

## **Construcción neuromuscular**

**La fuerza en jóvenes velocistas**

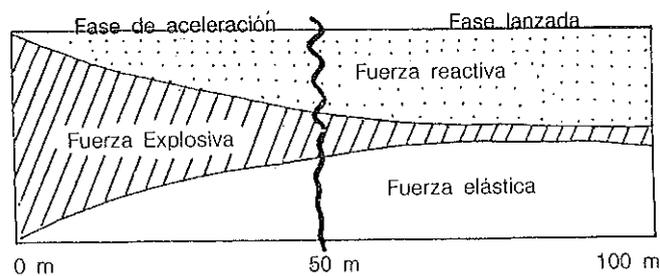
**Rafael Martín Ace-ro\***

**La mejora de un velocista viene determinada por la maduración neuromuscular (capacidad de crear mayor tensión muscular en menor tiempo; capacidad de coordinación inter e intramuscular a gran velocidad; aprovechamiento del fenómeno elástico-reflejo), que exige un alto rendimiento biomecánico y una gran eficiencia bioenergética en la carrera de velocidad. La construcción neuromuscular en las etapas de iniciación y especialización determinarán el progreso del potencial genético individual, evitando, entre otros riesgos, el establecimiento de la que se viene denominando "barrera de velocidad".**

**\* Responsable Nacional de Velocidad Mujeres (RFEA) y Técnico en el C.A.R. de Sant Cugat.**

**LA VELOCIDAD COMO CAPACIDAD COORDINATIVA DEPENDE DE LA FUERZA**

La velocidad de carrera (no es una capacidad condicional o física) depende de la capacidad de organización y regulación del movimiento de un modo cíclico, es decir, que dependiendo de la tensión muscular creada en cada contracción y su concatenación vemos que es una capacidad coordinativa y, observando de este modo, el fenómeno del sprint responde a procesos neurofisiológicos complejos -del progreso de la fuerza muscular dependerá la evolución de la velocidad de carrera-, teniéndonos que plantear de un modo metodológico la construcción general del atleta y la construcción específica según el modelo de las distintas expresiones de la fuerza requeridas en la carrera de velocidad, vigilando el correcto desarrollo de todas y el equilibrio entre ellas. (Gráfico 1 y 2).

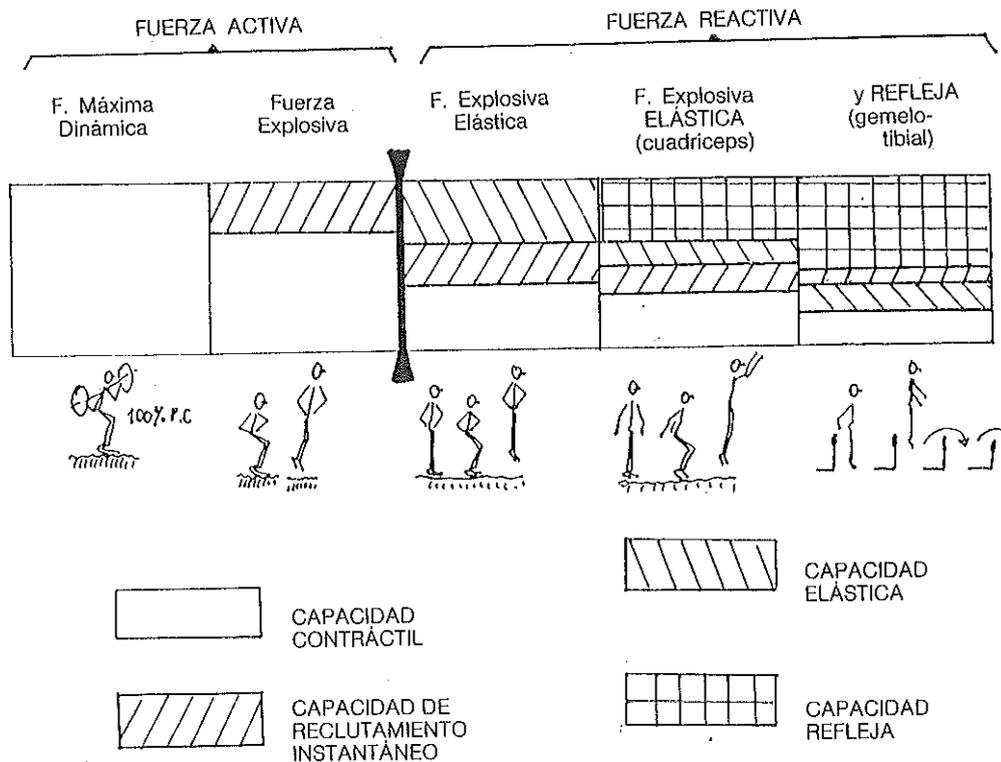


**Gráfico 1:** Intervención de las diferentes expresiones de fuerza rápida en los 100 metros lisos (C. Vittori).

**EVOLUCIÓN DEL TONO MUSCULAR EN RELACIÓN A LA VELOCIDAD**

El ritmo en las actividades motrices se manifiesta armónicamente en el ciclo alternado de RELAJACIÓN/CONTRACCIÓN, sobre todo cuando la frecuencia de movimientos (rapidez) y la velocidad de ejecución (en reacción, en movimientos cíclicos o acíclicos) aumentan considerablemente, perjudicando la integración del estímulo reflejo en el momento adecuado (BERTISTEYM) o que no consienten el correcto funcionamiento de los mecanismos de inhibición recurren (circuito de Renshaw); de ahí la dificultad de ejecución a gran velocidad de gestos precisos (FULTON). La coordinación especial de la carrera veloz trae consigo una alteración del ritmo de movilización de los procesos nerviosos y, por tanto, un mayor consumo de energía que derivará o en fatiga precoz o en riesgo de lesiones, y siempre en una disfunción coordinativa con disminución de la eficiencia bioenergética y biomecánica de la carrera. La velocidad de relajación -en el ciclo de contracción/decontracción- tiene una influencia determinante en toda sollicitación motriz de carácter fuerza/velocidad, como lo son las carreras de 100, 200 y 400, matizando que aún lo es más importante en las dos últimas que en la primera.

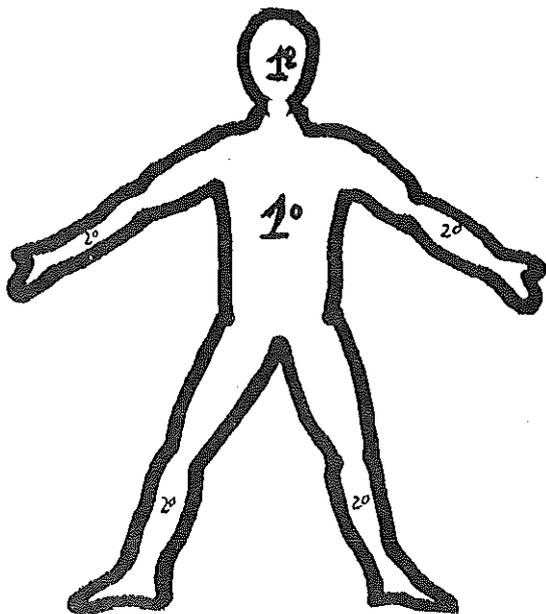
En el momento del nacimiento se incrementa el tono muscular (TM) por distensión activa de las fibras musculares y falta de maduración de los centros nerviosos destinados a la regulación del TM. Hasta los 5 años el niño-a no responderá motrizmente con inmediatez después de una orden verbal; la posibilidad de parar la potencial respuesta y de no continuarla tam-



**Gráfico 2:** Distintas manifestaciones de la fuerza (C. Vittori, 1988).

bién perdurará (A. LURIA); el control de la respuesta motriz se retrasará algunos años más, sobre todo por el papel de la impulsividad (KAGAN) y el nivel de exigencia del propio desarrollo motor y los estímulos ambientales. De los 6 a los 8 años mejorará el control motor, manifestándose en una mejora del análisis de los estímulos y en la selección de la respuesta adecuada; en la acción ha de elegir los músculos, y la característica de la tensión muscular, el sistema nervioso, afronta las características músculo-esqueléticas, donde las numerosas articulaciones pluriaxiales proporcionan múltiples grados de libertad entre las muchas opciones de movimiento. El ser humano debe aprender la inhibición igual que aprende a realizar movimientos (SETCHENOV), la inhibición permite frenar, controlar y anular los hábitos inútiles y nocivos, suspender los que son inoportunos, precisar los desproporcionados y modelar los mal adaptados (LE NY). La evolución de la-s inhibición-es constituye un factor decisivo en el desarrollo de la motricidad voluntaria, y primordial en la manifestación de la rapidez y la velocidad como requerimientos condicional y coordinativo, respectivamente. Entre los 8 y los 11 años predominan todavía los procesos de excitación, la actividad dinámica se ve favorecida por la hiperexcitabilidad cortical y la mejor cronaxia (tiempo mínimo para que el impulso nervioso desencadene una excitación sobre el tejido que actúa) con respecto a los adultos.

El TM viene determinado no sólo por la inhibición sino también por el proceso de mielinización, que permitirá conducir el influjo nervioso a la velocidad necesaria para la actividad motriz (de 0,5 a 1 m/seg. en las fibras sensitivas a 100 m/seg. en las fibras motoras). Este proceso, que comienza en las áreas corticales motrices a los 2-3 meses de vida está bastante avanzado hacia los 4-5 años y no terminará hasta la adolescencia, siguiendo las leyes cefalocaudal (primero) y próximo/distal (segundo).



## DESARROLLO MUSCULAR (no armónico)

La rapidez de movimientos cambia muy poco con la edad (a los 10 años se realizan frecuencias de 4,5 movimientos por segundo. C. Lewis, corrió en Seúl con 4,2) y el desarrollo de la velocidad corresponde sobre todo a la mejora de la fuerza veloz (KARLSSON, LARSSON, GRINKY), que es la capacidad de expresar una tensión muscular con una intensidad elevada -hacia el máximo- en el menor tiempo posible, manteniendo la amplitud del movimiento (FARFEL). Para la manifestación de esta fuerza veloz se precisa de:

- la capacidad de movilizar los procesos nerviosos (rapidísima alternancia entre excitación/inhibición para obtener elevadas frecuencias de movimiento coaligadas a una óptima utilización de la fuerza).
- fuerza de la voluntad explosiva (rendimiento profundo y rápido de un modo voluntario y organizado racionalmente).
- elasticidad muscular.

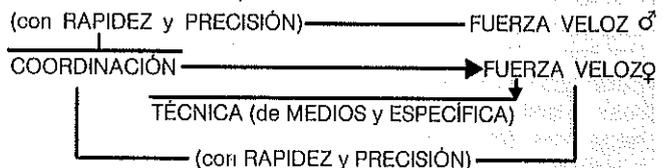
A los 6 años los flexores están mejor desarrollados que los extensores y, los músculos del tronco, más que los de las piernas y brazos (I. DRAGAN).

El desarrollo de la fuerza en la edad pre-puberal (10-12 años) vendrá aumentada de un modo gradual e irregularmente, sobre todo en los músculos extensores; posteriormente (13-15 años) el incremento de la fuerza tendrá un ritmo fluido para ambas categorías musculares (extensores y flexores), aunque se presente un poco más rápidamente en los extensores, siendo los músculos de las piernas quienes van a la cabeza del desarrollo de los grupos musculares más importantes (I. DRAGAN; P. TCHIENE).

Los ejercicios y cargas serán determinadas de un modo individual según el desarrollo morfológico y la capacidad real de trabajo alcanzada por cada joven.

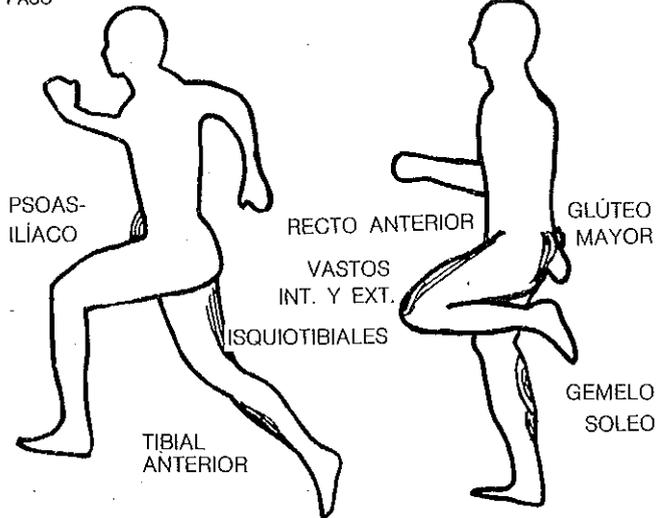
### Desarrollo de la fuerza muscular (fase clave para la construcción)

6 años	10-12 años	13-15 años
- mejor desarrollada en los flexores.	- mejor desarrollada en los extensores.	- Equilibrio en el desarrollo, aunque ligeramente adelantado el desarrollo de los extensores.
- dirige el desarrollo muscular el tronco.	- són los músculos de las piernas los que dirigen el desarrollo muscular.	
	- comienzan las diferencias en el rendimiento entre sexos.	



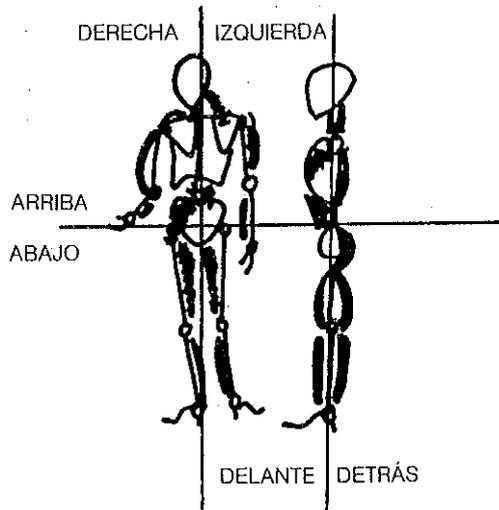
MÚSCULOS GRAVITACIONALES  
(Flexores)  
AMPLITUD DEL PASO

MÚSCULOS ANTIGRAVITACIONALES  
(Extensores)  
FRECUENCIA DE PASOS



**Dibujo 1:** Músculos gravitacionales y antigraavitacionales.

### Construcción muscular general



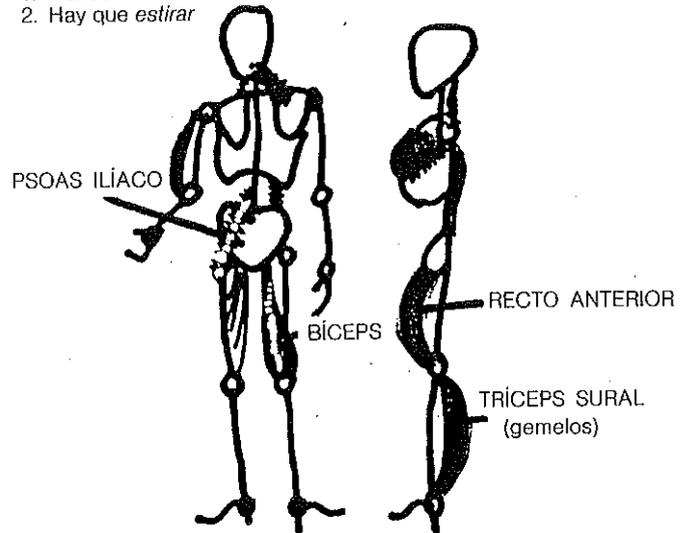
**Dibujo 2:** Construcción equilibrada y genérica de la musculatura.

En la búsqueda del desarrollo neuro-muscular necesario para el alto rendimiento, utilizaremos todos los ejercicios, medios y métodos que, respondiendo a una metodología y sistematización, sirvan a los objetivos psicopedagógicos, fisiológicos y neuronales precisados, generando un aparato motor pasivo (articulaciones y ligamentos) reforzado y un aparato motor activo (tendones, músculos y nervios) predispuesto y capacitado para grandes y profundos requerimientos. Por tanto, los medios no siempre serán específicos, y tampoco los métodos. Habría que evitar aquellas tareas y sistemas que creasen posibles transferencias negativas (de inervación y reclutamiento de fibras, especialmente). El uso precoz de medios, como la barra de pesas, vendrá objetivado en función de su aprendizaje técnico; los métodos, siempre que sea

posible, buscarán un desarrollo del ámbito de la hipertrofia muscular y de la fuerza rápida (entrenamiento neural).

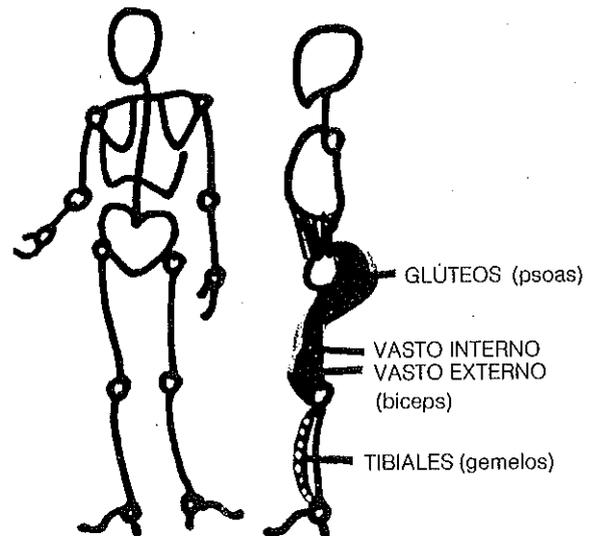
### MÚSCULOS POSTURALES:

1. Tienden a acortarse
2. Hay que estirar



### MÚSCULOS FÁSICOS (motrices)

1. Tienden a debilitarse
2. Hay que entrenarlos
3. Hay que estirar el antagonista (...)



AMPLITUD: Músculos flexores gravitacionales.  
FRECUENCIA: Músculos extensores antigraavitacionales (piernas).

**Dibujo 3:** Musculatura postural y musculatura fásica.

### CONSTRUCCIÓN MUSCULAR DIRIGIDA Y ESPECIAL

Los músculos antigraavitacionales (extensores) están relacionados con la frecuencia de los pasos en la propulsión en la carrera, y los gravitacionales (flexores) con la amplitud (C. VITTORI). Siendo en este parámetro donde encuentran mayor dificultad las atle-

VIA ENERGÉTICA	GRUPO DE MEDIOS:	100.200	400.800	100.200
		VOLUMEN A	VOLUMEN B	VOLUMEN C
ALÁCTICA (potencia)	Multisaltos (apoyos)	3.000	1.000	2.400
	Multilanzamientos (repeticiones)	1.500	—	—
	Velocidad (30/60) (m)	2.000	4.800	2.000
	Pesas (toneladas)	155	—	155
	Potencia general analítica de grupos musculares (repeticiones)	11.000	5.000	11.000

Tabla 2: Algunos volúmenes anuales, como referencia, utilizados por tres grupos de jóvenes velocistas en 1985. Escuela Catalana de Velocidad (J.M. Povill; R. Martín).

tas femeninas, incluso teniendo mayor dificultad para lograr una elongación óptima del psoas-iliaco. (Dibujo 1).

En base a las características individuales del joven atleta incluiremos progresivamente ejercicios y métodos más específicos, adecuando la exigencia a la edad biológica, así como una dinámica de cargas que posibilite el desarrollo de velocidad, dentro de una línea de multifacetismo en la especialidad. Este momento suele corresponder con la salida de la pubertad, sobre todo si se ha cumplido óptimamente la fase anterior de construcción de la fuerza general que, en el caso de los chicos debió de comenzar con la aparición de los caracteres sexuales secundarios y, en las chicas, un año antes o al tener la primera menstrua-

ción, para las atletas femeninas la fase de construcción de la fuerza general será más larga por comenzar antes y más intensa por dedicarle más tiempo del entrenamiento total.

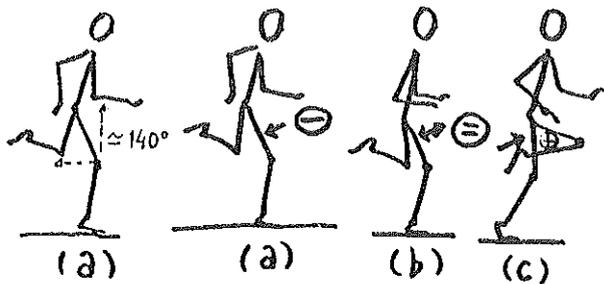
Para el aprendizaje y la mejora de la fuerza especial, utilizaremos medios globales como las subidas, los arrastres, las carreras con lastre en la cintura o en los tobillos... proporcionándole al atleta una diversidad de sensaciones y requerimientos que enriquezcan la elaboración de su experiencia sobre la carrera de velocidad. (Cuadro A).

La fuerza explosiva-elástico-refleja cíclica se manifestará en la fase de impulsión de la zancada de la carrera, pero se ha preparado anteriormente, surgiendo de una reacción al estiramiento (a).

#### CUADRO A

Grupo de Ejercicios	Medio	Vía energética	Expresión de la Fuerza	ciclos donde interviene	Volúmenes máximos en una sesión			máximas repeticiones unidad	observaciones
					N ejer.	N ser.	N rep.		
FZA. GENERAL	● Potencia tronco (a) brazos (b)	Pot. Aláctica	F. RÁPIDA	II-III	6-12	3-5	10-30	1000	
	● Ej. Barra	Pot. Aláctica	F. RESISTENCIA	I	10	3-5	15-30	1000	30"-30"R
	● Circuitos	Cap. Láctica	F. RÁPIDA	I-II	3	3	6-8	60-80	
FZA. DIRIGIDA	● Gradas	Pot. Aláctica	F. RÁPIDA	II	4	2	10	80	
	● Multilanz.	Pot. Aláctica	F. EXPLOSIVA ELÁSTICA	I-II-III	1	4	10	40	cíclicos o únicos sucesivos y alternados
	● Saltos hor. →pies junt. →triples →pentas	Pot. Aláctica	F. EXPLOSIVA ELÁSTICA	I-II-III (IV)	3-4	—	—	60	
	● Subidas (30)		F. EXPLOSIVA ELÁSTICA	I	—	1-2	3-6	6	10-15%
	● Arrastres (30)			I	—	1-2	3-6	6	6-8 kilos
	● Subidas (50-100)	Pot. Aláctica		I	—	1-2	1-2	2	10-15%
	● Arrastres (50-100)	y		I-III	—	1-2	1-2	2	6-8 kilos
FZA. ESPECIAL	● Multis. (50-100)	Pot. Láctica		II-III	—	1-2	1-2	2	
	● Cinturón (4. K) (50)	Pot. Aláctica	F. EXPLOSIVA ELÁSTICA REFLEJA	III-IV	2-3	1-2	2-3	6	4 K (50 m)
	● Tobilleras (1 K) (30)		F. EXP./ELAST.	II-III	2-3	1-2	2-3	6	1 K (50 m)
	● Combinac.		F. EXP./ELAST.	III-IV				6	
	● Saltos verticales (vallas)		F. EXP./ELAST. REFLEJA (pies)	II-III-IV	2-3	6-10	6-10	80	variar la altura

(R. MARTIN ACERO)

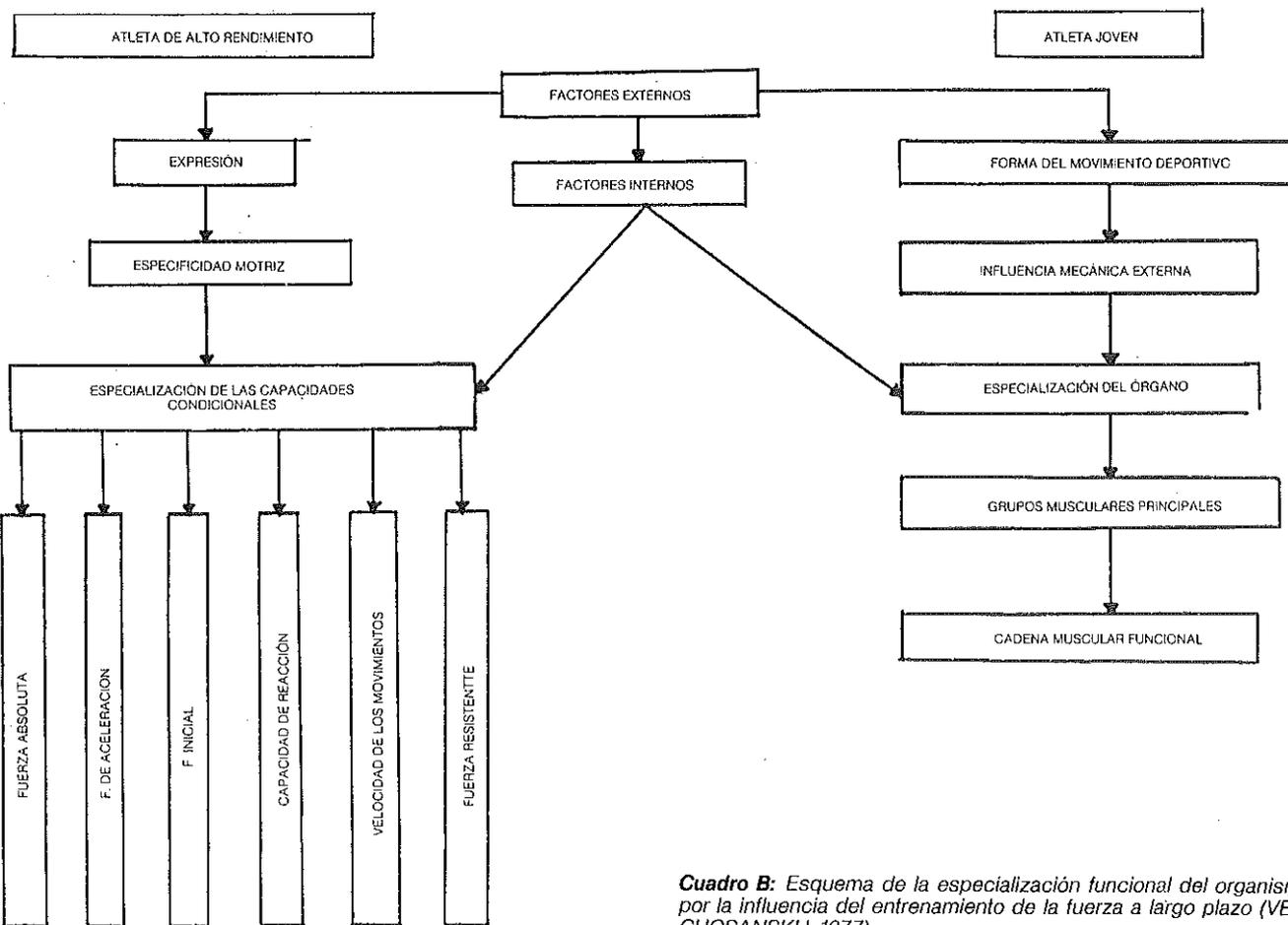


La diferencia entre el momento de cesión (a) y el de impulsión (c), a favor de este último, proporcionará los altos valores de aceleración del centro de gravedad y, por tanto, la máxima velocidad de carrera, que vendrá acompañada de un acortamiento del tiempo de apoyo. Dentro del concepto aproximativo del entrenamiento deportivo como un "proceso psicopedagógico complejo que se concretiza al organizar el ejercicio físico repetido en cantidad y con una intensidad tal que se puedan producir cargas progresivamente crecientes, que estimule los procesos fisiológicos de supercompensación del organismo y favorezcan el aumento de la capacidad física, psíquica, técnica y táctica del atleta con el fin de promover y consolidar el rendimiento en la competición" (VITTORI), pretende-

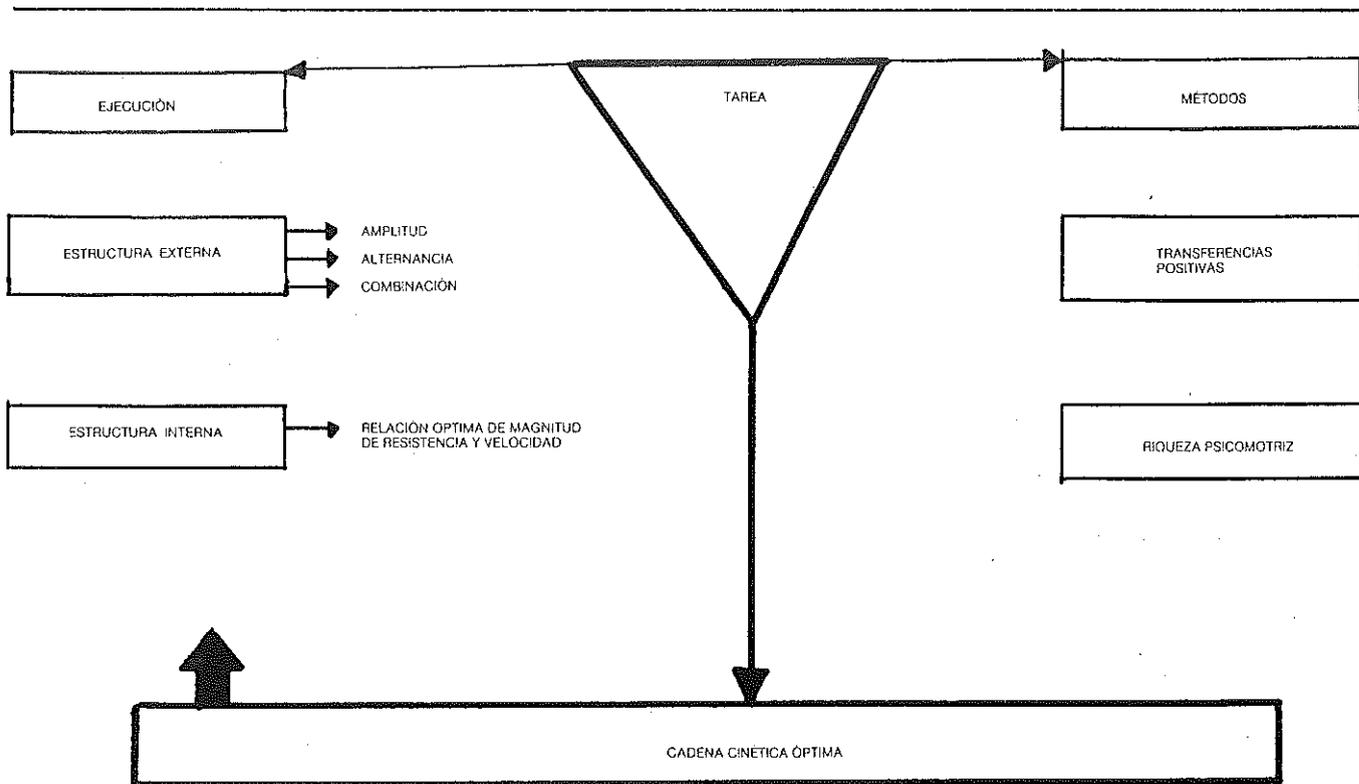
mos una educación neuromuscular del joven velocista que le capacite para dominar las alternancias de contracción/relajación a alta velocidad, y la evolución intramuscular en las diferentes tensiones que alternan en el trabajo muscular (excéntrico-breve momento isométrico (b) concéntrico). En la estrategia a medio y largo plazo se busca una especialización funcional del organismo a través de distintas exigencias de colocación de los segmentos corporales, de su desplazamiento y del carácter de las tensiones musculares requeridas. De este modo construiremos la especialización de los grupos musculares requeridos y la cadena muscular funcional. (Cuadro B). Este proceso de adaptación neuromuscular no es igual para el atleta adulto que para el joven que todavía está bajo la influencia de su desarrollo biológico y tendrá reacciones generales y específicas más intensas que el adulto, sobre todo si se precisa el uso persistente y único del entrenamiento especial (medios, métodos y volúmenes).

Veamos como se concreta en ejercicios este planteamiento en el trabajo de fuerza activa (un solo ciclo: contracción). (Dibujo 4):

- a) Multilanzamientos de parado (ISOM./CONC.)
- b) Extensiones en escalón (ISOM./CONC.)
- c) Semi-squat con paradas en 90° y 140° grados (ISOM./CONC.-ISOM-CONC.)



**Cuadro B:** Esquema de la especialización funcional del organismo por la influencia del entrenamiento de la fuerza a largo plazo (VERCHOSANSKI, 1977).



**Cuadro C:** Especialización del órgano y cadena cinética óptima son los objetivos del entrenamiento de fuerza de los jóvenes (R. MARTIN, 1985).

d) Semi-squat de parado con salto (ISOM./CONC.)  
El trabajo de fuerza reactiva (dos ciclos: estiramiento/contracción) posibilita muchas más combinaciones que, para poner un ejemplo, concretaremos en esta serie de saltos verticales a pies juntos (con flexión de 90° grados: a 150 aproximadamente).

**CUADRICEPS:**

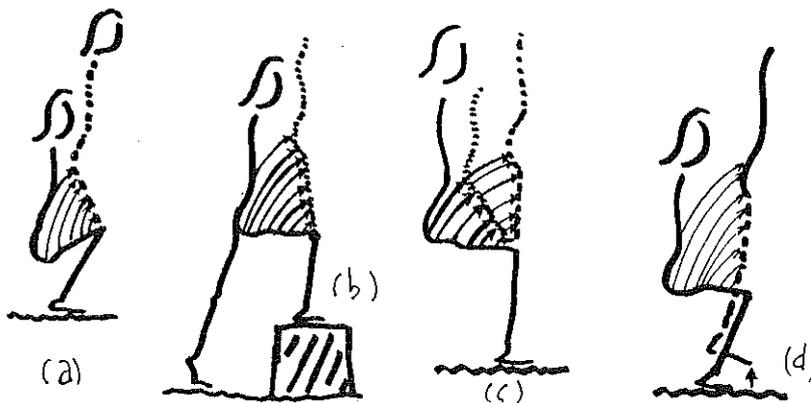
- a) Con ayuda del compañero en la bajada (+EXCEN./ISOM./CONC.)
- b) Con un balón (3 kg) en cada brazo, soltarlos al subir (+EXCEN./ISOM./CONC.)
- c) Con brazos libres (+EXCEN./ISOM./+CONC.)

d) Con ayuda del compañero en la subida (EXCEN./ISOM./+CONC.)

**PIES:**

- a) Apoyos en tijeras, con poquísima flexión de rodilla, impulsándose al subir en un obstáculo.
- b) Saltos de valla (0,5; 0,80;...) de 6 a 10 veces a 1 metro con 1 ó 2 apoyos.
- c) Carreras lastradas con cinturón (3-6 kg).

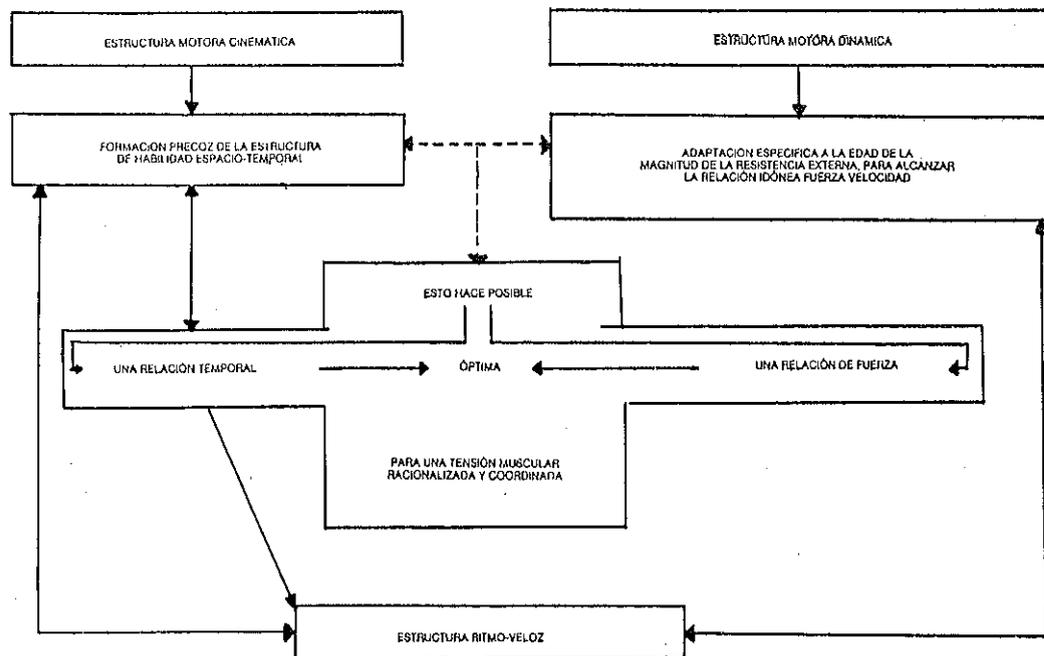
Con los medios directamente relacionados con la capacidad de acelerar tanto en el impulso de salida como en los primeros pasos de carrera, hemos tenido



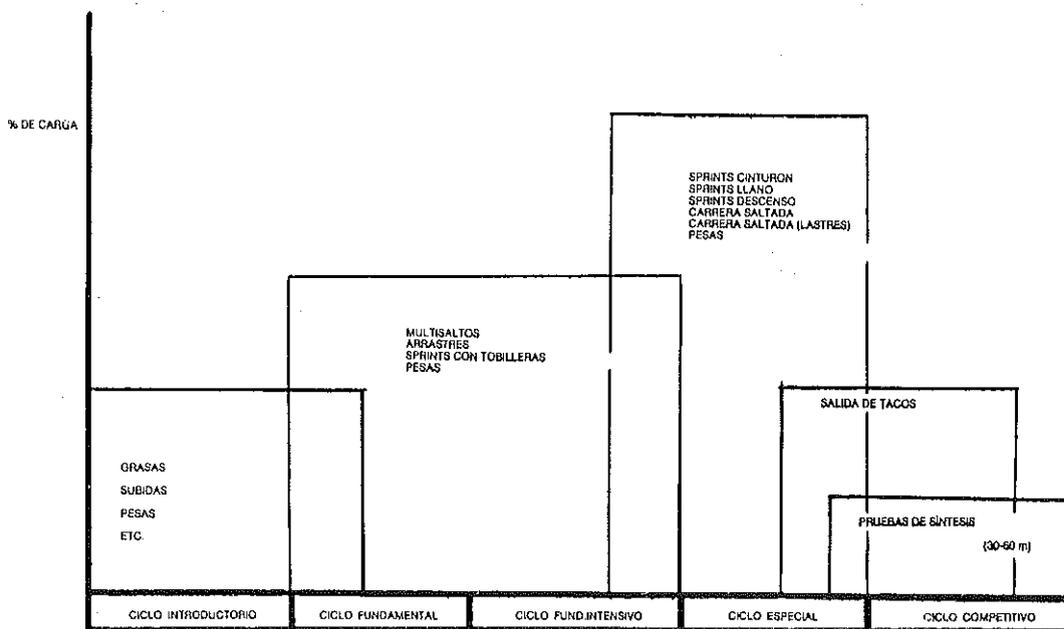
**Dibujo 4**

en cuenta con los jóvenes un principio de desarrollo de la estructura ritmo-velocidad a medio y largo plazo (Cuadro D) donde la técnica ha ido por delante de las sobrecargas utilizadas en arrastres, subidas o multi-

saltos. De este modo podemos garantizar una relación óptima entre la técnica y la fuerza. Estos medios los hemos distribuido en la temporada del siguiente modo\*:



**Cuadro D:** Esquema del desarrollo de la estructura ritmo-velocidad en el entrenamiento técnico y neuromuscular a largo plazo para alto rendimiento (MANN, 1982).



**Cuadro E\*:** Medios de entrenamiento para la capacidad de aceleración (C. Vittori, R. Martín).

## ENTRENAMIENTO CON PESAS

Una vez que el joven velocista tiene su aparato motor pasivo (ligamentos y articulaciones) reforzado —porqué ya realiza 10 abdominales y 10 lumbares con 10 kilos y salta sobre una pierna después de una flexión profunda—, y que ya domina la técnica de todos los medios a utilizar, comenzaremos el trabajo con barra de pesas a través de métodos mixtos fundamentalmente, siguiendo esta progresión:

1: Incrementaremos la magnitud de resistencia hasta:

- 15 años 105% Peso Corporal.
- 17 años 120% Peso Corporal.
- 19 años 140% Peso Corporal.

2: Aumentaremos después el volumen de trabajo, con más series y más repeticiones.

3: Aumentará la intensidad por el mejor empeño nervioso del propio atleta.

## RESUMEN

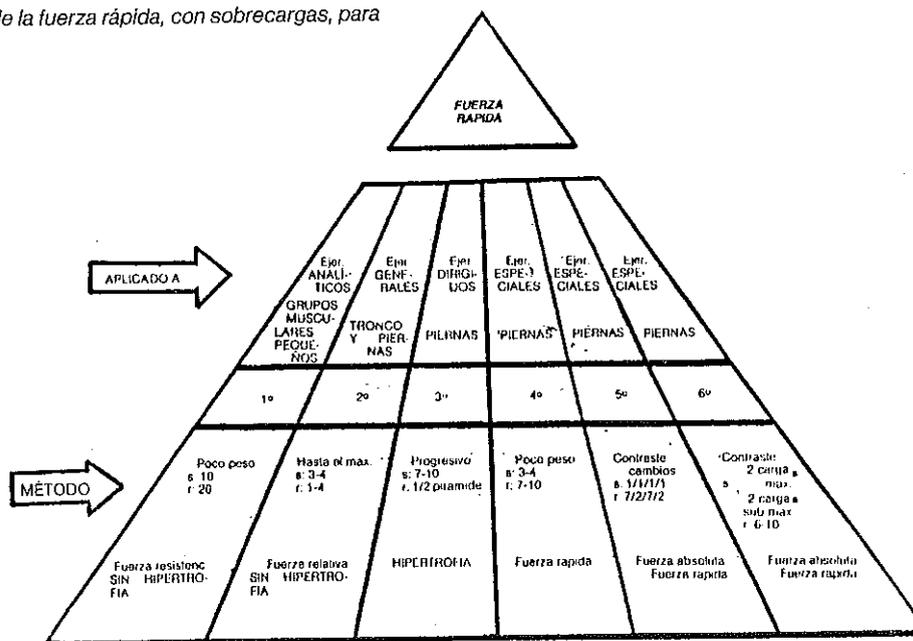
La planificación de medios y métodos para la construcción de la fuerza de un joven ha de considerar toda la idiosincrasia del fenómeno complejo que es la

carrera de velocidad, entrenando todas las manifestaciones de la fuerza muscular (máxima dinámica, explosiva) y todas las expresiones de la fuerza explosiva cíclica (elástica, refleja). Sólo un desarrollo armónico, un aprendizaje alto y un equilibrio adecuado de estas manifestaciones y expresiones promoverá altos rendimientos en la carrera de velocidad, donde rápidas contracciones se suceden a velocísimas decontracciones, teniendo siempre en consideración las posibles transferencias negativas creadas por el entrenamiento de la fuerza de un modo masivo y no controlado, lo que llevaría a la musculatura a un alto grado de densidad y viscosidad, perjudicando su eficiencia biomecánica interna y externa. □

## BIBLIOGRAFÍA

- DRAGAN, I.; DEMETER, A.: Bases fisiológicas de la actividad motora en la edad juvenil. Roma, 1980. (Seminario de Estudio. CONI).
- TSHIENE, P.: La estrategia del entrenamiento juvenil. Atleticastudi. Roma, 1985.
- VERCHOSANSKIJ, V.: El desarrollo de la fuerza explosiva en el deporte. Atletica leggera. Roma, 1984.
- VITTORI, C.: Directrices entrenamiento de velocidad en todas las categorías. Atleticastudi. Roma, 1981.
- VITTORI, C.: Las manifestaciones de la fuerza en el sprint. (Conferencia en el Sector de Velocidad RFEA. Barcelona, 1988).
- MARTÍN, R.; POVILL, J.M.: Planificación de la Escuela Catalana de Velocidad. Barcelona, 1984.
- MARTÍN, R.; POVILL, J.M.: El entrenamiento de la fuerza en jóvenes. Comunicación en el Congreso Internacional de Planificación y control del entrenamiento. INEFC de Lérida, 1986.

Métodos para el desarrollo de la fuerza rápida, con sobrecargas, para jóvenes. (R. Martín).



# RED

REVISTA DE ENTRENAMIENTO  
DEPORTIVO

REVISTA DE ENTRENAMIENTO  
DEPORTIVO

ENERO-FEBRERO 1990  
VOLUMEN 4 - Nº 1

**CONSEJO ASESOR:**

J. Bosco  
J. Tancic  
J. Vittori  
... Abaurrea, E. Alonso, J. Álvaro, V. Artero,  
F. Buscató, M. Caragol, M. Delgado-Meco,  
A. Gras, M. Ibern, C. Molina, J. Porta,  
J.A. Prat, H. Romero, V. Ribera,  
J.M. Sancha, M. Torres, F. Vizcaino

**COMITÉ DE REDACCIÓN:**

R. Martín Acero, Alex Codina,  
Antonio Sánchez, F. Vizcaino

**ASESOR CIENTÍFICO/MÉDICO:**

Fernando A. Rodríguez

**PRODUCTOR/EDITOR:**

Rafael Martín

**TRADUCCIONES:**

Julio Sánchez, IDEASPORT.

**DIBUJOS:**

Archivo y J. Laiseca

**FOTOGRAFÍA:**

Archivo, J. Campderrós, F.A. Rodríguez

**ADMINISTRACIÓN Y GERENCIA:**

Xavier Traver

**DIRECTOR:**

F<sup>co</sup> Seirul-lo Vargas

**FOTOCOMPOSICIÓN Y MONTAJE:**

Editor Service, S.A.

**IMPRESIÓN:**

GRAMAGRAF  
D. Legal nº: B-4.867-1987

**DISTRIBUCIÓN Y SUSCRIPCIÓN:**

## IDEASPORT

Ap.C. 899 08080 BARCELONA  
Tel.: (93) 425 22 85

*El artículo "Valores de intensidad fisiológica empleados para el entrenamiento de resistencia" procede de la revista NSA (IAAF) 1988.*

A lo largo de nuestras páginas serán utilizados nombres genéricos tales como "hombre", "niño", "individuo" o "sujeto". Cuando no se especifique lo contrario, se refieren tanto a hombres como a mujeres. Es importante que en el mundo de la educación física y el deporte, como en todos los demás ámbitos de la vida, los hombres y las mujeres tengan el mismo estatus y las mismas oportunidades.

RED no se responsabiliza de las opiniones expresadas en los artículos y entrevistas que publica. Son criterios de los autores.

**Valores de intensidad fisiológica empleados para el entrenamiento de resistencia**

# 2

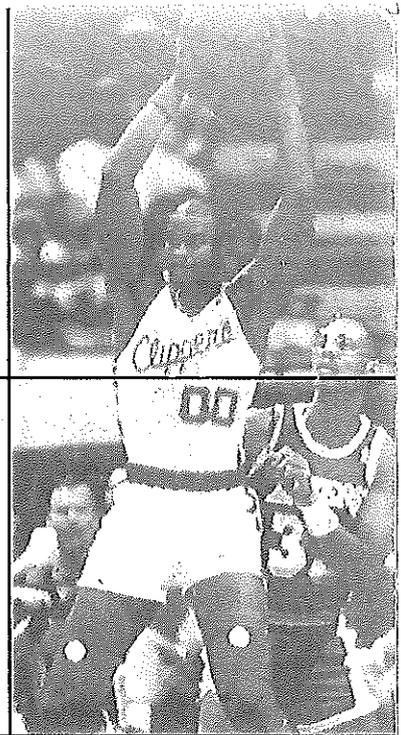
**Tudor O. Bompa**



**La Teoría de los Tránsitos**

# 12

**Juan Antonio "Chinche" del Río**



**Construcción neuromuscular (La fuerza en jóvenes velocistas)**

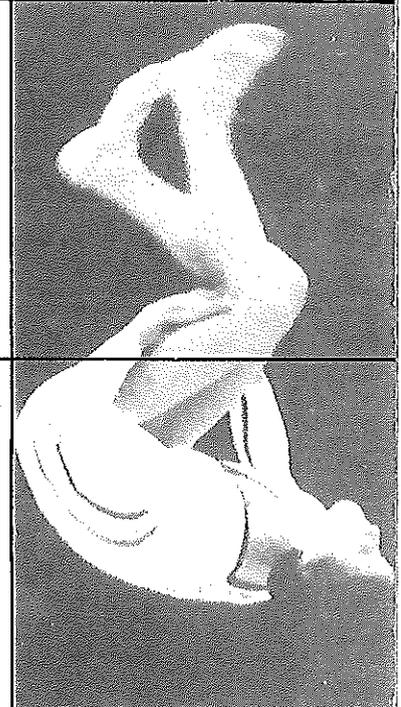
# 23

**Rafael Martín Acero**

**Técnicas de Prevención Activa**

# 32

**Jordi Porta  
Lluís Miquel**



**Firma invitada:  
Super olímpicas**

# 37

**Carlos Sentís**

**Guía Barcelona '92:  
Las áreas olímpicas**

# 38

**Libros**

**infer**

# 42

# R&D

Revista de Entrenamiento Deportivo

VOLUMEN 4 NÚMERO 1

ENERO-FEBRERO 1990

CONSTRUCCIÓN NEUROMUSCULAR

VALORES DE INTENSIDAD FISIOLÓGICA

LA TEORÍA DE LOS TRÁNSITOS

TÉCNICAS DE PREVENCIÓN ACTIVA

