi paralelamente al músculo y perjudicando el trabajo mecánico (como cuando el codo está completamente extendido y queremos elevar una carga elevada mediante los correspondientes flexores).

Normas a tener en cuenta en el entrenamiento de la fuerza muscular

- ❖ Tipo de fuerza requerida.
- ❖ Tipo de acción muscular (isométrica, concéntrica, excéntrica).
- ❖ Velocidad de movimiento.
- ❖ Aceleración en los momentos específicos del movimiento.
- ❖ Descansos entre repeticiones, series y sesiones.
- ❖ Secuencia de ejercicios.
- ❖ Desarrollo de la óptima amplitud de movimientos.
- ❖ Déficit de fuerza de determinados grupos musculares.
- ❖ Historial de entrenamiento del deportista.
- ❖ Historial de lesiones.
- ❖ Nivel del deportista (Verhoshansky, 1972)

Según el tipo de trabajo, los efectos sobre las células musculares son algo distintos, teniendo en cuenta los trabajos dinámicos y estáticos, como ser los siguientes:

Entrenamiento estático:

- ❖ Se incrementa el contenido sarcoplasmático de las fibras o células musculares.
- ❖ Los núcleos de las fibras musculares se redondean.
- ❖ Las placas terminales motoras se expanden transversalmente con relación a las células musculares que inervan.
- ❖ Las capas del endomisio y del perimisio se hacen más gruesas.

Entrenamiento dinámico:

- ❖ Los núcleos adquieren forma más ovalada o fusiforme.
- ❖ Se aumenta la longitud de las células musculares.
- ❖ Las capas del endomisio y el perimisio se hacen más delgadas.
- ❖ Los filamentos de actina y miosina llegan a ser más gruesos.

(Bondarschuk, 1984)

De acuerdo al tipo de trabajo desarrollado, las fibras o células musculares sufren distintos procesos de adaptación. Por ello es necesario aclarar que los trabajos de alta intensidad, >90%, hipertrofian a todas las células musculares, pero prevalentemente a las de contracción rápida (FTE, II). Sin embargo, en el desarrollo de este tipo de metodología la actividad de determinadas enzimas, las glucolíticas y oxidativas, quedan prácticamente inhibidas para sufrir procesos de adaptación (Tesch, 1988). La inhibición de las mismas no existe en los fisicoculturistas debido a que los mismos trabajan en volúmenes relativamente altos (altas repeticiones) con relación a los pesistas. Por el otro lado, estos últimos tienen aumentado los niveles de sustratos tales como el glucógeno, ATP, fosfocreatina y creatina (Mac Dougall, 1977). El aumento de la fosfocreatina se sitúa entre un 20 a 75% de los valores iniciales, es decir, de antes de iniciar el proceso del entrenamiento (Hollmann/ Hettinger, 1976, 1980, 1990). Los entrenamientos con cargas moderadas, pero con elevado número de repeticiones, irán lentificando la velocidad de contracción de las fibras del grupo II. Todo esto influye en la dinámica gestual. Esto se manifiesta en que el entrenamiento dinámico realizado con lentitud, mejorará la fuerza de la velocidad lenta. Sin embargo, un entrenamiento dinámico realizado con elevada velocidad, no solamente mejora la fuerza de los movimientos rápidos, sino también la de los lentos (Moffroid/Whipple, 1970). Además, mediante la metodología del trabajo dinámico concéntrico a velocidad relativamente elevada, se optimiza la coordinación neuromuscular. Mediante la fuerza dinámica excéntrica, especialmente la pliometría, se incrementa la velocidad de movimiento.

CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO

Al analizar los métodos de entrenamiento nos podemos percatar de inmediato que no todos ellos están orientados hacia el desarrollo de la fuerza muscular. Inclusive al utilizar una misma carga de trabajo no siempre se obtienen los mismos resultados. Básicamente los métodos de entrenamiento se dividen en tres, a saber:

- Método de las cargas altas,
- Método de las cargas medias,
- Método de las cargas bajas.

Pasemos a desarrollar a cada una de los mismos:

Método de cargas altas

Trabajo dinámico concéntrico I

- 1 serie con el 80%, 6 repeticiones.
- 1 serie con el 85%, 5 repeticiones.
- 1 serie con el 90%, 3 repeticiones.
- 1 serie con el 95%, 2 - 3 repeticiones.
- 1 serie con el 100%, 1 sola repetición.

Velocidad de ejecución: máxima

Pausa entre cada serie: 3 a 5 minutos.

Objetivo del entrenamiento: *fuerza muscular.*

Trabajo dinámico concéntrico II

- Se realizan de 5 a 6 levantamientos con el 100% de la máxima capacidad.
- Se trabaja con levantadores de pesas de elite.
- Las pausas oscilan de 3 a 5 minutos entre cada levantamiento.

Objetivo del entrenamiento: *fuerza muscular.*

Trabajo con máximas tensiones estáticas

- Máxima tensión muscular: 100%
- 6 - 8 repeticiones.
- 5 - 6 segundos de duración.
- 3 a 5 minutos de pausa entre cada tensión.

Objetivo del entrenamiento: *rehabilitación.*

Observación: este método de trabajo perjudica la coordinación intermuscular.

Trabajo con máximas tensiones excéntricas

- Cargas del 130 - 150% de la máxima fuerza estática.
- 2 a 3 series.
- 4 a 5 repeticiones.
- 3 minutos de pausa.

Objetivo del entrenamiento: *fuerza muscular.*

Observación: esta forma de trabajo produce micro y macro lesiones en elevada medida.

Entrenamiento con máximas tensiones excéntricas - concéntricas.

- Cargas del 60 - 80% (concéntrica) y >100% (excéntricas).
- 4 - 6 series
- 6 - 8 repeticiones
- 3 - 5 minutos de pausa.

Objetivo: *fuerza muscular.*

Observaciones: las mismas que para el caso anterior.

Método de cargas medias

- Cargas del 60 al 80%
- 4 a 6 series
- 8 a 6 repeticiones
- 2 a 3 minutos de pausa

Velocidad de movimiento: elevada

Objetivo: *velocidad en la fuerza.*

Series extensivas (I) "Split"

- Una serie de trabajo para un grupo muscular.
- Se comienza el trabajo con el 80 - 90% de la máxima capacidad.
- Se va quitando peso dentro del desarrollo de la serie a medida que se llega al límite de movimientos posibles con cada nivel de carga.
- Velocidad de movimiento: controlada.

Objetivo: *resistencia anaeróbica de los músculos participantes, con elevada activación de la dinámica glucolítica.*

Series Extensivas (II) "trampa"

- 1 a 2 series de trabajo para un grupo muscular específico.

- Se llega hasta la última repetición "estricta", luego se hacen repeticiones "extras".
- mediante movimientos más cortos, incompletos,
- mediante impulsos adicionales,
- mediante ayuda adicional (otra persona).
- Pausa: 10 minutos.

Velocidad de movimientos: controlada.

Objetivo: el mismo que en el caso anterior.

Series Extensivas (III) "pre-agotamiento"

- Se trata de fatigar a un músculo determinado el cual luego sigue trabajando en otro ejercicio dentro de un equipo de músculos.
- Ejemplo: se agotan primero los flexores horizontales del hombro: pectoral mayor y coracobraquial y luego estos músculos siguen trabajando en el "press" de banco.

Objetivos: Igual que en el caso anterior.

Método de cargas bajas (I)

- Cargas del 60 al 30%.
- 4 a 6 series.
- 8 a 12 repeticiones.
- Velocidad de movimiento: rápida.
- Pausa: 2 a 3 minutos.

Objetivos: *velocidad en la fuerza y velocidad de movimiento.*

Método de cargas bajas (II)

- Cargas del 60 al 30%.
- 1 a 2 series.
- 30 a 50 repeticiones.
- Pausa: >10 minutos.
- Velocidad de movimiento: regulada.

Objetivo: *resistencia aeróbica - anaeróbica.*

Método de cargas bajas (III)

- Cargas en el límite del 30%
- 4 a 6 series.

- 8 a 12 repeticiones.
- 2 a 3 minutos de pausa.
- Velocidad de movimiento: rápida.

Objetivo: *velocidad de movimiento.*

Método de cargas bajas (IV)

- Cargas en el límite del 30%.
- 1 serie.
- cientos de repeticiones.
- Velocidad de movimiento: regulada.

Objetivo: *resistencia aeróbica.*



Entrenamiento isokinético (máquinas)

- Se realizan 3, 4 series.
- 6 - 8 repeticiones
- Pausa de 3 minutos.
- Observaciones:
 - ❖ La tensión muscular es constante.
 - ❖ Se eliminan articulaciones intermedias.
 - ❖ La velocidad de movimiento (regulable) es constante en todo el recorrido angular.
 - ❖ Se puede realizar tanto de manera concéntrica como también excéntrica.
 - ❖ Se pueden realizar mayor cantidad de repeticiones reduciendo las cargas y desarrollando la resistencia.

Método reactivo

Rebotes, saltos, saltos en profundidad.

Rebotes

- Rebotes en el lugar con extensión enérgica de los miembros inferiores.
- 10 - 12 repeticiones (flexión "paralela")
- 12 - 15 repeticiones (pequeña flexión).
- 4 - 6 series.
- 3 minutos de pausa.

Salto

- 5, 7, 9, 11 saltos continuos sobre una pierna: apoyo alterno y/o sobre la misma pierna.
- 6 a 8 series.
- 1 - 3 minutos de pausa.

Salto en profundidad: pliometría.

- Se cae de una altura de 0,50 cm. a 1.00 mts. e inmediatamente se efectúa una máxima extensión explosiva en altura o longitud.
- 5, 6 series.
- 5, 6 repeticiones.
- 3 minutos de pausa.

Observaciones:

- El tiempo de contacto con el piso no debe ser demasiado prolongado.
- El piso debe ser relativamente firme.
- Las rodillas se flexionan hasta un ángulo adecuado de tracción: 90 - 110°.
- Objetivos: los rebotes, saltos y saltos en profundidad tienen como principal objetivo el desarrollo de la saltabilidad.



Bibliografía

- ÁLVAREZ, J., LÓPEZ CHICHARRO, J.; FERNÁNDEZ VAQUERO, A. "Desarrollo de la Fuerza Muscular" (9) Editorial Panamericana (1995).
- ASMUSSEN, E.: "Growth in Muscular Strength and Power en G.L. Rarick. "Physical Activity Human Growth and Development". Academic Press. Inc., New York. (1973).
- ASTRAND, P. O.; K. RODAHL. "Fisiología del trabajo físico". Edit. Médica Panamericana (1992).
- BARRET, H.; BAECHLE, T.: "Strength Training for Female Athletes. A Review of Selected Aspects". Sport Medicine. 9. (1990).
- BREUNING, M.: "Das Krafttraining im Kindes- und Schüleralter als Präventivmassnahme". Haltung und Bewegung. (8) (1985).
- COLLIANDER, E.B.; TESCH P.A.: "Effects of eccentric and concentric muscle actions in resistance training". Acta Physiol. Scand. 140. (1990).
- CURETON, K.J.; COLLINS, M.A.; HILL, D.W.; MCELHANNON, F.M.: "Muscle hypertrophy in men and women". Medicine Sci. Sports Exerc. 20 (4) (1988).
- FETZ, F.: "Sportmotorische Entwicklung". Viena (1982). Citado por Martin, D. "Training im Kindes- und Jugendalter" Hofmann - Verlag - Schondorf (1988)
- GARFINKEL, S.; E. CATRELLI: "Relative changes in maximal force, EMG, and muscle cross-sectional area after isometric training". Med. Sci. Sports Exerc. (24)11. (1992).
- GOLLNICK, P.D.; D. PARSONS, C.R. OAKLEY: "Differentiation of Fiber Types in Skeletal Muscle from a Sequential Inactivation of Inactivation of Myofibrillar Actomyosin ATPase during Acid Preincubation". Biochemistry (77) (1983).
- HEGEDÜS, J. DE: "Estudio de las capacidades físicas; La Fuerza" Lecturas: Educación Física y Deportes. Año 3, Nº 9. Buenos Aires. Marzo 1998 <http://www.efdeportes.com>
- HOLLMANN, W., T. Hettinger: "Sportmedizin Arbeits - und Trainingsgrundlagen" Schattauer. (1976, 1980, 1990).
- HOLLMANN, W.: Training, Grundlagen und Anpassungsprozesse". Hofmann Verlag Schondorf. (1990).
- HILL A.V.: "The mechanics of voluntary muscle". Lancet (261) (1951).
- IKAI, M., A.H. Steinhaus. "Some factors modifying the expression of human strength". Journal appl. Physiol (16) (1961).

- LIETZKE, M.: "Relation between Weight Lifting Total and Body Weight". Science 124:486 (1956).
- MARTIN, D.: "Training im Kindes- und Jugendalter". Hofmann Verlag Schondorf. (1988).
- MOLNÁR, G.: "Musculación". 1er. Curso Nacional de Especialización en Musculación. Montevideo (1991)-
- MOLNÁR, G.: "Entrenamiento y Deporte Infantil". Montevideo. (1994).
- SALTIN, B.; P.D. GOLLNICK: "Skeletal Muscle Adaptability: Significance for Metabolism and Performance", in L.D. Peachey, R.H. Adrian, and S.R. Geiger (eds), "Handbook of Physiology, section 10: Skeletal Muscle". American Physiological Society, Williams & Williams, Baltimore (1983).
- STOBY, H.: "Kraftentstehung, Kraftabstufung und Bewegungsgeschwindigkeit bei verschiedenen Kontraktionsformen" Beiträge zur sportlichen Leistungsförderung. Biomedizin und Training. Bartel & Wernitz Berlin. (1972).
- VERHOSHANSKY, J.: "Grundlagen des speziellen Krafttrainings im Sport". Theorie und Praxis der Körperkultur. Berlin. Beiheft 3. (1971).
- WILMORE, J.H.; L.D. COSTILL: "Physiology of Sport and Exercise". Human Kinetics. (1994).
- ZACIORSKI, V.M.: "Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers". Bartels & Wernitz. Berlin (1972).

CAPÍTULO 4



LA RESISTENCIA

METODOLOGÍA DE ENTRENAMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA

Objetivos fundamentales del entrenamiento de la resistencia en el deporte

Al respecto se puede acotar lo siguiente:

- ❖ Desarrollar la capacidad de mantener durante el esfuerzo una elevada magnitud de trabajo, en la cual la "fatiga latente" (es decir, la que se puede sostener sin caída del rendimiento) se prolonga todo lo posible.
- ❖ Disponer de una elevada gama de velocidades y/o variaciones funcionales, las cuales pueden ser utilizadas durante el desarrollo de la competencia y según sus necesidades.
- ❖ Optimizar en la mayor medida posible los distintos aspectos que estructuran la resistencia específica del deportista: sean los técnico-biomecánicos, como también los bioenergéticos.
- ❖ Desarrollar de manera óptima la economía del trabajo muscular específico durante todo el desarrollo de la competencia.
- ❖ Establecer una condición psico-temperamental equilibrada y razonable en el deportista, la cual luego pueda ser utilizada de manera favorable durante el desarrollo de la competencia.

- ❖ Capacitar al deportista no solamente en el aspecto técnico y biofuncional, sino también en el estratégico-táctico, lo que podríamos denominar como "aspecto intelectual competitivo".

Distintas modificaciones biofuncionales como producto del entrenamiento de la resistencia

Modificaciones en el área respiratoria.

- ❖ Capacidad vital
- ❖ Incremento del volumen minuto respiratorio
- ❖ Incremento en el equivalente respiratorio
- ❖ Incremento en el cociente respiratorio
- ❖ Incremento en la difusión pulmonar
- ❖ Incremento en la diferencia arterio-venosa

Si bien no es un factor decisivo, es llamativa la gran capacidad vital que poseen algunos fondistas de clase internacional. En determinados casos llega a alcanzar magnitudes de 6 y 7 litros por espiración forzada (luego de una inspiración también forzada). En personas de vida sedentaria dichos valores alcanzan 3-4 litros. Unido a ello tenemos el volumen minuto respiratorio, lo cual significa la magnitud de aire espirada en el lapso de un minuto, el cual en reposo llega hasta unos 50-60 L · min⁻¹. Con el incremento de la intensidad del trabajo aumentan tanto el volumen corriente, como también la frecuencia respiratoria, por lo que el volumen minuto se acrecienta. Así tenemos entonces que se obtienen valores por encima de los 100 L · min⁻¹ aunque en fondistas de muy alto nivel este valor se puede llegar a duplicar. También se producen modificaciones en el equivalente respiratorio, es decir, en el cociente entre la ventilación pulmonar y el consumo de oxígeno, teniendo especialmente en cuenta cuál es la magnitud de aire que se debe de respirar para consumir un litro de oxígeno. Teóricamente, cuanto mayor es el nivel del fondista, tanto menor es la ventilación pulmonar para obtener la misma magnitud de oxígeno: ¡Existe gran economía!

El cociente entre el CO₂ producido y el O₂ consumido, es lo que se denomina como el cociente respiratorio. Este cociente nos da el valor del combustible consumido. El cociente en reposo se expresa por el valor de 0,80, lo que significa que se está metabolizando en forma preponderante AGL por sobre la glucosa. A medida que se incrementa la intensidad del esfuerzo, este valor también se va incrementando, llegando a valores por encima de 1, lo que significa que se está consumiendo en forma preponderante glucosa. En fondistas altamente entrenados se pueden desplegar esfuerzos más intensos con relación a personas de vida sedentaria y

seguir utilizándose en forma preponderante AGL. Es indudable que todo esto es necesario acoplarlo a la *difusión pulmonar*. Esto también se conoce como "coeficiente de difusión" de los gases respiratorios a través de la membrana alvéolo capilar, es decir, la capacidad de difundirse tanto el oxígeno como también el dióxido de carbono. Obviamente dichos gases se difunden en direcciones opuestas. El primero de ellos se difunde hacia el capilar, mientras que el segundo hacia el alvéolo. Si bien los deportistas altamente entrenados presentan un coeficiente de difusión que es similar a las personas de vida sedentaria en reposo, es decir unos 20-25 mL · min⁻¹ · mm Hg⁻¹ (Barbany, 1990), la gran diferencia se presenta durante esfuerzos de alta intensidad, en los cuales en los deportistas la magnitud del reposo se llega a triplicar.

En los atletas altamente entrenados en resistencia se presenta una gran diferencia arterio-venosa, es decir, una significativa diferencia entre el oxígeno arterial y el venoso. Durante el reposo, la concentración de oxígeno oscila en unos 20 ml por 100 ml de sangre arterial, mientras que la venosa es de unos 14 ml. La diferencia entre ambas representa la magnitud de oxígeno que se consume, extraído o removido desde el torrente sanguíneo por parte de las distintas masas musculares que actúan durante el esfuerzo. A esto precisamente se le denomina como -VO₂ dif. Estas magnitudes se irán incrementando con el aumento de la intensidad del esfuerzo. La diferencia arterio-venosa puede llegar a descender hasta prácticamente cero en esfuerzos de muy alta intensidad (Astrand y col.; Astrand y Rodhal; Hollmann/ Hettinger; Wilmore/ Costill).

Modificaciones en el área cardiovascular

Las mismas se producen de la siguiente forma:

- ❖ Incremento de la silueta cardíaca
- ❖ Incremento del volumen de la eyección sistólica
- ❖ Incremento del volumen minuto
- ❖ Disminución de la frecuencia cardíaca para una misma carga de trabajo
- ❖ Aumento en la duración tanto de la sístole como de la diástole
- ❖ Disminución en la necesidad de oxígeno por parte del miocardio para una misma carga de trabajo
- ❖ Similar o menor presión sistólica para una misma carga de trabajo
- ❖ Incremento de la reserva coronaria
- ❖ Disminución de la velocidad circulatoria
- ❖ Igual o mayor volumen de tejido sanguíneo
- ❖ Igual o superior contenido de mioglobina
- ❖ Incremento de la red capilar

(Hermansen, Ekblom, Saltin, 1970; Hollmann, Hettinger, 1990; Barbany, 1990; Wilmore, Costill, 1994).

El gasto cardíaco se incrementa con la carga de trabajo, pero muy especialmente en personas entrenadas. Así entonces el volumen minuto cardíaco se incrementa de los 5-6 litros en reposo hasta unos 25 en una carga de alta intensidad, e incluso hasta unos 40 litros para una persona muy entrenada en resistencia (Reindell y col. 1960). Sin embargo hay que destacar que el máximo potencial se incrementa hasta un límite, puesto que al 75-80% del VO_2 máximo la magnitud del VMC se estabiliza. La disminución de la frecuencia cardíaca para una misma carga nos demuestra un verdadero proceso de adaptación, de economía, hecho que está relacionado con el incremento de la diferencia arterio-venosa y una incrementada distribución sanguínea debido al aumento de la red capilar: *capilarización*. De todas maneras, la dinámica cardiovascular no está relacionada únicamente con el área respiratoria, sino también con la muscular.

Modificaciones en el área muscular

Las alteraciones que se producen en la masa muscular del atleta como producto del entrenamiento sistemático de la resistencia son de las más importantes. Hasta se puede decir que el músculo es el responsable directo del rendimiento, de la mejora del deportista en su especialidad. La masa muscular constituye el verdadero factor limitante de la eficiencia del atleta. Con relación a este punto se deben destacar lo siguiente:

- Consumo de oxígeno
- Oxidación del NADH^+
- Remoción del lactato residual
- Incremento de la dinámica enzimática mitocondrial
- Contenido energético celular

El consumo de oxígeno es uno de los aspectos más valorizados en el entrenamiento moderno de la resistencia. Los distintos estudios en laboratorio han llegado a demostrar que una persona de unos 79 Kg. de peso, con temperatura ambiental apropiada, consume unos $150 \text{ a } 200 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ para toda su masa corporal y en estado de reposo. Los valores llegan a ser similares, tanto para sedentarios, como también para personas entrenadas. Pero teniendo en cuenta el máximo consumo de oxígeno por cada kilogramo de peso corporal, las diferencias entre los deportistas entrenados y las personas de vida sedentaria llegan a ser sumamente grandes cuando se trata de esfuerzos de elevada intensidad. Los valores que manejan actualmente los fondistas de clase internacional para las cargas de elevada magnitud son de $> 80 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, en donde se destacan los esquiadores y los ciclistas. En Cuadro N° 7, se hace referencia al consumo de oxígeno relativo (es decir, por cada kilogramo de peso corporal) en personas de distinto nivel:

MÁXIMO CONSUMO DE OXÍGENO RELATIVO	
Sedentarios	Consumo
Mujeres (20 – 30 años)	30 – 40 ml / kg / min
Varones (20 – 30 años)	40 – 55 ml / kg / min
Deportistas fondistas de alto nivel	
Mujeres	60 – 70 ml / kg / min
Varones	80 – 90 ml / kg / min
Personas normalmente entrenadas en resistencia	
Ambos sexos	55 – 65 ml / kg / min

Cuadro N° 7 (Basado en Zintl, 1988)

La entrada de oxígeno que traspasa la membrana mitocondrial está básicamente orientada a la captación de iones de hidrógeno y de carbono formando de esta manera H_2O y CO_2 .

Esto puede ser visualizado de la siguiente forma:

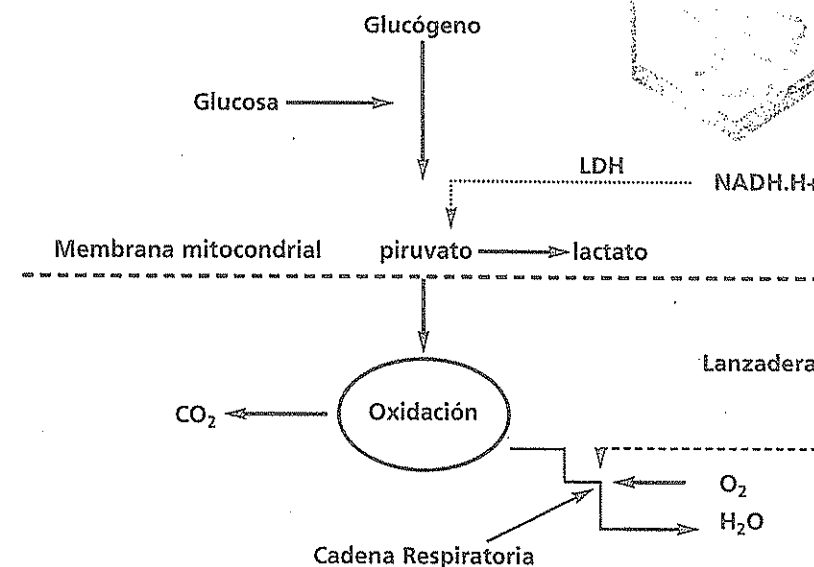


Figura 4. Esquema básico del metabolismo energético.

Desde este resumen del ciclo oxidativo comprendemos la importancia de la oxidación del NADH+ en la cadena respiratoria de la mitocondria, pues en caso contrario se favorece la formación de lactato. Entonces, la eficiencia del gran atleta es oxidar los iones de hidrógeno en el ciclo oxidativo, aun en elevadas magnitudes de trabajo en la unidad de tiempo, caso de los corredores, ciclistas, esquiadores y nadadores fondistas de alto nivel competitivo mundial. Esto posibilita la formación de menores magnitudes de lactato para una carga absoluta de trabajo, frente a otros deportistas que están desplegando el mismo esfuerzo.

La remoción de lactato también juega un papel fundamental para la eficiencia del deportista, dado que en la mayor dinámica en que esto se produce, tanto más elevada puede ser la intensidad de trabajo sin claudicaciones. Lo ideal es que la tasa de remoción sea igual (teóricamente) a la de su producción (Brooks, Fahey, 1984; Mazza, 1989; Molnár y col, 1993) con un estado de equilibrio o "steady state" de dicho producto (Heck, 1989). ¿Cuáles son las vías de remoción del lactato? Una de ellas es su oxidación en las mitocondrias de las células que la produjeron, es decir, se hace el camino inverso al paso anterior: de piruvato a lactato y en este caso, de lactato a piruvato. Luego de ello se sigue el camino de oxidación convencional dentro de la mitocondria. Cuando la cuota de lactato llega a niveles muy altos, entonces una elevada porción del mismo pasa a la sangre en donde sigue varias vías: una determinada cantidad pasa al hígado para la neo-formación de glucógeno (ciclo de Cori), otra porción pasa a otros grupos musculares en donde se oxida y aun otra magnitud pasa también al corazón en donde sufre este mismo proceso. Lo ideal es, sin embargo, el primer paso: lactato a piruvato dado que al oxidarse dichas moléculas de lactato producen ATP y se ahorra con ello glucosa. ¿En cuáles circunstancias se remueve más rápidamente el lactato? En las cargas aeróbicas de baja intensidad, situadas a menos del 50% del VO_2 máx. A medida que transcurre el esfuerzo se irá disminuyendo paulatinamente la intensidad del mismo y de esta manera la dinámica de remoción se activa notablemente (Alarcón, 1992; Molnár, 1993). Es por dicho motivo que se sugiere un trote algo rápido al comienzo de la recuperación el cual se va ir aquietando paulatinamente.

Otro factor a tener en cuenta es el incremento del volumen mitocondrial, dado que los mismos aumentan en cantidad, como también el tamaño de las mismas. La hipertrofia mitocondrial se debe específicamente al incremento de sus crestas, el cual llega a casi el 70% según determinadas investigaciones (Howald, 1984). El aumento de las crestas mitocondriales marcha paralelo a la concentración de enzimas oxidativas, especialmente la suscinato deshidrogenasa, malato deshidrogenasa y citocromo oxidasa. Esto favorece una incrementada dinámica para la producción de energía oxidativa, con una aceleración de la degradación de glucosa sin producir valores elevados de ácido láctico.

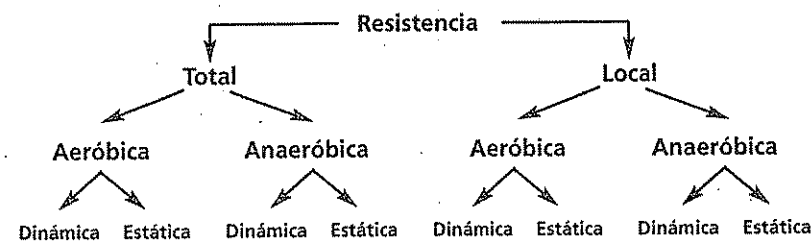
El entrenamiento aeróbico sistemático a distintas intensidades posibilita una mayor concentración de glucógeno hepático como también muscular (Bergström/

Hultman, 1967). El incremento de la concentración de este importante sustrato oscila entre un 30 al 100%. Además de ello se reduce la concentración de tejido adiposo subcutáneo, pero por el otro lado se incrementan los depósitos grasos a nivel intracelular (Hoppeler y col. citado por Hollmann/Hettinger, 1990). Por lo tanto, el entrenamiento sistemático de la resistencia incrementa los reservorios energéticos.

Clasificación de la resistencia

Una de las clasificaciones más importantes y utilizadas desde aproximadamente mediados de los años setenta del siglo pasado, es la desarrollada por Hollmann (1976). Dicha clasificación tiene en cuenta los siguientes puntos:

- ❖ La magnitud de las masas musculares involucradas en el esfuerzo,
- ❖ La intensidad del trabajo, lo que determina si el mismo es aeróbico o anaeróbico.
- ❖ El tipo de acción muscular: trabajo estático o dinámico.



Cuadro N° 8. Clasificación de la resistencia (Hollmann/ Hettinger, 1976, 1980, 1990).

De esta manera podemos ver que existe una carga de trabajo que es "total", es decir, que participan en el esfuerzo varios grupos musculares o núcleos articulares. El esfuerzo es "total" cuando participan más de 1/6 a 1/7 del total de las masas musculares, en caso contrario el trabajo es local (menos de 1/6 a 1/7). ¿Por qué esta diferenciación? Ello se debe a que en el trabajo "total" participan las grandes funciones: aumenta la frecuencia cardíaca y respiratoria, hecho que casi no ocurre con las cargas "locales".

Es de hacer notar que la práctica del deporte insume un trabajo "total", no existen prácticamente los deportes "locales" dado que en la misma participan quizás sólo una muñeca, una rodilla, un codo, etc. Ya la práctica del ciclismo es un trabajo de índole "total".

Luego sigue la clasificación de "aeróbica" y "anaeróbica". Ello se debe al metabolismo involucrado. Lo marca la intensidad del esfuerzo, lo que permite que el

mismo sea corto o breve. Básicamente podemos decir que toda carga que se manifieste en una duración mayor a los 2-3 minutos, ya constituye una carga prevalentemente aeróbica. Si se sostiene por debajo de estos márgenes, entonces prevalece el metabolismo anaeróbico. *Cuanto más se alejan las cargas de estos márgenes de 2-3 minutos, más predomina un metabolismo: hacia arriba el aeróbico y hacia abajo el anaeróbico.* Este es un aspecto práctico que hay que tener muy en cuenta. Luego el trabajo puede ser "dinámico" y "estático", es decir, puede haber o no movimiento. Un ejemplo de resistencia total aeróbica dinámica lo constituye una carrera de fondo (carrera, ciclismo, nado, remada), en donde el esfuerzo dura varios minutos o quizás horas, en donde participan varios grupos musculares y en donde obviamente hay movimiento. En cambio, un ejemplo de resistencia total anaeróbica dinámica lo constituye una carrera de 400 metros o nadar 50 metros a toda velocidad. En cuanto al trabajo local aeróbico dinámico (que en realidad no existe en el deporte), lo constituye efectuar flexiones de un codo sosteniendo una carga muy liviana (o flexionar el codo sin ninguna carga) durante un período prolongado, que se desarrolle durante varios minutos. Un trabajo local aeróbico estático, en cambio, es simplemente sostener el codo en ángulo recto con una pequeña o ninguna carga durante un lapso prolongado, hasta la imposibilidad de mantener ese ángulo. Es indudable que localmente estará trabajando el sistema aeróbico. Para el metabolismo anaeróbico local dinámico tenemos la misma flexión de un solo codo, pero moviendo una carga relativamente elevada, lo que permitirá desplazarla durante unos pocos segundos. Para lo estático tenemos que mantener el codo en posición de ángulo recto con un peso elevado, lo que permitirá dicha posición solamente algunos segundos.

Clasificación de la resistencia de acuerdo a la duración del trabajo (Neumann).

El esfuerzo también se puede dividir de acuerdo a su duración (siempre relacionado con la intensidad). Así entonces hablamos de:

- ❖ Resistencia de corta duración (RCD): entre 15" y 2 min.
- ❖ Resistencia de mediana duración (RMD): entre 2 y 10 min.
- ❖ Resistencia de larga duración I (RLD - I): entre 10 y 30 min.
- ❖ Resistencia de larga duración II (RLD - II): entre 30 y 90 min.
- ❖ Resistencia de larga duración III (RLD - III): entre 90 min. y 6 horas.
- ❖ Resistencia de larga duración IV (RLD - IV): muchas horas.

Cada uno de estos esfuerzos alcanza a los metabolismos de distinta forma. Obviamente el primero es anaeróbico, pero luego los siguientes tienen predominancia aeróbica, especialmente los últimos. Pero aun dentro del área aeróbica, según la intensidad, las enzimas y los sustratos se dinamizan de distinta forma. Los pri-

meros movilizan preponderantemente glucosa, mientras que en los dos últimos tiene dominante ingerencia los AGL.

Luego, en la siguiente unidad, veremos los métodos de entrenamiento a utilizar para cada una de estas distintas áreas, como también su compromiso para cada actividad deportiva.

- ❖ Área del fosfágeno o ATP - CP
- ❖ Área de la potencia láctica
- ❖ Área de la capacidad o tolerancia láctica
- ❖ Área del máximo consumo de oxígeno o nivel aeróbico alto
- ❖ Área supraaeróbica o nivel aeróbico medio
- ❖ Área subaeróbica o nivel aeróbico bajo.

(Basado en Maglisco / Mazza, 1989; Hegedüs, 2003)

Desde el punto de vista puramente práctico esto se puede estructurar también de la siguiente forma:

Velocidad pura Fuerza - velocidad en la fuerza- Agilidad Ámbito anaeróbico alactácido (Cargas hasta unos 8 segundos)
Velocidad prolongada - resistencia de velocidad resistencia de fuerza (Cargas entre 8 y 90 segundos)
Resistencia Ámbito aeróbico (Cargas por encima de los 90 segundos de duración)

Cuadro N° 9. Áreas metabólicas básicas.

Al respecto y siempre desde el punto de vista práctico, es importante el saber determinar en cuál ámbito se encuentre el deportista durante el proceso de su entrenamiento y/o competencia. Al respecto se han dado algunos parámetros mediante los cuales el deportista se puede servir:

	Área del bajo nivel aeróbico (Sub aeróbica)	
Frecuencia cardíaca (c.p.min.)	Frecuencia respiratoria (en 15 seg.)	Nivel de lactato sanguíneo (mMol · L ⁻¹)
~130-165	~5-8	~2-4

Área del nivel aeróbico medio (Superaeróbica)		
Frecuencia cardíaca (c.p.min.)	Frecuencia respiratoria (en 15 seg.)	Nivel de lactato sanguíneo (mMol · L ⁻¹)
~165-175	~8-12	~4-6

Área del máximo consumo de oxígeno Alto nivel aeróbico		
Frecuencia cardíaca (c.p.min.)	Frecuencia respiratoria (en 15 seg.)	Nivel de lactato sanguíneo (mMol · L ⁻¹)
~175-190	~12-13	~6-10

Área de la tolerancia y potencia anaeróbica láctica		
Frecuencia cardíaca (c.p.min.)	Frecuencia respiratoria (en 15 seg.)	Nivel de lactato sanguíneo (mMol · L ⁻¹)
>190	>13	>10

Cuadro Nº 10. (Autores varios, resumido y elaborado por Molnár, Alarcón, Mocagata, Rocas, Hegedüs, 1997; Hegedüs, 2000).

Todos estos aspectos se deberían tener en cuenta con vistas al logro del más alto nivel del rendimiento sea el caso de un deportista en forma individual o de un equipo.

Antes que nada, los distintos métodos de entrenamiento deben tener en cuenta las características propias de cada especialidad. Por dicha causa es necesario tener en cuenta que el peor error que puede cometer el entrenador o instructor deportivo, es el de entrenar sistemáticamente a su dirigido en un área funcional que no corresponda a su especialidad.

Efectos del entrenamiento sistemático por áreas funcionales

Los distintos trabajos en el nivel aeróbico bajo o subaeróbico pueden tener diferentes impactos a nivel biofuncional, es decir, existen algunas subdivisiones, como se puede observar a continuación:

SUBDIVISIÓN DEL NIVEL AERÓBICO BAJO (SUBAERÓBICO)	
Área funcional del nivel aeróbico bajo I regenerativa	Aumento del número de mitocondrias, mioglobina y las enzimas oxidativas. Se estimula la acción hemodinámica (capilarización), cardiovascular y respiratoria. Aumento de la oxidación de las grasas, remoción y oxidación del lactato residual. Alto efecto regenerativo celular en los procesos de restauración. Eleva el umbral aeróbico de lactato.
Área funcional del nivel aeróbico bajo II	Aumento del número y tamaño de las mitocondrias, con incremento de la mioglobina y actividad enzimática. Aumento del nivel de oxidación de los ácidos grasos. Alta tasa de remoción y oxidación del lactato residual. Aumento de las reservas de glucógeno y su economía, aunque en menor medida que en el caso anterior. Efecto regenerativo celular en los procesos de restauración, con desarrollo de la capacidad aeróbica. Efectos cardio-respiratorios similares al caso anterior. Ritmo competitivo más específico.
Área funcional del nivel aeróbico bajo III	

NIVEL AERÓBICO MEDIO O SUPERAERÓBICO	
Área Media o Superaeróbica	Aumento de la capacidad de producción - remoción del lactato ("lactate turnover") durante y después del esfuerzo, con aumento de la capacidad y velocidad enzimática mitocondrial, metabolización del piruvato, con aumento de la densidad mitocondrial. Desplazamiento del umbral anaeróbico y se comienzan a establecer las bases para el aumento del máximo consumo de oxígeno. Aumento de la eficiencia metabólica glucolítica.

NIVEL AERÓBICO ALTO O MÁXIMO CONSUMO DE OXÍGENO	
Área de Máximo Consumo de Oxígeno o Alto Nivel Aeróbico	Aumento de la potencia aeróbica, elevando la velocidad mitocondrial para oxidar moléculas de piruvato. Incremento de la velocidad de las reacciones oxidativas, con la correspondiente eficiencia en el trabajo enzimático del ciclo de Krebs y la cadena respiratoria. Aumenta el potencial redox NAD/NADH ⁺ hasta las máximas posibilidades. Aumenta la eficiencia del sistema de transporte y difusión de oxígeno con modificaciones centrales y periféricas. Aumenta la capacidad de trabajar en estados estables de lactato a velocidades por encima de la velocidad de umbral. La combustión glucogénica aeróbica llega a sus máximas posibilidades, mientras la oxidación de los ácidos grasos llega a reducirse al mínimo.

ÁREA DE LA TOLERANCIA Y POTENCIA ANAERÓBICA LÁCTICA	
Área de la tolerancia anaeróbica láctica	Aquí se incrementa en elevada magnitud la producción y concentración de lactato, tanto muscular como sanguíneo. También se incrementa la producción de amonio. La actividad mitocondrial se acrecienta a los máximos valores, de la misma manera que a nivel citoplasmático glucolítico. Se eleva la actividad de la fosforilasa, fosfofructoquinasa (PFK), como también la láctica deshidrogenasa (LDH). Se oxida en gran magnitud el NADH ⁺ a nivel del ácido pirúvico por encima de la capacidad de la cadena respiratoria. Existe incremento en la actividad de las fibras musculares del grupo II (IIC?). En gran medida también se incrementa el metabolismo del fosfágeno. Se activa la producción de los tampones alcalinos en vistas a neutralizar en la mejor medida la creciente acidosis. Puede descender inclusive el pH.
Área de la máxima potencia anaeróbica láctica, resistencia de velocidad o resistencia de fuerza	

Cuadro Nº 11. (Autores varios, resumido por Molnár, 1993,1996).

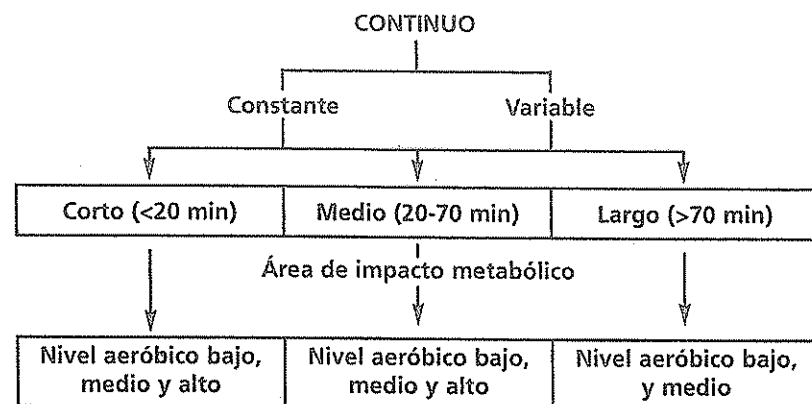
MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA

Los métodos de entrenamiento se basan en tres corrientes principales:

- ❖ Trabajo continuo.
- ❖ Trabajo fraccionado.
- ❖ Trabajo en repeticiones o intermitente.

Trabajo continuo

Consiste fundamentalmente en un esfuerzo ininterrumpido, relativamente prolongado. De manera esquemática, este método se puede desarrollar de la siguiente forma:



Cuadro Nº 12. Entrenamiento continuo y sus variantes (Según Molnár y Hegedüs, 1995; Hegedüs, 2002).

El entrenamiento continuo a velocidad constante o estable, está orientado hacia una estabilidad tanto en la velocidad, como también desde el punto de vista metabólico-funcional y técnico: corridas, brazadas, pedaleo o remada. Durante el desarrollo de este tipo de trabajo los valores metabólicos se elevan hasta determinado nivel (dependiendo de la intensidad y/o distancia) y luego se estabilizan. Por otro lado en el entrenamiento continuo a velocidad variable, existe alternancia en cuanto a intensidades se refiere. Este es el clásico y siempre vigente entrenamiento del "Fartlek", originario de Suecia a partir de los años treinta del siglo próximo pasado.

De acuerdo a la duración del trabajo, como también a la intensidad mediante la cual cada uno de estos entrenamientos continuos se desarrollan, los impactos metabólicos pueden variar (Molnár, 1995). El entrenamiento continuo de corta duración

(<20 min.) es el que puede impactar sobre todas las áreas metabólicas aeróbicas, dado que se le puede desarrollar a baja, mediana y alta intensidad.

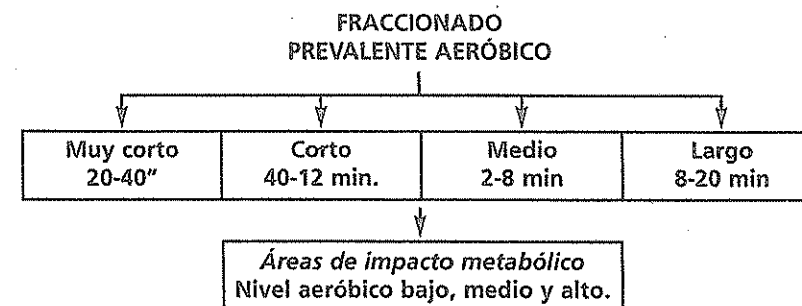
Cuando se efectúa un trabajo en el entrenamiento continuo de duración media (20-70 min.), se le puede desarrollar en alta intensidad hasta aproximadamente la media hora. Pero por encima de este guarismo ya utilizamos los parámetros correspondiente al nivel aeróbico medio o supraaeróbico. Por encima de los setenta minutos de esfuerzo apenas si nos manejamos en el nivel aeróbico medio, pero prevalentemente en el nivel bajo o subaeróbico.

Entrenamiento fraccionado: objetivos fundamentales

- ❖ Desarrollo de la velocidad en función de la resistencia.
- ❖ Adecuar la estructura cinemática del entrenamiento en forma similar o parecida al gesto competitivo.
- ❖ Desarrollo específico de los múltiples procesos biofuncionales con relación a las exigencias de la disciplina deportiva cíclica.
- ❖ ¡RITMO COMPETITIVO!

Metodología del entrenamiento fraccionado

El entrenamiento con estas características ofrece excelentes variantes debido a los distintos niveles de intensidad y pausas, teniendo siempre en cuenta al ritmo competitivo como objetivo esencial a tener en cuenta. He aquí el esquema mediante el cual se le puede desarrollar:



Cuadro Nº 13. Plazos para el entrenamiento fraccionado prevalente aeróbico.

Entrenamiento fraccionado prevalente aeróbico

Es importante destacar que las distintas áreas de trabajo aeróbicas se pueden trabajar y/o desarrollar con cargas de distinta duración. Por dicha causa no siem-

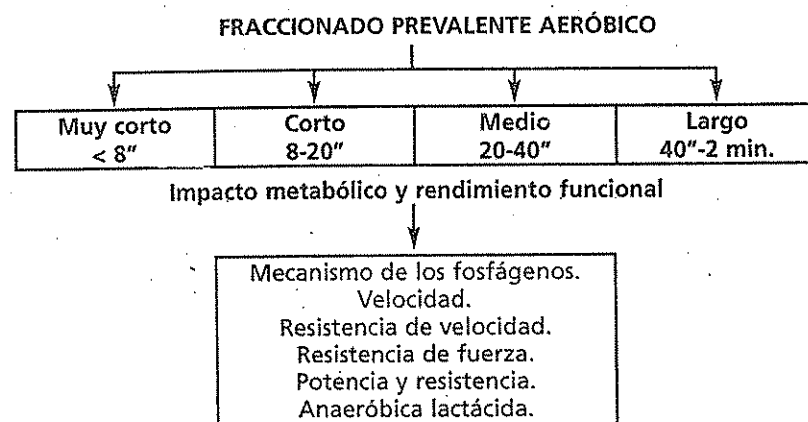
pre coincide que las distancias cortas, con un desarrollo inferior a los sesenta segundos de duración, deban ser necesariamente intensas y anaeróbicas y que solamente las prolongadas puede ser de "corte" aeróbicas. Esto está íntimamente relacionado con la estructura y/o relación entre la intensidad y las pausas entre cada uno de los esfuerzos. El entrenamiento fraccionado prevalentemente aeróbico muy corto y corto tiene, por lo tanto, una densidad muy especial, con pausas bien determinadas, en las cuales merece destacarse lo siguiente desde el punto de vista biofuncional.

Incremento del pulso de oxígeno y del volumen sistólico y minuto

Logro de elevados valores en el $\dot{V}O_2$ máx, pese a que las cargas son de relativa poca duración.

Pese a la disminución de la intensidad del trabajo en la pausa, se sigue manteniendo en la misma la combustión oxidativa a nivel mitocondrial, con lo que el trabajo funcional continúa.

Durante la pausa desciende la producción de lactato y continua su potencial de remoción con lo que descienden los valores, tanto en músculo como en sangre (Reindell, Roskamm, Gerschler, 1960; Brooks, Fahey, 1985; Åstrand, Rodhal, 1992; Mazza, 1990; Molnár, 1993).



Cuadro N° 14. (Molnár/ Hegedüs, 1995; Hegedüs, 2004).

Estructura técnica del entrenamiento fraccionado

En el entrenamiento fraccionado se deben tomar en cuenta, desde el punto de vista técnico, aspectos muy importantes que hacen a este tipo de trabajo. Al res-

pecto se considerarán la distancia y la velocidad competitiva, es decir, el volumen del trabajo fraccionado. En cierta forma toma en consideración el trecho competitivo para el cual se prepara el deportista fondista.

Pero a ello tenemos que agregar que también es importante la intensidad del esfuerzo, es decir, las velocidades que maneja el atleta en su distancia competitiva.

De todas maneras, adicionaremos determinados componentes estructurales para este tipo de actividad, los cuales son los siguientes:

- ❖ Distancia del fraccionado.
- ❖ Velocidad de cada uno de los trechos del fraccionado.
- ❖ Micro pausas.
- ❖ Macro pausas.
- ❖ Repeticiones por serie.
- ❖ Número de series.
- ❖ Repeticiones totales.



Variantes técnicas para el entrenamiento fraccionado

El entrenamiento fraccionado puede ser enfocado con distintas variantes técnicas, lo que hace a este enfoque del entrenamiento sumamente variado y rico, aportando excelentes posibilidades para el deportista.

De esta manera podemos encontrar las siguientes posibilidades básicas:

- ❖ Entrenamiento fraccionado continuo.
- ❖ Entrenamiento fraccionado seriado.
- ❖ Entrenamiento fraccionado en escalera.

Entrenamiento fraccionado continuo: características

Las mismas se pueden resumir de la siguiente forma:

- ❖ Distancia similar para cada uno de los trechos fraccionados.
- ❖ Velocidad similar para cada uno de los esfuerzos de carrera, nado, pedaleo o remada.
- ❖ Duración similar para las pausas.
- ❖ Acción similar en el desarrollo de las pausas.

Ejemplo:

DEPORTE	FRACCIONADO	REPETICIONES	VELOCIDAD	PAUSA	ACCIÓN EN LA PAUSA
Atletismo: 1.500 m	300 m.	10	48"	1.30"	Trote en 300 m
Natación: 400 m	50 m.	15	30"	1.30"	Flotar en el lugar
Ciclismo: 4.000 m	333m.	15	22" (lanzados)	2.00"	Pedalear sobre 666 m

Cuadro Nº 15. Entrenamiento fraccionado para distintas especialidades deportivas.

Una de las tendencias de los últimos años es enfocar el entrenamiento fraccionado en "bloques" o en forma "seriada", la cual se estructura de la siguiente forma:

- ❖ Se divide el trabajo en "bloques".
- ❖ Se introducen "macropausas" entre los mismos.
- ❖ Las macropausas se constituyen en recuperaciones casi completas.

Por esta causa, entonces:

- ❖ El trabajo fraccionado en bloques permite efectuar mayor cantidad de repeticiones con relación al fraccionado continuo.
- ❖ Se puede especular con respecto a la velocidad de las corridas.

Este enfoque del entrenamiento tiene especial importancia en cuanto a la practicidad del entrenamiento fraccionado para las áreas anaeróbicas lácticas.

Entrenamiento fraccionado para las áreas anaeróbicas lácticas

Dentro de este ámbito funcional, la energía se obtiene por encima de la máxima capacidad oxidativa, con elevado aporte de energía por parte de la glucólisis anaeróbica. La demanda de energía, en este caso, estimula la oxidación del NADH+ prevalentemente hacia el ácido pirúvico, por sobre la cadena respiratoria del ciclo oxidativo (Brooks/Fahey, 1986).

En esta clase de trecho la ganancia de energía estará por encima de las máximas posibilidades de la oxidación, la cual funciona a su máximo potencial. Se puede determinar por un lado las máximas velocidades en los trechos fraccionados y las velocidades específicas, relacionadas con la velocidad competitiva, por el otro.

En esta metodología de trabajo la velocidad mediante la cual se desarrolla la misma puede tener distintas orientaciones, como ser:

- ❖ Velocidad similar para todas las corridas y en todos los bloques.
- ❖ Incremento de corrida en corrida durante la misma serie.

- ❖ Velocidad constante en el mismo bloque, pero incrementándose de serie en serie.
- ❖ Velocidad alterna en la misma serie.

Para el primer caso, la ejemplificación puede ser la siguiente, utilizándose como medio a las carreras del atletismo (distancia de 200 metros) a lo que se designa como Fraccionado en "bloques":

5 x 200 m. en 30 seg. (1 min. de micro pausa).
Macro pausa de 6 min.
5 x 200 m. en 30 seg. (1 min. de micro pausa).
Macro pausa de 6 min.
5 x 200 m. en 30 seg. (1 min. de micro pausa).

Aunque existe una relación bastante estrecha entre el número de esfuerzos fraccionados y sus respectivas intensidades, como también entre las pausas intercaladas entre cada uno de ellos, también es importante considerar la variabilidad entre estos distintos elementos.

Los resultados obtenidos dentro del campo práctico han podido demostrar que la variación en distintos aspectos del entrenamiento fraccionado anaeróbico produce mejores resultados que la realización sistemática, pero invariable de los trechos fraccionados. Los entrenadores que trabajan con el principio de fraccionado y en especial, con el anaeróbico, prefieren realizar el trabajo en donde los distintos elementos que lo componen tengan variaciones: las velocidades, las distancias y las pausas.

Teniendo en cuenta el segundo caso, es decir, el incremento de la velocidad de corrida durante la misma serie la ejemplificación se puede dar de la siguiente forma:

5 x 200 metros: 30" - 29" - 28" - 27" - 26" (1') (6')
5 x 200 metros: 30" - 29" - 28" - 27" - 26" (1') (6')

Para el tercer caso, la velocidad de las corridas permanece constante, pero crece de serie en serie:

5 x 200 metros: 29" (1') (6')
5 x 200 metros: 28" (1') (6')
5 x 200 metros: 27" (1')

Teniendo en cuenta la variación de las distancias, nos podemos encontrar con las siguientes alternativas: trabajo en escalera y variación alternativa de las distancias.

- ❖ Las distancias varían de corrida en corrida, en forma de escalera.
- ❖ Las distancias se incrementan: escalera ascendente.
- ❖ Las distancias se acortan: escalera descendente.
- ❖ Las distancias varían al ser la escalera ascendente o descendente.

Para ejemplificar esta última metodología se toma como ejemplo a la carrera del atletismo, lo que nos puede dar una mejor orientación para la orientación del trabajo, teniendo en cuenta la especialidad de los 1500 metros:

Fraccionado en escalera ascendente:
400 - 600 - 800 - 1000 m.

Fraccionado en escalera descendente:
1000 - 800 - 600 - 400 m.

Fraccionado en escalera ascendente y descendente:
400 - 600 - 800 - 600 - 400 m.

Fraccionado en escalera

Para la velocidad alterna la ejemplificación puede ser la siguiente:

5 x 200m. en 30" - 26" - 30" - 26" - 30"
(1 min. de micro pausa)

Las pausas entre las distancias fraccionadas

En el desarrollo técnico de este método de entrenamiento, la intensidad como la duración de los esfuerzos permanecen invariables, sólo se modifican sistemáticamente las pausas.

Ejemplo:

200m. (2.30") 200m. (2.20") 200m. (2.10") 200m. (2.00") 200m. (1.50")

O también del enfoque puede ser con descansos alternos:

200m. (2.15") 200m. (1.45") 200m. (2.15") 200m. (1.45") 200m. (2.15").

En todos estos casos la duración de las pausas se han puesto entre paréntesis. Tanto en el primero, como en el segundo caso, se ejemplifican dos variantes básicas en la consideración de las pausas entre cada esfuerzo de 200 metros. En el primer caso se intensifica paulatinamente la dinámica del entrenamiento a través del acortamiento paulatino de las pausas. En el segundo caso se aprecia una variación cíclica de las mismas, con mayor y menor compensación de los esfuerzos.

Si bien el entrenamiento fraccionado se puede encarar tomando en cuenta específicamente las distancias, dentro de las mismas también se puede realizar un enfoque técnico tomando en cuenta tanto el desarrollo de la velocidad, como también la estructura de los gestos o movimientos. Así entonces se pueden efectuar distin-

tas variantes como ser: los movimientos son más amplios o más cortos de lo habitual (brazadas, zancadas, paladas más o menos amplias, "multiplicaciones" más o menos grandes que la habitual en la bicicleta). También mayor o menor frecuencia de movimientos cíclicos que los normales a lo que se puede agregar desplazarse en condiciones facilitadas o dificultadas con relación a lo normal (por ejemplo desplazarse en descenso o elevación de terreno).

Además es muy importante tener en cuenta la utilización del entrenamiento fraccionado teniendo en cuenta las distancias con relación al trecho competitivo. Por dicha causa tenemos a las "subdistancias" y las "sobredistancias".

Subdistancias

Por esta metodología se entiende distancias fraccionadas que se realizan por debajo del trecho competitivo. En la cuadro siguiente observamos su ejemplificación.

ESPECIALIDAD	SUBDISTANCIAS FRACCIONADAS
Atletismo	
200 m.	60 - 80 - 100 - 120 - 150 m.
400 m.	150 - 200 - 250 - 300 m.
800 m.	200 - 300 - 400 - 500 - 600 m.
1500 m.	300 - 400 - 600 - 800 - 1000 - 1200 m.
5000 m.	200 - 400 - 1000 - 1500 - 2000 m.
10000 m.	400 - 1000 - 2000 - 3000 m.
Natación	
50 m.	25 m.
100 m.	25 - 50 - 75 m.
200 m.	25 - 50 - 75 - 150 m.
400 m.	50 - 100 - 150 - 200 m.
800 m.	100 - 200 - 300 - 400 m.
1500 m.	100 - 200 - 400 - 800 - 1000 m.
Ciclismo	
Kilómetro contra reloj	333 - 666 m.
Persecución de 4000 m.	333 - 666 - 1000 - 2000 m.

Cuadro N° 16.

Sobredistancias

En este caso el deportista efectúa cargas fraccionadas cuyas distancias superan al trecho competitivo. Obviamente, en este caso se trata de especialidades

relativamente cortas, como ser las de velocidad prolongada o medio fondo del atletismo.

ESPECIALIDAD	SOBREDISTANCIAS
Atletismo	
200 m.	250 – 300 m.
400 m.	500 – 600 m.
800 m.	1000 – 1200 m.
Natación	
50 m.	75 – 100 m.
100 m.	125 – 150 m.
200 m.	250 – 300 m.
400 m.	500 – 600 m.
800 m.	1000 – 1200 m.
1500 m.	2000 m.
Ciclismo	
Kilómetro contra reloj	1200 m.
Persecución 4000 m.	5000 m.

Cuadro N° 17.

Teniendo en cuenta estos aspectos metodológicos, es necesario ajustar las distancias junto a las intensidades, las cuales tendrán en cuenta el área funcional que se quiera desarrollar.

De esta manera consideraremos las distintas áreas aeróbica oxidativas como también las anaeróbicas.

Entrenamiento práctico de las áreas aeróbicas

En todas ellas los trabajos fraccionados deberán tener en cuenta las características de cada área funcional, las cuales, como ya hemos visto anteriormente, tendrán variantes bio-funcionales. En el caso del entrenamiento del área funcional aeróbica para los deportistas fondistas y en especial referencia al atletismo, se tiene en cuenta al tiempo real de la distancia competitiva, es decir, cuál es el logro aproximado en los 5, 10 mil metros o la maratón. El fondista no debe utilizar como referencia los mejores registros que podría tener en las distancias fraccionadas. En otras palabras y a manera de ejemplo: no se debería evaluar a un corredor de los 10 mil sobre los 400 metros, dado que el ejecutar dicha distancia a la máxima velocidad, lo pondría en situación muy incómoda dado que es un trecho estructurado sobre un metabolismo diferente a su propia especialidad. Ofrece mayor seguridad estable-

cer valores porcentuales (%) de las distancias fraccionadas con relación a la mejor performance posible de la distancia competitiva. De esta manera se hace referencia al bajo nivel aeróbico o subaeróbico.

Entrenamiento fraccionado para todos los niveles de las áreas aeróbicas

(Especial referencia al fondista del atletismo).

NIVEL AERÓBICO BAJO (Subaeróbico) (~ 45 – 60 min.)

Disciplina atlética	Distancias fraccionadas y velocidad porcentual con respecto a la distancia competitiva			
	400 m.	800 m.	1200 m.	1600 m.
10.000 m	90%	85%	82%	80%
5.000 m	85%	83%	80%	76%
1.500 m	78%	76%	74%	70%

NIVEL AERÓBICO MEDIO (Superaeróbico) (~ 25 – 40 min.)

Disciplina atlética	Distancias fraccionadas y velocidad porcentual con respecto a la distancia competitiva			
	400 m.	800 m.	1200 m.	1600 m.
10.000 m	104%	102%	100%	98%
5.000 m	94%	92%	90%	86%
1.500 m	90%	88%	86%	94%

NIVEL AERÓBICO ALTO (Máximo consumo de oxígeno) (~ 15 – 20 min.)

Disciplina atlética	Distancias fraccionadas y velocidad porcentual con respecto a la distancia competitiva			
	400 m.	800 m.	1200 m.	1600 m.
10.000 m	115%	110%	108%	105%
5.000 m	106%	104%	102%	98%
1.500 m	100%	92%	90%	88%

Cuadro N° 18.

Los distintos porcentajes de carrera fraccionada se establecen de acuerdo a la velocidad competitiva. De esta forma y a manera de ejemplo, cuando queremos efectuar corridas de 400 metros para el desarrollo del nivel aeróbico bajo, entonces las pasadas deben de efectuarse al 90, 85, 78% con relación al registro de los 10, 5 y 1500 metros. Para las mismas distancias, al 104, 94 y 90%. Con relación al área del VO₂ máx. ya trabajamos a velocidades mayores: 115, 106 y 100%. Así ocurre también con los otros trechos (800, 1200 y 1600 m).

Desde otra perspectiva, el enfoque también se puede efectuar cuando el trabajo está orientado hacia distancias o especialidades más cortas, como ser trechos que se sitúan entre los 200 y los 1500 metros del atletismo. Por este motivo, si se pueden utilizar distancias fraccionadas que tienen en cuenta la velocidad máxima de las mismas. Por lo tanto el planteo es el siguiente:

ÁREA SUBAERÓBICA O NIVEL AERÓBICO BAJO (~ 45 - 60 min.)

Distancias	Velocidades	Repeticiones	Pausas
200 m	55%	36 - 38	30"
400 m	58 - 60%	20 - 22	45"
800 m	62 - 65%	10 - 11	60"
1600 m	68 - 70%	6 - 7	75"

SUPERAERÓBICO O ÁREA DEL NIVEL AERÓBICO MEDIO (~ 25 - 40 min.)

Distancias	Velocidades	Repeticiones	Pausas
200 m	65%	22 - 23	45"
400 m	65 - 70%	13 - 14	60"
800 m	72 - 75%	8 - 9	75"
1600 m	80 - 85%	4 - 5	90"

NIVEL AERÓBICO ALTO O ÁREA DEL MÁXIMO CONSUMO DE OXÍGENO (~ 20 min.)

Distancias	Velocidades	Repeticiones	Pausas
200 m	72 - 75%	12 - 13	60"
400 m	75 - 80%	7 - 8	90"
800 m	82 - 85%	4 - 5	120"
1600 m	88 - 90%	3 - 4	120" - 180"

Cuadro N° 19.

Es obvio que el número de repeticiones varía de acuerdo a la capacidad del deportista. Si se toma en consideración el máximo rendimiento de los atletas en cada una de estas distancias, entonces sacamos en conclusión que, aplicando los porcentajes a deportistas muy veloces, ello posibilita efectuar mayor número de las repeticiones para misma magnitud de tiempo. Por esta causa, un atleta de 400 metros, con un máximo rendimiento de 46 segundos corriendo a su 70% (1. 05 "7/10) y con 45" segundos de recuperación, puede efectuar entre 16 y 17 repeticiones dentro del plazo de los 30 minutos. En cambio, otro atleta que tenga como mejor registro 54 segundos para la misma distancia, con la reducción de velocidad en el mismo porcentaje y también con la misma recuperación, podrá efectuar sólo 14 ó 15 repeticiones en el plazo de la media hora. Con magnitudes de trabajo que

oscilan entre los 30 y 45 minutos, existen excelentes posibilidades para la utilización de los ácidos grasos libres y a la larga el consumo del tejido graso subcutáneo, estableciéndose una excelente relación entre la magnitud de este tejido con respecto a la masa muscular magra y con la utilización relativamente baja de los reservorios de glucógeno.

Esto nos da a entender, entonces, que el entrenamiento tiene que ser individual, dado que si bien los porcentajes pueden ser similares para todos, las velocidades serán distintas teniendo en cuenta la capacidad de los mismos.

Elección de las distancias fraccionadas

Desde el punto de vista teórico se puede utilizar cualquier distancia para el entrenamiento de las distintas áreas del sistema oxidativo aeróbico. Sin embargo, el sentido común determina que la elección de las distancias fraccionadas debería tener correlación con el trecho competitivo. De esta manera, para la exaltación de estas distintas áreas metabólicas en trechos competitivos, como ser los 5 y 10 mil metros, utilizarían fraccionadas por encima de los 400 metros, mientras que los corredores de medio fondo, como los 800 y 1500m., pueden emplear distancias más cortas. El mismo concepto se puede aplicar para un nadador de los 1500 metros, el cual no utilizaría trechos de 25 metros para mejorar su nivel aeróbico bajo o sub-aeróbico, pero sí utilizaría trechos de 200 y 400 metros.

Entrenamiento de repeticiones o intermitente para el desarrollo de la resistencia

Esta modalidad de entrenamiento tuvo sus inicios en la década de los años sesenta del siglo pasado, por medio del entrenador Arthur Lydiard y sus atletas. Consiste en corridas relativamente cortas desarrolladas a alta velocidad y con pausas también relativamente breves. Las mismas se pueden desarrollar tanto en el campo deportivo (pista), como también en lugares naturales dada la brevedad de las cargas. He aquí algunos de sus ejemplos:

5 vueltas de pista en donde se alterna 50 metros en alta intensidad por 50 metros de recuperación a trote lento (aproximadamente unos 15 - 20 segundos).
15 - 20 x 10 seg. de carrera en elevada intensidad con 15 - 20 seg. de recuperación entre cada corrida.

Esta modalidad de entrenamiento posee alto contenido de velocidad, que se traduce luego en una gran demanda energética, con sensibles modificaciones a nivel hormonal. Su aplicación debe ser cuidadosa con los corredores fondistas, puesto que en las primeras sesiones de entrenamiento se produce un sensible malestar

muscular. El entrenamiento intermitente, no solamente se puede aplicar a las carreras atléticas, sino también en otras actividades como la natación, ciclismo y deportes de conjunto.

Entrenamiento fraccionado para las áreas anaeróbicas lácticas

Dentro de este ámbito funcional la energía se obtiene por encima de la máxima capacidad oxidativa, con elevado aporte de energía por parte de la glucólisis anaeróbica. La demanda de energía en este caso estimula la oxidación del NADH^+ , prevalentemente hacia el ácido pirúvico por sobre la cadena respiratoria del ciclo oxidativo (Brooks/Fahey, 1986). En esta clase de trechos la ganancia de energía estará por encima de las máximas posibilidades de la oxidación, la cual funciona en su máximo potencial. Se puede determinar, por un lado, una subdivisión entre trechos a velocidad cercana a las máximas posibilidades y con pocas repeticiones y distancias no tan comprometidas con la máxima velocidad, las cuales aunque están situadas dentro del área anaeróbica, se desarrollan hacia distancias más prolongadas: "tolerancia" o "capacidad" anaeróbica láctica. Los esfuerzos que están situados dentro de este área también son denominados como de "velocidad prolongada" o también como de "resistencia de fuerza" (Hollmann, 1990). No es infrecuente encontrar entre atletas corredores la realización de cargas de trabajo con una frecuencia cardíaca cercana a los 200 ciclos cardíacos por minuto, con más de 20 ciclos respiratorios por cada 15 segundos y niveles de lactato que superan a los $25 \text{ mMol} \cdot \text{L}^{-1}$, especialmente en la zona de la máxima potencia láctica. La estrategia del entrenamiento varía con relación a los esfuerzos situados en las zonas de trabajo anteriormente mencionadas. Dentro de la zona de la tolerancia y la potencia láctica no existe el compromiso de "cuidarse" como es en el caso de las áreas aeróbicas. Las cargas porcentuales de trabajo están íntimamente relacionadas con el metabolismo glucolítico e incluso hasta con las demandas del fosfágeno. Las cargas anaeróbicas lácticas deben ser aplicadas en aquellas disciplinas deportivas que demanden de manera prevalente dicho metabolismo.

De todas maneras se puede admitir una diferencia entre la "capacidad" o "tolerancia" con relación a la "potencia" láctica. En el primero de los dos casos existe una visión de "horizontalidad", de "duración", en la que se le enseña al organismo a cargar una elevada lactacidemia durante un lapso relativamente prolongado, cercano a los dos minutos de esfuerzo continuo. Es indudable que en estos casos existe una buena participación del sistema oxidativo. En cambio, en el caso de la potencia láctica existe mayor "verticalismo", con esfuerzos más cortos que en el caso anterior, pero llegando a valores metabólicos sumamente elevados.

Estas cargas de trabajo se soportan hasta apenas unos 60 segundos de esfuerzo continuo.

Aplicación práctica y planificada del entrenamiento de la resistencia para la especialidad del atletismo

La aplicación de los distintos métodos de entrenamiento de la resistencia, teniendo en cuenta las variadas áreas metabólicas, constituye un compromiso muy importante para el entrenador deportivo. En este caso se harán algunas ejemplificaciones, teniendo en cuenta al clásico deporte del atletismo y las pruebas de gran fondo, fondo y velocidad prolongada. Su aplicación tendrá en cuenta los dos períodos básicos del entrenamiento: el de acondicionamiento general o preparatorio y el específico competitivo.

Ejemplo de un microciclo de entrenamiento de 15 días para un corredor de maratón. Período general o preparatorio (lejos de la competencia).

Potencia-musculación														
Máximo consumo						C								F
Nivel aeróbico medio			C							F				
Nivel aeróbico bajo	C			F				C			F			
Regenerativa														
Días del microciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nivel aeróbico bajo		F			C				F			C		
Regenerativa														

Cuadro N° 20. C = entrenamiento continuo. F = entrenamiento fraccionado.

Ejemplo de un microciclo de entrenamiento de 15 días para un corredor de maratón. Período precompetitivo (cerca de la competencia).

Potencia-velocidad														
Máximo consumo				C						F				
Nivel aeróbico medio		F						F					F	
Nivel aeróbico bajo														
Regenerativa														
Días del microciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nivel aeróbico bajo	C		C			C			C			C		
Regenerativa														

Cuadro N° 21. C = entrenamiento continuo. F = entrenamiento fraccionado.

Desde el punto de vista práctico se pueden manifestar cuáles podrían ser los contenidos del entrenamiento para este ciclo previo a la competencia de maratón.

Enfoque del entrenamiento para la maratón sobre la competencia

Potencia-velocidad	"Skipping", saltabilidad (multisaltos en todas sus variantes), progresiones de velocidad (8-10 x 60 - 80 m).
VO ₂ máx	C: 6-12 k. Al 102-105% de la velocidad pronosticada de la maratón. F: 8-10 x 100 m. al 106-108% de la velocidad pronosticada de la maratón (3').
Nivel aeróbico bajo (superaeróbico)	C: 15-20 k. Al 90-100% de la velocidad de la maratón. F: 10-12 x 1000 m. al 102-106% de la velocidad pronosticada de la maratón (2').
Nivel aeróbico bajo (subaeróbico)	C: 15-25 k. Al 80% de la velocidad pronosticada de la maratón. F: 6-7 x 1600 m. al 100% de la velocidad pronosticada de la maratón (1').
Regenerativa	30-60 minutos de carrera continua al 50% del VO ₂ máx. y/o ejercicios de ablandamiento, elongación y masaje. También se pueden realizar suaves corridas sobre 60 a 80 metros con recuperación caminando.

Cuadro N° 22.

Es interesante también considerar cómo se desarrolla el proceso del entrenamiento en distancias prevalentemente aeróbicas, pero de menor duración con relación a la maratón, como ser las carreras de 3-5 y 10 mil metros.

Aplicación de los métodos de entrenamiento en especialidades prevalentemente aeróbicas. Período general o preparatorio (3-5-10 mil metros)

Velocidad y potencia														
VO ₂ máx				C								C		
Nivel aeróbico medio														
Nivel aeróbico bajo		C				F			C				F	
Regenerativa														
Días de la semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nivel aeróbico bajo	C		C		C			C		C		C		
Regenerativa														

Cuadro N° 23. C = entrenamiento continuo; F = entrenamiento fraccionado.

Obviamente existirán determinados cambios para el período de entrenamiento específico.

Período de entrenamiento específico o precompetitivo (3-5-10 mil metros)

Velocidad y potencia														
VO ₂ máx			F					F				F		
Nivel aeróbico medio						F						F		
Nivel aeróbico bajo	F			C						F			C	
Regenerativa														
Días de la semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Regenerativa														

Cuadro N° 24.

El desarrollo del trabajo en el período de entrenamiento específico se puede ejemplificar de la siguiente forma y solamente a manera de orientación:

Enfoque práctico del entrenamiento para el período específico o precompetitivo (3-5-10 mil metros)

Potencia-musculación	Ejercicios de carrera para el desarrollo de la velocidad, multisaltos en todas sus variantes. Progresiones de velocidad (8-10 x 60 - 80 metros).
Potencia y tolerancia láctica	Eventualmente lo hacen los corredores para los 3 mil metros. No se aconseja para los corredores de 10 mil metros.
VO ₂ máx	C = ejemplo: 5-8 k. Al 95-100% de la velocidad de los 10 mil metros. F = Ejemplo: 10-12 x 400 metros al 105-110% de la velocidad de los 10 mil metros (1'30").
Nivel aeróbico medio (superaeróbico)	C = 8-15 k. El 90-95% de la velocidad de los 10 mil metros. F = Ejemplo: 12-15 x 400 metros al 100% de la velocidad de los 10 mil metros.
Nivel aeróbico bajo (subaeróbico)	C = Ejemplo: 15-20 k. Al 70-75% de la velocidad de los 10 mil metros. F = 6 x 1600 metros al 80% de la velocidad de los 10 mil metros (1'00").
Regenerativa	30-60 minutos de carrera continua y/o ejercicios de ablandamiento - elongación - masaje. También se pueden realizar corridas suaves sobre 60 a 80 metros con recuperación caminando.

Cuadro N° 25.

Es interesante además considerar a las distancias más cortas que están dentro de las áreas anaeróbica-lactácidas. De manera decreciente tenemos dentro del deporte atlético a los 1500 - 800 y 400 metros. Como ejemplificación tenemos los siguientes enfoques para dichos objetivos:

Planificación del entrenamiento teniendo en cuenta las áreas funcionales en velocidades atléticas anaeróbicas - aeróbicas: 800 y 1500 metros.

Período general o preparatorio.

Velocidad - musculación														
Potencia lactácida														
Tolerancia lactácida														
VO ₂ máx														
Nivel aeróbico medio														
Nivel aeróbico bajo														
Regenerativa														
Días de la semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Cuadro N° 26.

Obviamente los trabajos para el desarrollo de la potencia y tolerancia lactácida se efectúan mediante corridas fraccionadas, dado que aquí no cabe el entrenamiento continuo. Sin embargo, es importante tomar en cuenta el protocolo del trabajo para cada una de dichas áreas funcionales. He aquí una ejemplificación del mismo, con relación al período preparatorio.

Contenidos del entrenamiento para el período de acondicionamiento general (Corredores de 800 y 1500 metros)

Velocidad-musculación	Ejercicios para el desarrollo de la velocidad. "Skipping", multisaltos, progresiones de velocidad. Carreras sobre 40, 50, 60, 70, 80 m.
Potencia lactácida	No necesariamente se realizan en el período de acondicionamiento general.
Tolerancia lactácida	F: fraccionado sobre 200-600 m. Ejemplo: 2x6x200 m: 95-100% de la velocidad competitiva de 800 m. (Recuperación 1.30") (10") ó 4 x 600 m.: 90-95% de la velocidad competitiva de los 1500 m. (3'-4"). Se pueden efectuar toda clase de combinaciones.
VO ₂ máx	Corridas de 400-500 m. tomando en cuenta la velocidad competitiva de los 1500 m. Ejemplo: 6-7 x 400 m. al 95% de la velocidad competitiva (2.00"). También se pueden utilizar distancias superiores a los 1500 m. Por ejemplo: 2x2000 m. al 90% de la velocidad competitiva de los 1500 m.
Nivel aeróbico medio (superaeróbico)	Corridas de 400 m. Por ejemplo: 10-12 x 400 m.: 80-85% de la velocidad competitiva de los 1500 (Recuperación 1.15"). También se pueden utilizar distancias superiores.
Nivel aeróbico bajo (subaeróbico)	F: fraccionado como por ejemplo 18-20 x 400 m. al 75% de la velocidad competitiva de los 1.500 m. (45"). C: carrera sobre 8-12 kilómetros entre 140 a 160 p • min ⁻¹ .
Regenerativa	Se pueden utilizar corridas sobre 80-100 m. a mediana intensidad o trote lento entre el 30-35% de la máxima capacidad. Ejercicios de elongación, masajes manuales, hidromasaje, fisioterapia, sauna.

Cuadro N° 27.

Tratándose de disciplinas de resistencia de velocidad, en donde la oxidación tiene menor componente a favor de la glucólisis anaeróbica lactácida, en este caso la velocidad o intensidad ya tendrá mayor relevancia desde el período de acondicionamiento general y como se observa a continuación.

Período de acondicionamiento general o preparatorio (400 - 800 metros)

Velocidad - musculación														
Potencia lactácida														
Tolerancia lactácida														
VO ₂ máx														
Nivel aeróbico medio														
Nivel aeróbico bajo														
Regenerativa														
Días de la semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Cuadro N° 28.

En este caso los contenidos del entrenamiento se pueden desarrollar de la siguiente forma; a manera de ilustración:

Contenidos del entrenamiento para el período de acondicionamiento general (Corredores de 400 y 800 metros).

Velocidad-musculación	Ejercicios de asimilación para el desarrollo de la velocidad ("skipping", corridas, multisaltos). Sentadilla con pesas, press en banco, tirones de polea (remo), abdominales, extensores de cadera. Los ejercicios de carrera y los de pesas se pueden combinar (ejercicios de "contraste").
Potencia lactácida	Ya se desarrollan en este período, aunque no se llegan a valores de máxima intensidad. Ejemplo: 4-5x200 m. al 95% de la velocidad competitiva de los 400 m. (5'-6"); 5-6 x 300 m. al 100% de la velocidad competitiva de los 800 m (2').
Tolerancia lactácida	Entrenamiento fraccionado sobre 200-600 m. Ejemplo: 2x6x200 m: 98-100% de la velocidad competitiva de los 800 m. (2'); 4-5x400 m. al 95% de la velocidad competitiva de los 800 m. (3-4'). También se puede trabajar por encima de la distancia competitiva. Ejemplo 2-3x1000 m. al 83-65% de la velocidad competitiva de los 800 m.
VO ₂ máx	Debido a que en estas especialidades existen componentes aeróbicos se debería desarrollar su capacidad en este área funcional. Ejemplo: 6 x 400 m. al 85% de la velocidad competitiva de los 800 m, o 75% de la velocidad competitiva de los 400 m. (2'-3').
Nivel aeróbico medio (superaeróbico)	Se tiene en cuenta especialmente en los corredores de 800 m. Ejemplo: 10x400 m. al 75% de la velocidad competitiva de los 800 m. (1'15"). También se puede trabajar por encima de la distancia competitiva.
Nivel aeróbico bajo (subaeróbico)	Misma sugerencia que en el caso anterior. Ejemplo: 15-18 x 400 m. al 70% de la velocidad competitiva de los 800 m. También se puede trabajar por encima de la distancia competitiva.
Regenerativa	8, 10 corridas sobre unos 80 m. a mediana intensidad o trote lento entre el 30 y 35% de la máxima capacidad. Ejercicios de elongación, masajes manuales, hidromasaje, fisioterapia, sauna.

Cuadro N° 29.

Sin embargo, las intensidades se incrementan sobre el período competitivo, con mayores componentes de velocidad. Esto se ejemplifica en el siguiente cuadro con relación a los corredores de 800 y 1500 metros.

Período precompetitivo para corredores de 800 y 1500 metros

Velocidad															
Potencia láctica															
Tolerancia															
VO ₂ máx															
Nivel aeróbico medio															
Nivel aeróbico bajo															
Regenerativa															
Días de la semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

Cuadro N° 30.

Los componentes de cada sesión de entrenamiento se estructurarán de la siguiente forma; a manera de ejemplificación:

Contenidos del entrenamiento para el período de acondicionamiento específico o competitivo (Corredores de 800 y 1500 metros).

Velocidad	Ejercicios de asimilación para el desarrollo de la velocidad igual que en el período anterior. Corridas en elevada intensidad sobre trechos cortos. Ejemplo: 40, 50, 60, 70, 80, 70, 60, 50, 40 m. al 95-98% de la máxima capacidad (4'). Los ejercicios con pesas se pueden suspender en este período.
Potencia láctica	Esta capacidad también se puede combinar con la "tolerancia" mediante corridas de alta intensidad. Ejemplo: 3 a 4 x 200 m. del 100 al 102% de la velocidad competitiva de los 400 m. (6-10') ó 5 a 6 x 200 m. al 105% de la velocidad competitiva de los 800 m. (4-5').
Tolerancia láctica	Fraccionado en "escalera" de trechos tales como 400-600-800 m. a velocidad competitiva de los 1500 m.
VO ₂ máx	Las cargas para el VO ₂ máx se pueden combinar con la "tolerancia". Ejemplo: 3 x 800 m. al 90-92% de la velocidad competitiva de los 800 m. (3') ó 104-105 % de la velocidad competitiva de los 1500 m.
Nivel aeróbico medio (superaeróbico)	Se puede prescindir de las corridas correspondientes a este área funcional.
Nivel aeróbico bajo (subaeróbico)	Se realizan carreras lentas y compensatorias de los intensos esfuerzos anaeróbicos.
Regenerativa	Misma observación que para el caso anterior.

Cuadro N° 31.

Para las disciplinas más cortas existe alta especificidad de las cargas, con especial orientación a "inmunizar" al organismo para la gran lactacidemia que es necesario soportar.

Período de entrenamiento específico o precompetitivo para corredores de 400 y 800 metros

Velocidad															
Potencia láctica															
Tolerancia															
Regenerativa															
Días de la semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

Cuadro N° 32.

Como se puede observar, de las áreas aeróbicas hasta se puede prescindir. La función regenerativa es suficiente y hasta es opcional el día 7 y 14. También es necesario dar una idea detallada de los contenidos para cada día del entrenamiento de estos deportistas.

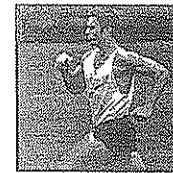
Contenidos del entrenamiento para el período de acondicionamiento específico o precompetitivo (Corredores de 400 y 800 metros)

Velocidad	Ejercicios de asimilación para el desarrollo de la velocidad y saltabilidad. Corridas de elevada intensidad entre 30 y 80 m. Las corridas se pueden combinar también con las de "potencia láctica". Ejemplo: 50-100-150-200-250 m. (4'-8').
Potencia láctica	Corridas de 100 a 300 m. de alta intensidad. Ejemplo: 4-5 x 150 m. al 103-105% (6') ó 3 x 250 m. al 100-102% (10-12') de la velocidad competitiva de los 400 m. También se pueden combinar con cargas correspondientes a la "tolerancia láctica". Ejemplo: 300-400-500-600 m. (3'-4'-6') tomando en cuenta la velocidad competitiva de los 800 m.
Tolerancia láctica	Corridas de 250 a 600 m, de alta velocidad relativa a los 800 m. Ejemplo: 4 a 5 x 250 m. al 102-105% (3'-4') o una escalera de 200, 300, 400, 300, 200 m. al 102-105% de la velocidad competitiva de los 800 m.
Regenerativa	6 a 8 corridas a media intensidad o trote lento. Ejercicios de suave elongación, masaje manual e hidromasaje, fisioterapia.

Cuadro N° 33.

CAPÍTULO 5

.....



ENTRENAMIENTO DE LOS DEPORTES DE CONJUNTO

Introducción

El entrenamiento de los deportes de conjunto tales como el fútbol, básquetbol, rugby, vóleibol, etc. y también ciertos deportes individuales como el tenis, box y judo, los cuales también tienen características acíclicas, presentan características verdaderamente interesantes. Actividades como éstas se caracterizan por la diversidad de acciones técnicas y también por variantes metabólicas en todo su desarrollo.

Esto determina como consecuencia cierta complejidad en la preparación de dichos deportistas, los cuales deben afrontar distintas variantes circunstanciales desde el punto de vista técnico y funcional, que son las que propone precisamente su disciplina deportiva. Es por dicha causa que el proceso del entrenamiento en estos deportes es variado, rico, polivalente demandando del entrenador elevadas exigencias intelectuales con la finalidad de solucionar las distintas alternativas que propone el deporte en cuestión.

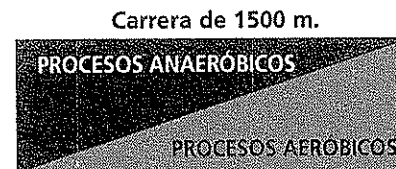
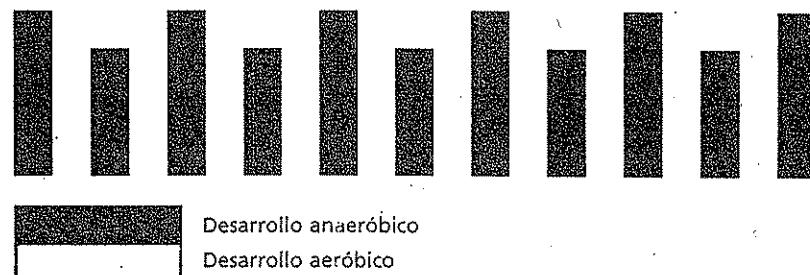
Por este motivo, se hace necesario efectuar a priori el siguiente planteo, con la finalidad de encarar los deportes acíclicos, sean de conjunto o individuales:

- ❖ Analizar el deporte a entrenar tanto desde el punto de vista técnico como también el bio - funcional;
- ❖ efectuar un diagnóstico del rendimiento coyuntural, eventualmente del equipo en todo su conjunto, pero también en forma individual, de cada uno de sus componentes;
- ❖ determinar la prognosis del rendimiento en forma bien clara, con conocimiento preciso de los objetivos que se quieren alcanzar en los múltiples aspectos que caracterizan al deporte de conjunto;
- ❖ determinar no solamente el proceso del entrenamiento, sino también la estrategia a utilizar en el desarrollo de todo el campeonato;
- ❖ se entra de lleno al proceso del entrenamiento y/o campeonato;
- ❖ constante observación y análisis tanto del entrenamiento como del proceso de las competencias;
- ❖ análisis del rendimiento final del equipo o los deportistas, al finalizar la temporada y de manera comparativa con los objetivos propuestos a su inicio;
- ❖ a la luz de todo esto determinar la retroalimentación para nuevos objetivos.

Desarrollo del entrenamiento

Tenemos que manifestar que los deportes de conjunto en su mayoría y los individuales acíclicos, se caracterizan por una variante de situaciones, las cuales determinan paralelamente también variantes en los procesos metabólicos, con exigencias tanto aeróbicas como anaeróbicas, las cuales, sin embargo, se presentan de manera distinta a lo que ocurre en ciertas disciplinas atléticas. Éstas también se caracterizan por una demanda combinada entre los procesos aeróbicos y también los anaeróbicos. A manera de ejemplificación he aquí un aspecto comparativo entre lo que determina la alternancia metabólica en el desarrollo de un deporte de conjunto, con respecto a una carrera de 1500 m., con los mismos procesos, pero que se presentan de distinta forma:

Deportes de conjunto



Cuadro N° 34. Diferencia en la dinámica de los procesos aeróbicos y anaeróbicos en los deportes de conjunto (arriba) y en una carrera continua del atletismo sobre los 1500 m (abajo).



Aquí se hace patente que las distintas áreas metabólicas se combinan de manera bien distinta, lo que obviamente supone enfoques de entrenamiento diferenciados en relación a las exigencias cíclicas, como ser una competencia de mediofondo del atletismo.

Factores que determinan el rendimiento en los deportes de conjunto o acíclicos

Entre los factores que coadyuvan al rendimiento en los deportes de conjunto se pueden mencionar los siguientes: la velocidad, la fuerza y la resistencia con todas sus variantes.

Velocidad en los deportes de conjunto

Quizás sea la velocidad la capacidad física más importante de los deportistas que practican estas disciplinas. Esto significa tanto la velocidad gestual, aislada, como también la cíclica, responsable de los desplazamientos.

La velocidad estará cimentada entonces sobre una excelente coordinación intra e intermuscular, con una calificada actividad de los analizadores cinestésicos. A esto tenemos que sumar una muy eficiente tarea del sistema energético del fosfágeno, generador de elevadas magnitudes de energía en la unidad de tiempo. Además de ello la velocidad del jugador estará relacionada con los siguientes factores: el peso corporal, relación de palancas de sus extremidades inferiores, relación muslo/pantorrilla, conformación o estructura de los pies (Joch, 1992). Los factores neuromusculares presentan también una significativa influencia para el rendimiento de la velocidad en los jugadores. Aquí es necesario citar factores vitales como:

- ❖ Corte transversal de la masa muscular,
- ❖ relación porcentual entre los distintos tipos de fibras musculares (FTF/STF),
- ❖ comportamiento elástico del aparato músculo ligamentoso, como también,
- ❖ el comportamiento de la inervación neuro-muscular (Joch, 1992).

El correcto proceso del entrenamiento que desarrolla el jugador posibilita optimizar todos estos factores limitantes, con el consecuente beneficio del rendimiento en el juego.

Así se hace necesario un elevado desarrollo de velocidad en distancias específicas, las que demanda la especialidad. En el caso de los jugadores de fútbol y rugby es importante considerar los siguientes niveles:

Guarismos en los 30 metros con partida detenida				
Excelente	Bueno	Regular	Malo	Deficiente
4.10-4.20 s.	4.20-4.40 s.	4.40-4.60 s.	4.60-4.80 s.	>4.80 s.

Cuadro Nº 35.

Dentro de la velocidad en los deportistas en especialidades acíclicas tenemos a la *agilidad*, es decir, la capacidad de cambiar bruscamente de dirección de acuerdo a las circunstancias que así lo exijan. Este es un factor muy importante a tener en cuenta, dado que en especialidades como por ejemplo el fútbol y rugby existe una elevada exigencia en este sentido: el correcto "dribbling" o finta puede proveer al jugador de una situación muy ventajosa para su equipo. Por este motivo es necesario entrenar a los jugadores con estas características, con o sin elemento de la disciplina deportiva. Por ello son muy utilizados ejercicios tipo "slalom" o carrera sorteando postes o conos.

También la mejor reacción de partida favorecerá en gran medida al jugador, dado que las distintas situaciones del juego se deben resolver en plazos sumamente cortos, quizás en menos de 1 segundo (Bosco, 1995).

Dentro del desarrollo de la velocidad pura se hace necesario efectuar corridas hasta unos 4, 5 segundos en alta intensidad y con pausas *completas y pasivas*, lo que permitirá la mejor recuperación de los niveles del fosfágeno. Esta circunstancia debe ser muy tenida en cuenta por el entrenador: pausas incompletas perturban los niveles adecuados de los fosfágenos, con merma en el desarrollo de la velocidad.

En el caso de la resistencia de velocidad (alactácida) los tiempos o espacios a cubrirse serán algo más prolongados: 6 - 8 segundos o en su defecto se utilizarán distancias más cortas con pausas incompletas de recuperación. Ejemplo: 3 x 5 x 30m. (45") (8"). Si bien las micropausas son breves, esto se compensa adecuadamente con las macropausas. Aquí entonces se trata de combinar adecuadamente estas dos modalidades de recuperación.

La fuerza muscular

La fuerza muscular tiene elevada correlación con la velocidad del deportista. El desarrollo de la *f.m.* estará cimentado en la coordinación intra e intermuscular. El

primero de estos dos factores supone no solamente la capacidad de reclutar teóricamente todas las fibras musculares, sino también de efectuarlo en el menor tiempo posible. Sin embargo, esto no debe aislarse del segundo factor, la coordinación intermuscular, o el juego mancomunado y coordinado que existe entre los distintos grupos musculares.

Los medios a utilizar en este caso consisten en los distintos ejercicios de fuerza, entre ellos los de la halterofilia, como ser la sentadilla profunda (Anselmi, 1998, 2007), el arranque y el envión en sus distintas modalidades, el arrastre de pesos, los multisaltos, rebotes, pliometría, press en banco y tirones de polea en la dorsalería. Las cargas para incrementar, tanto la coordinación intra como la intermuscular, deben ser relativamente elevadas, es decir, por encima del 80% de la máxima fuerza. Esto configura un trabajo que se estará moviendo continuamente por el área del fosfágeno, con escasa producción de lactato. De todas maneras, la musculación que adquiera el jugador se debe de orientar a un mayor dinamismo en la mecánica del juego y sin perjuicio de la coordinación fina. Esto se puede lograr cuando se trabaja con ejercicios *alternativos*, es decir, alternando distintas técnicas de trabajo a la manera del entrenamiento en estaciones. Ejemplo: 1) sentadilla, 2) press en banco, 3) "skipping" (carrera rápida con elevación de las rodillas), 4) "canguro" sobre 7 ó 9 pasos, 5) abdominales, 6) carrera sobre 20 - 30 m. lateralizando los pasos, 7) "tirones" en la dorsalería, 8) carrera sobre 60 - 80 m. (90 - 95%). El descanso entre cada estación es de 1 minuto y 3 minutos al finalizar cada ronda. Se efectúan de 4 a 6 rondas, procurando lo siguiente:

- ❖ La duración del trabajo sobre cada estación no debe superar el compromiso del metabolismo energético anaeróbico alactácido;
- ❖ debe existir un correcto dominio técnico en cuanto a la ejecución de cada una de las ejercitaciones;
- ❖ se debe realizar una adecuada entrada en calor para cada uno de los ejercicios, previo al comienzo del entrenamiento de estaciones;
- ❖ el desarrollo de este trabajo también es conveniente realizarlo con ejercitaciones propias de la disciplina deportiva para la cual se entrena el deportista: con utilización apropiada del implemento deportivo.

Entrenamiento de la resistencia para deportes acíclicos y/o de conjunto

Si bien existen en los deportes acíclicos elevado desarrollo de velocidad para encarar las distintas situaciones del juego, el hecho es que la mismas hay que desarrollarlas muchas veces durante el transcurso del partido. De aquí surge entonces la exaltación de la resistencia: repetir muchas veces las distintas situaciones del juego en las mejores condiciones posible. Por este motivo se hace necesario desarrollar un específico entrenamiento de la resistencia.

El entrenamiento de la resistencia proporciona al jugador, entre otros factores, los siguientes:

- ❖ Incremento en el contenido y actividad de distintos sustratos y enzimas,
- ❖ aumento del máximo consumo de oxígeno (potencia aeróbica).

Incremento en el contenido y actividad de distintos sustratos y enzimas

Un sistemático entrenamiento de la resistencia puede producir un incremento en el contenido y actividad de distintos sustratos y enzimas. En ese sentido es necesario destacar el incremento glucogénico tanto hepático como también muscular. Distintas investigaciones han podido demostrar que el contenido del glucógeno hepático, como el muscular, puede incrementarse en más del 100% (Bergström, Hultman, 1967; Hermansen y col. 1967). Obviamente, un incrementado contenido glucogénico muscular posibilita su más rápida degradación y proveer mayores magnitudes de energía en la unidad de tiempo. Debido a que este fenómeno ocurre a través de la vía anaeróbica-glucolítica, ello supondría un incremento en la producción de lactato.

Sin embargo, la velocidad de descomposición por vía anaeróbica permanece constante, mientras que por el otro lado, crece su metabolismo mediante la vía aeróbica oxidativa (Platonov, 1995).

Esto es sumamente importante para la prosecución de trabajos relativamente prolongados dado que supone una incrementada intensidad de trabajo, aun con energía proveniente por vía oxidativa, con baja formación de lactato. En partidos de fútbol "muy corridos", como también en el juego del básquetbol en donde existe elevada exigencia por la marcación individual, esto constituye una gran ventaja para la eficiencia del juego.

El incremento del contenido glucogénico está relacionado entonces con un mayor consumo de oxígeno. Entrenamientos a nivel aeróbico elevan las posibilidades para incrementar el contenido de mioglobina, hecho verificado en cobayos (Pattegale y Holloszy, 1967). Sin embargo, estas experiencias no han arrojado luz en el caso de los seres humanos (Jansson, 1982).

Incremento de la actividad enzimática

Este es un aspecto verdaderamente importante en el desarrollo del entrenamiento del deportista. Las distintas funciones metabólicas se ven incrementadas debido a la dinámica del trabajo enzimático, especialmente a nivel tanto glucolítico, como también mitocondrial. Se incrementa la actividad de la oxidación del NADH a nivel de la cadena respiratoria, el 3-Hidroxi-CoA-Deshidrogenasa, piru-

vato oxidasa, Glicerol -1- Fosfato-Deshidrogenasa, Citocromoxidasa, Succinato-deshidrogenasa (Hollmann, Hettinger, 1990).

Consumo de oxígeno (potencia aeróbica)

Por potencia aeróbica (VO_2 máx) entendemos la máxima capacidad para metabolizar este gas en la unidad de tiempo. Aquí no analizaremos los distintos factores que responden al consumo de oxígeno, solamente destacaremos que teóricamente, cuanto mayores magnitudes de oxígeno puede metabolizar una persona en la unidad de tiempo, a mayor intensidad pueda desarrollar el jugador o deportista su especialidad sin producir significativos niveles de lactato. Este es, por lo tanto, uno de los grandes objetivos del entrenamiento de la resistencia para los deportes acíclicos: desarrollar mayores magnitudes de trabajo en la unidad de tiempo durante un lapso relativamente prolongado, o repetidas veces, sin desviarse mayormente del mecanismo oxidativo para la obtención de energía.

Los jugadores, especialmente en las especialidades en donde existe un traslado de mucha distancia durante el encuentro (básquetbol, hándball, fútbol), deben de poseer un buen consumo de oxígeno para hacer frente a las intensas y continuas exigencias, con niveles que llegan estadísticamente a los 55-65 ml/kg/min. (Bosco, 1985).

Existen, sin embargo, ciertas variantes para el máximo consumo de oxígeno, teniendo en cuenta las distintas edades, como lo muestra el Cuadro N° 36 en relación a jugadores de fútbol de élite de Dinamarca (Bangsbo, 1995).

Edad	16	18-21	22-25	26-29	> 29
VO_2 máx	59.5	60.7	61.8	59.6	60.9
ml · min ⁻¹ kg ⁻¹	53.8-64.2	56.3-67.7	54.2-65.9	52.7-72.0	51.7-64.5

Cuadro N° 36.

El entrenamiento de la resistencia se desarrolla a través de distintas áreas o ámbitos metabólicos, los cuales son los siguientes:

- ❖ Área subaeróbica o bajo nivel aeróbico,
- ❖ área supraaeróbica o mediano nivel aeróbico,
- ❖ área del máximo consumo de oxígeno o alto nivel aeróbico,
- ❖ área de la capacidad, tolerancia y potencia anaeróbica láctica.

(Basado en Maglisco, 1983; Hollmann, Hettinger, 1990; Berg y col. 1990; Mazza, 1990; Molnár, 1993, 1995).

Área subaeróbica o de bajo nivel aeróbico

Deportes de alto desarrollo de velocidad como el vóleybol, tenis, rugby y fútbol, lo utilizan mediante el entrenamiento continuo solamente para la entrada en calor y vuelta a la calma. Debido a su desarrollo relativamente lento en la unidad de tiempo, presenta inconveniencias para disciplinas deportivas de alta intensidad (Hegedüs, 1984; Bosco, 1995). Este método de entrenamiento tiene más validez para deportes muy "corridos", como ser el básquetbol, hándball o el hockey.

Entrenamiento fraccionado para el área subaeróbica

Consiste en la realización de corridas sobre trechos que pueden oscilar entre los 200 y 1600m. Las pausas, velocidades y repeticiones estarán limitadas por el área que se está trabajando, como también por el nivel del jugador. La distancia base para desarrollar el entrenamiento son los 1200 metros, cuya duración estará íntimamente relacionada con el máximo consumo de oxígeno. El cálculo se efectúa de la siguiente forma a manera de ejemplificación y utilizando la distancia fraccionada de los 400m (Schmolinsky, 1979; Joch, 1992).

$$4'00'' \times 60 = 240''(100\%); 240'': 3 = 80''(400m)$$

$$\frac{80'' \times 100}{72\%} = 1' 51''$$

Todas estas áreas de trabajo se pueden realizar mediante el método continuo y fraccionado, aunque el ámbito anaeróbico láctido se puede desarrollar únicamente con el último.

Entrenamiento fraccionado prevalentemente aeróbico para deportes acíclicos y/o de conjunto. Distancia evaluada: 1200 metros. Entrenamiento para el área del bajo nivel aeróbico o subaeróbico.

Guarismo en los 1.200 m.	Distancia fraccionada	Velocidad (%)	Tiempo	Repeticiones	Recuperación (segundos)	Tiempo total de trabajo (min.)
4'00''	1600	68-70	7'50"-7'38"	5	75	45
		69-71	7'43"-7'30"	4-5	75	40
		70-72	7'38"-7'24"	4	75	35
	800	70-72	3'48"-3'42"	9-10	60	45
		71-73	3'45"-3'39"	8-9	60	40
		72-74	3'42"-3'36"	7-8	60	35
	400	72-74	1'51"-1'48"	17-18	45	45
		73-75	1'49"-1'46"	15-16	45	40
		74-76	1'48"-1'49"	13-14	45	35
	200	74-76	54"-53"	32-33	30	45
		75-77	54"-53"	29-30	30	40
		76-78	53"-51"	25-26	30	35

Cuadro N° 37.

Si bien la distancia evaluada tiene buena correlación con el máximo consumo de oxígeno, también es posible utilizar a los 1000 metros y aun el test de Cooper. La utilización de las distancias fraccionadas pueden ser cambiadas por otros trechos y según de la disponibilidad que tenga el técnico para desarrollar dicha metodología de trabajo. Tiene también especial importancia para el jugador el desarrollo del área supraeróbica o entrenamiento de mediano nivel aeróbico.

Entrenamiento fraccionado para el área supraeróbica o mediano nivel aeróbico.

Obviamente, aquí se compromete en menor magnitud a la combustión de los ácidos grasos libres y existirá mayor énfasis sobre la utilización de la glucosa. El entrenamiento se enfoca de la misma forma que en el caso anterior, aunque por supuesto variarán las magnitudes del entrenamiento.

Entrenamiento fraccionado prevalentemente aeróbico para deportes acíclicos y/o de conjunto. Distancia evaluada: 1200m. Entrenamiento para el área del nivel aeróbico medio o supraeróbico.

Guarismo en los 1.200 m.	Distancia fraccionada	Velocidad (%)	Tiempo	Repeticiones	Recuperación (segundos)	Tiempo total de trabajo (min.)
4'00''	1600	72	7'24"	3-4	1'30"	30'
		74	7'13"	2-3	1'45"	25'
		76	7'01"	2	2'00"	20'
	800	76	3'30"	6	1'30"	30'
		78	3'25"	4-5	1'45"	25'
		80	3'20"	3-4	2'00"	20'
	400	80	1'40"	11	1'00"	30'
		82	1'37"	8-9	1'15"	25'
		84	1'35"	6-7	1'30"	20'
	200	90	45"	17	1'00"	30'
		92	43"	12-13	1'15"	25'
		94	42"	9	1'30"	20'

Cuadro N° 38.

Los deportes acíclicos y/o de conjunto presentan, la mayoría de las veces, exigencias supraeróbicas, aunque en algunos casos también situaciones que pueden exigir el área del máximo consumo de oxígeno. A tal fin es necesario perfeccionar las demandas del alto nivel aeróbico (Hollmann; 1990). Es por ello que utiliza la metodología que para el caso de las áreas sub y supraeróbicas son ejemplificadas en los Cuadros N° 39 y 40.

**Entrenamiento Fraccionado Prevalentemente Aeróbico para Deportes
Acíclicos y/o de Conjunto. Distancia Evaluada: 1200 m. Entrenamiento para
el área del nivel aeróbico alto o máximo consumo de oxígeno**

Guarismo en los 1.200 m.	Distancia fraccionada	Tiempo	Velocidad (%)	Repeticiones	Recuperación (segundos)	Tiempo total de trabajo (min.)
4'00"	1600	6'40"	80	2-3	2'-3"	20'
		6'30"	882	1-2	2'-3"	15'
		6'20"	84	1-(2)	3'	12'
	800	3'06"	86	3-4	2'-3"	20'
		3'01"	88	2-3	2'-3"	15'
		2'57"	90	2	3'	12'
	400	1'27"	92	5-6	2'	20'
		1'25"	94	4	2'	15'
		1'23"	96	3	2'30"	12'
	200	41"	98	12	1'00"	20'
		40"	100	9	1'00"	15'
		39"	102	5-6	1'30"	12'

Cuadro N° 39.

El entrenamiento en un alto nivel aeróbico ($>90\% \text{VO}_{2\text{máx}}$) determina prácticamente la utilización de glucosa como combustible energético, con una formación relativamente elevada de lactato, entre 6 y 10 mMol $\cdot \text{L}^{-1}$. Obviamente, cargas de este tipo se producen en especialidades deportivas "muy corridas", caso del básquetbol, tipo NBA y encuentros muy exigentes de un partido de fútbol. De todas maneras, es muy interesante considerar la dinámica del lactato en un partido de fútbol, tomando en consideración a distintos autores en distintas épocas.

Dinámica del lactato durante y después de un partido de fútbol (mMol/L)

Estudio	Jugadores	1er. Tiempo		2do. Tiempo	
		Durante	Final	Durante	Final
Agnevik (1970)	1ra. División (Suecia)				10.0
	2da. División (Finlandia)		4.9 \pm 1.9		4.1 \pm 1.3
Smaros (1980)	1ra. División (Suecia)		9.5 (6.9-14.3)		7.2 (4.5-10.8)
Ekblom (1986)	2da. División (Suecia)		8.0 (5.1-11.5)		6.6
	3ra. División (Suecia)		5.5 (3.0-12.6)		4.2 (3.2-8.0)
	4ta. División (Suecia)		4.0 (1.9-6.3)		3.9 (1.0-8.5))

Cuadro N° 40.

Es interesante observar cómo han variado las mediciones de los niveles de lactato desde décadas anteriores hasta la actualidad. En general se constata que los menores niveles de la actualidad - pese a que se han intensificado las exigencias de los encuentros- se debe a la más ajustada metodología del entrenamiento, con una mayor potencia y capacidad aeróbica específica (Bangsbo, 1995; Molnár, 1997).

Con una más efectiva dinámica metabólica a niveles de los procesos oxidativos, se permite desarrollar el juego a mayor intensidad, con mayor eficiencia y lo que supone recurrir en menores magnitudes al mecanismo glucolítico-láctico.

De todas maneras, constituye un verdadero arte el combinar entre sí los distintos aspectos del entrenamiento, sean los técnicos como los físicos - condicionales. Los volúmenes y las magnitudes para las distintas áreas de trabajo deben ajustarse teniendo en cuenta los procesos de adaptación del deportista y también el calendario de competencias.

**Organización del entrenamiento para los deportes
acíclicos y/o de conjunto**

La estructura del entrenamiento, en cuanto a su desarrollo en los distintos ciclos de la planificación, estará supeditada no solamente al tipo de especialidad deportiva, sino también a la época en la cual se enfoca la planificación.

En general los principios del entrenamiento son comunes básicamente a todas las especialidades, lo que varía es su estructura en relación a la temporada.

De esta forma, tenemos al enfoque de los ciclos de trabajo en forma alejada y también en época cercana a la temporada de competencia.

Cada uno de ellos presentará características especiales en cuanto al enfoque del trabajo. Pasemos analizar a los mismos.

**Desarrollo del entrenamiento en la temporada
de acondicionamiento general**

Factores condicionantes de gran importancia los constituyen capacidades tales como la velocidad pura y específica, la potencia y la resistencia específica. Las mismas ya deben tener el debido peso desde el comienzo de la temporada de entrenamiento, a partir de la finalización del período de receso.

Cada una de estas capacidades ocupa su debido lugar en cada uno de los ciclos de trabajo. Uno de los enfoques sugeridos es el siguiente:

Planificación del entrenamiento teniendo en cuenta las áreas funcionales de los deportes acíclicos y/o de conjunto, período preparatorio: alejado del Campeonato. Microciclo de dos semanas

Velocidad Muscular																
VO ₂ máx				P												
Aeróbico medio						FC										
Aeróbico bajo		FL						FC							FL	
Regenerativa																
Días	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII		

Cuadro N° 41. F L = fraccionado largo (800 1600 m.); F C = fraccionado corto (200 a 400 m.) o intermitente; P = encuentro de práctica o partido no oficial.

Como se puede observar en el Cuadro N° 41, en un ciclo de dos semanas se aplican 5 entrenamientos dedicados específicamente al desarrollo de la velocidad y la musculación –esto último en gimnasio– con la finalidad de dotar a todo el encadenamiento muscular de la potencia necesaria para satisfacer las distintas necesidades del deporte en cuestión.

De todas maneras hay que destacar que en el día III la exigencia será menor –volumen reducido– debido a que en la jornada siguiente se desarrollará un partido de práctica.

En esta última situación los "casilleros" están todos "llenos" debido a que, en el caso del fútbol, se conjugan todos los ingredientes puesto que en determinados momentos existirá elevada velocidad de desplazamiento y/o saltabilidad, máximo consumo de oxígeno y nivel aeróbico medio y bajo.

El día II se estructura sobre un fraccionado largo, es decir, sobre corridas a velocidad específica de 800 a 1600 metros, mientras que el VI con fraccionado corto o entrenamiento intermitente.

Como podremos observar, aquí existe una adecuada combinación entre las distintas capacidades, las cuales no descuidan ninguna de las necesidades del deportista. De todas maneras, hacemos notar que el área de la capacidad y potencia láctica se debe de obviar o evitar para no acostumbrar al deportista de estas especialidades a la formación de elevadas magnitudes de lactato, las cuales no tienen utilidad alguna para el desarrollo de sus respectivas exigencias.

Cada una de las exigencias aquí delineadas se desarrolla de la siguiente forma:

Musculación, velocidad	Sentadilla: 4 x 70-90%; "arranque", "envión". Ejercicios de fortalecimiento general, individual y por parejas. Carreras con lastre; saltabilidad. Carreras de resistencia de velocidad: 60 - 100m. Progresiones, "skipping", carreras con implementos, carreras en "zig-zag" utilizando distintos elementos orientadores (conos).
Área del máximo consumo de oxígeno	Desarrollo de un partido o en su defecto entrenamiento fraccionado sobre unos 15 a 20 min. Ejemplo: 5 - 7 x 400m. al 105% (2' recuperación) ó 3 x 1600 al 85% sobre evaluación de 1200m.(3' recuperación) o técnica de conjunto para el mismo lapso con alta exigencia. Carridas intermitentes de 20 - 30m al 95 - 98% de la máxima velocidad en la distancia.
Nivel aeróbico medio	Entrenamiento fraccionado sobre unos 20 - 25 min. Ejemplo: 8 - 10 x 400m al 95% (1'30" recuperación) ó 4 x 1500m. (75%) o técnica de conjunto que contemple el área funcional involucrada. Entrenamiento intermitente de corridas 30 - 40 m. entre el 90 y 95% de la máxima velocidad en la distancia.
Nivel aeróbico bajo	Entrenamiento fraccionado sobre unos 25 - 30 min. Ejemplo: 12 x 400m. al 90% (45" recuperación) ó 3-4 x 1500m. al 70% (60" recuperación) o suaves trabajos sobre técnica de conjunto con características del área funcional involucrada.
Regenerativa	Trote suave entre el 30 y 35% de la máxima capacidad y/o hidromasaje, masajes manuales, fisioterapia, sauna y suaves ejercicios de elongación.

Cuadro N° 42.

El enfoque del entrenamiento se va modificando a medida que nos aproximamos al período competitivo, en el cual se exalta en mayor medida la especificidad del trabajo. De esta forma, se sugiere la siguiente tendencia en la planificación del entrenamiento.

Planificación del entrenamiento teniendo en cuenta las áreas funcionales.
Deportes acíclicos y/o de conjunto.
Período preparatorio: cerca del campeonato.
Microciclo de 2 semanas.

[illegible]

Cuadro N° 43.

Obviamente la especificidad se incrementa dentro del propio período competitivo, en donde la dinámica del entrenamiento toma en cuenta la frecuencia de los encuentros o partidos. Así entonces tenemos las siguientes alternativas:

Período Competitivo.

Microciclo de 2 Semanas. 1 partido o encuentro semanal

Musculación - Velocidad																	
VO ₂ máx				(p)			P						(p)				P
Nivel aeróbico medio				I									I				
Nivel aeróbico bajo																	
Regenerativa																	
Días	I	II	III	IV	V	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII			

Cuadro N° 44. P = partido oficial, (p) partido de práctica, I = entrenamiento intermitente.

En el caso de disputarse dos partidos o encuentros semanales, la estructura del entrenamiento se encuadra en forma menos exigida.

Período competitivo.

Microciclo de dos semanas. Dos partidos o encuentros semanales.

[illegible]

Cuadro N° 45.

Desde un punto de vista más analítico hay que tomar en consideración qué es lo que se realiza dentro de las prácticas del entrenamiento. Se sugiere el siguiente enfoque del entrenamiento.

Contenidos del entrenamiento teniendo en cuenta las áreas funcionales.
Periodo pre-competitivo y competitivo. Deportes acíclicos y/o de conjunto.

Musculación - Velocidad	En el caso de jugarse 2 partidos por semana, la potencia y la velocidad, se mantienen con dichos eventos. En cambio, con un solo encuentro semanal, se sugiere una sesión con elevada intensidad, pero bajo volumen de trabajo. Ejemplo: 3-4 series x 85% en la sentadilla. Carreras específicas de velocidad con, o sin implemento (10-20 m.). Estructurar jugadas específicas en forma individual y en conjunto: desarrollarías con óptima velocidad.
----------------------------	---

③ ④ ⑤

Área del máximo consumo de oxígeno	Mantener lo obtenido en el período anterior mediante los propios partidos y ocasionalmente con alguna sesión de práctica. En este último caso la exigencia no debería prolongarse más allá de los 25 a 30 minutos.
Aeróbico medio	Técnica de conjunto a intensidades que involucren este área metabólica, partido de práctica (no más de 50 minutos) o también entrenamiento fraccionado (25, 30 minutos) ó 15 a 20 minutos de trabajo intermitente.
Aeróbico bajo	Entrenamiento de conjunto a baja intensidad o entrenamiento fraccionado con las mismas características funcionales.
Regenerativa	Trote suave entre el 30 y 35% de la máxima capacidad, hidromasaje, masajes manuales, fisioterapia, sauna y/o suaves ejercicios de elongación.

Cuadro N° 46.

De esta manera, la estructura del entrenamiento debe ser enfocada de acuerdo a las solicitudes oficiales de la temporada, lo cual determinará cómo debe conformarse la dinámica del entrenamiento.



Bibliografía

- ANSELM, H. (1998): *Fuerza, Potencia y Acondicionamiento Físico*. Editorial del Autor, Buenos Aires.
- AGVENIK, G. (1970): *Fotboll. Raport*. Stockholm.
- BANGSE, J. (1995): *Physiology of Soccer*. Copenhagen. Denmark.
- BERG, A., JAKOB, E., LEHMANN, M., DICKHUTH, H., HUBER, G., KEUL, J. (1990): "Aktuelle Aspekte der modernen Ergometrie". *Pneumologie* 44.
- BERGSTROM, J., HULTMAN, E. (1967): "A study of the glycogen metabolism during exercise in man". *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 19.
- BOSCO, C. (1995): *Aspectos Fisiológicos de la Preparación Física del Futbolista*. Paidotribo. Barcelona.
- EKBLOM, B.: "Applied Physiology of Soccer". *Sports Med* 3.
- HEGEDUS, J. DE "La Ciencia del Entrenamiento Deportivo". Stadium. Buenos Aires. (1984).
- HEGEDUS, J. DE: "Desarrollo estructural del entrenamiento en los deportes de conjunto y/o Acíclicos". www.efdeportes.com Octubre de 1998.
- HERMANSEN, L., HULTMAN, E., SALTIN, B. (1967): "Muscle glycogen during prolonged severe exercise". *Acta physiol. Scand.* 71.
- HOLLMANN, W., HETTINGER, T. (1990): *Sportmedizin Arbeits - und Trainingsgrundlagen*. Schattauer. Stuttgart.
- JOCH, W. (1992): *Rahmentrainingsplan für das Aufbautraining*. Sprint. Meyer & Meyer Verlag.
- JANSSON, E. (1982): "Myoglobin in the quadriceps muscle of competitive cyclists and untrained men". *Acta physiol. Scand.* 114.
- MAGLISCO, E.W. (1983): *Swimming Faster*. Mayfield Publishing Company. Palo Alto. Calif.
- MAZZA, J. (1990): *Actualizaciones Biosystem en Ciencias del Deporte*. Rosario.
- MOLNAR, G. (1993): *Curso de actualización sobre el tema: 'La Resistencia'*. Montevideo.
- PATTEGALE, P., HOLLOSZY, O. (1967): "Augmentation of skeletal muscle myoglobin by a program of treadmill running". *Amer. J. Physiol.* 213.
- PLATONOV, V. N. (1995): *La Adaptación en el Deporte*. Paidotribo. Buenos Aires.
- SCHMOLINSKY, G. (1979): "Leichtathletik". Sportverlag. Berlin.
- SMAROS, G. (1980): Energy usage during football match. In: L. Vecchiet (edit.). *Proceedings 1st, International Congress on Sports Medicine Applied to Football*. D. Ganello, Roma, 11.

CAPÍTULO 6



CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS DEL ENTRENAMIENTO EN LA ETAPA DE INICIACIÓN

Estructura y objetivos de la adaptación general y específica desde la etapa de iniciación

Desde la etapa inicial el trabajo tiende a la adaptación dependiendo de distintos aspectos como ser:

- ❖ Edad biológica.
- ❖ Los factores genético hereditarios.
- ❖ La estructura artromuscular y ligamentosa del iniciado.
- ❖ Las posibilidades metabólicas de las distintas áreas de trabajo.

Por este motivo, el proceso del entrenamiento se desarrolla en forma independiente de la futura especialidad deportiva y siempre que ese sea el gran objetivo.

La estructura del entrenamiento desde las etapas de iniciación presenta un desarrollo que va desde la formación general a la especial. ¿Cuáles son los aspectos a tener en cuenta durante este proceso? Son los siguientes:

Fortalecimiento muscular general, global

- ❖ Adecuada movilidad articular y elasticidad.
- ❖ Capacidad funcional para soportar determinados niveles de trabajo.
- ❖ Desarrollo de la saltabilidad, velocidad cíclica, acíclica y de movimiento.
- ❖ Dominio razonable de variadas técnicas deportivas.

Teniendo esto en cuenta se presenta la siguiente metodología de trabajo o entrenamiento:

- ❖ Ejercicios básicos para el fortalecimiento de la musculatura de piernas, cadera, cintura, tronco, brazos y espalda.
- ❖ Gimnasia: individual y con compañero con la finalidad de incrementar la movilidad y elasticidad.
- ❖ Ejercitaciones para el incremento de la coordinación.
- ❖ Deportes de conjunto.

De acuerdo a esto, el proceso del entrenamiento se desarrollará a través de las tres grandes etapas tan conocidas:

Etapas	Inicia	Finaliza	Característica
Iniciación	11 - 12 años	14 - 16 años	Formación multilateral
Especialización	16 - 18 años	19 - 20 años	Desarrollo paulatino hacia lo específico
Perfeccionamiento	> 20 años	Indefinido	Alta especificidad. Creatividad

Cuadro N° 47.

Teniendo esto en cuenta, la orientación del entrenamiento, en el caso de la clase de Educación Física en la etapa de iniciación debe ser abarcativa, polifacética y aun teniendo en cuenta a los talentosos. Por más que se trabaje con talentos, no entrenamos "capacidades físicas", sino a personas en plena formación, con características psicobiológicas muy especiales, en otras palabras: el entrenamiento en los que recién se inician no constituye una imitación de los ya formados pero "en chiquito" (Martín, 1983). Por este motivo, el entrenamiento de los menores y juveniles tiene características propias, con objetivos bien específicos, los cuales en su estructura total debe ser multilateral, caso contrario puede producirse el fenómeno del "drop-out" (abandono) de manera prematura. El entrenamiento polifacético a edades de iniciación tiende a proporcionar luego mejores resultados específicos. Esto hay que tomarlo en cuenta desde el momento en que

la correcta enseñanza de las técnicas deportivas generales - desarrolladas en forma específica! - serán los fundamentos de los sutiles procesos técnicos en la etapa de la especialización y perfeccionamiento. Un acervo motor desarrollado en forma polifacética desde las edades de iniciación, aprovechando las fases sensibles, acortará y facilitará posteriormente el aprendizaje de la técnica deportiva en forma específica. La temprana especialización en competencias con técnica aún no estabilizada, puede llegar a influir negativamente en el desarrollo técnico coordinativo. A esto hay que agregar que bajo la presión de competencias a edades demasiado tempranas, pueden llegar a "interpolarse" desviaciones no deseadas en el correcto proceso técnico-coordinativo y por esta causa, tanto el entrenamiento como las competencias, deben de conformarse de acuerdo al calendario psicobiológico de los mismos.

Por todo esto:

- ❖ Las cargas de trabajo deben de incrementarse de manera paulatina y sistemática.
- ❖ Deben comenzar a aumentar recién a edades específicas en los valores especializados, por sobre los generales o multilaterales.
- ❖ Debe respetarse la edad biológica por sobre la cronológica, como también las posibilidades evolutivas de los alumnos.

El entrenamiento de la fuerza desde las etapas de iniciación

Objetivos.

Tenemos que tener en cuenta que antes de los 10, 11 años de edad, el incremento de la fuerza muscular en los pequeños se debe especialmente a la optimización de la coordinación intermuscular. Como el niño (ña) aprende el gesto deportivo, puede mover con mayor facilidad las cargas, especialmente su propio cuerpo. Recién a partir de los 11, 12 años de edad es que la secreción hormonal - específicamente la testosterona - posibilita no solamente incrementar su fuerza por la causa anteriormente citada, sino también por la hipertrofia de las células musculares.

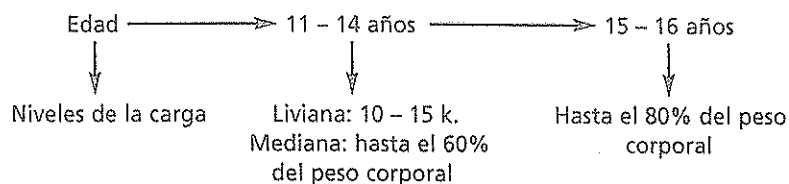
¿Cuáles serán los objetivos en el proceso del entrenamiento?

- ❖ Enseñanza básica de los distintos movimientos con cargas, las cuales se desarrollarán con el propio peso corporal y si ello no es posible, mediante pesas y/o mancuernas. Este proceso se estructura dentro de la clase normal de Educación Física.

Más adelante, en la etapa de la especialización se busca:

- ❖ Perfeccionar la técnica de los ejercicios con pesas.
- ❖ Incrementar la potencia o velocidad en la fuerza.
- ❖ Incrementar paulatinamente la resistencia de fuerza o resistencia anaeróbica láctica.
- ❖ Según la edad, las cargas tomarán en cuenta como referencia, el peso corporal del joven y luego sus niveles de fuerza muscular.
- ❖ Se debe tomar en consideración básicamente la edad biológica.

Una propuesta para ello será la siguiente:



Desarrollo práctico del entrenamiento con cargas o pesas desde la edad de iniciación

Objetivo: velocidad en la fuerza.

- ❖ Correcta entrada en calor general y específica.
- ❖ Estructurar la ejecución de los ejercicios de acuerdo a determinada duración:

11 - 14 años	→ 5 - 8 seg.
15 - 16 años	→ 8 - 10 seg.
17 - 18 años	→ 10 - 15 seg.

Descanso entre cada serie de ejercitación: 2 a 3 minutos.

Número de series: en forma creciente de 3 a 5 series por ejercicio.

Objetivo: resistencia de fuerza

11 - 14 años	→ 10 - 15" por estación (8 - 10 rep.) 30" de recuperación entre cada estación
15 - 16 años	→ 15 - 20" por estación (15 - 20 rep.) 30" de recuperación entre cada estación
17 - 18 años	→ 20 - 30" por estación; (>20 repeticiones) 30" de recuperación entre cada estación.

Entrenamiento de la velocidad desde la etapa de iniciación hasta la adolescencia

Se desarrollan los distintos elementos que estructuran la velocidad, sea la cíclica y acíclica. Además, se debe dar progresivamente acento a la estructura técnico-coordinativa dentro de la velocidad: eficiencia técnica. Esto posibilita, además, desarrollar la potencia de cada uno de los movimientos gestuales que comprende el accionar deportivo: velocidad en la fuerza.

En la etapa de iniciación los juegos de conjunto propician estos valores, los cuales, luego, pasarán paulatinamente a la especialización. Por este motivo, la velocidad se logra con:

- ❖ Progresiones de velocidad de 20 a 50 m. (2 a 4' de pausa).
- ❖ Corridas a velocidad uniforme de 20 a 50 metros con distintos tipos de partidas.
- ❖ Carreras sobre 100 a 120 metros con cambios de velocidad.
- ❖ Carreras con vallas en forma ambidiestra.
- ❖ Ejercicios analíticos de velocidad: "canguro", "skipping", rebotes, multisaltos (8 a 10" de duración para cada ejercicio).
- ❖ Volumen total de trabajo: 300 a 400 metros por entrenamiento.

En todos estos ejercicios técnicos se debe insistir en la observación de los valores técnicos coordinativos.

La resistencia desde la etapa de iniciación hasta la del perfeccionamiento

De acuerdo a numerosas constataciones en el campo deportivo, como también en el laboratorio, se ha podido comprobar la excelente predisposición de los niños hacia los esfuerzos de larga duración. Son varios los autores que tienen plena coincidencia en este aspecto y en general reconocen que los pequeños presentan:

- ❖ Excelente motivación para desarrollar esta capacidad, especialmente mediante deportes de conjunto.
- ❖ Buen consumo de oxígeno.
- ❖ Excelente relación de palancas, las cuales les proporcionan buena economía de movimiento.

Si bien en algunos aspectos dicha capacidad es comparable a la de los adultos, en otros, en cambio, pueden señalar un déficit significativo. La buena predisposición corresponde para ellos en el campo aeróbico-oxidativo, en cambio,

con respecto a la resistencia anaeróbica láctica, los mismos tienen menor capacidad con relación a los mayores.

De todas maneras es necesario destacar que en el comportamiento evolutivo de los niños hasta los cuatro años de edad, no manifiestan actitudes para resistir o mantener cualquier tipo de trabajo que tenga características cíclicas y prolongadas. Ello es consecuencia de la escasa coordinación neuromuscular, con concomitante dispersión de la energía, provocando una temprana aparición de la fatiga, en otras palabras: existe todavía ineficiencia gestual.

Con el paso del tiempo y con la correspondiente maduración, estos procesos coordinativos se van a ir perfeccionando; debido a esta razón se irá incrementando la resistencia, con una incrementada capacidad para los trabajos cíclicos relativamente prolongados (Molnár, 1994).

La resistencia prevalente anaeróbica láctica

Comparado con los adultos los niños tienen menor capacidad para producir energía a través de la glucólisis anaeróbica desarrollada en alta intensidad. La capacidad para producir lactato en los pequeños es bastante dificultosa (Keul y col. 1978, 1982). En el caso de los niños, la glucólisis anaeróbica constituye básicamente el paso intermedio hacia la función oxidativa y no tanto un sistema verdaderamente productor de energía. Este hecho tiene razones preponderantemente enzimáticos, tan es así, que por ejemplo, los niños de 5 - 6 años de edad, tienen disminuida la función del LDH en aproximadamente un 50% con relación a ellos mismos 10 años más tarde (Haralambie, 1982). La dinámica funcional disminuida también se ha constatado a nivel de la PFK, la cual, en el caso de los niños llega en su máxima capacidad al 70% con relación a los adultos (Eriksson y col., 1973). De esta manera se pudo determinar los siguientes niveles de lactato para el caso de niños entrenados en natación (Kindermann y col. 1978):

Edad en años	Lactato en mMol · L ⁻¹
4 - 6	3 - 6
6 - 9	4 - 8
15	6 - 14

Cuadro N° 48.

Estos valores obtenidos son máximos, los cuales, sin embargo, son bastante inferiores a los adultos entrenados, en los que se llega a obtener lactacidemias mucho más elevadas en el caso de los esfuerzos violentos. Esto se comprende desde el momento en que el funcionamiento de la glucólisis anaeróbica láctica determina en los niños elevada movilización de las catecolaminas: para producir las mismas magnitudes de lactato que los adultos, se requiere una liberación de

estas hormonas-neurotransmisoras, 10 veces superior con relación a los adultos (Lehmann y col. 1980).

A esto conviene agregar que la eliminación o remoción completa de lactato en cualquiera de sus vías es más lenta en los niños. Se ha podido constatar que a la

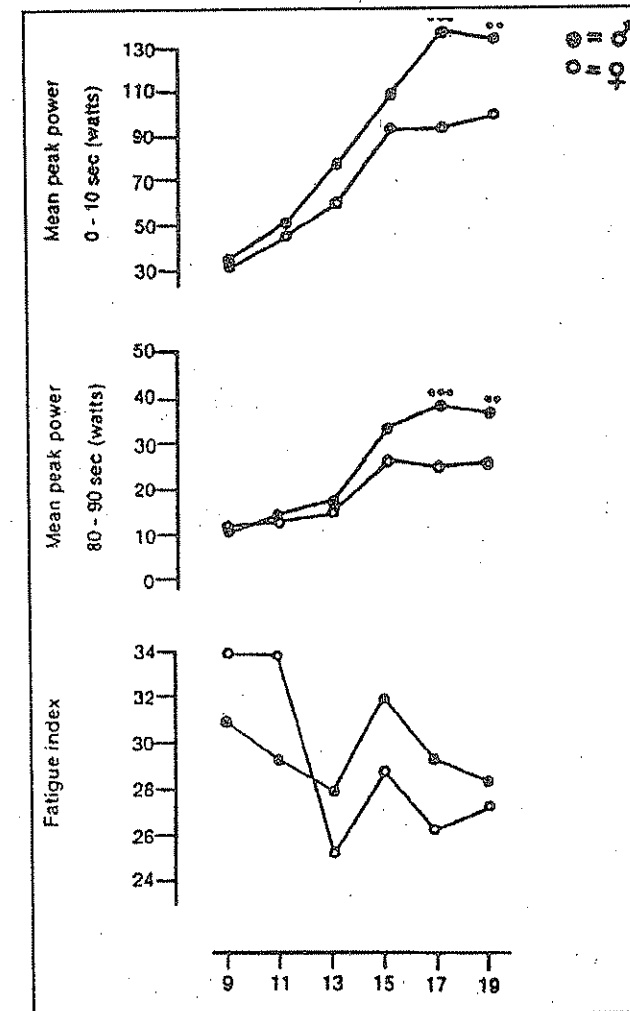


Figura 5. Incremento de la potencia de trabajo con el aumento de la edad, especialmente la potencia aeróbica. Hasta los 18, 19 años dicha capacidad es bastante similar en ambos sexos (Saavedra y Bouchard, 1992).

edad de 8-9 años estos niños han vuelto a los valores iniciales de lactato recién después de una hora de haber finalizado el esfuerzo. Esto se pudo comprobar estadísticamente después de una carrera de 800 metros (Klimt y col. 1973).

Con el incremento de la edad estos fenómenos se irán modificando paulatinamente hacia los valores conocidos en distintos deportistas.

Evaluaciones sobre la capacidad y/o potencia aeróbica lactácida en esfuerzos de 10, 20, 30 seg., determina que la misma se incrementa desde la niñez hacia la adolescencia (Saavedra y col. 1990). El test de 10 segundos de Bouchard, el Wingate de 30 segundos de Bar - Or (1981), el test del pedaleo de Blimkie (1988) y el de extensión de rodillas de Saavedra (1991) demuestran claramente cómo se incrementa el rendimiento anaeróbico desde los 9 hasta los 19 años de edad.

Estadísticamente, los jóvenes de 19 años tienen la capacidad para generar aproximadamente tres veces más trabajo mecánico que los niños de 9 años (Fig. N° 25). En ese sentido se han determinado diferencias de cierta magnitud con relación a la potencia anaeróbica entre jóvenes de ambos sexos. Si se toma en cuenta el test de los 30 segundos (extensión de rodillas) la diferencia entre ambos sexos no es significativa entre los 9 y 11 años de edad. En cambio con posterioridad, la diferencia se amplía en un 25% (Saavedra y col. 1990).

Podemos determinar entonces que, a partir de los 17, 18 años, ya se empieza a definir tanto la potencia, como también la capacidad anaeróbica lactácida.

La resistencia prevalente aeróbica

Los niños presentan una superior capacidad y potencia aeróbica con relación a la anaeróbica lactácida. Tienen gran capacidad para obtener energía a través de la oxidación mitocondrial, con relación al proceso anaeróbico glucolítico. En su caso, las enzimas oxidativas presentan una dinámica más desarrollada con relación a las glucolíticas (Haralambie, 1982).

Ya por los años setenta del siglo pasado se habían constatado hechos muy significativos con relación al entrenamiento de la resistencia en los jovencitos. Se desarrollaron con los mismos programas de entrenamiento entre los que estaban situados entre los 11 y 13 años de edad (Eriksson y col., 1972). Debido a ello se comprobó un incremento del potencial de trabajo oxidativo, tanto de las fibras de contracción rápida, como también de las lentas u oxidativas.

Después de 2 semanas de entrenamiento, la actividad del SDH se incrementó un 6% y luego de 6 semanas, el 30%. En los mismos lapsos la PFK creció 49% y 83% respectivamente.

Sin embargo, hay que destacar que dicho incremento porcentual tan elevado de esta enzima glucolítica, se debe primordialmente a que en dichas edades la

misma se encuentra todavía "atrasada" con relación a las enzimas oxidativas. Estas últimas ya se vienen desarrollando de manera significativa desde edades tan tempranas y por dicha causa, presentan una menor reacción porcentual con relación a la PFK. Esta última se encuentra todavía inhibida en un 40% con relación a una persona ubicada en la tercera década de su vida (Hollmann/Hettinger, 1990).

La excelente capacidad que tienen los niños en cuanto a rendimiento aeróbico, posibilita un reclutamiento similar a los adultos con relación a las fibras musculares oxidativas. Los niños tienen además similar o hasta quizás mayor volumen mitocondrial que los adultos (Weiss, 1979). Al respecto, no existe prácticamente diferencia entre un niño de seis años y una persona mayor. La escisión de las grasas en glicerol y ácidos grasos libres se realiza en forma similar a los adultos. Los pequeños pueden presentar inclusive un máximo consumo de oxígeno relativo similar a las personas mayores (Figura N° 26) y hasta se han encontrado casos de $60 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, magnitud que la tienen los buenos fondistas adultos (Keul y col. 1982).

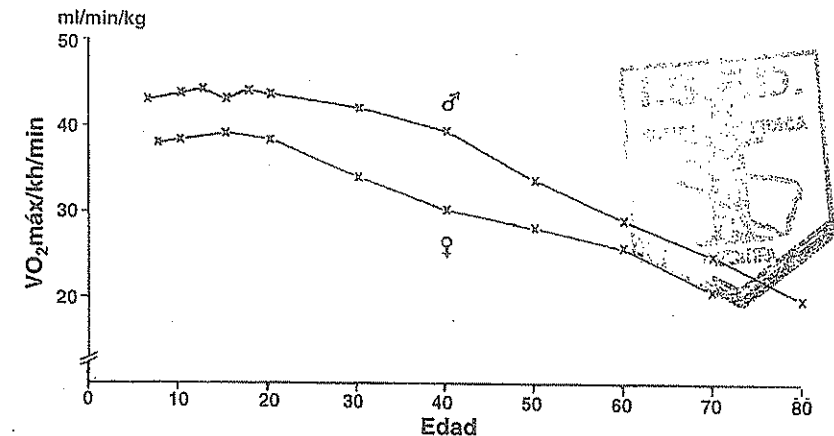


Figura 6. Máximo consumo de oxígeno durante la vida de la persona. Aquí se destaca el elevado nivel que se puede tener a edades tempranas (Hollmann, 1976, 1980, 1990).

Desarrollo cardio-respiratorio en los jóvenes

Como consecuencia del entrenamiento sistemático, ya antes de los 10 años de edad pueden existir procesos de adaptación cardio-vasculares similares a los adultos (Hollmann/Hettinger, 1990). El máximo consumo de oxígeno es alcanzado por las adolescentes entre los 14 y 16 años, mientras que los varones entre los 18 y 20 años (Hollmann y col., 1983).

El incremento del máximo consumo de oxígeno en los mismos se justifica a través de distintas causas, siendo entre ellas la más importante el volumen sistólico - minuto, como también la diferencia arterio-venosa. Sin embargo, estos factores son por un lado dependientes del volumen o la silueta cardíaca; existe una estrecha correlación con el volumen sistólico - minuto, como también con la diferencia arterio-venosa (Hollmann/ Bouchard, 1970) (Figura N° 27).

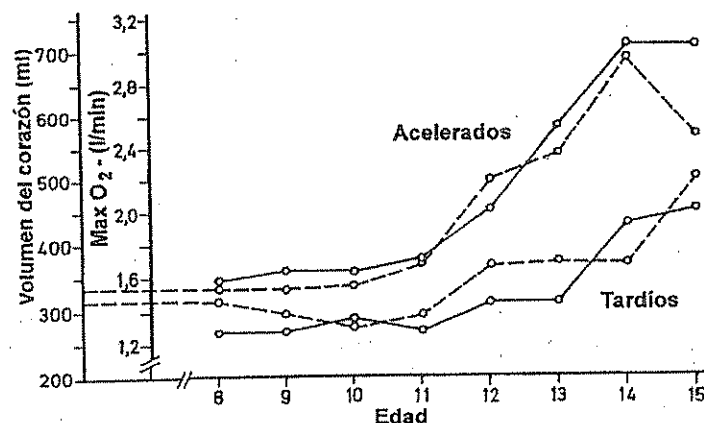


Figura 7. Volumen del corazón y máximo consumo de oxígeno en niños y jóvenes con desarrollo acelerado y tardío entre los 8 y 15 años de edad (Hollmann y Bouchard, 1983).

Asimismo, la máxima capacidad ventilatoria pulmonar se alcanza en las niñas entre los 13 y 14 años, mientras que los varones aproximadamente a los 18. Sobre las mismas edades se logran también los máximos valores para la capacidad vital. El consumo de oxígeno, como factor determinante de la economía y capacidad circulatoria, se obtiene en el caso de las niñas aproximadamente a los 15 años, mientras que en los varones a los 20.

Tomando en cuenta a estas edades, en las mismas se logran valores excelentes con relación al volumen relativo del corazón, es decir, el cociente entre el volumen del corazón (ml) y el peso corporal. Esto se destaca especialmente en niños y adolescentes entrenados en eventos de resistencia, cuando por pérdida de tejido graso debido al entrenamiento sistemático, el volumen relativo del corazón se incrementa. El mismo se ha determinado aproximadamente entre 10 y 15 ml · kg⁻¹ (Hollmann/ Bouchard, 1970; Hollmann/ Heck/ Bouchard/ Liesen, 1973; Rost, 1979; Gerhardus, 1980). Otros autores han constatado valores relativos del tamaño del corazón situado entre 14,9 y 18,1 ml · kg⁻¹ en el caso de los niños entrenados. Los que no lo estaban se situaban por los 12 ml · kg⁻¹ (Chrutschow y col., 1977). Hay que destacar que valores de 14 ml · kg⁻¹ son característicos en deportistas adultos (Zintl, 1988).

El umbral anaeróbico en los niños

Los niños presentan características bastante similares a los adultos en este aspecto, dado que la transición aeróbica - anaeróbica se produce en ellos, aproximadamente en una zona situada entre el 70 y 75% del máximo consumo de oxígeno (Buhl y col. 1982). Este valor es parecido al de deportistas adultos entrenados en los cuales la transición se produce entre el 80 y 85% del máximo consumo.

Teniendo en cuenta los valores de lactato ya citados con anterioridad, los niños de 8 a 10 años se sitúan en ellos a una velocidad media de 11,5 Km · h⁻¹, la cual es bastante aproximada a personas adultas entrenadas, pero que no son fondistas.

El entrenamiento de los niños para el desarrollo de la resistencia

En este campo es bastante difícil establecer reglas en cuanto a determinar los volúmenes e intensidades de trabajo con la finalidad de desarrollar la resistencia. Aquí se crea un serio compromiso dado que las edades son muy tempranas y si bien, para ciertos aspectos biofuncionales existe gran sensibilidad para la adaptación, en otras no. Recordemos que ellos están en plena formación biológica y emocional. Por ello, es necesario hacer un fuerte hincapié en que a edades muy tempranas, no se deberían realizar entrenamientos sistemáticos a la manera de los adultos, con relación al desarrollo de la resistencia. El entrenamiento para ellos, por el contrario, es básicamente polifacético, multilateral, variado y con un profundo contenido recreativo: ¡los niños deben desarrollar sus capacidades físicas jugando!

Podemos establecer que todavía faltan datos concretos para establecer volúmenes e intensidades adecuadas para el entrenamiento de los pequeños. Sin determinar reglas y pautas absolutas, se pueden marcar algunas observaciones o recomendaciones para el docente en la enseñanza primaria, como ser:

- ❖ Frecuencia de sesiones de trabajo.
- ❖ Volúmenes.
- ❖ Intensidades.

Frecuencia de sesiones

Dentro del programa escolar, colonia de vacaciones y/o club, el trabajo para desarrollar la resistencia varía de acuerdo a la edad, especialmente la biológica por sobre la cronológica. Hasta los ocho años es suficiente un trabajo semanal para el desarrollo o quizás el "descubrimiento" de esta capacidad. A partir de

dicha edad ya serán necesarias, como mínimo, dos sesiones para el mismo lapso, con la finalidad de obtener procesos básicos de adaptación.

Desde aproximadamente los doce años, las sesiones se deberían incrementar hasta tres veces por semana. Con frecuencias de esta magnitud ya existen verdaderos procesos cardiovasculares como sinónimo de adaptación de trabajo, con descenso de la frecuencia cardíaca en reposo.

Volumen del entrenamiento

El volumen de trabajo por sesión crece desde los 6-7 hasta los 17-18 años. Para las edades iniciales hay que prestar especial atención en que la magnitud de trabajo crezca a expensas del volumen y no por la intensidad. Obviamente esta última se verá beneficiada como consecuencia de la excelente maduración cardio-respiratoria, como también la enzimática oxidativa. Todo ello colabora para un desplazamiento más rápido o ágil de parte de los pequeños entrenados.

Al respecto del volumen, es recomendable el siguiente programa de trabajo:

Edades	Volumen en minutos
7 - 8 años	8 - 10 minutos
8 - 9 años	10 - 12 minutos
9 - 10 años	12 - 16 minutos
10 - 12 años	16 - 20 minutos
12 - 15 años	20 - 25 minutos
15 - 17 años	25 - 30 minutos

Cuadro Nº 49.

Estos son valores aproximados y el docente determinará de manera conveniente cuáles serán los volúmenes más adecuados a los niveles del alumnado.

Intensidad de las cargas

Este es un aspecto delicado con relación al enfoque del entrenamiento para la resistencia en las edades de iniciación. La magnitud del esfuerzo en la unidad de tiempo, determina el compromiso para el tipo y nivel del consumo energético, el cual, como ya hemos visto anteriormente, debe provenir con gran prevalencia, desde el ámbito aeróbico oxidativo. Sin embargo, aun la exigencia sobre dicho ámbito debe reunir valores mínimos en cuanto a sus requerimientos con relación a la intensidad. Cargas situadas por debajo del 50% del VO_2 máx no reúnen las condiciones necesarias para producir modificación alguna en el ámbito oxidativo, ni siquiera en niños de 5 años de edad (Keul y col. 1982).

La medición de los niveles del lactato sanguíneo nos daría una orientación bastante aproximada en cuanto a los niveles de intensidad se refiere. Sin embargo, hay que reconocer la escasa practicidad de este protocolo en el ámbito escolar y hasta en las instituciones deportivas.

Mayor facilidad proporciona el control de la frecuencia cardíaca, la cual puede ser observada de forma inmediata. La intensidad de la carga debe oscilar mediante este protocolo entre 150 y 170 $\text{p} \cdot \text{min}^{-1}$, lo que representaría valores de exigencia entre el 50 y 70% de la máxima potencia aeróbica en el caso de los (las) adolescentes. Sin embargo, en el caso de los niños, aun este protocolo presenta sus dificultades. Es por dicha causa que la velocidad del desplazamiento tiene mayor practicidad.

A manera de orientación se puede sugerir la siguiente propuesta de trabajo con relación a la intensidad expresada en metros por segundo (carrera a pie).

Edad (años)	Niños $\text{m} \cdot \text{seg}^{-1}$	Niñas $\text{m} \cdot \text{seg}^{-1}$
7	2.20	2.60
8	3.00	2.90
9	3.10	3.00
10	3.20	3.00
11	3.30	3.20
12	3.30	3.20
13	3.35	3.25

Cuadro Nº 50

Obviamente, la intensidad del trabajo está supeditada a la duración de las distancias, tan es así que las velocidades anteriormente propuestas están orientadas para trabajos continuos que no duren más de 10 a 12 minutos.

Para esfuerzos más prolongados se recomiendan intensidades inferiores a las sugeridas anteriormente. De todas maneras, a los niños de tan corta edad no se les debe de proponer el trabajo teniendo en cuenta la velocidad en $\text{m} \cdot \text{seg}^{-1}$. Al igual que a las personas mayores, se les deben proporcionar guarismos ya "traducidos".

A manera de ejemplificación, 2.30 $\text{m} \cdot \text{seg}^{-1}$ se traducen en 2.53 minutos para los 400 metros, mientras que 2.13 minutos, en el caso de 3 $\text{m} \cdot \text{seg}^{-1}$.

Debido al desconocimiento que tienen los pequeños en relación a las velocidades, es que en casos como éstos, inician su corrida a una intensidad mayor a la propuesta. Por este motivo, se aconseja la utilización de algún líder, monitor, o inclusive al propio docente, para acompañarlos al menos en los primeros tramos de la carrera y regular de esta forma la velocidad del desplazamiento.

MÉTODOS PRÁCTICOS PARA EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA EN LOS NIÑOS

El entrenamiento práctico para el desarrollo de la resistencia, en el caso de los niños en las etapas iniciales (7, 8 a 12, 13 años), presenta básicamente las mismas características con relación a los adultos:

- ❖ Entrenamiento continuo.
- ❖ Entrenamiento fraccionado.
- ❖ Entrenamiento mediante deportes y/ o juegos de conjunto.

Entrenamiento continuo

En líneas anteriores se ha hecho mención a algunos aspectos que están relacionados básicamente con el entrenamiento continuo: volumen y velocidad. De todas maneras, aquí se presentan inconvenientes tales como los espacios pequeños o circuitos de carrera cortos. Además, hay que tener también en cuenta circunstancias como el tedio o aburrimiento que se produce al correr de manera repetida sobre circuitos con estas características y de manera ininterrumpida. Si bien desde el punto de vista funcional no existe ningún inconveniente en el caso de los niños, por las razones anteriormente expuestas, es recomendable emplear el entrenamiento continuo solamente de manera ocasional, quizás una o dos veces por mes.

Entrenamiento fraccionado

Consiste en esfuerzos algo más intensos en la unidad de tiempo con relación al entrenamiento continuo, pero de menor duración y con pausas de recuperación que son activas. Por este motivo es recomendable a nivel escolar la carrera del "triángulo". La misma consiste en hacer tres marcas en el patio o campo deportivo y en tal forma, delimitar un triángulo imaginario.

La distancia es aproximadamente de 30 a 40 metros entre sí, la cual depende, obviamente, del espacio físico disponible en la institución escolar.

Sobre cada una de estas marcas se ubica un grupo de 8 a 10 alumnos, en lo posible con características homogéneas. Al toque del silbato del docente, el grupo "A" corre hacia el "B" y éste a su vez se desplaza hacia el "C", el cual, por su parte corre para ocupar el puesto inicial del "A".

Una vez que cada grupo se desplazó a lo largo de los "lados del triángulo" hasta llegar a la otra marca (Fig. N° 8), realiza un período de descanso o recuperación que dura entre 30 y 60 segundos, dependiendo ello de la intensidad de la corrida.

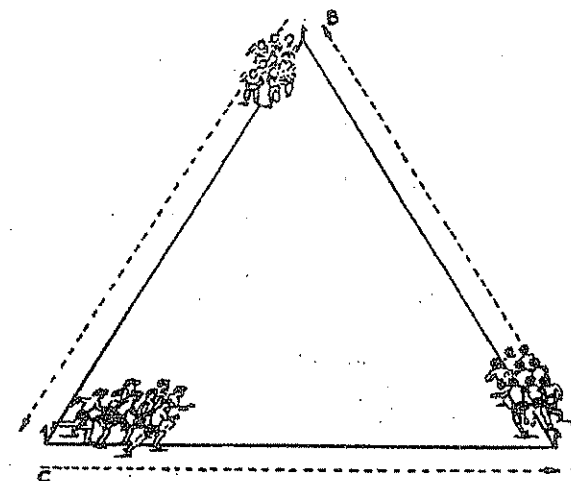


Figura 8. Carrera del "triángulo". A una orden determinada cada grupo corre hacia uno de los "ángulos". En dicho lugar se efectúa un descanso de 30 a 60 segundos, dependiendo de la intensidad de cada una de las corridas.

Se aconseja que este descanso sea activo, trotando lentamente en el lugar. Una vez que se llega al tiempo límite, el docente toca nuevamente el silbato para la siguiente repetición, completando de esta manera entre 10 y 20 corridas.

Entrenamiento mediante deportes o juegos de conjunto

Es en estas edades en las cuales los deportes o juegos de conjunto proporcionan los mejores resultados. Si bien los beneficios funcionales desde el punto de vista aeróbico oxidativo no son superiores a los dos métodos anteriormente mencionados, mediante los deportes de conjunto se evita la monotonía y se exalta la alegría que proporciona la gran variabilidad que ofrece, por ejemplo, jugar al fútbol o "a la pelota".

La adecuada combinación de estos tres métodos, con predominancia de los deportes de conjunto, proporcionarán excelentes beneficios para los niños y niñas en edad escolar, con una base firme para las actividades deportivas, luego en edades mayores.

Entrenamiento de la resistencia en la pubertad y adolescencia

Comprende las edades desde los 11-12, hasta los 15-16 años, en el caso de las jovencitas, mientras que será de 12-13 hasta los 18, 19 años, para los varones.

Sobre estas edades se estructura mayor sistematicidad en el entrenamiento y en algunos casos, obviamente en las edades mayores, ya se perfilan prácticamente las características de los especialistas. El problema que aquí se plantea es cuál debe ser el entrenamiento de los púberes y adolescentes, cuál debe ser el protocolo de trabajo.

Métodos de entrenamiento

Los métodos que se emplean para el desarrollo de la resistencia, especialmente la aeróbica, básicamente son los mismos que los que utilizan los deportistas especialistas. De todas maneras, los volúmenes, las velocidades y el número de repeticiones que emplean los jóvenes, responde a otros patrones con relación a los deportistas especializados en carreras de fondo. Estos últimos estructuran el entrenamiento en base a la especialidad deportiva y a la distancia competitiva. Los púberes y/o adolescentes, por su parte y especialmente los primeros, lo hacen con fines de "higiene orgánica". Por este motivo, es recomendable, a manera de ejemplo, la utilización del conocido test de Cooper para el desarrollo de la resistencia aeróbica y sobre él se puede estructurar el protocolo de trabajo.

Experiencias en el campo práctico han demostrado en jóvenes púberes y adolescentes, que tanto el trabajo continuo, como también el fraccionado, incrementan la resistencia. Sin embargo, se comprobó estadísticamente que el mayor beneficio se producía en la combinación de ambos métodos de entrenamiento (Wyss y col. 1988). Es razonable, entonces, desarrollar el protocolo de trabajo en base a una evaluación inicial basada en este test tan conocido, lo que permitirá confeccionar planes individuales de entrenamiento.

Entrenamiento continuo en base al Test de Cooper

Una vez que se efectuó la evaluación de los 12 minutos de carrera, se procede a determinar los volúmenes y velocidades futuras de trabajo.

Volumen

Se comienza el proceso del entrenamiento con la realización del doble de la distancia recorrida durante el test de los 12 minutos. Por ejemplo, si el o la joven cubre en los mismos 1800 metros, entonces comienzan a correr en forma continua la distancia de 3600 metros.

Velocidad

Debido a la extensión de la distancia a recorrer, es evidente la necesidad de reducir la velocidad del test inicial. Se sugiere correr en un principio al 80%, luego al 85%, 90% y 95, respectivamente (Wyss y col., 1988).

Metodología del entrenamiento continuo

No debería sorprendernos en algunos casos, que la velocidad del 80% en relación a la evaluación inicial, determine que el o la joven lo cubran prácticamente caminando. Ello se debe a que algunos de ellos apenas si cubren 1000 metros o menos en el guarismo de los 12 minutos. Incluso se encontrará cierta facilidad en el trabajo cuando se incrementa la velocidad al 85%, lo que permite seguir cubriendo todavía el doble de la distancia de la evaluación inicial. Cuando se llega al 90%, es cuando se reduce la distancia entre 15 y 20%, operación que se repite otra vez, cuando se corre al 95% de la velocidad inicial.

En estas magnitudes de trabajo es que se estará ya en condiciones para efectuar una nueva evaluación.

Entrenamiento fraccionado en base al Test de Cooper

Esta metodología de trabajo permite consideraciones bastante similares al entrenamiento continuo o de duración.

Volumen

En este caso se sugiere correr también el doble de la distancia realizada en la evaluación inicial de los 12 minutos; obviamente la misma se cubrirá de manera fraccionada. Si el joven recorrió 2000 metros en dicho guarismo, entonces cubrirá 4000 metros en forma fraccionada: $10 \times 400 \text{ mts.} = 4000 \text{ mts.}$

Obviamente, se pueden recorrer distancias de estas magnitudes debido a que se introducen pausas recuperatorias entre cada corrida fraccionada.

Velocidad

Debido a las facilidades biofuncionales que proporcionan las pausas recuperatorias, se comienza a desarrollar el entrenamiento fraccionado a la misma velocidad mediante la cual se pudo efectuar la evaluación inicial. Esto constituye la velocidad del 100% relativo. La misma se incrementa luego al 102%, 104 y finalmente 106%. El trecho fraccionado depende de las posibilidades físicas o espacios disponibles, aunque las distancias más utilizadas son las de 200, 300 y/o 400 metros.

La velocidad mediante la cual se recorre el trecho fraccionado, se determina a través de una sencilla operación aritmética. Podemos ejemplificarlo con los siguientes datos: la distancia cubierta en la evaluación inicial ha sido de 2000 metros; trecho fraccionado a utilizar son los 400 y la velocidad es del 102%.

Teniendo en cuenta que correr 12 minutos se traducen en 720 segundos (12×60) se efectúa la siguiente operación:

$$\frac{720}{2000 \times 400} = 144 \text{ segundos}$$

Sin embargo, 144 segundos (2.24 min.) constituye la velocidad de desplazamiento de la evaluación inicial (100%) para cubrir los 2000 metros. En el caso de buscar mayor velocidad, como ser 102%, la misma se determina de la siguiente forma:

$$\frac{144 \times 100}{102} = 141 \text{ segundos}$$

El guarismo de 141 segundos reducido a minutos nos da 2.21 min. para cada trecho de los 400 metros.

Pausas

En su fase inicial, las recuperaciones pueden ser relativamente cortas, 45 seg., debido a que la intensidad todavía no es elevada. Sin embargo, a medida que este último factor se incrementa, de manera paralela también se extiende la recuperación de acuerdo al siguiente Cuadro:

INTENSIDAD	PAUSAS
100%	45 seg.
102%	60 seg.
104%	75 seg.
106%	90 seg.

Cuadro N° 51.

Las pausas pueden ser semipasivas, es decir, los jóvenes caminan y/o trotan ligeramente en el lugar. Unos cinco segundos antes de finalizar las mismas, el docente lo (los) llama nuevamente al punto de partida y a la voz de mando inician de forma inmediata la siguiente corrida.

Variantes metodológicas

A medida que se incrementa la velocidad de las corridas, no solamente crece la duración de las pausas, sino también se va reduciendo el número de las corridas fraccionadas. Esta disminución gira aproximadamente en un 10% del número total de repeticiones.

La combinación del entrenamiento continuo y el fraccionado posibilita los mejores resultados con relación al incremento de la resistencia, especialmente la prevalente aeróbica. Por este motivo, se recomienda combinar 1:1 por cada uno de estos métodos, en el transcurso de los ciclos semanales de trabajo. En el caso que existiera la posibilidad de dos entrenamientos semanales, entonces cada uno de los métodos se emplea de manera alterna. En cambio, si las posibilidades crecen a tres, entonces en una de ellas se realizan dos sesiones de un método por uno del otro, pero de manera alterna semana a semana.

Las modificaciones de trabajo (incremento de la velocidad y la pausa, reducción del volumen) se sugieren cada 15 días, lo que permite desarrollar esta metodología unas 8 a 10 semanas. ¿Qué sucede cuando por razones climáticas o mal tiempo es necesario suspender el entrenamiento? En este caso se deben efectuar algunas modificaciones, las cuales estarán sujetas a la duración de estas pausas forzosas. Puede que el entrenamiento se haya suspendido por una o quizás dos semanas, e incluso en cada una de ellas en momentos diferentes. Entonces es necesario tomar en cuenta a cada una de estas circunstancias y encararlas de diferente forma.

En el caso de que el entrenamiento se haya suspendido por una semana y ello ocurrió al finalizar un ciclo de quince días, teniendo la perspectiva de pasar al nuevo ciclo con su correspondiente intensificación, entonces es conveniente repetir cada uno de los dos métodos nuevamente, con las mismas características anteriores y recién después efectuar el cambio planificado. En cambio, si la suspensión ocurrió durante o en medio del ciclo, es decir, después de dos o tres sesiones, en tal caso se repite el último trabajo y recién después es conveniente completar los dos o tres entrenamientos faltantes del ciclo correspondiente. Cuando la suspensión del entrenamiento ocurrió durante un lapso de dos semanas, entonces es conveniente repetir todo el ciclo próximo anterior.

Las suspensiones de los entrenamientos anteriormente señaladas han obedecido a factores ajenos a los entrenandos, como ser mal tiempo y/o carencia de lugar físico adecuado para el entrenamiento.

Las interrupciones también pueden ser debidas a otros factores, tales como enfermedad o lesión. Estos problemas ya son de mayor complejidad y por tal motivo el docente debería usar el debido criterio para enfocar nuevamente el trabajo. En estos casos es conveniente el debido asesoramiento de un médico especializado, es decir, un deportólogo.

Bibliografía

- ÅSTRAND, P. P.; RODHAL, K.: "Fisiología del trabajo físico" 3ª. Edición. Editorial Médica Panamericana. (1992).
- BARBANY, J. R.: "Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento". Barcelona. Temas Universitarios. Barcelona (1990).
- BLIMKE, C.; ROACHE, O.; HAY, J.; BAR, OR, O. "Anaerobic power of arms in teenage boys and girls: relationship to lean tissue". Euro. Journ. Appl. Physiol. 57, 677 – 683 (1988).
- BUHL, H.; HACKER, R.; APPELT, D.: "Adaptationsmechanismen im aerob – anaeroben Übergangsbereich bei Kindern und Jugendlichen im Vergleich zu hochtrainierten Sportlern". Medizin und Sport, 22, 40 – 43 (1982).
- CHRUSTSCHOW, S.V.; SCHIMAKOWA, S.G.: "Die Diffusionskapazität der Lungen bei jungen Sportlern". Medizin und Sport, 11, 352 (1977).
- GARCÍA – VERDUGO, M.; LANDA, L. M.: "Carreras de medio fondo y fondo". De Carreras y Marchas. Atletismo 1. Real Federación Española de Atletismo (1998).
- GERHARDUS, H.: "Über den Einfluss eines Leistungsdauer Trainings im Kindesalter auf kardipulmonaler parameter". Citado por Hollmann. Leistungssport 1, 11 – 15 (1983).
- GROSSER, M.; ZIMMERMAN, E.: "Aspekte der biologischen Adaptation". Leistungssport 4, 225 – 259 (1981).
- HARALAMBIE, G.: "Einführung in die Sportbiochemie". Bartels und Wernitz (1982).
- HEGEDÜS, J. DE.: "Rendimiento y tipo de fibra muscular". Stadium, 22, 129 (1988).
- HEGEDÜS, J. DE.: "El entrenamiento por áreas funcionales". Revista digital: Lecturas de Educación Física y Deportes. www.efdeportes.com (1999).
- HEGEDÜS, J. DE.: "Conceptos metodológicos del entrenamiento deportivo teniendo en cuenta la etapa de iniciación". Revista "Stadium": Nº 176. Buenos Aires. (2001).
- HOLLMANN, W.; BOUCHARD, C.: "Untersuchungen über die Beziehungen zwischen chronologischem und biologischem Alter zu spiroergometrischen Messgrößen, Herzvolumen, anthropometrischen Daten und Skelettmuskelfkraft bei 8 – 18 jährigen Jungen". Z. Kreisl. – Forsch. 59, 160 (1970).
- HOLLMANN, W.; LIESSEN, H.: "Über Bewertbarkeit des Laktats in der Leistungsdiagnostik". Sportart und Sportmedizin, 8, 175 (1973) Hollmann, W.; Hettinger, Th.: "Sportmedizin – Arbeits – und Trainingsgrundlagen". Schattauer, Stuttgart – New York (1976, 1980, 1990).

- HOLLMANN, W.: "Training, Grundlagen und Anpassungsprozesse". Hofmann – Verlag Schöndorf (1990).
- KEUL, J.; KINDERMANN, W.; SIMON, G.: "Die aerobe und anaerobe Kapazität als Grundlage für die Leistungsdiagnostik". Leistungssport, 1, 22 – 32 (1978).
- KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J.: "Dauertrainings – Ermittlung der optimalen Trainingsfrequenz und Leistungsfähigkeit". Leistungssport, 8, 1, 34 – 39 (1978).
- MARTIN, D.: "Training im Kindes – und Jugendalter" Hofmann – Verlag Schöndorf. 1988.
- MAZZA, J. C.: "Ácido láctico y ejercicio". Actualizaciones biosystem en ciencias del deporte. Número 1, 2, 3. Sección 3, 21 – 28 (1989).
- MOLNÁR, G.; BERETERVIDE, J.; HEGEDÜS, J. DE.: "Entrenamiento de la resistencia. Hacia la eficiencia del entrenamiento". Montevideo – Uruguay (1993).
- NAVARRO, F. V.: "La resistencia". Editorial Gymnos. Colección entrenamiento deportivo (1998).
- NEUMANN, G.: "Metabole regulation bei Langzeitausdauerleistungen". Medizin und Sport". 2, 49 – 56 (1984).
- NEUMANN, G.: "Stoffwechselprobleme beim Ausdauerlauf". Medizin und Sport. 2, 49 – 56 (1984).
- NEUMANN, G.: "Leistungsstruktur in den Ausdauersportarten aus sportmedizinischer Sicht". Leistungssport, 1, 29 – 32 (1991).
- NEUMANN, G.: "Zum zeitlichen Ablauf der Anpassung beim Ausdauertraining". Leistungssport. (1993).
- RODRÍGUEZ, F. A. MARTÍN.: "Análisis de la transición anaeróbica aláctica – láctica en velocistas mediante un test de lactacidemia". Servicio de Medicina del Deporte. Instituto Dexeus – ICATME. Cataluña (1988).
- SAAVEDRA, C.; BOUCHARD, C.: "Maximal anaerobic capacity of knee extensors during growth in gender". "Med. Sport. Exer. Sci. 9 (1991).
- THORSTENSSON, A.: "Muscle strength training on enzyme activities and fiber characteristics in human skeletal muscle". Acta Physiol. Scand. 96, 392 – 398 (1976).
- UHRHAUSEN, H.; COEN, B.; KINDERMANN, W.: "Kritische Anmerkungen zum Conconi – Test in der Trainingssteuerung bei Leistungssportler". Die Lehre der Leichtathletik", 18, 605 – 606 (1988).
- WYSS, N.; GARCÍA, J.: "Análisis del entrenamiento de la resistencia en jóvenes de nivel secundario". Stadium, 23, 136, 20 – 22 (1989).
- ZINTL, F.: "Ausdauertraining". BLV Verlagsgesellschaft. München. (1988, 1990).

Este libro se terminó de imprimir en el mes de
abril de 2008 en Gráfica General Belgrano
Coop. de Trabajo Ltda. - Aristóbulo del Valle 1942
Buenos Aires Tel. 4302-3612
e-mail: graficabelgrano@yahoo.com.ar