



Universidad de León

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL
DEPORTE

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA

**DESARROLLO DE LA FUERZA EN LAS DISCIPLINAS
ATLÉTICAS DE CARRERAS LISAS DE VELOCIDAD Y
MEDIO FONDO**

Tesis doctoral presentada por Juan Manuel Sánchez Pérez

Dirigida por el Dr. Gonzalo Cuadrado

León, abril de 2009



Universidad de León

Departamento de Educación Física y Deportiva
Programa de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

El Dr. **D. Gonzalo Cuadrado Sáenz**, Profesor Titular de la Universidad de León, como director de la Tesis Doctoral: ***“Desarrollo de la Fuerza en las disciplinas atléticas de carreras lisas de Velocidad y Medio Fondo”***, realizada en el Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de León por el doctorando **D. Juan Manuel Sánchez Pérez**, autorizo la presentación de citada Tesis Doctoral, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Y para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en León, a.....

El director de la tesis

Gonzalo Cuadrado Sáenz



ADMISIÓN A TRÁMITE DEL DEPARTAMENTO
(Art. 11.3 del R.D. 56/2005 y Norma 7ª de las Complementarias de la ULE)

El Departamento de Educación Física y deportiva en su reunión celebrada el día ___ de _____ de _____ ha acordado dar su conformidad a la admisión a trámite de lectura de la Tesis Doctoral titulada “DESARROLLO DE LA FUERZA EN LAS DISCIPLINAS ATLÉTICAS DE CARRERAS LISAS DE VELOCIDAD Y MEDIO FONDO”, dirigida por el Dr. D. Gonzalo Cuadrado Sáenz, elaborada por D. Juan Manuel Sánchez Pérez. Y cuyo título en inglés es el siguiente: “Development of Strength in Athletic Events of racing track Speed and Middle Distance”.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al art. 11.3 del R.D. 56/2005, en León a

_____ de _____ de _____.

Vº Bº El Director del
Departamento

El secretario,

Fdo.: José Gerardo Villa Vicente

Fdo.: Pedro Andrés Fernández

*A Marisa, Lidia y Alberto, por los momentos de
felicidad que me han proporcionado*

*A mis padres y a Ovidio, gracias a su esfuerzo y
empeño pude iniciar mi formación académica*

AGRADECIMIENTOS

Más allá del acto protocolario y con una sincera actitud de agradecimiento, quisiera reconocer la ayuda de aquellas personas que, de forma directa o indirecta, han hecho posible la elaboración de esta tesis.

En primer lugar y de manera especial, quiero dar las gracias al director de esta tesis D. Gonzalo Cuadrado Sáenz por haber creído y confiado en el proyecto y por su inestimable ayuda en la orientación y dirección del mismo.

Al Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de León por la acogida de este trabajo.

A la Real Federación Española de Atletismo y a la Escuela Nacional de Entrenadores por la ayuda prestada.

A las personas que trabajan en el centro de documentación de la Escuela Nacional de Entrenadores, siempre amables y comprensivos, y en especial a D. Jesús Aranaz del Río y a D. Arturo Oliver Coronado.

A mi entrenador de siempre Luis Miguel Landa García por sus consejos técnicos, su amistad y por la acogida que siempre me dispensó.

A mi amigo José María López García por su generosa y siempre enriquecedora labor de corrección.

ÍNDICE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL

1.- PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	18
----------------------------------	----

OBJETIVOS

1.- OBJETIVOS	26
---------------	----

METODOLOGÍA

1.- METODOLOGÍA Y FUENTES	29
---------------------------	----

2.- ESTRUCTURA DEL TRABAJO	34
----------------------------	----

CAPÍTULO 1: APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE FUERZA

1.1.-INTRODUCCIÓN	39
-------------------	----

1.2.-CONCEPTO GENERAL DE FUERZA	43
---------------------------------	----

1.3.- CONCEPTOS Y TÉRMINOS QUE FACILITAN LA ORDENACIÓN, VALORACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE ENTRENAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE FUERZA	47
---	----

1.4.- CONCEPTOS Y TÉRMINOS QUE HACEN REFERENCIA A LAS DIFERENTES FORMAS DE MANIFESTACIÓN DE LA CAPACIDAD DE FUERZA	52
--	----

1.4.1.- <i>Fuerza Estática o Isométrica</i>	59
---	----

1.4.2.- <i>Fuerza Dinámica</i>	63
--------------------------------	----

1.4.2.1.- <i>Fuerza Máxima Dinámica</i>	67
---	----

1.4.2.2.- <i>Fuerza Explosiva</i>	72
-----------------------------------	----

1.4.2.2 a.- <i>Fuerza Explosiva Balística</i>	76
---	----

1.4.2.2 b.- <i>Fuerza Explosiva- Reactiva-Elástica</i>	78
--	----

1.4.2.2 c.- <i>Fuerza Explosiva- Reactiva- Refleja</i>	80
--	----

1.4.2.3.- <i>Fuerza Resistencia</i>	82
-------------------------------------	----

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE LA FUERZA EN LOS CORREDORES DE 100M.L Y 200M.L

2.1.- CONCEPTO DE VELOCIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LOS VELOCISTAS	87
--	----

2.2.- FACTORES BIOMECÁNICOS, METABÓLICOS Y TÉCNICOS QUE CONDICIONAN EL TRABAJO DE FUERZA EN LAS PRUEBAS DE 100 Y 200M.L	92
---	----

2.2.1.- <i>Análisis biomecánico de la carrera de velocidad</i>	92
2.2.2.- <i>Metabolismo energético de los 100 y 200 metros lisos</i>	100
2.2.3.- <i>La técnica de carrera en los 100 y 200 metros lisos</i>	107
2.3.- COMO PLANTEAR EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN LOS CARREDORES DE 100 Y 200 METROS LISOS	118
2.4.- ACTIVIDADES Y MEDIOS UTILIZADOS PARA ELDESARROLLO DE LA FUERZA EN CORREDORES DE 100M.L y 200M.L	129
2.4.1.- <i>Especificidad</i>	129
2.4.2.- <i>Variabilidad</i>	133
2.4.3.- <i>Complementariedad</i>	155
2.5.-DISTRIBUCIÓN DE LOS DISTINTOS CONTENIDOS DE FUERZA EN EL PLAN ANUAL DE LOS CORREDORES DE 100M.L y 200M.L	172
2.6.- CONCLUSIONES	193
CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA FUERZA EN LOS CORREDORES DE 400M.L	
3.1.-CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA DE 400 METROS LISOS	191
3.2.- FACTORES METABÓLICOS BIOMECÁNICOS, Y TÉCNICOS QUE CONDICIONAN EL TRABAJO DE FUERZA EN LA PRUEBAS DE 400M.L	202
3.2.1.- <i>Metabolismo energético de los 400 metros lisos</i>	202
3.2.2. <i>Análisis biomecánico de la carrera de la carrera de 400 metros lisos</i>	208
3.2.3.- <i>La técnica de carrera en los 400 metros lisos</i>	214
3.3.- COMO PLANTEAR EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN LOS CARREDORES DE 400 METROS LISOS	222
3.4.- ACTIVIDADES Y MEDIOS UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN CORREDORES DE 400M.L	230
3.5.- DISTRIBUCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE FUERZA EN EL PLAN ANUAL DE LOS CORREDORES DE 400M.L.	243
3.5.1.- <i>Estructura de las sesiones específicas de fuerza</i>	244
3.5.2.- <i>Distribución de los ejercicios y actividades de fuerza a lo largo de la temporada</i>	245
3.5.3.- <i>Sistemas, intensidades de los estímulos, tiempos de recuperación y volúmenes utilizados para el desarrollo de la fuerza</i>	249
3.6.- CONCLUSIONES	253

CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE LA FUERZA EN LOS CORREDORES DE MEDIO FONDO: 800M.L Y 1500M.L

4.1.- COMO ..DESARROLLAR LA FUERZA EN LOS CORREDORES DE MEDIO FONDO: VISIÓN DE ENTRENADORES Y ESTUDIOSOS	256
4.2.- CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS, TÉCNICAS Y FÍSICAS DE LAS PRUEBAS DE 800 M.L y 1500 M. L	270
4.2.1.- <i>Análisis energético de los 800m.l y los 1500m.l</i>	275
4.2.2.- <i>Consumo de O2 en 800m.l y 1500m. L</i>	279
4.2.3.- <i>Características cronométricas de las pruebas de 800m.l y 1500m.l: ritmos de paso</i>	282
4.2.4.- <i>Características de la zancada en las pruebas de 800m.l y 1500m.l</i>	286
4.3.-ACTIVIDADES Y MEDIOS UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN CORREDORES DE 800M.L y 1500M.L	292
4.3.1.- <i>Entrenamiento en cuestas</i>	293
4.3.2.- <i>Entrenamiento en circuito “Circuit Training”</i>	299
4.3.3.- <i>Circuito de Oregón</i>	305
4.3.4.- <i>Desarrollo de la fuerza elástica</i>	311
4.3.5.- <i>Trabajos de fuerza orientados a la mejora de la técnica de carrera</i>	318
4.3.6.- <i>Desarrollo de la fuerza del corredor de medio fondo con medios tradicionales de halterofilia y con ejercicios isométricos</i>	334
4.4.- DISTRIBUCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE FUERZA EN EL PLAN ANUAL DE LOS ATLETAS DE 800M.L y 1500M.L	343
4.4.1.- <i>Entrenamiento en cuestas</i>	343
4.4-2.- <i>Entrenamiento en circuito “Circuit Training”</i>	347
4.4.3.- <i>Desarrollo de la fuerza elástica</i>	349
4.4.4.- <i>Trabajos de fuerza para la mejora de la técnica de carrera</i>	352
4.4.5.- <i>Ejercicios tradicionales de Halterofilia</i>	354
4.4.6.- <i>Ejercicios isocinéticos</i>	357
4.5.- CONCLUSIONES	360
CONCLUSIONES FINALES	362
BIBLIOGRAFÍA	365

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Componentes de la zancada	94
Figura 2.2. Parámetros mecánicos del paso	94
Figura 2.3 Deformación-flexión en el apoyo	96
Figura 2.4 Acción de la cadera en el apoyo	97
Figura 2.5. Retorno de la pierna libre	98
Figura 2.6. Preparación del apoyo	99
Figura 2.7. Posición de salida	110
Figura 2.8 Primeras acciones en carrera	111
Figura 2.9. Acciones en la fase de máxima velocidad	113
Figura 2.10. Modificaciones de la forma de correr bajo el efecto de la fatiga	115
Figura 2.11. Efecto del entrenamiento dinámico sobre la frecuencia de descarga. Duchateau. 2003	122
Figura 2.12. Combinación de manifestaciones de fuerza en una carrera de 100m. Vittori 1990	126
Figura 2.13. Ejercicios localizados en la rodilla para evitar el hundimiento del c.d.g en el apoyo. Gajer y col. 2001	130
Figura 2.14. Ejercicios localizados en el tobillo para evitar el hundimiento del c.d.g en el apoyo. Gajer y col. 2001	131
Figura 2.15. Ejercicios para lograr la rápida extensión de la cadera. Gajer y col. 2001	132
Figura 2.16. Ejercicios para lograr un paso rápido de la pierna libre a delante . Gajer y col. 2001	133
Figura 2.17. Ejercicios para el desarrollo de la fuerza máxima dinámica	138
Figura 2.18. Angulaciones para el trabajo pliométrico. Cometti 1988	143
Figura 2.19. Variaciones para la acción pliométrica	146
Figura 2.20. Variaciones en la angulación de la cadera y el tronco en carreras con arrastre. Letzelter y Col. 1994	150
Figura 2.21. Acción “muelle” de tobillos	152
Figura 2.22. Saltos sobre obstáculos (pies simultáneos)	152
Figura 2.23. Acción de tijera en el plano sagital	153
Figura 2.24. Carrera saltada	154
Figura 2.25. Supervelocidad con cinturón lastrado	155
Figura 2.26. Cargada y arrancada	156

Figura 2.27. Press de banca	157
Figura 2.28. Tracciones de brazos	157
Figura 2.29. Acción de brazos con “pesas”	157
Figura 2.30. Ejercicios de “situp”	159
Figura 2.31. Ejercicios de “situp” con tensión abdominal	160
Figura 2.32. Ejercicios activos con soporte isométrico	160
Figura 2.33. Skipping	162
Figura 2.34. ciclógrafo de carrera en de velocistas noveles y consagrados según Piasenta	163
Figura 2. 35. Ejercicio estático para el apoyo	163
Figura 2.36. Segundos de “triple” con acento en el sector anterior de la zancada	164
Figura 2.37. Carrera sobre obstáculos con variación progresiva de la separación	164
Figura 2.38. Saltos a la pata coja sobre obstáculos, marcando la acción anterior	165
Figura 2.39. Salida de tacos con 2ª de triple	165
Figura 2.40. Salida de tacos y 2ª de triple con cadera baja	166
Figura 2.41. Carreras con arrastres, apoyando la pierna de impulso por detrás de la de apoyo	166
Figura 2.42. Salidas de tacos y caída en el foso	167
Figura 2.43. Acortamiento del músculo en el trabajo isométrico. Voinov 1995	169
Figura 2.44. Ejercicios para los músculos de la bóveda plantar	171
Figura 3.1. Intervención de los mecanismos energéticos en 400m (Arcelli 2001)	206
Figura 3.2. Picos de velocidad, frecuencia y longitud de paso en 100 y 400m. Gajer y col. 2007	212
Figura 3.3. Polainas descritas por los tobillos de Johnson y Pérec. Krantz 1996	216
Figura 3.4. Trayectoria del centro de gravedad durante el apoyo en Johnson y Pérec. Krantz 1996	217
Figura 3.5. Sectores recorridos por las rodillas de Johnson y Pérec. Krantz 1996	218
Figura 3.6. Sectores de barrido de los tobillos de Johnson y Pérec. Krantz 1996	219
Figura 3.7. Posición del tronco durante la carrera en Johnson y Pérec. Krantz 1996	219
Figura 3.8. Ejercicios de fuerza para los músculos flexores de las piernas	232
Figura 3.9. Ejercicios de fuerza para los músculos extensores de la cadera	232
Figura 3.10. Ejercicios de fuerza para potenciar las acciones de las piernas por delante del cdg	233

Figura 3.11. Ejercicios de fuerza para potenciar las acciones de las piernas por detrás del cdg	233
Figura 3.12 Ejercicios de fuerza utilizando acciones antagónicas de carrera	233
Figura 3.13 Acciones de fuerza con incidencia especial en aductores, abductores y oblicuos	234
Figura 3.14. skipings con resistencia en rodilla o tobillo	234
Figura 3.14 bis. Saltos horizontales con resistencia	235
Figura 3.15. Cartoon Walk	235
Figura 3.16. Acción de tobillos pies juntos	241
Figura 3.17. Acción alterna de tobillos	241
Figura 3.18. Acción de tobillos piernas extendidas	242
Figura 4.1. “Circuit Training”. Sebastian Coe	305
Figura 4.2. Esquema de trabajo del “Circuito de Oregón”	307
Figura 4.3. Circuito de Oregón	309
Figura 4.4. Circuito de Oregón adaptado por Harry Wilson	311
Figura 4.5 Saltos alternos	316
Figura 4.6. Saltos con pies juntos	316
Figura 4.7. Saltos a la pata coja	316
Figura 4.8. Saltos en altura	317
Figura 4.9. Saltos en caída desde plataforma	317
Figura 4.10. Botes continuados sobre vallas	318
Figura 4.11. Batidas en profundidad sobre obstáculos	318
Figura 4.12. Inicio del apoyo	320
Figura 4.13. Amortiguamiento	320
Figura 4.14. Impulsión	320
Figura 4.15. Inicio de la Fase aérea	321
Figura 4.16. Recobro pie	321
Figura 4.17. Oscilación rodilla	321
Figura 4.18. Preparación apoyo	321
Figura 4.19. Nuevo apoyo	322
Figura 4.20. Ejercicios para la zona abdominal	326
Figura 4.21. Ejercicios globales para la zona media (suspendidos sobre barra)	327
Figura 4.22. Ejercicios para la zona lumbar	327
Figura 4.23. Ejercicios de estabilidad lumbo-pélvica	329

Figura 4.24. Ejercicios de estabilidad lumbo-pélvica avanzada	329
Figura 4.25. Ejercicios de potenciación de movimientos funcionales	331
Figura 4.26. Ejercicios para la mejora de la técnica de carrera	333
Figura 4.27. Ejercicios con halteras para el desarrollo de la fuerza en medio fondo	339
Figura 4.28. Ejercicios isocinéticos de desarrollo de la fuerza en corredores de medio fondo	342

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 Relación entre fuerza y velocidad según Tihanyi (1982)	73
Gráfico 1.2. Adaptaciones potenciales al entrenamiento	74
Gráfico 2.1 Evolución de la concentración de ácido láctico en sangre según Enrico Arcelli. 2005	101
Gráfico 2.2. Acoplamiento en el tiempo entre la glucólisis y el sistema del ATP-CP	102
Gráfico 2.3. Concentraciones de ATP, CP y lactato según Hirvonen y col.. 1997	103
Gráfico 2.4. Relación entre ácido láctico y fuerza reactiva	106
Gráfico 2.5. Curva velocidad-fuerza según Tihanyi. 1982	119
Gráfico 2.6. Manifestaciones de fuerza y factores musculares según Vittori.1990	126
Gráfico 3.1. Evolución de la velocidad en los finalistas de 400m (Sevilla 1999). Según A.Ferro y col 2001	209
Gráfico 4.1. Datos cronométricos de 800 y 400m (Gajer y col. Belloc 2002)	271
Gráfico 4.2. Consumo se oxígeno en 800 y 1500m (Spenser y col. 1996)	277
Gráfico 4.3. Energía anaeróbica en 800y 1500m	278
Gráfico 4.4 Déficit de O ₂ y consumo de O ₂ en 1500m (Spencer y col. 1996)	279
Gráfico 4.5 Déficit de O ₂ y consumo de O ₂ en 800m (Spencer y col. 1996)	280
Gráfico 4.6. Consumo de O ₂ en 800m (Gajer y col. 2002)	281
Gráfico 4.7 Perfil rítmico del 1500m	284
Gráfico 4.8. Perfil cronométrico de los 800m. (Gajer y col. 1995	284
Gráfico 4.9. Distribución de la velocidad en los 800m (Pendergast 2002)	286
Gráfico 4.10. Porcentajes de distribución de los diferentes tramos de zancada (Gutiérrez 1987)	288
Gráfico 4.11. Polaina según distancias y velocidades. Gajer 1996	290

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Porcentajes de influencia de las diferentes fases de carrera en 100 y 200m. según Popov y Téllez	109
Tabla 2.2 Diferencia de planteamientos entre escuelas	192
Tabla 3.1. Utilización de los mecanismos aeróbico y anaeróbico en 400m, según autores	204
Tabla 3.2 Intervención de los diferentes mecanismos energéticos en 400m, según las características del atleta	204
Tabla 3.3. Influencia del nivel de resultado/rendimiento en la intervención de los mecanismos energéticos en 400m	205
Tabla 3.4 Evolución de la velocidad en hombres y mujeres en el primer tramo de 400m. Gajer y col. 2007	211
Tabla 3.5 Evolución de la velocidad en hombres y mujeres en otros tramos de 400m. Gajer y col. 2007	211
Tabla 3.6. Variaciones en la longitud de paso en los diferentes tramos de los 400m. Gajer y col 2007	213
Tabla 3.7 Evolución de la frecuencia en los distintos tramos del 400m. Gajer y col. 2007	213
Tabla 4.1. Porcentajes de utilización de las diferentes partes del pie en el apoyo según Payne	289

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AOD.- Déficit acumulado de oxígeno
ATP.- Adenosín Trifosfato
ATP-ASA .- Tipo de enzima.
Ca ⁺⁺ .- Iones Calcio
CDG.- Centro de Gravedad.
CEA.- Ciclo Estiramiento Alargamiento.
CL.- Contracción Lenta
CP.- Creatina Fosfato.
CPK.- enzima Creatina-fosfo-kinasa
CR.- Contracción Rápida

EAC.- Entrenamiento de Aceleración Compensatoria
EDT.- Densidad de Trabajo Elevada
EIEFD.- Escuela Internacional de Educación Física y Deportes.
E.N.E .- Escuela Nacional de Entrenadores
E.U. .- Escuela Universitaria
FIM.- Fuerza Isométrica Máxima
FNM.- Facilitación Neuromuscular Propioceptiva.
FTa.- Fibras de contracción rápida del tipo (a)
FTb.- Fibras de contracción rápida del tipo (b)
HIT.-Entrenamiento de Intensidad Elevada
Hz. .- Hercios
I.A.A.F. .- Federación Internacional de Atletismo
IEMG.- Actividad Eléctrica Integrada del Músculo
INEF.- Instituto Nacional de Educación Física.
INSEP.- Instituto Superior de Educación Física
La.- Lactato en sangre
LÁEFA .- La Asociación Estatal Francesa de Atletismo
M.l. .- Metros Lisos
mA.- Mili-Amperios
PFK.- Enzima Fosfo-fruto-kinasa
Rad./seg. .- Radianes partido por segundo
R.C.D.- Pruebas de resistencia de corta duración
RED.- Revista de Entrenamiento Deportivo
RFEA.- Real Federación Española de Atletismo
RM.- Resistencia Máxima que somos capaces de vencer
RMM.- Fuerza Resistencia de mediana duración
RML.- Fuerza Resistencia de larga duración
SNC.- Sistema Nervioso Central
ST.- Fibras de contracción lenta
U.M. .- Unidad Motriz
VO2 máx.- Consumo de Oxígeno Máximo

INTRODUCCIÓN GENERAL

1.- PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Toda mi vida profesional y formativa ha girado alrededor de la práctica atlética: en una primera etapa como deportista de la especialidad de fondo y alumno del INEF de Madrid y en una segunda como profesor de Educación Física y entrenador de atletismo.

Como profesor de Educación Física he impartido clases en los tres niveles educativos, comenzando mi labor en Primaria, donde desarrollé la docencia de forma simultánea en dos centros distintos, uno concertado y otro, de carácter asistencial, dependiente de un organismo estatal que en aquellos momentos se denominaba Dirección General de Asistencia Social.

Posteriormente, tras aprobar las oposiciones a secundaria, impartí clases en un centro estatal de Formación Profesional.

Actualmente, soy profesor titular del área de Educación Física y Deportiva en la E.U. de Educación de Ávila. Este centro pertenece a la Universidad de Salamanca y estoy encargado de las asignaturas de Educación Física y su Didáctica, Iniciación Deportiva en Primaria y Psicomotricidad.

Fue precisamente en mi primera etapa como profesor cuando, al iniciar y dar a conocer a mis alumnos el atletismo, un deporte nuevo para ellos, comencé de una manera informal mis labores como entrenador.

Quizá, el hecho de que como entrenador se pueda influir durante más tiempo y de forma más intensa en el desarrollo físico de los niños y jóvenes, ofreciéndose, a la vez, la posibilidad de aplicar en profundidad la “Teoría del Acondicionamiento Físico”, hizo que mi compromiso con el Atletismo fuera en aumento.

Debo confesar que, como profesor, algunas veces he tenido la sensación de que mis alumnos se marchaban cuando más conexión y entendimiento he logrado con ellos. Esto me producía y me sigue produciendo una cierta frustración.

Cuando inicié mi labor como entrenador, mi primera intención fue centrarme en las especialidades de medio fondo y fondo, pues las disciplinas técnicas necesitan una dedicación mayor y yo, en aquellos momentos, no disponía de mucho tiempo. Además, mi experiencia deportiva siempre estuvo ligada a las pruebas de resistencia.

Mi contacto con el entrenamiento de fuerza llegó, en cierta forma, por casualidad, cuando en mi grupo de entrenamiento apareció un muchacho, con pocas

condiciones para las pruebas de fondo, pero con mucho talento para la velocidad y los saltos. No podía cederlo a otro entrenador más experimentado, porque la única persona que ejercía en aquellos momentos como entrenador en Ávila era yo. Como se trataba un chico muy constante, disciplinado, con una gran afición al atletismo y con unas enormes ganas de progresar, no tuve más remedio que prestarle una atención especial.

Después de un periodo de formación amplio en contenidos de velocidad, técnica de carrera y saltos variados, decidimos que la especialidad que mejor se ajustaba a sus características era la de “triple salto”.

A pesar de que mi bagaje teórico, en aquel momento, sobre aspectos específicos del triple salto podrían considerarse “suficientes” debido a que D. Carlos Álvarez de Villar, profesor de la Maestría de Atletismo del INEF de Madrid, nos había transmitido su amplia experiencia como entrenador y Responsable Nacional de las pruebas de longitud y triple salto. En el apartado de “fuerza” mis conocimientos eran más bien escasos y para solventar el problema necesité documentarme durante un tiempo, lo que me permitió continuar aquella especie de aventura atlética en la que me había metido.

Posteriormente todo aquello se convirtió en una experiencia excitante, pues aquel muchacho talentoso y trabajador infatigable no dejó de progresar hasta convertirse en el recordman español de triple salto (16, 93m).

Como he señalado anteriormente, la forma de encajar el trabajo de fuerza en el plan de entrenamiento fue el aspecto que más dudas generó, pues pensábamos que un saltador necesita fuerza en gran medida, pero se trata de una fuerza muy especial, debido a que sus acciones se producen a gran velocidad.

Puede ocurrir que saltadores considerados “fuertes” no sean capaces de aprovechar su aparente fortaleza cuando sus acciones motrices adquieren una alta velocidad. De hecho, en las concentraciones que programaba tradicionalmente el “Sector de Saltos” de la Real Federación Española de Atletismo, pude comprobar que había un cierto número de atletas que arrastraban ese problema, pues obtenían magníficos resultados en “tests” de saltos en los que se partía de una situación inicial de “parados” y, sin embargo, eran incapaces de mantener dicho nivel cuando, en dichos “tests” se introducía un tramo de “carrera de aceleración” previo a la realización de los saltos.

En nuestro caso, la preocupación por buscar, para el desarrollo de la fuerza explosiva, ejercicios que en su mecánica se parecieran a las acciones de salto, más los trabajos de fuerza máxima con una mayor incidencia en la mejora de los mecanismos de tipo neuronal de la fuerza, así como la mejora de la fuerza “especial” a través de los ejercicios “pliométricos”, dieron, al parecer, el fruto deseado. Al menos, eso se podía desprender de los resultados de una serie de mediciones que se le hicieron a Santiago Moreno en Moscú en 1991 con motivo de un “Intercambio con entrenadores rusos” previo a la Olimpiada de Barcelona de 1992.

Los resultados obtenidos a través de “plataformas de fuerza” indicaban que Santiago en sus apoyos utilizaba muy poco tiempo para aplicar índices elevados de fuerza lo que le permitía mantener una mayor velocidad a lo largo del salto y le reportaba considerables ventajas de cara al registro final.

Sin embargo, en Moscú me di cuenta, a través de las exposiciones de los entrenadores Roberto Zotko, Sergei Sidorenco y Valery Burin, de que ellos estaban implicados en un proyecto con un planteamiento muy diferente al nuestro y que a mí personalmente me pareció sorprendente y curioso.

Partían de unas premisas basadas en la observación de la forma de correr y de saltar de los animales y llegaban a la conclusión de que los más veloces eran aquellos que mejor utilizaban su estructura elástica. Ponían como ejemplo al caballo y el guepardo que al correr contactan con el suelo con sus patas totalmente extendidas, curvan enormemente su espalda y contraen su cuerpo para, en el momento del apoyo, mediante la utilización de los músculos extensores de las patas y de la extensión brusca de la columna vertebral, catapultarse hacia delante.

Es indudable que la constitución de los animales que se ponían como ejemplo no tiene mucho que ver con la del hombre. Sin embargo, ellos pensaban que la estructura del pie, la cadera y la columna vertebral del hombre ofrecen posibilidades elásticas, que bien aprovechadas, servirían para potenciar la eficacia en los saltos. Por ello todos los ejercicios encaminados a la mejora de la técnica de salto, así como el planteamiento general de fuerza, buscaban la potenciación de las propiedades elásticas de pie, cadera y columna vertebral con el objeto de hacer un mejor uso de ellas durante el salto.

Si bien los contenidos que utilizaban para el desarrollo de la velocidad, la forma de desarrollar la fuerza máxima y los ejercicios de carácter pliométrico eran similares a los que se utilizan habitualmente, había tres aspectos que recibían un

tratamiento muy diferente: la forma de correr en el tramo de aceleración previo al salto, los ejercicios de fuerza para potenciar las posibilidades elásticas de la estructura corporal y la técnica de salto.

En la carrera de impulso previa al salto, la cadera debía realizar movimientos oscilatorios y de rotación, similares a los que utilizan los marchadores, con la intención de que en el penúltimo apoyo, previo a la impulsión, no fuera necesario flexionar las piernas ni provocar el descenso de la cadera, pues es sabido que estas dos acciones reducen considerablemente la velocidad del saltador en el momento de la batida. Con esta forma de correr que proponían, se lograría impulsar con la pierna prácticamente extendida y se aplicaría la fuerza necesaria sin reducir la velocidad. Y, efectivamente, con esta técnica, Galina Chistyakova batió el record del mundo de longitud (7.52m).

Los trabajos de fuerza encaminados a fortalecer la estructura elástica del atleta se realizaban sobre máquinas sofisticadas que utilizaban la fuerza de la gravedad y resortes para obligar a los saltadores a aplicar altos niveles de fuerza a velocidades elevadas. Para ello se programaban ejercicios que implicaran a las estructuras elásticas más importantes y a la vez fueran desencadenantes de mecanismos de tipo reflejo, ya que aumentan el potencial elástico.

La técnica de “triple” debía estar basada en apoyos que redujeran al máximo la fase negativa o de toma de contacto con el suelo. Para ello la pierna debía acercarse al suelo en extensión y el tobillo flexionado. En el momento del contacto, el pie realizaba la extensión de una forma muy dinámica con una acción muy similar al “zarpazo de un animal”. Esta acción necesitaba ser completada con una rotación rápida de la cadera y el tronco, para lo cual era importante también la colaboración de los brazos y la pierna libre que, con movimientos de gran amplitud, actuarían como péndulos biomecánicos.

En 1995, año en que abandoné mi actividad como entrenador y con motivo de unas jornadas técnicas que se celebraron Cáceres, a propuesta y bajo el patrocinio de la Escuela Nacional de Entrenadores de Atletismo y organizadas por la Universidad de Extremadura, asistí a una ponencia de Carl Jonson, entrenador del recordman mundial de triple salto Jonathan Edwards. Al terminar su ponencia, tuve la oportunidad de charlar con él durante un espacio de tiempo amplio. Le comenté que me había sorprendido su forma de repartir el trabajo de fuerza, pues, desde mi punto de vista, concedía mucha importancia al desarrollo de la fuerza máxima y, en

cambio, dedicaba relativamente poco tiempo al desarrollo de la fuerza rápida y al trabajo de tipo pliométrico.

Él me comentó que en ciertos aspectos estaba de acuerdo conmigo pero que no había tenido más remedio que tomar esa opción debido a la fragilidad de la estructura ósea de las piernas y los pies de Jonathan Edwards. Al parecer, como consecuencia de ello, el trabajo intenso con ejercicios pliométricos y saltos producía fatiga en sus extremidades inferiores, provocando molestias que le impedían entrenar con normalidad. Hasta el punto de que, en alguna ocasión, los médicos le aconsejaron dejar la práctica del triple para dedicarse a la velocidad.

No siguieron las recomendaciones de los médicos en cuanto al cambio de disciplina, sí tuvieron en cuenta sus consejos e introdujeron cambios en el plan de entrenamiento con el fin de que no le resultara nocivo.

Los cambios se vieron reflejados en un mayor trabajo de musculación encaminado a desarrollar la fuerza máxima utilizando para ello la vía neurológica y descartando la vía hipertrófica con el objeto de evitar el efecto negativo que esta última pudiera tener sobre la fuerza rápida o explosiva. También aumentaron el trabajo de velocidad y redujeron el volumen de entrenamiento cuando utilizaban los contenidos de saltos para desarrollar la fuerza.

Después de reflexionar sobre el hecho de que con tres planteamientos distintos en relación al desarrollo específico de la fuerza en saltadores, se obtuvieran resultados óptimos, sin olvidar, no obstante, en cada uno de los casos, el contexto en el que se desarrollaron los proyectos y teniendo en cuenta las diferencias de medios y niveles, llegué a la conclusión de que, en un plan de entrenamiento, la utilización y el ensamblaje racional de los diferentes contenidos concede moldeabilidad suficiente como para adaptarlos a cualquier situación concreta y específica sin que el resultado final se vea afectado.

También puede constatar que los tres planteamientos, aunque distintos, eran absolutamente coherentes en cuanto a su concepción y programación y escrupulosamente respetuosos con los postulados de la “Teoría del Entrenamiento” en relación con los aspectos a tener en cuenta para desarrollar la fuerza. Creo también, al hilo de esta cuestión, que es un error la tendencia de algunos entrenadores a aplicar a sus atletas planes de entrenamiento y modelos técnicos utilizados por otros aunque hayan proporcionado éxitos a nivel mundial. Pienso, en relación con este hecho, que el desarrollo de cualquier cualidad o capacidad física debe hacerse

teniendo en cuenta las diferencias individuales, los medios disponibles y las condiciones en las que vive y se desarrolla el atleta. Por eso, las “prácticas” que han resultado eficaces en ciertos casos, deben utilizarse como referencia pero nunca como modelo a seguir.

Todo esto me llevó a la posibilidad de investigar y estudiar en profundidad cuál debe ser planteamiento del desarrollo de la fuerza en alguna de las disciplinas atléticas existentes.

La razón final de por qué me decidí a investigar cómo se orienta y entiende el desarrollo de la fuerza en la carrera y no en los saltos, donde se suponía que mi experiencia era mayor, obedece a cuestiones meramente casuales y coyunturales como veremos a continuación.

En los últimos años de mi periodo como entrenador, cuando ya tenía conocimientos profundos y asentados sobre la capacidad de fuerza, tuve la sensación de que, en los planes de entrenamiento que aplicaba a mis corredores de medio fondo y fondo, la forma de desarrollar la fuerza no era la más adecuada y era necesario realizar algún tipo de revisión al respecto. Por eso, cuando en el curso académico 2003-2004 decidí inscribirme en el programa de doctorado de “Ciencias de la Actividad Física y del Deporte” que ofrecía la Universidad de León, la inquietud apuntada unida a la responsabilidad, casi ineludible, de orientar a un chico de 14 años que pretendía practicar el atletismo e iniciarse en la especialidad de medio fondo, se convirtieron en motivos suficientemente fuertes como para diseñar una tesis que me permitiera investigar sobre el planteamiento que debe seguir el desarrollo de la fuerza en los corredores y, además, me ayudara a recomponer la idea que tenía respecto al trabajo de fuerza de los corredores de medio fondo.

Elegí el tramo de carreras comprendido entre los 100 y los 1500 metros porque, en el espacio de tiempo comprendido entre los 10'' que se tarda en recorrer los 100m y los, aproximadamente, 3'30'' que se emplean en los 1500m, la forma de proporcionar la energía que sirve de soporte al ejercicio y los sistemas energéticos utilizados para ello cambian considerablemente lo que influirá ineludiblemente en el tipo de fuerza a emplear.

Por otra parte, es evidente que la dotación muscular y orgánica que se considera apropiada para un corredor de 100m no guarda relación la que necesita el corredor de 1500. Esto añadiría igualmente elementos diferenciadores que nos ayudarían a sacar conclusiones

En principio, en el proyecto inicial de la tesis, estaban también incluidas para la investigación las dos pruebas correspondientes a los saltos horizontales. Sin embargo, al iniciar el trabajo nos dimos cuenta de que este tipo de pruebas introducían elementos que podían dificultar el establecimiento de relaciones con las demás pruebas y entorpecer, por tanto, las conclusiones de carácter general.

Al final limitamos la investigación a las pruebas de 100 metros lisos, 200 metros lisos, 400 metros lisos, 800 metros lisos y 1500 metros lisos.

OBJETIVOS

1.- OBJETIVOS.

En el mundo del atletismo, como en cualquier otro deporte, los grandes éxitos habitualmente tienen una repercusión mediática muy importante que suele ir acompañada de la curiosidad, a veces convertida en obsesión, de un cierto número de entrenadores que desean conocer el programa y el tipo de trabajo aplicado para obtener dichos logros.

Una vez satisfechas sus inquietudes, el siguiente paso consiste en aplicar dicho plan de entrenamiento a los atletas que tienen a sus órdenes, por sí se tratara de una fórmula que asegure buenos resultados. Esta práctica ha hecho que en el ambiente atlético, en momentos coyunturales, se pusieran de moda ciertas formas de entrenar. ¿Quién no recuerda la etapa del interval-training de Emile Zatopek?... ¿O la época del “maratón training” y el “entrenamiento de cuestas” de Arthur Lidlar?

En las pruebas de concursos (saltos y lanzamientos), más que al plan de entrenamiento en sí, suele prestarse atención al modelo técnico empleado por el lanzador o saltador de moda, con la intención de ver la posibilidad de adaptarlo o aplicarlo a otros atletas. Esto, por la forma de desarrollarse el proceso de aprendizaje de habilidades, en un número considerable de casos suele tener consecuencias nefastas, pues supone modificar patrones motrices que se han utilizado durante años y por tanto están totalmente automatizados, convirtiéndose el intento en una empresa casi imposible.

A estas prácticas induce en cierto modo la estructura de las Jornadas Técnicas que las federaciones de los diferentes países suelen tener por costumbre programar después de eventos deportivos de gran resonancia como pueden ser los Juegos Olímpicos o los Campeonatos del Mundo. Dichas jornadas están basadas normalmente en comunicaciones de entrenadores cuyos atletas han tenido actuaciones destacadas.

Nuestra experiencia nos dice que no suele haber fórmulas mágicas y sí programas de entrenamiento coherentes y adecuados a las características de cada atleta, a los medios de que se dispone y a las circunstancias en las que debe desarrollarse el entrenamiento.

Esta forma de ver el problema nos ha llevado a concretar los objetivos de nuestro trabajo de investigación.

El **objetivo final** consistirá en *“dar una visión amplia de cómo se contempla el desarrollo de la fuerza en cada una de las pruebas objeto del estudio y en identificar los elementos diferenciales en cada una de ellas”*

Para llegar a este objetivo final, pasaremos por la consecución de otros previos y más específicos:

- 1.- Conocer el concepto de capacidad de fuerza, sus diferentes formas de manifestación y los métodos a utilizar para proceder a su correcto desarrollo.
- 2.- Tratar de comprender los cauces por donde debe discurrir el desarrollo de la fuerza en cada una de las pruebas objeto de estudio, partiendo de un conocimiento de las peculiaridades técnicas y físicas de cada una de ellas y teniendo en cuenta las aportaciones de estudiosos, investigadores y técnicos.
- 3.- Identificar las diferentes actividades físicas que se utilizan para el desarrollo de la fuerza en cada una de las disciplinas, así como los objetivos que se buscan al aplicarlos.
- 4.- Conocer las características de las sesiones de fuerza utilizadas en cada especialidad: Ejercicios, volúmenes, intensidades, frecuencia con la que programan, etc.

METODOLOGÍA

1.- METODOLOGÍA Y FUENTES.

Método, proviene de las palabras griegas *Meta*=Fin y *Ódos* = Camino . Sería el camino para alcanzar un fin o, en un sentido más amplio, “el modo de hacer algo ordenadamente, el modo de obrar y proceder para alcanzar o conseguir un objeto determinado”.

Para Greenwood¹ “Un método puede definirse como un arreglo ordenado, un plan general, una manera de emprender sistemáticamente el estudio de los fenómenos de una cierta disciplina.

En nuestro caso, el método utilizado se basa en la recogida, análisis e interpretación de datos que no son objetivamente mensurables. Por lo tanto será de carácter cualitativo.

El método cualitativo está basado en el análisis de datos, y detección de aquellos que sean más significativos y que favorezcan la interpretación del fenómeno que estamos estudiando. Este método, al ser más flexible, permite o incluso estimula la realización de ajustes, a fin de sacar provecho a la información reunida en las fases tempranas de su realización

En nuestro caso la investigación estará basada en documentos, principalmente textos escritos, y será a partir de ellos como realizaremos nuestras indagaciones e interpretaciones. Por tanto se fundamentará en la utilización de la vía hermenéutica, vía que es defendida por los teóricos e historiadores alemanes. Esta forma de investigar está basada en la interpretación científica y documentada, defendiendo el pluralismo metodológico consistente en el hecho de que cada disciplina debe generar sus propios métodos de investigación.

Esta vía defiende la interpretación comprensiva. Según Karl Jaspers² “La comprensión es la captación de relaciones de un fenómeno, respetando la individualidad pero manteniéndolo como un todo. El investigador a través de la comprensión busca pruebas significativas, pruebas que permitan entender mejor el problema.

¹ GREENWOOD, E. (1973). “*Metodología de investigación social*”. Piados. Buenos Aires. Pág.106.

² Citado por TORRES COSTA, N. (2004). “*Métodos de investigación*”. www.mailxmail.com (Fecha de consulta 18- 1-2008)

Para llevar a cabo nuestra investigación, lo primero que tratamos fue discriminar el tipo de documentos que debíamos seleccionar para realizar nuestra tarea de búsqueda e interpretación. Al final, llegamos a la conclusión de que estos deberían ser los relacionados con los siguientes contenidos:

A/ Análisis de tipo cinético y mecánico.- Ya que este tipo de estudios proporcionan datos sobre las diferencias en la forma de correr de los corredores de velocidad y medio fondo. Estas modalidades requieren una intervención muscular distinta, lo que puede ayudarnos a entender las diferencias de planteamiento de unas pruebas respecto a otras a la hora de encauzar el trabajo de fuerza.

B/ Estudios relacionados con las necesidades energéticas de cada una de las pruebas objeto de estudio .- El hecho de que, por ejemplo, en dos pruebas existan diferencias en cuanto al metabolismo energético que las sustenta, lleva consigo la utilización de mecanismos y estructuras orgánicas distintas y puede requerir de orientaciones de fuerza diferentes.

C/ Investigaciones sobre el efecto de los trabajos de fuerza en corredores de velocidad y medio fondo.

D/ Comunicaciones y ponencias de expertos y estudiosos en el desarrollo de la capacidad de fuerza.- Este tipo de aportaciones ofrecerán, sin duda, datos sobre las necesidades de fuerza de cada disciplina, los tipos de ejercicios que se consideran más apropiados, el efecto que se busca en cada caso, la forma de aplicarlos y la época de la temporada que se piensa es más apropiada para su utilización.

F/ Comunicaciones y ponencias de entrenadores que tienen a su cargo atletas de alto nivel.- Nos parece imprescindible, para desarrollar nuestro trabajo, el conocer las peculiaridades del trabajo de fuerza a través de la experiencia de las personas encargadas de la programación y supervisión de los entrenamientos de atletas de nivel internacional.

Hemos considerado atletas de dicho nivel a aquellos que superan las marcas mínimas exigidas para asistir a eventos de carácter internacional como pueden ser campeonatos continentales, mundiales o juegos olímpicos.

G/ Libros.- Que versen como es lógico sobre el entrenamiento y el desarrollo de la fuerza en corredores de velocidad y medio fondo.

Otra de las condiciones impuestas a los documentos que pretendíamos seleccionar era que procedieran de revistas de carácter científico, de revistas especializadas en atletismo o en temas de entrenamiento, o que hubieran sido presentados en foros, jornadas u organismos internacionales relacionados con el atletismo.

Una vez establecido el tipo de documento que necesitábamos, pensamos en dos fondos documentales para iniciar el proceso de búsqueda: El Centro de Documentación de la Escuela Nacional de Entrenadores de la Real Federación Española de Atletismo y El Servicio de Apoyo Técnico y Documentación de la Federación Territorial de Atletismo de Castilla y León.

Antes de dirigirnos a la Real Federación Española de Atletismo para pedir el permiso pertinente, contactamos con los Responsables Nacionales de los sectores de Velocidad y Medio Fondo, los entrenadores D. Valentín Rocandio y D. Mariano García-Verdugo. Nuestra intención era recibir de ellos algún tipo de información que nos facilitara la búsqueda de documentos y nos permitiera economizar tiempo. En este sentido, les pedimos un listado de documentos pertenecientes a la Escuela Nacional de Entrenadores, relacionados con el tema de nuestra tesis y que ellos consideraran interesantes. Además les pedimos información sobre su ubicación dentro del fondo documental.

Nos parece obligado manifestar que su ayuda nos ha resultado valiosísima, pues no solo nos proporcionaron información sobre las peticiones que les formulamos, sino que además tuvieron la gentileza de cedernos algunos documentos que ellos habían adquirido para uso personal y, de paso, nos facilitaron referencias bibliográficas que nos permitirían posteriormente completar el material que ha hecho posible iniciar nuestro trabajo de investigación.

La mayor parte de los documentos encontrados en la E.N.E proceden de tres tipos de publicaciones:

- Cuadernos de Atletismo
- El Rincón del Entrenador
- Jornadas Técnicas de la E.N.E.

“Cuadernos de Atletismo”.- Es una publicación de tipo bibliográfico que incluye aportaciones de estudiosos y entrenadores de prestigio sobre la implicación de

los distintos componentes del entrenamiento en cada una de las pruebas que conforman el programa atlético.

“El Rincón del Entrenador”.- Es una publicación con soporte informático que tiene por objeto la constante actualización de los entrenadores con licencia en vigor por la Real Federación Española de Atletismo. Los temas del entrenamiento atlético que trata habitualmente son muy variados, y tienen como denominador común el hecho de hacer referencia a asuntos de gran actualidad.

“Jornadas Técnicas de la E.N.E”.- Cada año la E.N.E. Patrocina Clinics dirigidos a los entrenadores en los cuales se invita a ponentes o entrenadores de prestigio internacional. La documentación correspondiente a cada una de las ponencias es recogida y depositada en el fondo documental de la E.N.E.

El segundo fondo documental que hemos utilizado pertenece, como ya hemos indicado, a la Federación Territorial de Atletismo de Castilla y León y contiene documentos de carácter técnico seleccionados y adquiridos en revistas especializadas, congresos internacionales, jornadas de difusión técnica o foros especializados en la divulgación del atletismo. Algunos de los documentos que contiene nos han sido de gran utilidad.

A pesar de que muchos de los documentos utilizados pertenecen a revistas especializadas extranjeras, ha sido desde la Escuela Nacional de Entrenadores desde donde hemos recibido información sobre su existencia y ello nos ha permitido localizarlos

Algunos trabajos de investigación con base fisiológica provienen de revistas de carácter científico como *Medicine and Sport Science* o del centro de documentación “*New Studies Athletics*” perteneciente a la Federación Internacional de Atletismo (I.A.A.F.).

Un número considerable de documentos pertenece a revistas especializadas en atletismo. Algunos proceden de revistas publicadas en idioma inglés como *Modern Athlete and Coach*, *Athletics Coach* o *Strength and Conditioning*. Las revistas francesas *Revue de L'AEFA* y *Technique Athletique* nos han sido de gran utilidad porque publican gran parte de las ponencias que se presentan en las jornadas de carácter técnico que la Federación Francesa de Atletismo convoca periódicamente para los sectores de velocidad y medio fondo.

De las revistas publicadas en idioma español, las tres que nos proporcionaron más información fueron “*Apunts*” (revista que trata temas de Educación Física y de

entrenamiento deportivo), RED (revista especializada en entrenamiento deportivo) y la publicación argentina “Stadium”.

En “Atletismo Portugués”, revista difundida como es lógico en dicho idioma, hemos encontrado algunos documentos que nos han sido muy útiles.

Para hablar de velocidad en Europa es ineludible referirse a la “Escuela Italiana de Velocidad”. Por eso se hace imprescindible utilizar como fuente dos revistas de ese país especializadas en atletismo: “Atleticastudi” y “Atletica Leggera”.

También hemos utilizado, como es lógico, la vía internet para acceder a algunas páginas especializadas en entrenamiento atlético y completar la investigación en ciertos aspectos.

A pesar de que cualquier proceso de búsqueda de documentos suele ser muy costoso, en nuestro caso, ha sido en el tratamiento de la fuerza para la prueba de 400m.l donde más dificultades hemos encontrado. La razón hay que buscarla en el hecho de que cuando los expertos se refieren a la peculiaridades de la fuerza en velocidad lo hacen habitualmente asociándola a las pruebas de 100 y 200m.l. Del mismo modo que en el caso del medio fondo se utiliza como referencia los 800 y los 1500m. De esa forma los 400m.l. suelen quedarse en un espacio intermedio en el que el desarrollo de la fuerza no se plantea en profundidad.

Sí suele hablarse en profundidad del planteamiento global del entrenamiento para 400m.l y, en ese caso, también se tiene en consideración el desarrollo de la fuerza, pero se hace desde una propuesta muy general, poco específica, y por esa razón cuesta más encontrar referencias claras a partir de las cuales sacar conclusiones.

2.- ESTRUCTURA DEL TRABAJO.

Muestro trabajo de investigación consta de cinco capítulos:

1° Aproximación al concepto de fuerza

2° Desarrollo de la fuerza en los corredores de 100 m.l y 200 m.l

3° Desarrollo de la fuerza en los corredores de 400 m.l.

4° Desarrollo de la fuerza en los corredores de Medio Fondo: 800 m.l y 1500 m.l

La razón por la cual decidimos introducir un primer capítulo en el que tratar en profundidad el concepto de fuerza fue debido al desorden terminológico existente en relación a esta capacidad física.

El hecho de que la fuerza tenga aplicaciones y resulte útil no sólo en el campo deportivo sino también en otros como pueden ser el de la estética, el educativo, el recreativo, el de la rehabilitación, etc., posibilita la intervención de distintos tipos de profesionales con visiones y propósitos muy diferentes. Esto que, en principio, puede ser considerado como factor enriquecedor, lleva consigo el problema de la proliferación de términos y conceptos relacionados con la capacidad de fuerza, pudiendo inducir, a veces, a la confusión.

Por eso, al plantear este capítulo pretendíamos, por una parte, localizar y analizar la variedad de conceptos acuñados desde los diferentes campos, procurando discernir en qué medida dichos términos y conceptos coinciden entre sí, suponen un hecho diferencial o son simplemente formas distintas de denominación de un mismo fenómeno. Por otra parte, intentaríamos identificar cual de los métodos de desarrollo de la fuerza conocidos resultaría más eficaz en cada una de las posibles formas de manifestación de la fuerza. En un trabajo, en el que constantemente se iba a estar hablando de fuerza era necesario llevar a cabo una clarificación de términos. Por eso, partiendo de la concepción general de fuerza, tratamos de hacer una ordenación terminológica, distinguiendo entre aquellos conceptos que se utilizan habitualmente para facilitar el ordenamiento, la planificación y la valoración del trabajo de fuerza, y los que se emplean para denominar las diferentes formas de manifestación de la citada capacidad.

El segundo capítulo tiene por objeto analizar las peculiaridades de las pruebas atléticas de 100 y 200 metros lisos y cotejar la orientación que en ellas debe seguir el desarrollo de la fuerza.

Existen dos razones por las cuales decidimos acometer de forma conjunta el estudio de la fuerza en estas dos pruebas. La primera, porque un número considerable de atletas compatibilizan las dos pruebas con un único plan de entrenamiento y, la segunda, porque ambas pruebas tienen como base común la necesidad, por parte de los corredores, de exigir una muy elevada velocidad de contracción a sus fibras musculares y una gran producción de energía por unidad de tiempo.

Desde el punto de vista metodológico, también nos pareció más fácil identificar los aspectos diferenciales desde un estudio comparado.

El capítulo se inicia con una introducción en la cual se analizan las características de cada una de las fases de las que consta una carrera de velocidad, así como la influencia que en el desarrollo de la velocidad tienen factores como la composición muscular, coordinación intra e intermuscular, la viscosidad muscular, etc.

A continuación se introducen dos análisis: uno, de tipo biomecánico, en el que se pretende conocer el papel de las distintas partes del cuerpo en cada una de las fases de la zancada y el tipo de acción muscular que las sustenta; otro, de tipo energético, en el que se observa la implicación de los diferentes sistemas energéticos en cada una de las pruebas.

Consideramos que los datos que nos proporcionarán dichos análisis ayudarán a comprender mejor el papel que en estas pruebas debe desempeñar el entrenamiento de fuerza.

En la parte final del capítulo se tendrán en cuenta las aportaciones que sobre la aplicación de fuerza en las pruebas de 100 y 200m.l hacen los teóricos, investigadores y entrenadores, así como el tipo de contenidos que aconsejan utilizar, las características de las sesiones de fuerza, la frecuencia con la que deben programarse, el momento de la temporada, etc.

Al final, todo ello, servirá para sacar conclusiones que nos ayuden a entender la función de la fuerza en los entrenamientos de velocidad que se aplican a corredores de 100 y 200 metros y bajo qué planteamientos debe acometerse su desarrollo para que sea eficaz.

En el tercer capítulo proponemos de forma individual el estudio de la fuerza en la prueba de 400m.

La razón por la que adoptamos esa decisión tiene que ver con las peculiaridades de la propia prueba, pues, a pesar de que el 400m.l se considera una prueba de velocidad prolongada, existen dos aspectos que la diferencian considerablemente de los 100 y 200m.l. En los 100 y 200m.l. la energía que se necesita se proporciona casi en su totalidad por vía anaeróbica a través de los sistemas del ATP-CP y la glucólisis anaeróbica, mientras que en los 400m.l La vía aeróbica adquiere ya un protagonismo mucho mayor.

Desde el punto de vista estratégico son pruebas muy distintas, pues, mientras en los 400m es necesario regular cuidadosamente el ritmo en la primera parte de carrera, en los 100 y 200m, desde el pistoletazo de salida los atletas deben emplearse al máximo de sus posibilidades.

También barajamos la posibilidad de asociarla al 800m para proceder a su estudio, pero, como en el caso anterior, se daban grandes diferencias en relación con el metabolismo energético. Por otra parte, desde el punto de vista de la estrategia competitiva, ocurría algo similar, pues el 800m, que se corre en grupo, no se parece en nada al 400m que se corre por calles.

El capítulo tiene una estructura muy similar al anterior, distinguiéndose una primera parte en la cual, por medio de análisis biomecánicos, cronométricos y energéticos, tratamos de sacar datos que, unidos posteriormente a las aportaciones de expertos, investigadores y entrenadores, nos den las pautas a seguir para desarrollar la fuerza de una forma coherente en la prueba de 400m.l.

El cuarto capítulo lo dedicamos a las pruebas de medio fondo y en él se aborda de forma conjunta el estudio de la fuerza en las pruebas de 800m.l y 1500m.l. La razón de elegir tal agrupamiento tiene que ver con el hecho de que en ambas pruebas sea ya la vía aeróbica la que aporta una mayor cantidad de energía. A esto se suma el hecho de que un número considerable de atletas compiten indistintamente en una u otra prueba y aunque la distribución del ritmo de carrera es muy distinta en una y otra, como en las dos se corre en grupo, necesitan de unas capacidades estratégicas muy parecidas.

El esquema de desarrollo del capítulo es similar al seguido en las pruebas de velocidad. Sin embargo, en este caso el orden es distinto. Mientras que en los capítulos anteriores el apartado en el que se exponían los puntos de vista de los

expertos y entrenadores sobre los contenidos de fuerza a emplear, venía precedido de análisis de tipo energético y biomecánico, aquí decidimos cambiar el orden. Las razones de tal cambio hay que buscarlas en el hecho de que se observaban, entre las visiones que tenían los entrenadores, por una parte, y los expertos y estudiosos por otra, ciertas discrepancias sobre como debía desarrollarse el trabajo de fuerza en esta especialidad. Como esas diferencias de criterio no las habíamos encontrado en las pruebas anteriores y, por tal motivo, pensamos que desde el punto de vista metodológico sería preferible comenzar el capítulo abordando este asunto.

En el tercer apartado se abordan los contenidos utilizados en la especialidad para mejorar la fuerza específica del corredor de medio fondo: se analiza la forma de distribuir dichos contenidos, los volúmenes e intensidades empleados, la época de la temporada que se aplican, etc.

Creemos oportuno indicar que, aunque en cada capítulo dedicamos el último apartado a fijar las conclusiones concretas a cerca de cada una de las pruebas, al final del trabajo de investigación dedicaremos un espacio a las conclusiones de tipo general.

CAPÍTULO 1

Aproximación al concepto de fuerza

1.1.- INTRODUCCIÓN

U.Jonath apuntaba ya en 1967 que las capacidades físicas no eran independientes unas de otras, sino que se interrelacionaban entre sí y que el trabajo encaminado a potenciar cualquiera de ellas tendría siempre una cierta repercusión sobre las demás.

No obstante, para facilitar su estudio y análisis, solemos diferenciar cuatro capacidades físicas básicas: fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad.

Entre los especialistas se han generado a menudo discusiones estériles sobre cuál de ellas podía tener una mayor influencia en el desarrollo de las otras intentando establecer, a partir de dicho supuesto, algún tipo de jerarquía. La fuerza, objeto de nuestro estudio, no ha sido ajena a ese tipo de especulaciones.

Muchos de los autores que han dedicado a ella sus investigaciones consideran la fuerza como la capacidad condicional básica. Algunos como F. Seirul-lo³, lo proclaman al afirmar que:

“la Fuerza es la única capacidad condicional o, visto desde otra perspectiva, es la base de todas las demás capacidades condicionales. El fundamento es que, con la palabra Fuerza definimos la funcionalidad del sistema muscular humano y es el músculo, el que por su capacidad de contracción es capaz de producir fuerza que se manifiesta macroscópicamente en unas determinadas condiciones. Éstas son unas veces definidas como velocidad y otras como resistencia, pero no son otra cosa que una determinada manera de evaluación más o menos acertada de la fuerza muscular, generadora de aquella situación observada”.

No estamos interesados en la elaboración de un discurso argumental en el que quede remarcada la mayor o menor importancia que dicha capacidad pueda tener en relación a los trabajos de acondicionamiento físico, aunque nos gustaría dejar constancia del papel que, sin duda, la capacidad de fuerza puede desempeñar en nuestra actividad cotidiana o en la práctica deportiva.

Preferimos comenzar señalando la puesta en marcha en los últimos años de gran cantidad de estudios e investigaciones que tienen por objeto profundizar en el conocimiento de la fuerza y en la elaboración de propuestas nuevas para su desarrollo.

³ SEIRUL-LO, F. (1998). Prólogo del libro “*La Pliometría*”. de Cometti, G. Ed. Inde .Barcelona.

La razón de esta proliferación de trabajos de investigación puede estar en la variedad de aplicaciones que sobre la fuerza se pueden encontrar.

Los propósitos que buscamos cuando procedemos a la potenciación de nuestra fuerza muscular pueden ser muy variados: desde situaciones en las cuales la perspectiva dominante puede tener un carácter formativo o recreativo, a otras en las cuales el objetivo pueda ser meramente utilitario. En cualquier caso, con empleo de estímulos cada vez más intensos, y gracias al fenómeno de la supercompensación, provocaremos en nuestro organismo cambios de tipo metabólico, neuromuscular y estructural que nos permitirán ser cada vez más eficaces.

La búsqueda de un mayor rendimiento físico ha sido siempre uno de los referentes de los trabajos de fuerza; en ese sentido, no debemos olvidar que cualquier movimiento, por simple que parezca, dependerá del trabajo realizado por ciertos grupos musculares que, a través de la generación de fuerzas, posibilitará la consecución del objetivo motor que nos proponemos.

Es verdad que los objetivos motrices están relacionados en gran medida con las situaciones concretas en las que debe desenvolverse la actividad deportiva y con las características de dicha actividad por lo que su diversidad puede ser muy amplia. Pero no es menos cierto que, en cualquier actividad motora, encontraremos una variedad de fuerza que aplicándola correctamente nos permitirá ser más eficaces. Todas las especialidades deportivas buscan con afán la identificación de la denominada “fuerza específica”, convencidos de que con su desarrollo mejorará el rendimiento.

Existen actividades deportivas en las cuales es imposible progresar sin un desarrollo coherente y profundo del factor fuerza. Sería el caso, por ejemplo, de la lucha, el rugby, la halterofilia, los lanzamientos en atletismo, etc.

En una sociedad como la nuestra, en la que la imagen ha adquirido una importancia relevante, se presta una atención especial a la apariencia física. En este menester, los trabajos de fuerza adquieren también una dimensión especial, pues suponen un instrumento ideal de modelado de la musculatura, permitiéndonos conformar y construir, casi a nuestro antojo, cuerpos con desarrollos musculares muy marcados que buscan la armonía y el equilibrio anatómico.

Cuando nos encontramos en reposo no significa que nuestros músculos se encuentren inactivos. En cualquier situación, ya sea sentados, de pie, tumbados, etc. el mantenimiento de la postura correspondiente lleva implícito la intervención de

grupos musculares que fijan unas partes de nuestro cuerpo sobre otras y nos permiten mantenernos en la misma posición durante largos periodos de tiempo. A veces, la prolongación de una postura durante un periodo de tiempo excesivo, como es el caso de los escolares que permanecen sentados en sus pupitres durante más de cinco horas, puede producir cansancio y llevarnos a adoptar una postura incorrecta que puede provocarnos algún tipo de desequilibrio anatómico (escoliosis, lordosis, cifosis, etc.). Los trabajos de fuerza son un instrumento excelente para mejorar el tono de la musculatura de sostén y ayudarnos a mejorar nuestra actitud corporal, mitigando o disminuyendo de esa manera los riesgos apuntados.

Tradicionalmente, los trabajos de fuerza han sido utilizados como medios eficaces en los procesos de rehabilitación. Los accidentes, en forma de lesiones, que sufren los deportistas o los desequilibrios anatómicos que afectan a ciertas personas, llevan implícito siempre un proceso de atrofia muscular. En la mayor parte de los casos, esos procesos son atajados a base de ejercicios de fuerza que buscan un aumento de la masa y el tono muscular permitiendo recuperar, en unos casos, la capacidad funcional anterior y, en otros, cuando el proceso es irreversible, mitigar o frenar el deterioro.

Está demostrado también que el desarrollo de la fuerza muscular lleva implícito un desarrollo del tejido óseo y conectivo: nuestros huesos se hacen más robustos y resistentes y el tejido conectivo muscular se refuerza considerablemente.

Podríamos encontrar muchísimas más situaciones de nuestra vida cotidiana en las que el desarrollo de la fuerza se hace imprescindible, pero entendemos que con lo señalado hasta aquí es suficiente para darnos cuenta de que los trabajos de fuerza pueden ser aplicados con diferentes propósitos finales como pueden ser la salud, el deporte, la educación, la recreación, etc. Ello facilita la intervención de distintos tipos de profesionales, con visiones y objetivos muy diferentes. Esto que, en principio, puede ser considerado como factor enriquecedor, lleva consigo el problema de la proliferación de términos y conceptos relacionados con la capacidad de fuerza, pudiendo inducir, en ocasiones, a la confusión.

En este capítulo nos proponemos delimitar y precisar el concepto de capacidad de fuerza mediante el cotejo y el análisis de la variedad de conceptos acuñados por los estudiosos, procurando discernir en qué medida dichos términos y conceptos suponen un hecho diferencial o son simplemente formas distintas de denominación de un mismo fenómeno.

Otro de los objetivos será identificar y señalar qué métodos de trabajo se consideran más eficaces para potenciar cada una de las manifestaciones que la capacidad fuerza puede ofrecernos.

1.2.-CONCEPTO GENERAL DE FUERZA

Todos los autores relevantes han tratado de dejar plasmada de una forma sencilla y muy general la idea que en el mundo de la actividad física y el deporte se tiene sobre la Capacidad de Fuerza.

Algunos han intentado definir la fuerza utilizando como punto de partida el concepto del área de Física donde Fuerza sería igual a masa por aceleración ($F = m \times a$). Desde esta perspectiva, Fuerza vendría a significar la capacidad del músculo para vencer resistencias y provocar el desplazamiento de segmentos corporales generando o intentando, al menos, movimientos.

Grosser, Starischka, Zimmermann⁴.- *Capacidad para **superar resistencias o contrarrestarlas** por medio de la acción muscular.*

Morehouse⁵.- *Capacidad de ejercer **tensión** contra una resistencia.*

Mosston⁶.- *Capacidad para **vencer una resistencia** exterior o afrontarla mediante un esfuerzo muscular.*

Zaciorski⁷.- *Capacidad para **vencer resistencias** externas o **contrarrestarlas** mediante esfuerzos musculares.*

Kuznetsov⁸.- *Capacidad de vencer la resistencia externa o reaccionar contra la misma mediante la tensión muscular.*

Hartman y Tünnemann⁹.- *Capacidad del hombre de contrarrestar o bien de superar fuerzas externas a través de la actividad muscular.*

Sechnor¹⁰.- *Capacidad del músculo de desarrollar tensiones o contracciones contra una carga que actúa simultáneamente sobre él en dos direcciones contrarias.*

Manno.¹¹- *Capacidad motora del hombre que le permite vencer una resistencia u oponerse a ésta mediante la acción tensora de la musculatura.*

⁴ Citados por REINA. L. De; MARTÍNEZ DE HARO. V. (2003). “Manual de Teoría y Práctica del Acondicionamiento Físico”. ED.CV Ciencias del Deporte, Madrid, Pág. 104-105.

⁵ *Ibidem*, obra citada. Pág. 104-105

⁶ *Ibidem*, obra citada. Pág. 104-105

⁷ *Ibidem*, obra citada. Pág. 104-105

⁸ *Ibidem*, obra citada. Pág. 104-105

⁹ Citados por VILLAMAGNA, R. (2002) “La Fuerza: I Parte”, (<http://www.sobreentrenamiento.com>, Pág.1. (Fecha de consulta 6-6-2006)

¹⁰ *Ibidem*, obra citada. , Pág.1.

¹¹ MANNO R. (1991). “Fundamentos del Entrenamiento Deportivo”. Ed. Paidotribo. Barcelona Pág.131

Platonov¹².- *Cualidad utilizada para oponerse a resistencias y superarlas.*

Otros autores han tratado de llegar al concepto desde una base fisiológica:

Mitolo, Fucci y Benigni¹³.- *Máxima tensión que puede desarrollar un músculo cuando en el estado de reposo es excitado por un estímulo maximal.*

Vittori. C¹⁴.- *Capacidad que los componentes íntimos de la musculatura (miofibrillas) tienen de contraerse, es decir, de acortarse.*

Meinel¹⁵.- *Capacidad motora condicional, definida fisiológicamente como la capacidad de una fibra o un conjunto de fibras de producir tensión.*

Bompa.¹⁶ *Capacidad neuromuscular de superar resistencias externas o internas gracias a la contracción muscular*

Si hacemos un análisis de las definiciones expuestas anteriormente y observamos la terminología utilizada, nos daremos cuenta de que en todas ellas está presente la tensión muscular que se opone a una resistencia. La tensión muscular puede ser generada de dos formas muy distintas: a través de una acción voluntaria o mediante algún mecanismo reflejo. Por otra parte, el hecho de oponerse a una resistencia no significa que esa resistencia vaya a ser vencida. En muchos casos eso no va a ser posible, lo que nos llevará a situaciones en las que el trabajo desarrollado pueda ser “estático” o “negativo”.

Como síntesis de las definiciones propuestas anteriormente, Podría servirnos la que hace Moreno¹⁷.

“Fuerza es la capacidad física que nos permite, mediante acciones musculares, vencer resistencias u oponerse a ellas; y en algunos casos crear la tensión suficiente para intentarlo”.

Analizando la variedad de posibilidades de manifestación de la fuerza que pueden darse en el ser humano, entenderemos por qué una concepción genérica de la capacidad de fuerza no puede ser más que el punto de partida de un análisis mucho más profundo a través del cual podamos conocer las peculiaridades de cada acción, teniendo en cuenta, sobre todo, la intervención muscular y el efecto que ésta pueda tener sobre nuestro organismo.

¹²PLATONOV N. (1988). “El Entrenamiento Deportivo. Teoría y Metodología” ED. Paidotribo. Barcelona.

¹³ Citados por REINA. L. de, MARTÍNEZ DE HARO, V. *Ibiden, obra citada.* , Pág. 104-105

¹⁴VITTORI. C. (1990). “Entrenamiento de la Fuerza en el Sprint”. Revista de Entrenamiento Deportivo., Volumen 4, Nº 3. Pág.3

¹⁵Citado por VILLAMAGNA R.. *Ibiden, obra citada* , Pág.1.

¹⁶Citado por REINA. L. de, MARTÍNEZ DE HARO. V. *Ibiden, obra citada.*, Pág. 104-105

¹⁷*Ibiden, obra citada .Pág. 104-105*

Si nosotros observamos a un ciclista pedaleando hacia la cima de una montaña, a un jabalinista realizando un lanzamiento, a un saltador de triple salto en acción o a una persona tratando de desplazar un objeto empujándolo y arrastrándolo sobre el suelo, convendremos que a todas estas acciones se les puede aplicar el concepto genérico de fuerza. Sin embargo, existen diferencias abismales entre unas y otras en cuanto a mecánica del movimiento, duración del esfuerzo, intensidad del mismo, tipo de contracciones musculares que predominan, etc.

Fijándonos en el ciclista, apreciamos que realiza una acción cíclica, rítmica, continua, localizada principalmente en las piernas y en la que se ejerce una tensión muscular constante, prolongándola considerablemente en el tiempo.

Por el contrario, las acciones del jabalinista y el triplista son acciones muy explosivas en donde, en una mínima fracción de tiempo, se debe generar gran cantidad de fuerza: en el caso del lanzador, para transmitir una gran aceleración a su acción final, mientras que el saltador, deberá utilizar su fuerza para soportar contracciones excéntricas de gran intensidad y a la vez tratar de evitar pérdidas considerables de velocidad en cada uno de sus apoyos en el suelo.

En cuanto a la acción de desplazar un objeto sobre el suelo intentando vencer la resistencia que ofrece, por un lado, su masa y, por otro, la fuerza de rozamiento, sometemos a toda la musculatura corporal a una tensión continuada en la que las piernas realizarán un trabajo dinámico, mientras el resto del cuerpo lo realizará estático.

Estos elementos diferenciales entre unas y otras formas de manifestación de fuerza, se producen como consecuencia de la intervención de mecanismos orgánicos distintos. Por ello es necesario utilizar referencias que nos permitan añadir matices a esa definición general de fuerza estableciendo pautas que nos ayuden a clasificar la fuerza y nos permitan, a la vez, analizar en profundidad cada situación, utilizando términos y conceptos que faciliten la identificación.

Cotejada y analizada la documentación útil para la elaboración de este trabajo, hemos observado que los términos y conceptos utilizados para definir e identificar la capacidad de fuerza siguen dos orientaciones muy diferentes: algunos de ellos nos sirven principalmente para ordenar, planificar y valorar el proceso de entrenamiento o desarrollo de la fuerza; otros, en cambio, nos ofrecen datos y matices sobre las peculiaridades de la acción que se está llevando a cabo. Ejemplos de lo indicado anteriormente pueden ser los conceptos: Fuerza Local y Fuerza Explosiva.

Fuerza Local hace una valoración del nivel de fuerza alcanzado por un grupo muscular concreto. Dicho dato nos puede ser muy útil para proponer un plan de mejora y desarrollo de la capacidad, pero, a través de él, no podemos identificar las peculiaridades de la acción desarrollada.

Sin embargo, en el segundo caso, al hablar de Fuerza Explosiva, estamos haciendo referencia a una forma muy peculiar de aplicación de fuerza, consistente en transmitir máxima aceleración al movimiento utilizado para vencer la resistencia objeto de nuestra acción.

Basándonos en lo apuntado anteriormente, vamos a establecer dos grandes grupos de conceptos o términos:

A/ Conceptos y términos que facilitan la ordenación, planificación y valoración del proceso de entrenamiento de la capacidad de fuerza.

B/ Conceptos y términos que nombrarán las diferentes formas de manifestación de la capacidad de fuerza.

1.3.-CONCEPTOS Y TÉRMINOS QUE FACILITAN LA ORDENACIÓN, VALORACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE ENTRENAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE FUERZA.

Fuerza Absoluta.- El concepto de **fuerza absoluta** está relacionado con la máxima resistencia que un individuo es capaz de vencer, sin tener en cuenta otros aspectos ni valoraciones.

Existen pequeñas discrepancias entre los expertos en entrenamiento deportivo en relación a este concepto.

Para unos, como podría ser el caso de Charles Staley,¹⁸ **fuerza absoluta** sería “la cantidad de fuerza músculo-esquelética que podemos generar en un esfuerzo total máximo, independientemente del tiempo o del peso corporal”. Según él, este tipo de fuerza puede desarrollarse a través de tres acciones musculares diferentes:

Acción muscular concéntrica (Fuerza absoluta concéntrica).-Máxima resistencia que somos capaces de vencer mediante el acortamiento muscular.

Acción muscular excéntrica (Fuerza absoluta excéntrica).-Máxima resistencia que somos capaces de soportar o aguantar mientras nuestros músculos se están alargando. Normalmente los índices de fuerza que somos capaces de aplicar en una contracción excéntrica pueden ser hasta un 30% mayor que en la contracción concéntrica. Esto se debe, casi con toda seguridad, al aumento de la fricción intramuscular.

Acción muscular estática (Fuerza absoluta estática).- Coincidiría con la máxima tensión muscular que somos capaces de generar en una contracción isométrica.

Para otros, como Hollmann y Hettinger¹⁹, la **fuerza absoluta** sería “la capacidad para desarrollar máxima tensión muscular estática no solamente con la voluntad, sino también con factores psico-emocionales y/o exógenos. Aquí podemos señalar al stress emocional (susto, miedo), hipnosis, doping”. Estos autores asocian

¹⁸ STALEY CH. (2004). “Fuerza de calidad para la performance atlética humana: Una guía para el entrenamiento de la Fuerza explosiva”. (<http://www.fuerzaypotencia.com>). (Fecha de consulta 18-4-2004).

¹⁹HOLLMANN, W; HETTINGER, T. (1990). “Sportmedizin Arbeits - und Trainings grundlagen” Schattauer.

fuerza absoluta a máxima tensión muscular estática, desde la evidencia de que la fuerza estática alcanza niveles superiores a la fuerza dinámica, debido a la posibilidad de aplicar tensión durante más tiempo y reclutar, por el estímulo de la coordinación intramuscular, un mayor número de unidades motrices, así como por el hecho de que mediante la utilización de nuestra máxima fuerza volitiva no es posible movilizar todas nuestras unidades motrices. Existe un porcentaje de ellas que solamente son activadas bajo circunstancias muy especiales.

En ese sentido, diremos que un deportista novel solamente es capaz de movilizar en una acción voluntaria de tensión muscular máxima el 70% de sus reservas musculares, mientras que levantadores de pesas experimentados o atletas de especialidades de fuerza pueden llegar a conseguir porcentajes cercanos al 90%. Desde nuestro punto de vista, la concepción que Hollmann y Hettinger ofrecen sobre la fuerza absoluta se sustenta sobre una base teórica y racional más sólida, pero, desde el punto de vista práctico, es un concepto muy poco funcional... No nos imaginamos a un entrenador sometiendo a los atletas a sesiones de hipnosis o induciéndoles a doparse cada vez que quiera comprobar si su nivel de fuerza absoluta ha mejorado.

Fuerza Relativa.- A veces los niveles de fuerza absoluta de un deportista no nos ofrecen datos fiables sobre su rendimiento deportivo. Imaginemos dos saltadores de altura que tienen la misma estatura, nivel técnico similar y que además, después de la carrera de aproximación al listón, son capaces de aplicar, en su batida final, el mismo nivel de fuerza. En un caso como este, el atleta que tuviera un menor peso sería impulsado unos centímetros por encima del otro y tendría la posibilidad de superar el listón en alturas superiores. Podríamos decir que posee mayor fuerza relativa. **Fuerza relativa**, por tanto, será aquella que establece relación entre la máxima fuerza que somos capaces de aplicar y el peso corporal.

Pueden darse situaciones de aplicación de fuerza en las cuales la relación fuerza-peso corporal no sea el mejor índice para apreciar la **fuerza relativa**. En ejercicios muy analíticos, en los que queremos medir los niveles de fuerza que pueden generar grupos musculares concretos (ejemplo: flexión del codo), es preferible y más fiable para determinar la fuerza relativa, el establecer la relación entre la máxima resistencia que somos capaces de vencer y la sección transversal del grupo muscular implicado.

Máxima Fuerza Muscular Fisiológica: Es un concepto que se utiliza habitualmente y que, de alguna manera, estaría incluido en la concepción que Charles Staley tiene sobre fuerza absoluta. Se define como la capacidad para desarrollar

máxima tensión muscular voluntaria en situaciones en las cuales no participan de manera significativa factores psico-emocionales y/o exógenos.

Fuerza general.- Este término puede utilizarse en el campo del acondicionamiento físico en dos sentidos: en unos casos, indica la fuerza total que tiene un atleta en todo su aparato neuromuscular y, en otros, hace referencia a la aplicación de programas inespecíficos de fuerza en los que se busca un desarrollo global de la capacidad, basado en un trabajo equilibrado en el que intervendrán en la misma medida los diferentes tipos de manifestación de fuerza (fuerza máxima, estática, explosiva, reactiva, etc.).

Fuerza Local.- Hace referencia a los niveles de fuerza que pueden alcanzar grupos musculares situados en zonas concretas de nuestro organismo.

Fuerza específica y fuerza especial.- La razón de tratar de aclarar estos dos conceptos de forma conjunta viene dada por el hecho de que al hacer uso de ellos, en ciertas ocasiones, no queda claramente delimitada la diferencia entre uno y otro. Nosotros entendemos que son conceptos diferentes y por ello trataremos de identificar las diferencias.

Fuerza específica.- Es un concepto asociado a la forma peculiar de manifestación de la fuerza en cada especialidad deportiva. La fuerza específica es la fuerza de aquellos grupos musculares que están directamente involucrados en el gesto característico del deporte que se practica. Esta fuerza es propia de cada deporte y no puede de ninguna manera ser comparada con la de otro. Si queremos llevar a cabo un trabajo adecuado de desarrollo específico de la fuerza, tendremos que tener en cuenta los grupos musculares que adquieren mayor protagonismo en la actividad deportiva de referencia, así como los metabolismos musculares más utilizados. Debemos buscar, además, ejercicios cuya mecánica sea similar a las acciones empleadas en la práctica deportiva e intentaremos que estén asociados a gestos técnicos propios de la especialidad. Sin embargo, en este último aspecto, por mucho interés que pongamos siempre habrá un pequeño desfase respecto a la situación real. En natación, por ejemplo, podemos proponer en el gimnasio ejercicios que tengan en cuenta las diferentes acciones utilizadas en los distintos estilos de nadar, a la vez que trataremos de potenciar los músculos implicados

con acciones parecidas, aunque nunca idénticas, a las que encontraremos después en el agua a la hora de nadar.

Fuerza especial: La que tiene como fin el desarrollo de la fuerza en acciones puntuales propias de cada deporte. Para ello deben utilizarse ejercicios que impliquen una secuencia de movimientos y rasgos típicos idénticos al gesto técnico competitivo, tanto a nivel motriz como de metabolismo energético. Deben ser, por tanto, un reflejo de lo que hacemos en competición.

Ejemplo.- Cuando en la piscina utilizamos “palas” que acoplamos a las manos para aumentar la superficie de agarre y desarrollar de esa manera la fuerza de los brazos en acciones características del nadar.

Máxima Fuerza Sedentaria.- Es un concepto poco utilizado y se define como la capacidad para desarrollar máxima tensión muscular estática por aquellas personas que no han sido sometidas a un proceso previo de entrenamiento.

Fuerza Inicial.- Se utiliza una doble acepción para definir este concepto: hay autores que lo conciben como la capacidad para desarrollar máxima tensión estática al comienzo de un ciclo o proceso de entrenamiento. Es un concepto similar, en cuanto a definición, al de máxima fuerza sedentaria, aunque con una orientación mucho más dinámica, ya que su nivel irá cambiando a medida que profundicemos en el proceso de entrenamiento y vayamos mejorando en capacidad de fuerza.

Para otros autores como Charles Staley²⁰, **fuerza inicial** equivaldría a la “habilidad que posee un deportista de reclutar la mayor cantidad de unidades motoras (UM) de forma instantánea al comienzo del movimiento”. Dicha concepción coincidiría con la de **fuerza de arranque** de Germán García²¹ o “capacidad de generar tensión máxima al comienzo de la contracción muscular”.

Fuerza Final.- Capacidad para desarrollar máxima tensión muscular estática después de un ciclo o proceso de entrenamiento. En un proceso de entrenamiento continuo, la **fuerza final** de uno de sus ciclos siempre se convertirá en la fuerza inicial del ciclo siguiente.

²⁰ STALEY CH. (2004). “Fuerza de calidad para la performance atlética humana: Una guía para el entrenamiento de la Fuerza explosiva”. (<http://www.fuerzaypotencia.com>). (Fecha de consulta 18-4-2004).

²¹ GARCÍA G. (2006). “Fisiología de la contracción muscular” . Pág.2. (<http://www.Portalfitness.com>). (Fecha de consulta 16-7-2006).

Fuerza de Base.- Es un concepto utilizado minoritariamente y que tiene su origen en una idea potencial de fuerza. Sería la fuerza que posee un deportista gracias a su estructura anatómica. Tendría por tanto un carácter hereditario y dependería de su constitución muscular.

Reserva de Fuerza.-La reserva de fuerza es considerada por algunos expertos como la diferencia entre la fuerza absoluta de un atleta y la cantidad de fuerza que utiliza para realizar el gesto específico de su deporte en condiciones competitivas.

Fuerza Interna.- También conocida como fuerza de tracción muscular, sería aquella fuerza resultante de una contracción muscular y que es transmitida al exterior mediante el sistema esquelético.

Potencia.-Fue un término muy utilizado en el pasado. Hacía referencia a la capacidad del músculo o grupos musculares para ejercer niveles elevados de fuerza en un periodo de tiempo de muy corta duración. Actualmente, este concepto se usa poco, pues se considera que es excesivamente genérico y ha sido sustituido por otros mucho más precisos como pueden ser los de fuerza explosiva, reactiva, elástica, etc.

1.4.- CONCEPTOS Y TÉRMINOS QUE HACEN REFERENCIA A LAS DIFERENTES FORMAS DE MANIFESTACIÓN DE LA CAPACIDAD DE FUERZA.

Antes de pasar a analizar las distintas formas de manifestación de fuerza, convendría dejar sentado que cuando, por medio de cualquier tipo de tensión, un músculo realiza una acción de aplicación de fuerza, el factor identificador de dicha acción depende principalmente de tres factores:

-De los niveles y forma de implicación de la estructura neuromuscular

-Del metabolismo celular empleado

-Del tipo de tensión muscular ejercida.

En cuanto a “*los niveles y forma de implicación de la estructura neuromuscular*” conviene saber que en nuestros músculos existen dos tipos de unidades motrices: Las U.M. tónicas y las U.M. fásicas.

Las primeras están controladas por moto neuronas de bajo umbral de excitación (10-15 Hz) y su velocidad de conducción es lenta. La frecuencia de impulsos también es baja e inervan fibras musculares del tipo I, o fibras de tonalidad roja. Dichas fibras son ricas en mitocondrias y enzimas oxidativas, por lo que están perfectamente equipadas para metabolismos aeróbicos. Son de contracción lenta y resistentes a la fatiga.

En cuanto a las U.M. fásicas, sabemos que son reguladas por moto neuronas de alto umbral de excitación (20-45 Hz para las fibras del tipo II a y de 45-60 Hz para las del tipo II b); poseen una alta velocidad de conducción del estímulo nervioso. Su frecuencia de impulsos también es elevada e inervan fibras de tonalidad blanca correspondientes a los tipos II a y II b. Ambos tipos de fibras son ricas en ATP, poseyendo un número reducido de mitocondrias en su citoplasma y una alta velocidad glicolítica, lo que les predispone para los metabolismos anaeróbicos. Son de contracción rápida y poco resistentes a la fatiga.

Conviene señalar que la funcionalidad de la fibra muscular viene marcada por las características de la moto neurona que las inerva. Parece ser que las fibras musculares, en principio, son todas del mismo tipo morfológico y fisiológico, y dependiendo del tipo de inervación que reciben se convierten en fibras del tipo I o II.

Según Buller²², “invirtiendo la inervación muscular, se invierten las características de las fibras” (las del tipo I pueden convertirse en tipo II y viceversa).

Las diferentes tipos de unidades motrices que conforman nuestros músculos tienen un mayor o menor protagonismo en las acciones de fuerza dependiendo de las características de tales acciones. En aquellas en las que aplicamos progresivamente una mayor tensión muscular hasta acercarnos a nuestros límites físicos, la movilización de unidades motrices se produce de la siguiente forma: en primer lugar reclutamos las unidades lentas y resistentes (tipo I), en segundo lugar, las rápidas y de cierta resistencia (tipo II a) y en tercer lugar, las más rápidas y fatigables (tipo II b).

En aquellas otras acciones en las que la resistencia a vencer es baja y la velocidad del gesto no es elevada, utilizamos casi con exclusividad las unidades motrices tónicas o del tipo I.

Algunos autores apuntan la posibilidad de que, en acciones que requieren gran explosividad y en las que la resistencia a vencer no sea elevada, no se siga el orden de reclutamiento habitual o por tamaño y se pase directamente a utilizar las unidades motrices fásicas del tipo II a y II b. Esto actualmente no es más que una hipótesis.

Una de las adaptaciones estructurales más características del músculo, bajo las acciones de fuerza, consiste en el aumento de tamaño del mismo o “*hipertrofia muscular*”. Dicha hipertrofia se debe a dos fenómenos diferentes:

a.- Al aumento del sarcoplasma o sustancia semifluida interfibrilar y de las proteínas no contráctiles. Este tipo de hipertrofia, *hipertrofia sarcoplásmica*, sería más propio de los culturistas que, a pesar del aumento de la sección transversal del músculo, apenas mejoran en índices de fuerza, debido a que sus sistemas de trabajo, basados en estímulos inferiores al 80%, apenas estimulan la síntesis proteica del elemento contráctil.

b.- Al agrandamiento de la fibra muscular, *hipertrofia miofibrilar*, que, al sintetizar más proteínas contráctiles y aumentar la densidad filamentosa, gana en número de miofibrillas y en filamentos de actina y miosina. Este tipo de hipertrofia conlleva un gran aumento de fuerza y es propia de aquellos sistemas de trabajo que emplean estímulos máximos e inciden directamente sobre el elemento contráctil del músculo que, en definitiva, es el responsable máximo de la generación de fuerza.

²² Citado por GARCÍA MANSO J.M. (1999). “*La Fuerza*” Ed. Gymnos. MADRID. Pág.15

Existen diferentes teorías para explicar este fenómeno:

Teoría de la rotura y reconstrucción.- Según esta teoría las contracciones musculares llevadas a cabo bajo las tensiones que generan las sobrecargas, provocan una serie de cambios bioquímicos dentro del músculo que dañan su tejido, produciendo pequeños desgarros en las fibras, a la vez que roturas de filamentos de proteína muscular. Como respuesta al stress generado por entrenamiento de fuerza, el músculo reaccionaría aumentando el número de filamentos y reparando los daños causados, consiguiendo, de esta manera, que aumente su volumen y se haga cada vez más fuerte.

Hipótesis de la sobre-circulación de sangre.- Dicha hipótesis sugiere que el incremento circulatorio provocado por el ejercicio sería el estímulo detonante del desarrollo muscular. Sin embargo, existen experimentos llevados a cabo en laboratorio que indican que un incremento de la cantidad de sangre que afluye al músculo no lleva implícito un aumento de la síntesis proteica. Además, está demostrado que, en las acciones de fuerza, cuando el estímulo sobrepasa el 30%, comienza a dificultarse el paso de la sangre al músculo, debido a la tensión mecánica que se genera.

Hipótesis de la hipoxia muscular.- Tiene un planteamiento contrario a la propuesta anterior. Un déficit de sangre y oxígeno en el tejido muscular durante el ejercicio de fuerza desencadena la síntesis proteica. De hecho, cuando la tensión muscular excede el 60% de la fuerza muscular máxima, la sangre prácticamente no llega al tejido muscular. Existen investigaciones que, mediante la inducción a estados de hipoxia muscular, han demostrado que una reducción del oxígeno no estimula el crecimiento muscular, contradiciendo, de alguna manera, este planteamiento.

Teoría de la deuda de ATP.- Está basada en la idea de que la concentración de ATP disminuye después de un ejercicio continuado de fuerza. Este hecho estimularía la síntesis proteica. Sin embargo, investigaciones recientes indican que en músculos sometidos a trabajos extenuantes de fuerza el nivel de ATP prácticamente no cambia.

Teoría energética.- Es quizá la teoría que más aceptación tiene. Está basada en el hecho de que la cantidad de energía disponible en el músculo es utilizada para satisfacer dos requerimientos: por una parte, facilitar el anabolismo de las proteínas musculares y, por otro, el trabajo muscular. Según los postulados de esta teoría, con

los ejercicios intensos de sobrecarga, casi toda la energía disponible sería trasladada a los elementos contráctiles del músculo y gastada en el trabajo muscular. Al disminuir el suplemento de energía utilizado para la síntesis proteica, la degradación proteica se incrementaría. El aumento de dicho catabolismo durante el ejercicio, provocaría, en los periodos de recuperación, una compensación extra de carácter anabólico que nos llevaría a un incremento de la síntesis proteicas.

Los científicos apuntan actualmente la posibilidad de que, llegado a un punto determinado de desarrollo, la célula muscular pueda dividirse y convertirse en dos. Este fenómeno, que ha sido detectado en pruebas de laboratorio con ciertos animales, se denominaría *Hiperplaxia* y no ha podido ser confirmado aún en el hombre. Sobre esta cuestión, Goldspink²³ “Sugiere que el mecanismo por el cual el número de miofibrillas aumentaría, se debería a una división longitudinal de las mismas, como consecuencia de las rupturas de las bandas Z”.

En relación al segundo indicador de aplicación de fuerza, el “*metabolismo celular empleado*”, y, dependiendo de la vía energética más utilizada, los ejercicios de fuerza pueden provocar adaptaciones como las que señalamos a continuación:

El empleo de metabolismos anaeróbicos lleva implícito el aumento de las reservas de ATP y CP, así como sus posibilidades de descomposición y nueva síntesis por vía anaeróbica (rápida recuperación de los fosfoérgidos). Dicho factor es importantísimo en las acciones que requieren una aplicación rápida de fuerza. No menos importante es el aumento de la ATP-ASA (enzima que descompone y acelera el proceso de enriquecimiento en energía de la miosina).

Los trabajos de fuerza en general mejoran la funcionalidad de las estructuras no contráctiles como tendones y ligamentos, haciéndoles más resistentes. También producen un aumento en el contenido de hemoglobina en el músculo.

El entrenamiento de fuerza induce, cuando no realizamos ejercicio, a un aumento del consumo energético, lo que conlleva una reducción de la grasa corporal.

En los trabajos de fuerza resistencia, tan necesarios en deportes como el piragüismo, remo, esquí de fondo, etc., cuando utilizamos resistencias

²³ Citado por GARCÍA MANSO, J..M. *Ibidem*, obra citada. Pág.47

inferiores al 25% de nuestra fuerza máxima, se producen modificaciones de tipo orgánico que facilitan la utilización de metabolismos aeróbicos, debido al aumento del número de mitocondrias en el citoplasma de la célula muscular, a una mayor presencia de enzimas de carácter oxidativo, así como a una mejora de la vascularización, como consecuencia de un aumento, en cuanto a densidad, en la red de capilares.

En cuanto a las adaptaciones de tipo neurológico que tienen lugar como consecuencia de la utilización de los métodos de trabajo encaminados al desarrollo de la fuerza, diremos que las más señaladas por los expertos serían:

- Una mejora de la capacidad de excitación nerviosa
- Favorece la velocidad excitación y la frecuencia de estimulación.
- Mejora la inervación intramuscular al perfeccionar el mecanismo de reclutamiento y optimizar la sincronización unidades motrices (con el entrenamiento somos capaces de movilizar cada vez un mayor número de U:M).

En cuanto al tercer factor, “*el tipo de tensión muscular ejercida*” en una acción de fuerza, creemos que es imposible comprender en profundidad la capacidad de fuerza sin tener en cuenta este aspecto.

La mayor parte de estudiosos han dedicado gran parte de su tiempo al análisis de los diferentes tipos de contracciones o tensiones que podemos aplicar, así como las adaptaciones de tipo mecánico que tienen lugar. Resumiendo las aportaciones hechas por los diferentes expertos sobre el tema, podríamos distinguir tres grandes grupos de contracciones o tensiones musculares:

Isotónicas o anisométricas. Son aquellas contracciones bajo cuyo efecto se produce el desplazamiento de algún segmento corporal, generando trabajo dinámico y variación en la longitud del músculo. Este tipo de contracción tiene dos variantes:

Contracciones concéntricas que tienen lugar en los trabajos dinámicos positivos y en ellos el músculo, al contraerse, varía su longitud, acortándose al vencer la resistencia a la que se está oponiendo.

Contracciones excéntricas que son características de los trabajos dinámicos negativos. Se expresa mediante el aumento en longitud del músculo cuando la magnitud de la resistencia que pretendemos vencer es superior a

la de la fuerza que aplicamos. Para Tihany²⁴ “cuando estos dos tipos de contracciones se desarrollan a velocidad variable reciben la calificación de *Heterocinéticas*. En cambio, cuando se producen a velocidad constante las denomina *Isocinéticas*”. Este mismo autor añade los matices de *Isodinámicas* para hacer referencia de aquellas contracciones en las que la tensión permanece estable y *Alodinámicas*, que asocia a aquellas tensiones inestables que tienen lugar durante la aplicación de fuerza:

Isométricas .- Son propias de los trabajos estáticos y tienen lugar cuando en el músculo se genera tensión pero ésta no va acompañada del desplazamiento de segmentos corporales, permaneciendo invariable su longitud.

Auxotónicas.- Cuando en una misma acción de fuerza, y en momentos diferentes, tienen lugar los dos tipos de contracciones anteriores: isométricas e isotónicas o anisométricas.

Debido a la variedad de situaciones que pueden darse en el mundo del deporte, hay autores que consideran demasiado esquemática la clasificación que hemos establecido anteriormente, pues, en realidad, lo que suele ocurrir es que, en una misma acción de fuerza, aparezcan de forma combinada diferentes tipos de contracciones. Por ello, Verkhoshansky²⁵ trata de establecer una clasificación mucho más matizada de los tipos de tensiones que pueden darse:

Tensión tónica.- Tiene lugar cuando, durante todo el arco de movimiento, la resistencia a vencer es considerable. El músculo se contrae con una tensión elevada, por lo que la velocidad de ejecución suele ser baja. Ej. esquí alpino, acciones de arrastre acciones de lucha, etc.

Tensión fásica.- Se aplica en aquellas acciones en las cuales, a lo largo del arco de movimiento se alternan momentos de tensión fuerte con otros de relativo relajamiento. Ej. Ciclismo, natación, patinaje, etc.

Tensión fásica tónica.- Se aplica en situaciones en las cuales es necesario combinar constantemente ambos tipos de tensiones. Ej. Gimnasia deportiva

Tensión explosivo tónica.- Se aplica en aquellas situaciones en las cuales es necesario vencer resistencias considerables, con lo cual la tensión durante todo el

²⁴TIHANY, J. (1989). “Fisiología y mecánica de la fuerza” R.E.D, volumen 3, nº 2, Pág.3

²⁵VERKHOSHANSKY, J.V. (1970). “Tensiones musculares y métodos de desarrollo de la fuerza”. Revista Fizkultura y Sport. Moscú. Trad. I.N.E.F. Madrid.

recorrido será grande, y además darle máxima aceleración al movimiento.- Ej. Arrancada en halterofilia, lanzamiento de peso, etc.

Tensión explosivo balística.- Tiene lugar cuando las resistencias a vencer son bajas y la aceleración que le damos al movimiento es máxima. Son típicas de aquellas acciones en las cuales la resistencia es proyectada hacia el espacio por la acción de algún segmento corporal. Lanzamiento de jabalina, lanzamiento a portería en fútbol, etc.

Tensión explosivo reactivo balística.- Se aplica en aquellas acciones que, por efecto de fuerzas externas, vienen precedidas de un gran estiramiento muscular, cuya energía será utilizada para provocar un movimiento de gran explosividad que tendrá su proyección en el espacio. Ej. Los saltos en todas sus variantes.

Tensión veloz acíclica.- Son acciones aisladas contra resistencias externas mínimas; se producen a gran velocidad y suelen estar localizadas en segmentos muy concretos. Ej. Golpe en boxeo, remate en voley, saque en tenis, etc.

Tensión veloz cíclica.- Es una acción similar a la anterior en cuanto a mecánica y exigencia, pero deja de ser un gesto aislado para convertirse en un movimiento repetitivo y muy rápido que obedece a una secuencia rítmica concreta; Ej. La carrera de velocidad.

Una vez analizados la importancia y el efecto que en las acciones de fuerza puedan tener factores como la forma de intervención de la estructura muscular o el grado de implicación de la misma, la vía de metabólica utilizada para proporcionar energía y el tipo de tensión muscular utilizado en cada circunstancia, estamos en una mejor situación para entender la variedad de situaciones que puedan surgir en las manifestaciones de fuerza. Este hecho favorecerá el establecimiento, con mejor criterio, de clasificaciones y términos que nos permitan conocer con precisión la capacidad de fuerza, y con tal objetivo, limitándonos a dos grandes campos de fuerza:

-Fuerza Estática o Isométrica.

-Fuerza Dinámica.

1.4.1.- Fuerza Estática o Isométrica.

Se denomina así a aquella forma de manifestación de fuerza basada en la utilización de contracciones estáticas o isométricas, aplicadas durante un mayor o menor espacio de tiempo, en las cuales se genera tensión muscular sin producción de movimiento (trabajo estático) y por lo tanto, no se detectan cambios en las posiciones angulares de la articulación.

Existen dos formas de desarrollo de la fuerza estática: una basada en la aplicación de estímulos procedentes del sistema nervioso central (acciones voluntarias) y otra, de carácter involuntario, consistente en la utilización de estímulos eléctricos (*Electroestimulación*).

Cuando utilizamos acciones voluntarias para el desarrollo de la fuerza isométrica, podemos aplicar dos tipos de tensiones:

Activas.- En ellas, la tensión generada se aplica en contra de fuerzas externas que inducen al acortamiento de los músculos que permanecen en tensión.

Pasivas.- Cuando la tensión muscular generada, actúa en contra de fuerzas externas que tratan de provocar el estiramiento de los músculos implicados.

En experimentos llevados a cabo con deportistas, se ha podido demostrar que los niveles de fuerza que se podían aplicar con contracciones isométricas pasivas eran superiores en casi un 40% a los logrados con contracciones isométricas activas.

Uno de los efectos más beneficiosos que se les reconocen a los trabajos de fuerza estática está relacionado con la mejora de la coordinación intramuscular, debido a su capacidad para reclutar un número elevado de unidades motrices (85%). En este sentido, conviene señalar que con entrenamientos de carácter concéntricos solo se llega a movilizar el 70% de las mismas. Así, pues, el método isométrico es muy eficaz en el desarrollo de la “*fuerza isométrica máxima*” que se produce cuando el sujeto realiza una contracción voluntaria máxima contra una resistencia insalvable (González-Badillo y Gorostiaga, 1995), y “es la mayor cantidad de tensión que puede generar el músculo en una contracción voluntaria”

Existen otros tipos de efectos que estos trabajos producen en nuestro organismo y que dependen, en gran medida, de la magnitud de las cargas y de su tiempo de aplicación:

Cuando utilizamos intensidades inferiores al 20% de la fuerza isométrica máxima (FIM), la circulación sanguínea apenas se dificulta, la energía necesaria es

proporcionada por procesos aeróbicos y las contracciones, por ello, pueden ser mantenidas durante mucho tiempo. La presión arterial y la frecuencia cardiaca sufren pequeñas variaciones respecto a sus índices de reposo. La actividad eléctrica integrada del músculo (IEMG) aumenta a medida que prolongamos el ejercicio, debido al reclutamiento de nuevas fibras musculares.

Con intensidades comprendidas entre el 25- 60% de la FIM, la circulación sanguínea se dificulta como consecuencia del aumento de la tensión muscular, ello provoca un aumento de la tensión arterial y de la frecuencia cardiaca. También se observa una disminución de las reservas de fosfocreatina de entre un 60 a un 80%. La elevada concentración de ácido láctico disminuye el ph. muscular hasta un 6,4 0 un 6,5 según Sahlin y Aalborg²⁶ y se observa una disminución de la velocidad de conducción nerviosa y un aumento del IEMG.

En contracciones isométricas de intensidad límite, las tensiones solo pueden ser soportadas por espacios comprendidos entre 5 y 10". Las concentraciones de ATP, según Maughan²⁷ disminuyen en un 30% y las de PC en un 60-70% (. Ello es debido a que se utiliza, casi con exclusividad, la vía anaeróbica de aporte de energía. Siendo el sistema del ATP-CP el más utilizado.

La *electroestimulación* reproduce el mismo proceso que la contracción voluntaria pero sustituyendo el impulso nervioso transmitido desde el cerebro por otro de carácter eléctrico, procedente de un electroestimulador que, a través de electrodos adhesivos, llega al nervio motor y es conducido hasta la placa motriz, donde desencadena el fenómeno fisiológico que conocemos.

Los partidarios de este método de desarrollo de la fuerza isométrica afirman que con él se pueden desarrollar trabajos musculares de gran intensidad, produciendo una menor fatiga psíquica y cardiaca que el método voluntario y reduciendo, a la vez, las molestias articulares y tendinosas.

Desde el electroestimulador se puede seleccionar la intensidad del estímulo, la duración o anchura del mismo, la frecuencia y el tiempo que queramos que dure la contracción.

Aunque existen diferentes tipos de electroestimuladores, los más comunes utilizan un tipo de onda cuadrangular (cuatro canales), bifásica y simétrica. La

²⁶ Citados por VARILLAS MARTÍN, A. (2003). "el entrenamiento isométrico en la Halterofilia". Revista Digital. Buenos Aires. Año 8, N° 56, Pág.3 (<http://www.efdeportes.com/>) (Fecha de consulta 3-12-2004).

²⁷ *Ibiden*, obra citada. Pág.3.

intensidad de la corriente puede graduarse hasta los 120mA. La anchura del estímulo o duración del mismo puede variar entre los 200 y los 400 micro-segundos y la frecuencia puede oscilar entre 8 y 120 Hz.

La electroestimulación es empleada en muy variados campos: rehabilitación, programas de fitness, en el campo del deporte, etc.

En el campo de la actividad física y el deporte suelen emplearse tres programas de electroestimulación y todos ellos suelen tener como rasgo común la utilización de la máxima intensidad en cuanto a la corriente eléctrica, produciéndose variaciones en el resto de los parámetros:

Programa de intensidad media-baja.- En él se utilizan estímulos de anchuras comprendidas entre los 200- 350 microsegundos, frecuencias de entre 25 y 50Hz y tiempos de contracción de 10 a 20 segundos. Este tipo de trabajo potencia el metabolismo aeróbico e implica principalmente a las unidades motrices del tipo I o unidades motrices tónicas.

Programa de intensidad submáxima.- Se utilizan estímulos de anchuras comprendidas entre los 200y los 400 microsegundos, frecuencias de 60 a 80 Hz y tiempos de contracción de entre 5 y 10 segundos. Implican tanto a las fibras del tipo I como a las del tipo IIA y utilizan metabolismos anaeróbicos. En este modo pueden alcanzarse concentraciones de ácido láctico considerables.

Programas de intensidad máxima.- Buscan del desarrollo de la fuerza máxima y el reclutamiento del mayor número de unidades motrices (tipo I, tipo IIA y tipo IIB), para ello utilizan estímulos de anchuras comprendidas entre 250 y 400 microsegundos, frecuencias entre 80 y 120 Hz y tiempos de contracción de 0,5 a 5 segundos. La energía utilizada es proporcionada por vía anaeróbica y proviene principalmente del sistema del ATP-CP.

Teniendo en cuenta las conclusiones sacadas por los expertos, así como los datos aportados por los diferentes trabajos de investigación en relación a los métodos de desarrollo de la fuerza estática, podríamos afirmar lo siguiente:

Se les considera eficaces en cuanto al desarrollo de la fuerza máxima y la coordinación intramuscular. También, porque proporcionan índices de hipertrofia notorios.

Son considerados imprescindibles en los trabajos de rehabilitación.

Los trabajos de electroestimulación producen índices de mejora de fuerza e hipertrofia muscular considerables en las personas sedentarias, mientras que su eficacia parece disminuir con los deportistas.

A nivel propioceptivo, la electroestimulación puede ser un método eficaz para controlar de forma voluntaria músculos que no utilizamos y sobre los cuales apenas tenemos control consciente. Puede proporcionarnos una ayuda extra en este sentido y servirnos de feed-back para aprender a contraerlos.

Sobre el efecto que los métodos estáticos tienen sobre la fuerza explosiva y la fuerza resistencia, las opiniones y los datos son contradictorios.

Es opinión generalizada entre los expertos que la mejora de fuerza conseguida por métodos estáticos, es de difícil transferencia a acciones específicas de los diferentes deportes.

1.4.2.- Fuerza Dinámica.

Se considera como tal, la capacidad que poseen nuestros músculos para desplazar resistencias, rompiendo su inercia de quietud en unos casos, o modificando su trayectoria y velocidad en otros.

A diferencia de lo que ocurre en la fuerza estática, en la dinámica podemos encontrarnos con múltiples matices que la hacen más variada y polifacética.

Hay tres factores principales que condicionan las formas de manifestación de la fuerza dinámica: la **magnitud de la carga** que pretendemos vencer, el tiempo que disponemos para hacerlo y el tipo de **tensión** que es necesario aplicar para conseguirlo. Si tuviéramos en cuenta solamente los dos primeros factores (magnitud y tiempo), no sería difícil establecer una clasificación, pues, en aquellas situaciones en las cuales el objetivo prioritario fuera el nivel de resistencia a vencer, podríamos denominarla *Fuerza Máxima Dinámica*. En el caso de que el fin principal de la acción se situara en la rapidez o velocidad con la que fuéramos capaces de vencer la resistencia, le daríamos el nombre de *Fuerza Rápida o Fuerza Explosiva* y finalmente, si el propósito fuera vencer repetidamente una resistencia durante un periodo de tiempo considerable, entonces le asignaríamos el término de *Fuerza Resistencia*.

Las dificultades surgen cuando, además de los factores intensidad y tiempo, tenemos en cuenta también la tensión que es preciso aplicar para vencer la resistencia que nos proponemos.

Estudiosos de la capacidad de fuerza como Verkhoshansky. J.V y Vittori. C, han pretendido dar solución a este problema proponiendo clasificaciones de fuerza dinámica que pueden servirnos como base para establecer, en primer lugar, relaciones entre los diferentes conceptos y, en segundo lugar, una ordenación de términos que nos permita la comprensión de la faceta dinámica de la capacidad de fuerza.

Verkhoshansky. J.V propone para los movimientos acíclicos la siguiente clasificación de fuerza dinámica:

Fuerza Tónico-Explosiva.- Aplicada a grandes resistencias en las cuales es necesario ejercer en el primer instante una gran cantidad de fuerza que crecerá gradualmente hasta el final del movimiento.

Fuerza Balístico- explosiva. - Propia de acciones en las cuales la resistencia a vencer es escasa y es necesario transmitir al movimiento una aceleración

máxima en un espacio de tiempo muy reducido. Este tipo de acciones suelen ir precedidas de un contramovimiento.

Fuerza Reactivo- Balístico- explosiva.- Tiene cierta similitud con la anterior. Sin embargo, la fase excéntrica del movimiento es mucho más intensa, lo que nos permite generar una gran cantidad de energía que nos será muy útil en la segunda fase de la contracción (fase concéntrica), pues la resistencia a vencer es muy elevada.

Fuerza Rápida.- Sería una manifestación de fuerza similar a lo que en velocidad se conoce como *Velocidad de Movimiento o Acción*.

Vittori. C.- distingue dos variantes de fuerza con sus peculiaridades:

Fuerza Activa. Aplicada a acciones en las cuales existe un solo ciclo de trabajo muscular, que corresponde al acortamiento de la parte contráctil del músculo y se puede manifestar de dos formas:

-*Fuerza Máxima Dinámica.*- Hace referencia a la mayor resistencia que somos capaces de vencer mediante la acción contráctil del músculo.

-*Fuerza Explosiva.*- Estaría relacionada con nuestra capacidad de proporcionar aceleración al movimiento utilizado para vencer la resistencia.

Fuerza Reactiva, que queda reflejada en acciones en las que se da un doble ciclo de contracción (estiramiento-acortamiento) que, dependiendo del tiempo disponible para la acción, se manifiesta igualmente de dos maneras:

-*Fuerza Explosivo-Elástica.*- Es aquella fuerza de tipo reactivo que la musculatura almacena cada vez que experimenta, antes de acortarse, un estiramiento.

-*Fuerza Explosivo-Elástica-Refleja.*- Es un tipo de fuerza similar a la anterior en la que la fase de estiramiento no es tan intensa y, en cambio, exige una mayor intervención del sistema reflejo.

Desde nuestro punto de vista, Verkhoshansky y Vittori utilizan, en algunos casos, términos diferentes para definir manifestaciones de fuerza idénticas. Por eso, entendemos que es necesario analizar y comparar conceptos, para unificar criterios y reducir terminología.

Cuando Verkhoshansky hace mención de *Fuerza tónico-explosiva* y Vittori de *Fuerza máxima*, en realidad, ambos se refieren a un mismo fenómeno. Ya que si intentamos superar resistencias cercanas al límite de fuerza, es imprescindible poner en marcha el mecanismo que describen ambos, es decir, que desde el primer momento debemos aplicar una magnitud de fuerza considerable que ira aumentando progresivamente para reclutar el número de unidades motrices necesario para conseguir el objetivo propuesto. Por eso, en este caso nuestra propuesta sería sustituir ambos términos por el de *Fuerza máxima dinámica*, que es el que se utiliza con mayor asiduidad.

Otro tanto ocurre con los conceptos *reactivo-balístico-explosiva* (Verkhoshansky) y *explosivo-elástica* (Vittori), que describen situaciones en las cuales el estiramiento previo genera energía que es utilizada en el segundo ciclo de la contracción. Ejemplos característicos de acciones de este tipo serían los saltos. Ambos términos pueden refundirse en uno, ***Fuerza reactiva explosivo elástica***

El concepto *fuerza explosiva* de Vittori nos parece muy general e inespecífico y, además, pensamos que parte de un supuesto teórico que, en nuestra opinión, no se da en la realidad. Si nosotros, por ejemplo, desde la flexión profunda de brazos, pretendemos dar máxima velocidad al movimiento de extensión para vencer de forma explosiva una resistencia, seguramente realizaremos previamente un contramovimiento muy rápido en el cual tenga lugar un ligero estiramiento que nos permita imprimir más dinamismo a la acción. Lo mismo ocurre cuando estamos sentados sobre una silla y nos queremos levantar de forma rápida. Para hacerlo no utilizamos solamente los elementos contráctiles del músculo, sino que, antes de levantarnos, realizaremos un movimiento consistente en desplazar el tronco hacia atrás para, inmediatamente después aprovechar la energía generada y ponernos en pie.

Los conceptos de *Fuerza balístico-explosiva* (Verkhoshansky..) y *reactiva explosivo-elástica refleja* (Vittori), pensamos que aportan matices diferenciales y pueden ser aplicados, en el primer caso, a situaciones como pueden ser los lanzamientos (jabalina, peso, béisbol, etc.) y, en el segundo, a acciones cíclicas que se desarrollan a gran velocidad como pueden ser el momento de máxima velocidad de un velocista, acciones de skipping, etc.

Nuestra propuesta definitiva, en relación a los conceptos que incluyen el término “explosiva” sería la siguiente:

Fuerza Explosiva

-Fuerza explosivo-balística

-Fuerza reactiva-explosivo-elástica o Pliométrica

-Fuerza reactiva-explosivo-elástica-refleja

Respecto al concepto más amplio de *fuerza dinámica*, podrían establecerse los siguientes tipos y subtipos de fuerza:

Fuerza Dinámica.

Fuerza Máxima Dinámica.

Fuerza Explosiva.

Fuerza Explosiva Balística.

Fuerza Explosiva- Reactiva-Elástica

Fuerza Explosiva- Reactiva- Refleja.

Fuerza Resistencia.

1.4.2.1.- Fuerza Máxima Dinámica.

Es la mayor expresión de fuerza que el sistema neuromuscular puede aplicar ante una resistencia, siempre que finalmente se produzca un desplazamiento de la misma y se genere movimiento en todo el arco articular.

La fuerza máxima depende de tres factores principales que son susceptibles de ser entrenados:

- La sección transversal del músculo o hipertrofia.
- La coordinación intra e intermuscular.
- La optimización de las fuentes de energía, lo que nos facilitará la síntesis de proteínas contráctiles del músculo.

Los expertos reconocen dos vías para el desarrollo de la fuerza máxima, la primera a través del incremento de los mecanismos neurorreguladores, o sea, perfeccionando la eficacia de la impulsión nerviosa y la coordinación intra e intermuscular, la segunda, basada en el aumento del diámetro muscular como consecuencia del crecimiento en grosor de la fibra muscular (hipertrofia miofibrilar), debido a la aplicación de trabajos que estimulan la síntesis de las proteínas contráctiles del músculo durante los periodos de recuperación.

El desarrollo de la fuerza muscular por la primera vía se hace efectivo con la utilización de cargas máximas (85-100%). Este tipo de cargas permiten pocas repeticiones, lo que nos lleva a estímulos de corta duración y a evitar la degradación por tiempo de proteínas contráctiles como la actina, miosina, etc. Por todo ello, la mejora de la fuerza no se deberá al aumento de la sección transversal del músculo, que en este caso será escasa, sino como consecuencia de la mejora de factores nerviosos y bioquímicos.

Según Platonov (1994) este tipo de trabajo provoca adaptaciones musculares que perfeccionan del proceso de reclutamiento de las fibras ST, FTa, FTb, desarrollan de la capacidad de sincronización de la actividad de las unidades motoras y aumentan las reservas de ATP y CP en los músculos. No menos importante es el aumento de la actividad de la ATP-asa (enzima que descompone y acelera el proceso de enriquecimiento de energía de la miosina), así como la mejora de la capacidad de concentración de CP y de mioglobina en los músculos.

Por otra parte, este tipo de actividades provoca la rápida recuperación de los grupos fosfagénicos ricos en energía, como consecuencia de las mejoras en la

descomposición y en la nueva síntesis anaeróbica del ATP. Este factor es fundamental para aumentar la capacidad de contracción del músculo sin que aumente su diámetro. También produce mejoras coyunturales en los niveles de testosterona (tres primeras semanas)

Como síntesis de lo expuesto hasta ahora, podríamos decir que esta variante de desarrollo de la *fuerza máxima* aumenta la coordinación intra e intermuscular, lo que mejora de la capacidad de reacción, aceleración y desplazamiento. Como además dicha mejora en la capacidad de fuerza no lleva implícito un aumento excesivo de la masa muscular, resultará más fácil de transferir a cualquier actividad deportiva.

Como inconveniente podría señalarse el excesivo stress que las cargas máximas producen sobre nuestro organismo, tanto a nivel psíquico como físico. Siendo el SNC, el sistema articular, el tendinoso y el ligamentoso los más afectados.

Si elegimos la segunda vía de desarrollo de la fuerza, o "*vía de la hipertrofia*", el sistema de trabajo cambia sustancialmente. En este caso la actividad iría encaminada a producir un mayor impacto metabólico. Será necesario seleccionar ejercicios globales o multiarticulares que impliquen a grandes grupos musculares y produzcan un mayor gasto energético, proponer cargas submáximas con porcentajes situados entre el 70 y el 85% de nuestra fuerza máxima, realizar, con cada ejercicio, un número de repeticiones muy altos y utilizar pausas de descanso que no permitan la recuperación completa. Todo ello nos llevará a sesiones en las cuales el volumen y la intensidad alcanzarán porcentajes elevados con el fin de estimular al máximo los procesos "*anabólicos-catabólicos*".

Las cargas elevadas provocan tensiones fuertes en los músculos obligando a utilizar como vías energéticas el sistema del ATP-CP y la glucólisis anaeróbica. Como la mayor parte de la energía producida se deriva a los elementos contráctiles del músculo (actina y miosina), queda muy poca energía para cubrir otras necesidades de la célula. Por otra parte, durante el ejercicio, la cantidad de aminoácidos que fluyen desde la sangre al músculo queda restringida, por lo que la masa proteínica catabolizada durante el esfuerzo es mayor que la masa proteínica anabolizada. Ello puede provocar micro-roturas en el tejido contráctil y conectivo del músculo, sobre todo en la fase excéntrica del movimiento.

En los periodos de recuperación, debido al fenómeno de "supercompensación", se estimula la síntesis proteica. Ello es posible porque la

utilización de grandes cantidades de ATP, según Rogtkin²⁸, y la elevada presencia de ácido láctico, según Tesch²⁹, estimulan la secreción de hormonas de carácter anabólico como son la testosterona, la hormona del crecimiento (somatotropina) y las somato-medinas (insulina con factor de crecimiento).

Así como en el desarrollo de la *fuerza máxima* por la primera vía, la mayor parte de los estudiosos coincidían en los parámetros bajo los cuales debía llevarse a cabo, no ocurre lo mismo cuando se trata de hacerlo a través de la *vía hipertrófica*.

Si bien el método más común de los utilizados es el **10x10** o **Entrenamiento alemán de volumen**, algunos expertos hacen propuestas que difieren, en cierta medida, respecto a las pautas bajo las cuales se suele plantear el entrenamiento de hipertrofia.

Como esquema tipo para una sesión de trabajo, el método **10x10** (diez ejercicios, 10 repeticiones), establece los siguientes parámetros:

Porcentaje de carga.- Entre un 70 y un 85%

Nº de repeticiones por cada ejercicio.- entre 6y 12. Con porcentajes de carga cercanos al 70% tenderíamos a acercarnos a las 12, mientras que con porcentajes superiores iríamos reduciendo las repeticiones.

Pausas de descanso entre ejercicio y ejercicio.- Estarían igualmente en función del nivel de carga utilizado, oscilarían entre un minuto y cinco (1'-5'). A mayor nivel de carga más tiempo de recuperación.

Series.- Se recomienda repetir cada ejercicio de 4 a 6 veces

Velocidad de Ejecución.- Se aconseja una velocidad de ritmo bajo para evitar el efecto reactivo del movimiento. Algunos autores recomiendan porcentajes temporales de 6:10 (6 repeticiones- 10 segundos), mientras que otros recomiendan 2:4

Frecuencia.- Dependiendo de las características del deporte y del nivel de desarrollo de fuerza del deportista, se pueden programar semanalmente entre 2 y 4 sesiones.

Cuando este método se aplica durante años y el deportista alcanza la madurez, suelen introducirse variantes que tienen como objetivo aumentar la intensidad del

²⁸ Citado por MANNO, R. (1999). "Entrenamiento de la Fuerza". Editorial Paidotribo.

²⁹ Citado por COMETTI, G. (2001). "Los métodos modernos de musculación". Editorial INDE, Zaragoza.

estímulo y provocar respuestas orgánicas que nos permitan mantener el efecto “supercompensación” (hipertrofia). Para ello se recomiendan propuestas como:

- Proponer de forma seguida dos ejercicios que impliquen a los mismos grupos musculares (squat y semi-squat)
- Encadenar varios ejercicios sin más descanso que el necesario para pasar de uno a otro.
- Trabajar un mismo grupo muscular introduciendo cambios en el régimen de contracción (concéntrico, excéntrico, isométrico, etc.)
- “Series forzadas”, es decir, aquellas series en las que, debido al cansancio acumulado como consecuencia de una propuesta muy exigente, introducimos ayuda en las últimas repeticiones de cada ejercicio.
- Fatigar previamente, con ejercicios analíticos, el grupo muscular protagonista en el ejercicio de fuerza que se va a proponer.
- Proponer series “al fallo” que consisten en repetir cada ejercicio el número de veces que sea necesario hasta que se produzca el fallo muscular, es decir, hasta que no podamos hacer una repetición más.

Algunos autores difieren en parte de este planteamiento. Charles Staley³⁰ critica la excesiva sistematización del método anterior y piensa que el planteamiento es mucho más sencillo.. “basta con aumentar constantemente el trabajo a realizar”. Para justificarlo afirma que “el músculo es un sistema biológico que crece o se atrofia en proporción directa a la cantidad de trabajo que se le obliga a hacer”.

El sistema de trabajo que propone, recibe el nombre de método de **Densidad de Trabajo Elevada (EDT)** y está basado en la formula $M \times D = T$, donde M = “masa de la carga a vencer”, D = “distancia que recorre la masa en función de la amplitud del arco de movimiento y del número de repeticiones” y T = “trabajo final”.

Según Staley, no importa mucho el mecanismo que utilicemos para conseguir el trabajo final: aumento de la carga: aumento del número de repeticiones, aumento de la velocidad de ejecución o disminución del tiempo de descanso. Dependiendo de nuestra motivación, unos días utilizaremos unas estrategias y otros días otras. Lo verdaderamente importante es que el trabajo aumente constantemente, con ello estará asegurada la hipertrofia. Además, considera el autor que es un sistema de trabajo motivador porque el tiempo de duración del entrenamiento está muy claro (suele ser

³⁰ STALEY, CH. “Entrenamiento de Densidad Elevada” (<http://www.fuerzaypotencia.com>). (Fecha de consulta 18-4-2004).

el mismo durante periodos largos de tiempo) y el propósito de la sesión muy bien definido: “hacer más trabajo de lo que se hizo la última vez”. La autorregulación en él es muy fácil de establecer porque se desarrolla bajo parámetros muy sencillos y la progresión se puede constatar fácilmente.

Chad Waterbury³¹ propone para el desarrollo de la hipertrofia trabajos basados en la “*diversidad extrema*”, consistente en la alternancia de sesiones que guardan gran contraste entre sí:

En la primera sesión de la semana propondríamos ejercicios con intensidades cercanas al 80%, con un número de repeticiones cercano a 5 y el de series alrededor de 10. La pausa de descanso entre ejercicio y ejercicio estaría situada en torno a los 60”.

En la siguiente sesión los parámetros cambiarían radicalmente: las cargas utilizadas serían muy livianas, las repeticiones, para un mismo ejercicio, responderían a una formula consistente en el doble la suma global (repeticiones x series) de las repeticiones del día anterior. El número de series sería de dos y el descanso entre ejercicio y ejercicio de 3 minutos.

Ejemplo: primera sesión...5 rep. X 10 ser. = 50

Segunda sesión..50 rep. x 2 ser. = 100

El número de sesiones por semana, con este método de trabajo, es de cuatro.

Las razones que, según el autor, justificarían la aplicación de este sistema, serían las siguientes:

- Cuando se programan sesiones similares a las propuestas en el **método 10 x 10**, la cantidad de variables utilizadas es muy limitada.
- Con el sistema **diversidad extrema**, en la primera sesión de trabajo incidiremos principalmente sobre las fibras del tipo II b, mientras que el segundo entrenamiento activará las de tipo I y II a. Con ello evitaremos el sobreentrenamiento y se daría una mayor alternancia en cuanto a formas de trabajo. Esto provocaría una mejor reacción del organismo.
- El hecho de que el segundo entrenamiento esté basado en la utilización de una gran cantidad de fluido sanguíneo (congestión), servirá para oxigenar y

³¹WATERBURY, CH. (2005). “*Diversidad para la Hipertrofia*”. Traducción: Prof. Javier Sáez. (<http://www.fuerzaypotencia.com>) (Fecha de consulta 3-7-2006)

limpiar los músculos, acelerando la recuperación de los mismos por el intercambio de nutrientes y la remoción de sustancias de desecho.

-Con esta forma de trabajo se evita la sobrecarga del S.N.C.

1.4.2.2.- Fuerza Explosiva..

Puede definirse como la capacidad para llegar a altos niveles de tensión muscular en relación al tiempo (Verkhoshansky J V. 1970)

La fuerza rápida, explosiva o potencia (bajo cualquiera de estas denominaciones puede aparecer en los manuales de acondicionamiento físico) es sin duda la cualidad más apreciada en el mundo del deporte. Cuando un deportista necesita acelerarse a sí mismo en actividades como correr, nadar, esquiar, etc., o acelerar/impulsar un objeto, ya sea una pelota, un disco o una jabalina y, en casos de deportes como el tenis, baloncesto o fútbol, ambas cosas a la vez, su capacidad para aplicar fuerza acompañada del factor velocidad será determinante para alcanzar el éxito.

En cualquier manifestación deportiva que necesite de la conjunción de las cualidades *fuerza y velocidad*, es fundamental no perder de vista que el éxito siempre se encontrará en la perfecta sincronización de ambos factores.

En unos casos la balanza, en relación al índice de implicación, se inclinará hacia el factor fuerza y en otros hacia el factor velocidad; pero en cualquier caso, la sincronización en el tiempo de los movimientos generados por el sistema de palancas debe ser tal, que nos permita hacer una contribución óptima de fuerza. Por ejemplo, no tendría sentido la gran velocidad generada por un saltador de longitud al acercarse a la tabla de batida, si ello no le va a permitir disponer del tiempo necesario para que su pierna de impulso pueda aplicar la fuerza que precisa en el inicio de su despegue vertical.

Autores como Fenn y Marsh 1935; Hill 1938; Wikie 1950; Kaneko 1970; Kawahtsu e Ikai 1972; Tihanyi y col. 1982, han realizado estudios en los cuales, a través de gráficas, como las reflejadas, tratan de explicar la relación existente entre la velocidad y la fuerza. Las conclusiones al respecto podrían ser las siguientes:

La fuerza y la velocidad se relacionan inversamente: cuanto más fuerza aplicamos menor velocidad podemos imprimir a nuestros movimientos. En cambio,

seremos capaces de desarrollar máxima velocidad de movimiento cuando no tengamos ningún tipo de sobrecarga.

El punto en el que se produce una mejor relación entre fuerza y velocidad, que es lo que siempre se ha asociado al término “potencia”, se encuentra aproximadamente al 30% de la fuerza máxima y la 30% de la velocidad máxima. Este hecho ha llevado a algunos expertos en entrenamiento a recomendar, cargas cercanas al 30% de nuestra fuerza máxima, como ideales para el desarrollo de la fuerza explosiva. (Gráfico 1.1)

Relaciones entre la fuerza, velocidad y potencia en el músculo humano.

V_m, P_M y F_m. Son:
- la máxima velocidad de movimiento,
- la máxima potencia de trabajo y
- la máxima fuerza isométrica, respectivamente.

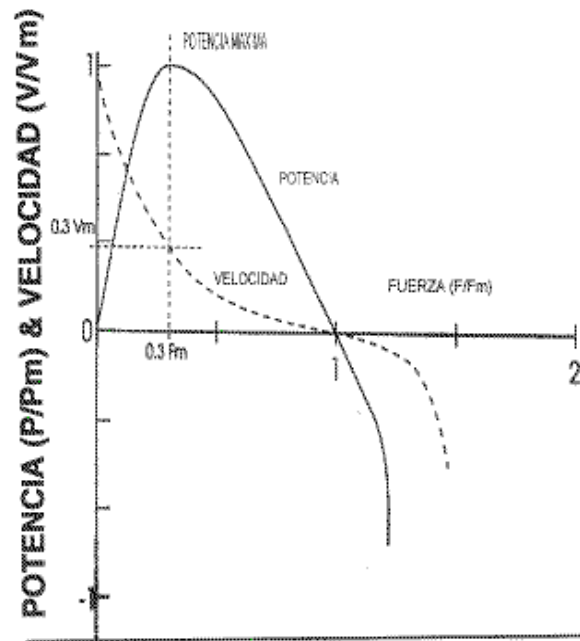
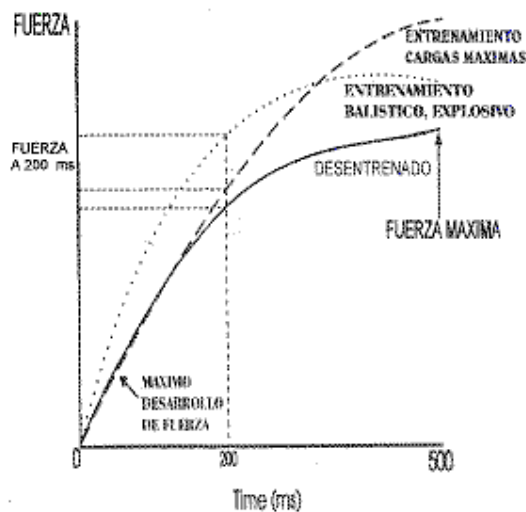


Gráfico 1.1 Relación entre fuerza y velocidad según Tihanyi (1982)

En los trabajos de fuerza máxima tardamos, como se puede observar en el gráfico 1.2, casi 500 milisegundos en alcanzar el índice máximo (pico de fuerza). Sin embargo, el reclutamiento de unidades motrices es mayor, lo que nos facilita obviamente una mayor activación de unidades motrices rápidas.

Cuando empleamos cargas inferiores, que nos permitan la utilización de movimientos de carácter explosivo- balísticos, somos capaces, en los primeros instantes, de aplicar índices mayores de fuerza y el “pico de fuerza” lo alcanzamos más rápidamente (250 milisegundos). En cambio, el número de unidades motrices activadas es inferior.



Curva fuerza-tiempo
Indicando:
- la fuerza máxima
- el máximo desarrollo de la fuerza.
- la fuerza a 200 ms.

* para desentrenados,
* entrenamiento con cargas máximas,
* sujetos que entrenaron con cargas explosivas y balísticas.

Gráfico 1.2. Adaptaciones potenciales al entrenamiento

En los trabajos de fuerza explosiva o rápida, cuando las cargas utilizadas son inferiores al 30% de nuestra fuerza máxima, el pico de rendimiento tiene una mayor dependencia del factor velocidad. Sin embargo, cuando los índices de carga superan el 40% el factor fuerza es el más influyente.

Desde nuestro punto de vista, es fundamental tener en cuenta las conclusiones anteriores a la hora de proponer el desarrollo de la *fuerza explosiva*. De hecho, las controversias surgidas entre los estudiosos, sobre cual es la vía más apropiada para la potenciación de este tipo de fuerza, se dan como consecuencia del mayor o menor protagonismo que cada uno de ellos otorga a las citadas conclusiones.

Para un grupo de expertos, el camino más seguro para el desarrollo de la *fuerza explosiva* será a través de la mejora de la *fuerza máxima*. Serían aquellos que se identifican con el “símil del cohete” de Tudor Bompa. Según dicho autor³² “no hay aumentos visibles de fuerza rápida sin una previa ganancia de fuerza máxima”. Para justificarlo pone como ejemplo un cohete que pesa 450 Kg. y queremos propulsarlo con un motor que genera una potencia equivalente a 550 Kg. Si le cambiamos el motor por otro que genere 1300Kg, la reserva para propulsarse a sí mismo (diferencia entre el peso del cohete y la potencia que genera el motor) pasaría de 100 a 850 Kg., lo cual facilitará su despegue de una forma mucho más rápida. Los partidarios de esta tendencia proponen el *HIT (High Intensity Training)* como método de entrenamiento

³² Citado por STALEY, CH. (2004). “Fuerza de calidad para la performance atlética humana: Una guía para el entrenamiento de la Fuerza explosiva”. Pág.2. (<http://www.fuerzaypotencia.com>). (Fecha de consulta 18-4-2004).

y son contrarios a la utilización de los movimientos explosivos por considerarlos más peligrosos y menos eficaces.

Para otros, los que consideran el factor coordinación como fundamental en los trabajos de *fuerza rápida*, la forma más adecuada para su desarrollo sería a través de la utilización de cargas comprendidas entre el 30 y el 60% de nuestra fuerza máxima y la puesta en marcha de movimientos acelerados lo más parecidos, desde el punto de vista mecánico, a las acciones empleadas en el deporte de referencia. Además, tienen la ventaja de que al trabajar el músculo con un mayor rango de movimiento promueve que dicho músculo se alargue, lo que le adapta mejor a los trabajos de velocidad.

Existe una última tendencia, quizá la que más aceptación pueda tener en estos momentos, que utiliza el llamado “*método de contrastes*”. Dicho método se basa en la alternancia de sesiones en las cuales el objetivo prioritario es el desarrollo de la fuerza máxima, con otras en las que se presta más atención a la *coordinación* y a los factores aceleradores del movimiento. Para lograr estos últimos objetivos se ponen en práctica propuestas como las siguientes:

Entrenamiento de Aceleración Compensatoria (EAC). Consiste en la aceleración de los movimientos con pesas en los instantes que preceden a los “puntos de estancamiento”. Esa aceleración deliberada aumenta la tensión muscular y mejora los mecanismos de palanca.

Entrenamiento Balístico.- Se denomina de ese modo a las sesiones de trabajo en las cuales se utilizan movimientos acelerativos de gran velocidad y que se proyectan hacia el espacio libre. William Framer³³ justifica la puesta en marcha de este método para tratar de compensar un mecanismo, que se da siempre que utilizamos el entrenamiento tradicional con barras, consistente en la desaceleración de la barra y que suele manifestarse sobretodo en el final de la fase concéntrica. Este mecanismo protector, asumido por los músculos antagonistas para mantener la integridad articular, afecta negativamente a la velocidad del movimiento.

Levantamientos Olímpicos Modificados.- afectarían principalmente a los movimientos de “arrancada” y “dos tiempos”. Para evitar los puntos de estancamiento se producen en ambos movimientos durante la flexión profunda de piernas, con la consiguiente pérdida de velocidad, se puede

³³ Citado por STALEY, CH *Ibidem*, obra citada. Pág.4

utilizar como estrategia la reducción del índice de carga, disminuyendo, de ese modo, el ángulo de flexión, tratando de incidir así en mayor medida en la velocidad y la coordinación.

Entrenamiento Pliométrico.- Son ejercicios para incidir preferentemente sobre la fase excéntrica del movimiento con el objeto de que, el stress al que sometemos la estructura elástica del músculo, nos proporcione una energía complementaria que facilite, como reacción, la fase concéntrica.

Dentro de lo que conceptualmente hemos considerado *fuerza explosiva*, podemos encontrarnos tres variedades de fuerza:

-Fuerza Explosiva Balística.

-Fuerza Explosiva- Reactiva-Elástica

-Fuerza Explosiva- Reactiva- Refleja.

1.4.2.2 a.-Fuerza Explosiva Balística.

Se manifiesta de forma especial en aquellos deportes o actividades deportivas que, por las características motoras de sus movimientos específicos, son consideradas acíclicas. En ellas la realización del movimiento en espacio y tiempo es muy corta y precisa de elevados niveles de trabajo de los sistemas nervioso y muscular del deportista. Los movimientos utilizados reciben el nombre de balísticos porque se proyectan hacia el espacio libre y suelen ir precedidos de un contramovimiento (acción excéntrica de corto recorrido y muy rápida) y las resistencias a vencer son pequeñas.

Los lanzamientos en atletismo (peso, disco, martillo y jabalina), el saque en tenis, el lanzamiento a portería en balonmano, la acción de remate en voley y otras acciones de estructura mecánica similar, son consideradas como actividades características en las que se precisa del concurso de este tipo de fuerza.

En relación a la fuerza explosiva balística, el Dr. Fred Hatfield³⁴ distingue dos tipos de acciones: unas, como el lanzamiento de jabalina o la primera acción sobre los tacos de salida de un esprinter que, debido a la escasa magnitud de la resistencia a vencer, se producen de una forma instantánea (como si de un flash se tratara) y están basadas en el reclutamiento inmediato de un elevado número de unidades motrices y

³⁴ Citado por STALEY, CH. (2004). "Fuerza de calidad para la Performance Atlético Humana: Una guía para el entrenamiento de la Fuerza explosiva". Pág.4 (<http://www.fuerzaypotencia.com>). (Fecha de consulta 18-4-2004).

otras, como sería el caso del lanzamiento de peso, en las que la resistencia a vencer es relativamente más elevada y necesitarán de una mayor continuidad en el tiempo, que precisan de la conjunción de dos mecanismos; el primero, que ya conocemos, similar al anterior y consistente en el reclutamiento instantáneo de un elevado número de U.M y el segundo, basado en la capacidad de prolongación en el tiempo de la activación de dichas unidades motrices, con el objeto de mantener la aceleración del movimiento hasta el instante final.

Para proceder al desarrollo de este tipo de fuerza es necesario no perder de vista tres factores que deben ser mejorados de forma sincronizada y continua:

la fuerza máxima,

la velocidad

la coordinación intermuscular.

Sobre el modo de desarrollo de la *fuerza máxima* no vamos a insistir, pues creemos que ya han sido descritos de forma muy detallada los métodos y medios que podemos utilizar para ello.

El problema, en las especialidades deportivas que necesitan de este tipo de fuerza, está en encontrar una fórmula eficaz que nos permita transferir hacia el factor *velocidad* la fuerza máxima adquirida. En el caso de los lanzamientos atléticos, el propósito primero se centra siempre en la transferencia de la fuerza hacia el potencial de velocidad de salida para el implemento en el gesto final. Para conseguir dicho objetivo es necesario mejorar la coordinación y transformar la *fuerza máxima* en *fuerza específica* propia de la especialidad de referencia.

Los trabajos de *coordinación* son necesarios porque cualquier acción de carácter acíclico suele estar basada en la utilización de cadenas cinéticas muy amplias que comprometen prácticamente a todos los músculos de nuestro organismo. Para desarrollar el factor coordinación se incluyen desde edades muy tempranas lanzamientos (de carácter general y muy variados) y multisaltos. Los expertos estiman que ambos procedimientos asocian perfectamente los factores *coordinación, fuerza y velocidad*.

En cuanto a la reconversión de la *fuerza máxima* en *fuerza específica*, los esfuerzos se encaminan siempre a la búsqueda de ejercicios que, desde el punto de vista mecánico, sean lo más parecido posible a la acción deportiva y que además potencien el factor velocidad. Para ello suelen utilizarse: ejercicios de gimnasio con halteras cuyas cargas estén comprendidas entre el 30 y el 70% de la fuerza máxima,

lanzamientos pesados (con resistencias superiores al implemento convencional), Lanzamientos ligeros (con resistencias inferiores al implemento convencional).

1.4.2.2b.-Fuerza Explosiva-Reactiva-Elástica.

Este tipo de fuerza se manifiesta en especialidades deportivas en las que es preciso desarrollar un impulso elevado de fuerza inmediatamente después de un brusco estiramiento muscular.

Si bien, este mecanismo puede estar presente en otro tipo de movimientos, es en los saltos, efectuados en profundidad y desde una altura determinada, donde adquiere un mayor protagonismo, recibiendo el nombre de “***pliometría o método pliométrico***”.

El término pliométrico procede de *plio* (mayor) y *metría* (medida) y hace referencia a los máximos niveles de estiramiento que podemos provocar en un músculo en su fase excéntrica, previa a la aplicación de fuerza posterior.

Cuando se estira un músculo, previamente a la aplicación de fuerza posterior; se está transformando la energía química muscular en energía cinética. Esto es posible porque el músculo resiste el estiramiento, oponiendo una fuerza mayor a la que se produce en la contracción concéntrica debido a que, durante la fase de estiramiento, parte de la tensión que se produce, proviene de los elementos elásticos en serie del músculo y puede volverse a utilizar en forma de trabajo mecánico durante la acción concéntrica siguiente.

En realidad, lo que ocurre durante la contracción excéntrica es que, con la llegada del estímulo nervioso, se produce la liberación de los iones Ca^{++} y la activación de los puentes actino-miosinos que, en lugar de deslizarse hacia el centro (acortamiento) lo hacen hacia el exterior (estiramiento). Si el pasaje de la fase excéntrica a la concéntrica es breve (inferior a los 200 milisegundos) la energía elástica puede ser utilizada en la fase concéntrica posterior. Pero si el tiempo utilizado en el cambio de fase es superior a los 200 milisegundos, dicha energía no puede ser utilizada y se dispersa en forma de calor (Fenn y Marsh 1935).

Además de a la utilización de la energía elástica acumulada, la eficacia mecánica de la contracción concéntrica precedida de un estiramiento se debe también, en gran medida, al desencadenamiento del *reflejo miotático* (reflejo de estiramiento) que tiene lugar a través de los *husos neuromusculares* cuando se produce una

variación brusca en la longitud del músculo. Cuando dicho reflejo entra en acción provoca un aumento de la tensión en los músculos antigravitatorios (extensores), como consecuencia del incremento de unidades motrices activadas.

La *pliometría* comenzó a ser utilizada como método de desarrollo de la *fuerza explosiva*, de una forma empírica, por el saltador soviético Valery Brummel.

Con posterioridad se ha ido generalizando su uso y en la actualidad es utilizado prácticamente en todas aquellas especialidades deportivas en las que se precisa del concurso de los factores *fuerza y velocidad*.

Se han realizado innumerables estudios, con resultados contradictorios, sobre cuáles deben ser los parámetros bajo los cuales han de desarrollarse las sesiones de trabajo pliométrico.

En relación a la altura de caída de los saltos, uno de los factores más discutidos, Verkhoshanky (1999) indica que, si queremos trabajar la *fuerza explosiva* y la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, la altura óptima estará alrededor de 0,75m. Sin embargo, para trabajar la *fuerza máxima* recomienda alturas cercanas a 1,10m. Según este mismo autor alturas superiores a 1,10m no son recomendables porque implicarían una flexión más profunda durante la fase de amortiguación, lo que nos llevaría a un aumento excesivo de la fase excéntrica- concéntrica, con la subsiguiente pérdida de eficacia.

La mayor parte de los expertos proponen, dependiendo de la situación, alturas comprendidas entre los 20 y los 100cm.

Desde nuestro punto de vista factores como la altura de caída, el tipo de salto a utilizar, el número de saltos por sesión o el número de sesiones por semana, deben estar en función de otros componentes, no menos importantes, como pueden ser:

- Las características motrices de la especialidad deportiva de referencia.
- El nivel de desarrollo del deportista y de sus características físicas.
- El momento de la temporada en que se aplique.
- El efecto que busquemos.
- La repercusión que este tipo de trabajo sobre el organismo del deportista en cuestión.

Como síntesis final, podríamos concluir que:

- El método *pliométrico* ha mostrado su eficacia en la mejora de la propiedad elástica de músculo y de su mecanismo de biofeedback propioceptivo (Bosco y col 1979)
- El hecho de que este tipo de trabajo muscular lleve implícito un alto grado de activación de unidades motrices, acompañado de la mejora de la fuerza excéntrica, provoca una mejora del tono muscular que facilita la aplicación de fuerza en la fase concéntrica.
- Los ejercicios *pliométricos* están diseñados para mejorar la capacidad reactiva y la fuerza explosiva de los músculos, mejorando la relación entre fuerza máxima y velocidad.
- El entrenamiento *pliométrico* constituye una actividad sumamente estresante para es S.N.C., para el sistema muscular, para el aparato de sostén y para el metabolismo del fosfágeno. Por lo que requiere de procesos de recuperación más amplios que otros estímulos con el fin de que tengan lugar las reparaciones plásticas pertinentes en las estructuras musculares y articulares.

1.4.2.2c.-Fuerza Explosiva- Reactiva- Refleja.

En las acciones de tipo pliométrico, en relación a las variantes de la actividad eléctrica del músculo, se pueden distinguir tres fases:

Fase de preactivación.- En esta fase, previa al contacto con el suelo, el S.N.C envía impulsos que aumentan la actividad mioeléctrica tratando de ajustar el grado de preactivación y rigidez muscular al estiramiento previsto en el impacto. Cuanto menor sea la rigidez previa al contacto menor será la capacidad reactiva posterior.

Fase de activación (contracción muscular excéntrica). Comprende desde el contacto con el suelo hasta la finalización del estiramiento. En ella entran en acción dos tipos de mecanismos: uno de carácter elástico, generado por las estructuras elásticas del músculo al estirarse, que proporcionará una cantidad de energía adicional que podrá ser aprovechada en la contracción concéntrica y otro, de naturaleza refleja, a través del cuál el reflejo miotático (contrario al estiramiento) y el reflejo tendinoso de Golgi que actúan en sincronía tratando de proteger la integridad muscular y

provocando una mayor activación eléctrica que tendrá como efecto un reclutamiento adicional de unidades motrices en la fase concéntrica.

Fase de contracción muscular concéntrica.- En ella se aprovecha la energía generada en la fase anterior y entran en acción los componentes contráctiles del músculo.

¿Cuál es entonces la diferencia entre la *fuerza explosiva-reactivo-elástica* y la *fuerza explosiva-reactivo-elástica-refleja*? Autores como Schmidtbleicher³⁵ distinguen dos tipos de ciclo estiramiento-acortamiento (CEA): los CEA lentos y los CEA rápidos.

Los CEA Lentos.- Coincidirían con lo que Vittori denomina manifestación *elástico-explosiva de la fuerza*. Los CEA Rápidos.- se asemejarían al concepto de *fuerza explosiva-elástica-refleja* propuesto por el mismo autor.

En *Los CEA Lentos*, caso del salto de longitud, el estiramiento muscular previo es relativamente amplio lo que nos permite disponer de tiempo suficiente para aprovechar al máximo la energía elástica generada. En situaciones similares a esta, la energía sumada en la fase de contracción concéntrica proviene en su mayor parte del factor elástico, siendo muy reducida la aportación por vía refleja.

En *los CEA Rápidos*, como las acciones de un esprinter en la fase de máxima velocidad, debido a que la amplitud del estiramiento es limitada y la acción se produce de una forma muy rápida, encontraremos dificultades para la utilización de la energía elástica. En estos casos, la mayor parte de la energía aportada a la fase concéntrica proviene de los mecanismos reflejos descritos anteriormente y que actúan en dos direcciones: por una parte, reforzando las características elásticas del sistema músculo-tendinoso y, por otra, provocando la activación suplementaria de unidades motrices que en la fase concéntrica proporcionarán un “*plus*” (adición) de fuerza.

Para potenciar la *fuerza elástica reactivo-refleja* se deben buscar situaciones en las cuales las acciones se produzcan a gran velocidad y que además permitan limitar al máximo la amplitud del estiramiento muscular. En cuanto a los *niveles de carga*, existe un cierto margen: en unos casos, el peso del propio cuerpo, unido a la

³⁵ Citado por GARRIDO CHAMORRO, R.P. (2004). *Test de Wingate y Test de Bosco (como evaluar la fuerza de nuestros deportistas)*. Servicio de Apoyo al Deportista del Centro de Tecnificación de Alicante. (<http://www.cult.gva.es>.) (Fecha de consulta 13-4-2005)

acción de la gravedad, puede ser suficiente; en otros, se pueden utilizar sobrecargas cuyos índices oscilen entre un 30 y un 60%.

En relación a la *mecánica de los movimientos*, como ocurre habitualmente, serán las peculiaridades de cada especialidad deportiva las que nos marquen el camino a seguir. En el ejemplo que pusimos anteriormente del velocista que desea mejorar su fase de máxima velocidad a base de la mejora de su *fuerza elástica reactivo-refleja*, pueden servir trabajos como los que indicamos a continuación:

- Skipping,s.- Acciones similares, desde el punto de vista mecánico, a las de carrera, practicadas en situaciones favorables que nos permitan una frecuencia alta de movimientos y un tiempo mínimo de aplicación de fuerza.
- Saltos simultáneos y continuados sobre el mismo lugar, acompañados de un plegamiento de piernas (flexión de cadera y rodilla) en el punto más alto de la trayectoria.
- Saltos simultáneos sobre vallas situadas entre sí a distancias muy reducidas.
- Con una pierna adelantada sobre la otra y halteras sobre los hombros, realizar tijeras o cambios de posición durante el salto.
- Subidas y bajadas continuadas a un banco, con halteras en los hombros, y utilizando acciones simultáneas de piernas.
- Existen en el mercado máquinas sofisticadas, dotadas de mecanismos que proyectan nuestro cuerpo con fuerza, obligándonos a acciones que requieren de una preactivación muscular elevada y provocan reacciones de alto índice reflejo.

1.4.2.3.-Fuerza Resistencia..

Si tenemos en cuenta que la resistencia puede definirse como la capacidad del ser humano para soportar la fatiga, podemos optar, al relacionarlo con la fuerza, por una concepción más amplia y abierta que nos ofrecería un amplio espectro de situaciones que irían desde la resistencia a *la fuerza de carácter estático o dinámico*, pasando por la resistencia a *la fuerza máxima o a la fuerza explosiva*, hasta terminar con la resistencia para realizar esfuerzos de larga duración soportando cargas de baja intensidad.

Otra posibilidad, aceptada por la mayoría de los expertos consistiría en asociar el concepto de *fuerza resistencia* solo y exclusivamente a la capacidad del individuo

para prolongar en el tiempo esfuerzos en los cuales la resistencia a vencer no supere los niveles de intensidad media-baja. Se basa esta acepción en la evidencia de que, en los esfuerzos máximos de corta duración y submáximos con un alto grado de exigencia en cuanto a velocidad de ejecución, los mayores índices de mejora de resistencia se producen cuando incidimos directamente sobre la fuerza máxima o la fuerza explosiva.

En nuestra opinión, la segunda opción es la más clarificadora, tanto desde el punto de vista de la delimitación de conceptos, como desde el punto de vista práctico. Por eso, siempre que utilicemos el término “*fuerza resistencia*” lo haremos como referencia a esta segunda posibilidad.

Actividades deportivas como el triatlón, el esquí de fondo, las carreras de fondo, el remo, etc., son consideradas actividades cíclicas, basadas en la superación de cargas repetidas durante un periodo de tiempo relativamente largo. En ellas adquieren un gran protagonismo cualidades como la resistencia orgánica y la *fuerza resistencia*. No queremos decir con ello que, en dichas especialidades, no sea necesaria la mejora de otras capacidades como la *velocidad*, *la fuerza máxima* o *la fuerza explosiva*, lo que sí nos interesa remarcar es que, el desarrollo de este otro tipo de capacidades, debe hacerse sin provocar hipertrofias musculares que hipotequen, por problemas de vascularización, la aportación de aquellas que, hemos indicado, deben adquirir una mayor importancia.

Un objetivo prioritario y principal de los trabajos de *fuerza resistencia* consiste en conseguir, por una parte, entrenar el gesto deportivo específico y por otra, lograr que dicho gesto sea realizado de una forma más eficaz, mejorando la aplicación de fuerza. De ahí, la importancia de que la mecánica de los ejercicios seleccionados para el desarrollo de la fuerza resistencia, coincida con la de los gestos específicos de la especialidad deportiva de que se trate.

Los trabajos de fuerza resistencia van encaminados al desarrollo de la fuerza en las unidades motrices del tipo I (unidades “tónicas”). Por ello, es fundamental que dichos trabajos produzcan adaptaciones de tipo orgánico que faciliten la utilización de metabolismos aeróbicos. El aumento del número de mitocondrias en el citoplasma de la célula muscular, una mayor presencia de enzimas de carácter oxidativo y la mejora de la vascularización, como resultado del aumento de densidad en la red de capilares, suelen ser algunas de las consecuencias que se derivan de la aplicación correcta y continuada de programas de fuerza resistencia.

Para que se produzca una mejora de las estructuras encargadas del metabolismo aeróbico es fundamental que las resistencias a vencer estén por debajo del 30% de nuestra fuerza isométrica máxima, ya que, por encima de dicho índice, una tensión muscular excesiva dificulta la circulación sanguínea a la vez que provoca el aumento de la presión sanguínea y de la frecuencia cardíaca. Este hecho, nos impediría mantener el esfuerzo durante el tiempo necesario para que las adaptaciones deseadas pudieran producirse.

Conviene tener en cuenta también si la propuesta de ejercicios va encaminada a actividades de media duración, pues en ellas la glucólisis aeróbica es la principal fuente de suministro energético (**fuerza resistencia de media duración (RMM)**), o si está dirigida a actividades de larga duración en donde el mayor protagonismo, como vía de aporte energético, corresponde a las grasas (**fuerza resistencia de larga duración (RML)**). En el primer caso, la selección de los niveles de resistencia a vencer, repeticiones por ejercicio, tiempos de recuperación y duración de las sesiones deben hacerse en función de que la intensidad del esfuerzo sea cercana al límite **aeróbico-anaeróbico**. En el caso de las disciplinas de larga duración, el número de repeticiones y el tiempo de duración de las sesiones suele ser mayor, mientras que las intensidades suelen situarse ligeramente por debajo del límite **aeróbico-anaeróbico**.

En cuanto a los métodos de desarrollo de la *fuerza resistencia* suelen utilizarse dos métodos: uno más global e inespecífico y otro más específico.

En el primer caso, se propone un desarrollo general de la *fuerza resistencia* en los grupos musculares más importantes de la especialidad de referencia, para ello se utilizan cargas naturales y ejercicios en los cuales se soporta una resistencia externa; en estos casos suele utilizarse el método de repeticiones con halteras o el método de circuitos. En el segundo, se utilizan medios y métodos orientados, principalmente, hacia la cinemática y la mecánica de la disciplina en cuestión, teniendo en cuenta el efecto funcional sobre los principales sistemas fisiológico-vegetativos. Para ello, entrenamos la resistencia pero aumentando la fuerza que se ha de desarrollar en cada movimiento específico. En este caso, cada deporte busca las soluciones más apropiadas: en natación se utilizan las manoplas (o palas) para aumentar la resistencia y ejercer un mayor trabajo en cada brazada; en el ciclismo, se utiliza el trabajo en cuestas o con grandes desarrollos que obligaran a ejercer más fuerza en cada pedalada; en las carreras pedestres de larga distancia, se utilizan lastres (chalecos,

tobillos) o el entrenamiento en cuestas, para trabajar la resistencia y la fuerza al mismo tiempo

Con la segunda forma de trabajo, la estructura de la sesión es muy similar a la que se emplea en los trabajos de resistencia: esfuerzos prolongados con variaciones, métodos interválicos o fraccionados.

CAPÍTULO 2

**Desarrollo de la fuerza en los corredores
de 100m.l. y 200m.l.**

2.1.-CONCEPTO DE VELOCIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LOS VELOCISTAS.

Desde el punto de vista funcional, la velocidad se manifiesta de diferentes formas y da lugar a distintas orientaciones y denominaciones:

Velocidad de reacción.-Tiempo que tardamos en ponernos en acción ante un estímulo externo.

Velocidad de gesto o de movimientos aislados.- Cuando nos fijamos en el tiempo que tardamos en realizar un gesto determinado.

Velocidad frecuencia.- Número de veces, por unidad de tiempo, que somos capaces de realizar una acción que se repite cíclicamente.

Velocidad de traslación.- Cuando establecemos una relación entre el espacio y el tiempo que tardamos en recorrerlo.

En el mundo del atletismo, cuando nos referimos a las pruebas más cortas del programa, como en este caso, tenemos en cuenta el último de los conceptos (*velocidad de traslación*). Sin embargo, dicho concepto incluye, en cierta forma, a dos de los definidos previamente: *velocidad de reacción* y *velocidad frecuencial*. En cualquier prueba de velocidad lo primero que tenemos que hacer es reaccionar ante un estímulo acústico (pistoletazo de salida) y después repetir de forma cíclica una serie de pasos o zancadas hasta que recorremos el espacio propuesto.

Teniendo en cuenta esto, podría aceptarse como válida la idea que, sobre la velocidad, tiene Martín³⁶: “Capacidad biotécnica compleja, la cual está basada en nuestra capacidad de reaccionar y accionar”.

Cuando un velocista pretende reaccionar o accionar de forma rápida es imprescindible que los principales músculos motores de sus piernas estén inervados, en su mayor parte, por fibras medulares o ramales nerviosos gruesos que terminan en una placa motriz capaz de activar un número elevado de fibras musculares, que, a su vez, permiten que el estímulo nervioso pueda viajar con gran velocidad y frecuencia.

Según, P. Gunter y P. Krüger³⁷, las fibras medulares que poseen dichas características, son capaces de producir sacudidas rápidas y reciben el nombre de *fibras de estructura fibrilar*. Dicha fibras van acompañadas por otro tipo de fibra

³⁶ Citado por HEGEDŪS, J. (1997) “Estudio de las capacidades físicas: la velocidad”. Lecturas: Educación Física y Deportes. Año 2, nº 4, Pág. 1 (<http://www.efdeportes.com>). (Fecha de consulta 22-1-2008).

³⁷ Citado por ÁVAREZ de VILLAR, C. (1990). “La velocidad (1ª parte)”. Cuaderno del Entrenador, noviembre, E.N.E. RFEA.

medular, denominada de “*estructura zonal*”, con ramal nervioso menos grueso, cuya parte final tiene forma de racimo e inerva un menor número de fibras musculares. Estas producen contracciones de menor intensidad y son menos adecuadas para las pruebas de velocidad.

Fox³⁸, para diferenciar entre los dos tipos de estructuras fibrilares, optó por la denominación de *unidades motrices de contracción rápida* (CR) y *unidades motrices de contracción lenta* (CL)

Investigaciones posteriores que han tenido en cuenta, además de la estructura nerviosa, las características metabólicas, indican que dentro de cada uno de estos dos tipos de estructuras existen variedades de fibras con propiedades ligeramente diferentes.

Hegedüs³⁹, después de la revisión de los trabajos de autores como Edström y Erblom, (1972); Hollmann y Hettinger, (1990); Laich, (1985); Schantz, (1986) y Howald, (1989), hace una síntesis en la que propone los siguientes tipos de fibras:

En las unidades motrices tónicas o de contracción lenta (STF), distingue dos tipos (I y Ia). Ambas son de carácter oxidativo, resistentes al cansancio y con muy buena predisposición para el metabolismo glucogénico y de los ácidos grasos.

En las unidades motrices fásicas o de contracción rápida (FTF), diferencia tres tipos (IIa, IIb y IIc). Las de los tipos IIa y IIb poseen una alta velocidad de contracción, son muy sensibles al cansancio y tienen la propiedad de producir energía en cantidades elevadas por unidad de tiempo. Las del tipo IIc tendrían una velocidad de contracción inferior pero, en cambio, son más resistentes al cansancio.

Según Laich⁴⁰, los velocistas que alcanzan el máximo nivel internacional deben tener en sus músculos un porcentaje de unidades motrices “*fásicas*” o de contracción rápida cercano al 70%.

Una estructura orgánica con características similares o próximas a las apuntadas por Laich, le permitirá al velocista aplicar un mayor índice de fuerza y, además, hacerlo en menor tiempo como demuestra un estudio realizado por Meckel,

³⁸ FOX, E. (1984). “*Fisiología del Deporte*”. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.

³⁹ HEGEDÜS, J. (1997). “*Estudio de las capacidades físicas: la velocidad*”. Lecturas: Educación Física y Deportes. Año 2, nº 4, Pág. 2 (www.efdeportes.com). (Fecha de consulta 22-1-2008).

⁴⁰ LAICH, G. (1985). “*Modificaciones morfofuncionales y funcionales inducidas en las fibras musculares esqueléticas humanas mediante ejercicios isocinéticos*”. Tesis doctoral. Centro de Medicina. Universidad de Alcalá de Henares.

Atterbom, Crodjinovsky, Ben-sira y Rotstein⁴¹, con atletas femeninas que realizaban la prueba de 100m.l. Según dicho estudio, las atletas más rápidas obtenían resultados significativamente superiores en cuanto a fuerza relativa, fuerza explosiva y velocidad de reacción.

Sin embargo, como apuntan los estudiosos y entrenadores, el simple hecho de poseer una estructura orgánica adecuada para la velocidad no asegura éxitos deportivos. Los éxitos suelen estar en función de la medida en que seamos capaces de perfeccionar dicha estructura a través del entrenamiento.

Uno de los objetivos de cualquier velocista debe ser la mejora de la *coordinación intramuscular*. Dicha capacidad se desarrolla mediante ejercicios específicos de fuerza que nos permiten progresar en dos aspectos:

-En la capacidad de *reclutamiento* de unidades motrices.-Permitiendo, por una parte, activar cada vez un mayor número de dichas unidades a través de los estímulos nerviosos y, por otra, reclutar un mayor número de fibras musculares por unidad de tiempo en las acciones explosivas.

-En la mejora de *sincronización* de la unidades reclutadas.- No solo es importante sumar un número elevado de unidades motrices para que las acciones adquieran la rapidez deseada, también es necesario que dichas unidades lo hagan de forma ordenada y con la sincronización deseada para que resulten más eficaces.

En la misma medida deberá prestarse atención al desarrollo de la coordinación intermuscular de los velocistas.

Esta capacidad es muy importante para los esprinteres porque está muy relacionada con el aprendizaje de la técnica de carrera y con la diversidad de situaciones y de acciones musculares que tienen lugar a lo largo de una carrera de velocidad.

Es necesario tener en cuenta que en este tipo de pruebas el atleta parte de la posición de agrupado y sus objetivos primeros deben ser romper la inercia y tratar de acelerar su cuerpo al máximo hasta alcanzar la velocidad máxima. En esta primera fase, al tener el cuerpo inclinado hacia delante y variar su posición en cada paso hasta lograr la posición convencional de carrera, la situación de equilibrio es bastante precaria y necesita de un control motor excepcional. Para no cometer errores, las

⁴¹ Citados por LIDOR, R; MECKEL, Y. (2004). "Consideraciones sobre Fisiología, Desarrollo de Habilidades y Aprendizaje Motor en la carrera de 100 metros". Pág. 9. Nuevos Estudios Atlético. IAAF. 3:1; 7-12.

acciones de los músculos sinérgicos y antagonicos influyentes en los distintos segmentos corporales que intervienen en carrera deben ser armónicas y fluidas. Tal armonía debe estar presente también en los tiempos de relajación y contracción muscular. En un velocista es tan importante la capacidad de generar tensión como la de eliminarla. Solo así es posible realizar la fase de máxima velocidad sin crispación y con un buen equilibrio dinámico.

Para realizar acciones rápidas y explosivas es necesario disponer de grandes cantidades de energía, por tanto otro de los objetivos de un buen esprinter consistirá en movilizar grandes cantidades de energía por unidad de tiempo. Dicha posibilidad depende, por una parte, de las reservas de ATP y CP y, por otra, de la velocidad a la que se produzca la hidrólisis para su utilización por el sarcómero de las fibras musculares. Especialmente las de contracción rápida (FTF).

Con los estímulos adecuados de entrenamiento se puede inducir al organismo a almacenar mayores cantidades de ATP y CP y a acelerar el proceso de hidrólisis. Este aspecto guarda relación con otro no menos importante como es el de la *viscosidad muscular*.

Viscoso es sinónimo de pegajoso. Cuando un músculo posee una viscosidad muscular elevada, la dificultad de acción de sus fibras aumenta y los movimientos se vuelven más lentos.

La disminución de la viscosidad muscular está unida a factores como, por ejemplo, un alto contenido de ATP-CP en el citoplasma de la célula muscular, una elevada temperatura muscular y ambiental o el aporte de oxígeno; mientras el aumento de la misma se debe a la baja temperatura muscular y ambiental y a la presencia de ácido láctico y amonio en el citoplasma.

Cuando un velocista tiene cargadas sus reservas musculares de ATP-CP se retrasa el uso de la glucólisis anaeróbica como mecanismo complementario de aporte energético, lo que supone también una dilación en la aparición del ácido láctico que, como hemos dicho, favorece el aumento de la viscosidad. Por eso, en la parte final de una carrera de velocidad, cuando las cantidades de ácido láctico en el músculo y en la sangre comienzan a ser considerables, los movimientos de los atletas se ralentizan y se hacen más torpes.

También es fundamental que los esprinterer cuiden su flexibilidad. Un desarrollo de la movilidad articular y de la elasticidad muscular es fundamental para que los movimientos en carrera sean amplios y fluidos. La falta de movilidad en

cualquiera de las articulaciones de las piernas (cadera, rodilla y tobillo), así como la falta de elasticidad en los músculos que gobiernan dichas articulaciones, producirán una temprana acción de frenado por parte de los músculos antagonistas.

Los velocistas, al ser atletas muy explosivos, someten a un gran stress su sistema nervioso central durante las jornadas de competición. Hay que tener en cuenta que, en las competiciones de máximo nivel, es necesario correr cuatro veces durante dos días, por lo que se hace imprescindible que el atleta controle la situación y preserve su energía nerviosa para los momentos decisivos. En carrera deben regular eficazmente su tono muscular para evitar tensiones musculares superfluas que solo conducen a gastos energéticos innecesarios. En los momentos previos a la competición tienen que aprender a controlar la excitación y la ansiedad, guardando toda su energía para responder de forma inmediata ante la señal de salida. No es casualidad que algunos atletas registren sus peores tiempos de reacción el día de la final.

Como resumen, podemos decir que un buen velocista debe poseer:

“un porcentaje elevado de unidades motrices “fásicas” o de contracción rápida”,

“capacidad de reclutamiento del mayor número posible de unidades motrices”,

“una buena coordinación dinámica”,

“armonía entre los tiempos de contracción y relajación muscular”,

“capacidad de movilización de grandes cantidades de energía por unidad de tiempo”,

“capacidad de almacenamiento de sustancias de reserva que disminuyan su viscosidad muscular”,

“buena movilidad articular”,

“gran elasticidad muscular” y

“un buen control tónico y emocional”

2.2.- FACTORES BIOMECÁNICOS, METABÓLICOS Y TÉCNICOS QUE CONDICIONAN EL TRABAJO DE FUERZA EN LAS PRUEBAS DE 100 Y 200M.L.

La carrera es una acción global en la que intervienen prácticamente todos los músculos del cuerpo humano. Sin embargo, cada segmento corporal tiene un cometido específico y, por ello, las acciones musculares que se ejercen al correr son muy distintas unas de otras.

El trabajo principal corresponde a las piernas, cuyos músculos, a través de apoyos sobre un solo pie y sirviéndose de fuerzas externas presentes como la gravedad, la fuerza de inercia, las fuerzas de acción-reacción, etc. son capaces de generar tensiones que nos permiten propulsarnos hacia delante.

Los movimientos de las piernas son modulados en cuanto a intensidad, dirección, equilibrio y precisión por la acción coordinada y complementaria del resto de los segmentos corporales que ayudan a hacerlos más eficaces.

Para desplazarse a gran velocidad, las estructuras motrices de los atletas necesitan soportar cargas, vencer resistencias o imprimir aceleraciones. Para lo cual, es necesario utilizar diferentes regímenes de contracciones musculares, aplicar técnicas de movimiento apropiadas y poner en marcha procesos metabólicos que proporcionen la energía necesaria.

El conocer de forma detallada las peculiaridades de las acciones musculares que tienen lugar en las diferentes fases de la carrera de velocidad y el tipo de proceso metabólico sobre el que se sustentan, nos ayudará, sin duda, a entender la orientación que debe seguir el desarrollo de la fuerza y a buscar una técnica de movimientos apropiada.

2.2.1.- Análisis biomecánico de la carrera de velocidad.

En las carreras de velocidad, los análisis biomecánicos suelen hacerse para conocer el efecto que en la actividad muscular tienen factores como la propulsión, “la gainage” o el equilibrio dinámico y la continuidad en las acciones.

La propulsión se inicia en el momento en el que el pie del corredor toma contacto con el suelo, en ella el compromiso muscular es máximo y, debido al efecto

de las fuerzas de acción-reacción, se aplican sobre el cuerpo del atleta fuerzas propulsoras que le proyectan hacia delante, de ahí la importancia del momento.

No menos importante es “la gainage”, termino francés que hace referencia a la rigidez de la unión entre la pelvis y el tronco. Este aspecto es muy importante porque, considerando al corredor como un sistema mecánico deformable, la falta de tensión en la zona puede inducir a que las fuerzas de reacción procedentes del suelo provoquen movimientos en algunos de los elementos del conjunto y quede, por esta razón, mitigado en parte el efecto dinámico de la reacción.

Debido a la velocidad a la que se desarrollan las acciones del velocista, el equilibrio dinámico y la continuidad en las diferentes fases del movimiento tienen una gran importancia. Sin embargo, no resulta fácil conseguir ambos objetivos porque, al entrar el pie en contacto con el suelo, se produce un movimiento de rotación alrededor del eje principal del cuerpo. Dicho movimiento debe ser rápido y, además, hay que reconducirlo hacia delante y eliminarlo al final del apoyo para que el cuerpo siga una línea recta. Todas estas acciones no son fáciles de coordinar y, en dicho propósito, juegan un papel muy importante las acciones complementarias de los segmentos libres (brazos y pierna libre).

Sin perder de vista estos factores, Cristian Miller, Jacques Quièvre y Bruno Gajer⁴² realizaron un estudio biomecánico en el que trataron de analizar las causas que permitían al velocista ir más rápido. Para ello partieron de una premisa, admitida por toda la comunidad atlética, según la cual las mejoras en la velocidad horizontal tienen su causa en la mejora de la amplitud de zancada o en la mejora de la frecuencia de paso o en ambos factores a la vez.

Antes de decidir los parámetros a medir, reflejados en las figuras 2.1 y 2.2, creyeron conveniente aclarar conceptos como *paso o zancada*, *frecuencia* y *amplitud*.

Habitualmente *paso o zancada* se identifica con la secuencia elemental de la carrera. Sin embargo, según ellos sería más preciso decir que el paso se caracteriza por su *amplitud* y por su *frecuencia*.

Amplitud es la distancia que se establece entre dos apoyos.

Y *frecuencia* equivaldría a 1/ partido por el tiempo entre dos apoyos.

⁴² MILLER, C; QUIÈVRE, J; GAJER, B. (2003). “*Del Análisis Biomecánico a la Musculación Específica del Velocista*”. Laboratorio de Biomecánica y Fisiología del INSEP. Rincón del Entrenador, Vol. 11, E.N.E. RFEA.

Además, pensaban que *amplitud* y *frecuencia* estaban condicionadas consecuentemente por la trayectoria del centro de gravedad (CDG), tanto en el apoyo como en la fase aérea. Esto se puede observar en la ilustración.

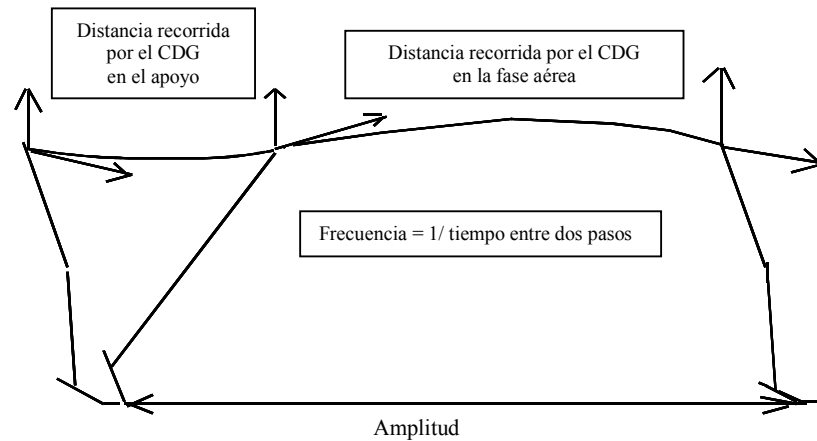


Figura 2.1. Componentes de la zancada

Los parámetros mecánicos que se utilizaron para explicar la cinemática del “paso” fueron diez y quedan reflejados a continuación.

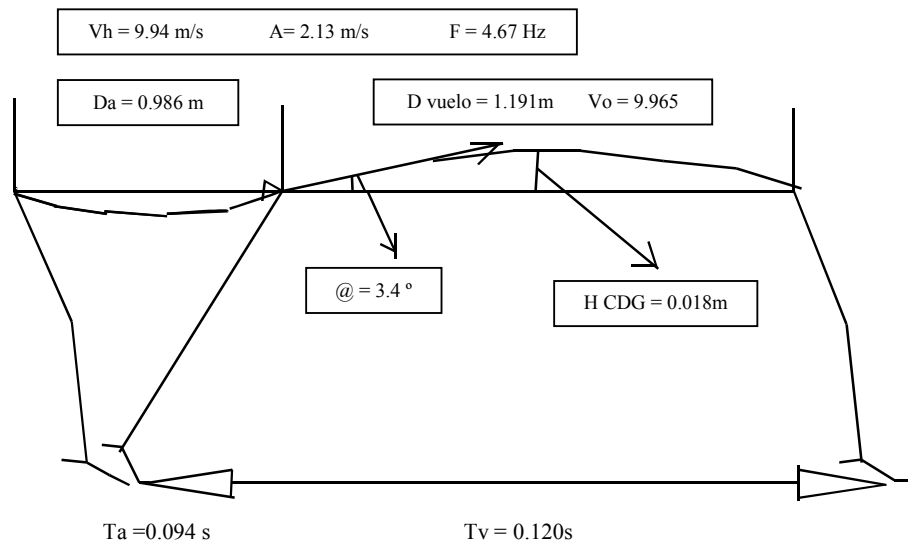


Figura. 2.2. Parámetros mecánicos del paso.

Algunos de dichos parámetros se pueden calcular directamente con aparatos como el “opto-jump”, como por ejemplo:

- la velocidad horizontal del corredor (V_h en m/s),
- la frecuencia del “paso” (F en hz),

la amplitud del “paso” (A en m/s),
la duración de la fase aérea (T_v en sg) y
la duración del apoyo (T_a en sg)

Otros se pueden deducir mediante el cálculo, aplicando al corredor las leyes de la balística:

el ángulo de vuelo (θ en grados),
distancia de vuelo alcanzada (D_v en m),
la altura del centro de gravedad desde el momento del despegue (H CDG en m.), y
la velocidad del vuelo (V_o en m/s.).

Para llevar a cabo su estudio propusieron dos variantes:

En la primera se trataría de analizar las variaciones cinemáticas producidas cuando la velocidad horizontal aumentaba como consecuencia de la mejora en la amplitud de paso. En la segunda se analizarían igualmente las variaciones cinemáticas cuando se produce un incremento en la velocidad horizontal, como consecuencia, ahora, del aumento de la frecuencia del “paso”.

Las conclusiones indicaban que, en cualquiera de las dos variantes, la mejora en la velocidad de desplazamiento, era debida:

- A una *disminución del ángulo de vuelo*
- A un aumento de la *velocidad de barrido del CDG* sobre el apoyo.

La disminución del ángulo de vuelo en ambos casos se debe al menor hundimiento del CDG sobre el apoyo.

En relación al aumento de la velocidad de barrido del CDG sobre el apoyo, los mecanismos utilizados cuando aumentamos la frecuencia o la amplitud son distintos: cuando corremos más deprisa a base de aumentar la frecuencia de paso, ocurre que el centro de gravedad del cuerpo recorre la misma distancia a más velocidad. Por tanto disminuye el tiempo de apoyo. En cambio, cuando aumentamos la amplitud, el tiempo de apoyo no varía, pero sí aumenta la distancia que el centro de gravedad recorre sobre él.

Para hacerse una idea de las implicaciones que estos dos fenómenos pueden tener en cuanto al desarrollo de la fuerza del velocista, los autores del trabajo piensan que es necesario conocer los factores biomecánicos que los motivan.

Disminución del ángulo de vuelo.- La disminución del ángulo de vuelo está relacionada, como ya hemos indicado y demuestra la figura 2.3, con un menor

hundimiento del CDG en el apoyo, lo cual depende de la rigidez mecánica del miembro inferior y afecta principalmente a la consistencia de las dos articulaciones que componen el sistema y que son la rodilla y el tobillo (el papel de la bóveda plantar también es importante). Respecto a la rodilla se trata de una acción realizada con una amplitud de movimiento reducida que tiene como objetivo principal resistirse a la deformación-flexión del segmento de apoyo, en la que está implicado principalmente el grupo muscular del cuádriceps, que inicia su acción con una contracción excéntrica y la termina de forma estático-dinámica.

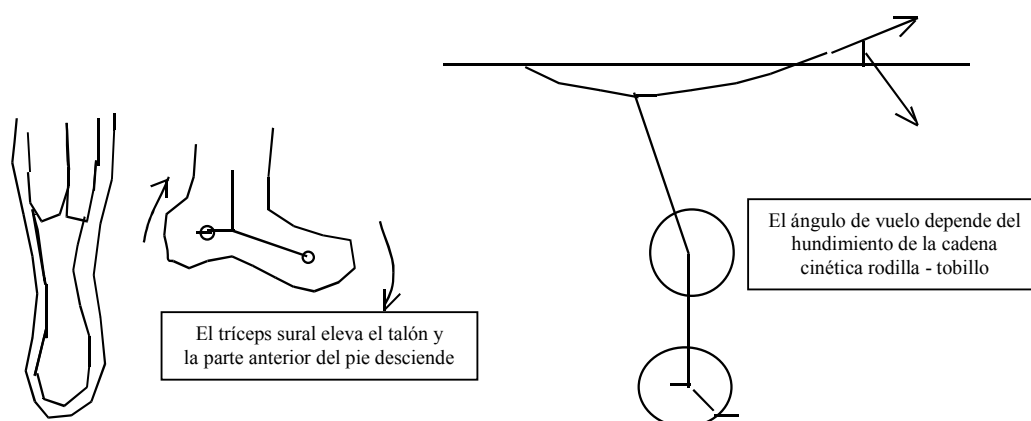


Figura 2.3 Deformación-flexión en el apoyo.

El objetivo principal del tobillo consistirá en invertir la flexión del complejo tobillo-pie con la máxima rapidez posible. Los músculos implicados son el tríceps sural y los músculos de la bóveda plantar que entran en acción a través de un régimen de contracción pliométrica en el que el factor elástico es fundamental. En dicha acción la función de los músculos de la bóveda plantar, que actúan como resorte, es tan importante como la de los gemelos. Además, se hace imprescindible que ambos grupos interactúen correctamente. En caso de que la bóveda plantar se hundiera, toda la carga la recibiría el tendón de Aquiles y esto, a parte de resultar menos eficaz, supondría un mayor riesgo de sufrir traumas por parte del tendón.

Aumento de la velocidad de barrido del CDG sobre el apoyo. Para que el CDG recorra más rápidamente el sector de la impulsión es necesaria la correcta sincronización entre las tres acciones siguientes:

- Velocidad de extensión de la cadera durante el apoyo.
- Velocidad de flexión de la cadera libre (retorno de la pierna)

-Velocidad de inversión de la flexión al final de la fase aérea (Búsqueda del apoyo)

Velocidad de extensión de la cadera durante el apoyo. La mejora de la velocidad de extensión de la cadera durante el apoyo, como indica la figura 2.4, se debe lograr de forma coordinada con la mejora de la velocidad de la acción pliométrica del tobillo. El poseer un glúteo mayor y unos isquiotibiales fuertes (músculos encargados de proyectar la cadera hacia delante), no servirá de mucho en el caso de que el tríceps sural sea débil, pues al intentar empujar la cadera hacia delante se produciría un descenso del talón y esto llevará consigo un aumento del tiempo en el apoyo.

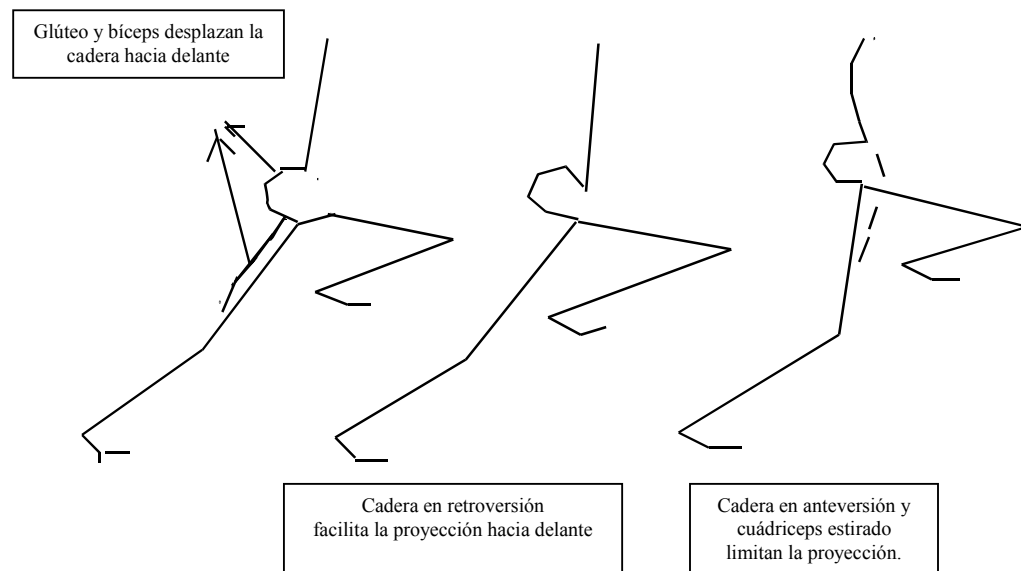


Figura 2.4 Acción de la cadera en el apoyo

El tipo de acción que realizan dichos músculos está marcado por un régimen de contracción concéntrica. La amplitud del movimiento estaría en torno a los 65°.

La posibilidad de desplazar la cadera hacia delante está bastante condicionada por su propia posición y la estructura del cuádriceps de la pierna de apoyo:

- Un cuádriceps corto y muy desarrollado, en cuanto a volumen, de la pierna de apoyo frenará la proyección de la cadera hacia delante.
- La cadera en retroversión facilita la relajación del cuádriceps y la proyección de la cadera hacia delante.
- La cadera en anteversión produce un estiramiento del cuádriceps y dificulta la proyección de la cadera.

Otro aspecto a tener en cuenta es que los isquiotibiales y el glúteo mayor deben sumar sus esfuerzos y, por tanto, es aconsejable que tengan un nivel de desarrollo similar y una buena coordinación entre ellos, objetivo, este último, que, según Voinov⁴³, no es fácil de conseguir, pues el glúteo mayor, que es un músculo muy fuerte y “holgazán”, se sincroniza mal con el bíceps.

Velocidad de flexión de la cadera libre (retorno de la pierna). En esta acción, representada en la figura 2.5, se trata de mejorar la velocidad de oscilación de la pierna libre hacia delante. Para que dicha acción sea eficaz es necesario prestar atención al periodo de inversión del movimiento de la pierna. Ésta, durante el apoyo, se dirige hacia atrás pero, en el momento del despegue, cambia su dirección hacia delante. En la inversión del movimiento el régimen de contracción utilizado es de tipo pliométrico. Sin embargo, en la acción de llevar la pierna hacia delante, el régimen de contracción utilizado será concéntrico e intervendrán los músculos flexores de la cadera (psoas y recto anterior.).

La amplitud del movimiento al final del recorrido articular corresponde a una flexión aproximada de la cadera de 110°.

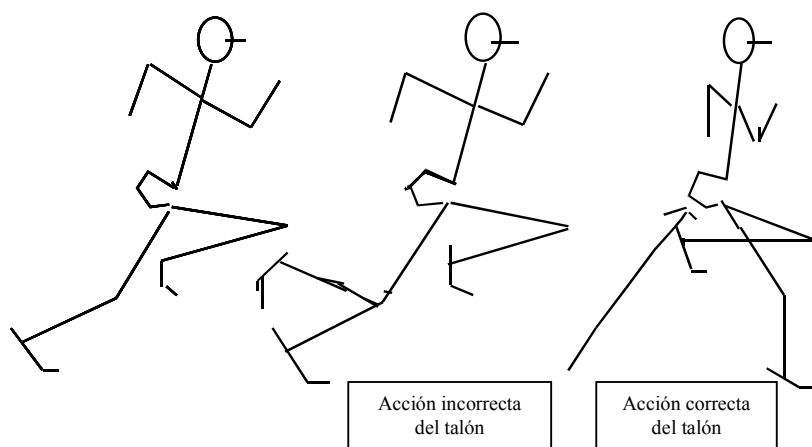


Figura 2.5. Retorno de la pierna libre.

Para llevar la pierna hacia delante con celeridad es importante frenar la inercia del movimiento pendular del tobillo en el final del apoyo. Para ello es fundamental recoger rápidamente el talón como si lo fuéramos a esconder debajo del glúteo. Esta acción se facilitará si, durante la extensión del tobillo, los dedos del pie de apoyo los

⁴³ VOINOV, V. (1995). “*Estudio Anatómico-funcional del Aparato Locomotor Especial*”. Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Intercambio Internacional con Rusia. Sant Petersburgo. E.N.E . REFEA.

mantenemos orientados hacia la tibia, si los isquiotibiales actúan en mayor medida como extensores de la cadera que como flexores de la rodilla y si el ángulo de la rodilla durante el apoyo se mantiene con ligeras variaciones, pues una extensión muy activa de la rodilla, en la perpendicular del apoyo, incrementaría el componente vertical de la fuerza en detrimento de la velocidad horizontal. Existen datos procedentes de trabajos de investigación que corroboran este hecho. Según Ito y Suzuki⁴⁴, los velocistas de un cierto nivel, con marcas comprendidas entre 10.30 y 10.60, muestran velocidades angulares en la extensión de la cadera cercanas a los 800°/s, mientras que en atletas de menor capacidad, dichas velocidades, desciende por debajo de los 680°/s.

En cuanto al ángulo de la rodilla durante el apoyo, según Tidow y Wiemann⁴⁵, los corredores de alto nivel tienden a mantenerlo o incluso a reducirlo, mientras que, en los de menor nivel, dichos valores se incrementan.

Velocidad de inversión de la flexión de la cadera al final de la fase aérea (preparación del apoyo). En esta acción se trata de bloquear bruscamente el movimiento oscilante de la pierna libre, que anteriormente iba dirigido hacia arriba y adelante. La acción del bíceps oponiéndose a la extensión de la pierna libre, en el último momento del recorrido, es fundamental para mantener el talón recogido en una posición óptima. Dicha posición permitirá a continuación acelerar el pie de la pierna libre hacia el suelo y ayudar, como ya vimos anteriormente, al glúteo mayor a extender la cadera primero y proyectarla posteriormente hacia delante desde el inicio del apoyo (figura 2.6)

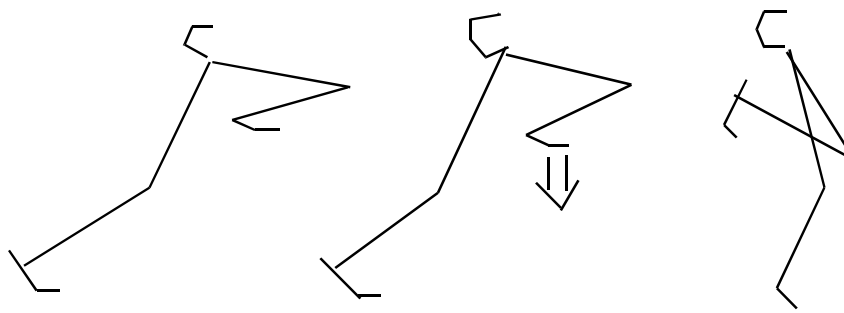


Figura 2.6. Preparación del apoyo

⁴⁴ ITO, A; SUZUKI, M. (1992). "The men's 100 meters". Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 7.

⁴⁵ TIDOW, G; WIEMANN, K. (1994). "Zur Optimierung del Sprintlaufs bewegungsanalytische Aspekte". Leistungsport, 4.

Al actuar en contra de la inercia del movimiento, el régimen de contracción de los extensores de la cadera en esta acción será de tipo pliométrico.

Una vez conocida la especificidad, desde el punto de vista biomecánico, de las acciones que nos permiten correr más deprisa, parece que sería relativamente fácil programar un trabajo de fuerza que nos ayudara a mejorar en eficacia. Bastaría, en principio, con desarrollar la fuerza de los grupos musculares que generan dichas acciones. Sin embargo, el problema es mucho más complejo que eso y una estrategia tan elemental no nos asegura el éxito.

Como hemos ido viendo, unas acciones se apoyan en otras y, por tanto, hay que tener en cuenta que el movimiento es el resultado final de una cadena cinética muscular. Eso significa, por una parte, que todos los eslabones deben ser fuertes y, por otra, que el desarrollo de los músculos que intervienen debe ser armónico.

Tampoco podemos olvidar, como vimos al principio de este apartado, el papel que desempeña la zona central del cuerpo en el objetivo de mantener durante la carrera la rigidez de la unión tronco-pelvis.

La dificultad, como casi siempre, radicará en la búsqueda de ejercicios específicos que nos permitan mejorar en fuerza y en coordinación, aunque, indudablemente, el conocimiento biomecánico nos ayudará en este objetivo.

2.2.2.- Metabolismo energético de los 100 y 200 metros lisos.

En los cien y doscientos metros lisos la potencia que el velocista desarrolla depende básicamente de la tasa de energía producida en los músculos que trabajan. Para ello, es imprescindible, como ya hemos apuntado, un porcentaje elevado de fibras musculares del tipo II (contracción rápida). Dichas fibras, a parte de poseer retículos sarcoplásmicos más extensos que las del tipo I, tienen una estructura que posibilita una salida y un retorno del calcio más rápidos desde las cisternas de dichos retículo, lo que permite realizar la hidrólisis de una forma mucho más rápida y establecer una interacción más potente entre los filamentos de actina y miosina, haciendo que la contracción (salida del calcio) y la relajación muscular (retorno del calcio) se produzcan en un tiempo mucho más reducido que en las fibras del tipo I.

La energía que necesitamos para correr los 100 y 200 metros es liberada principalmente a través de dos sistemas energéticos anaeróbicos: el sistema del ATP-CP y la glucólisis anaeróbica.

El CP se considera el “combustible rápido” pero su cantidad en el músculo es pequeña y enseguida se agotan sus reservas. La glucólisis anaeróbica es un sistema más complejo que tiene la capacidad de funcionar durante un periodo de tiempo más largo, pero que se ve limitado por los niveles de ácido láctico que se producen en la célula muscular durante el ejercicio. Cuando los niveles de lactato son elevados, no se puede liberar energía a través de este sistema y las contracciones musculares se vuelven más lentas.

Antes se pensaba que el mecanismo lactácido no intervenía antes de los 8 o 10 segundos desde el comienzo de cualquier actividad física, aunque esta fuera de gran intensidad. Hoy en día, que se conoce perfectamente el mecanismo de producción de lactato, dicha posibilidad está totalmente descartada. En cualquier actividad, cuando una parte del piruvato producido por la glucólisis a partir de los azúcares no entra en las mitocondrias para producir ATP por vía aeróbica, se queda en el citoplasma y se convierte en lactato. Desde allí pasa al líquido extracelular y después a través de los capilares a la sangre. Posteriormente se encargan de eliminarlo otros músculos, el corazón, el hígado y los riñones.

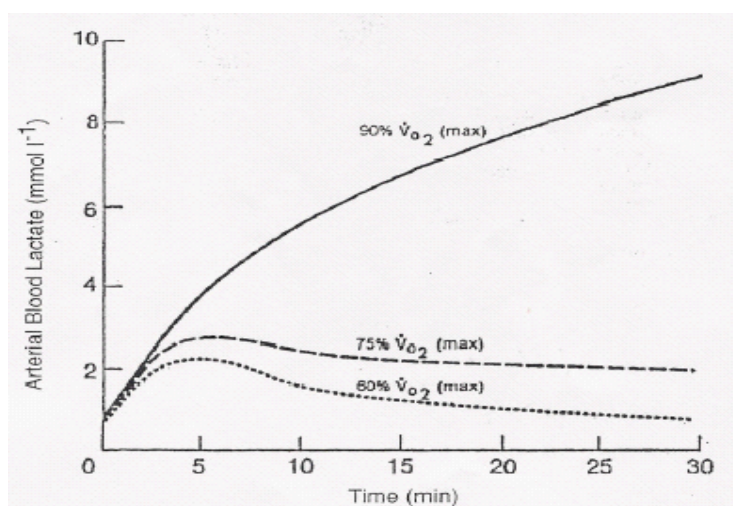


Gráfico 2.1 Evolución de la concentración de ácido láctico en sangre según Enrico Arcelli. 2005

Como se puede ver en el gráfico 2.1, la cantidad de ácido pirúvico que se queda fuera de las mitocondrias para convertirse en lactato depende de la intensidad del ejercicio y de su prolongación en el tiempo.

Cuando la intensidad del esfuerzo es cercana al 60% del VO₂ máx., aunque inicialmente haya un aumento de la concentración del lactato en sangre, como las

cantidades que produce el músculo son similares a las que puede eliminar la sangre, permite que ésta mantenga su concentración basal o incluso la reduzca mínimamente.

Si la intensidad se acerca al umbral aeróbico- anaeróbico (75%), se produce igualmente un aumento inicial en las cantidades de lactato en sangre, seguido de un descenso y una estabilización posterior. No obstante, a pesar de dicha situación de equilibrio, la concentración de ácido láctico en sangre es ligeramente superior a la registrada en situación basal.

En un esfuerzo comprendido entre el 85 y el 90% del VO₂ máx., el aumento en la concentración de lactato en sangre es constante: sube más rápidamente en los primeros instantes, para después, con una intensidad menor, continuar aumentando con la prolongación del esfuerzo. En el caso de las carreras de velocidad de 100 y 200 metros, la forma de acumularse el ácido láctico es parecida a este último caso.

A continuación trataremos de explicar cómo se produce el acoplamiento entre la glucólisis anaeróbica y el sistema del ATP-CP para liberar la energía que se necesita en las pruebas mencionadas.

En los instantes iniciales, como indican Greenhaff y Timmons⁴⁶ y se refleja en el gráfico 2.2, la liberación de energía desde la hidrólisis es mayor que desde la glucólisis. El mecanismo glucolítico es más lento y se estimula con el predominio de componentes de fósforo como ADP, AMP, IMP, Pi y NH₄ (amonio).

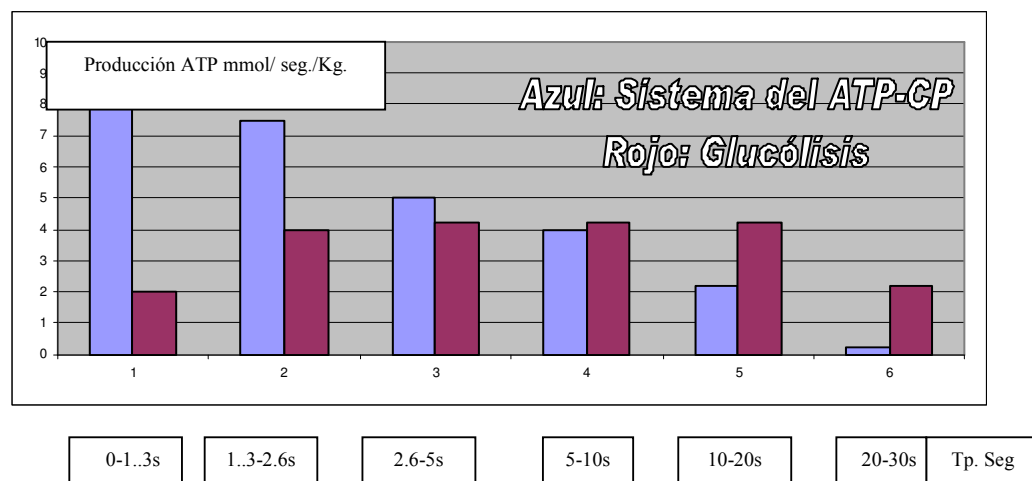


Gráfico 2.2. Acoplamiento en el tiempo entre la glucólisis y el sistema del ATP-CP

En el primer segundo la producción de energía desde la hidrólisis del ATP-CP es de aproximadamente 9mMol/Kg./s, mientras que desde la glucólisis se

⁴⁶ GREENHAFF, P.L; TIMMONS, J.A. (1998). "Interaction Between Aerobic and Anaerobic Metabolism During Intense Muscle Contraction". Exercise and Sport Sciences.

proporcionan 2nMol/Kg./s. Sin embargo, a medida que se prolonga el esfuerzo los porcentajes se acercan y, al llegar a los 10 segundos de tiempo, que es la duración aproximada de una carrera de 100m, se equilibran (50% aproximadamente para cada uno de los sistemas). Si se tratara de una carrera de 200m (20'' aproximadamente) la cantidad de energía que se proporciona a través de la glucólisis es muy superior a la proporcionada desde el sistema del ATP-CP.

Centrándonos en la carrera de 100m y en los mecanismos energéticos que se ponen en marcha en dicha prueba para liberar energía, nos pueden servir de gran ayuda los resultados de una investigación llevada a cabo por Hirvonen y col.⁴⁷ y que quedan reflejados en el gráfico 2.3.

Dichos autores realizaron una serie de pruebas con 7 atletas de 100m que acreditaban marcas comprendidas entre 10.68 seg. y 10.99 seg. Con ellos se hicieron pruebas sobre 40, 60, 80 y 100m. Después de cada prueba se practicaron analíticas hemáticas y musculares para valorar: concentraciones de ATP y fosfocreatina en el músculo, concentración de lactato en el músculo y en sangre y ph. en sangre.

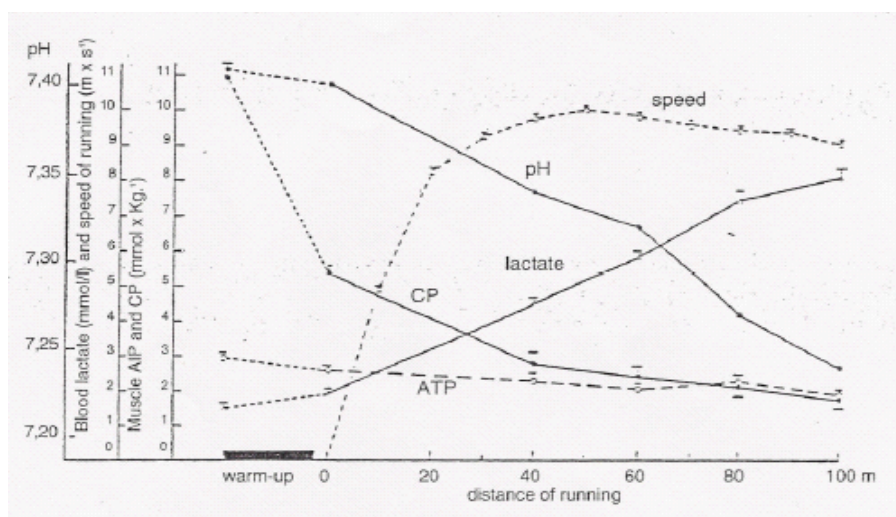


Gráfico 2.3. Concentraciones de ATP, CP y lactato según Hirvonen y col.. 1997

En relación con las concentraciones de lactato alcanzadas en cada una de las pruebas, los datos obtenidos fueron los siguientes:

En 40m	4.5mmol/kg	En 60m	6.2mmol/kg
En 80m	8mmol/kg	En 100m	9mmol/kg

⁴⁷ HIRVONEN, J; REHUNEN, S; RUSKO, H; MÄRKÖNEN, H. (1997). "Breakdown of high energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise". European Journal of Applied Physiology, 56.

En cuanto a la utilización del CP y el ATP a lo largo de un esfuerzo de estas características, convendría decir que la utilización del ATP es constante pero escasa. En cambio, la fosfocreatina se emplea en mayor medida en la fase inicial o fase de aceleración.

En relación a esta última cuestión, si bien todos los velocistas reducen sus cantidades de CP prácticamente en la misma medida durante una carrera de 100m, se observan diferencias en la distribución de dichas cantidades notándose una tendencia en los atletas más rápidos a utilizar un mayor porcentaje en la primera parte de carrera. Tomando como referencia los primeros 5.5 segundos, los atletas de nivel medio alcanzan porcentajes de utilización del CP cercanos al 88%, mientras los de máximo nivel pueden llegar al 98%.

Observando el comportamiento de los diferentes parámetros energéticos durante el desarrollo de los 100m, se pueden diferenciar tres fases:

- Un tramo inicial de máxima aceleración en el que tanto el mecanismo aláctico como el láctico tienen una contribución máxima. No obstante, es el sistema aláctico el que libera en esta fase una mayor cantidad de energía.
- Un tramo intermedio, entre los 40 y 70m, en el que se alcanzan los máximos picos de velocidad, donde la contribución del mecanismo alactácido se reduce mientras se mantiene la intensidad en el proceso glucolítico.
- Un tramo final caracterizado por un leve descenso de la velocidad debido a que las reservas del sistema del ATP-CP han disminuido considerablemente. En ese momento, la glucólisis anaeróbica se erige en la principal fuente de aporte de energía.

Desde el punto de vista energético, las diferencias entre la prueba de 200m y la de 100m son considerables:

En los 100m las cantidades de energía suministradas por vía aeróbica son insignificantes (3%), mientras que en los 200m alcanzarán porcentajes cercanos al 18%.

El sistema del ATP-CP que era el principal proceso metabólico de aprovisionamiento de energía en los 100m con un 53%, pasará en los 200m a un segundo plano con un porcentaje de utilización aproximado de un 39%. En esta prueba será la glucólisis anaeróbica la que liberará una mayor cantidad de energía con un porcentaje cercano al 43%. Esto hace que las concentraciones de lactato en los 200m sean mucho más elevadas pudiendo alcanzar niveles de 18 a 20mmol/Kg.

Un aspecto que siempre ha preocupado a los entrenadores y estudiosos ha sido la influencia que los diferentes tipos de entrenamiento puedan tener en relación al aumento las reservas energéticas o en la consecución de una mayor eficacia en los procesos metabólicos que proporcionan la energía.

René Lacour⁴⁸ llevó a cabo una experiencia relacionada con esta cuestión. Para ello utilizó un grupo de velocistas los cuales repetían diariamente una serie de esprints que tenían como límite los 5'' de tiempo. Como siempre se ha considerado este tipo de esfuerzo de carácter alactácido, se pretendía saber el efecto que este tipo de trabajo podía tener sobre dicho sistema o si, también, ejercía algún tipo de influencia sobre la glucólisis anaeróbica. Las conclusiones fueron las siguientes:

En relación a las concentraciones de ATP, se comprobó que éstas disminuían muy poco durante las sesiones de trabajo y que el entrenamiento sistemático tampoco estimulaba de forma significativa el aumento de reservas en el músculo.

Con el CP, en relación al aumento de reservas musculares a largo plazo, ocurría algo parecido, aunque durante las sesiones de trabajo, en este caso, sí se observaba un descenso considerable en los depósitos musculares. También se constató un aumento en las concentraciones de lactato a medida que se prolongaban las sesiones de trabajo, lo que indicaba que este tipo de trabajo no era tan alactácido como se pensaba en principio. De igual modo, se notó un aumento de la actividad enzimática tanto en el sistema láctico como el aláctico, especialmente en la PFK (fosfo-fruto-kinasa)

En consonancia con estos resultados, Hegedüs⁴⁹ opina que la mejora de la velocidad no debe buscarse a través del aumento de los depósitos de ATP y CP en el músculo, pues no está demostrado que el entrenamiento de velocidad ayude en ese sentido, sino a través del aumento en la eficacia de los procesos de la actividad enzimática. Otros autores piensan que, si bien los niveles de ATP son una constante biológica y no se puede mejorar su capacidad de almacenamiento, no ocurre lo mismo con el CP que sí sería susceptible de aumentar sus reservas.

La estimulación de enzimas como la ATP-asa, la CPK (creatina-fosfo-kinasa) y la PFK (fosforo-fruto-kinasa) sería decisiva para conseguir logros en velocidad. En este sentido podría decirse que la velocidad se mejora estimulando los procesos

⁴⁸ LACOUR, R. (1996). "*Physiological analysis of qualities required in sprinting*". Nuevos Estudios Atlético. IAAF, 11: 2-3.

⁴⁹ HEGEDÜS, J. (1999). "*Estructura y fundamentos de la velocidad en atletismo*". Lecturas: Educación Física y Deportes. Año 4, nº 14. (<http://www.Efdeportes.com>). (Fecha de consulta 22-3-2008).

enzimáticos y ello se logra cuando se da un intercambio energético intenso por unidad de tiempo y éste afecta al área de los fosfatos. Esto significa que la “velocidad se desarrolla con la velocidad propiamente dicha” o, lo que es lo mismo, con la demanda de tensiones musculares elevadas por unidad de tiempo.

En relación a qué tipo de trabajo de fuerza sería más aconsejable desarrollar teniendo en cuenta las características metabólicas de las pruebas de 100 y 200m, es muy difícil establecer conclusiones definitivas. Sin embargo, existen trabajos de investigación como los realizados por Bosco y Vittori⁵⁰ que pueden ayudarnos en ese sentido. Según ellos, la posesión de una buena fuerza reactiva facilita la consecución de buenos resultados en distancias comprendidas entre los 60 y los 200m.

Para René Lacour, que es el que hace mención de dichos trabajos, la fuerza reactiva podría estar muy relacionada con la capacidad de acumulación de ácido láctico en el músculo, sobretodo en los 200m, como se refleja en el gráfico 2.4. Este hecho parece ser decisivo y puede ser interpretado de la siguiente forma: un desarrollo óptimo de la fuerza reactiva haría disminuir el tiempo de contacto en el suelo y ello favorecería el mantenimiento de la máxima velocidad, lo que permitiría a los músculos de las piernas contraerse a una velocidad más cercana al grado óptimo y, al mismo tiempo, poder producir más energía. Indudablemente esto nos llevaría a unos índices de acumulación de lactato muy elevados.

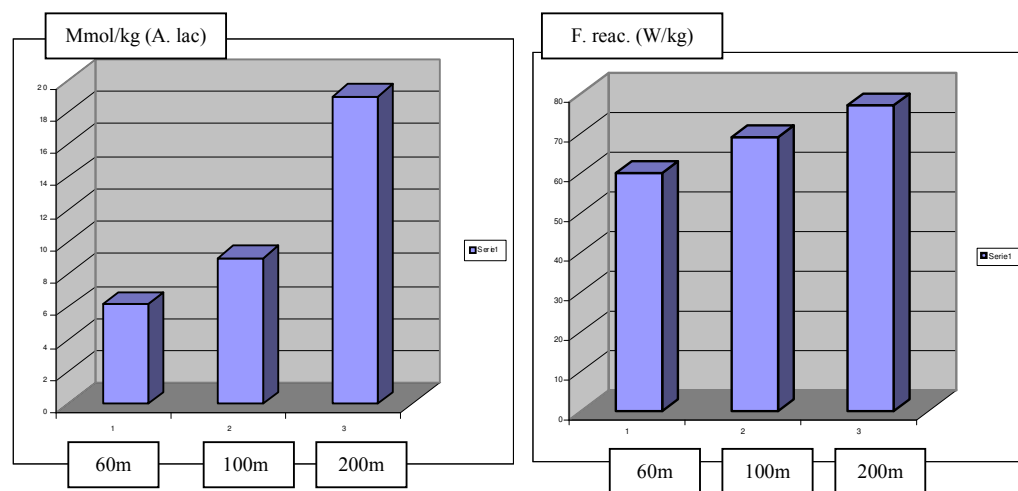


Gráfico 2.4. Relación entre ácido láctico y fuerza reactiva.

⁵⁰ Citados por LACOUR, R. (1996). “Physiological analysis of qualities required in sprinting”. Nuevos Estudios Atlético. IAAF, 11: 2-3.

2.2.3.-La técnica de carrera en los 100 y 200 metros lisos.

Una carrera de velocidad presenta una gama de situaciones muy variadas que es necesario analizar y comprender antes de pasar a proponer un modelo técnico. No obstante, a pesar de dicha variabilidad, hay aspectos de carácter general que deben ser tenidos en consideración:

- La técnica debe tener presente en todo momento aquellos factores biomecánicos que mejoran la velocidad en carrera.
- Tampoco puede ser ajena a los diferentes procesos metabólicos que, en función de la distancia a recorrer, van a ser utilizados para proporcionar energía. Nuestra forma de correr se debe acomodar, para ganar en economía y eficacia, a la intensidad del esfuerzo y al tipo de fatiga que produzca.
- Los diferentes tramos de una carrera de velocidad presentan peculiaridades propias y una buena técnica de carrera nos permitirá sacar máximo rendimiento en cada uno de los tramos. Sin embargo, el modelo técnico debe ser un modelo global que nos permita adaptarnos a cada una de las circunstancias que surjan en carrera y nunca debe ser una suma de formas distintas de correr.
- Es fundamental, sobre todo, que la técnica nos ayude a conciliar dos aspectos que resultan fundamentales en una prueba de velocidad como son la frecuencia y la amplitud de paso. Estos dos parámetros dependen en gran medida de las características individuales de cada atleta y están asociados ineludiblemente a factores como la fuerza muscular, la longitud de las extremidades inferiores, la flexibilidad, etc. La coordinación entre estos dos elementos debe ser constante, incluso en las situaciones más adversas. Hay velocistas que cuando no dominan la carrera, pierden en cierta medida el control y la ansiedad les lleva a introducir modificaciones en alguno de los dos parámetros con la intención de ir más rápido. Esto suele tener efectos desastrosos.
- La técnica puede ser una ayuda de gran valor para superar una situación característica en velocidad que recibe el nombre de “barrera de velocidad”. Esta se produce cuando el trabajo técnico se convierte en algo rutinario y termina generando lo que se conoce como “estereotipo dinámico”. En dicha situación el atleta se acostumbra a utilizar una red fija de neuronas que se limitan a reproducir una y otra vez el mismo gesto llevándole a una

consolidación de los parámetros espacio-temporales del mismo y a un estancamiento. Por eso, el aprendizaje técnico debe ser continuo y dinámico, tratando de introducir variantes que perfeccionen el modelo y eviten situaciones de este tipo.

Las orientaciones de carácter general pueden servir de guía para iniciar la construcción de un modelo técnico, pero no deben ser los únicos elementos a tener en cuenta. Para tener éxito es imprescindible, además, recurrir a un análisis exhaustivo y profundo de lo que ocurre en una carrera de velocidad.

Tradicionalmente, para su análisis, las carreras de velocidad como los 100 y 200m se han desglosado en cuatro fases: *puesta en acción*, *aceleración*, *máxima velocidad* y *deceleración (o de resistencia a la velocidad)*.

Actualmente algunos entrenadores no siguen este patrón. Por ejemplo, Loren Seagrave⁵¹ entrenador de atletas tan importantes como André Cason, Drummond, Farmer o Gwen Torrence, subdivide la prueba de 100m en función de los *bloques respiratorios* que el atleta debe realizar.

Según él, los bloques respiratorios son fundamentales en una carrera de velocidad porque permiten aplicar mayores niveles de fuerza. La explicación que da al respecto es la siguiente: Cuando se produce el bloqueo se cierra la glotis y aumenta la presión intratorácica. Consecuentemente también se produce un aumento de la presión arterial. Como en las carótidas se encuentran los receptores de presión, desde dicho lugar se envía una orden al sistema nervioso central produciéndose inmediatamente una facilitación neuronal que permite una aplicación de fuerza mayor.

Loren distingue dos tipos de fases: las que hay que hacer en bloqueo respiratorio y las que se deben utilizar para soltar y tomar aire. Estas últimas son todas aproximadamente iguales (5m) y van intercaladas entre las anteriores. Las que se deben desarrollar en bloqueo respiratorio son realmente las fases específicas y son:

- 1ª salida y aceleración inicial (10m),
- 3ª transición (15m),
- 5ª máxima velocidad I (20m),
- 7ª máxima velocidad II (25m),
- 9ª mantenimiento de la velocidad (15m).

⁵¹ SEAGRAVE, L. (1994). "Entraînement d'André Casson". Stages et Colloques, Colloque Sprint, Poitiers

Tampoco los expertos, como indica la tabla 2.1., se ponen de acuerdo en la importancia que cada una de las fases pueda tener en el resultado final de una carrera de velocidad. Por ejemplo, Téllez y Popov⁵² tienen diferentes puntos de vista sobre esta cuestión en relación a la carrera de 100m.

Porcentajes de influencia de las diferentes fases según Téllez 100m	Porcentajes de influencia de las diferentes fases según Popov 100m	Porcentajes de influencia de las diferentes fases según Popov 200m
Puesta en Acción 6%	Puesta en Acción 5-10%	Puesta en Acción 1-5%
Aceleración 64%	Aceleración 40%	Aceleración 25-30%
Máxima Velocidad 18%	Máxima Velocidad 40%	Máxima Velocidad 30-40%
Deceleración 12%	Deceleración 10-15%	Deceleración 30-40%

Tabla 2.1. Porcentajes de influencia de las diferentes fases de carrera en 100 y 200m. según Popov y Téllez

No obstante, de forma general, se puede aceptar que en una carrera de 100m la fase que tiene más importancia es la de *aceleración*, seguida de la de *máxima velocidad*.

En cambio, en los 200m, a la fase de *puesta en acción* apenas se le da importancia, mientras que entre las tres últimas fases se establecería un cierto equilibrio. No obstante, conviene reseñar que, según los datos, en esta prueba la segunda parte de carrera (máxima velocidad y deceleración) adquiere una mayor relevancia.

A pesar de que en las carreras de velocidad existan, como ya se ha indicado, diferentes tramos y la importancia de cada uno de ellos no sea la misma, desde el punto de vista de la técnica de carrera, estas pruebas deben concebirse -utilizando un símil- como un túnel de un solo color porque, si a cada tramo se le asignara un color distinto, la concentración del atleta se resentiría y el resultado no sería el apetecido.

Sin perder de vista la premisa anterior, trataremos de analizar desde el inicio a la finalización de una carrera de velocidad qué aspectos condicionan la construcción de un modelo técnico y las posibles soluciones que podemos encontrar, con la intención que dicho modelo se adapte a las características personales del atleta.

Técnica de salida.- Para realizar bien la salida en una prueba de velocidad, no solamente tiene importancia la forma en la que estemos colocados sobre los tacos sino, también, la actitud con la que nos situemos sobre ellos.

⁵² Citados por GARCIA MANSO, J.M. (1996). "La carrera de 100 metros". Atletismo Español, noviembre, E.N.E. RFEA.

En cuanto a la posición del cuerpo en la línea de salida, se acepta que la cadera debe sobrepasar ligeramente la altura de los hombros. En el caso de corredores muy fuertes el tronco se podría colocar paralelo al suelo. Las manos tienen que estar en la perpendicular de los hombros, el interior del codo mirando hacia la pista para aumentar la resistencia. Los brazos ligeramente flexionados, sin extensión y sin tensión. El centro de gravedad debe estar compartido entre las piernas y los brazos y esto es importante porque, si el peso del cuerpo se traslada a los brazos, en esa postura sería imposible iniciar el movimiento hacia delante, ya que tendríamos que levantarnos para recuperar el equilibrio, y después comenzar a correr.

La colocación de los bloques de salida (figura 2.7) depende en gran parte de las medidas antropométricas del corredor (habitualmente se recomiendan dos pies de distancia entre la línea de salida y el primer bloque y entre uno y uno y medio la distancia entre los pies).

En cuanto a la inclinación que los bloques no existe unidad de criterios, aunque todos coinciden en señalar que ésta no debe ser mucha (entre 30° y 40°) para permitir que los gemelos estén suficientemente estirados y facilitar así la aplicación de fuerza.

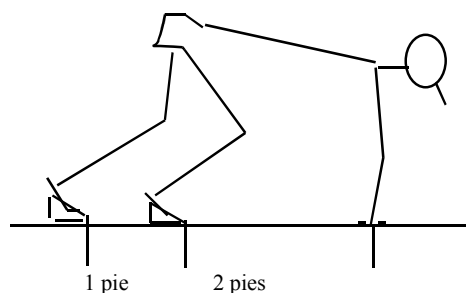


Figura 2.7. Posición de salida.

Como dijimos, la actitud del atleta en los tacos de salida es muy importante: se aconseja máxima concentración y tensión suficiente en las piernas.

Para disminuir el tiempo de salida hay que hacer ciertos movimientos preparatorios: antes del disparo hay que crear una tensión isométrica en las piernas y en los pies, así, en el momento del disparo, los músculos no estarán relajados y éste no les pillará por sorpresa y no se perderá tiempo en la salida. Al escuchar la voz de “listos” comienza la tensión de forma progresiva para, en el momento de oír el disparo, continuar el proceso pero en movimiento. La tensión, fruto de una

preparación mental, debe comenzar en los pies y va pasando por el resto del cuerpo hasta llegar a los brazos. Lo primero que se tensará serán los gemelos. Si en la salida observamos que el talón del atleta retrocede, es que no tenía suficiente tensión en los gemelos. El disparo debe percibirse sobre el gemelo de la pierna de atrás y la acción de aplicación de fuerza será muy intensa pero muy corta.

La técnica en la fase de aceleración.- La aceleración se inicia en realidad con el primer empuje sobre los tacos. Es importantísimo que la primera respuesta sea correcta, de ahí la importancia de la concentración, la actitud y la posición del atleta sobre los tacos, pues va a condicionar, en gran medida, los primeros metros de carrera.

Si bien se recomienda que se empuje sobre ambos bloques a la vez para aplicar más fuerza y romper la inercia, la verdad es que la acción del pie retrasado se inicia aproximadamente cuatro centésimas antes que la del pie adelantado.

El primer paso es muy corto y debe ir precedido de un empuje corto y rápido sobre el bloque de salida. Se trata de una acción impulsiva con dos objetivos: el primero adelantar y apoyar a costa de la pierna de atrás y después meter velocidad.

Los primeros movimientos son muy complicados, como puede observarse en la figura 2.8, porque deben realizarse con el cuerpo inclinado hacia delante y, por tanto, en una posición crítica en cuanto al equilibrio. En esta fase, debido a la necesidad de hacer apoyos muy dinámicos, la *fuerza explosiva* del atleta es fundamental.

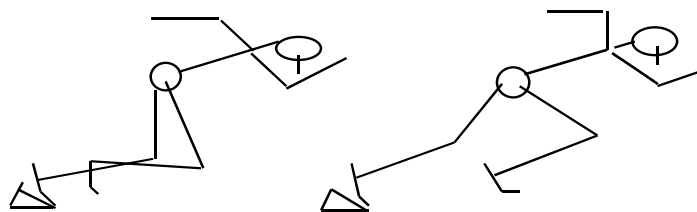


Figura 2.8 Primeras acciones en carrera.

Técnicamente, los apoyos deben hacerse por detrás y mientras dura el contacto del pie en el suelo, los brazos y la pierna libre, que actúan como péndulos biomecánicos, deben protagonizar acciones enérgicas y amplias que complementen y favorezcan la aplicación de fuerza de la pierna de apoyo. En esta primera fase, son los músculos del muslo los que tienen mayor compromiso en la aplicación de fuerza. Al final de la fase de impulsión el pie será llevado rápidamente hacia delante y el talón

debe recogerse hacia el glúteo. La cabeza se coloca como continuación del tronco y la mirada se dirige unos 4 metros hacia delante.

Sobre la forma de correr en la primera parte de la fase de *aceleración* algunos expertos recomiendan utilizar un ligero balanceo de caderas como hacía, por ejemplo, Ben Johnson. Voinov⁵³ describe dicho movimiento empleando el símil de la “patata caliente” que nos pasamos de una mano a otra. De la misma forma deberíamos, en los primeros metros de carrera, pasar el peso del cuerpo de una pierna a otra.

Con dicho movimiento de cadera, se provoca que la rodilla mire hacia el interior y la planta del pie al exterior, con lo que los movimientos no son paralelos y, esto, unido a los cambios bruscos en la posición de equilibrio, hace que el atleta busque instintivamente con la otra pierna el suelo y que los movimientos sean más rápidos.

A medida que aumenta la velocidad, las zancadas van siendo más amplias, los apoyos más cortos y el tronco se incorpora paulatinamente hasta adquirir la posición habitual de carrera. El balanceo de la cadera se reduce con el aumento de la velocidad y los movimientos de los brazos son cada vez menos enérgicos y más fluidos.

Los datos estadísticos indican que la capacidad de aceleración es fundamental en los velocistas y que los corredores de máximo nivel tienen la capacidad de desarrollar su aceleración durante un espacio de tiempo mayor. Suelen alcanzar su máxima velocidad entre los 50 y los 60m.

En los 200m, hay que tener en cuenta que la fase de aceleración coincide con el momento en el que el atleta tiene que recorrer la curva y por tanto su técnica tendrá que adaptarse a esta circunstancia para mitigar, en la mayor medida posible, el efecto de la fuerza centrífuga. La primera medida del velocista ante este problema consiste en colocar los tacos de salida en el exterior de la calle, con una dirección tangente a la línea interior del pasillo, con lo cual se puede recorrer en línea recta los 15 primeros metros. A partir de ese momento el atleta deberá inclinar ligeramente el cuerpo hacia el interior. Las acciones de los segmentos libres también se orientan en el mismo sentido. Además, se recomienda correr más en frecuencia que en amplitud.

La técnica en la fase de máxima velocidad.- Durante el análisis biomecánico de las carreras de velocidad se llegaba a la conclusión de que para correr más rápido

⁵³ VOINOV, V. (1995). “*La técnica de carrera*”. Actividad de los sectores de velocidad y vallas. Intercambio Internacional con Rusia. Sant Petersburgo.

era necesaria una disminución del ángulo de vuelo y un aumento de la velocidad de barrido del CDG sobre el apoyo. Esto, desde el punto de vista de la técnica, supone que, antes de que el pie entre en contacto con el suelo, los músculos de las piernas estén preparados, como indica la figura 2.9, para tal acción (pre-ataque al suelo). Y dicha acción será eficaz si se minimiza la distancia al suelo y se aumenta al máximo la distancia de la cadera en suspensión, para ello, los isquiotibiales deben evitar la extensión de la rodilla de la pierna libre evitando que el pie sobrepase la perpendicular del centro de gravedad y posibilite, así, el adelantamiento de la cadera. Dichos músculos, en colaboración con el glúteo mayor, proyectarán el pie hacia abajo y hacia atrás. En el momento del apoyo, los músculos del muslo, la pantorrilla y la bóveda plantar deben estar en tensión para evitar el hundimiento de la cadera y por tanto el descenso del centro de gravedad.

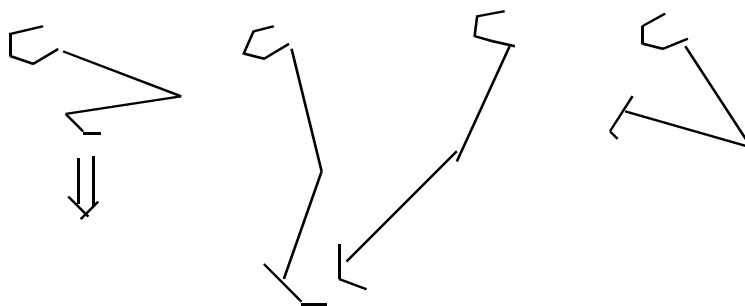


Figura 2.9. Acciones en la fase de máxima velocidad

Durante el apoyo, la acción de tracción que se ejerce debe estar basada más en la velocidad de extensión de la cadera y en la amplitud de dicho movimiento que en la extensión de la rodilla. Todos los expertos dicen que en el tramo de máxima velocidad la rodilla no debe llegar a extenderse, por lo que el ángulo de la rodilla apenas sufre variación durante el apoyo.

En el final de la fase de impulsión, el talón no debe ir hacia atrás y hacia arriba. Es necesario dirigirlo inmediatamente hacia delante. Para ello conviene mantener los dedos del pie orientados hacia la tibia. Con esta acción, los gemelos, músculos de contracción rápida, se mantienen estirados e iniciarán la flexión de la rodilla, evitando así la acción de los isquiotibiales, músculos de contracción lenta, que conducirían el talón hacia atrás y hacia arriba. El talón en un movimiento circular debe situarse debajo del glúteo mayor. Cuando la rodilla alcanza la máxima altura es

cuando la acción de los isquiotibiales comienza a ser importante, preparando de nuevo el apoyo.

La acción de los brazos en esta fase de carrera es más fluida y menos energética que en la fase de aceleración. Ahora ejercen la función de mantener el equilibrio en carrera y facilitar la coordinación de los movimientos que se producen a gran velocidad.

Como en cualquiera de las fases de carrera, la solidez del complejo pelvis-tronco es fundamental. Además, la cabeza debe mantenerse erguida y los músculos del rostro relajados.

La técnica en la fase de deceleración (o velocidad resistencia).- En los últimos tramos de las carreras de 100 y 200m, la velocidad comienza a disminuir como consecuencia del agotamiento de las reservas de ATP y CP en el músculo, sobretodo las de CP que llegan a agotarse casi por completo. Como consecuencia de ello se debe utilizar en mayor medida la glucólisis anaeróbica, pero este sistema nunca llegará a las cantidades de energía por unidad de tiempo que puede proporcionar el sistema del ATP-CP. Como además tiene el inconveniente de la acumulación de ácido láctico, que dificulta la liberación de energía por vía anaeróbica, se hace inevitable la disminución del ritmo de carrera en los últimos metros.

En relación con la técnica de carrera, este problema tiene una doble dimensión: por una parte, conviene saber en qué medida el cansancio, como consecuencia de las dificultades para liberar las cantidad de energía que se necesita, influye en la técnica de carrera y, por otra, valorar si realmente con una técnica de carrera adecuada es posible soportar más fácilmente la fatiga y economizar en gasto energético.

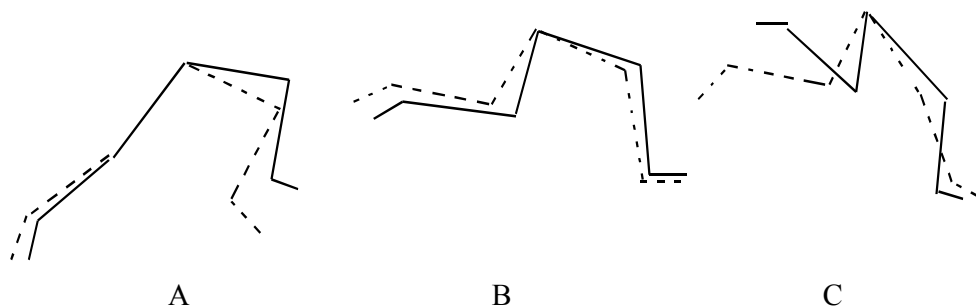
Sobre el efecto que el cansancio tiene en la forma de correr, existen diversos estudios que indican que en los últimos metros de las carreras de 100 y 200m se observa una disminución notable de la frecuencia de carrera. Ello se debe al aumento del tiempo de apoyo en el suelo, al aumento del tiempo de frenado, a una pérdida de la velocidad horizontal del centro de gravedad, a un aumento del trayecto recorrido por el centro de gravedad sobre el apoyo y a un aumento del trabajo en la variante vertical de fuerza que incide sobre el centro de gravedad.

Al parecer, la variación en los parámetros de carrera indicados no es exclusiva de las situaciones de cansancio. Otros estudios confirman que cuando los atletas

disminuyen la velocidad se producen modificaciones muy similares a las apuntadas anteriormente.

Tupa, Gusenov y Mironenko⁵⁴, en un estudio llevado a cabo para ver la influencia de la fatiga en la forma de correr de los atletas de 100, 200 y 400m, llegaron a la conclusión de que las únicas variaciones en relación a la forma de correr que se le podían atribuir a la fatiga quedan reflejadas en la figura 2.10 y son las siguientes:

- Una elevación menor de la pierna libre. Ello sería la causa de que en una carrera de 200m, en la posición más adelantada de dicha pierna, el pie se encuentre más bajo, a una distancia del suelo de 17.5 (+/- 2.5) cm. Mientras que en los primeros momentos de carrera dicha distancia es superior: 27.1 (+/- 1.6 cm).
- Una disminución de la velocidad angular de la pierna libre. Esta pasaría de 17.3 (+/- 2 Rad./seg.) en condiciones normales, a 6.9 (+/- 0.7 Rad./seg.) en situación de fatiga, lo que supone una disminución muy desproporcionada en relación con la pérdida real de velocidad en carrera.



A, corresponde a la fase de impulsión en una carrera de 200m.

B, a la fase de vuelo.

C, a la fase de apoyo.

La trayectoria de las piernas en situación de fatiga está marcada con línea de trazos.

La trayectoria de las piernas en los primeros momentos de la carrera se indica con línea continua.

Figura 2.10. Modificaciones de la forma de correr bajo el efecto de la fatiga.

- Mayor ángulo de extensión de la rodilla y del pie en el momento del apoyo en el suelo. En el caso de la rodilla, en el inicio de carrera, dicho ángulo sería de 142.7° (+/- 2.6 °). En situación de fatiga aumentaría hasta 155° (+/- 3.6°).

⁵⁴ TUPA, V; GUSENOV, F; MIRORENKO, I. (1990). "Fatigue influenced changes to sprinting technique" Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury, N° 2, February. Russia.

A pesar de los datos, los promotores de la experiencia no tienen muy claro qué decisiones tomar desde el punto de vista del desarrollo técnico, pues una de las hipótesis que ellos barajan es la de que las modificaciones en la forma de correr podrían deberse a mecanismos espontáneos, y en cierto modo subconscientes, utilizados por los atletas para aumentar la eficacia en situaciones de fatiga. Según los propios autores, si ello fuera así, las modificaciones estarían relacionadas con la necesidad de aumentar la rigidez en la rodilla y en la planta del pie, para evitar el tener que empujar con el pie en la vertical de la proyección del centro de gravedad.

Dicha interpretación podría estar en consonancia, en cierto modo, con las conclusiones de una experiencia, ya citada en este trabajo, a través de la cual los profesores Bosco y Vittori confirmaban que los mejores corredores de 200m tenían una mayor fuerza reactiva. Si a esto añadimos que según Vladimir Parjsuk⁵⁵, entrenador de Irina Privalova, -atleta que batiera a lo largo de su carrera un total de 13 records europeos o mundiales en distancias comprendidas entre los 50 y los 300m-, piensa que el organismo del atleta está provisto de un sistema autorregulador que le permite seleccionar las formas óptimas de movimiento y que este factor depende principalmente del estado funcional, del nivel de desarrollo de sus cualidades físicas y de la fuerza y la resistencia especial de los diferentes grupos musculares, la solución al problema técnico en la fase de resistencia a la velocidad no parece fácil.

Como resumen de este punto 2 del capítulo que nos ocupa, podríamos decir que, “desde el punto de vista biomecánico”, los objetivos del velocista consistirán en

- **lograr la disminución, en lo posible, del ángulo de vuelo,**
- **mejorar la velocidad de barrido del CDG sobre el apoyo,**
- **asegurar una buena “gainage” o rigidez en la unión pelvis-tronco.**

Para ello, es necesario desarrollar los grupos musculares que se oponen al hundimiento del CDG en el momento del apoyo, así como los encargados de proyectar la cadera hacia delante mientras el pie esté en contacto con el suelo y los que deben convertir la unión pelvis-tronco en un sistema activo en el que no se mitiguen los efectos de las fuerzas que se generan a través del suelo y del miembro inferior.

⁵⁵ PARJSUK, V. (1996). “*The European School in sprint ting: The experiences in Russia*”. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 11: 2-3, 71-76.

“Desde el punto de vista técnico”, debemos tener en cuenta los aspectos biomecánicos y buscar un modelo basado en un desarrollo muscular armónico que fortalezca y aumente la eficacia en cada uno de los eslabones de la cadena de movimientos. También debe servirnos dicho modelo para facilitar la adaptación y mantener la eficacia motriz en situaciones de cansancio o fatiga.

2.3.- COMO PLANTEAR EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN LOS CARREDORES DE 100 Y 200 METROS LISOS.

Desde hace 35 años, especialmente en la década de los 80, el entrenamiento de fuerza ha sido uno de los factores más importantes para que los esprinteres consiguieran buenos resultados. En un principio se pensaba que un desarrollo general de fuerza era suficiente, sin embargo en los últimos 10 años el desarrollo de la fuerza en los velocistas se ha centrado más en los músculos específicos de las piernas y los brazos. Dicho cambio de orientación se ha ido produciendo a medida que el conocimiento sobre las diferentes formas de manifestación de la fuerza se ha ampliado.

Todos los especialistas coinciden en señalar que el desarrollo de la fuerza en el sector de la velocidad es una tarea muy compleja que no puede reducirse a la simple prescripción de una serie de ejercicios por sesión y durante un espacio de tiempo más o menos largo. Según ellos, es necesario diseñar un programa en el que se tengan en cuenta factores como la edad del atleta, su desarrollo deportivo y físico general, el periodo de entrenamiento, la especificidad de cargas, volúmenes, intensidades y componentes motores compatibles con el tipo de fuerza que se necesita, los sistemas y los equipamientos.

Aunque en lo fundamental sobre el desarrollo de fuerza en las pruebas de velocidad la mayor parte de los especialistas están de acuerdo, existen pequeñas variaciones en cuanto al enfoque que se debe dar al entrenamiento de ciertos componentes.

Uno de nuestros objetivos será buscar las diferencias de matiz que proponen los expertos para ayudar, de ese modo, a comprender mejor la complejidad del desarrollo de la fuerza en los atletas que compiten en las pruebas más rápidas del calendario atlético.

Vittori⁵⁶ considera que:

“la velocidad de movimiento está siempre en función de la fuerza y de la brevedad de su manifestación, siendo el dinamismo de esta última el que determina la rapidez de los movimientos y su frecuencia”.

⁵⁶ VITTORI, C. (2003). “La incidencia del entrenamiento en los parámetros de amplitud y frecuencia de carrera”. I Congreso Internacional de Atletismo. Salamanca. E.N.E. RFEA.

Por ello, según él, la fuerza debe ser considerada la verdadera y propia cualidad física de base (pura y elemental).

Este mismo autor, al referirse al tipo de fuerza que necesitan las disciplinas de salto o de *fuerza veloz cíclica*, como es el caso de los corredores de 100 y 200m, indica que deberían utilizarse metodologías muy diferentes dependiendo de que queramos desarrollar la componente muscular de fuerza o la neuro-endocrina, ya que los efectos que producen son absolutamente diversos. En el primer caso, los efectos estarían relacionados con la hipertrofia muscular extensible a la mayor cantidad posible de fibras, que de esa manera son habilitadas para contraerse con más fuerza. En el segundo, estarían relacionados con el aumento de la frecuencia del envío de estímulos nerviosos (neuro-endocrina), en los cuales, la motivación y la fuerza volitiva son el desencadenante de la actividad hormonal solicitada para realizar acciones veloces.

Tihanyi⁵⁷ considera que el tipo de fuerza más apropiada para los velocistas es la *fuerza rápida*, aunque piensa que es una de las más confusas de la terminología deportiva. “La palabra *rápida* sugiere que el desarrollo de la fuerza es muy dependiente del tiempo. En ese sentido, la fuerza rápida puede ser considerada como una cualidad física con capacidad de potencia mecánica máxima”. En el gráfico 2.5 que representa la curva *fuerza-velocidad*, Tihanyi sitúa a la fuerza rápida en el sector denominado zona 3. Sin embargo, en dicha zona distingue dos espacios: La zona 3.1, en la que la fuerza depende principalmente del número de unidades motrices reclutadas, y la zona 3.2 en la que la fuerza depende de pautas u orden de reclutamiento y de la sincronización de unidades motrices.

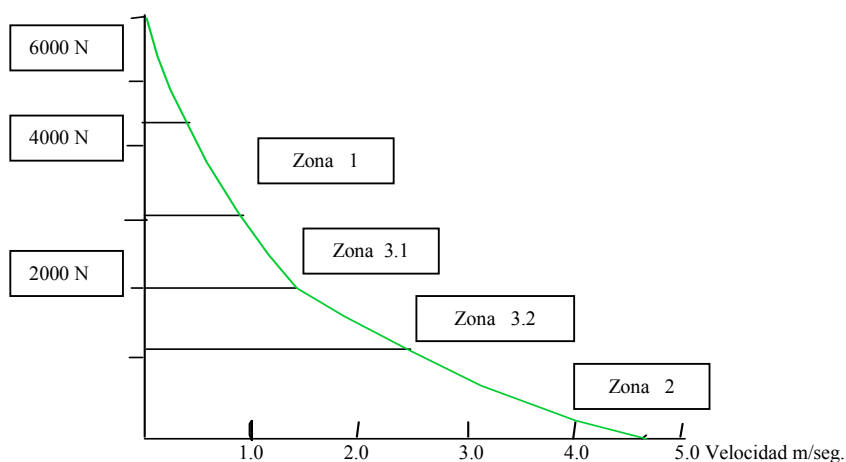


Gráfico 2.5. Curva velocidad-fuerza según Tihanyi. 1982

⁵⁷ TIHANYI, J. (1988). “Fuerza Rápida”. Congreso Internacional de Estepota. E.N.E. RFEA.

En zona 3 se situarían aquellos ejercicios que en su realización pueden alcanzar velocidades comprendidas entre un 25-30% y un 60-65% de la máxima velocidad de contracción. Un margen tan grande, evidentemente, no ayuda a delimitar con precisión lo que es la fuerza rápida.

Además, Tihanyi indica que en los trabajos de fuerza rápida solo se obtienen los resultados deseados cuando los ejercicios se llevan a cabo con la mayor intensidad posible. También considera que el desarrollo de esta modalidad de fuerza favorece la velocidad de movimiento y puede ser muy eficaz en la mejora del rendimiento de los velocistas.

Harre⁵⁸ considera que con *fuerza rápida* se nombra:

“la capacidad del atleta para vencer resistencias con una velocidad de movimiento elevada. Como capacidad condicional, está caracterizada por las relaciones entre fuerza y velocidad y por el grado de su expresión. Con un esfuerzo muscular rápido y veloz aplicado al cuerpo o a cualquier otro artefacto se le imprime una elevada velocidad final”.

Afirma que en cada deporte o disciplina debe quedar bien definida, desde el punto de vista estructural, la capacidad de fuerza rápida para poder mejorarla; ya que el factor a tener más en cuenta en esta capacidad es su especificidad.

La especificidad, según él, vendrá dada por:

- El tipo de movimiento a realizar
- El tamaño de la resistencia a vencer
- La duración de la contracción
- Y la situación del pico de fuerza. En este sentido, es importante saber si el pico de fuerza se sitúa al inicio, en el centro o al final del segmento angular durante el cual se aplica trabajo.

Piensa además que en cada disciplina deportiva, el entrenamiento específico de la *fuerza rápida* tiene que guardar relación con el punto de la curva *fuerza-velocidad* que corresponde a las exigencias de la competición. De otro modo, pudiera ocurrir que obtuviéramos mejoras de fuerza en un sector de cargas que no correspondiera a la competición y esto no nos serviría. Defiende, también que en algunas expresiones de fuerza rápida tienen una gran importancia los mecanismos psíquicos que es necesario activar y que están muy ligados a procesos volitivos que

⁵⁸ HARRE, D. (1985). “Entrenamiento de la Fuerza Rápida”. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, n° 6, Pág. 452-460. Lipsia. (traducción de Miguel Vélez. E.N.E. 1988). RFEA

tienen una influencia decisiva en capacidades como la explosividad. Tampoco deben olvidarse, según él, las exigencias metabólicas.

De la misma forma, el desarrollo de la fuerza rápida debe hacerse vinculándolo al aprendizaje técnico y a las capacidades coordinativas. Por eso, para entrenar la fuerza rápida se deben utilizar sobretodo ejercicios y cargas que se correspondan con las características dinámicas y cinéticas del ejercicio de competición. Teniendo en cuenta este aspecto, el entrenamiento de la fuerza rápida se debe concebir como un proceso de perfeccionamiento de la técnica deportiva.

Jacques Duchateau⁵⁹, en la línea de Harre y en relación con la fuerza explosiva, resalta la importancia de la especificidad en el refuerzo muscular y plantea ciertas dudas sobre un postulado aceptado por la mayoría de expertos:

“La activación máxima del músculo permite, cualquiera que sea la velocidad del movimiento, alcanzar una adaptación óptima de la velocidad de instalación de la fuerza”.

Sin estar en total desacuerdo con esta afirmación, busca matizar su postura, basándose en resultados recientes que tienden a mostrar que, si la intensidad de la activación nerviosa es un parámetro clave en el desarrollo de la fuerza explosiva, las modalidades de ejecución, sobretodo en lo que concierne a la velocidad del movimiento, contribuyen igualmente a la especificidad de las adaptaciones.

Piensa que, para desarrollar correctamente la fuerza explosiva, es imprescindible tener en cuenta la forma de reclutamiento de unidades motrices en los movimientos rápidos.

Si bien, el orden de reclutamiento es el mismo que en los movimientos lentos utilizándose en primer lugar las unidades lentas cuando las cargas son ligeras e incorporando las rápidas cuando el índice de la carga aumenta, en los movimientos rápidos existe un hecho diferencial que es necesario tener en cuenta. En las contracciones rápidas las unidades motrices son activadas con una menor carga. Esto en fisiología se conoce como “descenso del umbral de reclutamiento”.

Como consecuencia de dicho fenómeno, ocurre que, con cargas relativamente bajas, de un 30 a un 40% de la máxima capacidad de contracción, si el movimiento se realiza a máxima velocidad, pueden ser reclutadas la totalidad de las unidades motrices del músculo. Además en este tipo de movimientos la participación de las

⁵⁹ DUCHATEAU, J. (2003). “Características y Desarrollo de la Fuerza Explosiva”. Rincón del Entrenador, Vol. 11. E.N.E. RFEA.

unidades FT (unidades rápidas) adquiere un papel más relevante, porque la frecuencia de descarga que necesitan las unidades lentas es muy débil y su participación en el desarrollo de la fuerza será menor, mientras que las unidades rápidas, al ser capaces de actuar a frecuencias mucho más altas, serán solicitadas con mayor frecuencia y su participación será proporcionalmente más importante.

Según experiencias llevadas a cabo por el propio Duchateau, las adaptaciones musculares y nerviosas durante el entrenamiento de la *fuerza explosiva* están en consonancia con el tipo de carga utilizada:

- Cuando se utilizan cargas elevadas el aumento de la velocidad del movimiento se debe principalmente a una mejora de la fuerza máxima.
- En cambio cuando se utilizan cargas ligeras (30-40%) de la máxima fuerza dinámica del atleta, se produce un aumento de la velocidad AT pánica de la miosina. Dicha adaptación orgánica lleva consigo una disminución del tiempo de contracción de las unidades motrices y, paralelamente, su velocidad de aplicación de fuerza aumenta.

La figura 2.11 refleja que, con entrenamientos dinámicos continuados, efectuados con cargas de un valor aproximado del 30-40% de 1RM, la frecuencia de descarga de las unidades motrices aumenta, observándose en muy poco tiempo la aparición de dobles pulsaciones (frecuencia superior a 200 estímulos por segundo). Este tipo de contracción es muy difícil detectarla en músculos no entrenados.

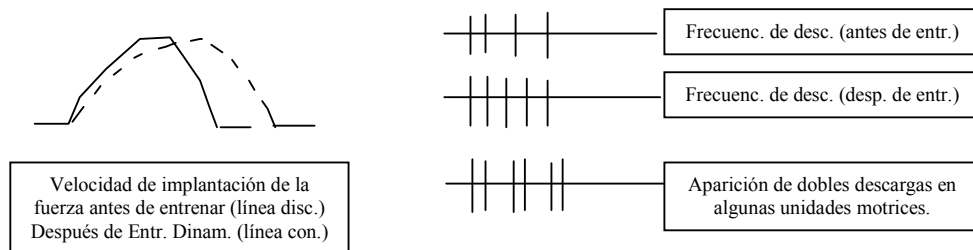


Figura 2.11. Efecto del entrenamiento dinámico sobre la frecuencia de descarga. Duchateau. 2003

En entrenamientos de fuerza explosiva realizados con cargas elevadas también aumenta la frecuencia de estimulación en las unidades motrices y el número de dobles pulsaciones. Sin embargo el efecto es menos marcado que para las cargas débiles.

Igor Mironenko⁶⁰, al referirse al desarrollo de la fuerza en las pruebas de velocidad, propone dos vías para conseguirlo:

a.-El perfeccionamiento de la composición muscular

b.-El perfeccionamiento de “las funciones de regulación de los sistemas psicofisiológicos (factores neurales)

En relación al primer aspecto, según él, las posibilidades de mejora se reducen al aumento de la cantidad de mio-fibrillas dentro de cada fibra muscular, ya que las fibras musculares están programadas genéticamente y, mediante el entrenamiento, no se puede modificar ni su naturaleza (rápidas o lentas) ni el número de ellas. El aumento del número de mio-fibrillas se produce como consecuencia de la activación de la síntesis proteica, lo que lleva parejo una hipertrofia muscular (aumento de la sección transversal del músculo).

Para provocar hipertrofia en las fibras rápidas recomienda la utilización de cargas máximas o sub-máximas. En estos casos, se deben utilizar ejercicios en los que la contracción muscular se vea complementada con un periodo de relajación entre la fase excéntrica y la concéntrica. De esa forma, la irrigación sanguínea no se verá interrumpida.

Para conseguir el mismo efecto en las fibras de contracción lenta deben utilizarse trabajos en los que predominen las contracciones de tipo isométrico o en régimen “estado-dinámico”. Este último tipo de trabajo hace referencia a la utilización de una especie de movimiento continuo en el cual el músculo no se relaja. En estas condiciones, la tensión en las fibras musculares bloquea los capilares y la sangre encuentra dificultades para llegar al músculo, razón por la cual se intensifica la glucólisis con la consiguiente acumulación de lactato e iones hidrógeno.

Sobre el desarrollo de la fuerza a través de la mejora de los factores psicofisiológicos, Mironenko propone ejercicios en los que sea necesario:

-Un reclutamiento elevado de unidades motrices

-Un mayor grado de coordinación intramuscular

-Y una mejora de la capacidad del sistema nervioso para generar frecuencias de estimulación elevadas.

Hay dos puntualizaciones de Mironenko que consideramos de interés: en una de ellas, resalta la importancia de desarrollar la fuerza de los velocistas centrandola

⁶⁰ MIRONENKO, I. (1995). “*Entrenamiento de Fuerza*”. Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Cooperación Deportiva con Rusia. Moscú. E.N.E. RFEA.

atención no sólo en las fibras de contracción rápida sino también en las de contracción lenta. La justificación la encuentra en los trabajos desarrollados por Zatsiorski en los que se demuestra que, en los movimientos de alta frecuencia, los velocistas obligan a sus músculos a trabajar en un régimen de contracción similar al “estado-dinámico”. En estas condiciones el músculo prácticamente no tiene tiempo para relajarse y necesita utilizar la glucólisis anaeróbica para proporcionar energía.

La otra puntualización afecta a una opinión generalizada en el mundo atlético según la cual los ejercicios encaminados a desarrollar la fuerza a través de la mejora de la coordinación intramuscular deben ser similares, desde el punto de vista mecánico, a los movimientos utilizados en la competición, y, así, no sería aconsejable para un velocista realizar una sentadilla completa porque durante la carrera su rodilla nunca alcanzará dicho grado de flexión. Esto, según él, sería un error que nos llevaría al estancamiento, ya que, al trabajar en angulaciones articulares muy reducidas, el complejo de la actina-miosina se perfeccionaría en una amplitud de movimiento muy corta y la síntesis proteica afectaría a una parte muy pequeña del músculo. Además, la parte del músculo no entrenada quedaría más expuesta a sufrir lesiones.

Valentin Voinov⁶¹ piensa que para un velocista es muy importante la realización de ejercicios complementarios de fuerza isométrica. Las razones que justificarían, según él, la aplicación de este tipo de trabajo, serían las siguientes:

- Se aprende a regular mejor el grado de tensión y relajación del músculo. “Se educa por tanto a la vez el músculo y el cerebro”
- Al generar tensión, los ejercicios isométricos ayudan a la formación y el fortalecimiento del aparato tendinoso; “mientras que el abuso de ejercicios tónicos o dinámicos lo arruinan”
- El tendón es elástico y con este tipo de trabajos podemos aumentar su longitud (el tendón de Aquiles puede aumentar su longitud alrededor de un 9%). Al aumentar la longitud del tendón el músculo se puede acortar más y, por tanto, aplicar más fuerza.
- Con ejercicios de fuerza estática se puede llevar a cabo un trabajo anaeróbico durante más tiempo que con los ejercicios dinámicos.

⁶¹ VOINOV, V. (1995). “*Soporte Anatómico fisiológico para la teoría del Trabajo Pliométrico*”. Actividad de los sectores de velocidad y vallas. Intercambio deportivo con Rusia. E.N.E. RFEA.

-El trabajo isométrico da solidez y aporta resistencia mecánica al aparato locomotor y, además, como la energía elástica, por ser de tipo mecánico, es gratuita, se ahorra energía de las fuentes tradicionales.

Carlo Vittori⁶², refiriéndose a la necesidad de desarrollar la fuerza en los corredores de velocidad, se declara contrario al tópico que circula en algunos ámbitos del sector de velocidad según el cual “no es necesario entrenar la fuerza para ser veloz”.

Afirmaciones de este tipo, según Vittori, son contrarias a uno de los principios fundamentales del entrenamiento deportivo: la variabilidad. Dicho principio supone la introducción constante de cambios en el volumen de entrenamiento, en la intensidad y en el método de trabajo. Sería, por tanto, una locura pensar que la fuerza que necesita un velocista se puede proporcionar solo a través de actividades de fuerza que comporten la utilización, como única carga de entrenamiento, del peso corporal.

En su opinión la especialidad del atletismo más difícil de entrenar es la velocidad, porque utiliza prácticamente todas las formas de expresión de la *fuerza dinámica*. Además de la **fuerza máxima**, que es la expresión con la que se mide la capacidad contráctil del músculo, el velocista deberá ir utilizando otras manifestaciones de fuerza hasta llegar al último eslabón, en cuanto a dinamismo se refiere, que es la *fuerza reactiva refleja*.

Teniendo en cuenta que los factores determinantes de las diferentes formas de manifestación de la fuerza son:

- *La capacidad contráctil.*
- *La capacidad de sincronización y reclutamiento instantánea de unidades motrices.*
- *La capacidad elástica.*
- *La capacidad refleja.*

La forma en la que se ensamblen o combinen dichos factores a lo largo de las carreras de velocidad, será lo que marque la especificidad de la fuerza a utilizar por el velocista en cada momento.

En el gráfico 2.6 quedan reflejadas, según Vittori, las diferentes formas de expresión de fuerza que concurren en una carrera de velocidad y la proporción en la que se combinan los diferentes factores en cada una de ellas.

⁶² VITTORI, C. (1990). “*Entrenamiento de la Fuerza en el Sprint*” *Atleticastudi*, 1-2, P. 3-25. (Traducción: M. Vélez, J. M. Vela y P. A. Galilea. C.A.R de Sant Cugat. 1991).

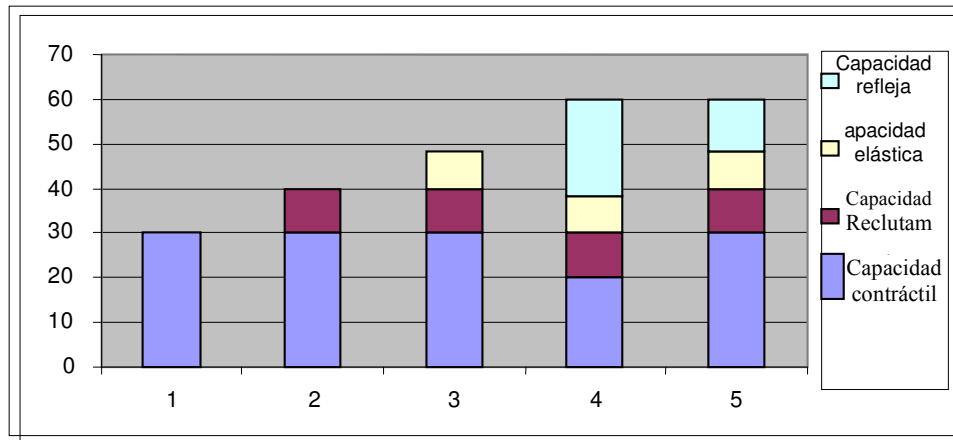


Gráfico 2.6. Manifestaciones de fuerza y factores musculares según Vittori. 1990.

En cuanto a intervención de cada una de las modalidades de fuerza indicadas, Vittori muestra, en la figura 2.12, la mayor o menor influencia de cada una de ellas a lo largo de una carrera de velocidad de 100m.

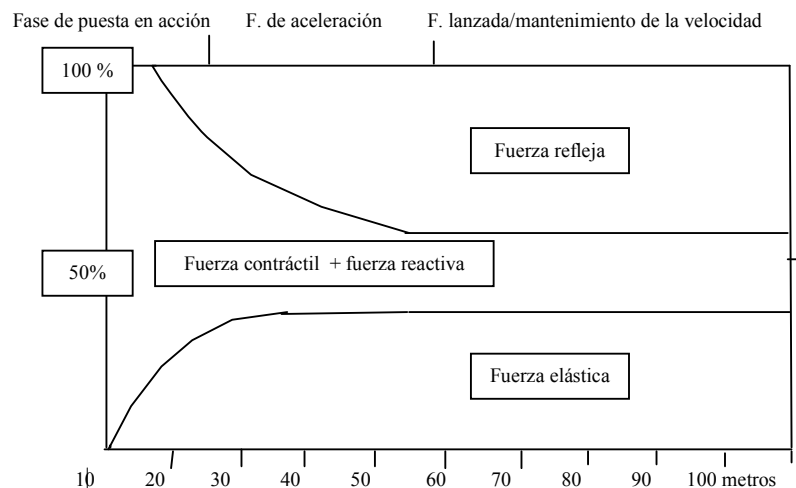


Figura 2.12. Combinación de manifestaciones de fuerza en una carrera de 100m. Vittori 1990

En la primera fase de carrera, en la que partiendo de la posición de reposo se tiene que desplazar una masa aproximada de 80kg, las expresiones de fuerza más utilizadas serán: la fuerza máxima dinámica, por la importancia del factor contráctil en esos primeros metros, y la fuerza explosiva, por la necesidad de sincronización y reclutamiento inmediato de un número elevado de unidades motrices.

En esta primera fase, en la que se parte desde una posición agrupada, los tiempos de apoyo utilizados van desde los 260 milisegundos del primer empuje sobre

los bloques de salida, hasta los 115 milisegundos que se emplean en el décimo apoyo. En estas condiciones, la eficacia de las expresiones de fuerza más veloces es todavía escasa. A medida que el atleta adquiere mayor velocidad, favorecido en parte por la apertura del ángulo de la rodilla, que pasa, de 90° en los bloques de salida, a más de 140° en la fase de máxima velocidad, la combinación de fuerzas se transforma progresivamente enriqueciéndose con el factor reflejo de la fuerza. Dicho factor es determinante en la rapidez de los movimientos propulsivos que nos ayudarán a conseguir la máxima frecuencia en la fase de mayor velocidad. En ese momento, el tiempo de apoyo es de 80 a 90 milésimas de segundo y el atleta alcanza velocidades de entre 11,5 y 12 m/seg.

En la fase de máxima velocidad los picos de fuerza son altísimos y el tiempo para producir la proyección horizontal muy limitado. En realidad, dichos picos de fuerza se producen en la fase de amortiguación que dura 25 ó 30 milésimas de segundo. El resto del apoyo es trabajo activo de tipo propulsivo, con un contenido mayor reflejo que elástico.

Según el mismo autor, el esfuerzo muscular, en la fase de puesta en marcha y primera parte de la aceleración, se centra en los muslos. Posteriormente se deslazará progresivamente a los pies y los glúteos.

En la fase de máxima velocidad, la función de tensión excéntrica del cuádriceps, en el momento del apoyo, prevalece sobre la concéntrica siendo los extensores del pie, el glúteo y los flexores del muslo los que tienen una mayor influencia en la proyección del cuerpo hacia delante.

Desde nuestra óptica, una vez expuestos los diferentes puntos de vista que los expertos tiene sobre el desarrollo de la fuerza en las carreras de velocidad de 100 y 200m, estos podrían sintetizarse en tres términos: *especificidad, variabilidad y complementariedad.*

La especificidad.- Consistirá en que los ejercicios de fuerza que propongamos tengan en cuenta los aspectos biomecánicos de las carreras de velocidad: buscaremos trabajo encaminados a desarrollar un tipo de fuerza en los músculos correspondientes a la cadera, rodilla, tobillo y planta del pie que nos permita, por un lado, resistir al hundimiento o descenso del centro de gravedad sobre el apoyo y, por otro, proyectar la cadera lo más rápidamente hacia delante en el momento de la impulsión.

La variabilidad.- Relacionada con las variadas formas de manifestación de la fuerza en las carreras de 100 y 200m, se programará para dar respuesta a

planteamientos del tipo: qué componentes de fuerza predominan en cada una de las fases de carrera y qué ejercicios se consideran más apropiados para desarrollarlos; qué métodos de desarrollo pueden ser más eficaces en dicha tarea.

La complementariedad- Hace referencia a aquellos trabajos de fuerza que, sin considerarse específicos de los velocistas, pueden ayudar a realizar un trabajo más completo de fuerza y permitirnos conseguir un rendimiento mayor. Sería el caso, por ejemplo, de ejercicios que buscan el desarrollo de la fuerza en la zona central del cuerpo con la idea de hacer más sólida la unión tronco-pelvis para, de esa manera, aprovechar mejor las fuerzas propulsivas que proceden del suelo, o de aquellos otros encaminados a dar una mayor solidez y resistencia mecánica al aparato locomotor, o los que buscan un desarrollo técnico más integrado.

2.4.- ACTIVIDADES Y MEDIOS UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN CORREDORES DE 100M.L y 200M.L

Son innumerables las actividades y ejercicios que podemos seleccionar para desarrollar la fuerza en los corredores de 100 y 200m, la dificultad estriba en seleccionar los más apropiados en cada caso y en prever el efecto que puedan tener sobre el organismo de los atletas.

Para tratar de ordenar, clasificar y analizar los diferentes trabajos de fuerza que proponen entrenadores y estudiosos vamos a tratar de seguir los criterios señalados en el punto anterior: **especificidad, variabilidad y complementariedad.**

2.4.1 Especificidad.

Siguiendo este criterio, debemos centrarnos en los factores biomecánicos que determinan la mejora de la velocidad en carrera y que, como ya expusimos al realizar el análisis biomecánico, son principalmente dos:

-disminución del ángulo de vuelo.

-aumento de la velocidad de barrido del CDG sobre el apoyo.

Para mejorar en cada uno de los supuestos anteriores, Bruno Gajer y col. proponen una serie de ejercicios que, según ellos, se pueden considerar apropiados. Además, establecen un orden en función de su mayor o menor parecido mecánico con la acción de carrera.

Disminución del ángulo de vuelo.- Para lograr este propósito, es necesario, como ya se ha comentado, que los músculos de la pierna de apoyo se opongan de forma eficaz a la acción de deformación-flexión que tiene lugar sobre el eje vertical cuando el pie entra en contacto con el suelo. Para ello es necesario poseer unos músculos antigravitatorios fuertes. El reforzamiento muscular deberá centrarse, por tanto, en los músculos extensores de la rodilla y el tobillo.

Una de las características de los ejercicios de fuerza que proponamos, es la de que incidan, en su aplicación, sobre el eje vertical del apoyo. En el caso de la articulación de la rodilla, la especificidad de la acción viene marcada por la acción del cuádriceps que es el motor principal, por el tipo de contracción excéntrica (estato-

dinámica), por las peculiaridades del apoyo (distal y unipodal) y por el grado de amplitud del movimiento que, en este caso, sería muy reducido.

En la figura 2.13 se proponen una serie de ejercicios ordenados de menor a mayor grado de especificidad (del 1 al 6). En cada uno de ellos, se señalan los criterios de especificidad que se han tenido en cuenta para seleccionarlos.

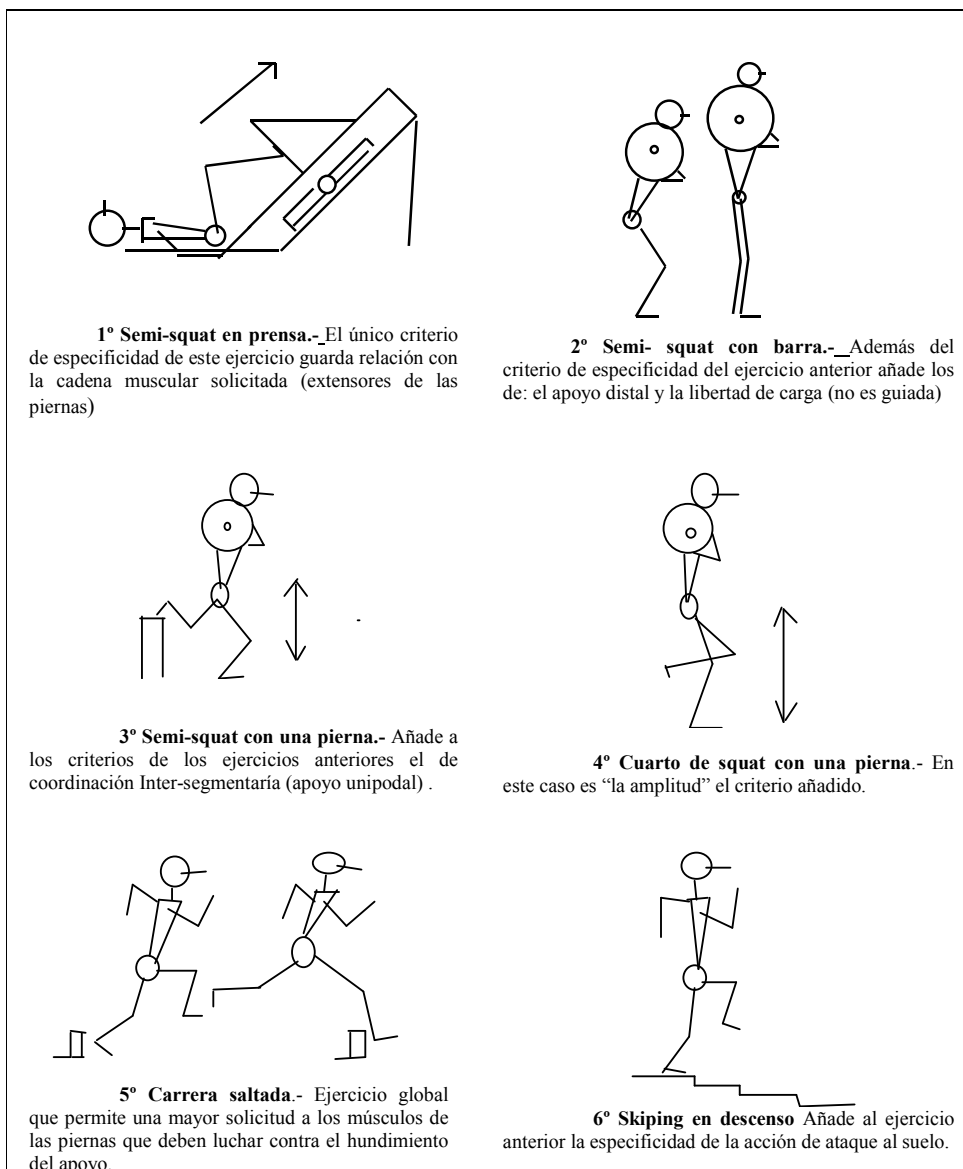


Figura 2.13. Ejercicios localizados en la rodilla para evitar el hundimiento del c.d.g en el apoyo. Gajer y col. 2001

En la articulación del tobillo, los músculos implicados en mayor medida serán el tríceps sural (gemelos y tobillo) y los músculos plantares. El régimen de contracción de los mismos será de carácter pliométrico y, también en este caso, se trata de un apoyo distal y unipodal en el que la amplitud del movimiento es reducida.

En la figura 2.14 se proponen ejercicios para el tobillo que, como en el caso de la rodilla, están ordenados de menor a mayor grado de especificidad y en cada uno de ellos se señala el criterio utilizado para su selección.

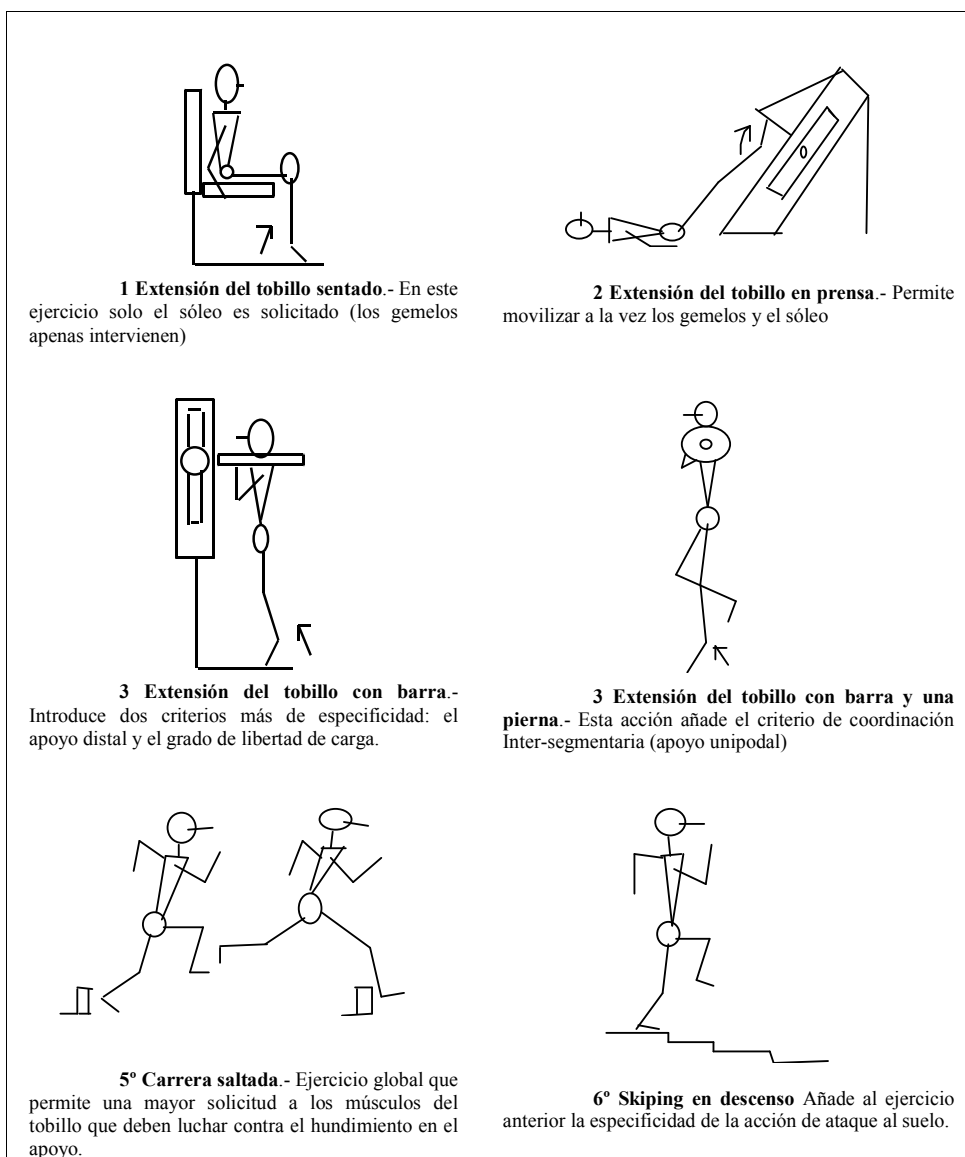


Figura 2.14. Ejercicios localizados en el tobillo para evitar el hundimiento del c.d.g en el apoyo. Gajer y col. 2001

Aumento de la velocidad de barrido del CDG sobre el apoyo. Es necesario señalar que una gran velocidad de paso de la cadera sobre el apoyo solo es posible si se conjugan tres factores:

- la velocidad del trabajo pliométrico del tobillo (si éste se hunde durante el apoyo, es imposible que la cadera se extienda con prontitud),
- la rápida extensión de la cadera y
- la velocidad de oscilación de los segmentos libres.

Ya hemos hablado sobre el fortalecimiento de los tobillos en el punto anterior, ahora nos centraremos en los ejercicios de fuerza que puedan mejorar la velocidad de extensión de la cadera y la velocidad de oscilación de los segmentos libres.

En la extensión de la cadera, la especificidad del movimiento viene marcada por la intervención de los glúteos y los isquiotibiales que, mediante un régimen de contracción concéntrico, proyectan la cadera hacia delante. El tipo de apoyo que tiene lugar es distal y unipodal, y su amplitud del movimiento de tipo medio (65°).

Los ejercicios que se proponen en la figura 2.15 son, de menor a mayor especificidad, utilizados para lograr una más rápida extensión de la cadera.

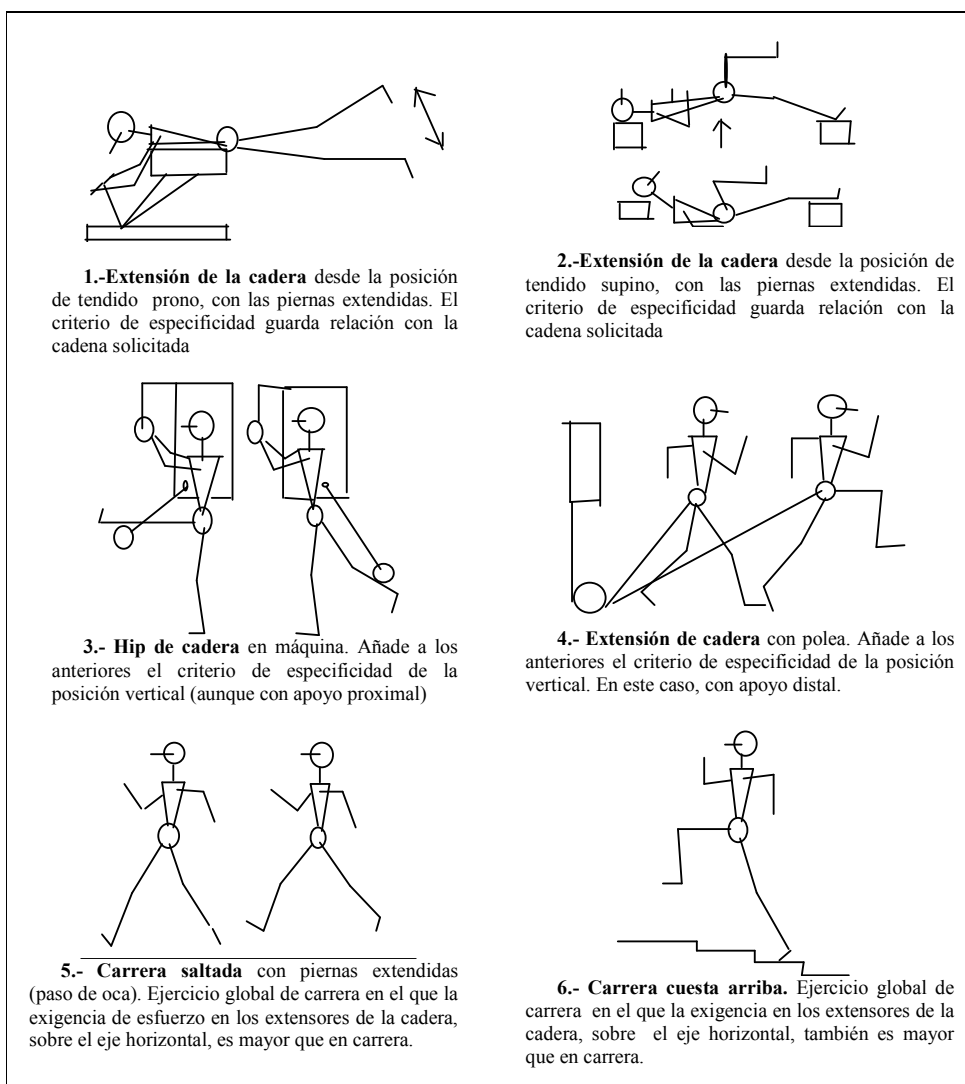


Figura 2.15. Ejercicios para lograr la rápida extensión de la cadera. Gajer y col. 2001

En cuanto a la oscilación de la pierna libre hacia delante, los músculos solicitados son los flexores de la cadera; es decir, el psoas iliaco y el recto anterior del

muslo. Aunque, en el inicio de la inversión del movimiento, el trabajo es pliométrico, en cuanto comienza la oscilación de la pierna hacia delante, el régimen de contracción se convierte en concéntrico y se lleva a cabo sobre un apoyo proximal y asimétrico. La amplitud del movimiento es considerable (110°).

A continuación, en la figura 2.16 se proponen tres ejercicios en los que se busca la especificidad mecánica de incidir sobre la inercia del movimiento que trata de llevar la rodilla hacia arriba venciendo el peso del segmento.

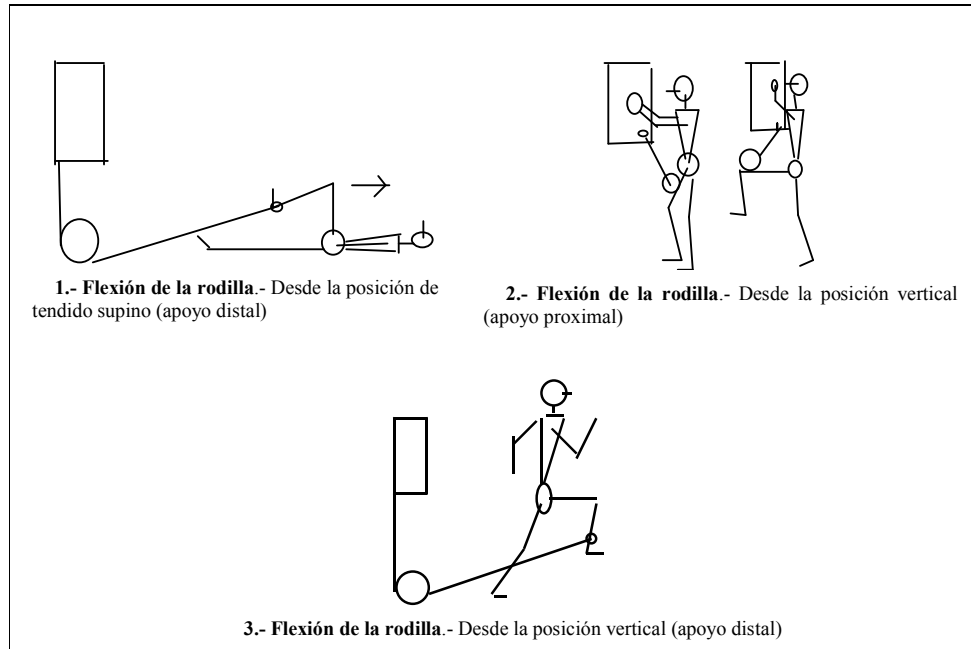


Figura 2.16. Ejercicios para lograr un paso rápido de la pierna libre a delante . Gajer y col. 2001

Al final de la fase aérea, es muy importante el movimiento de inversión de la cadera para preparar el retorno del pie al suelo. Se trata de un movimiento que bloquea bruscamente el movimiento oscilante de la pierna libre, que se redirigía hacia arriba y hacia delante, para transformarlo, por medio de un trabajo de tipo pliométrico, en una acción rápida hacia el suelo buscando apoyar el pie lo más cerca posible del centro de gravedad. Conviene, por tanto, aplicar algún ejercicio específico de fuerza que desarrolle la capacidad de los extensores de la cadera (glúteo e isquiotibiales) en la ejecución de dicha acción.

2.4.2 Variabilidad.

Este termino se utiliza para identificar uno de los principios fundamentales del acondicionamiento físico y significa que todo aquello que supone una mejora en los

parámetros del entrenamiento no debe ser repetido de la misma forma y con el mismo método.

Decir que, para desarrollar la fuerza, utilizamos un número determinado de ejercicios, no significa mucho. Es más importante hablar de la metodología que seguimos y el método que aplicamos en cada momento. La metodología presupone unas normas de continuidad, a través de las cuales decidiremos lo que vamos a entrenar hoy, mañana y así sucesivamente.

Aplicar este principio y esta filosofía al desarrollo de la fuerza en los corredores de 100 y 200m, significa recordar que en ambas disciplinas, para despegar de los bloques de salida y recorrer los primeros metros, la expresión de fuerza más utilizada es la fuerza explosiva. Sin embargo, a partir de los 20 o 30 primeros metros de carrera, dicha manifestación de fuerza, tiene menos importancia que la fuerza elástica. En este segundo tramo de carrera, comienza a tener cierta presencia el “Stiffness”, expresión esta que va a estar presente, casi con exclusividad, en el tramo final, de velocidad lanzada.

“Stiffness” *-fuerza reactiva-elástica-refleja-* para Vittori- se denomina así porque, durante esta fase, el músculo permanece duro, compacto, sólido, para evitar el movimiento en fase excéntrica. En esos momentos de mayor tensión, son los tendones los que se estiran y no el tejido contráctil que debe permanecer compacto.

Todas las expresiones de fuerza mencionadas son necesarias, a pesar de las dificultades para desarrollarlas de forma completa y, por eso, es imprescindible elaborar una serie escalonada de objetivos durante el periodo que fijemos para entrenarlas. *Variabilidad* significa que, para conseguir un desarrollo óptimo y equilibrado de la fuerza, debemos mejorar aspectos como: el factor contráctil del músculo, el factor hormonal, la utilización de la energía elástica, y los factores neurológicos. Esto aún es insuficiente pues, en una carrera de velocidad, los diferentes grupos musculares varían sus regímenes de contracción dependiendo del papel que desempeñan en los distintos momentos de la prueba. Este hecho también debe ser tenido en cuenta al planificar el trabajo de fuerza.

Todo ello hace que el abanico de actividades y posibilidades a utilizar para desarrollar la fuerza en los velocistas sea muy amplio y haya hecho cambiar, en parte, el concepto que se tenía hasta ahora de trabajo especializado de fuerza. Pues, aunque siempre se ha dado gran importancia a este tipo de trabajo, tradicionalmente se le ha asociado a una serie de ejercicios o actividades muy concretas que guardaban relación

con una distancia determinada de carrera, que era en la que se competía casi con exclusividad.

Actualmente, el concepto de entrenamiento especializado ha cambiado y se piensa que éste debe estar basado en la preparación general. Quiere ello decir que la preparación general y sus conceptos están ahora incluidos dentro de los entrenamientos especiales. Algunas de las razones que llevan a ello son, según Yessis (1999), los estudios que muestran que el especializarse en más de un evento nos lleva a lograr desarrollos superiores. Por ello, en la actualidad, esprinteres rusos y alemanes compiten indistintamente en 100, 200 e incluso 400m, aunque sigan teniendo una distancia favorita. Hay que recordar, en este sentido, que algunos atletas americanos como Marion Jones, Carl Lewis o Jesse Owens alcanzaron grandes éxitos haciendo algo parecido.

Todo ello ha llevado a que, en las sesiones de fuerza actuales, la alternancia de ejercicios, de cargas y de regímenes de contracción sea habitual, tratando de ser fieles a la filosofía que rige este principio de *variabilidad*. En concreto, la alternancia en las cargas y en el régimen de contracción se ha mostrado como elemento eficaz en la lucha contra la acomodación y el estancamiento en el desarrollo de la fuerza.

La primera alternativa de estas características que surgió en el ámbito de la musculación fue el “*método de contrastes*” o “*método búlgaro*”, consistente en la alternancia en una misma sesión de cargas pesadas y ligeras. Posteriormente, como consecuencia de los resultados obtenidos en las experiencias llevadas a cabo por Pletnev y Komi⁶³, se incorporó en los trabajos de fuerza la alternancia en los tipos de contracción muscular. Komi (1985) realizó una investigación con tres grupos de trabajo: un grupo ejerció la fuerza en un régimen de contracción concéntrica; otro, en contracción excéntrica; y un tercero realizó el 50% del trabajo en contracción concéntrica y el 50% restante en contracción excéntrica. El grupo que obtuvo mejores resultados fue el que alternaba los trabajos excéntricos y concéntricos.

Pletnev (1975) planteó dos investigaciones en el mismo sentido:

Una primera similar a la de Komí pero introduciendo un grupo de trabajo más, con la intención de trabajar también en régimen de contracción isométrica. Así en el grupo mixto se introdujeron tres parámetros: contracción isométrica, concéntrica y

⁶³ Citados por COMETTI, G. (1988). “*Bases científicas de la musculación moderna*”. Revista de Entrenamiento Deportivo. Vol. I, N.º 6.

excéntrica. Los resultados indicaron también que el mayor progreso lo conseguían los componentes del grupo en el que se alternaban las tres formas de trabajo.

En su segunda experiencia, Pletnev organizó tres grupos de trabajaron en los que se ejercitaban las tres formas de contracción, pero con porcentajes diferentes:

1º Grupo (50% concéntrico, 25% excéntrico y 25% isométrico).

2º Grupo (50% isométrico, 25% excéntrico y 25% concéntrico).

3º Grupo (50% excéntrico, 25% concéntrico y 25% isométrico).

El grupo en el que se utilizó un 50% de trabajo excéntrico fue el que consiguió unas mejoras más significativas en fuerza. Así pues, en la actualidad, prácticamente todos los entrenadores de velocidad, tienen en cuenta estas experiencias a la hora de diseñar la metodología que piensan seguir en el desarrollo de la fuerza para velocistas de 100 y 200m.

Sobre las directrices que debe seguir el entrenamiento de fuerza en las disciplinas de fuerza veloz, Bonomi⁶⁴, una de las personas más representativas de la Escuela Italiana, opina que “una metodología exhaustiva de entrenamiento de la fuerza para la disciplina de la fuerza veloz cíclica, se inicia con ejercicios para la expresión *Máxima dinámica* como capacidad de base de la contractibilidad y prevé un paso progresivo hacia aquellas formas de ejercitación más *especiales y específicas* de elevada intensidad y dinamismo que implican más selectivamente los sistemas *neuroendocrinos*, responsables de altos niveles de fuerza veloz. La importancia de la componente neuroendocrina sobre la muscular se evidencia en el hecho de que es la primera la cusa que desencadena el efecto de contracción de la segunda”.Las directrices que propone Bonomi son aceptadas por la mayoría de los entrenadores y expertos.

Para organizar el entrenamiento, los ejercicios y actividades utilizadas para desarrollar las diferentes expresiones de fuerza, suelen agruparse en módulos:

-*Módulo de Fuerza Máxima Dinámica.*

-*Módulo de Fuerza Explosiva y Explosivo-Elástica.*

-*Módulo de Fuerza Explosiva -Elástico-Refleja.*

⁶⁴ BONOMI, R. (2001). “*Metodología del Desarrollo de la Fuerza Veloz Cíclica*”. Jornadas Técnicas del Sector de Velocidad. Zaragoza. E.N.E. RFEA.

Módulo de Fuerza Máxima Dinámica.

Con este módulo se pretende desarrollar la capacidad contráctil del velocista como consecuencia de la mejora de:

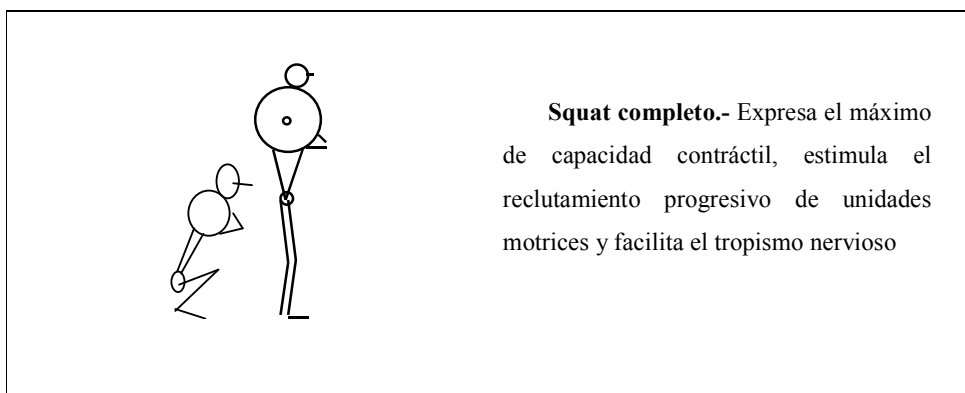
-La capacidad de reclutamiento de unidades motrices.- A medida que insistimos en el desarrollo de este tipo de fuerza debemos lograr la activación progresiva de un mayor número de unidades motrices.

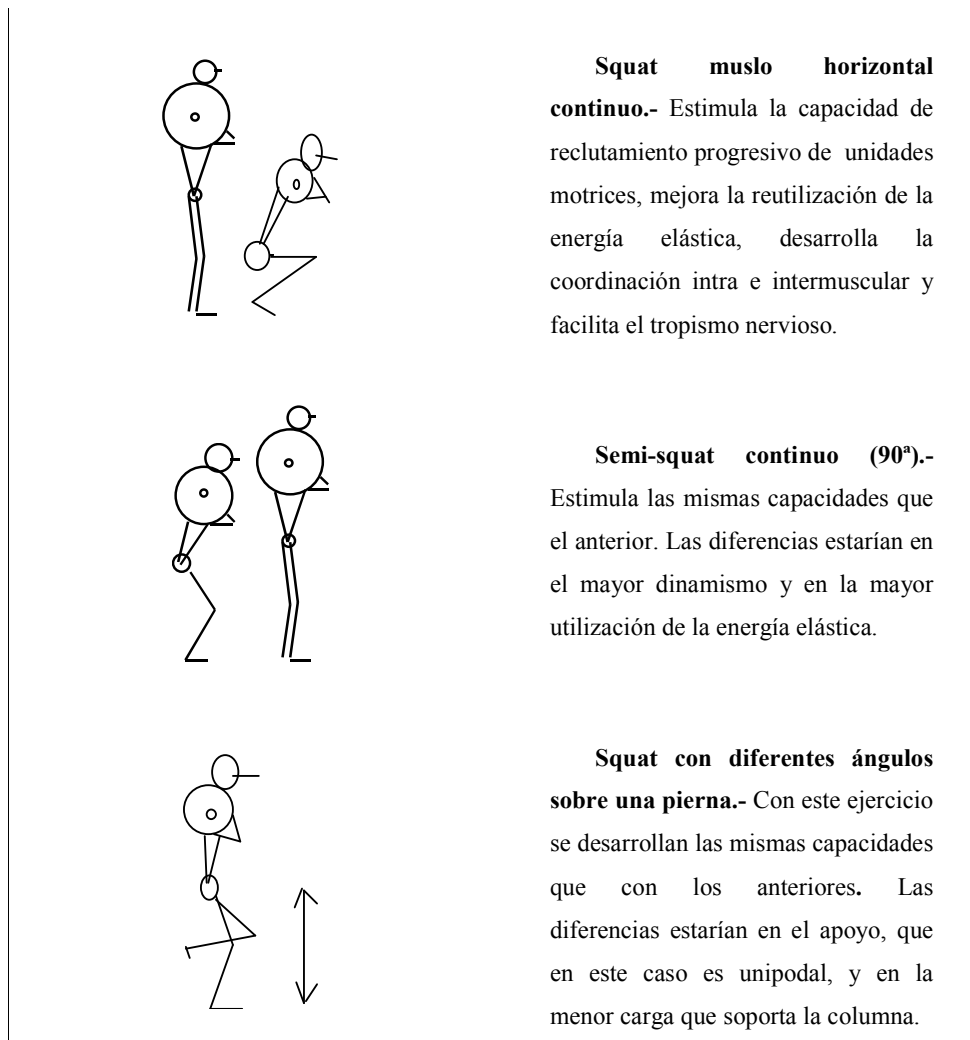
-La coordinación intramuscular.- Normalmente, durante nuestra actividad cotidiana, las unidades motrices se encuentran en estado de asincronía, ya que, si no fuera así, se producirían temblores de tipo muscular en nuestros movimientos habituales que resultarían desagradables. Paillard demostró que, para evitar dicho fenómeno, existe el circuito de Renshaw, cuyas células producen una interferencia a través de un mecanismo inhibitorio que lleva implícita dicha asincronía. Para desarrollar la fuerza sería necesario eliminar esta inhibición. Ello es posible, según Pierrot-Desseilligny, porque las células de Renshaw están bajo el influjo de centros capaces de enviar influjos inhibidores y recuperar la sincronización. La condición necesaria para ello sería aplicar tensiones musculares superiores al 80% de nuestra máxima capacidad. Circunstancia que tiene lugar en los trabajos de *fuerza máxima*.

-La coordinación intermuscular.- Utilizando para ello ejercicios globales que implican un número elevado de grupos musculares.

-El tropismo nervioso.- Al aumentar la capacidad para enviar a los músculos estímulos cada vez más intensos y con una mayor frecuencia.

Los ejercicios más utilizados para desarrollar la *fuerza máxima dinámica* en los corredores de 100 y 200m son los que se incluyen en la figura 2.17.





Squat muslo horizontal continuo.- Estimula la capacidad de reclutamiento progresivo de unidades motrices, mejora la reutilización de la energía elástica, desarrolla la coordinación intra e intermuscular y facilita el tropismo nervioso.

Semi-squat continuo (90°).- Estimula las mismas capacidades que el anterior. Las diferencias estarían en el mayor dinamismo y en la mayor utilización de la energía elástica.

Squat con diferentes ángulos sobre una pierna.- Con este ejercicio se desarrollan las mismas capacidades que con los anteriores. Las diferencias estarían en el apoyo, que en este caso es unipodal, y en la menor carga que soporta la columna.

Figura 2.17. Ejercicios para el desarrollo de la fuerza máxima dinámica.

Conviene decir que en los trabajos tradicionales de *fuerza máxima dinámica* no se utilizaba el squat sobre una pierna, sin embargo, en la actualidad, este ejercicio tiene una gran aceptación. Las razones que dan al respecto especialistas como Bonomi (2001) y Vittori (3003) son las siguientes:

- Permite cargar en menor medida la columna vertebral del atleta (una carga de 40kg sobre una pierna puede tener el mismo efecto que otra de 160kg sobre las dos).
- Aunque se suele alegar la dificultad para mantener el equilibrio, hoy no puede ser una excusa, con los medios de los que se puede hacer uso, especialmente las guías de halterofilia, pues al utilizar tres puntos de apoyo se pueden emplear sin riesgo diferentes ángulos e incluso introducir rebotes.

-La electromiografía ha demostrado que la musculatura de la pierna se activa más con este tipo de ejercicios que cuando utilizamos ambas piernas, sobre todo la musculatura isquiotibial cuando aumentamos el grado de flexión de la pierna.

En relación con la alternancia en las cargas y en los regímenes de contracción en las sesiones de desarrollo de la fuerza máxima dinámica, las tres escuelas europeas de velocidad más significativas -francesa, italiana y rusa-, suelen utilizar los siguientes métodos:

-*El Método de Contrastes Búlgaro*. Ya ha sido mencionado y consiste en la alternancia de cargas de máxima intensidad y cargas ligeras.

-*El Método Estato-dinámico*. Consistente en marcar un tiempo de parada durante la ejecución del ejercicio (2 segundos aproximadamente), para después continuar el movimiento de una forma muy rápida. Con ello, en el mismo ejercicio, se realiza un trabajo isométrico y otro de tipo concéntrico.

-*El Método 120 por 80*.- Esta forma de trabajo supone realizar la fase excéntrica del movimiento con una carga aproximada del 120% de la máxima fuerza dinámica y la fase concéntrica con una carga cercana al 80% del mismo parámetro.

Módulo de Fuerza Explosiva y Explosivo-elástica.

Comenzaremos diciendo que la *fuerza máxima dinámica* y la *fuerza explosiva* son dos manifestaciones de fuerza muy relacionadas entre sí. La fase de aceleración de una carrera de velocidad depende casi exclusivamente de ambas. La máxima fuerza dinámica depende de la capacidad contráctil del músculo y ésta del número de unidades motrices que somos capaces de activar.

La *fuerza explosiva*, en su manifestación, necesita todas esas unidades motrices y añade como elemento diferencial el hecho de que deban ser activadas todas ellas de forma instantánea. Por ello, aunque al desarrollar la fuerza máxima dinámica se influya indirectamente en la mejora de la fuerza explosiva, esto no debe considerarse como suficiente. Se necesita de otros tipos de trabajo para que aquellas fibras que somos capaces de activar se conviertan en idóneas al contraerse de forma rápida e instantánea.

Por otra parte, en opinión de los especialistas, los ejercicios que utilizan habitualmente los velocistas para desarrollar su fuerza máxima dinámica, desde el

punto de vista motriz, son demasiado simples comparados con los movimientos cíclicos de la carrera. Para solucionar este problema, es necesario utilizar otros medios, como variedades de salto desde parado, carreras con arrastres, carreras con cinturones lastrados, carreras en descenso, etc. Dichos trabajos nos servirán de puente para conseguir que esas fibras que son activadas, sin limitación de tiempo, a través de los ejercicios de fuerza máxima dinámica, lo hagan de una forma mucho más rápida y eficiente durante la carrera.

Los ejercicios y actividades que proponen entrenadores y expertos para desarrollar este módulo son los siguientes:

- Ejercicios con sobrecarga.*
- Saltos horizontales variados.*
- Esprines en cuesta y con arrastres.*

Ejercicios con sobrecarga.

Se utilizan habitualmente ejercicios similares a los utilizados en la fuerza máxima dinámica, las diferencias suelen estar en que la carga a utilizar es normalmente inferior y, sobretodo, en la velocidad de ejecución. El squat completo no se utiliza porque, por sus características y condiciones de ejecución, es muy difícil imprimir velocidad al movimiento.

Los ejercicios que con mayor asiduidad se programan en este módulo de fuerza son:

Squat muslo horizontal desde parado.- El ejercicio consiste en extender de forma brusca y rápida las piernas partiendo de un grado de flexión en el que los muslos adopten la posición horizontal.

Con dicho ejercicio se busca mejorar la capacidad de reclutamiento de unidades motrices, tratando de activar todas las fibras musculares que a través de la fuerza dinámica máxima han sido habilitadas para contraerse.

Semi-squat explosivo desde parado.- Consiste, como en el caso anterior, en la extensión de las piernas lo más rápida posible y ahora desde un grado de flexión aproximada de 90°.

Se trata de un trabajo concéntrico más dinámico que el desarrollado en el ejercicio anterior y, como aquél, estimula la capacidad de reclutamiento nervioso y la coordinación intramuscular.

Semi-squat con salto de forma continua.- La acción consiste en ejecutar con movimiento continuo una serie de saltos lo más alto posible, sin que el grado de flexión sobrepase los 90°.

La graduación de la carga debe estar en función de que el atleta alcance en sus saltos una elevación de 30 cm como mínimo. El margen de variación de la carga es de cierta amplitud, con objeto de incidir en mayor o menor medida sobre las cualidades elásticas (a menor carga se solicitan en mayor medida las capacidades elásticas; mientras que al aumentar la resistencia a vencer se incide en mayor grado sobre las capacidades explosivas).

Los objetivos que buscamos con este ejercicio son los siguientes:

- Mejorar la coordinación intramuscular e intermuscular.
- Desarrollar la capacidad de utilización de la energía elástica.
- Hacer más eficaz la intervención en las acciones de fuerza del reflejo miotático y de los corpúsculos tendinosos de Golgi.

Squat muslo horizontal continuo con salto.- Como en el caso anterior, se trata de realizar una serie de saltos, lo más altos posible mediante rápidas y potentes flexiones y extensiones de piernas.

El mecanismo de fijación de las cargas es idéntico al del ejercicio anterior.

Las capacidades a desarrollar son prácticamente las mismas (utilización de la energía elástica, coordinación intra e intermuscular, uso de reflejo miotático, etc.).

El elemento diferencial, respecto al ejercicio anterior, vendría dado por un mayor refuerzo del efecto de frenado en la fase excéntrica. Al ser el recorrido angular mayor que en ejercicio precedente, la tensión muscular se mantiene durante más tiempo e influye en mayor medida en el tropismo nervioso.

Saltos horizontales variados.

Los saltos horizontales suelen ser utilizados por todos los entrenadores como elemento básico para desarrollar el trabajo pliométrico.

Al observar el comportamiento de cualquiera de las articulaciones de las piernas con la intención de analizar el funcionamiento pliométrico, veremos que, en su globalidad, la tensión muscular que se ejerce, se divide en dos fases: la fase

excéntrica, al inicio del movimiento, y la fase concéntrica, en la segunda parte de la acción.

Este tipo de contracción la vamos a necesitar en cualquier forma de impulsión atlética y especialmente en los saltos en caída o saltos de arriba abajo.

Para hacer progresar a los atletas, los entrenadores buscan situaciones variadas, basadas en la aplicación de fuerza a través de un régimen de contracción pliométrica. Para ello, se utilizan habitualmente saltos horizontales, botes o brincos y saltos en caída. Sin embargo, si programamos siempre el mismo tipo de saltos, el atleta se habitúa a ellos y tiende a estancarse en su progresión. Para evitar esta situación, los expertos proponen introducir constantes variaciones. Aunque también aconsejan respetar los puntos esenciales en la forma de actuar de los músculos.

Para lograr situaciones nuevas de trabajo se aplican tres tipos de variantes:

- Modificar los ángulos articulares en los ejercicios sin desplazamiento.
- Variar la forma de desplazarse y las condiciones del desplazamiento en los saltos horizontales.
- Introducción de modificaciones o nuevos matices en la contracción muscular.

En los trabajos pliométricos sin desplazamiento, la única alternativa para variar las condiciones de trabajo se encuentra en las modificaciones angulares que podamos llevar a cabo en la articulación. La razón fisiológica a esta forma de intervención radica en la búsqueda de diferentes niveles de deslizamiento en los filamentos de actina cuando nos proponemos aplicar fuerza.

La mayor o menor fuerza que seamos capaces de aplicar estará en función del estiramiento al que se ve sometido el sarcómero y del número de puentes que es posible establecer. Si el sarcómero está muy estirado, el número de puentes a establecer entre la actina y la miosina será reducido y los niveles de fuerza que podamos aplicar serán más bien escasos. Cuando el estiramiento es medio, se dan las condiciones ideales para el establecimiento de un elevado número de puentes y se podrá ejercer más cantidad de fuerza.

En el caso de la articulación de la rodilla, que es de suma importancia para los corredores de velocidad, los entrenadores establecen, como muestra la figura 2.18, tres situaciones diferentes para el desarrollo de la fuerza pliométrica.

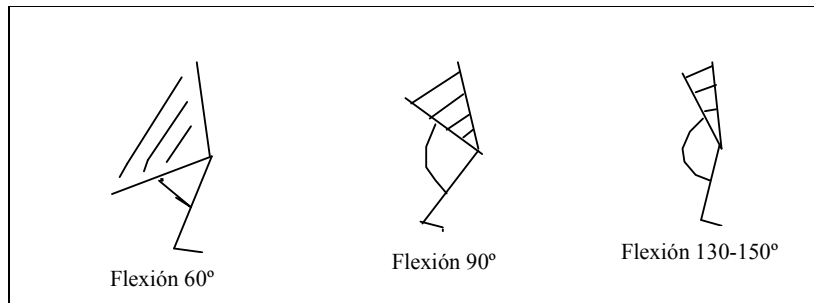


Figura 2.18. Angulaciones para el trabajo pliométrico. Cometti 1988.

Con un grado de flexión de la rodilla de 60°, los especialistas consideran que la ejecución se convierte en muy estresante y produce un cansancio muscular considerable. Por ello, suele desaconsejarse en periodo competitivo.

Según un número notable de estudios, con una flexión en la rodilla de 90°, se obtiene muy rápidamente un aumento de la eficacia muscular en trabajos pliométricos.

Los trabajos pliométricos con ángulos de flexión comprendidos entre 130 y 150°, se consideran bastante cercanos a las circunstancias que se dan en competición y, además, permiten establecer un número máximo de puentes entre la actina y la miosina.

En el caso de los ejercicios de carácter pliométrico utilizando la segunda variante (saltos con desplazamiento), son dos los factores que adquirirán importancia:

- El tiempo que vamos a necesitar para hacer la contracción,
- El grado de desplazamiento de las palancas.

El tiempo empleado en la contracción dependerá de la carga y del grado de flexión de la articulación, mientras el grado de desplazamiento de las palancas vendrá dado por las dimensiones del ángulo de barrido de la pierna sobre el apoyo.

El sector que describirá la pierna sobre el apoyo será más o menos extenso y tendrá una influencia decisiva en el mayor o menor número de puentes que se establecerán entre la actina y la miosina.

El comportamiento muscular, cuando realizamos saltos horizontales, depende, según Bosco⁶⁵, de los dos parámetros siguientes:

- Las características del estiramiento.
- La duración del estiramiento.

⁶⁵ BOSCO, C. (1985). "L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva" *Atleticastudi*, enero y febrero.

Cuando los estiramientos son cortos y se producen de una forma muy rápida, se establece un mayor número de puentes en las fibras de contracción rápida que en las de contracción lenta.

Si el estiramiento es rápido y amplio, el establecimiento de puentes se da por igual en las unidades motrices rápidas y lentas.

Los estiramientos lentos y cortos tienen una mayor influencia sobre las unidades motrices tónicas.

En los estiramientos largos y lentos, el efecto sobre las fibras de contracción rápida es escaso, mientras que en las fibras de contracción lenta, el número de puentes que se establece es considerable.

Ante esta situación, parece lógico pensar que la primera condición que deben reunir los trabajos pliométricos aplicados a los corredores de 100 y 200m es la rapidez en su ejecución, ya que no es tan decisiva la amplitud en el desplazamiento.

No obstante, teniendo en cuenta el principio de variabilidad, los especialistas aconsejan alternar en los entrenamientos ejercicios realizados con pies juntos - favorables a los pequeños desplazamientos sobre el apoyo-, con zancadas en profundidad “botadas”, donde se obtienen amplios sectores de barrido. En el mismo sentido, aconsejan establecer un equilibrio entre los saltos realizados en caída y los basados en impulsiones en amplitud.

El trabajo pliométrico a desarrollar cuando nos desplazamos saltando puede ser muy variado, para ello se pueden utilizar diferentes estrategias:

- Cambios en el pie de apoyo y en la secuencia de salto: diferentes saltos sobre una sola pierna, saltos alternando el apoyo y variando la modalidad y la secuencia, saltos basados en acciones simultaneas, etc.
- Utilización de diferentes elementos en el recorrido: aros, bancos suecos, plintos, vallas, etc.
- Utilización de sobrecargas.
- Orientación del ejercicio hacia la rodilla o el tobillo, dependiendo de los grupos musculares que queramos potenciar.

Aunque los saltos horizontales se incluyan tanto en el módulo de *fuerza reactiva y reactiva elástica* como en el de *fuerza explosivo-elástica-refleja*, unas modalidades pueden ser más idóneas que otras para el objetivo concreto que persigamos.

Según la Escuela Italiana de Velocidad, para la primera parte de carrera o fase de aceleración, en la que tiene un mayor protagonismo la fuerza reactiva, se consideran apropiadas las modalidades de saltos siguientes:

- El salto simple de longitud desde parado.
- Saltos múltiples sucesivos sobre la misma pierna (entre 3 y 8).
- Saltos múltiples alternos, cambiando la pierna de apoyo y utilizando diferentes secuencias (entre 6 y 8).
- Saltos múltiples simultáneos (5 o 6)

Sobre el modo de ejecución de dichos saltos, en la mencionada escuela, dan las siguientes orientaciones metodológicas:

- Deben iniciarse todos desde parado, tratando en cada ejecución de mejora el rendimiento (o el resultado)
- En aquellas sesiones en las que se programen saltos simultáneos, se deben colocar después de las otras modalidades, porque, en ellos, la solicitud muscular del muslo es muy superior y si se situaran al inicio de la sesión, interferirían negativamente en el dinamismo de las otras formas de ejecución rítmica.
- Se aconseja realizarlos sobre hierba y con zapatillas de clavos, para reducir el impacto sobre el suelo, y cayendo sobre el foso de arena.
- En los saltos simultáneos, aconsejan hacer el contacto en el suelo sobre el talón, tratando de pasar a la planta y la parte anterior del pie con una rapidísima rodada para realizar desde este punto el doble movimiento de flexión-extensión de la impulsión. Esta forma de hacerlo favorece el mantenimiento de una velocidad elevada, necesaria si queremos que los saltos sean largos.

En relación a la tercera variante a tener en cuenta en pliometría (la variación en la tensión muscular) y considerando que en una acción pliométrica podemos distinguir tres momentos: una primera parte de trabajo excéntrico, un instante muy reducido de trabajo isométrico -justo en el momento de la inversión del movimiento- y una tercera parte de trabajo concéntrico, se puede incidir en mayor o menor medida sobre cualquiera de esos momentos para modificar las características de la tensión.

Habitualmente, para incidir sobre la tensión muscular, los estudiosos del tema proponen dos métodos de trabajo:

-Método sintético, en el que se mantiene la estructura del movimiento pero se buscan condiciones de trabajo, en unos casos, más favorables que las encontradas en la práctica atlética y, en otras, en cambio, se buscan situaciones de mayor dificultad a las que vamos encontrar en competición.

En la figura 2.19 se reflejan las dos posibilidades. En el primer caso, se trata de situaciones que facilitan la acción pliométrica. Por ejemplo, cuando utilizamos soportes elásticos. En el segundo, se buscan circunstancias en las que se añade dificultad, como ocurre cuando aumentamos la altura de los saltos en caída.



Figura 2.19. Variaciones para la acción pliométrica

-Método Analítico, en él se descompone la estructura del movimiento, combinándose dos de los tres tipos de contracción presentes en las acciones pliométricas: Excéntrica-isométrica, isométrica-excéntrica, isométrica-concéntrica, concéntrica-isométrica.

En relación con el desarrollo de la fuerza, Verkhoshansky⁶⁶ dice que una de las formas para favorecer la mayor activación y sincronización de unidades motrices, consiste en la utilización de situaciones de choque que nos obliguen a ejercer mayores niveles de fuerza.

Dichas situaciones se dan en los trabajos pliométricos aumentando la altura de caída al suelo o utilizando sobrecargas. Con ello, se solicitarán al máximo los parámetros que entran en juego en el entrenamiento de fuerza (sincronización y activación de unidades motrices, utilización de las fibras rápidas, facilitación en el uso del reflejo miotático y desarrollo de la estructura elástica).

En relación con el entrenamiento pliométrico, los especialistas recomiendan precaución, debido al stress que provoca en la estructura mecánica. Por eso, piensan que, antes de ser aplicado, debe ir precedido de un periodo de formación basado en el desarrollo de la fuerza mediante el sistema de musculación clásico.

⁶⁶ VERKHOSHANSKY, Y. (1999). “*Todo sobre el Método Pliométrico*”. Ed. Paidotribo. Barcelona.

Esprines en cuesta y con arrastres.

Según los especialistas las carreras en cuesta y las carreras con sobrecarga o resistencias (arrastres) son algunos de los ejercicios específicos que se pueden aplicar a los velocistas, pues ayudan a desarrollar la perfección técnica y la fuerza propia de este tipo de pruebas. Sin embargo, esos mismos especialistas indican que la utilización de pendientes con inclinación inadecuada o la aplicación de cargas excesivas, pueden convertir estas prácticas en ejercicios de fuerza general. Para evitar esto, debemos tratar de acercarnos a los parámetros fuerza-tiempo y espacio-tiempo que tienen lugar en competición, ya que a través de ellos se establece el tipo de contracción requerido y el carácter de la tensión muscular, ejerciendo un a influencia decisiva sobre la amplitud, frecuencia, dirección y ritmo de movimientos.

- *Carreras en cuesta.* Sobre ellas, los expertos indican que las dificultades para transferir a los velocistas de 100 y 200m las mejoras en fuerza conseguidas mediante esta forma de ejercitación vendrían dadas porque, al desarrollarse las acciones sobre un plano inclinado, se modifica el apoyo del pie sobre el suelo y, como consecuencia de ello, la relación que se establece con el resto de la extremidad propulsiva es distinta.

Aunque es un medio de entrenamiento muy utilizado, la mayor parte de las recomendaciones que se dan sobre la inclinación que debe tener la pendiente están basadas en observaciones prácticas y no tienen una base científica.

Por ello, nos encontramos propuestas que van desde un 5% de inclinación, según Schmidtbleicher, a un 15% que propone Vittori y que es la que tiene una mayor aceptación entre los entrenadores.

Vittori hizo dicha propuesta después de analizar los tiempos utilizados por los corredores de 100 y 200m en los primeros pasos de carrera, llegando a la conclusión de que la inclinación más adecuada es la que permite retrasos en relación a una carrera de 30 metros lisos de aproximadamente 80 centésimas. Ese retraso es el que tiene lugar cuando la pendiente alcanza un desnivel alrededor del 15% .

Sobre la distancia que deben tener las cuestas el consenso es casi absoluto, considerándose como ideal las distancias cercanas a los 30m.

Con los *esprines en cuesta* se busca principalmente dos cosas:

-Mejorar la fuerza explosiva del velocista con la intención de mejorar su rendimiento en la primera fase de carrera o fase de aceleración.

-Incidir de forma positiva en los parámetros: frecuencia de zancada y longitud de zancada, buscando la correcta sincronización entre ambos.

El entrenamiento basado en la repetición de carreras con cargas comenzó a ser puesto en práctica por atletas tan importantes como Gohr, Koch, Ashford o Christie. Posteriormente su uso se ha generalizado y en estos momentos lo utilizan prácticamente todos los velocistas.

- *Esprines con arrastre de cargas*. Con ellos ocurre algo parecido a lo que acontece con el entrenamiento de cuestas. La preocupación de los entrenadores se centra en conocer la magnitud de la carga que pueda reportar mejores beneficios. Un número elevado de entrenadores considera esta modalidad de entrenamiento de fuerza como la más específica de cuantas se puedan aplicar a los velocistas. Los que piensan de esa forma creen que las cargas adicionales graduadas desde pesadas a ligeras, unidas al papel integrador de la competición, ayudan a desarrollar la capacidad de fuerza que necesita el corredor de distancias cortas.

Los entrenadores partidarios de esta forma de trabajo, piensan que con ella, no solo se mejora la puesta en acción y la fase inicial de carrera, sino también la fase de máxima velocidad. Sin embargo, Vittori cree que para la fase de máxima velocidad existen medios más eficaces, como, por ejemplo, las carreras normales o de supervelocidad con cinturón lastrado.

Respecto a la magnitud de las cargas a utilizar, como siempre, existen diferentes puntos de vista:

Para Janek, Zintl y Tepper el nivel máximo de resistencia debe situarse alrededor del 10% del máximo peso que el atleta sea capaz de arrastrar.

Vittori, en cambio, considera que la resistencia que se opone al arrastre no depende solo del peso adicional que coloquemos, sino también del material sobre el que se desliza y del rozamiento que este crea. Por ello, después de analizar los tiempos de apoyo de velocistas de alto nivel en la fase de aceleración y llevar a cabo prácticas con diferentes cargas, llegó a la conclusión de que el peso ideal sería aquel que permitiera realizar apoyos intermedios, cercanos a las 160 milésimas, porque asegurarían la utilización de las fibras rápidas y estimularían el aumento de la fuerza.

Teniendo en cuenta esto y comparando los tiempos logrados sobre 30m de carrera, con los obtenidos en la misma distancia con arrastre adicional, la carga ideal sería la que genere un desfase de unas 80 centésimas.

Verkhoshansky piensa que no se debe ser tan drástico a la hora de fijar las cargas, pues, aunque las cargas elevadas afectan en mayor medida a las características dinámicas de las fases de frenado e impulsión, dichas desviaciones pueden ser ventajosas coyunturalmente, pues obligan al esprinter a aplicar niveles de fuerza más altos.

Voinov programa movimientos especiales con arrastres para mejorar la fuerza y la técnica de salida de sus atletas, llegando a utilizar algunas veces hasta 50 Kg.

Sobre el efecto que los diferentes niveles de carga tienen en las carreras con arrastre, existe una investigación realizada por Letzelter, Sauerwein y Burger⁶⁷ en ella se pueden apreciar los cambios que tienen lugar tanto en la armonía del dinamismo como en los valores cinéticos.

Dicho estudio fue llevado a cabo con 16 mujeres, corredoras de 100m, con marcas comprendidas entre 12 y 13 segundos, a las que se le aplicaron cargas de 2,5kg, 5kg y 10kg.

El objeto del estudio consistía en comprobar cómo afectaban las cargas a los siguientes parámetros: mejores marcas sobre 30 y 60m de carrera, frecuencia y amplitud de zancada, tiempo de apoyo, línea superior del cuerpo (inclinación) y ángulo de la cadera.

En relación a los mejores resultados sobre la distancia de 30m, la utilización de una carga de 2,5kg reducía la velocidad en un 8% (0,32 seg.). 5kg de carga suponían una pérdida de del 10% (0,50 seg.) y una carga de 10kg el 20% (1 seg.).

En cuanto a la frecuencia y longitud de zancada se observaron las siguientes alteraciones: con 2,5kg, la longitud de zancada se reducía en un 5,3%, mientras la frecuencia lo hace en un 2,4%; con 10kg, la longitud de zancada desciende un 13,5% y la frecuencia en un 6,2%.

Como se puede observar las cargas inciden en mayor medida en la reducción de la zancada que en la reducción de la frecuencia. Este detalle, según algunos expertos, debe ser vigilado, ya que los atletas, por comodidad, tienden frecuentemente a compensar la reducción que las cargas provocan en el sector de barrido del centro de gravedad durante el apoyo y esto afectaría negativamente a la fase de impulsión. Para evitarlo aconsejan a los esprinteres poner un mayor énfasis en dicha fase, aunque ello provoque botes o saltos a la hora de correr.

⁶⁷ LETZELTER, B; SAUERWEIN, G; BURGER, R. (1994). "Resistance runs in speed development" Helmar Hommel. Vol. 22, N° 28-29. Germany.

Sin duda, el parámetro que más afectado se ve con las cargas adicionales es el tiempo de apoyo. En relación a este asunto, un hecho que llama la atención es la gran diferencia que se establecen entre los diferentes velocistas cuando la carga es elevada. Sin cargas, las diferencias individuales en relación al tiempo de apoyo no superan el 8%, mientras que con cargas elevadas las desviaciones pueden llegar a ser de hasta un 22,5%. Este dato debe ser tenido en cuenta ya que afecta a diversos patrones musculares relacionados con la contracción y altera, por tanto, el uso de la fuerza.

Como indica la figura 2.20, la inclinación de la línea superior del cuerpo y el ángulo de la cadera también aumentan cuando se remolcan cargas adicionales.

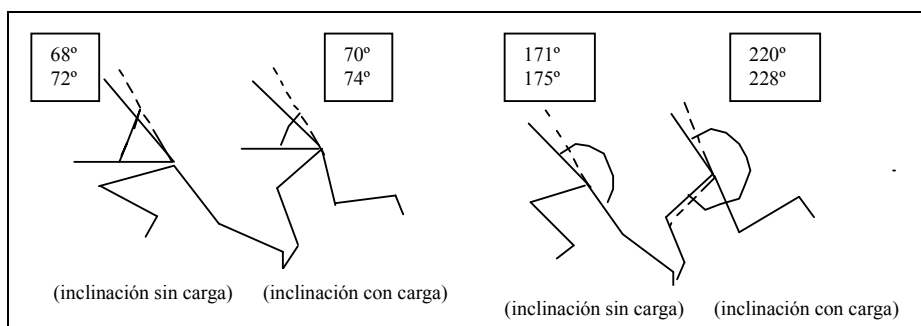


Figura 2.20. Variaciones en la angulación de la cadera y el tronco en carreras con arrastre. Letzelter y Col. 1994.

En el caso de la línea superior del tronco, el aumento de la inclinación bajo el efecto de las cargas, con 10kg, es de 4° y supone el 20%. Conviene destacar que, en este caso, el grado de variación es muy similar en todos los velocistas, independientemente de que sean más rápidos o más lentos y más o menos fuertes.

El ángulo de la cadera aumenta tanto al inicio de la fase de apoyo como al final de la misma cuando se corre con cargas adicionales. Sin embargo, el efecto en el inicio es mayor (3° con 2,5kg y 8° con 10kg). De ahí esa sensación de “correr sentados”. En cuanto al final de la fase de apoyo, con cargas pequeñas, el índice de variación es insignificante. En cambio, con 10kg, el ángulo aumenta 3,5°.

A pesar de que se dispone de un número considerable de datos sobre la influencia que las cargas ejercen en las carreras con arrastres, los promotores del trabajo de investigación expuesto no se atreven a sacar conclusiones sobre cuáles pueden ser los niveles de carga y las distancias más adecuadas a utilizar.

En nuestro caso, con los datos extraídos sobre planes de entrenamiento aplicados a velocistas de alto nivel, podemos afirmar que la tendencia general es no utilizar cargas superiores a los 15kg y recorrer distancias comprendidas entre 20 y 40 metros.

Módulo de Fuerza Explosiva -elástico-refleja.

Es el tipo de manifestación de fuerza que se utiliza en mayor medida en las carreras de 100 y 200m y gracias a ella podemos lograr altas velocidades en la fase de aceleración y mantenerlas durante el tramo de estabilización.

Es en la fase de velocidad lanzada donde se produce la más breve expresión de la fuerza. Los esprinteres de alto nivel utilizan entre 80 y 90 milésimas de segundo para vencer la resistencia del peso del propio cuerpo sometido a la inercia de la velocidad alcanzada cuando llegan a dicha fase. Esto supone realizar 4 o 5 pasos por segundo. Para conseguirlo el velocista debe mantener los músculos de la pierna de apoyo absolutamente compactos, y, a la vez, su pierna libre debe realizar movimientos de gran amplitud (hasta 11 radianes). Lograr estas prestaciones, solo es posible si poseemos una capacidad de contracción y relajación plenas cuando nos movemos a gran velocidad.

Es muy importante para los corredores de velocidad armonizar este tipo de fuerza con el de la fuerza contráctil, pues en aquellos músculos en los que se exagera el trabajo de fuerza es difícil alcanzar la capacidad de que se contraigan rápidamente.

Esta manifestación de fuerza se centra predominantemente en el sector pie-pierna, y somete a las estructuras articulares, ligamentosas y tendinosas de dicha zona a acciones repetidas e intensas. Por eso el trabajo de fuerza explosiva-elástico-refleja debe centrarse en ellas principalmente para que sea eficaz.

Los ejercicios y actividades que los entrenadores y estudiosos suelen prescribir para desarrollar este módulo son los siguientes:

- Acción de “muelle” en los tobillos.
- Saltos a pies juntos sobre obstáculos.
- Acción de tijera con sobrecarga en el plano sagital.
- Skiping con cinturón lastrado.
- Carrera saltada.
- Carreras con cinturón lastrado.
- Carreras a supervelocidad con cinturón lastrado.

-Acción de “muelle” en los tobillos. (Figura 2.21)

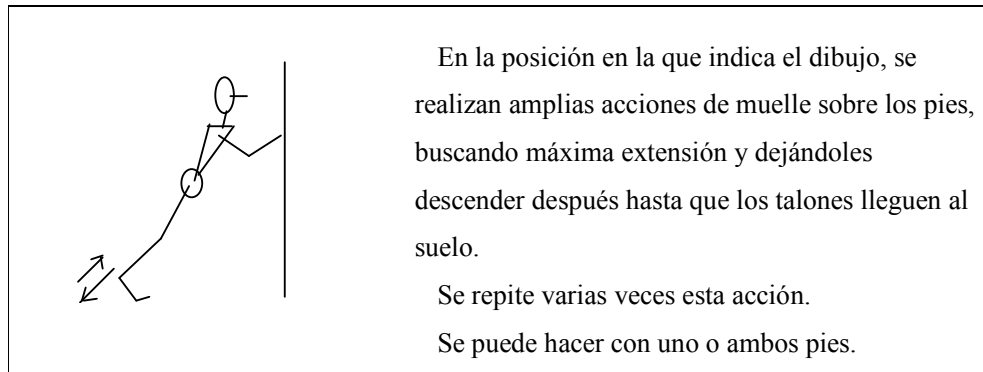


Figura 2.21. Acción “muelle” de tobillos

-Saltos a pies juntos sobre obstáculos. (Figura 2.22)

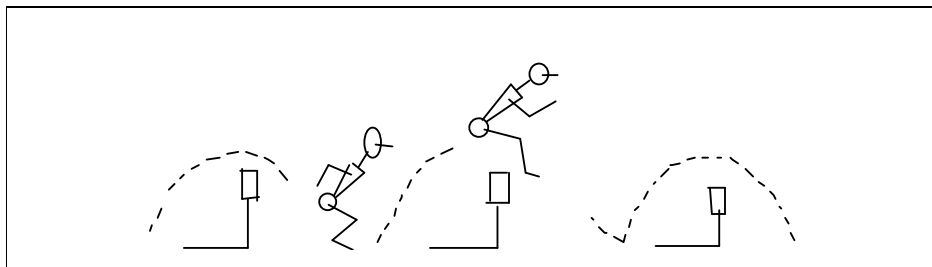
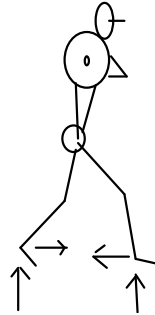


Figura 2.22. Saltos sobre obstáculos (pies simultáneos)

Son saltos verticales a pies juntos en sucesión continua sobre 8 o 10 obstáculos. Las alturas de las vallas pueden variar entre 40 y 70cm, dependiendo del nivel del atleta o del objetivo concreto de la sesión. La distancia entre obstáculo y obstáculo es aproximadamente de 1m. Para evitar traumatismos, se recomienda hacer los saltos sobre terreno blando (hierba), utilizando, además, cinturón de halterofilia para proteger la columna vertebral de los impactos.

Para realizarlos correctamente, conviene prestar especial atención a la acción de rebote sobre el suelo. Dicha acción debe hacerse de forma natural, sin rigidez y con el cuerpo en equilibrio; será una reacción rápida e intensa sobre el suelo y no se debe reclamar la flexión de las piernas hacia arriba al sobrepasar el obstáculo. Hacer esto supondría desvirtuar el efecto del ejercicio.

-Acción de tijera con sobrecarga en el plano sagital. (Figura 2.23)



Se parte de la posición de piernas separadas en el plano sagital. Desde allí se realiza una serie de saltos verticales continuos cambiando la posición de las piernas con una acción de tijera.

El rebote debe ir precedido de una amplia acción de muelle sobre la parte anterior del pie.

Las cargas pueden fluctuar entre el 50 y el 100% del peso corporal.

Figura 2.23. Acción de tijera en el plano sagital.

-Skipping con cinturón lastrado.

El ejercicio consiste, como cualquier otro skip, en una especie de carrera casi sin avanzar (con pasos muy cortos), en la que las rodillas deben ser elevadas por encima de la horizontal. A pesar de ello, la rodilla y la cadera tienen que quedar extendidas, evitando la actitud postural de “correr sentados”. La cadera se mantendrá en todo momento elevada apoyándose, para ello, en la acción de los glúteos y los pies.

La magnitud de carga del cinturón dependerá de las características del velocista. Según Vittori, permitirá hacer alrededor de 50 apoyos en 14 o 15 segundos.

-Carrera saltada.

Este ejercicio consiste en adoptar una situación intermedia entre lo que debe ser una carrera de velocidad y el desplazamiento mediante saltos horizontales alternos hacia delante.

A diferencia de lo que ocurre en una carrera de velocidad, aquí se trata de incidir en mayor medida sobre la acción reactiva del pie en el suelo. Para ello el pie debe de tocar el suelo con el metatarso. Dicha acción irá seguida de la hiper-extensión de la pierna de impulso y de una muy amplia flexión de la pierna libre hacia arriba (debe acercarse al pecho). Estos movimientos de máxima amplitud deben realizarse con el tronco inclinado hacia delante y en perfecta sincronía con el movimiento de brazos.

Comparándola con los saltos horizontales alternos, la carrera saltada tiene una secuencia rítmica muy distinta, ya que comporta una utilización de los parámetros espacio-temporales y fuerza-velocidad totalmente distintos, como se puede observar en la figura 2.24.

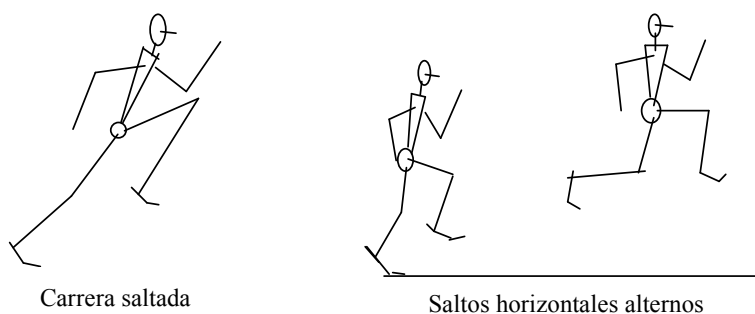


Figura 2.24. Carrera saltada

Mientras que en los saltos alternos, con controlar la distancia, es suficiente para valorar la ejecución, en la carrera saltada es necesario controlar el tiempo y el número de saltos utilizados para cubrir la distancia. Es la relación que se establece entre ambos factores la que nos permite valorar el nivel de fuerza manifestado, ya que el tiempo sólo nos ayuda a juzgar la rapidez con la que se desarrolla la fuerza.

Para valorar los progresos en fuerza en este ejercicio y si la relación entre la amplitud media de paso y el tiempo final son congruentes, se han elaborado tablas que nos permiten comparar los diferentes índices obtenidos.

Dichas tablas están basadas siempre en la relación con los parámetros amplitud-frecuencia que el velocista muestra en la competición.

-Carreras con cinturón lastrado.

Para algunos entrenadores, estos ejercicios clásicos de fuerza refleja cíclica, representan el máximo de especificidad porque, además de consistir en verdaderos esprines, la carga del cinturón lastrado incide sobre el trabajo recesivo de estiramiento que tiene lugar en la fase de amortiguación después de producirse el contacto del pie con el suelo.

Se calcula que corriendo a una velocidad de 10m por segundo, el efecto de un cinturón lastrado de 9kg, sobre la fase de trabajo excéntrico, es similar al que pudiera lograr el atleta corriendo sin cinturón a 10, 70 m/s (datos proporcionados por Vittori).

Si comparamos la evolución de la velocidad en carreras lanzadas sin cinturón y con cinturón, vemos que las mayores diferencias se dan en la fase de aceleración, sin embargo, al final del recorrido con cinturón se alcanzan cotas altas de velocidad, lo que indica que este tipo de ejercicios retarda la adquisición de velocidades elevadas pero no impiden su logro.

Sobre las distancias a utilizar, series y recuperaciones entre cada una de las series, se siguen las mismas pautas que en los entrenamientos habituales de velocidad.

-Carreras a supervelocidad con cinturón lastrado.

Para hacer este tipo de entrenamiento se necesita: un cinturón, un cable, una polea y la ayuda de un compañero. La forma de hacerlo se refleja en la figura 2.25.

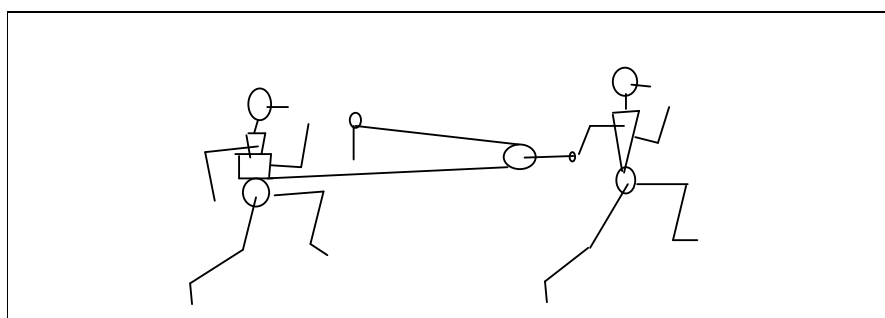


Figura 2.25. Supervelocidad con cinturón lastrado.

En este ejercicio se trata de que la ayuda del compañero se reciba, no como una ayuda pasiva sino como un suplemento de fuerza que permita ir a velocidades más elevadas, mejorando la capacidad para correr relajado a altas velocidades y notando una sensación de facilidad general que permite ir más rápido en carrera. La velocidad extra que se crea, unida al efecto de la carga del cinturón, suponen un magnífico medio para estimular el “sur plus” de fuerza que se obtiene por vía refleja.

2.4.3- Complementariedad.

En velocidad, se consideran trabajos complementarios de fuerza aquellos que, sin incidir directamente en la mecánica básica de carrera o buscar el desarrollo de los grupos musculares que rigen las acciones principales, ayudan al desarrollo muscular y mecánico de estructuras corporales que influyen en que nuestra forma de correr sea más precisa, fluida y equilibrada.

Se trata principalmente de tres tipos de trabajos:

- *Ejercicios de fuerza que buscan el desarrollo muscular de brazos, cintura escapular y medio torso,*
- *Ejercicios de fuerza que potencian el desarrollo de la técnica de carrera,*
- *Trabajos de fuerza isométrica que dan mayor solidez y resistencia mecánica al aparato locomotor.*

Ejercicios de fuerza que buscan el desarrollo muscular de brazos, cintura escapular y medio torso. Un velocista no sólo necesita unas piernas fuertes para correr. También necesita hacer uso, sobre todo en la primera fase de carrera y en la puesta en acción, de la fuerza de su tronco y de sus brazos para completar la aplicación de fuerza que tiene lugar a través de su pierna de apoyo. Para desarrollar la fuerza en las zonas mencionadas se utilizan dos grupos de ejercicios: unos orientados a la mejora de la fuerza en los brazos y en el cinturón escápulo-humeral y, otros que buscan el desarrollo muscular del torso.

Los ejercicios de fuerza más utilizados para los *brazos y la cintura escápulo-humeral* son los siguientes:

- Cargada y arrancada con pesas

En la figura 2.26 se incluyen estos dos ejercicios globales que buscan la activación rápida de un gran número de unidades motrices y además tienen una acción de refuerzo sobre los músculos de la cintura escapular, que resulta muy beneficiosa para los velocistas, sobre todo al despegar de los tacos y en la puesta en acción.

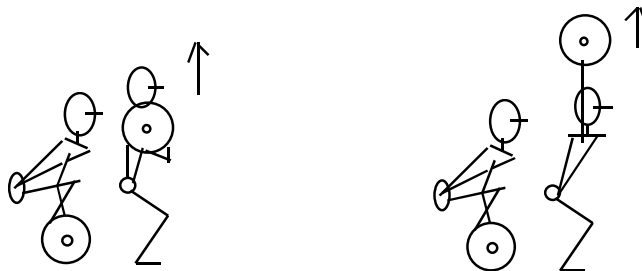


Figura 2.26. Cargada y arrancada.

- Press de banca horizontal (Figura 2.27)

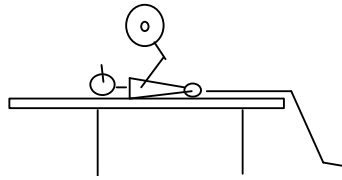


Figura 2.27. Press de banca.

Con este ejercicio se busca el reforzamiento de los músculos situados en la cintura clavicular (pectoral y deltoides) y los flexores y extensores de brazos.

- Tracciones de brazos

Son ejercicios que se centran en la cintura escapulo-humeral y especialmente en los músculos flexores de los brazos. Como indica la figura 2.28, pueden hacerse suspendidos sobre una barra o utilizando máquinas para ejercicios isocinéticos.

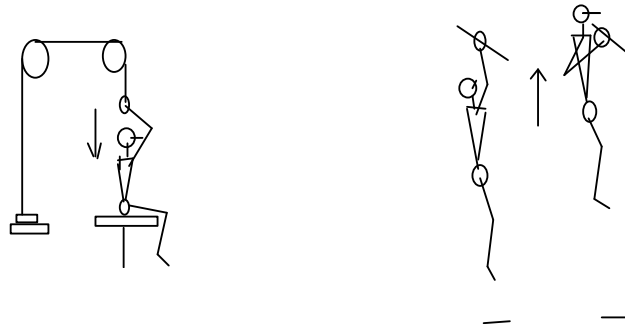


Figura 2.28. Tracciones de brazos

- Acción específica de brazos en carrera (Figura 2.29)

En este ejercicio se utilizan mancuernas para desarrollar la fuerza de los músculos de los brazos implicados en la acción pendular que estos realizan al correr

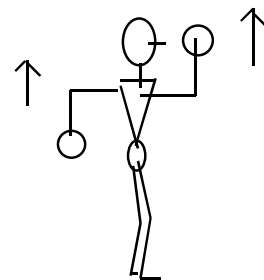


Figura 2.29. Acción de brazos con “pesas”

Ejercicios para el desarrollo muscular del *medio torso*.

Actividades como la carrera y los saltos ejercen una gran presión sobre la región lumbo-pélvica (incluidas la 4ª y 5ª vértebras lumbares). Esto es así porque, cuando corremos, en esta región es donde convergen las fuerzas superiores del tronco,

cabeza y brazos y las fuerzas inferiores transmitidas desde el suelo. Como consecuencia de ello, para controlar las tensiones a las que se ve sometida la zona, es necesario tener convenientemente desarrollados los músculos del “*erectum trunci*”, del abdomen y los glúteos.

Unos músculos fuertes en la zona central del cuerpo ayudan a mantener la estabilidad y el equilibrio del cuerpo cuando éste se ve sometido a altas aceleraciones. Esto es posible porque una musculatura bien desarrollada permite al tronco adoptar una posición más adecuada y, por otra parte, facilita la acción de los reflejos posturales, aquellos que se ponen en marcha cuando el cuerpo se ve sometido a balanceos o cambios bruscos de postura.

La técnica de carrera tiene bastante dependencia de la fortaleza de la zona, así, por ejemplo, los oblicuos del abdomen son fundamentales para controlar las fuerzas de rotación a las que se ve sometida la pelvis y la zona lumbar. Unos oblicuos débiles no nos permitirían controlar dichas fuerzas y nos veríamos obligados a realizar movimientos de rotación de carácter compensatorio con el hombro contrario.

La acción y la posición de la pelvis son fundamentales para correr bien. Si queremos correr con zancadas amplias es necesario rotar la cadera. Esto, en caso de no disponer del tono muscular adecuado en el abdomen, convertiría dichos movimientos en excesivos y añadirían desequilibrio y falta de coordinación. Por otra parte, una pelvis mal posicionada, con una inclinación anterior elevada, como consecuencia de un pobre desarrollo muscular en la zona, nos limitaría la gama de movimientos de la cadera y nos llevaría a una excesiva extensión de la pelvis y una limitada flexión. Una posición técnica de estas características reduciría la amplitud del movimiento de la rodilla, aumentando el tiempo de contacto del pie en el suelo. Esto no sería deseable porque el centro de gravedad quedaría más bajo de lo debido.

De lo expuesto anteriormente, se deduce la necesidad de desarrollar la fuerza en los músculos flexores y rotadores del tronco (recto anterior del abdomen, oblicuo externo y oblicuo interno).

Dichos músculos, como hemos dicho, desempeñan una función tonal, de sostén de la zona, y por esa razón tienen un alto porcentaje de fibras de contracción lenta. Consecuentemente, los expertos aconsejan basar el desarrollo de su fuerza en ejercicios denominados de “situp”(sentarse y levantarse). En realidad se trata del mantenimiento de ciertas posturas, en las que algunos segmentos corporales son sometidos a movimientos de subir y bajar. Los movimientos deben hacerse de forma

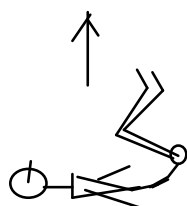
lenta (de 1 a 4 segundos por repetición) y reduciendo al máximo la tensión en la zona lumbar.

En el desarrollo muscular de la zona media del cuerpo, Adrian Faccioni⁶⁸ distingue *tres etapas*:

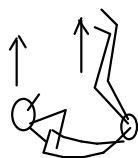
Una *primera etapa* en la que se aconsejan posiciones como las que se señalan en la figura 2.30. Se trata de posiciones basadas en un agrupamiento muy marcado de las diferentes partes del cuerpo con el objeto de aumentar la activación de los músculos abdominales y minimizar el stress o la tensión en la zona lumbar.



En la posición que se indica, se realizan flexiones y extensiones sin acercarse a menos de 30° del suelo. Los pies no deben estar sujetos para evitar la intervención del psoas.



Con la zona dorsal de la espalda apoyada en el suelo, la zona lumbar despegada para evitar tensiones y las piernas flexionadas, elevaciones y descensos lentos y cortos de las piernas. .

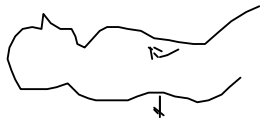


Con la zona cervical y lumbar de la columna vertebral despegadas del suelo. Rebotes lentos y cortos hacia arriba con la cabeza y las piernas.

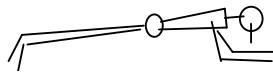
Figura 2.30. Ejercicios de “situp”

El problema de los ejercicios de “situp” como los expuestos anteriormente es su aplicación funcional cuando queremos transferir su efecto a las situaciones del esprín que tienen una dinámica muy diferente. Para tratar de subsanar dicho problema, se aconseja, en una *segunda etapa*, combinar trabajos isotónicos lentos, como los anteriores, con trabajos isométricos basados en el mantenimiento de posturas más específicas del esprín, como se aprecia en la figura 2.31

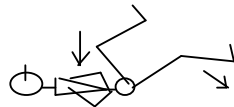
⁶⁸ FACCIÓNI, A. (1995). “The role of the Mid-Torso in Maximizing sprint Performance” Track coach, N° 133, Pág. 4233-4237. Australia.



Ahuecar la zona abdominal.- Consiste en contraer los abdominales hacia dentro al máximo, mientras se desciende la zona lumbar y se mantiene la posición de la caja torácica (respiración normal).



Prono Isométrico.- Se parte de rodillas y codos apoyados. Se despegan poco a poco las rodillas y nos quedamos sobre los codos y los pies. Hay que contraer el abdomen al máximo para evitar el descenso de la zona lumbar.



Movimientos de piernas con soporte lumbar.- La espalda pegada al suelo con los dedos situados debajo de la zona lumbar. Al contraer el abdomen la zona lumbar debe presionar sobre los dedos.

La presión se debe mantener 10 segundos (duración de cada ciclo de movimiento de piernas).

Figura 2.31. Ejercicios de “situp” con tensión abdominal.

Una vez dominados los ejercicios isométricos pasivos, se pasará, en una *tercera etapa*, a realizar ejercicios activos con soporte isométrico como pueden ser los que ilustran la figura 2.32.

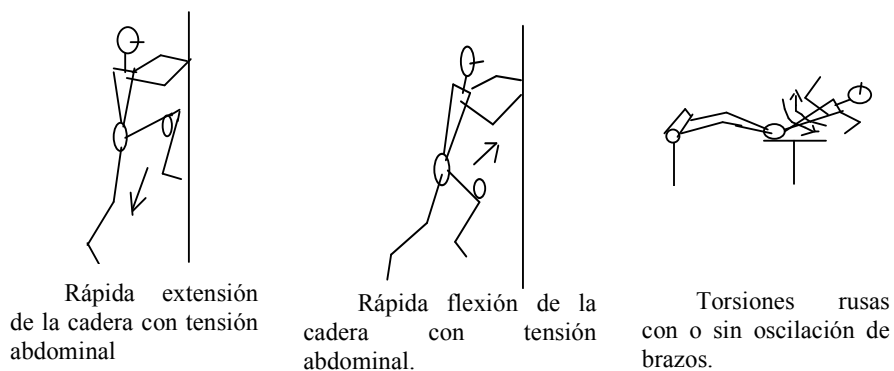


Figura 2.32. Ejercicios activos con soporte isométrico.

El punto final de la tercera fase sería realizar ejercicios de técnica de carrera en la pista de entrenamiento poniendo especial atención en el control de la zona central del cuerpo (tono abdominal y eliminación de la tensión lumbar).

Ejercicios de fuerza que potencian el desarrollo de la técnica de carrera.-

Algunos entrenadores les denominan “ejercicios asociados de fuerza”, porque suponen un eslabón intermedio entre la acción propia de carrera y los ejercicios de fuerza que se aplican en la sala de halterofilia y que buscan el desarrollo de grupos musculares que se consideran específicos o potencian formas de manifestación de fuerza que están presentes en las pruebas de velocidad.

Estos ejercicios tienen su razón de ser por las diferencias de tipo mecánico existentes entre los ejercicios que se aplican y la situación de carrera.

Tomemos como ejemplo el ejercicio de simi-squat que, en teoría, tiene cierto parecido con a acción en carrera de toma de contacto del pie en el suelo. Al analizar detalladamente ambos movimientos observamos que las similitudes, en realidad no son tantas:

- En el semi-squat el grado de flexión es mayor.
- La aplicación de fuerza es vertical, mientras en carrera tiene doble componente: vertical y horizontal.
- En el semi-squat la tensión se centra especialmente en el cuádriceps. En carrera, además del cuádriceps, tienen un gran protagonismo los músculos de la pantorrilla y el pie.
- En carrera la fuerza se ejerce a través de una sola pierna y en el semi-squat se utilizan de forma simultánea ambas piernas.

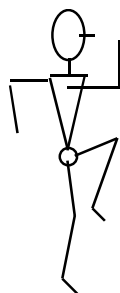
Razones como las expuestas, hacen que los entrenadores busquen ejercicios que faciliten la transferencia de fuerza hacia la situación real de carrera. Para ello, programan ejercicios que afiancen la técnica de carrera. Hemos encontrado tres grupos de dichos ejercicios con orientaciones diferentes:

- a- Ejercicios que buscan hacer más eficaz la acción de la pierna en alguna de las fases de carrera.
- b- Ejercicios globales de fuerza que pretenden mejorar la técnica de carrera en la fase de máxima velocidad.
- c- Ejercicios que persiguen el desarrollo técnico en la salida y en la fase de aceleración.

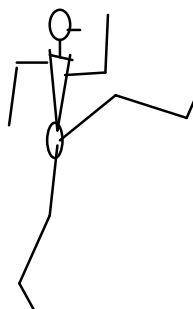
a- Ejercicios que buscan hacer más eficaz la acción de la pierna en alguna de las fases de carrera..-Son trabajos de fuerza pensados para hacer que el movimiento que debe realizar la pierna durante el ciclo de la zancada sea cada vez más preciso y eficaz. Para ello, se centran en los momentos decisivos de la fase de carrera:

elevación de la rodilla por delante, acción de búsqueda y toma de contacto de la pierna con el suelo, impulsión y oscilación de talones hacia delante.

A estos ejercicios se les denomina “skipings” y hay tres muy clásicos que incluimos a continuación en la figura 2.33.



Skiping elevando rodillas.- Se centra en dos aspectos: elevación de la rodilla por delante y la toma de contacto del pie en el suelo. Ésta debe ser muy reactiva para favorecer la impulsión. Además, tiene que tener lugar lo más cerca posible de la vertical del centro de gravedad.



Elevar y extender la rodilla por delante.- Busca hacer más eficaz la acción de tracción del pie en el momento en que este contacte con el suelo. La pierna debe extenderse antes de iniciar el movimiento hacia atrás y tiene que contactar con el suelo totalmente extendida.



Skiping de talón glúteo.- Trata de mejorar la oscilación del talón hacia delante una vez haya terminado la acción de impulsión. Es fundamental que el talón busque situarse rápidamente debajo del glúteo para facilitar la elevación de la rodilla.

Figura 2.33. Skipping

b/ Ejercicios globales de fuerza que pretenden mejorar la técnica de carrera en la fase de máxima velocidad..-Estos ejercicios están encaminados a potenciar lo que Jacques Piasenta⁶⁹ denomina ciclo anterior de carrera. Si observamos la figura 2.34, vemos como los ciclógrafos que describen las piernas de los velocistas de elite al correr son muy distintos de los que describen los principiantes.

⁶⁹ PIASENTA, J. (2004). “Análisis funcional de la zancada y procedimientos de aprendizaje de la carrera” Rincón del Entrenador, Vol. 13. E.N.E. RFEA.

La diferencia fundamental estriba en que en los velocistas cualificados el sector del círculo situado por delante de la vertical del centro de gravedad es mayor que el situado por detrás. En los atletas noveles ocurre justo lo contrario.

Según Piasenta, los buenos velocistas elevan más la rodilla por delante y ello se debe a que preparan mejor la toma de contacto con el suelo, haciéndolo con la parte anterior del pie y siguiendo una dirección de adelante atrás. En cambio, los principiantes hacen el apoyo desde el talón hacia delante, con lo cual aumentan la fase de amortiguamiento.



Ciclógrafo del velocista cualificado



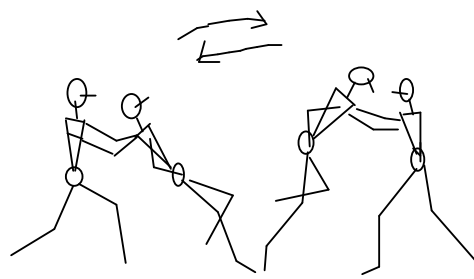
Ciclógrafo del velocista principiante

Figura 2.34. Ciclógrafo de carrera en de velocistas noveles y consagrados según Piasenta.

Por otra parte, el ángulo de despegue en los campeones es mayor, lo que les permite recoger más rápidamente el talón hacia delante. Los jóvenes, al despegar con un ángulo más agudo obligan a su talón a realizar una oscilación mucho más amplia por detrás de la vertical del apoyo. Esta es también una de las razones por las cuales en los buenos velocistas se observa que en la fase de amortiguación la pierna libre ya está por delante del apoyo, lo que permite aligerar esta fase, mientras en los atletas que se inician en la velocidad la pierna libre queda siempre por detrás.

En la escuela francesa de velocidad, que es la que mayor preocupación tiene por este aspecto, proponen para potenciar el ciclo anterior de carrera los ejercicios siguientes:

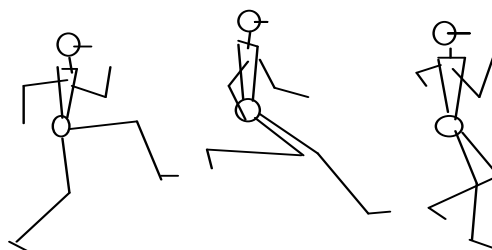
-De puntillas y con la pierna de apoyo totalmente extendida, cambios, con la ayuda de otros compañeros, en la inclinación del cuerpo. Figura 2.35.



Se busca trabajar el tipo de tensión que se aplica en la toma de contacto con el suelo y, además, desarrollar la fuerza en los músculos correspondientes.
Figura 2. 35. Ejercicio estático para el apoyo

-Segundos saltos de triple poniendo el acento en el ciclo anterior del salto.

Figura 2.36



Una vez se encuentra la rodilla de la pierna libre por delante y en el punto más alto, se debe extender antes de llegar al suelo y, en esa posición, traccionar hacia atrás en el momento de contactar con el suelo.

Figura 2.36. Segundos de “triple” con acento en el sector anterior de la zancada.

-Carreras sobre obstáculos aumentando en frecuencia y longitud de zancada. Se utilizan vallas muy bajas, estableciendo como distancia inicial entre las dos primeras un metro. Después esa distancia irá aumentando entre cada tramo 10cm, hasta llegar a los tres metros. La idea, como indica la figura 2.37, es elevar primero la rodilla y extenderla antes de llegar al suelo e ir aumentando paulatinamente la velocidad y la aplicación de fuerza

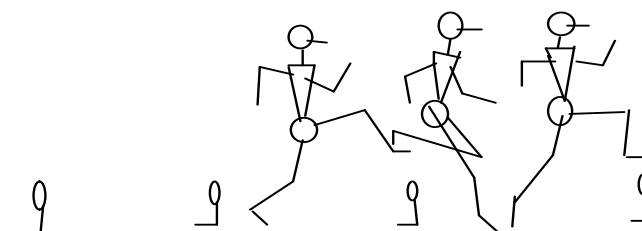


Figura 2.37. Carrera sobre obstáculos con variación progresiva de la separación.

-Saltos a la pata coja sobre obstáculos. También en este caso, cuando el atleta esté sobre la valla tendrá que extender la pierna antes de caer al suelo. Después de impulsar deberá recoger rápidamente el talón hacia el glúteo. Figura 2.38.

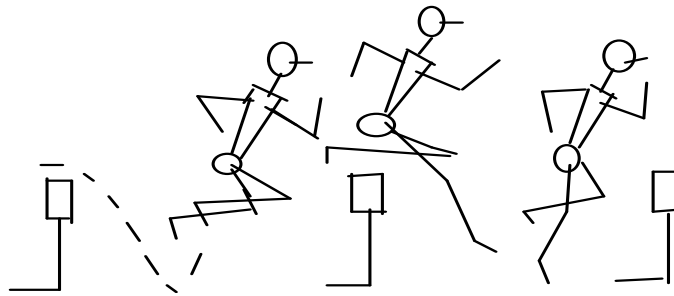


Figura 2.38. Saltos a la pata coja sobre obstáculos, marcando la acción anterior.

c/ Ejercicios que persiguen el desarrollo técnico en la salida y en la fase de aceleración.-Habitualmente la técnica en la primera fase de las carreras de velocidad se entrena con la repetición, desde los bloques de salidas, de carreras lisas que oscilan entre 20 y 40m de distancia. También en ocasiones se parte desde los bloques de salida con cargas suplementarias (arrastres) o se obliga al atleta a escalar pendientes de aproximadamente 20m. Actividades y ejercicios como los indicados se utilizan en las escuelas italiana, francesa y americana. En la **escuela rusa**, además de los indicados, se aplican ejercicios complementarios de fuerza como los que exponemos a continuación.:

-Salidas de tacos y 2º de triple con el tronco muy inclinado.

Este es un ejercicio de control de las posiciones del tronco y la cadera y, además, supone la aplicación alternada de fuerza con ambas piernas. No se debe hacer muy rápido, porque interesa en gran medida el control del equilibrio para que las posiciones de la cadera y el tronco no varíen durante el ejercicio. Se utilizan dos variantes:

En la *primera*, una vez realizada la impulsión, se recoge rápidamente el talón hacia delante acercándolo al glúteo. Figura 2.39.

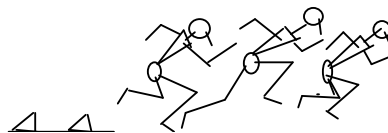


Figura 2.39. Salida de tacos con 2º de triple.

En la *segunda*, una vez se realiza la impulsión, se mantiene la pierna extendida, hasta que se apoye la pierna de delante en el suelo (no importa que el empeine de la pierna de atrás arrastre en el suelo). Una vez que se apoya la pierna de delante en el suelo, se lleva el talón de la pierna de atrás hacia delante. Figura 2.40.

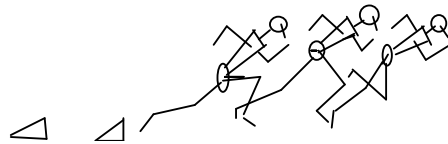


Figura 2.40. Salida de tacos y 2ª de triple con cadera baja.

-Salidas de tacos aplicando niveles altos de fuerza y frecuencia.

Utilizando arrastre, se hacen salidas de tacos y una vez hecho el segundo apoyo después de abandonar los tacos, a la pierna que viene de atrás e inicia su oscilación hacia delante, se le obliga a hacer sus apoyos por detrás de la pierna adelante, impulsando fuertemente en el suelo para catapultar de nuevo a aquella hacia delante. Por tanto, la acción de fuerza siempre se ejerce con la misma pierna.

En este ejercicio, al disminuir al mínimo la fase de vuelo, los intervalos de tensión máxima y relajación son muy reducidos y suponen una magnífica experiencia para que el cerebro asimile así el mecanismo de aplicar gran cantidad de fuerza a máxima frecuencia. Figura 2.41.

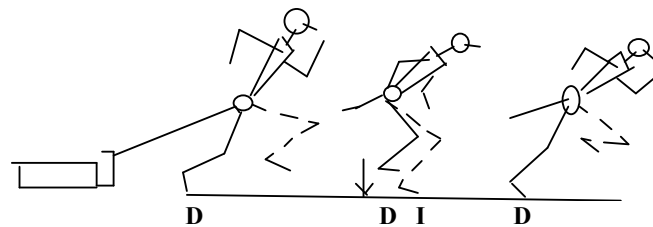


Figura 2.41. Carreras con arrastres, apoyando la pierna de impulso por detrás de la de apoyo.

-Salidas de tacos con caída en el foso de goma-espuma.

Se trata de un ejercicio para aprender la aplicación de fuerza en los bloques de salida. Se utilizan dos variantes, la primera, realizando exclusivamente la acción de empujar sobre los bloques y caer sobre el foso lo más lejos posible con los brazos y,

la segunda, cayendo en el foso después de salir de tacos y hacer dos o tres apoyos. Figura 2.42.

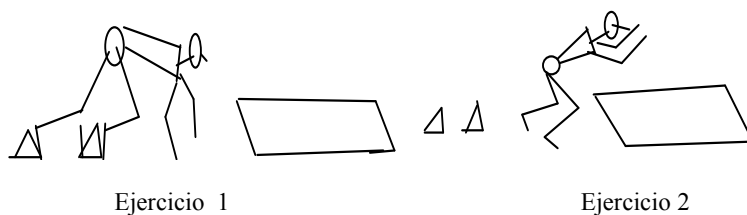


Figura 2.42. Salidas de tacos y caída en el foso.

Trabajos de fuerza isométrica que dan mayor solidez y resistencia mecánica al aparato locomotor. Para dar consistencia mecánica al aparato locomotor del velocista es necesario prestar atención a su estructura elástica y al desarrollo muscular de su bóveda plantar.

Para sacar máximo partido a la estructura elástica del músculo es necesario, según Voinov⁷⁰ aplicar trabajos de tipo isométrico. Según el mencionado entrenador y profesor, el concepto clásico de unidad de acción motora según el cual, una fibra nerviosa, a través de la sinapsis y de una sustancia que sirve de mediadora (la acetilcolina), entra en contacto con la fibra muscular, no es exacto. Para que dicha cadena esté completa habría que tener en cuenta las zonas de unión entre el tejido muscular y el tejido tendinoso, así como la unión entre el tejido tendinoso y el tejido óseo.

También piensa que el 90% de los entrenadores realizan sus programaciones teniendo en cuenta el concepto clásico de unidad de acción motora y, con ello, se olvidan del desarrollo de la estructura elástica del músculo.

Para desarrollar la estructura del músculo no debemos centrarnos solamente en los tendones o en la membrana fibrosa que conforma los diferentes compartimentos del músculo a partir de la aponeurosis denominada perimysio, debe tenerse en cuenta, además, la red de colágeno que recubre la fibra muscular y las pestañas de miosina, que también son de colágeno y, por tanto, elásticas.

Cuando nosotros estiramos un músculo relajado, sólo influimos sobre la red de colágeno de la membrana elástica que recubre las fibras. Sin embargo, cuando estiramos el músculo contraído, las pestañas de miosina se encuentran activadas, en

⁷⁰ VOINOV, V. (1995). "Soporte Anatómico fisiológico para la teoría del Trabajo Pliométrico". Actividad de los sectores de velocidad y vallas. Intercambio deportivo con Rusia. E.N.E. RFEA.

tensión, insertas en los orificios de actina y dispuestas a arrastrar a ésta hacia los discos Z.

En dicha situación está implicada toda la estructura del músculo y, por ello, el trabajo isométrico de fuerza resulta más eficaz y beneficioso. Podemos comprobar que el trabajo de fuerza encaminado al desarrollo de la estructura elástica, puede ser una ayuda eficaz para contraer más rápidamente el músculo, mediante el siguiente ejemplo:

1ª.- Si levantamos voluntariamente un dedo y desde allí lo bajamos lo más rápidamente posible, la velocidad que alcanzaremos no será mucha.

2ª.- Si levantamos el dedo ayudándonos con la otra mano hasta llegar al límite articular, y en ese momento lo soltamos, el dedo bajará más rápido y con mayor intensidad.

3ª.- Si repetimos de nuevo la acción pero, en esta ocasión, con tensión mientras lo llevamos al límite articular, bajará aún con mayor rapidez.

El ejemplo nos sirve para ilustrar cómo debe construirse la técnica de los movimientos en el trabajo de tipo isométrico: “los músculos tienen que recibir una carga máxima de tensión y estar estirados”. Con este tipo de trabajo se produce en la estructura elástica del músculo un reforzamiento debido a una mayor producción de colágeno y elastina, materiales que conforman dicha estructura.

Al someter a tensión los elementos elásticos del músculo, el organismo centra la atención en dicha zona que emite señales de alarma al ser sacada de su estado de confort. Como consecuencia de ello, se inician los procesos de protección, produciéndose la intervención de las células fibroblásticas especializadas en reforzar las estructuras sometidas a estrés.

En definitiva, si sometemos el músculo a un estiramiento asociado a la tensión muscular, contribuiremos a la formación de colágeno y elastina, reforzándose cada vez más las pestañas de actina, las uniones entre tendón y músculo y entre músculos y huesos.

Según los expertos, a través del trabajo isométrico, podemos obtener las siguientes ventajas o mejoras:

-Mayor eficacia mecánica, teniendo en cuenta que en el tejido conjuntivo del músculo tienen lugar procesos químicos de carácter metabólico y, a través de su potenciación, podemos influir directa o indirectamente para dar una mayor solidez y resistencia mecánica al aparato locomotor.

-Posibilita un mayor acortamiento del músculo. Aunque, al aplicar tensión de tipo isométrico, la distancia entre los puntos de origen e inserción del músculo no varíen, gracias a la capacidad del tendón para aumentar su longitud y por efecto de la tensión, el tejido muscular puede acortarse en mayor grado. Figura 2.43.

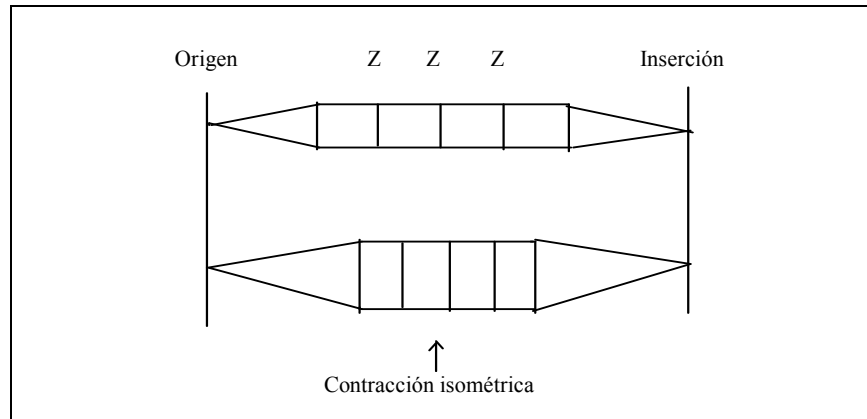


Figura 2.43. Acortamiento del músculo en el trabajo isométrico. Voinov 1995.

-Permite hacer un mayor trabajo anaeróbico. Con el trabajo isométrico, al comprimirse el tejido muscular, el músculo aumenta de volumen y oprime los vasos sanguíneos dificultando la llegada de la sangre rica en oxígeno y dejando al músculo a expensas de los recursos energéticos del ATP-CP y del glicógeno.

Con el ejercicio isométrico la duración del trabajo anaeróbico puede ser mayor que con el dinámico, debido a que, al no ser acciones tan bruscas, los tendones sufren menos y recuperan mejor su condición elástica durante el periodo de recuperación.

-Ayuda a mejorar el control del tono muscular. Al ser un ejercicio voluntario basado en la aplicación de tensión muscular durante periodos prolongados de tiempo, supone una experiencia muy positiva para el cerebro, pues le obliga a recordar mejor las dosis de tensión aplicables y a enviar con mayor precisión los impulsos nerviosos a la zona requerida. En definitiva, ayudará a regular el tono muscular, no solo en estado de tensión, sino también en estado de relajación.

Como hemos dicho en varias ocasiones, el control del tono muscular para un velocista es importantísimo. Por eso, todo lo que suponga una mejora en la capacidad para aplicar tensión, llevará implícito una mayor

capacidad para relajarse... “Un atleta que no sabe aplicar tensión, difícilmente sabrá relajarse”. Saber relajarse puede ser, en ocasiones, más importante que ser fuerte. Teniendo en cuenta que en la velocidad las acciones agonistas y antagonistas de los músculos de las piernas se alternan de una forma muy rápida, es imprescindible, para aumentar la velocidad y la intensidad de contracción de un músculo, que su antagonista se relaje convenientemente para no frenar la acción.

-Mejora la capacidad de reclutamiento y sincronización de unidades motrices del músculo. Como hemos dicho, en los trabajos isométricos se puede aplicar tensión durante mucho tiempo, implicando en gran medida a las estructuras nerviosas. Cuando, por la prolongación del trabajo, el músculo implicado se fatiga, entonces ayudan otros músculos que antes no lo hacían, pudiendo incluso sustituirle en su función. De esa forma intervenimos en un “zona muerta” que con los ejercicios dinámicos sería prácticamente imposible activar.

Con el trabajo isométrico podemos llegar a activar hasta el 80% de la masa muscular de un segmento corporal, cota que es prácticamente imposible lograr con los ejercicios dinámicos.

Los impulsos prolongados en el tiempo hacen que aumente el diámetro del nervio y ello lleva implícito un aumento de la velocidad de impulso y una disminución de la respuesta.

-Se consigue un índice de acortamiento muscular muy similar al que se produce en las pruebas de velocidad. Los músculos de los velocistas, cuando se encuentran en la fase de máxima velocidad, utilizan solamente entre un 5 y un 8% de su capacidad de acortarse. Ese es también el índice aproximado de acortamiento que se produce con los ejercicios isométricos. Además, la magnitud de estiramiento del tendón es similar.

En la **escuela rusa**, que es sin duda donde mayor importancia se da a este tipo de trabajo, recomiendan para los velocistas realizar trabajos de tipo isométrico con los siguientes grupos musculares: glúteo mayor, bíceps femoral, lumbares, abdominales, tríceps sural, psoas y cuádriceps.

Para a llevar a cabo dicho trabajo se recomiendan dos métodos:

-Aplicar tensión durante un tiempo (10´) y estiramientos progresivos

-Aplicar tensión y quitarla de forma progresiva (1,2,3, ..9, 10'') o (10, 9, ...3,2,1'') y estiramientos progresivos.

La importancia del desarrollo muscular de la *bóveda plantar* para dar consistencia mecánica al aparato locomotor, viene dada por el hecho de que el pie se sobrecarga por las acciones de los demás músculos. Se calcula que la carga del pie al correr es unas 14 veces mayor a su masa.

Si la bóveda plantar se hunde al correr, como consecuencia de un desarrollo muscular deficiente, se sobrecarga el tendón de Aquiles y el riesgo de trauma en él aumenta considerablemente. El tendón de Aquiles no sólo es un problema para los velocistas, por la tensión que se genera en él, sino también para los corredores de distancias mayores. Algunos estudios indican que el 60% de los corredores de medio fondo y fondo que se ven obligados a abandonar la práctica atlética lo hacen por problemas en el tendón de Aquiles.

En la figura 2.44, se representan algunos de los ejercicios más comunes de los utilizados para fortalecer la bóveda plantar y como profilaxis del tendón de Aquiles.

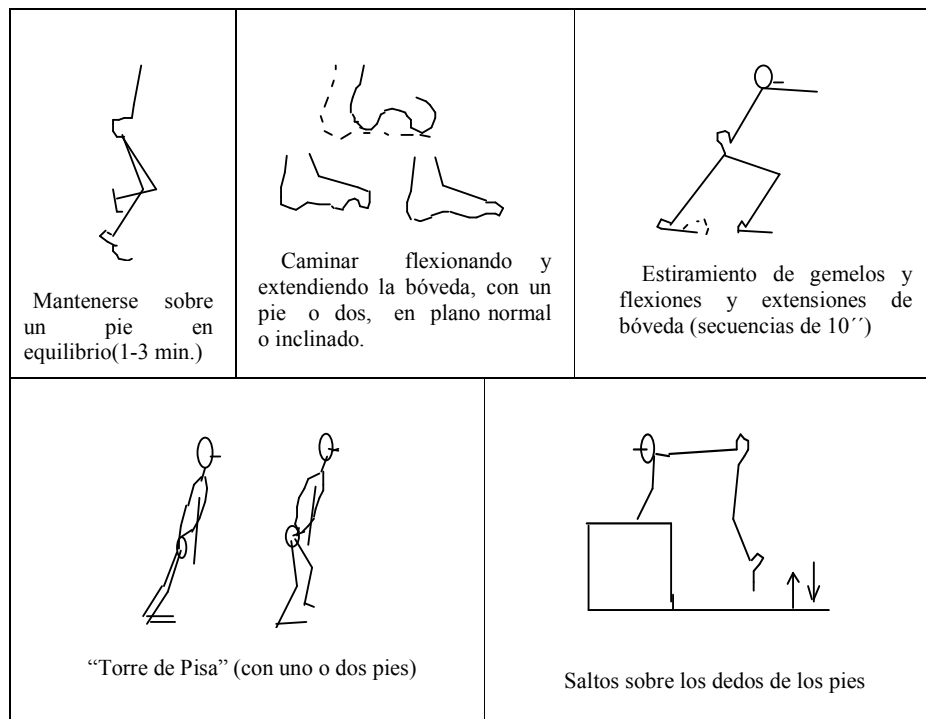


Figura 2.44. Ejercicios para los músculos de la bóveda plantar.

Según los expertos, como los músculos de la bóveda plantar son muy pequeños, se pueden entrenar más y más a menudo, porque se recuperan mucho más rápido que los grupos musculares grandes

2.5.-DISTRIBUCIÓN DE LOS DISTINTOS CONTENIDOS DE FUERZA EN EL PLAN ANUAL DE LOS CORREDORES DE 100M.L y 200M.L.

Dado que el atletismo es un deporte individual en el que los objetivos principales guardan relación con la idea de conseguir los máximos niveles de forma en momentos muy puntuales de la temporada en los que tienen lugar las competiciones más importantes a nivel nacional e internacional, resulta decisivo hacer una distribución coherente de los diferentes contenidos de entrenamiento a lo largo de la temporada atlética.

Por eso, en relación con los contenidos de fuerza en las pruebas de 100 y 200 metros lisos, hemos considerado que, además de conocer qué mecanismos o componentes de fuerza se potencian con las actividades o ejercicios que programemos, o cuál es el efecto que estos puedan tener sobre la mecánica de carrera, ya se trate de acciones propulsivas o complementarias, es de vital importancia conocer cómo se van a distribuir dichos contenidos y el peso específico que tendrán a lo largo de la temporada. En la misma línea, convendrá saber la frecuencia con la que se van a programar en la diferentes unidades de entrenamiento (macro-ciclos o micro-ciclos), así como la estructura que adoptarán las sesiones específicas de fuerza, los métodos a utilizar para su desarrollo, las intensidades de los estímulos aplicados y los volúmenes de carga recomendados.

Hemos considerado importante, antes de iniciar el análisis de los elementos apuntados anteriormente, aclarar que, al referirnos a ellos, tendremos en cuenta *principalmente tendencias*, aún a sabiendas de que, con ello, los datos serán menos precisos, pues no debemos olvidar que los planes de entrenamiento son aplicados de forma individual a atletas con características físicas propias.

Del mismo modo, cuando hagamos referencia a las diferentes escuelas de velocidad, deberemos tener en cuenta que éstas incluyen a un número elevado de entrenadores y que estos, aunque sigan las directrices generales, al aplicarlas desde una óptica personal, resultará inevitable que introduzcan variables que al final convertirán el proceso de entrenamiento en un programa sistematizado con un cierto sello personal.

Comenzaremos diciendo que prácticamente todos los velocistas de alto nivel dividen la temporada en dos periodos competitivos o macro-ciclos: la *temporada "indoor" o de pista cubierta* y la *temporada al aire libre*.

En cada uno de dichos macro-ciclos se distinguen tres periodos:

- El periodo preparatorio o general.
- El periodo especial.
- El periodo competitivo.

Sobre este calendario general, las diferentes escuelas suelen realizar ligeros reajustes. Por ejemplo, la **escuela rusa**, en el periodo preparatorio, antes de comenzar a desarrollar los contenidos propios del periodo, propone una etapa de introducción de cuatro semanas para la pista cubierta y de dos semanas para la las competiciones de aire libre.

La **escuela italiana**, que concede menor importancia a las competiciones de pista cubierta, reduce el periodo competitivo en dicha fase. Esto les permite realizar un trabajo de acumulación más extenso y, como consecuencia de ello, en la *temporada de aire libre*, prescinden del periodo de preparación general, dejando reducida esta etapa a dos ciclos de preparación más largos: el periodo especial y el periodo competitivo.

Antes de continuar adelante, consideramos de interés indicar, por la significación del técnico de que se trata, que Vladinir Parsjsuk, entrenador de Irina Privalova, no sigue el modelo de programación que hemos expuesto y alterna a lo largo de cada macro-ciclo dos bloques: En el primer bloque hace mayor énfasis en el trabajo de velocidad y, en el segundo, incide en mayor medida sobre el desarrollo de la resistencia especial y la fuerza. Las razones que da para proponer un modelo distinto de ordenación del entrenamiento guardan relación con el hecho de que en el tipo de programación más habitual se comienza trabajando en mayor medida la resistencia, después la fuerza y finalmente la velocidad. Esto, según él, es un error, porque es precisamente en el periodo competitivo cuando el atleta debe tener un balance más equilibrado entre estas tres cualidades.

Planteamiento global sobre el desarrollo de la fuerza en velocidad. Aunque existe bastante coincidencia sobre la distribución y el tipo de las actividades y ejercicios que se utilizarán para desarrollar la fuerza en los diferentes periodos de

preparación, en el primer periodo o periodo de preparación general, se observa una mayor variedad en cuanto a planteamientos.

Prácticamente todas las escuelas coinciden en que los objetivos a alcanzar en dicho periodo serían los siguientes:

- desarrollo de la capacidad general de fuerza;
- acondicionamiento paulatino de la musculatura para soportar trabajo durante largos periodos de tiempo;
- preparación del sistema muscular para el trabajo específico que deberá ser desarrollado posteriormente.

Sin embargo sobre los contenidos de fuerza a utilizar para conseguir los objetivos marcados se coincide en unos casos y se difiere en otros: existe consenso en cuanto a la eficacia del trabajo en “circuitos” para desarrollar la capacidad general de fuerza, así como en la necesidad de incidir mediante este tipo de trabajo en otras cualidades físicas como puedan ser la coordinación y la flexibilidad. Se discrepa sobre otros contenidos habituales en los inicios de temporada como en caso de las grandes cargas con halteras o los multisaltos.

Mientras en la **escuela rusa** el uso de multisaltos, en este primer periodo, es generalizado y extenso (la entrenadora Yeuseyevna Petrova Soya, que ha dirigido a cuatro campeones de Europa y ocho medallistas olímpicos, los programa todos los días), en la **escuela italiana** no se emplean y son sustituidos por “carreras saltadas” y ejercicios de acción “muelle” para los tobillos. En la **escuela americana**, se utilizan en poca medida, teniendo una mayor aceptación los saltos con doble apoyo y los saltos de longitud precedidos de 4 o 5 pasos.

En relación a la utilización de ejercicios tradicionales con halteras, en la **escuela italiana** se trabaja ya en este primer periodo la fuerza máxima dinámica en gran medida. En las escuelas americana y rusa, en cambio, se propone una introducción paulatina de este tipo de trabajos. Algunos entrenadores rusos como Ludmila Kondatrieva no utilizan ejercicios con grandes pesos en el primer periodo.

El *periodo especial* es considerado el periodo más importante desde el punto de vista del desarrollo la fuerza del velocista. Los objetivos en este periodo, según el sentir general, deben estar relacionados con la adquisición de un elevado grado de capacidades elásticas y explosivas. La fuerza máxima dinámica tiende a desarrollarse utilizando los sistemas de pirámide, media pirámide o superseries. Los trabajos de

fuerza explosiva elástica y elástica refleja, se aconseja realizarlos tan rápidos como sea posible, pero sin perder de vista los aspectos técnicos.

La última fase de la preparación, *periodo competitivo*, se considera muy delicada desde el punto de vista del desarrollo de la fuerza. Los entrenadores más prestigiosos piensan que el objetivo principal debe ser el mantenimiento de los niveles de fuerza alcanzados en el periodo anterior. Debido a que el estrés psíquico aumenta con las competiciones, se aconsejan sesiones que no incidan negativamente sobre este aspecto. La tendencia más común consiste en disminuir el volumen de las sesiones (menor número de ejercicios y repeticiones) y mantener niveles altos de carga.

Sobre como enfocar el trabajo de fuerza en los días previos a las competiciones importantes, ha existido siempre bastante controversia. Tradicionalmente se pensaba que lo más acertado era distanciar los entrenamientos basados en ejercicios con grandes cargas en, al menos, una semana de la competición. Actualmente, esto no ocurre y, como señala el entrenador Víctor López, de la Universidad de Rice, cada vez son más los entrenadores que programan ejercicios con pesas en los días previos a la competición o incluso como medio de preparación de las competiciones. En este sentido, el entrenador mencionado, indica que en Estados Unidos un número considerable de entrenadores aplican este tipo de ejercicios, o bien un día antes o en el mismo día que se celebra la competición.

Estructura y ubicación de las sesiones de fuerza. La forma de distribuir los ejercicios y actividades de fuerza a lo largo de un micro-ciclo depende en gran medida de la naturaleza y las características de dichas actividades.

Los trabajos de fuerza en los que se utilizan ejercicios tradicionales con halteras o ejercicios de carácter isocinético que tienen como objetivos prioritarios el desarrollo de la fuerza máxima dinámica o la fuerza explosiva tienden a realizarse en sesiones específicas de fuerza, mientras que contenidos de otra naturaleza que se utilizan para desarrollar la fuerza explosiva elástica o la fuerza explosiva elástica refleja como pudieran ser los multisaltos, la “carrera saltada”, carreras con cinturón lastrado, etc., tienen una distribución menos previsible. En ocasiones este tipo de ejercicios se utilizan como complemento de las sesiones específicas de fuerza, en otros casos se incluyen dentro del bloque dedicado a la carrera y, a veces, los sitúan entre el calentamiento y la parte fundamental de la sesión.

Sobre la forma de estructurar las sesiones específicas de fuerza, existen diferentes matices entre unas escuelas y otras.

Dentro de la **escuela americana**, donde se da una diversidad de planteamientos considerable, aparece una tendencia que podría ser considerada en estos momentos como mayoritaria y que plantea las sesiones de fuerza de la siguiente forma:

- En primer lugar ejercicios con pesas
- A continuación multisaltos
- Y finalmente esprines cortos a velocidad máxima.

Las razones que se dan para seguir este esquema son las siguientes: con el trabajo basado en ejercicios con halteras se incide, según ellos, en mayor medida sobre el régimen de contracción concéntrica y así, rara vez se estira el músculo. Como, por otra parte, uno de los objetivos del velocista es mejorar el ciclo de estiramiento acortamiento, es importante que después del trabajo con pesas se estimule el músculo con acciones de tipo excéntrico, de ahí la importancia de ejercitarse inmediatamente después con saltos variados.

Por otra parte, como con los trabajos de pesas el reclutamiento de unidades motrices es mayor que con cualquier otro tipo de trabajo -especialmente cuando utilizamos cargas altas situadas entre el 80 y el 100%-, las fibras musculares estimuladas previamente se encuentran especialmente sensibles y será más fácil utilizarlas durante los ejercicios de salto primero y de carrera después. Así, además siguen realizando su función pero ahora con movimientos que exigen una mayor frecuencia y que poseen un alto componente excéntrico.

Buscando el máximo reclutamiento en número de fibras musculares como consecuencia de la acumulación de trabajo de intensidad elevada, el francés Cometti recomienda en las sesiones específicas de fuerza, después de la realización de cada ejercicio, ejecutar una serie de saltos para, inmediatamente después, con ejercicios de carácter isocinético, localizar la acción en un grupo muscular concreto.

Si tomamos como referencia el ejercicio de squat, la secuencia, según Cometti, podría ser la siguiente:

- squat (10 repeticiones);
- serie de saltos con doble apoyo (piernas juntas) sobre vallas o sobre el propio terreno;

-diez repeticiones de un ejercicio isocinético que localice la acción en el cuádriceps.

En la **escuela italiana**, durante las sesiones específicas de fuerza, después de la finalización de cada ejercicio, se introduce un ejercicio de compensación. Dicho ejercicio tienen una ejecución similar al anterior pero se realiza con la mitad de carga que este. El objetivo de esta práctica sería, en primer lugar, la activación de un número elevado de unidades motrices como consecuencia de la utilización de una resistencia elevada. Con el segundo ejercicio, al utilizar una carga muy inferior, se buscaría estimular la participación de dichas unidades en acciones que precisan de una ejecución mucho más rápida.

En las sesiones específicas de fuerza, los entrenadores italianos suelen utilizar diferentes tipos de ejercicios con halteras que buscan desarrollar en la misma sesión la fuerza máxima dinámica, la fuerza explosiva y la fuerza explosiva elástica refleja.

Los más utilizados son:

-Squat

-Semi-squat

-Semi-squat salto

-Acción de tijera con sobrecarga en el plano sagital.

Un número considerable de entrenadores de la **escuela rusa** siguen un esquema de sesión parecido al de la **escuela italiana**, aunque en su caso sustituyen el ejercicio de compensación con acciones mucho más explosivas de salto.

Por ejemplo, en caso de utilizar el ejercicio ya citado de squat, de forma inmediata y prácticamente sin pausa se realizarían una serie de saltos verticales sobre vallas o saltos en profundidad seguidos de un salto sobre la valla.

Respecto a la *fuerza explosiva elástica o la fuerza explosiva elástica refleja*, como ya indicábamos, concurre una gran variedad de puntos de vista sobre el emplazamiento de los ejercicios dentro de la programación de los diferentes macro-ciclos y micro-ciclos, a veces se constituyen en sesiones específicas y, en otras, desempeñan una función complementaria de otro tipo de sesión, las prácticas más generalizadas son las que indicamos a continuación:

- **Multisaltos.**

Los saltos son los que ofrecen una mayor variedad de posibilidades en cuanto a su ubicación y forma de ejecución.

En la **escuela americana**, como hemos indicado, se programan dentro de las sesiones específicas de fuerza y se colocan inmediatamente después de los ejercicios de pesas. El tipo de saltos a utilizar y sus formas de ejecución varían a lo largo de la temporada.

Se comienza el *periodo preparatorio* realizando principalmente ejercicios de salto con doble apoyo sobre vallas y saltos de longitud en el foso precedidos de 4 o 5 apoyos. A medida que se progresa en el periodo preparatorio se introduce de forma paulatina otras modalidades de saltos como, por ejemplo, triple salto, saltos alternos, saltos a la pata coja o saltos en velocidad sobre distancias que pueden oscilar entre los 30 y 40m.

En el *periodo de preparación especial* se mantienen los mismos tipos de saltos con los que se terminó el periodo anterior y se recomienda realizarlos a gran velocidad siempre que se mantenga la corrección técnica. La recuperación entre cada serie de saltos debe ser amplia.

En algunas de las sesiones de fuerza, en dicha escuela, en vez de iniciar las sesiones con ejercicios de pesas, que buscan el desarrollo prioritario de la fuerza máxima, se utiliza lo que se denomina “sistema de series dinámicas simples”. En este caso los multisaltos habituales van precedidos de una serie de saltos con sobrecarga que tienen como objetivo potenciar en mayor medida la fuerza elástica. Los ejercicios a utilizar en dichas series suelen ser:

- Acción de tijera sobre el plano sagital
- Saltos alternos
- Saltos explosivos bajando hasta la posición de squat e impulsando después.
- Caída y subida a banco.

Durante el *periodo competitivo* se deben tener como pauta las características individuales del atleta y, como en cualquier otra actividad, amoldarse al programa de competiciones.

En la **escuela rusa** el bloque de multisaltos se programa fuera de la sesión específica de fuerza, en unos casos conformando sesiones únicas de trabajo y, en otros, precediendo o a continuando las sesiones de entrenamiento de carrera.

El planteamiento diferencial de la **escuela rusa** en relación a las actividades de salto podría centrarse en los siguientes puntos:

Este tipo de actividades tiene *una gran presencia en el periodo preparatorio* en el que prácticamente todos los entrenadores las programan de forma extensiva.

Algunos, como ya hemos indicado, las utilizan todos los días en esta fase de la preparación.

Para fijar las series de saltos a realizar, los entrenadores rusos suelen utilizar como referencia *la distancia a recorrer* saltando, mientras que en el resto de las escuelas se fijan más en el número de saltos a realizar por serie. Como a veces las distancias a recorrer saltando llegan a alcanzar los 60m, ello hace que sus sesiones alcancen un volumen mayor y tengan mayor incidencia sobre la fuerza resistencia.

Dan una gran importancia a los *saltos a la “pata coja”* en velocidad como medio ideal de transferencia de fuerza para los velocistas. Según algunos expertos, aunque los saltos alternos pudieran parecer a simple vista más apropiados para dicho propósito por su aparente similitud con la carrera, en realidad no es así, ya que la acción circular de tracción y recogida rápida de talón que es necesario realizar en los saltos a la pata coja se parece más a la forma de actuar de la pierna de apoyo en las carreras que se desarrollan a gran velocidad.

Además de los saltos en plano, que utilizan casi con exclusividad las otras escuelas, los entrenadores rusos proponen *saltos en cuesta* y *saltos en descenso*: los primeros para incidir en mayor medida sobre la fuerza explosiva y los segundos para centrar la acción excéntrica sobre los cuádriceps, pues se sabe que en los saltos sobre superficies planas el trabajo excéntrico se dirige principalmente hacia los músculos de la pantorrilla (gemelos y sóleo). En los saltos en descenso, al apoyar los pies en plano inclinado, la acción de la articulación del tobillo se limita en gran medida y es necesario compensarla con una mayor participación de los músculos situados en la parte anterior del muslo.

En la **escuela italiana**, a diferencia de lo que ocurre en la **escuela americana** y la rusa, los saltos no se utilizan como medio de entrenamiento hasta el periodo especial. Durante el periodo preparatorio son sustituidos, como ya hemos indicado, por carreras “saltadas” y ejercicios de acción “muelle” en los tobillos. En las restantes fases de cada uno de los dos macro-ciclos, sí son programados proponiéndose dos formas de trabajo:

Saltos a pies juntos sobre obstáculos. Se incluyen en el calentamiento y consisten en saltos sucesivos sobre 8 o 10 vallas.

Saltos horizontales. Constituyen un bloque específico de entrenamiento y las variedades de saltos que se proponen suelen ser las siguientes:

*Saltos de longitud cayendo en el foso.

*Saltos simultáneos sucesivos (cuatro con la pierna izquierda; y cuatro con la derecha).

*Saltos múltiples alternos (segundos de triple).

*Saltos múltiples simultáneos.

- Cuestas y carreras con arrastres.

Estos dos tipos de actividades suelen complementarse. En los inicios de cada una de las dos partes en que se divide la temporada atlética suele utilizarse en mayor medida el entrenamiento de cuestas y a partir del periodo especial adquieren mayor protagonismo las carreras con arrastres.

Si bien todas las escuelas programan como bloque único este tipo de trabajos, hemos observado alguna diferencia entre ellas en los desarrollos: en la **escuela italiana** se marca una preferencia en el uso de las carreras con lastre sobre las cuestas y la razón principal del uso de ambas peculiaridades está justificada en la potenciación de la fase de aceleración del velocista, de ahí que las distancias a utilizar sean más cortas que por ejemplo en la **escuela rusa**.

La **escuela americana** sigue un planteamiento muy similar al de la **escuela italiana** aunque no se decanta, en cuanto a preferencia, por alguna de las dos formas de trabajo.

La **escuela rusa** tiene una visión más amplia sobre la aplicación de estas modalidades de entrenamientos y, aunque el objetivo prioritario de su utilización siga siendo la mejora de la fase de aceleración, busca otro tipo de mejoras como pueden ser la fuerza resistencia utilizando cuestas de una longitud mayor o la realización de lo que ellos denominan ejercicios de súper-frecuencia y súper-fuerza al utilizar en los arrastres pesos mucho más elevados de los que proponen las otras escuelas.

- Carrera saltada, acción “muelle” de pies, skipings con cinturón lastrado y skipings sin carga.

La acción “muelle” de pies suele incluirse en los calentamientos y la importancia que se le da a este ejercicio, así como a otros relacionados con el desarrollo de los músculos de la bóveda plantar, depende en gran medida de la visión que sobre ellos tenga cada entrenador.

Los ejercicios de skiping, ya sean con sobrecarga o sin ella, así como el ejercicio de carrera saltada, al ser acciones que se utilizan también para la mejora de la técnica de carrera, se incluyen al final del calentamiento o en los inicios de las

sesiones de carrera cuando el atleta no está aún cansado y dispone todavía de cierta frescura mental. Esto le ayudará a ejercer un mayor control sobre dichas acciones.

-Carreras con cinturón lastrado.

Este tipo de trabajos se pueden hacer de dos formas: sin ayuda o con la ayuda de un compañero (supervelocidad). En ambos casos suelen constituir bloque único y adoptar una estructura muy parecida a la de una sesión de velocidad.

Ejercicios de desarrollo de la fuerza en la zona central. Este tipo de ejercicios suele realizarse al final de las sesiones de entrenamiento o en pausas largas o periodos de recuperación entre dos bloques de trabajo.

Ejercicios de tipo isométrico. Al trabajo isométrico no suele dársele mucha importancia en las Escuelas italiana y americana, en cambio, en la **escuela rusa** suele tener un mayor protagonismo. En esta escuela hemos encontrado dos formas de acometer este tipo de trabajo: algunos entrenadores lo inician a mediados del periodo de preparación y centran su desarrollo en el periodo especial para abandonarlo posteriormente, mientras que otros, como es el caso de Valentín Voinov, recomiendan realizarlos durante todo el año alternando dos tipos de sesiones:

*Un día aconsejan centrar el trabajo en grupos musculares como el glúteo mayor, bíceps femoral, lumbares y tríceps sural.

*Y otro, prestan mayor atención a los abdominales, psoas iliaco y cuádriceps.

Una vez visto el planteamiento de algunas de las escuelas de velocidad más significativas sobre aspectos como: las directrices a seguir en el transcurso de la temporada en relación con el desarrollo de fuerza, distintas formas de estructurar las sesiones específicas de fuerza o la ubicación de otros contenidos, también relacionados con la fuerza, que se programan fuera de las sesiones consideradas específicas, vamos a centrarnos en otros aspectos como pueden ser

- la *frecuencia con la que se repiten las diferentes actividades y ejercicios,*
- *los sistemas o métodos de desarrollo utilizados,*
- *las intensidades y volúmenes aplicados.*

Frecuencia en la programación de las diferentes actividades. Centrándonos en primer lugar en los ejercicios de

1.- *fuerza máxima dinámica*, que se incluyen siempre en las sesiones específicas de fuerza, éstos suelen programarse generalmente dos o tres veces por semana en los periodos preparatorio y especial, dependiendo sobre todo de las características y el nivel de desarrollo del velocista. En atletas maduros, lo habitual son tres sesiones. No obstante, en la **escuela americana** piensan que, en casos de atletas adultos o veteranos que tengan gran capacidad para este tipo de trabajos, pueden realizarse hasta cuatro veces por micro-ciclo.

En el periodo competitivo, tanto la **escuela rusa** como la americana aconsejan, dependiendo de las circunstancias, una o dos sesiones por semana, mientras que en la **escuela italiana** la fuerza máxima dinámica, en general, no se trabaja.

Los ejercicios más utilizados para el desarrollo de la fuerza máxima dinámica son:

- La arrancada
- Cargada
- Press banca
- Diferentes modalidades de squat (completo, muslos horizontales, semi-squat, squat sobre una pierna, squat con subida a banco).
- Ejercicios isocinéticos similares a los anteriores.

2.- *fuerza explosiva y explosiva-elástica*, la frecuencia con la que se programan las actividades para desarrollarla depende en gran medida del tipo de ejercicio a utilizar. Hay ejercicios con sobrecarga que se incluyen dentro de las sesiones específicas de fuerza que, como es lógico, se repetirán con la misma frecuencia y en los mismos periodos de la temporada que los de fuerza máxima dinámica.

Los ejercicios de estas características más utilizados suelen ser:

- Las diferentes modalidades de squat salto (squat completo salto, squat muslo horizontal con salto y semi-squat con salto).
- Ejercicios explosivos de carácter isocinético aplicados principalmente a las acciones de flexión y extensión de la cadera.

Otros tipos de trabajos también encaminados al desarrollo de la fuerza explosiva y explosiva elástica como pueden ser los saltos horizontales o las carreras en cuesta o carreras con arrastres tienen un planteamiento distinto.

Los *saltos horizontales* se incluyen en todos los periodos de la preparación en la **escuela rusa** y Americana, mientras que en la **escuela italiana** no se utilizan en el periodo preparatorio del primer macro-ciclo. La frecuencia aconsejada sería la siguiente:

En la **escuela rusa**, se programan de forma extensiva en el periodo preparatorio y dos sesiones por semana en los periodos especial y competitivo.

En la **escuela americana**, se incluyen en las sesiones específicas de fuerza y por tanto siguen su misma secuenciación.

Los entrenadores de la **escuela italiana** prescinden de este tipo de trabajo en el periodo preparatorio del primer macro-ciclo y lo utilizan dos veces por semana en los demás periodos.

Las *carreras en cuesta* y *las carreras con arrastres* son entrenamientos complementarios entre sí y a la vez excluyentes (la programación de una sesión de cuestas implica la eliminación de otra sesión de carreras con arrastre y viceversa). En general, suelen programarse dos veces por semana en cada uno de los periodos de preparación de cada macro-ciclo, excepto en la **escuela italiana** en la que se aconseja excluirlos del periodo preparatorio en la temporada de pista cubierta.

3.- *fuerza explosiva-elástica-refleja*, para su desarrollo, también es necesario distinguir entre ejercicios con sobrecarga y otro tipo de actividades, basadas en acciones de salto o ejercicios de carrera, en los que se trabaja con el peso corporal o con cargas livianas.

En el primer grupo se incluyen ejercicios como puedan ser las acciones de “tijera” sobre el plano sagital o las diferentes modalidades de saltos “reactivos” cayendo desde alturas de diferentes magnitudes. Estos ejercicios se incluyen habitualmente en las sesiones específicas de fuerza y siguen por tanto su misma programación y secuenciación.

En las actividades de carácter reactivo-reflejo basadas en saltos o ejercicios de carrera es más difícil sacar conclusiones sobre la frecuencia con la que son programadas.

Los saltos con pies juntos sobre obstáculos son programados dentro de las sesiones específicas de fuerza por los entrenadores americanos y rusos, aunque como ya indicamos con anterioridad, con finalidad diferente. En estos casos, seguirán por

tanto la secuenciación de dichas sesiones. Los entrenadores italianos, en cambio, realizan dos veces por semana este tipo de trabajo y lo incluyen en el calentamiento.

En actividades como pueden ser la acción “muelle” de los pies, skipping con cinturón lastrado, carrera saltada y carreras con cinturón lastrado (con o sin ayuda del compañero), es prácticamente imposible establecer conclusiones definitivas sobre la frecuencia con la que son utilizadas pues, aunque casi todos los entrenadores afirman utilizarlas como medio de preparación, no ofrecen datos concretos sobre la secuencia utilizada. Solamente en la **escuela italiana**, se aportan los siguientes datos al respecto:

- La acción “muelle” con los tobillos se trabaja en la temporada de pista cubierta, en el periodo preparatorio (tres veces por semana) y en el periodo especial (dos veces por semana). En la temporada al aire libre, se incluye en el periodo especial con una frecuencia de dos veces por semana.
- El skipping con cinturón lastrado se ubica en el calentamiento y se entrena en el periodo preparatorio y periodo especial durante la temporada de invierno y en el periodo especial de la temporada de verano. En todos ellos la frecuencia utilizada es de dos veces por semana.
- Los ejercicios de carrera saltada se sitúan, en las sesiones de entrenamiento en las que se incluyen, justo después del calentamiento. Como en el caso anterior, los periodos en los que se utilizan son el periodo preparatorio y especial del primer macro-ciclo y el periodo especial del segundo macro-ciclo. El número de sesiones que se programan a la semana siempre es de dos.
- La carrera con cinturón lastrado se practica en los periodos especial y competitivo de ambas temporadas y se recomienda utilizar una frecuencia de dos sesiones semanales.
- Las carreras con cinturón lastrado en las que se utiliza la ayuda de un compañero (supervelocidad) solamente se incluyen en los periodos competitivos y se programan dos veces por semana.

En los contenidos de fuerza utilizados para desarrollar muscularmente la zona central del cuerpo o en aquellos otros de carácter isométrico que buscan dar mayor solidez y resistencia mecánica al aparato locomotor, las visiones de los entrenadores son muy distintas.

1.- Los *ejercicios de fuerza para desarrollar el torso* se utilizan prácticamente a diario, sin embargo los ejercicios y los sistemas aplicados suelen ser muy personales y varían considerablemente de unos entrenadores a otros.

2.- Sobre los *trabajos de fuerza estática o isométrica*, solamente tenemos información de aquellos entrenadores que los incluyen durante todo el proceso de entrenamiento. Dichos entrenadores agrupan los ejercicios en dos sesiones, prestando atención en cada una de ellas a músculos distintos. Su propuesta es repetir cada sesión dos veces por semana.

Métodos o sistemas utilizados para desarrollar la fuerza. Estos dependen en gran medida del tipo de fuerza sobre el que queramos incidir y del ejercicio o actividad propuesta para trabajarla.

En relación con la fuerza máxima existen diferencias de matiz entre las distintas escuelas a la hora de elegir los sistemas a utilizar para su desarrollo. La **escuela americana** inicia el periodo preparatorio utilizando el sistema de series simples con un número elevado de repeticiones para cada ejercicio. A medida que avanza el periodo se aumenta paulatinamente la carga. Al final del periodo preparatorio y durante el periodo especial, se emplea el sistema de “media pirámide”, consistente en iniciar el ejercicio con un número elevado de repeticiones e intensidades medias para terminar con intensidades máximas y una o dos repeticiones. Este sistema se alterna con el sistema de “pirámide” que consiste en continuar el proceso anterior de forma descendente y el sistema de superseries en el que las intensidades superan el 80% de intensidad. En el periodo competitivo utilizan casi con exclusividad los sistemas de “media pirámide” y superseries.

En la **escuela americana**, se da una importancia relativa al trabajo excéntrico con grandes cargas y más bien poca al trabajo isométrico.

La **escuela italiana** aconseja, para entrenar la mezcla de fuerzas que se dan en las carreras de velocidad desde el despegue de los tacos de salida hasta alcanzar la meta, la utilización de sistemas de trabajo basados en una variación real en el desarrollo de la carga, proponiendo por ello la combinación de ejercicios de gesto simple con otros de componente cíclico alternado, alternar diferentes tipos de contracciones, variar la amplitud de los movimientos, utilizar diferentes magnitudes de carga y distintas posiciones anatómicas.

En el caso de la fuerza máxima, para conseguir el objetivo marcado, se utiliza básicamente el “Método búlgaro” o método de “contrastes”, consistente en la

alternancia de cargas pesadas y ligeras. Durante los trabajos con cargas pesadas, en unas ocasiones, se utiliza el sistema de series simples y superseries y, en otras, el sistema de “media pirámide”. En ocasiones también se utiliza el sistema de “contracciones unilaterales” en el que se trabaja sobre una sola pierna.

Los entrenadores italianos para desarrollar la fuerza máxima dinámica no suelen dar mucha importancia al trabajo isométrico.

La **escuela rusa** es probablemente la escuela que intenta desarrollar la fuerza máxima de una forma más sistemática. Para ello se aconseja iniciar la temporada con trabajos predominantemente dinámicos para, en una etapa más avanzada de la temporada, añadir las cargas estato-dinámicas, a continuación se complementan con las cargas estáticas y, gradualmente, a medida que se acerca el periodo de competiciones, dominan de nuevo los trabajos dinámicos.

La gama de métodos utilizados es mayor que en las otras escuelas, incluyendo métodos dinámicos como pueden ser el método de contrastes búlgaro o el método conocido como “120 por 80” -en el que se presta una atención especial al trabajo excéntrico-, métodos estáticos basados en la utilización de contracciones de carácter isométrico y métodos mixtos como el estato-dinámico en el que en la fase intermedia del movimiento se introduce una acción estática de unos segundos de duración.

Sobre los métodos o sistemas a utilizar para desarrollar *la fuerza explosiva elástica y la fuerza explosiva elástica refleja* la coincidencia entre las diferentes escuelas y entrenadores es prácticamente total, estableciéndose diferencias en cuanto al sistema a utilizar en función de la naturaleza de la actividad o de los ejercicios programados.

Cuando se trata de ejercicios sencillos basados en la utilización de halteras, el sistema más utilizado es el “sistema de repeticiones simples” ya que en este tipo de ejecuciones prima el factor velocidad y a través de dicho sistema se puede regular perfectamente el nivel de carga que más conviene, así como la amplitud de la pausa entre ejercicios y series.

En el caso de la repetición de ejercicios o actividades de carácter cíclico, como puedan ser las diferentes modalidades de saltos carreras o skipines, el sistema a utilizar suele ser de carácter interválico o intermitente, ya que a través de él es más fácil establecer la modalidad o modalidades de ejecución, la intensidad del ejercicio en función del número de repeticiones o de la distancia a recorrer y el volumen de la sesión.

Volúmenes e intensidades de carga. El volumen de trabajo y la intensidad de los estímulos utilizados en cada sesión de fuerza viene marcado por una serie de factores como puedan ser el momento del proceso de entrenamiento, las características individuales y la madurez del atleta o el tipo de fuerza que queramos desarrollar. Por eso las directrices que dan al respecto los entrenadores y las diferentes escuelas son muy generales.

Tomando como referencia *la fuerza máxima dinámica* las recomendaciones que se dan desde las diferentes escuelas podrían resumirse de la siguiente forma:

La **escuela americana** inicia este tipo de trabajo en el periodo preparatorio con cargas cercanas al 50% y utilizando el sistema de “series simples”. En cada ejercicio se realizan 10 repeticiones y se programan tres series (3x10 al 50%). La pausa recomendada entre ejercicio y ejercicio en esta primera fase sería de 1 minuto aproximadamente.

A medida que se avanza en el proceso de preparación se aconseja elevar paulatinamente las cargas y se introducen nuevos sistemas de trabajo como puedan ser el sistema de “media pirámide” o el sistema de “superseries”. La pausa se alarga también paulatinamente hasta llegar en algunas sesiones a los 3 minutos. Ejemplos típicos de sesión al final del periodo preparatorio podrían ser:

Media pirámide: 1x10 al 50% 1x 8 al 60% 1x 6 al 70% 1x 4 al 80% 1x 2 al 90%	Súper-series: 4 x 5 al 70%
---	----------------------------

En el periodo especial, en realidad solo se utilizan los sistemas de “pirámide”, “media pirámide” y “superseries” y las cargas se siguen aumentando ligeramente.

La **escuela rusa** propone para el trabajo de fuerza máxima dinámica un inicio de temporada muy parecido al de la **escuela americana**, con cargas ligeras que van aumentando progresivamente en el transcurso del periodo preparatorio. Cuando el atleta se acerca a sus niveles de fuerza máximos, se alternan dos tipos de

metodologías: una basada en la búsqueda de la hipertrofia muscular y la otra, en el perfeccionamiento de los factores nerviosos.

Para buscar la hipertrofia muscular utilizan dos variantes:

Hipertrofia (variante A)		Hipertrofia (variante B)	
Intensidad	75 a 85%	Intensidad	50 a 60 %
Nº de repeticiones	5 a 12	Nº de repeticiones	12 a 25
Nº de series	5 a 10	Nº de series. Según	
Pausa	2 minutos	el nivel	(6) (8) (8 a 16)
		Pausa	2 minutos

En trabajos de estas características, los entrenadores rusos recomiendan alternar cada tres o cuatro series el trabajo entre los músculos extensores y flexores pues, según ellos, de esta forma aumenta la producción de somatotropina, que estimula la síntesis proteínica.

Para perfeccionar los factores nerviosos proponen cargas comprendidas entre el 85 y el 100% de la fuerza máxima, el número de repeticiones de cada ejercicio se situaría entre 1-5 y la pausa de recuperación por encima de los 3 minutos. Aconsejan comenzar este tipo de trabajo con los músculos extensores y continuarlo con los flexores.

Cuando se utilizan cargas cercanas al 100% se emplea, en ocasiones, el sistema de repetición con ayudas en el que las últimas repeticiones se hacen con la colaboración de un compañero. En los trabajos de tipo excéntrico emplean la formula anterior, realizando la fase excéntrica con el 100% de la carga y recibiendo la ayuda de un compañero en la fase concéntrica.

Para graduar la carga entre los diferentes tipos de squat, utilizan como referencia el squat completo y proponen la siguiente proporción: squat (100%), squat 90ª (130%), squat 110ª (150/160%).

En la **escuela italiana**, para desarrollar la fuerza máxima en el tren inferior de los velocistas se utilizan prioritariamente dos ejercicios: squat y semi-squat .

Para la realización del squat proponen un nivel de carga tal que sólo sea posible repetirla tres veces. Cuando las tres repeticiones se hagan con cierta facilidad será el momento de elevar el peso. Se aconseja la colocación de un taco de 6cm en los talones para facilitar la realización del ejercicio. El objetivo del atleta debe ser llegar

a superar, en una sola vez, una carga cercana al doble de su peso corporal. La pausa aconsejada entre ejercicio y ejercicio es de 3 minutos y el número de series 6-7.

Sobre el semi-squat se considera que uno de los elementos a tener en cuenta es la velocidad de ejecución, por ello la carga ideal será aquella que permita realizar cada movimiento en un tiempo aproximado de 80 centésimas. El número de repeticiones aconsejado es de 4. La pausa entre ejercicio y ejercicio de 3 minutos y el número de series 6-7. El objetivo del entrenamiento consistiría en manejar cargas, bajo las condiciones marcadas, situadas entre el doble y el triple del peso del atleta. En ocasiones, se recomienda la ejecución combinada de ambos ejercicios y, en tal caso se reduciría el número de series a 4-5 para cada ejercicio.

Para trabajar la *fuerza explosiva y explosiva elástica* se utilizan diferentes modalidades de squat-salto, saltos en caída con sobrecarga, saltos horizontales, carreras en cuesta y carreras con arrastres

Sobre los ejercicios de **squat-salto**, los entrenadores italianos aconsejan utilizar cargas que permitan una elevación alrededor de 35 centímetros y que suele estar comprendida entre el 50 y el 100% del peso corporal. El número de repeticiones por ejercicio es de 6, el número de series 4-6 y la pausa entre ejercicio y ejercicio de 3-4 minutos.

Los entrenadores rusos aconsejan, para estos mismos ejercicios, cargas situadas entre el 40 y 75% de la fuerza máxima y un número de repeticiones y series similar al de los italianos.

En los **saltos en caída con sobrecarga** se observa un tratamiento muy desigual en cuanto al volumen de trabajo de unos entrenadores a otros y es muy difícil establecer una tendencia general.

Respecto a los niveles de carga a emplear, en la **escuela americana** se aconsejan porcentajes del 10 al 40% del peso corporal del atleta y en la **escuela rusa**, del 15 al 40% de la fuerza máxima dinámica.

El tratamiento que se da a los **saltos horizontales** es sensiblemente diferente de unas escuelas a otras. Los entrenadores rusos suelen emplear solo dos variedades de saltos (segundos de triple y pata coja) y como referencia de carga utilizan la distancia. Una sesión tipo de saltos horizontales podría estar conformada por 6 x 60 con segundos de triple y 80 saltos por sesión para cada pierna a la pata coja sobre esa misma distancia. La pausa aproximada sería de 3 minutos.

En la **escuela italiana** el número de saltos a totalizar por unidad de entrenamiento se sitúa alrededor de los 50 y aconsejan medir siempre la distancia alcanzada para que sirva de motivación y el atleta se emplee a fondo.

Utilizan dos combinaciones:

- a)- Entre 6-8 saltos simples de longitud desde parado y 8 saltos múltiples sucesivos (4 para la pierna izquierda y 4 para la derecha).
- b)- Saltos múltiples alternos, 6; y 5-6 saltos múltiples simultáneos (pies juntos).

La **escuela americana** utiliza dos variantes dependiendo de que vayan precedidos de ejercicios con pesas encaminados al desarrollo de la fuerza máxima o de otros, en los que se incide de forma especial sobre la fuerza elástica (series simples dinámicas). En el primer caso, se realizarían:

10 x 6 saltos sobre vallas, en primer lugar;
a continuación, 10 series de saltos variados sobre 30 metros.

En el segundo caso, la sesión se conformaría con:

10 x 6 saltos sobre vallas,
10 x 6 saltos de “rana”,
10 series de saltos variados sobre 30 metros.

En las **carreras en cuesta** y **carreras con arrastre** los planteamientos de la **escuela italiana** y la **escuela americana** son muy parecidos y proponen, para las cuestas, porcentajes del 15%, distancias de 30m, un número de series de 6-10 y pausas de 3 minutos. Para las carreras con arrastre, las pausas, distancias y número de series serían similares a los de las cuestas y el nivel de carga se situaría entre los 7-10 Kg.

En la **escuela rusa**, los porcentajes de desnivel en las cuestas pueden variar entre 8 y 15% y las distancias entre 30 y 60 metros. En las carreras con arrastres, el porcentaje de carga es similar al de las otras escuelas, pero las distancias pueden llegar a veces a los 80m.

Para desarrollar la *fuerza reactiva elástica*, como ya hemos dicho en más de una ocasión, se utilizan ejercicios o actividades como “tijeras en el plano sagital”, acción muelle sobre los tobillos, skipping con cinturón lastrado, carreras saltadas, carreras con cinturón lastrado, saltos reactivos sobre pies juntos.

No todos estos ejercicios tienen el mismo grado de idoneidad desde el punto de vista de los entrenadores, por eso, la utilización de unos u otros depende en gran medida de la apreciación de cada entrenador. Cuando se utilizan estos ejercicios, los volúmenes e intensidades a aplicar, son próximos a los que se indican a continuación:

- Tijeras: carga entre el 50 y el 100% del peso corporal,
Número de repeticiones 20-30.
Número de series 3-5, pausa 3-3 minutos.
- Skipping con cinturón: carga 10Kg, entre 100 y 150 movimientos.
Número de apoyos (50 cada 15 segundos), pausa 4-5 minutos.
Número de series 4-6. Cuando el skipping se hace sin carga la frecuencia debe aumentar a 50 apoyos cada 10 segundos.
- Acción muelle de tobillos. Se aconsejan series de 25 repeticiones.
El número de acciones por sesión debe ser de aproximadamente 100 para cada pie.
Se pueden hacer sin carga o con un cinturón de 10kg.
La pausa de 1-2 minutos.
- Saltos reactivos con pies juntos sobre obstáculos: 8-10 obstáculos,
5-6 series
Un total de 40-60 saltos por sesión.
- Carrera saltada: distancia entre 60 y 100m.
Tiempo aproximado de 13 segundos para los cien metros.
Series 4-6, pausa 4-5 minutos.
- Carrera con cinturón lastrado: carga 7-10kg, distancia entre 60 y 100m,
Número de series 4-6 y la pausa 6-8 minutos.

Las diferencias en cuanto a planteamiento entre las distintas escuelas quedan plasmadas en el cuadro que presentamos a continuación. (Tabla 2.2)

	ESCUELA AMERICANA	ECUELA ITALIANA	ESCUELA RUSA
Estructura de las sesiones específicas de fuerza	<ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios con halteras - Multisaltos variados - Esprines cortos 	<p>Se alternan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios con halteras con cargas elevadas y - Ejercicios. compensatorios con halteras con cargas livianas 	<p>Se alternan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios con halteras con cargas elevadas y -Ejercic. Compensatorios basados en saltos expl. en sentido vertical u horiz.
Metodología utilizada para el desarrollo de la Fuerza Máxima Dinámica	<ul style="list-style-type: none"> - Método de cargas máximas. Utilizando los sistemas de “series simples” y “media pirámide”. - Muy poco trabajo isométrico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Método de contrastes o “búlgaro” con inclusión de algunos ejercicios de componente cíclico alternado. -Poco trabajo isométrico. 	<p>Mayor gama de métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Métodos dinámicos <ul style="list-style-type: none"> * Cargas máximas * Mtdo. de contrastes. * Método “120 x 80” - Método isométrico - Método estado-dinámico.
Salto horizontales	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizados a lo largo de la temporada. - Consisten en series variadas de 6 a 10 saltos 	<ul style="list-style-type: none"> - No se utilizan el periodo preparatorio, donde son sustituidos por la “carrera saltada”. - Consisten en series variadas de 6 a 10 saltos 	<ul style="list-style-type: none"> - Se utilizan de forma extensiva en el periodo preparatorio. - Se trabajan bajo el formato de series variadas de 6 a 8 saltos o, en otros casos, sobre distancias de 40 a 60m. - En ocasiones se hacen sobre pendientes, bien ascendentes o descendente.
Cuestas	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizan distancias de 30m y pendientes del 15% - Su propósito es mejorar la fase inicial de carrera. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizan distancias de 30m y pendientes del 15% - Su propósito es mejorar la fase inicial de carrera. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajan con una visión más amplia: <ul style="list-style-type: none"> *A veces se utilizan para mejorar la fase inicial (30m y 15%). *En otras, para mejorar la fuerza resistencia de carácter anaeróbico (distancias superiores)

Tabla 2.2 Diferencia de planteamientos entre escuelas

2.6.- CONCLUSIONES.

1.-El trabajo de **fuerza máxima dinámica** en las pruebas de velocidad está encaminado a **mejorar la capacidad contráctil** del corredor, incidiendo, de esa manera, en un mayor reclutamiento de unidades motrices y en la mejora de la coordinación intramuscular. Ello permitirá aplicar **índices mayores de fuerza por unidad de tiempo**.

2.-Sobre la idoneidad de las dos vías que se proponen para el desarrollo de la fuerza máxima dinámica: la basada en la hipertrofia muscular o la que **busca el perfeccionamiento de las funciones de regulación del sistema neurológico** y trata de que éste mejore su capacidad para **generar frecuencias elevadas de estimulación**, se considera que ésta última es la más apropiada para los corredores de distancias cortas.

3.-Al desarrollar la fuerza del velocista, deben tenerse en cuenta aquellos factores biomecánicos que producen mejoras en la frecuencia de paso y en la longitud de zancada del corredor y que no son otros que la **disminución del ángulo de despegue y la velocidad de desplazamiento del c.d.g. sobre el apoyo**. La relación que se establece entre dichos parámetros marca la posibilidad de desplazarse a mayor o menor velocidad.

4.- Los estudios más recientes sobre metabolismo energético en las pruebas de velocidad indican que los entrenamientos específicos y sistemáticos utilizados en la especialidad no estimulan de forma significativa el aumento de las reservas de ATP y CP en el músculo. Como consecuencia de ello, la eficacia debe buscarse en dos sentidos: **el estímulo los procesos enzimáticos** que permitan un mayor intercambio energético por unidad de tiempo y **la mejor utilización de la glucólisis anaeróbica**, lo que permite que el velocista aumente su capacidad para soportar tasas elevadas de ácido láctico en el músculo y en la sangre.

Desde la óptica de la capacidad de fuerza no se puede ser indiferente a esta realidad y se hace necesaria la búsqueda de ejercicios y actividades que potencien los

mecanismos indicados, sobre todo en relación con un mejor aprovechamiento de la glucólisis anaeróbica en las pruebas cortas.

5.-En relación con las características que deben reunir los ejercicios a utilizar para el desarrollo de la fuerza en las pruebas de velocidad, los expertos indican que, en su ejecución, éstos deben buscar **máximo dinamismo**. Lo que, desde el punto de vista conceptual, se conoce como “fuerza rápida”. Sin embargo, no resulta fácil establecer en la curva fuerza-velocidad los límites entre los que este tipo de fuerza deba situarse. Por eso, la mayoría de los técnicos consideran que debe ser desde cada disciplina atlética desde donde se puede intentar definir estructuralmente dicha capacidad. Para ello, con el fin de darle un mayor carácter de especificidad, aconsejan tener en cuenta el tipo de movimiento a realizar, el tamaño de la resistencia a vencer, la duración de la contracción muscular y el lugar del arco de movimiento donde queda situado el pico de fuerza.

6.-El desarrollo de la **fuerza explosiva**, que permite el reclutamiento inmediato de un elevado número de unidades motrices, es fundamental en la primera fase de carrera en la que el velocista se ve obligado a acortar de forma paulatina los tiempos de aplicación de fuerza, pasando de los 260 milisegundos que, se estima, dura el primer apoyo a los 115 milisegundos empleados ya en el noveno.

7.-El desarrollo de la **fuerza elástica** del velocista a través de actividades de carácter pliométrico, se considera de gran utilidad, pues está basado en acciones cíclicas de gran parecido mecánico con las acciones de carrera.

8.-El desarrollo de la **capacidad refleja** del velocista es muy importante, porque permite, por una parte, mantener el tejido contráctil del músculo duro y compacto, reduciendo al máximo el rango de movimiento en la fase excéntrica cuando los tiempos de apoyo son más cortos (fase de máxima velocidad) y, por otra, potenciar la capacidad de acumulación de ácido láctico.

9.- El desarrollo de la **fuerza en la zona del medio torso** es muy importante para los corredores de velocidad porque, en dicha zona, durante la carrera, convergen las fuerzas superiores que proceden de la cabeza, los brazos y el tronco, así como las

fuerzas inferiores transmitidas desde el suelo a través de las piernas durante los apoyos.

10.-Los **trabajos de carácter isométrico** basados en la aplicación de tensiones musculares, acompañadas de estiramientos simultáneos, pueden ser muy beneficiosos para los velocistas, pues contribuyen a la **formación de colágeno**, materia orgánica que sirve para robustecer la estructura elástica y ayuda a soportar mejor la tensión mecánica a la que someten los corredores de velocidad sus aparatos locomotores.

11.-Las diferencias de planteamiento observadas durante nuestro trabajo de investigación, en relación con el desarrollo de fuerza en tres de las escuelas de velocidad más representativas del panorama atlético: italiana, rusa y americana, se circunscriben principalmente a la estructura de las sesiones específicas de fuerza, a la metodología utilizada en dichas sesiones y a la forma de plantear el trabajo en aquellas sesiones en las que se utilizan los multisaltos o las cuestas como medio de desarrollo de la fuerza.

CAPÍTULO 3

Desarrollo de la fuerza en los corredores de 400m.l.

3.1.-CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA DE 400 METROS LISOS.

El hecho de que en alguna ocasión -Alberto Juantorena, doble campeón olímpico de 400 y 800 en Montreal 76-, ciertos atletas de 800m hayan conseguido buenos resultados en 400m pudo hacer dudar a los especialistas si era acertado encasillar la de 400m dentro de las que se consideran pruebas de velocidad. Sin embargo, a raíz de la marca conseguida por Michael Johnson en Sevilla 99, que equivale a correr de forma consecutiva cuatro 100m en 10.795'', dichas dudas quedaron disipadas de forma definitiva.

A pesar de ser la más larga de las carreras consideradas de velocidad, los 400m. siguen teniendo una gran dependencia de la velocidad máxima que el atleta sea capaz de lograr y, por ello, una carencia en la capacidad para correr rápido limitará las posibilidades de éxito en esta prueba.

Como ocurría en las distancias de 100 y 200m, la velocidad de desplazamiento en los 400m depende en gran medida del componente neuronal del atleta y tal componente está relacionado, en gran parte, con manifestaciones de fuerza del tipo de la fuerza explosiva, fuerza elástica o fuerza elástica refleja. Sin embargo, y a pesar de la aparente similitud en cuanto a capacidades entre los especialistas de 400 y los que intervienen en las pruebas más cortas del calendario atlético, ocurre que no todos los velocistas que atesoran buenas marcas en 100 y 200m son capaces de adaptarse a esta disciplina y destacar en ella.

Todos los entrenadores piensan que el corredor de 400m debe reunir una serie de características físicas y psíquicas que podrían quedar sintetizadas en una frase del entrenador español Pedro Pablo Fernández⁷¹:

“Para los cuatrocientos metros necesitamos una velocidad especial y algo más”.

El hecho de que el especialista de cuatrocientos metros deba estar corriendo a gran velocidad durante periodos de tiempo, en el caso de los deportistas de categoría mundial, cercanos a los 45'', supone utilizar necesariamente tres vías energéticas y agotar casi en su totalidad dos de ellas (ATP-CP y glucólisis anaeróbica), siendo inevitable, como consecuencia de ello, alcanzar cotas de cansancio muy elevadas.

⁷¹ FERNÁNDEZ, P. P. (2003). *“Planteamiento global ante el plan de entrenamiento para 400m”* Rincón del Entrenador, Vol. 12. E.N.E. RFEA.

Al constituir la prueba de cuatrocientos una carga física intensa, basada en un esprín prolongado, el metabolismo muscular es solicitado durante el transcurso de la prueba al más alto nivel. Para poder asegurar la actividad, el atleta necesita una resíntesis rápida de ATP durante un periodo amplio de tiempo, lo que provoca una acidez muscular muy elevada que disminuirá considerablemente la capacidad de trabajo. Por ello, gran número de entrenadores piensan que en ninguna otra disciplina atlética las exigencias orgánicas son tan elevadas.

Peter Dost⁷², entrenador del recordman europeo de 400m, Thomas Schoenlebe, que tiene la costumbre de realizar test periódicos sobre acumulación de ácido láctico en los entrenamientos, afirma haber encontrado en alguna ocasión niveles de acidez de hasta 26.9mmol/l.

Aunque todos los expertos coinciden en señalar que la vía más importante de aporte de energía en el 400 es la vía anaeróbica, también es necesario desarrollar convenientemente la vía aeróbica con el fin de favorecer el transporte de oxígeno y su utilización como energía lo que facilita, a la vez, el “lavado de lactato”.

A pesar de todo ello, el corredor de cuatrocientos siempre se verá avocado a correr rápido durante un espacio de tiempo considerable soportando la fatiga y bloqueado por las sustancias de desecho que se acumulan de forma paulatina en la sangre y en el músculo. Como consecuencia, todos los entrenadores consideran vital la forma de distribuir la velocidad y la energía en el transcurso de una carrera de 400m l. ya que, al no ser un esprín puro, el atleta no puede aspirar a correr al límite desde la salida hasta la meta.

Sobre la estrategia a seguir en los 400m l. existen diferencias de matices entre unos entrenadores y otros:

-Hay entrenadores que aconsejan evitar desgastes excesivos de energía en la fase de aceleración, considerando que, en dicha fase, las acciones de impulsión, cuando el pie entra en contacto con el suelo, deben ser suaves, exentas de brusquedades que pudieran provocar oscilaciones significativas del centro de gravedad.

-Lee Evans⁷³, que poseyó el record del mundo de 400m desde 1968 hasta 1988, aconseja establecer un cierto equilibrio, en cuanto a velocidad, entre los dos

⁷² DOST, P. (2004). “Planificación de las cargas lácticas en el 400mts” Rincón del Entrenador, Vol. 14. E.N.E. RFEA.

⁷³ EVANS, L. (1986). “Planification de l’entrainement et de la course pour un 400m” Amicale Entraîneur, N° 98, octubre-décembres.

bloques de 200m que suman los cuatrocientos. Para ello, considera como ideal pasar el primer 200m con un segundo más de tiempo que la mejor marca acreditada por el atleta en esta distancia, y tratando de perder, en el segundo 200m, un sólo segundo en relación al tiempo marcado en el primer doscientos.

-Clyde Hart⁷⁴, entrenador de Michael Johnson (recordman mundial de 400m) y de Jeremy Wariner (actual número uno del ranking mundial), propone como estrategia ideal para correr el 400m la siguiente:

- *Intentar cubrir los primeros 50 metros cerca de la velocidad máxima.
- *A partir de ese punto, relajar las acciones de la parte superior del cuerpo tratando de mantener la velocidad de las piernas.
- *De inmediato buscar el ritmo propio de carrera e intentar conseguir y lograr una buena sensación adecuada a la competición.
- *A continuación, el atleta debe comenzar a pensar en el próximo gran esfuerzo que se inicia con el comienzo del segundo 200m.
- *Es muy importante trabajar insistentemente la técnica y la forma de correr la curva del 200 al 300 para tratar de situarse siempre en una buena posición al final de la curva y poder aspirar así a vencer.
- *Durante los metros finales de la carrera los corredores tienen que aprender a correr relajados para mitigar los efectos de la fatiga.

A parte de la capacidad para distribuir de forma equilibrada de velocidad y energía, los expertos consideran que el corredor de cuatrocientos debe poseer una serie de cualidades físicas y psíquicas que le permitirán una mejor adaptación a la prueba. Para Clyde Hart, citado anteriormente, el corredor de 400m l. debe ser de estatura media o alta y disponer de unas estructuras físicas fuertes y consistentes, potenciadas y complementadas con una gran fuerza mental.

Desde el punto de vista del aspecto físico, el citado entrenador, piensa que suelen darse dos prototipos de cuatrocientistas: los que proceden de las carreras más cortas, especialmente el 200, o los que tiene una mayor predisposición hacia el 800. Las dificultades de adaptación para los corredores de 400, considerados esprinteres, se encuentran desde los 300m hasta el final, mientras que los que proceden de distancias superiores, encuentran la mayor dificultad a la hora de desarrollar su velocidad base.

⁷⁴ HART, C. (1993). "400 Meters Training ". Track and Field Quarterly. (1).

Últimamente, según él, están apareciendo bastantes cuatrocentistas que proceden de la prueba del 200m porque resulta más fácil desarrollar la rudeza, fortaleza y resistencia que las habilidades de esprinterres.

En relación a la consistencia mental que necesita el corredor de 400m, Hart piensa lo siguiente:

“la fuerza mental de los corredores de 400m es de gran importancia”, “la prueba es un esprín que requiere de mucha paciencia y auto-determinación”, “el rasgo de personalidad más fuerte que el corredor de 400 metros debe poseer es la agresividad. Esta no es carrera para tímidos. El corredor debe aprender a experimentar dolor y fatiga y estar dispuesto a volver a hacerlo otra vez más para aprender a distribuir con propiedad el esfuerzo”.

Lee Evans, que probablemente haya sido el corredor cuyas características físicas se acerquen en mayor medida al modelo de lo que debe ser un cuatrocentista, daba una gran importancia a la disciplina y a la mentalización para tener éxito en los 400 metros. La importancia que este corredor daba a la preparación mental y a la concentración queda reflejada en un hecho que solía contar en los congresos donde era invitado y que hacía referencia a su actitud y actividad en los momentos previos a la final de cuatrocientos en la olimpiada de Méjico 68.

En dicha olimpiada en la que estableciera aquel increíble record mundial de 43.8'', se levantó a las 8 de la mañana y después de desayunar se recluyó en su habitación, donde estuvo visualizando la carrera y la posible estrategia a seguir por cada una de las calles, ya que aún no conocía el sorteo. Antes de salir de la villa olímpica, pensó en qué era lo más conveniente hacer hasta llegar al estadio. Antes de bajar del autobús, planificó como emplearía el tiempo hasta que iniciara el calentamiento y así sucesivamente, hasta que se produjo el pistoletazo de salida. Desde que se recluyera en su habitación hasta que terminó la prueba no habló con nadie.

Lee se concentraba especialmente en la salida y trataba de adquirir lo más rápidamente posible el ritmo de carrera. A partir de ese momento intentaba anticiparse mentalmente a lo que debía ir haciendo. Para él la carrera comenzaba realmente a partir del 200 y en el tercer 100 sólo pensaba en elevar las rodillas, lanzar los brazos hacia la línea de llegada y en correr relajado. Los 100 últimos metros los hacía como si tuviera un magnetófono en la cabeza que le repetía constantemente: ¡rodillas altas! ¡brazos hacia delante! ¡relajación! ¡relajación!.

No nos atrevemos a opinar si es necesario llevar la mente y la preparación mental hasta los niveles que lo hacía Evans. Quizá hacerlo de una forma tan meticulosa como lo hacía Carl pueda parecer un poco exagerado, pero no es casualidad que todos los entrenadores que tutelan y dirigen corredores de 400m tengan tan en cuenta este aspecto al elaborar sus planes de trabajo.

Como resumen de lo expuesto en este punto podríamos decir que los atletas especialistas en cuatrocientos metros lisos deben estar en posesión de una serie de cualidades relacionadas con:

- La capacidad para correr rápido**
- La capacidad para utilizar de forma eficaz las vías energéticas del sistema del ATP-CP, la glucólisis anaeróbica y la glucólisis aeróbica, ya que las dos primeras, prácticamente, se agotan, lo que supone alcanzar cotas muy elevadas de agotamiento por a la acumulación de lactato.**
- La capacidad para distribuir el esfuerzo de forma equilibrada con el fin de economizar energía.**
- Una gran consistencia mental y determinación que les permitan soportar la fatiga que se genera durante la competición, especialmente en los momentos finales.**

3.2.- FACTORES METABÓLICOS, BIOMECÁNICOS Y TÉCNICOS QUE CONDICIONAN EL TRABAJO DE FUERZA EN LA PRUEBA DE 400M.L.

Si, como hemos visto, el 400m es una de las disciplinas más exigentes del calendario atlético debido a los niveles de cansancio y agotamiento que genera, el atleta deberá aprender a distribuir de forma racional el gasto energético, pero también debe ser capaz de economizar energía y ello no será posible si no adquiere una técnica de movimientos adecuada que le permita actuar con máxima eficacia en cualquiera de las fases de la carrera. La técnica no se podrá desarrollar convenientemente sin un trabajo muscular apropiado que no podrá hacerse sin tener en cuenta las características metabólicas, biomecánicas y técnicas de las carreras de cuatrocientos metros lisos.

3.2.1.- Metabolismo energético de los 400 metros lisos.

Sobre la contribución energética en la carrera de 400m se han hecho numerosos estudios y experimentos. Sin embargo, los resultados obtenidos son muy dispares lo que puede generar una cierta desorientación entre los técnicos.

Aunque algún investigador como Weyan (1994) considere que la aportación aeróbica en la carrera de 400m sea mayor que la anaeróbica (64% por 36%), la inmensa mayoría de teóricos y estudiosos piensan que la prueba de 400m lisos es principalmente anaeróbica. Sin embargo, la estimación que los diferentes autores y expertos hacen sobre los porcentajes de intervención de las distintas vías energéticas varía enormemente de unos a otros.

Autores como Lacour y col. (1990) y Foss y Keteyan (1998) conceden respectivamente un porcentaje de intervención aeróbica en los 400m de 20 y 18%, mientras que otros, como Duffield y col. (2005), estiman que el porcentaje aeróbico es muy superior y lo sitúan entre el 41 y el 45%.

Una de las causas de tales diferencias podría estar en el método utilizado para estimar la cantidad de energía liberada a través de cada una de las vías energéticas. Habitualmente se utilizan dos procedimientos: uno basado en los niveles de

acumulación del lactato en sangre (La) y otro basado en la medición del déficit de oxígeno acumulado durante la prueba (AOD).

Sobre el primer método, Machado Reis y Paixao Miguel⁷⁵ piensan que no es un método preciso para estimar la cantidad de energía anaeróbica utilizada, dadas las dificultades que presenta para conocer parámetros como el lactato transferido de los músculos a la sangre, los niveles de lactato diluidos en sangre o la cantidad de lactato oxidado en los músculos no activados.

En cuanto al segundo método, déficit acumulado de oxígeno (AOD), Bangsbo⁷⁶ piensa que con este procedimiento se “sobrestima” la intervención aeróbica y se “minusvalora” el aporte anaeróbico.

Otra de las causas que se apunta como responsable de las diferencias de estimación es el tipo de test utilizado para medir el costo energético. Habitualmente se han utilizado dos tipos de pruebas: carreras simuladas de 400m sobre tapiz rodante o competiciones reales de 400m sobre la pista. Al respecto, afirma Hill⁷⁷ que, en las carreras sobre el tapiz, los atletas están menos motivados y es posible que esto permita obtener la intervención máxima del mecanismo aeróbico pero no del mecanismo anaeróbico.

Para Enrico Arcelli y col.⁷⁸ hay aún tres razones más para explicar las diferencias de estimación en cuanto a porcentajes de intervención de las distintas fuentes de energía:

- el sexo,
- las características físicas y fisiológicas del atleta,
- el nivel de resultado/rendimiento.

En relación a la influencia que el **sexo** pueda tener en los porcentajes de participación de las vías aeróbica y anaeróbica, Arcelli cita trabajos de investigación desarrollados por Weyand y col. Hill y Duffield y col. en los que se aprecian comportamientos distintos entre los hombres y las mujeres. Observándose en estas últimas una tendencia a utilizar la vía aeróbica en mayor medida.

⁷⁵ MACHADO, V; PAIXAO, P. (2007). “Cambios en el déficit de oxígeno acumulado y el costo energético de correr 400 metros”. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 6:2; 49-56.

⁷⁶ BANGSBO, J. (1996). “Oxygen deficit: a measure of anaerobic energy production during intense exercise”. Canadian Journal of Applied Physiology. 21 (5); 347-349.

⁷⁷ HILL, D.W. (1999). “Energy system contributions in middle distance running events”. Journal of sports Sciences. 17; 477-483.

⁷⁸ ARCELLI, E; MAMBRETI, M; CIMADORO, G; ALBERTI, G. (2008). “The aerobic mechanism in the 400 metres”. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 23:2; 15-23.

En la tabla 3.1 quedan reflejadas las diferencias en cuanto a la utilización de los mecanismos aeróbico y anaeróbico entre hombres y mujeres, según los autores citados. Como puede observarse las mujeres utilizan en mayor medida la vía aeróbica (entre 1 y 4%).

Autor	Grupo	Fecha	Contrib. aeróbica	Contrib. anaeróbica
Weyand y col.	hombres	1994	64-67%	33-36%
Weyand y col.	mujeres	1994	66-70%	30-34%
Hill	hombres	1999	37%	63%
Hill	mujeres	1999	38%	62%
Duffield y col.	hombres	2005	41%	59%
Duffield y col.	mujeres	2005	45%	55%

Tabla 3.1. Utilización de los mecanismos aeróbico y anaeróbico en 400m, según autores.

Para apreciar la influencia que las **características físicas y fisiológicas** del atleta puedan tener sobre los diferentes mecanismos energéticos, nos apoyaremos en los trabajos llevados a cabo por Weyand (1994), ya citado, y Nummela y Rusko (1995). En ellos, se puede observar, como refleja la tabla 3.2, que los atletas con aptitudes para el esprín, tienden a utilizar en mayor medida la vía anaeróbica. Del mismo modo, los atletas con inclinación hacia las largas distancias, como consecuencia de su genética o por la adaptación adquirida a través del entrenamiento, utilizan en mayor medida la vía aeróbica cuando compiten en 400m.

Autor	Grupo	Fecha	Contribución aeróbica	Contribución anaeróbica
Weyand y col.	Esprínteres	1994	64-66%	34-36%
Weyand y col.	Fondistas	1994	67-70%	30-33%
Nummela y Rusko	Esprínteres	1995	37.1%	62.9%
Nummela y Rusko	Fondistas	1995	45.6%	54.4%

Tabla 3.2. Intervención de los diferentes mecanismos energéticos en 400m, según las características del atleta.

El nivel de **resultado/rendimiento**, según Arcelli y col., es el factor que tiene una mayor influencia en relación con la variabilidad observada en los porcentajes de utilización de los distintos metabolismos energéticos.

Para comprender este hecho puede resultar esclarecedor un experimento llevado a cabo por el propio Arcelli (1995) en el que demostró con dos atletas, uno

hombre y otro mujer que, obteniendo los mismos resultados en la prueba (48''), utilizaban porcentajes diferentes en sus metabolismos energéticos. En este caso, la mujer, que según el ranking, poseía un nivel de resultado/rendimiento muy superior, producía una mayor cantidad de ácido láctico, lo que indicaba que se servía en mayor medida que el hombre de la glucólisis anaeróbica.

Del mismo modo, existen datos publicados, procedentes de experimentos en los que se relaciona: nivel de resultado/rendimiento, gasto energético global y gasto experimentado en cada una de las vías de aporte energético utilizadas, en los que queda patente la gran influencia que el registro obtenido en los 400m tiene sobre los porcentajes de energía obtenidos por vía aeróbica y anaeróbica (tabla 3.3)

Resultado/ rendimiento	Gasto total en ml/Kg.	Contr. Anaerob. en ml/Kg.	Contr. Anaerob en %	Contr. Aerob. en ml/Kg.	Contr. Aerob en %
44''	119.2	90.1	75.6	29.1	24.2
46''	111.1	79.7	71.7	31.4	28.3
48''	104.4	70.1	67.1	34.3	32.9
50''	98.5	61.3	62.2	37.2	37.8
52''	93.4	53.2	56.9	40.2	43.1

Tabla 3.3. Influencia del nivel de resultado/rendimiento en la intervención de los mecanismos energéticos en 400m

En esta tabla es posible observar que en las pruebas donde el aporte glucolítico es predominante, como en el caso de los 400m, la contribución anaeróbica disminuye rápidamente con el descenso del nivel de resultado/rendimiento del atleta. En algunos tramos el descenso en gasto, para la aportación anaeróbica, es tan marcado que llega a ser mayor incluso que el descenso para el gasto total. Por ejemplo, en el tramo situado entre los 44 y 48'', el gasto total baja desde 119.2 a 104.2ml/Kg., apreciándose un porcentaje del 12.4%. En el mismo tramo, el trabajo anaeróbico pasa de 90.1 a 70.7ml/Kg., lo que supone una reducción del 22,2%. Si situamos el nivel de porcentaje entre los 48 y los 52'' sigue ocurriendo algo parecido, pues el gasto total cae de 104.4 a 93.4ml/Kg. (21.6%), mientras que el gasto anaeróbico pasa de 70.1 a 53.2ml/Kg. (41%).

Al mismo tiempo, como es lógico, aumenta el porcentaje de contribución aeróbica como consecuencia de la mayor duración de la carrera. Siendo este, para los 44'' de 24%; de 33%, para los 48'' y de 43%, para los 52''.

Dichos datos refuerzan el sentir general de entrenadores y expertos según el cual los corredores de 400m deben poseer gran potencia y capacidad láctica. Por

potencia láctica, entendemos la cantidad de energía por unidad de tiempo que se puede suministrar a través de la glucólisis anaeróbica; por capacidad láctica, la cantidad de ATP que se puede proporcionar por la misma vía durante el tiempo que dura el esfuerzo.

Respecto a la forma de intervención de las diferentes vías energéticas en el transcurso de la carrera de 400m, puede servirnos de guía la estimación realizada por Arcelli sobre la actuación de Michael Johnson cuando batió el record del mundo de 400m y que se puede observar en la figura 3.1

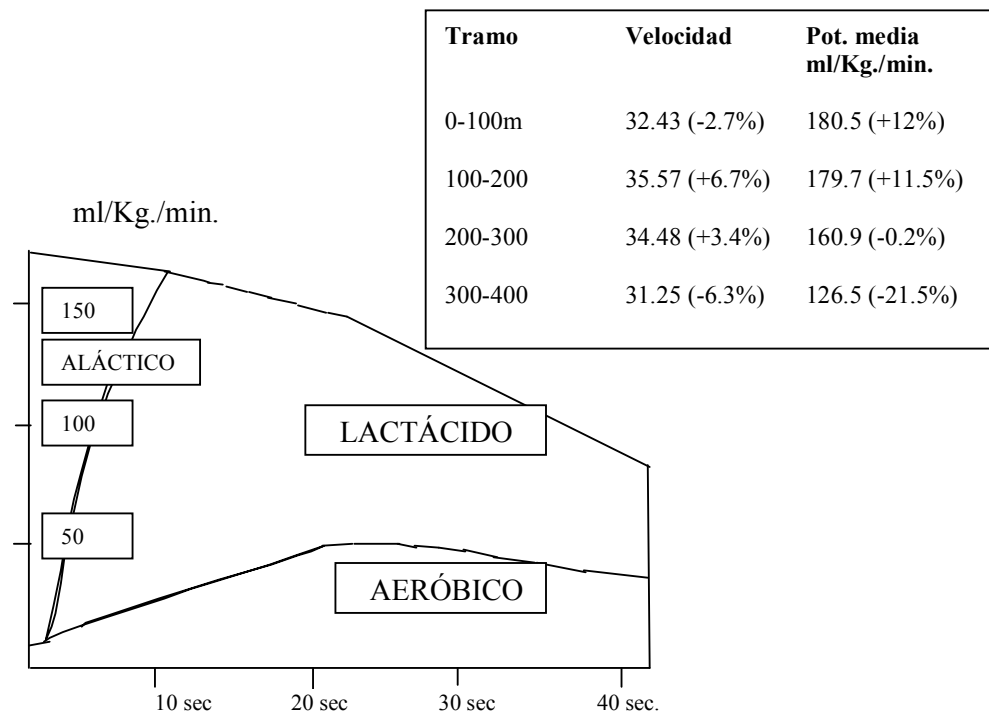


Figura 3.1. Intervención de los mecanismos energéticos en 400m (Arcelli 2001)

Como se observa, por debajo de los 10'' de carrera, que es cuando se produce un mayor gasto energético, la vía más importante de aporte de energía es el sistema aláctico del ATP-CP., pues es el que puede proporcionar mayor cantidad de energía por unidad de tiempo. Sin embargo, como las reservas utilizables por esta vía son muy limitadas, a partir de los 4 o 5'' es necesario complementarlo con el sistema láctico de la glucólisis. A partir de los 10'' la glucólisis anaeróbica se convertirá en el principal sostén de aporte energético. Este sistema no tiene los problemas de reserva que tenía el anterior, sin embargo tiene el problema de la acumulación paulatina de ácido láctico en el músculo y en la sangre, lo que le hace ir perdiendo eficacia a medida que aumenta el esfuerzo para terminar convirtiéndose en un limitante del

sistema. Este fenómeno queda reflejado en el descenso continuado de la potencia media de aporte energético, que comienza siendo de 180.59ml/Kg./min. en el primer tramo de 100m y termina siendo de 126.56ml/Kg./min. en el último.

El aporte de energía a través del sistema aeróbico, que en los primeros segundos es insignificante, se inicia con el oxígeno almacenado en la mioglobina muscular, posteriormente la intervención de este sistema va adquiriendo un mayor protagonismo a medida que se persiste en el esfuerzo. Convirtiéndose a partir de los 10'' en el complemento del sistema láctico.

La cantidad de oxígeno que se llega a suministrar, según la mayoría de estudios realizados, no supera el 80% del Vo_{2max} .. Conviene señalar al respecto, que el pico de mayor aporte de oxígeno suele situarse alrededor de los 200m de carrera y que desde ese momento el aporte de energía por esta vía tiende a estabilizarse, con tendencia a descender en el final de carrera, donde se sitúa alrededor del 64% del Vo_{2max} . Este hecho que, a primera vista, puede parecer sorprendente, ya que sería más lógico pensar en un aumento constante del consumo de oxígeno hasta el final de la prueba, podría deberse, según Arcelli, a que las fibras del tipo II, con la prolongación del esfuerzo, llegan a alcanzar un nivel de ph. crítico como consecuencia de la acumulación de lactato y ello provocaría, presumiblemente, la inhibición de las enzimas de la glucólisis.

Con los datos aportados por Arcelli, sería quizá más apropiado decir que el potencial anaeróbico que necesita el corredor de 400m depende en gran medida de la glucólisis, sistema energético que tiene una vertiente anaeróbica y otra aeróbica y que la mejor forma de potenciar ambas es procediendo al desarrollo global del sistema, lo que implica:

- Aumentar los depósitos de glucógeno muscular.
- Aumentar de la actividad de las enzimas glucolíticas (Roberts y col.1982).
- Disminuir los factores que pueden inhibir la vía glucolítica (cetonas, citrato...).
- Aumentar la *capacidad tampón* muscular (Green y col. 1996).
- Aumentar la densidad capilar del músculo.
- Aumentar la perfusión muscular.
- Aumentar el potencial oxidativo de los músculos que no trabajan.

Como se puede ver, algunos de los factores indicados están relacionados con el entrenamiento aeróbico, de lo que se deduce que el corredor de cuatrocientos

metros necesita tener también una cierta base aeróbica para poder desarrollar su capacidad anaeróbica.

3.2.2.- Análisis biomecánico de la carrera de 400 metros lisos.

En este apartado trataremos de ver cómo se distribuye la velocidad a lo largo de la carrera de 400m, así como la relación que ésta guarda con algunos de los parámetros de la zancada como pudieran ser la longitud y la frecuencia de paso.

Sobre la distribución o evolución de la **velocidad** en el transcurso de los cuatrocientos metros se han hecho múltiples estudios. Uno de los más exhaustivos ha sido el realizado por Coppenolle⁷⁹ al analizar los tiempos intermedios en carrera de 70 atletas cuyos registros oscilaban entre 43.8'' y 45.9''. Para proceder a la investigación estableció dos grupos: el primero formado por 20 atletas con marcas comprendidas entre 43.8'' y 44.9'', el segundo constituido por 50 atletas con registros acreditados entre 44.9'' y 45.9''.

Para extraer conclusiones dio los siguientes pasos:

- En primer lugar tomó los tiempos registrados por cada atleta tanto en el primer 200m como en el segundo.
- A continuación estableció la diferencia en cuanto a tiempo entre ambos.
- Y finalmente estudió la correlación de tiempos entre el primer 200m, el segundo 200m y el tiempo final de los 400m.

Las conclusiones finales fueron las siguientes:

- En ambos grupos el tiempo para el primer 200m era muy similar y se situaba en torno a los 21.5 segundos.
- Se observó una considerable diferencia entre ambos grupos en relación a los tiempos marcados en el segundo 200. Mientras en el primer grupo la media de los tiempos obtenidos se situaba en torno a los 23.0'', en segundo dicha media alcanzaba los 23.8'', lo que suponía una desviación de más de 2 segundos respecto al tiempo marcado en el primer 200m.
- También se notaba una tendencia a obtener tiempos más favorables en el 400m por parte de aquellos atletas que hacían el último 200m más rápido y con tiempos más cercanos a los establecidos en el primero.

⁷⁹ COPPENOLLE, H. (1980). "Analysis of 200 metres intermediate times for 400 metres world-class runners". Track and Field Quarterly, 80, (2); Pág. 37-39.

Esa misma tendencia puede observarse el gráfico 3.1 en el que podemos ver la evolución de la velocidad de los 8 finalistas del campeonato del mundo de Sevilla (1999) en el transcurso de la prueba de 400m.

El gráfico superior corresponde a los perfiles de los cuatro primeros clasificados (azul: 1º clasificado, rosa: 2º clasificado y así sucesivamente). El gráfico inferior, a los cuatro últimos (azul 5º, rosa 6º y así sucesivamente)

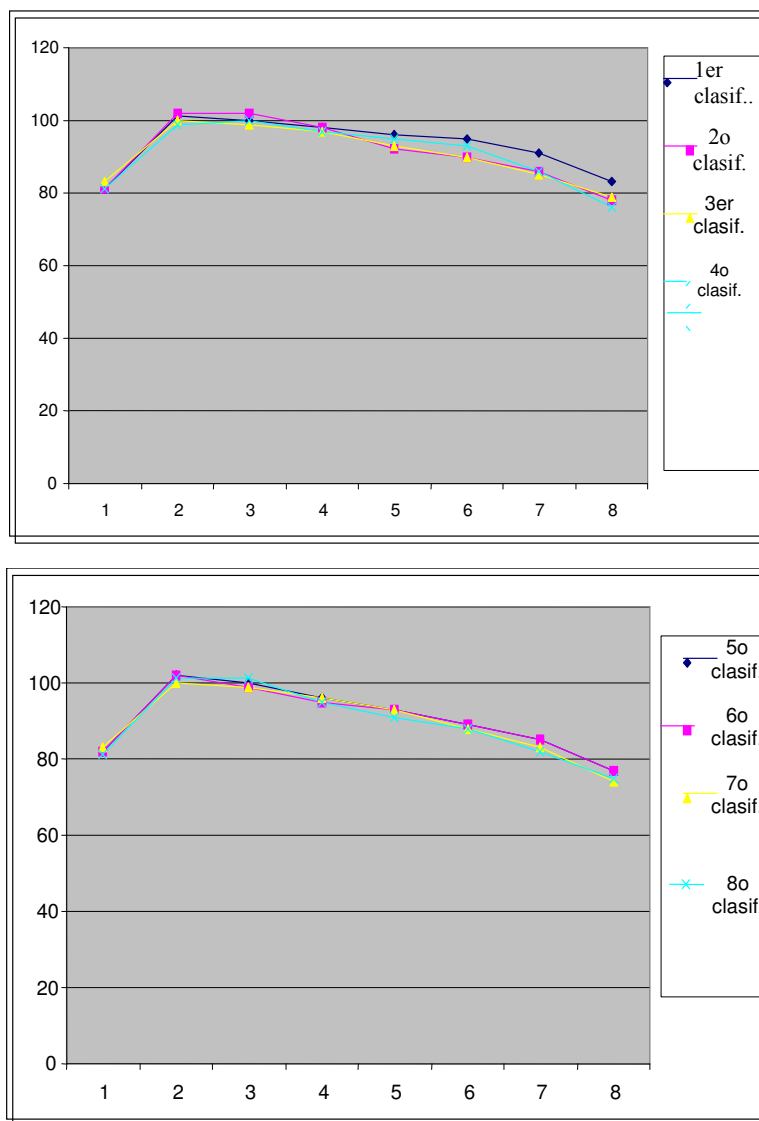


Gráfico 3.1. Evolución de la velocidad en los finalistas de 400m (Sevilla 1999). Según A.Ferro y col 2001

La velocidad registrada corresponde a cada uno de los 8 tramos de 50m en que puede dividirse la prueba de 400m., y se puede comprobar que en los primeros clasificados el descenso de la velocidad durante el segundo 200m es menor. También podría decirse que el registro final depende en gran medida de la capacidad del atleta

para establecer una especie de meseta, aunque sea descendente, en los tramos centrales del 400m.

Bruno Gajer y col.⁸⁰ realizaron en 2007 un estudio en el que se plantearon como objetivo relacionar algunos de los parámetros que conforman la zancada del corredor (longitud de paso y frecuencia de paso) con la evolución de la velocidad en el transcurso de la prueba de 400m. Para ello, dividieron los 400 metros en 8 tramos de 50m. A continuación analizaron en cada uno de dichos tramos las variaciones surgidas durante el desarrollo de la carrera en cada uno de los aspectos objeto de estudio: velocidad, longitud de zancada y frecuencia de zancada..

Las mediciones se llevaron a cabo con seis grupos de atletas de cinco componentes cada uno. De ellos, tres formados por mujeres y otros tres por hombres. Tanto en hombres como en mujeres se establecieron tres niveles:

- El primero reunía a atletas considerados de clase mundial que habían acreditado marcas de 44.43'' + 0.16 en el caso de los hombres y 49.97'' + 0.33'' en el caso de las mujeres.
- El segundo nivel estaba constituido por atletas de categoría nacional, con marcas de 46.83'' + 0.52'' para los atletas masculinos y de 53.06'' + 0.50'' para las atletas femeninas.
- El tercero estaba formado por corredores de nivel regional, con registros de 48.24'' + 0.31'' para los hombres y de 55.33'' + 0.30 para las mujeres.

Los resultados, en cuanto a la evolución de la velocidad, indicaban que, en el primer tramo de 100m, los perfiles para los seis grupos eran muy parecidos y coincidían en cuanto a forma con los ya expuestos de los finalistas del mundial de Sevilla, observándose en todos ellos una fase de aceleración que alcanzaba su pico de velocidad entre los 50 y los 100m. No obstante, como pude constatarse en la tabla 3.4 los varones alcanzaban, en esta primera fase, velocidades relativamente más elevadas que las mujeres en cuanto a porcentaje, si se comparaba con las velocidades medias alcanzadas por cada grupo después de realizada la prueba.

⁸⁰GAJER, B ; HAON, C ; THEPAUT-MATHIEU, CH. (2007). "Velocity and stride parameters in the 400 metres". Nuevos Estudios Atlético. IAAF, 22:3; 39-46.

Mientras que los hombres logran porcentajes superiores a la velocidad media entre 22.5 y 27.1%, las mujeres se quedan en un peldaño inferior (19 a 21.3%).

MUJERES (evolución de la velocidad)			HOMBRES (Evolución de la velocidad)		
Cat. M	Cat. N	Cat. R	Cat. M	Cat. N	Cat. R
+ 19%	+ 21.3%	+ 19.7%	+ 23.6%	+ 27.1%	+ 22.5%

Tabla 3.4 Evolución de la velocidad en hombres y mujeres en el primer tramo de 400m. Gajer y col. 2007

En los siguientes tramos como se observa en la tabla 3.5 el descenso de la velocidad respecto a los tramos precedentes se produce de forma continuada hasta el final de la prueba, aunque con ligeras diferencias: en el segundo tramo de 100m, por ejemplo, el descenso de la velocidad respecto al tramo precedente de los grupos de categoría nacional y regional de mujeres es superior al del resto de grupos. Sin embargo, en los tramos finales, su velocidad desciende en menor medida. El descenso más marcado en el tramo final de 50m se produce en los grupos de clase mundial de hombres y mujeres. Este fenómeno pudiera estar relacionado con el hecho de que estos grupos tengan más capacidad para soportar niveles de lactato más elevados en los tramos centrales, lo que provocaría una mayor inhibición del sistema láctico en el tramo final.

TRAMO	MUJERES (Evol. de la velocid.)			HOMBRES (Evol. de la velocid.)		
	Cat. M	Cat. N	Cat. R	Cat. M	Cat. N	Cat. R
2ª 100m	-5.47%	-8.61%	-7.32%	-4.54%	-6.3%	-5.8%
3ª 100m	-4.96%	-1.91%	-2.5%	-6.3%	-7.4%	-7.7%
300-350	-5.84%	-2.2%	-2.97%	-5.75%	-5.2%	-3.9%
350-400	-8.97%	-2.39%	-1.81%	-9.1%	-7.6%	-6.1%

Tabla 3.5 Evolución de la velocidad en hombres y mujeres en otros tramos de 400m. Gajer y col. 2007

En cuanto a la **longitud de zancada**, podemos decir que en la primera fase de carrera aumenta a la par que la velocidad, siendo los atletas de clase mundial los que muestran picos más altos: 2.53m + 0.08m, 2.40m + 0.06m y 2.35m + 0.08m respectivamente para los varones de clase mundial, nacional y regional y 2.29m + 0.04m, 2.21m + 0.07 y 2.16m + 0.05 para las mujeres de las mismas categorías y grupos.

El pico de longitud de zancada curiosamente no coincide con el momento de máxima velocidad, como ocurre en otras carreras de velocidad como los 100m o los 200m. En este caso, todos los grupos, excepto el grupo de categoría nacional de mujeres, que lo consiguen antes, logran su máxima amplitud de paso entre los 100 y los 150m de carrera, mientras que la máxima velocidad se alcanza como ya indicamos entre los 50 y los 100m.

En la figura 3.2 se muestran los momentos en los que se alcanzan los picos de velocidad, frecuencia y longitud de paso en las pruebas de 100 y 400m.

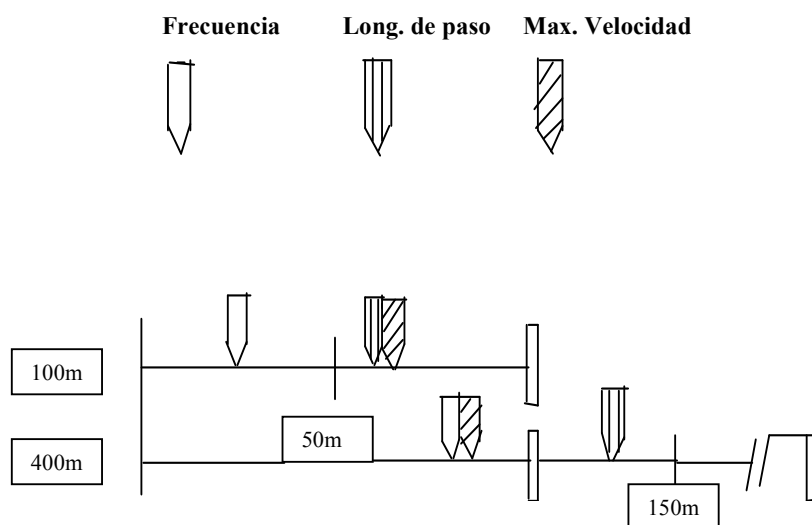


Figura 3.2. Picos de velocidad, frecuencia y longitud de paso en 100 y 400m. Gajer y col. 2007

Como puede observarse en la carrera de 100m el pico de frecuencia se alcanza antes de los 50m y los picos de velocidad y longitud de zancada, que coinciden en el momento, se logran después de los 50m.

En los 400m, en cambio, coinciden los momentos en que se alcanza la máxima velocidad y frecuencia (entre los 50 y 100m), pero no ocurre así con la máxima amplitud de paso que no se logra hasta pasados los 100m. La razón de este hecho, según Gajer y col., puede deberse a la necesidad de correr en curva los cien primeros metros, obligando al corredor a desplazarse inclinado hacia el interior y con la cadera baja para controlar el efecto de la fuerza centrífuga. Dicho efecto desaparecería al llegar a la recta del 200m y permitiría al atleta emplear zancadas más amplias.

En la tabla 3.6 se muestran las variaciones de la longitud de paso en los diferentes tramos de carrera. Como puede observarse, en el segundo tramo de 100m, la longitud de zancada apenas sufre variación respecto a los primeros 100m. El único

grupo que presenta un descenso considerable en este parámetro es el de categoría regional de mujeres. En el resto de los grupos la incidencia de la disminución de paso en la pérdida de velocidad es insignificante.

TRAMO	MUJERES (Evol. de la zancad.)			HOMBRES (Evol. de la zancad.)		
	Cat. M	Cat. N	Cat. R	Cat. M	Cat. N	Cat. R
1ª 100m	+ 12%	+ 14.5%	+13.9%	+18.3%	+20.1%	+17%
2ª 100m	0%	-2.71%	-5.91%	+0.4%	-1.7%	-1.7%
3ª 100m	-3.55%	-2.79%	-2.38%	-5.7%	-6%	-4.8%
300-350	-3.22%	-1.43%	-1.46%	-3%	-2.7%	-3.2%
350-400	-3.33%	-2.43%	-2.47%	-2.6%	+0.4%	-0.9%

Tabla 3.6. Variaciones en la longitud de paso en los diferentes tramos de los 400m. Gajer y col 2007.

En el tercer tramo de 100m, sí se puede observar un descenso notorio de la longitud de zancada, lo cual indica que, posiblemente, es el factor más influyente en el descenso de la velocidad en este tramo.

En los dos últimos tramos 50m se sigue observando una tendencia a la disminución de la longitud de paso.

Al analizar la evolución de la **frecuencia** de paso, Gajer y col. apreciaron que la máxima frecuencia era alcanzada entre los 50 y los 100m, coincidiendo con los instantes de máxima velocidad. El aumento de la frecuencia y la velocidad, por tanto, se produjeron de forma pareja. El pico alcanzado fue de $3.99 + 0.13\text{Hz}$, $3.89 + 0.14\text{Hz}$ y $3.86 + 0.16\text{Hz}$ respectivamente para las atletas de clase mundial, nacional y regional y de $4.12 + 0.19\text{Hz}$, $4.41 + 0.16\text{Hz}$ y $4.00 + 0.16\text{Hz}$ para los atletas masculinos de idénticas categorías y grupos.

En la tabla 3.7 figuran las variaciones de la frecuencia de paso para los diferentes tramos de carrera y grupos.

TRAMO	MUJERES (Evol. de frecuen.)			HOMBRES (Evol. de frecuen.)		
	Cat. M	Cat. N	Cat. R	Cat. M	Cat. N	Cat. R
1ª 100m	+6.7 %	+6%	+5.2%	+4.6%	+5.4%	+4.2%
2ª 100m	-5.51%	-5.91%	-6.22%	-5.1%	-4.4%	-4%
3ª 100m	-1.59%	+0.54%	-0.27%	-0.8%	-1.78%	-2.9%
300-350	-2.96%	-0.81%	-1.38%	-2.8%	-2.6%	-1.1%
350-400	-5.55%	+0.55%	+0.56%	-6.4%	-7.8%	-5.1%

Tabla 3.7 Evolución de la frecuencia en los distintos tramos del 400m. Gajer y col. 2007

En el primer tramo de 100m se observa un aumento de la frecuencia en porcentajes similares par todos los grupos.

El tramo correspondiente al segundo 100m presenta una pérdida acentuada y general de frecuencia de paso en todos los grupos. Teniendo en cuenta, por otra parte, que la longitud de paso apenas sufre variación en el mismo espacio, se puede afirmar que la causa principal del descenso de la velocidad en esta fase del 400m es la disminución de la frecuencia.

En el tercer tramo de 100m las variaciones en cuanto a frecuencia no son significativas, lo que indica que dicho factor no tiene una influencia considerable en el descenso de la velocidad en dicho tramo.

De los 300 a los 350m se acentúa levemente de nuevo la pérdida de frecuencia haciéndolo con porcentajes similares a los de longitud de paso, lo que indica que ambos factores son responsables casi en la misma medida de la caída de la velocidad.

Los 50 últimos metros de carrera suponen una disminución de la frecuencia especialmente fuerte para los grupos de clase mundial de hombres y mujeres, así como para los grupos de categoría nacional y regional de hombres. En ellos la frecuencia es indudablemente la causa principal de la pérdida de velocidad. Sin embargo, en los grupos de categoría nacional y regional de mujeres la frecuencia no desciende. Este fenómeno quizá pueda explicarse como consecuencia de que estos grupos están corriendo durante un espacio de tiempo considerablemente mayor y necesiten de una mayor aportación del sistema aeróbico. Al no depender en tanta medida del sistema láctico, su pérdida de velocidad en los momentos finales sería menor.

3.2.3.-La técnica de carrera en los 400 metros lisos.

La mayor parte de expertos consideran que la técnica es de gran importancia en la prueba de 400m. Para realzar su valor utilizan como argumentos la dureza de la prueba y las dificultades para correr sin descomponer el “gesto” en situaciones de gran cansancio.

Conviene tener en cuenta que el 400m es, de todas las pruebas del programa atlético, la que refleja una mayor pérdida de velocidad en su desarrollo. Entre la máxima velocidad alcanzada en la fase de aceleración y el final de carrera hay una disminución aproximada de 2.40m/seg. La siguiente carrera en cuanto a caída de la velocidad son los 800m (1.4m/seg.). En los 100m, la diferencia se sitúa alrededor de

los 0.4m/seg. y en los 200m, 1m/seg. Esta cuestión obliga, según los especialistas, a desarrollar un modelo técnico que permita, por un lado, economizar en esfuerzo y, por otro, mantener una “actitud” de carrera adecuada en los momentos de máximo cansancio.

Hasta la llegada de Michael Johnson a los 400m, la mayoría de los técnicos consideraban que la forma de correr los 400m tenía mayor similitud con la utilizada en los 800m que con la empleada en las carreras de velocidad. Hasta ese momento, la inmensa mayoría de los corredores de 400m, en la fase de impulsión de la carrera, centraban principalmente el trabajo en los músculos de la pantorrilla (gemelos y sóleo), mientras que los velocistas utilizan en mayor medida los músculos del muslo (isquiotibiales y glúteo). Como consecuencia de ello, el ciclo descrito por la pierna, por detrás del centro de gravedad, era mucho más amplio que el marcado por delante en los momentos que precedían a la toma de contacto del pie en el suelo.

La forma de correr de Johnson, más parecida a la de los velocistas de 100 y 200m, trajo consigo un debate amplio sobre cuál era la forma más conveniente, desde el punto de vista técnico, de afrontar los 400m. Hubo técnicos que consideraron que la forma tan peculiar de correr de Johnson se debía a la falta de amplitud de sus movimientos. Otros pensaban que su eficacia estaba basada en la disminución del tiempo de vuelo, como consecuencia de una aplicación deficiente de fuerza. Sin embargo, a medida que pasaba el tiempo eran más los que apreciaban en Michael Johnson unas capacidades intrínsecas, quizá basadas en la fuerza de ciertos grupos musculares como pudieran ser los cuádriceps, isquiotibiales y glúteos, que le permitían una mayor eficacia a la hora de correr.

Ante esta situación, algunos autores han tratado de comparar la forma de correr de Michael Johnson con la de otros atletas de la especialidad, con el propósito de sacar alguna conclusión de tipo técnico al respecto. En ese sentido, nos ha parecido especialmente interesante el estudio comparativo realizado por N. Krantz⁸¹ entre la forma de correr de Michael Johnson y María José Pérec, ya que se trata de dos grandes campeones que, en la Olimpiada de Atlanta 96, alcanzaron los máximos galardones en 200 y 400m.

Al ser estilos de carrera muy distintos, pues como contraste a la forma de correr de M. Johnson, ya explicada, M.J. Pérec utiliza una técnica de movimiento menos

⁸¹ KRANTZ, N. (1996). “M. Johnson et M.J. Pérec: analyse compare de la foulée. Efficacité et économie: quel système expert retenir?”. *Technique Athlétique. (Spécial Force)*, Pag. 31-35. I.N.S.E.P.

elaborada, más natural, basada en una mayor utilización de los músculos de la pantorrilla como hacen los corredores de 800m, el citado estudio puede ofrecernos datos valiosos sobre el planteamiento técnico de la carrera de 400m.l.

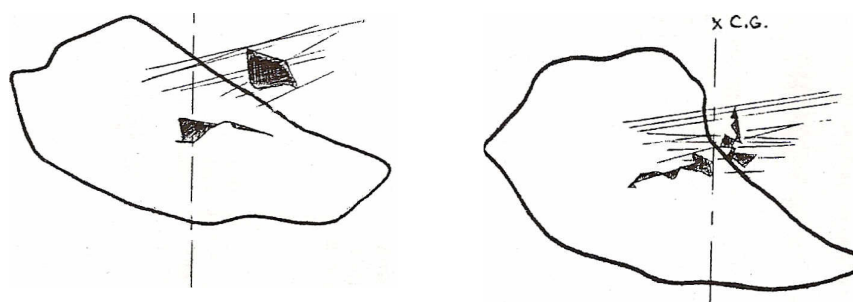


Figura 3.3. Polainas descritas por los tobillos de Johnson y Pérec. Krantz 1996.

En la figura 3.3 se pueden observar las gráficas descritas por los tobillos de ambos atletas (la de M. Johnson a la izquierda y la de M.J. Pérec a la derecha). Según manifestación literal del propio autor, la gráfica descrita por el tobillo de Johnson se parece a una judía plana, mientras la de Pérec se parece a una judía con abolladura o abultamiento en la parte posterior.

Un dibujo sin picos atestigua la solidez del apoyo por parte de Johnson, así como una cierta homogeneidad y lógica en la trayectoria de su tobillo.

En el caso de Pérec, se observa que el tobillo sube muy alto por detrás de la línea del centro de gravedad. Permanece un tiempo en fase de meseta y después cae bruscamente para pasar por debajo de la cadera. Este hecho unido a la abundancia de huecos y abolladuras en su gráfica indica la existencia, por una parte, de fuertes antagonismos de fuerzas y, por otra, de altos componentes verticales en las mismas.

El grosor del cuerno anterior de la “polaina” de Johnson demuestra una buena anticipación de la acción del pie antes de dirigirlo hacia el suelo, lo que permite que éste llegue con fuerza y velocidad al apoyo.

La esbeltez del cuerno anterior de la polaina de Pérec indica un trabajo de anticipación hecho en el último momento y muy localizado en el tobillo. Aunque el pie llegue con velocidad, se pueden tener dificultades a la hora de aplicar fuerza en los inicios y durante el apoyo del pie en el suelo.

El ciclo posterior del recorrido del pie de Pérec es mucho más amplio que el anterior. En el caso de Johnson se da un mayor equilibrio entre ambos.

En cuanto a las fases de mayor eficacia (momentos en que el tobillo recorre mayor distancia), en el caso de Johnson, se centran en un primer momento, en el inicio del apoyo, cuando el centro de gravedad pasa por la vertical y hasta que el pie es retirado del suelo y, en un segundo momento, en la fase en la que el pie pasa por debajo de la cadera y la rodilla, apunta hacia delante.

En lo que concierne a Pérec, la mayor eficacia se observa en el momento de la acción de “zarpazo” sobre el suelo, en el ciclo aéreo (desde que el pie deja el suelo hasta que adquiere la máxima altura) y en la fase de descenso.

Lo que ocurre durante la fase en la que el pie de ambos atletas permanece en contacto con el suelo, queda reflejado, en cierto modo, en la figura 3.4

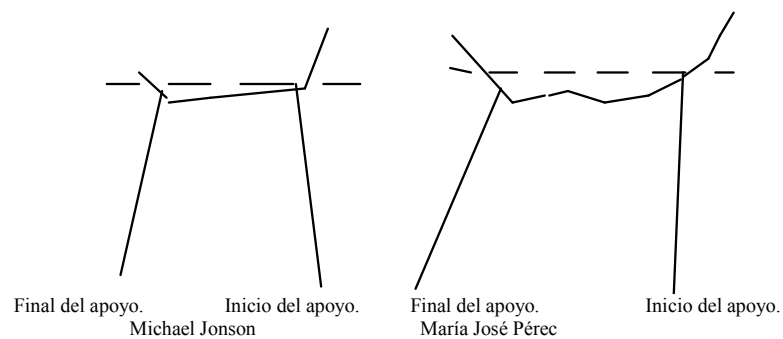


Figura 3.4. Trayectoria del centro de gravedad durante el apoyo en Johnson y Pérec. . Krantz 1996.

Johnson inicia el apoyo por delante de la vertical del centro de gravedad, mientras que Pérec lo coloca debajo. Debido a una mejor preparación del aterrizaje por parte de del atleta americano, su centro de gravedad descenderá menos que el de la atleta francesa. Esto se verá reflejado en un menor tiempo de apoyo (0,213 seg. para Johnson por 0,238 seg. Para Pérec.).

Al permanecer durante más tiempo en el apoyo, María José Pérec puede completar la extensión del tobillo, cosa que no puede hacer Michael Johnson, pues necesita dirigir rápidamente la rodilla hacia delante. Como consecuencia de ello, la amplitud de zancada de Pérec (2,22m) es relativamente mayor que la de Johnson (2.32). Una diferencia de 10cm es muy poca, cuando las mediciones llevadas a cabo por Gajer indicaban una diferencia media entre hombres y mujeres de clase mundial en torno a los 30cm.

Los tiempos de suspensión, según Krantz, parecen comparables.

La trayectoria seguida por las rodillas de uno y otro también muestra marcadas diferencias. Según se puede observar en la figura 3.5, en ambos casos el sector que recorre la rodilla por delante del centro de gravedad es más amplio, sin embargo, el porcentaje de dicho sector en Michael Johnson es aproximadamente del 76%, mientras en María José Pérec solo alcanza el 60%. Esta diferencia se debe a la posición de la cadera durante la carrera.

Johnson que, como hemos dicho, da más importancia al ciclo anterior mantiene su cadera en retroversión y ello le permite preparar mejor la llegada al suelo, utilizando más superficie de la planta del pie, consiguiendo de esa manera más estabilidad y rigidez en el apoyo.

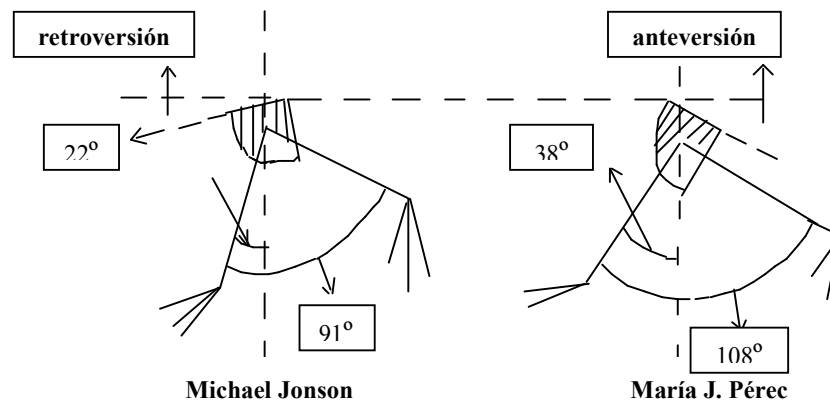


Figura 3.5. Sectores recorridos por las rodillas de Johnson y Pérec. Krantz 1996.

Pérec da más importancia al ciclo posterior, por eso se ve obligada a mantener su cadera en anteversión y en una posición más alta. Como consecuencia de ello, los movimientos de la rodilla por delante de la vertical del centro de gravedad tienen un mayor componente en la dirección arriba abajo que de avance hacia delante. Este hecho fuerza que el contacto del pie en suelo se realice más sobre el metatarso, lo que resta rigidez y estabilidad al apoyo. Por otra parte, la forma de colocar su cadera facilita la recuperación del tobillo por detrás y su caída para pasar por debajo de la cadera. La amplitud del movimiento es mayor en Pérec (108°) que en Johnson (91°).

Por otra parte, en la figura 3.6 se puede observar los sectores de barrido de los tobillos.

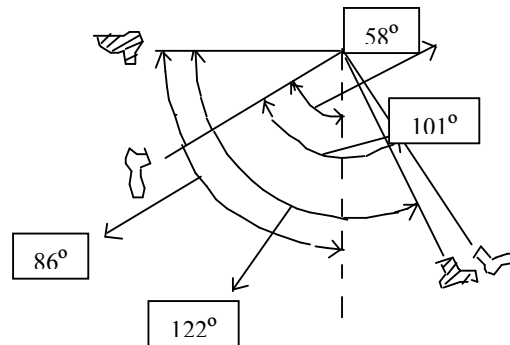


Figura 3.6. Sectores de barrido de los tobillos de Johnson y Pérec. Krantz 1996.

El sector recorrido por el tobillo de Pérec (pie rayado) es de 122°, de los cuales 86° pertenecen al ciclo posterior de carrera. El sector recorrido por el tobillo de Johnson es de 101° de los cuales 58° corresponden al ciclo posterior y 43° al ciclo anterior. También se puede observar cómo el pie de Johnson aterriza ligeramente por delante, mientras el pie de Pérec llega bastante más atrás y muy por encima del de Johnson.

Las consecuencias que la forma de correr de cada uno de los dos atletas tiene sobre la posición del tronco, queda reflejada en la figura 3.7. En ella se reflejan los momentos de máxima amplitud en la variación para ambos atletas, así como los instantes en que ellos consiguen su máximo equilibrio.

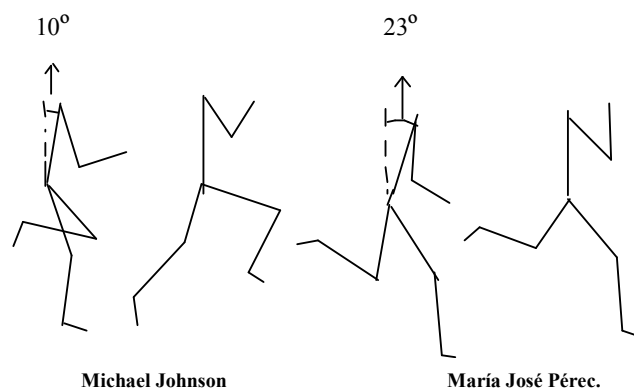


Figura 3.7. Posición del tronco durante la carrera en Johnson y Pérec. Krantz 1996.

En el caso de María José Pérec, la máxima amplitud en la inclinación del tronco alcanza los 23° y tiene lugar en la fase de meseta correspondiente al retorno del tobillo libre. Esta actitud es provocada seguramente por un estiramiento del

cuádriceps sobre la parte anterior de la pelvis. Inmediatamente después se producirá el enderezamiento del tronco para facilitar el pase del tobillo por debajo del centro de gravedad, cuando la rodilla se dirige hacia delante. El momento de máximo equilibrio para Pérec tiene lugar en el instante en que el tobillo se sitúa más lejos por detrás, justo antes del inicio de la fase de meseta.

En cuanto Michael Johnson, la inclinación de su tronco es mucho menor (10°) y el momento de en que alcanza su valor máximo coincide con el pasaje del tobillo libre bajo el centro de gravedad. La actitud de máximo equilibrio la logra Johnson en el momento de máxima apertura del eje pelvis-rodilla hacia delante.

Conviene indicar que en el momento previo a dejar el suelo (final de la fase de impulso) el alineamiento de los diferentes segmentos corporales, en el caso de María José Pérec, es perfecto, mientras que en el caso de Michael Johnson, que intenta abandonar el suelo lo más rápido posible, no es así. Por eso, cuando ella deja el suelo, su tobillo libre no ha pasado aún la vertical del centro de gravedad, mientras él inicia ya su ciclo anterior.

Como resumen a lo expuesto, podríamos decir que

- a.- María José Pérec somete su cuerpo a constantes fluctuaciones acompañadas de acciones compensatorias de brazos y torsiones de tronco, debido a los tipos de fuerzas que su correr genera desde el suelo. También se produce una alternancia constante entre los momentos de tensión y reequilibrio, estos últimos aprovechando la inercia de los movimientos.
- b.- Michael Johnson mantiene en todo momento una actitud más equilibrada, prepara mejor su acción sobre el suelo, lo que le proporciona mayor estabilidad en el apoyo y mayor eficacia en sus acciones. Sin embargo, ello implica una menor elevación del centro de gravedad, como consecuencia de la reducción de la fase de impulsión. Mantener el centro de gravedad relativamente bajo obliga a una mayor aplicación de fuerza en grupos musculares como los cuádriceps, isquiotibiales, glúteos y lumbares.

Desde el punto de vista de la eficiencia, el modelo de Michael Johnson es más apropiado, ya que la mayor parte de las fuerzas generadas se orientan en la dirección de carrera, sin embargo, para ir rápido con su forma de correr, es necesario saber movilizar, durante los apoyos, grupos musculares muy concretos y disponer de fuerza suficiente en ellos.

El estilo de María José Pérec es más natural, con acciones más amplias y elásticas que aprovechan mejor la inercia del movimiento para relajar ciertos grupos musculares y economizar energía.

¿Qué modelo es más recomendable? La respuesta no es fácil, pues, como siempre suele ocurrir en el atletismo, es necesario conocer las características físicas del atleta y las circunstancias en las que se desarrolla su plan de trabajo, antes de tomar una decisión.

En síntesis, podemos decir que los 400m, desde el punto de vista metabólico, deben ser considerados como una prueba muy compleja, pues, dependiendo del sexo, de las características físicas y fisiológicas, de los niveles de resultado/rendimiento de cada atleta, pueden establecerse en la utilización de las vías aeróbicas y anaeróbicas, diferencias de porcentaje de hasta un 12%, entre unos y otros.

Desde el punto de vista biomecánico y técnico, los cuatrocientos se caracterizan por:

- Una *perdida constante de velocidad* desde el final de la fase de aceleración hasta la finalización de la prueba. Dicha pérdida llega a ser de 2.40 m/seg. y se debe tanto a la disminución de la frecuencia de paso, como a la disminución de la amplitud de zancada.
- Y porque *no ofrece un único modelo técnico* como ocurría en las carreras más cortas. En algunos casos, podemos encontrar corredores que tratan de potenciar el ciclo anterior de carrera, mientras en otros, la eficacia se busca a través de la potenciación del ciclo posterior.

3.3.- COMO PLANTEAR EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN LOS CORREDORES DE 400 METROS LISOS.

En este punto queremos recoger principalmente la idea que los técnicos tienen sobre cómo orientar el desarrollo de la fuerza en los corredores de 400m.

Hemos dicho con anterioridad que en los 400m.l. coincidían dos tipos de atletas con características físicas diferentes: unos considerados esprinters, que proceden principalmente de los 200m y que intentan adaptarse a la distancia superior; otros, con una buena base de velocidad, que tienen aptitudes físicas más parecidas a los corredores de 800m. Los primeros tienen una mayor facilidad para utilizar metabolismos anaeróbicos y los segundos complementan mejor el esfuerzo con los mecanismos aeróbicos.

Por otra parte, los cuatrocientos puede ser considerada una prueba “crítica” desde el punto de vista metabólico, pues con una diferencia en los resultados/rendimiento de 2'', se puede producir una variación en cuanto a porcentaje de utilización de las vías aeróbica y anaeróbica de hasta un 4%. Así que teniendo en cuenta los aspectos expuestos anteriormente y el hecho de que los entrenadores deban preocuparse de desarrollar, además de la fuerza, otros factores no menos necesarios en los cuatrocentistas como la velocidad, la velocidad resistencia, la técnica y otros, hemos considerado de vital importancia recoger el sentir de los técnicos sobre las pautas a seguir en el desarrollo de la fuerza, porque a través de sus experiencias nos pueden ofrecer un abanico de opciones que nos permitan, con más probabilidades, resolver los problemas de la fuerza en la carrera de 400m.

Partimos de que en cualquier prueba atlética el rendimiento motor es el resultado de la suma de la capacidad motora específica y del perfeccionamiento del gesto técnico, y éste se basa en la preparación física general del atleta que constituye el sustento de la preparación física específica para la competición. Por tal razón, la mayoría de entrenadores consideran que la fuerza en los 400m debe ayudar, por una parte, a la mejora de la condición física básica del corredor y, por otra, a la consecución de una condición específica que le permita rendir en situación de competición.

Para conseguir ese doble objetivo, las orientaciones de los entrenadores oscilan desde las de carácter muy general, hasta las que llegan a niveles de concreción muy precisos.

John Quinn⁸² considera que:

“en conjunción con el entrenamiento de velocidad es necesario desarrollar otros tipos de actividades que acrecienten el porcentaje de fuerza en los músculos implicados al correr los 400m. Esto se puede conseguir a través de trabajos que incluyan pesas, circuitos, cuestas y actividades de tipo pliométrico”. También afirma que “cuanto mayor es la potencia del atleta, particularmente en los tramos finales de los 400m, mayor puede ser su resistencia a los síntomas de fatiga”. “Se puede decir que existe una fuerte relación entre el crecimiento en velocidad y el crecimiento en fuerza”.

El mencionado autor cree además que, siempre que se mejore cualquier aspecto del entrenamiento, es inevitable que se produzcan adaptaciones de tipo neuromuscular que, en este caso, pueden manifestarse a través de la modificación de la longitud de zancada, la cadencia de piernas, la elevación de las rodillas, la acción de los brazos, etc.

Joao Abrantes⁸³ considera los 400m como una prueba de resistencia de corta duración (R.C.D). Según él, este tipo de pruebas se caracteriza por la necesidad de desarrollar conjuntamente las capacidades condicionales de fuerza, velocidad y resistencia.

En una primera etapa de la formación atlética de los corredores de 400m, se debe proceder al desarrollo básico de las capacidades indicadas, antes de transformarlas en manifestaciones específicas para la prueba de 400m lisos.

En el caso de la fuerza, Abrantes considera que, antes de llegar al desarrollo específico, conviene realizar un trabajo básico en el que se desarrollen la fuerza máxima, la fuerza explosiva y la fuerza resistencia en condiciones aeróbicas. Para él la fuerza específica del corredor de 400m es la fuerza resistencia en condiciones anaeróbicas y su desarrollo debe buscar los siguientes objetivos:

-Desarrollar el componente neuromuscular de la fuerza, lo que permitirá alcanzar una velocidad mayor.

⁸² QUINN, J. (1991). “*Training requirements and alternatives in the 400m event*”. Modern Athlete and coach. 4-9-91, Pág. 25-27.

⁸³ ABRANTES, J. (2005). “*400 metros Planos*”. Atletismo Portugués. Nº 279, Pág. 28-31. Febrero.

- Incrementar la resistencia muscular local de los principales grupos musculares implicados en la acción, especialmente:
 - los que se oponen al hundimiento del centro de gravedad en los inicios del apoyo,
 - los encargados de la impulsión de la cadera hacia delante y
 - los que llevan la pierna libre hacia delante.
- Crear las condiciones para mejorar la técnica de carrera, ya que ello nos permitirá un control más eficaz en condiciones de progresivo cansancio.
- Mejorar la capacidad de movilizar grandes cantidades de energía tanto física como psíquica en condiciones de gran cansancio.

Vittori⁸⁴ considera que los trabajos de fuerza deben programarse tanto en la primera parte de la temporada como en la segunda. Los ejercicios variarán en la medida en que lo haga la especificidad del entrenamiento. En la primera parte de la temporada se utilizarán casi en la misma medida ejercicios globales y analíticos.

Los ejercicios globales estarán basados en los movimientos de halterofilia que se utilizan tradicionalmente para los corredores de velocidad: squat, semi-squat, arrancada, cargada, etc.

Los ejercicios analíticos irán dirigidos a los grupos musculares que se utilizan en mayor medida en carrera: abdominales, glúteos, isquiotibiales, gemelos, músculos del pie, etc.

En la primera parte de la temporada, aunque se trabajen todas las manifestaciones de fuerza, se prestará mayor atención a la fuerza máxima y la fuerza explosiva. En la segunda parte, en cambio, el trabajo se debe centrar en mayor medida en la fuerza explosiva elástica y en la fuerza explosiva elástica refleja.

Según el propio autor, el corredor de 400m debe realizar un número elevado de ejercicios con los músculos que más se utilizarán durante la carrera, especialmente con los glúteos, pues, según él, si este grupo muscular está bien desarrollado, ayudará a mantener la posición correcta de la cadera y facilitará la reducción de carga en la zona lumbar y en la propia cadera. Igualmente cooperará con los músculos del pie y del tobillo convirtiendo las acciones de estos en más económicas y eficaces a la hora de aplicar fuerza sobre el suelo.

⁸⁴ VITTORI, C. (1992). "Entwicklung und Training junger 400-m-Läufer" Leichtathletik. N°39, Pág. 15-17.

El profesor y entrenador Alfredo Quintana Díaz⁸⁵ alerta sobre la tendencia observada en algunos de tratar los ejercicios específicos de fuerza como una continuación de los ejercicios de fuerza general arrastrando con ello vicios como los que se indican a continuación:

- La mayor parte de los ejercicios se realizan sin desplazarse del lugar, con las piernas paralelas y proyectando la acción sobre el eje vertical. Sin embargo, durante la carrera el atleta no está en situación estática, sus apoyos nunca son simultáneos y la proyección de su cuerpo sigue una trayectoria con un mayor componente horizontal que vertical.
- Los controles para comprobar la mejora durante el entrenamiento de fuerza, se realizan sobre test de fuerza máxima en la mayoría de los casos, lo que dificulta la interpretación de la mejoría de fuerza en relación con la situación específica de carrera.
- Los ejercicios seleccionados para el trabajo específico de fuerza suelen ser en muchos casos los mismos que se utilizan para el desarrollo de la fuerza general, solo cambian los indicadores de carga: repeticiones, series, intensidad del estímulo, ritmo de ejercicio y la relación trabajo/descanso.
- Los ejercicios denominados de fuerza especial, en muchos casos, no tienen similitud con el gesto técnico.
- A veces, el trabajo encaminado al desarrollo de los grupos musculares utilizados no guarda relación con su intervención real en carrera.

Un ejemplo lo tenemos con el cuádriceps, que suele ser el gran protagonista de todos los programas de entrenamiento, cuando en carrera tiene un papel más bien secundario, ya que sus funciones se limitan a preparar el aterrizaje del pie y a resistir, durante el apoyo, el hundimiento del centro de gravedad.

Sin embargo, con otros músculos, como puede ser el tibial anterior o los isquiotibiales, a pesar de tener un papel relevante, no se les presta la misma atención: el tibial anterior, responsable de la flexión plantar, tiene un gran protagonismo durante el apoyo, al actuar como mecanismo de propulsión.

⁸⁵ QUINTANA, A; BRITTON, R.M. (2007). "La influencia de los ejercicios especiales de fuerza sobre la técnica en los corredores de 400m planos de la EIEFD en el macro ciclo 2005-2006" Revista Digital. Año 12, Diciembre, nº 115. Buenos Aires. (<http://www.Efdeportes.com>). (Fecha de consulta 4-5-2008).

La actuación de los isquiotibiales es fundamental en las fases de amortiguación e impulsión, así como en el traslado de la pierna libre hacia delante.

Werner Schäfer⁸⁶ considera que es fundamental la forma de producir el acoplamiento entre el entrenamiento de fuerza y el de velocidad para obtener el rendimiento adecuado. Según él, a parte de ligar el entrenamiento de resistencia de la fuerza elástica (entrenamiento considerado específico de fuerza para los 400m) con el entrenamiento de resistencia específico de carrera sobre distancias entre 400 y 600m, es necesario acompasar estos dos tipos de trabajo con aquellos otros básicos que tienen como objetivo mejorar la capacidad general de aceleración y la velocidad.

Adrian P. Thomas⁸⁷, en relación al desarrollo de la fuerza en las corredoras de 400m, afirma que, no hace mucho tiempo, era difícil aplicar un programa completo de fuerza a las mujeres en unos casos, por los prejuicios relacionados con los estereotipos de mujeres muy musculadas y poco femeninas y en otros, por la supuesta idea de que las mujeres eran más frágiles que los hombres y no estaban preparadas para realizar ejercicios de fuerza. Aunque en la actualidad todo el mundo considera que el desarrollo de la fuerza en las corredoras de 400m es tan importante como pudiera serlo en los hombres, el autor señala diferencias entre sexos, que conviene tener en cuenta:

- En principio, los niveles de fuerza en las mujeres son más bajos que en los hombres pero la habilidad o capacidad para desarrollarlos es muy semejante.
- El aumento en el peso corporal de los hombres debido a la hipertrofia muscular es parejo al encontrado en las mujeres. No obstante, en las mujeres, el aumento no es tan significativo por causa de las diferencias hormonales.
- El entrenamiento de fuerza es especialmente beneficioso en la mujer en dos sentidos: por las transformaciones que tienen lugar en la estructura ósea, como consecuencia del proceso de adaptación, y por la disminución de los niveles de grasa corporal.

⁸⁶ SCHÄFER, W; DOST, P. (1989). "Performance-structural elements in the 400m competition and their realization within the complex methods of training". Athletics Coach. N^o 1, Pág. 45-50.

⁸⁷ THOMAS, A.P. (1992). "Where Do I Go From Here? Some issues to be considered when female athletes move to 400m". Athletics Coach. N^o3, Pág. 5-10.

- Las mujeres necesitan un periodo de tiempo mayor para alcanzar los máximos niveles de fuerza y los pierden más fácilmente que los hombres.
- La fuerza de la parte superior del cuerpo necesita más atención en las mujeres.

Adrian P Thomas considera, del mismo modo, que con el desarrollo de la fuerza en los **jóvenes** es necesario tener ciertas cautelas:

- El desarrollo de la fuerza en preadolescentes se debe en mayor medida a adaptaciones del sistema nervioso, producidas por los aprendizajes, que a respuestas reales del tejido muscular.
- En caso de utilizar las pesas, sería más lógico utilizar un número elevado de repeticiones con una técnica adecuada y con niveles de resistencia bajos.
- En los jóvenes es necesario dedicar más tiempo al desarrollo de la fuerza general con la doble intención de propiciar una base sólida para la posterior progresión en las áreas específicas y para protegerles de las lesiones.

A continuación presentamos la forma de entender el desarrollo de la fuerza en los 400m por parte de tres entrenadores que explicitan niveles de concreción mayores que los que hemos visto hasta ahora.

Ferrand Urtebise⁸⁸ considera que:

“la práctica de reforzamiento muscular en los corredores de 400m es un componente del entrenamiento indispensable para la mejora del rendimiento, pues ayuda en el proceso de adaptación y favorece la aportación de soluciones, por una parte, a las alternancias o variaciones que se producen en las fuerzas internas como consecuencia del cansancio y la fatiga y, por otra, a las alteraciones provocadas por fuerzas externas: el viento, la presión atmosférica, el estado de la pista, los adversarios, etc., sobre las que tenemos escaso control”.

En el proceso de reforzamiento muscular, Urtebise distingue cuatro periodos con características diferentes:

a/ Etapa de desarrollo de la fuerza por régimen concéntrico. Se sitúa en el inicio de la temporada y se aconseja comenzar con ejercicios de regeneración, formación o de recuerdo de correcta ejecución. La forma de trabajar debe ser muy diversificada para coger gusto a la musculación,

⁸⁸ URTEBISE, F. (2003). “Entrenamiento del desarrollo de la Fuerza del corredor de 400m vallas”. Rincón del Entrenador, Vol. 11, E.N.E. RFEA.

proponiéndose como objetivos el desarrollo de cierto tipo de capacidades o la eliminación de puntos débiles, defectos o descompensaciones musculares.

b/ Etapa con predominio excéntrico. Corresponde a la segunda parte del periodo preparatorio y en ella, además de los trabajos predominantemente concéntricos, se incluirían ejercicios o sesiones de trabajo excéntrico con cargas de gran intensidad en las que se deben utilizar guías de halterofilia o planos oblicuos para evitar riesgos. El ejercicio consistirá en frenar el descenso de la carga hasta colocarla sobre las cuñas o retenes. Los ángulos se modificarán a lo largo del periodo de entrenamiento.

c/ Etapa con predominancia excéntrica/concéntrica. Coincide con el periodo especial o específico y en ella se utilizarán ejercicios, principalmente de halterofilia, en los que se encadene de forma continuada el doble ciclo de contracción. En dichos ejercicios, se pueden introducir modificaciones para poner énfasis en una de las dos acciones.

d/ Etapa de resistencia de la fuerza explosiva. Abarca los periodos precompetitivo y competitivo. Se utilizarán principalmente ejercicios de tipo pliométrico que buscan el desarrollo de los mecanismos elástico y reflejo del músculo. Se trata de incidir sobre la zancada, la economía de carrera y la capacidad para resistir a la deformación del pie, la cadera y la rodilla al producirse el choque del pie contra el suelo en el inicio del apoyo.

Todos los ejercicios utilizados entran en la gama de aplicación de la tercera ley de Newton (acción-reacción).

Steve Gaffney⁸⁹ considera que para desarrollar la fuerza en los corredores de 400m es necesario trabajar tres tipos de fuerza: **la fuerza general, la potencia y la fuerza específica.**

Para sacar máximo rendimiento a la consolidación específica de los músculos locomotores y de los patrones neuromusculares usados en el esprint, es necesario, según el citado autor, sobrecargar con pesas el mayor número de grupos musculares importantes. Para desarrollar la **fuerza general** de los velocistas a través de un

⁸⁹ GAFFNEY, S. (1991). "Important Basic factors in the 400m sprint". Modern Athlete and Coach. 4/9, Pág. 39-41.

programa de pesas, es necesario potenciar la capacidad de los músculos utilizados para reclutar tantas fibras como sea posible.

En cuanto al entrenamiento de **potencia**, aconseja aplicarlo para hacer efectiva la fuerza ganada con las pesas y deben utilizarse ejercicios pliométricos semejantes a botes o saltos en caída, pues este tipo de acción es más específica y parecida a la forma de aplicar fuerza el atleta en la pista.

Para desarrollar la **fuerza específica** propone carreras de resistencia sobre colinas, dunas o con chalecos lastrados, pues considera que es la mejor forma de desarrollar la fuerza específica de los músculos locomotores de los corredores de 400m. Además, señala, como el más relevante de los trabajos de este tipo, el realizado sobre cuestas con distancias comprendidas entre 120 y 250m y con una inclinación de 5 a 10 grados.

Para Clyde Hart⁹⁰, en la actualidad el entrenador de 400m de mayor éxito ya que los atletas que él entrena han logrado 21 de las 30 mejores marcas mundiales realizadas sobre la distancia, piensa que la fuerza y la velocidad son equivalentes y que el desarrollo de ambas capacidades se debe hacer de forma sincronizada.

En la primera parte de la temporada da más importancia al trabajo en la sala de pesas para lo que utiliza principalmente los movimientos olímpicos de halterofilia y a medida que se acerca el periodo competitivo, aplica un programa de entrenamiento de pesas más específico.

Desde el inicio de la temporada, practica las carreras en cuesta a las que concede una gran importancia.

Combina tres tipos de sesiones diferentes para desarrollar: **fuerza máxima, potencia o fuerza explosiva y fuerza resistencia**. En las sesiones de **fuerza máxima**, después de los ejercicios de halterofilia, realiza saltos reactivos y carreras cortas de velocidad. Las sesiones de **potencia** están basadas en carreras o cuestas cortas sobre 60m, carreras de 30 metros con chalecos lastrados y saltos en velocidad. La **fuerza resistencia** la desarrolla en sesiones en las que se incluyen carreras en cuesta sobre 150m, series de saltos sobre 60m y carreras de 15'' de duración, con arrastres.

⁹⁰ HART,C. (2008). "NSA interview". Nuevos Estudios Atlético. IAAF, 23:2; 25-28.

3.4.- ACTIVIDADES Y MEDIOS UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN CORREDORES DE 400M.L

Teniendo en cuenta las orientaciones que, sobre el desarrollo de la fuerza en los 400m, dan los expertos, se puede decir que los trabajos encaminados a tal fin deben buscar dos objetivos: mejorar la condición física *básica* del atleta y potenciar la condición *específica* necesaria para afrontar con éxito el desarrollo de la prueba.

Para el desarrollo de la condición física general se utilizan habitualmente ejercicios de carácter global que buscan adaptaciones de tipo neuromuscular que permitan mejorar la capacidad de los músculos en el reclutamiento de unidades motrices. Este tipo de condición será la base sobre la que se deba apoyar el desarrollo técnico y la mejora de la fuerza específica del cuatrocentista.

El desarrollo de la técnica de carrera y la fuerza específica deben llevarse a cabo al unísono, pues ambas aportan los elementos que conforman la condición específica del corredor de 400m. Este tipo de trabajo debe basarse en la utilización de contenidos que, desde el punto de vista biomecánico y metabólico, nos acerquen a las condiciones de cansancio y exigencia propias de la prueba de 400m.

Desde el punto de vista metabólico el entrenamiento de los 400m es uno de los procesos más complejos en el mundo del atletismo, dado que los atletas que se dedican a esta prueba deben alcanzar un alto nivel de rendimiento en fuerza, velocidad y resistencia.

Los ejercicios seleccionados para tal fin deben ir dirigidos a los grupos musculares que tengan una mayor implicación en el esfuerzo, para desarrollar su componente neuromuscular específico y reforzar, a la vez, su resistencia muscular de carácter local.

En cuanto a los medios, métodos, contenidos y ejercicios utilizados para desarrollar la fuerza en los corredores de 400m, en la mayor parte de los casos, no difieren mucho de los utilizados para desarrollar la fuerza en los corredores de 100 y 200m. Por ello, para encontrar las posibles diferencias en cuanto a planteamiento entre los 400m y las pruebas más cortas, hemos creído oportuno seguir los criterios ya utilizados de **especificidad, variabilidad y complementariedad**.

En relación con el criterio de **especificidad**, se puede decir que se programan ejercicios que tienen los mismos objetivos que buscaban los aplicados en las pruebas

de 100 y 200m: paliar en lo posible el hundimiento del centro de gravedad en el inicio del apoyo y buscar el desplazamiento rápido de la cadera sobre el apoyo.

Los músculos a los que irán dirigidos dichos ejercicios serán los mismos: flexores y extensores de la cadera, flexores y extensores de la rodilla y flexores y extensores del tobillo. A través de la documentación utilizada, hemos podido comprobar que habitualmente se aplican ejercicios similares a los que proponen Gajer y col. en las figuras 2.13, 2.14, 2.15 y 2.16 (Pág. 130-133).

Las diferencias de aplicación de los mencionados ejercicios en el caso de los 400m vendrían marcadas, según técnicos y expertos, por las características metabólicas de la prueba que son muy diferentes a las de los 100 y 200m. Por esa razón, las condiciones de trabajo, aun utilizando los mismos ejercicios, serán muy distintas. En los 400m el número de repeticiones de cada ejercicio siempre será más alto y las recuperaciones entre ejercicios serán menores.

Existe un trabajo realizado por el profesor Alfredo Quintana Díaz (2007), que tiene como propósito mejorar la técnica de los corredores de 400m de la EIEFD y, desde nuestro punto de vista, puede ser ilustrativo para entender la especificidad del trabajo de fuerza en la prueba de 400m.

Según el citado profesor, el desarrollo de la fuerza específica del corredor de 400m debe basarse:

- En la búsqueda de un equilibrio de fuerza muscular entre los grupos musculares más importantes.
- En el desarrollo de la fuerza de aquellos grupos musculares que tienen un mayor protagonismo en carrera.
- En la consideración de la velocidad de movimiento que cada ejercicio implica y su aplicación directa al gesto de carrera.

Para lograr los objetivos marcados propone una batería de ejercicios en los que figuran multisaltos, skipings, carreras con arrastres, ejercicios de carácter reactivo, ejercicios para el desarrollo muscular de la zona central del cuerpo, ejercicios encaminados al desarrollo de los músculos flexores y extensores de las distintas articulaciones del miembro inferior, ejercicios con un alto componente isométrico, basados en el mantenimiento de posturas o actitudes que facilitan el control lumbopélvico y ejercicios basados en la potenciación del ciclo anterior o posterior de la carrera. De esta batería de ejercicios hemos extraído los más significativos desde nuestro punto de vista, porque entendemos que se adaptan

perfectamente a las necesidades mecánicas de la prueba y, además, desde la perspectiva del esfuerzo físico nos permiten acercarnos considerablemente a las condiciones que vamos a encontrar en carrera.

- *Ejercicios con “liga”*. El autor denomina así a una serie de ejercicios encaminados a desarrollar la fuerza específica de los músculos flexores y extensores de las piernas pero sustituyendo las máquinas en ejercicios isocinéticos que proponía Gajer por material de tipo elástico (“gomas”).

Desde nuestro punto de vista, con las cintas elásticas, las articulaciones disponen de un margen de movimiento mayor y las acciones musculares no tienen un carácter uniaxial tan marcado como en los ejercicios isocinéticos. Por otra parte, desde el punto de vista cinético, este tipo de acciones se parecen más a las utilizadas en carrera por la forma en que se genera la tensión muscular y nos permiten acercarnos en mayor medida al tipo de esfuerzo que se necesita para correr los 400m. Otra ventaja que se observa, en relación con los ejercicios isocinéticos, es que, en el caso de la utilización de gomas, es más fácil programar ejercicios de carácter global.

En las figura 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 y 3.13 se exponen una serie de ejercicios de estas características:

- Ejercicios para los músculos flexores de las piernas

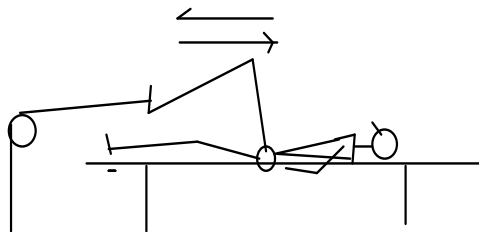


Figura 3.8. Ejercicios de fuerza para los músculos flexores de las piernas

- Ejercicios para los músculos extensores de las piernas

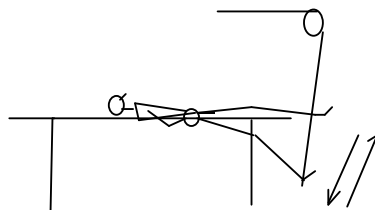


Figura 3.9. Ejercicios de fuerza para los músculos extensores de la cadera

-Ejercicios para mejorar el ciclo anterior de carrera con acciones en las que a través de la tensión elástica, aumentamos la exigencia muscular en la fase de preparación y toma de contacto del pie en el suelo

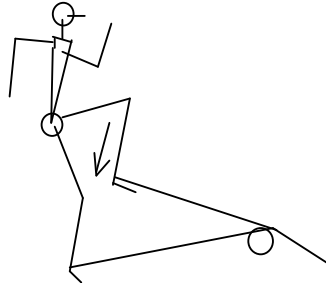


Figura 3.10. Ejercicios de fuerza para potenciar las acciones de las piernas por delante del cdg.

-Ejercicios para mejorar el ciclo posterior de carrera con acciones que aumentan la resistencia en la fase de recogida del talón de la pierna libre.

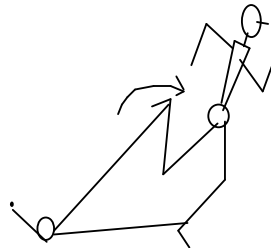


Figura 3.11. Ejercicios de fuerza para potenciar las acciones de las piernas por detrás del cdg.

-Carrera hacia atrás utilizando la fuerza muscular en sentido contrario a como lo hacemos en carrera.

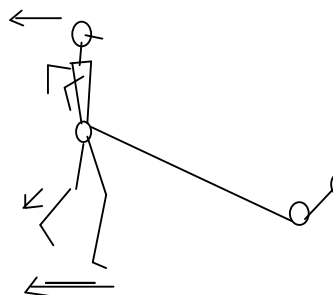


Figura 3.12 Ejercicios de fuerza utilizando acciones antagónicas de carrera.

-Carrera lateral cruzando las piernas para incidir en mayor medida sobre los músculos aductores, abductores y oblicuos.

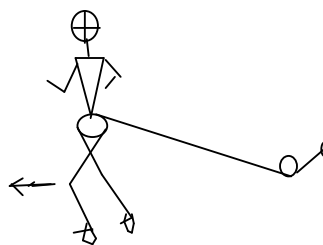


Figura 3.13 Acciones de fuerza con incidencia especial en aductores, abductores y oblicuos.

- *Skipings con resistencia.* En este tipo de skipings, la resistencia se puede colocar, o bien en la rodilla, o bien en el tobillo. Como ocurre en cualquier skiping, la exigencia en cuanto esfuerzo de los músculos extensores de la cadera sobre el eje horizontal es mayor que en carrera y, en este caso, al colocar una pequeña sobrecarga en la rodilla o en el tobillo, se exige también una mayor aplicación de fuerza a los músculos encargados de lograr un paso rápido de la pierna libre hacia delante y una adecuada elevación de la rodilla en la fase previa a la búsqueda del contacto con el suelo. En la figura 3.14 se exponen dos ejemplos de este tipo de skipings.

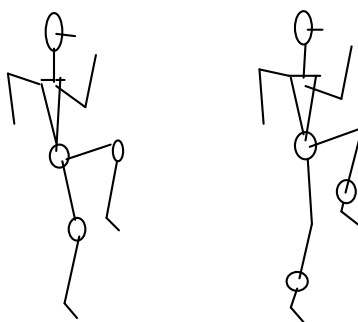


Figura 3.14. skipings con resistencia en rodilla o tobillo.

- *Saltos horizontales con resistencia.* En ellos, además de la exigencia de una mayor sollicitud de los músculos del tobillo, que deben luchar contra el hundimiento del centro de gravedad en el apoyo, se suma, a través de la resistencia adicional, el efecto, como en los casos anteriores, sobre los músculos encargados de llevar la pierna libre hacia delante (figura 3.14 bis)

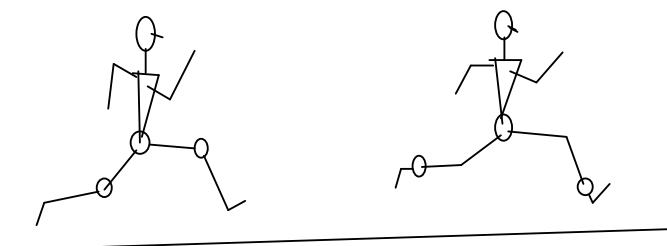


Figura 3.14 bis. Saltos horizontales con resistencia

Cartoon walk. En este ejercicio el cuerpo adopta una inclinación aproximada de 30° y se incide sobre los músculos posturales del tronco y la zona lumbopélvica, así como sobre los flexores de la rodilla y los extensores de la cadera (figura 3.15).

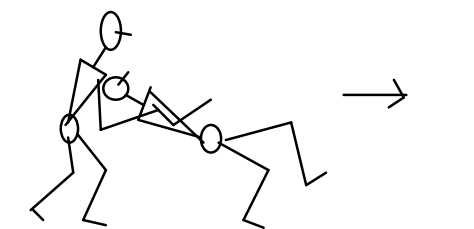


Figura 3.15. Cartoon Walk.

Teniendo en cuenta el criterio de **variabilidad**, se puede decir que en los 400m la gama de formas de manifestación de fuerza es muy parecida a la de las pruebas de 100 y 200m, aunque en algunos casos añaden matices muy distintos.

Para analizar dichos matices nos centraremos en cada una de las variedades de fuerza presentes en los 400m, siguiendo la secuencia utilizada para los 100 y 200m.

En relación con *la fuerza máxima dinámica*, se puede decir que los ejercicios utilizados siguen siendo los ejercicios globales con halteras que se emplean tradicionalmente (squat, semi-squat, arrancada, cargada, etc.). En cuantos a los métodos, los más utilizados serán también los de series simples, superseries y media pirámide. Quizá la única variante reseñable pueda encontrarse en la intensidad de la carga, que en los 400m es inferior y en el número de repeticiones de cada ejercicio, que en este caso sería mayor (10-15 en 400m, por 4-6 en 100 y 200m).

En el desarrollo de *la fuerza explosiva y explosiva elástica* es donde hemos observado mayores diferencias de planteamiento. Diferencias que, en principio, no afectan a los contenidos y a las actividades utilizadas: ejercicios de semi-squat con diferentes ángulos de flexión seguidos de salto, saltos horizontales y esprines o carreras en cuesta o con arrastres, pero sí a la dinámica de trabajo que es muy distinta:

-Las carreras en cuesta en los 100 y 200m se utilizan principalmente para potenciar la fase de aceleración, por lo que la distancia oscila alrededor de los 30m y el porcentaje de desnivel utilizado del 15% aproximadamente. En los 400m, en cambio, dichas carreras se emplean con un doble objetivo: 1º potenciar la fase de aceleración, que es más larga y no tan pronunciada como en 100 y 200m, y utilizan para ello distancias mayores, cercanas a los 60m y con pendientes entre el 8y el 10%.

2º- para desarrollar la fuerza resistencia específica del cuatrocentista. En este último caso, las distancias estarían comprendidas entre los 100 y los 300m, reduciéndose el porcentaje de desnivel a un 5-7%.

-Con las carreras con arrastres ocurre algo parecido. Mientras en los 100 y 200m las distancias oscilan entre los 30 y 50m y buscan principalmente la mejora de la primera fase de carrera, en los 400m se intenta además incidir sobre la mejora de aplicación de la fuerza al utilizar como vía de aporte energético la glucólisis anaeróbica. Por ello, las distancias son mayores y pueden alcanzar hasta los 100m.

-Cuando se programan saltos horizontales las diferencias en la forma de aplicación se centran, igualmente, en la distancia utilizada y en las características del esfuerzo realizado. En los 100 y 200m se utilizan distintas variedades de saltos, con series de entre 6 y 10 saltos seguidos. En los 400m se utiliza como parámetro para el volumen de carga la distancia, programándose series de saltos sobre distancias que oscilan entre los 60 y 80m, con lo cual se incide principalmente sobre el desarrollo de la resistencia a la fuerza elástica.

Para el desarrollo de la fuerza *explosiva elástica refleja* en 400m se utilizan los mismos tipos de ejercicios y actividades que se utilizaban en las pruebas de 100 y 200 metros lisos: acción “muelle” de tobillos, acción de “tijera” sobre plano sagital, skiping con cinturón lastrado, saltos a pies juntos sobre obstáculos, carrera saltada, carreras con cinturón lastrado, etc.).

El ejercicio de acción “muelle” de tobillos, como ocurría en las pruebas de 100 y 200m, se aconseja realizarlo, dependiendo de las circunstancias, de forma simultánea o alternada y las condiciones, en relación con el nivel de carga o el volumen de trabajo, tampoco varían.

En el skipping con cinturón lastrado se observan las mismas orientaciones metodológicas que en las pruebas más cortas (cargas que permitan 50 apoyos cada 14 o 15 segundos), aunque la distancia suele ser superior en ocasiones.

La carrera saltada se circunscribe casi con exclusividad a las sesiones de carácter técnico.

En las carreras con cinturón lastrado con o sin ayuda de compañero, se recomiendan cargas que no permitan descensos de la velocidad superiores a 1m por segundo de la máxima velocidad del atleta y, en relación a los 100 y 200m, se sigue observando la tendencia habitual de utilizar distancias ligeramente más largas y tiempos de recuperación inferiores.

En la acción de “tijera” sobre el plano sagital, hemos observado que, en los 400m, este ejercicio se utiliza con propósitos diferentes:

- A veces, se incluye dentro de las sesiones específicas de fuerza, utilizando cargas inferiores a las empleadas en los 100 y 200m, pero con un número de repeticiones superior.
- En ocasiones, se incluye dentro de circuitos específicos de fuerza, con sobrecargas muy reducidas y con la intención de aumentar la fatiga local de los músculos implicados.

En el caso de los saltos con pies juntos sobre obstáculos, ocurre algo parecido a lo apuntado en el ejercicio de “tijera” sobre el plano sagital. En ocasiones se incluye en las sesiones específicas de fuerza, inmediatamente después de los ejercicios con halteras y, en otros casos, formando parte de circuitos que buscan el desarrollo de la fuerza específica del corredor de 400m.

Los trabajos de *fuerza resistencia* adquieren en los 400m una dimensión que no tenían en las carreras de 100 y 200m. Se puede afirmar que cualquier sesión de fuerza prolongada en el tiempo trabaja indirectamente la fuerza resistencia, ahora bien, si consideramos trabajos de fuerza resistencia sólo los que utilizan resistencias a vencer por debajo del nivel medio pero considerablemente dilatados en el tiempo o los que acortan los tiempos de recuperación entre ejercicio y ejercicio, en tal caso, son muy pocos los trabajos para el desarrollo de la fuerza utilizados en las carreras de 100 y 200m, que puedan ser considerados como tales. Si acaso, podrían haber tenido tal consideración algunas sesiones de saltos horizontales programadas por un número muy reducido de entrenadores en las que se utilizaban distancias cercanas a los 60m y un cantidad de saltos por sesión superior a 80, u otras en las que se programaban

carreras repetidas en cuestas con distancias superiores o cercanas a los 60m y con recuperaciones incompletas.

En los 400m, en cambio, comienzan a utilizarse formas de trabajo en las que el propósito principal consiste en mejorar la fuerza resistencia y, sobre todo, la relacionada con la vía energética de la glucólisis anaeróbica o sistema del ácido láctico. Para conseguir dicho objetivo, se programan actividades y ejercicios como los que se indican a continuación:

-Carreras largas en cuesta. En este tipo de trabajo, se utilizan distancias comprendidas entre 100 y 300m y el número de repeticiones puede oscilar entre 4 y 8. Una sesión típica puede ser 6x 150m.

-Carreras sobre dunas. Algunos entrenadores de corredores de 400m incluyen ocasionalmente este tipo de entrenamiento como complemento del anterior, pues, ante la necesidad del atleta de retirar rápidamente el pie del suelo, para no hundirse en la arena, el trabajo se centra más en los músculos flexores de las piernas y el cansancio llega de forma más rápida ante la dificultad de utilizar la energía elástica. Esto puede suponer una forma de adaptación al esfuerzo muy interesante para los corredores de 400m. Se suelen utilizar distancias que obliguen a correr durante 15'' aproximadamente.

-Saltos horizontales. En este tipo de sesiones se suelen utilizar distintas variedades de saltos y las distancias pueden oscilar entre 60 y 130m. En este caso, es difícil hablar de sesiones tipo ya que hemos encontrado tendencias muy distintas entre los entrenadores a la hora de programar la actividad.

-Circuitos específicos para el desarrollo de la fuerza resistencia. Son circuitos que constan de 4 a 6 ejercicios en los que se incluyen, principalmente, saltos entre los que se intercala algún ejercicio para el desarrollo de la fuerza de la zona central de cuerpo o de los brazos. En este tipo de sesiones, suele realizarse cada ejercicio durante 20''; como pausa entre ejercicios se utiliza el tiempo que se tarda en cambiar de uno a otro. El circuito se repite tres veces descansando un minuto entre cada repetición.

-Carreras largas con arrastres. Son carreras en torno a los 15'' de duración, en las que se utilizan resistencias pequeñas y se repiten 5 o 6 veces.

-Skipping con cinturón lastrado. Aunque este tipo de trabajo suele utilizarse para desarrollar la fuerza reactiva o la técnica de carrera, a veces los entrenadores de 400m utilizan esta alternativa como medio de desarrollo de la fuerza resistencia aumentando las distancias y disminuyendo la recuperación entre serie y serie.

El criterio de **complementariedad** hace referencia a aquellos ejercicios de fuerza, que, sin buscar el desarrollo de los grupos musculares que tienen una mayor implicación en carrera, ayudan indirectamente a potenciando estructuras que proporcionan equilibrio, eficacia en el correr y una mayor solidez y resistencia mecánica al aparato locomotor. Se proponen para los 400m ejercicios y actividades que, como en el caso de las pruebas de 100 y 200m, incidan sobre:

- El desarrollo de la fuerza en los brazos, cintura escapular y medio torso.

- La adquisición de un modelo técnico adecuado.

-La consecución de una mayor solidez y resistencia mecánica del aparato locomotor.

-

Desarrollo muscular de brazos, cintura escapular y medio torso. En los 400m, para desarrollar la fuerza en los brazos y en la cintura escapular, se proponen ejercicios como: la “cargada” y “arrancada”, press de banca horizontal, tracciones de brazos, acción específica de brazos en carrera u otros similares, que son los mismos que se utilizaban para tal fin en los 100 y 200m y están representados en las figuras 2.26, 2.27, 2.28 y 2.29 (Pág.156-157). Ahora bien, para buscar una mayor sintonía con las características del esfuerzo que debe realizar el corredor de 400m, se propone, habitualmente, realizar los ejercicios con inferiores niveles de carga y aumentando las repeticiones de cada ejercicio y mientras se reducen los tiempos de recuperación.

Para desarrollar la fuerza en la zona central del cuerpo, se utilizan ejercicios de “situp” similares a los representados en la figura 2.30 del capítulo anterior, basados en la activación de los músculos abdominales en la reducción de la tensión en la zona lumbar, así como otros con base isométrica, consistentes en el mantenimiento de actitudes o posturas más cercanas a las adoptadas en carrera (figuras 2.31 y 2.32 de la Pág. 160).

A este último tipo de ejercicios y a otros de características similares, se les presta gran atención en los 400m y a través de ellos, se programan dos formas de trabajo distintas: una basada en el control postural y de ejercitación más lenta y otra,

más dinámica, en la que se buscan situaciones de cansancio similares a las que va a encontrar el corredor en el final de la prueba. Para conseguir este último propósito los ejercicios suelen incluirse dentro de la estructura de circuitos en los que se busca el desarrollo de la fuerza específica.

Adquisición de un modelo técnico de carrera. En el caso de los 400m, el trabajo de fuerza para mejorar la técnica de carrera en la salida y en la fase de aceleración es menos complejo que en el caso de las pruebas de 100 y 200m. En la mayor parte de los casos, se reduce la repetición de salidas desde los bloques para recorrer entre 20 y 50m. En ocasiones, para complementar dicho trabajo, se ensayan salidas con cargas adicionales (carreras con “arrastres”) y salidas en cuesta.

El resto de los ejercicios de fuerza encaminados a la mejora de la técnica de carrera se orientan, en el caso de los 400m, en dos sentidos:

-Para hacer más eficaz la acción de la pierna en alguna de las fases de carrera, se utilizan ejercicios de skipping como los que se representan en la figura 2.33 del capítulo anterior.

-Para potenciar el ciclo anterior o posterior de la zancada, se proponen ejercicios con características similares a los que se indican en las figuras 3.10 y 3.11 (pág. 233 del presente capítulo).

En algunas ocasiones los ejercicios de fuerza encaminados al desarrollo de la técnica de carrera, como ya hemos indicado, se prolongan en el tiempo hasta alcanzar un elevado grado de fatiga con el fin de que el corredor trate de mantener una técnica apropiada en los momentos de mayor cansancio de la prueba.

Consecución de solidez y resistencia mecánica al aparato locomotor. Para dar mayor consistencia al aparato locomotor en 400m, al igual que ocurría en las pruebas de 100 y 200m, se proponen dos tipos de trabajos:

- Ejercicios de carácter isométrico que buscan principalmente: el desarrollo de la fuerza máxima estática, la mejora del control del tono muscular y, sobre todo, el reforzamiento de la estructura elástica del músculo al estimular la producción de colágeno. En el caso de los 400m, no todos los entrenadores programan uniformemente este tipo de trabajo, su mayor o menor presencia en los planes de entrenamiento depende de la importancia que cada entrenador concede a este tipo de práctica.

- Ejercicios para reforzar la estructura muscular de la bóveda plantar y de la articulación del tobillo. A este tipo de ejercicios se le concede, en 400m, mayor importancia que se la concedida en las pruebas de 100 y 200m. Las razones pueden encontrarse, por una parte, en el hecho de que en la fase de impulsión los corredores de 100 y 200m utilizan principalmente los músculos extensores de la cadera, mientras que en los de 400m los extensores del tobillo adquieren un mayor protagonismo y, por otra, en la necesidad de evitar el hundimiento de la bóveda plantar en el momento del apoyo, facilitando de esa manera la proyección de la cadera hacia delante. Para el reforzamiento de los músculos de la bóveda plantar se utilizan ejercicios como los incluidos en la figura 2.47 del capítulo anterior.
- En el caso de la articulación del tobillo se utilizan ejercicios muy dinámicos basados en la alternancia de las acciones de los músculos flexores y extensores:
Saltos con piernas extendidas y pies juntos con desplazamientos en diferentes direcciones (figura 3.16).



Figura 3.16. Acción de tobillos pies juntos

Desplazamientos con saltos alternos sobre un pie u otro con piernas extendidas y diferentes direcciones (figura 3.17).

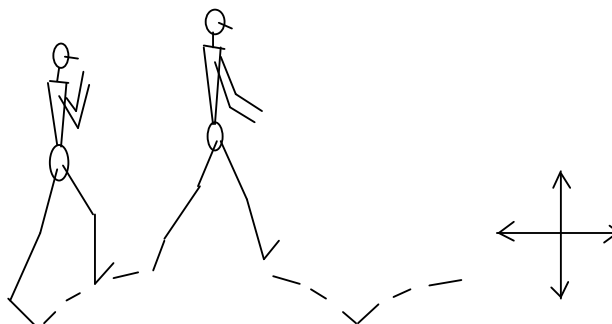


Figura 3.17. Acción alterna de tobillos

Carreras hacia delante o hacia atrás con las piernas extendidas y apoyando en el suelo exclusivamente la parte anterior del pie (figura 3.18).

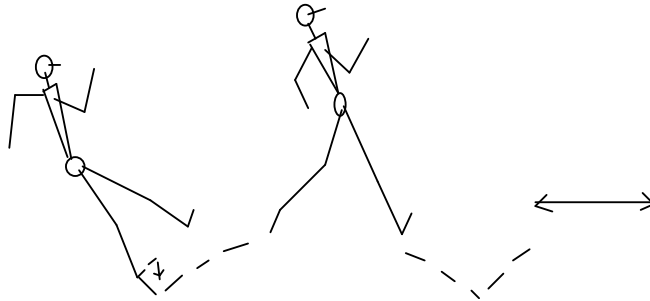


Figura 3.18. Acción de tobillos piernas extendidas

3.5.-DISTRIBUCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE FUERZA EN EL PLAN ANUAL DE LOS CORREDORES DE 400M.L.

La distribución y selección de los diferentes contenidos de fuerza a lo largo de la temporada adquiere importancia como consecuencia de que las capacidades físicas que necesita el corredor de 400m son el resultado final de una serie de factores que se relacionan entre sí de una forma muy compleja.

En el caso de las pruebas de velocidad, decíamos que la fuerza tenía formas distintas de manifestarse dependiendo del momento de desarrollo de la prueba y que ello dependía principalmente de la forma en que se combinaban factores como: la capacidad contráctil, la capacidad de sincronización y de reclutamiento instantáneo de unidades motrices, la capacidad elástica y la capacidad refleja. Todos estos factores se pueden desarrollar a través de actividades y ejercicios como los propuestos en el punto anterior de este capítulo. Sin embargo, la decisión de seleccionar cada ejercicio no es fácil, porque, seguramente, no todos son igual de idóneos. Tampoco es sencillo determinar el tiempo de práctica para cada actividad o la frecuencia con la que deben programarse. Igualmente, dependiendo del momento de la temporada del que se trate, será más o menos aconsejable la utilización de un tipo de contenidos u otros.

Por otra parte, el corredor de 400m necesita desarrollar, además de la fuerza, otras cualidades físicas, lo que debe hacerse de forma paralela y equilibrada para no interferir de forma negativa en el proceso de adaptación.

Por todo lo expuesto, no resulta fácil planificar el entrenamiento de fuerza y, con el fin de aportar alguna orientación, hemos cotejado planes de entrenamiento aplicados a atletas de 400m de categoría internacional. Nos hemos fijado especialmente:

- 1.- en la forma de estructurar las sesiones de fuerza,**
- 2.- en la distribución de los diferentes actividades a lo largo de la temporada,**
- 3.- en la frecuencia de programación de las diferentes unidades de entrenamiento,**
- 4.- en los sistemas, intensidades de los estímulos, tiempos de recuperación y volúmenes utilizados para el desarrollo de la fuerza.**

En el caso de los 400m, como ocurría en 100 y 200m, encontramos dos formas de programar los contenidos de fuerza. En el caso de las consideradas “sesiones específicas de fuerza”, que son aquellas en las que se incluyen ejercicios con halteras, las actividades o ejercicios utilizados para el desarrollo de la fuerza constituyen sesiones únicas de entrenamiento. En cambio, en los casos en los que se programan “otros tipos de actividades” como pueden ser las carreras en cuesta, carreras con arrastre, saltos horizontales, circuitos, etc., las sesiones de trabajo son más variadas e incluyen, además de los contenidos de fuerza, otras actividades o ejercicios que buscan el desarrollo de otras cualidades físicas.

3.5.1.- Estructura de las sesiones específicas de fuerza.

En relación a esta cuestión, se puede decir que no existe un patrón único de referencia en cuanto a la estructuración de este tipo de sesiones y que los entrenadores suelen introducir distintas variantes dependiendo de la idea que cada uno tiene respecto al papel que debe desempeñar la fuerza en los planes de de entrenamiento de los cuatrocientistas.

Algunos entrenadores, como es el caso de Clyde Hart, ya mencionado, utilizan una estructura similar a la utilizada por la corriente mayoritaria de la “escuela americana” de velocidad corta:

- Ejercicios con halteras o isocinéticos
- Saltos explosivos para mejorar la salida y la fase de aceleración
- Saltos a la pata coja
- Carreras saltadas con cinturón lastrado sobre 50m.

Otros, prefieren sesiones que incluyan solamente ejercicios con halteras o isocinéticos en los que alternan ejercicios encaminados a desarrollar la fuerza en las diferentes partes del cuerpo: Piernas, tronco, cintura escapular y brazos.

En el caso de la Universidad de Wisconsin, sus entrenadores prefieren dividir el trabajo específico de fuerza en dos partes alternando, a lo largo de cada micro-ciclo de entrenamiento, sesiones de fuerza encaminadas al desarrollo de la parte inferior del cuerpo, con otras que buscan el desarrollo de la parte superior.

Manuel Pascua Piqueras, entrenador del recordman español de 400m, Cayetano Cornet, alterna sesiones en las que sólo incluye ejercicios con halteras, con otras en las que, después de los ejercicios con halteras, se llevan a cabo una serie de esprines cortos.

3.5.2.- Distribución de los ejercicios y actividades de fuerza a lo largo de la temporada.

La distribución de los contenidos de fuerza en 400m está condicionada en parte por el calendario de la temporada. Al respecto, conviene decir que se observan dos tendencias:

- Una de la mayoría de cuatrocentistas americanos y africanos, que al no competir en pista cubierta y concentrar su la atención en la temporada al aire libre, dividen su temporada en cuatro periodos: preparatorio, de competición temprano, de competición medio y de competición tardío.
- Otra, la de los cuatrocentistas europeos, que sí suelen competir en pista cubierta, aunque en muchos casos prefieren hacerlo en 200m. En este caso, la temporada suele dividirse en dos macro-ciclos: uno más corto, para la pista cubierta y otro, más largo, para la temporada al aire libre. Cada macro-ciclo consta de tres periodos: preparatorio, precompetitivo y competitivo.

En relación con los contenidos encaminados a desarrollar la *fuerza máxima dinámica*, que siempre son incluidos en las sesiones específicas de fuerza, la tendencia general es la siguiente:

- *Ciclo único de programación*: se comienza con tres o cuatro sesiones semanales en el periodo preparatorio, tres en el periodo de competitivo temprano, dos en periodo competitivo medio y una o dos en el periodo competitivo tardío.
- *Doble ciclo de programación*: en los periodos preparatorios se incluyen tres o cuatro sesiones; tres, en los precompetitivos y una o dos, en los competitivos.

Respecto a los contenidos que tienen como propósito el desarrollo de la *fuerza explosiva y explosivo elástica*, convienen distinguir entre los que son incluidos en las sesiones específicas de fuerza y los que forman parte de otro tipo de sesiones.

Las distintas variedades de ejercicios de “semi-squat salto” que habitualmente forman parte de las sesiones específicas de fuerza siguen la tendencia propia de este tipo de sesiones, ya explicado. Otros contenidos como pueden ser los saltos horizontales, las carreras en cuesta o las carreras con arrastres tienen un planteamiento distinto.

Saltos horizontales: hemos encontrado tres tendencias distintas a la hora de programarlos:

- Aquellos entrenadores que prefieren incluir algún tipo de salto en las sesiones específicas de fuerza suelen, en los inicios de la temporada, finalizar una de las sesiones semanales dedicadas al trabajo de velocidad con distintas variedades de salto abandonando dicha práctica cuando se acerca el periodo competitivo.
- Otros entrenadores que programan los saltos fuera de las sesiones específicas de fuerza prefieren programar dos sesiones de trabajo pliométrico en los periodos preparatorio y precompetitivo para reducir dicho trabajo a una sesión semanal en el periodo competitivo.
- Los entrenadores que utilizan los circuitos para trabajar la fuerza específica suelen introducir varios ejercicios de saltos en dichos circuitos. Este trabajo es completado habitualmente con una sesión semanal de pliometría. En los inicios de la temporada, se programan normalmente dos circuitos semanales, sin embargo, cuando se acerca el periodo competitivo se elimina uno de ellos y se mantiene la sesión de pliometría.

Carreras en cuesta: es tendencia casi generalizada comenzar la temporada programando cuestas largas (150 a 300m), para reducir su longitud de forma paulatina a medida que se acerca el periodo competitivo, hasta llegar aproximadamente a 80m en dicho periodo. Suele programarse una sesión de cuestas por semana. En el periodo competitivo, normalmente, no se programan.

Carreras con arrastres: este tipo de carreras suele programarse una vez por semana y siguen la tendencia contraria a la seguida por las cuestas. En este caso, las distancias más cortas son utilizadas al comienzo de temporada (40 a 50m). Posteriormente, en el periodo precompetitivo pueden llegar a alcanzar distancias cercanas a los 150m, aunque se disminuye la resistencia a vencer. Como en el caso de las cuestas, durante el periodo competitivo se abandona la práctica de este tipo de trabajo.

En cuanto a los ejercicios y actividades utilizados para desarrollar la *fuerza explosiva elástica refleja*, en algunos casos, no resulta fácil establecer conclusiones sobre la frecuencia con que son programados:

La acción “*tijera*” sobre el plano sagital se incluye habitualmente en las sesiones de fuerza específica y por tanto siguen su misma secuenciación.

Los saltos a pies juntos sobre obstáculos se sitúan a veces dentro del espacio dedicado al calentamiento, en otras ocasiones en las sesiones específicas de fuerza,

bien a continuación de los ejercicios con halteras, bien como actividad de compensación entre dichos ejercicios. Alguna vez son incluidos en circuitos específicos de fuerza. La frecuencia con que se programan suele ser de dos veces por semana.

La acción “*muelle*” de *pies* suele incluirse en los calentamientos y su frecuencia, depende en gran medida de la idea que cada entrenador tiene sobre dicho ejercicio.

Los ejercicios de *skipping con o sin carga* se incluyen en los espacios dedicados a la mejora de la técnica de carrera y suelen situarse entre el calentamiento y los trabajos específicos de velocidad. Lo más habitual es programarlos una o dos veces por semana.

Carrera saltada: unas veces se utiliza como ejercicio para la mejora de la técnica, otras se incluye dentro de las sesiones de pliometría y en ocasiones, con sobrecarga, se sitúa dentro de las sesiones específicas de fuerza. No hemos encontrado datos que permitan establecer una tendencia clara en cuanto a la frecuencia con la que se programa.

Carrera con cinturón lastrado: este tipo de actividad, con o sin ayuda de un compañero, suele programarse coyunturalmente en periodos precompetitivos, una vez por semana.

Para el desarrollo de la *fuerza resistencia* se utilizan principalmente, como ya hemos indicado, Carreras largas en cuesta, carreras largas con arrastres, carreras sobre dunas, saltos horizontales y circuitos específicos de fuerza.

Carreras largas en cuesta.- Como ya vimos al referirnos a los contenidos utilizados para el desarrollo de la fuerza explosiva y explosiva elástica, el trabajo de cuestas que incide principalmente sobre la fuerza resistencia se sitúa en el periodo preparatorio y en los inicios del periodo previo a las competiciones.

Carreras largas con arrastres: se comienzan a utilizar cuando la distancia de las cuestas se sitúa alrededor de los 100m (periodo precompetitivo) y dejan de utilizarse en el periodo competitivo.

Salto horizontales: en la parte final del periodo preparatorio y durante gran parte del periodo precompetitivo, los corredores de 400m incrementan el número de saltos por sesión y disminuyen el tiempo de recuperación entre cada serie para incidir sobre la fuerza resistencia.

Circuitos específicos de fuerza: los entrenadores que programan este tipo de trabajo suelen hacerlo dos veces por semana en los periodos preparatorios y previos a la competición y una vez sólo en el periodo competitivo.

Carreras sobre dunas: este tipo de trabajo se suele programar coyunturalmente en los “estajes” de entrenamiento intensivo, siempre que el lugar de concentración de los atletas posea parajes apropiados para tal fin.

En cuanto a los trabajos de fuerza de carácter **complementario** que los corredores de 400m programan para desarrollar la fuerza en el medio torso, afianzar la técnica de carrera o para dar mayor solidez y resistencia al aparato locomotor, hemos observado las siguientes tendencias:

Desarrollo de la fuerza en la zona central del cuerpo. Se puede afirmar que prácticamente todos los entrenadores prestan atención casi a diario a este tipo de trabajo, las diferencias se encuentran sobre todo en la forma de organización del mismo: algunos prefieren situarlo al final de las sesiones de trabajo, una vez realizado el entrenamiento específico, otros prefieren introducir algún ejercicio en las sesiones específicas de fuerza y completarlo, como en el caso anterior, al termino de las sesiones de entrenamiento y, finalmente, aquellos que utilizan el circuito para desarrollar la fuerza, realizan parte del trabajo durante la ejecución del circuito y el resto al final del trabajo diario.

Ejercicios de fuerza para afianzar la técnica de carrera. Se incluyen dentro de las sesiones específicas de técnica de carrera que, como ya hemos indicado, se programan una o dos veces por semana.

Ejercicios para dar solidez y resistencia al aparato locomotor. Para ello, los cuatrocentistas suelen programar ejercicios de flexibilidad precedidos de tensiones isométricas o ejercicios de tobillos o de reforzamiento de los músculos de la bóveda plantar. Tanto un tipo de trabajo como otro se incluyen preferentemente en el calentamiento. Los ejercicios de tobillos y el reforzamiento de los músculos de los pies se programan de forma más intensa en los periodos preparatorios, tratando de mantener el nivel de fuerza alcanzado en los periodos competitivos.

3.5.3.- Sistemas, intensidades de los estímulos, tiempos de recuperación y volúmenes utilizados para el desarrollo de la fuerza.

Estos factores dependen, como siempre, del propósito de la sesión, de la actividad o ejercicio seleccionado, del momento de la temporada y de las características propias del deportista.

En el caso de aquellos “ejercicios con halteras” con los que se busca el desarrollo de la *fuerza máxima dinámica* los sistemas o métodos más utilizados son el de “series simples” al inicio de la temporada y los de “superseries” o “media pirámide” en etapas más avanzadas de la temporada.

El número de repeticiones de cada ejercicio oscila entre 4 y 15 y las pausas de recuperación entre ejercicio y ejercicio están comprendidas entre 1 y 3 minutos. Normalmente, al principio de temporada, se realiza un mayor número de repeticiones y las pausas de recuperación suelen ser menores. El número de series suele situarse entre 4 y 6.

La intensidad del esfuerzo oscila entre el 80 y el 100% de la máxima fuerza dinámica del corredor, ello depende principalmente del propósito de la sesión.

En ejercicios como pueden ser las diferentes variantes de “semi-squat salto”, que se emplean para desarrollar la fuerza la *fuerza explosiva o explosiva elástica*, las pautas a seguir serían las siguientes:

- La intensidad del esfuerzo oscila entre el 50 y el 90% de peso corporal del atleta.
- El número de repeticiones de cada ejercicio, entre 6 y 15
- El número de series, de 4 a 6
- La recuperación entre ejercicio y ejercicio, de 1 a 3 minutos

Las “carreras en cuesta” pueden ser programadas con un doble propósito: para desarrollar la fuerza explosiva o la fuerza resistencia del cuatrocentista, el sistema de trabajo utilizado suele ser el sistema interválico. El número de repeticiones y la pausa de recuperación dependen generalmente de la distancia y del objetivo de la sesión de entrenamiento:

- En distancias comprendidas entre 60 y 100m, el número de repeticiones se situaría entre 8 y 10 y el tiempo de recuperación recomendado sería el que se tarda en bajar caminando.

-En distancias situadas alrededor de 150m, se recomienda un número de repeticiones cercano a 6 y como pausa de referencia se utiliza el tiempo que se tarda en bajar la cuesta “trotando”.

Los “saltos horizontales”, que como hemos indicado se programan con diferentes objetivos, adoptan un sistema de trabajo interválico en el que la forma de recuperación y de valorar el volumen de trabajo depende en gran medida de los citados objetivos:

-Cuando se trata de desarrollar la *fuerza explosiva* para mejorar la fase de aceleración de la carrera, el tiempo de recuperación suele ser amplio y la forma de programar los saltos puede seguir una estructura similar a la de los ejemplos que ponemos a continuación:

* 4 series de 10 saltos alternos para caer en el foso de longitud.

* 3 series de 10 saltos con cada pierna a la “pata coja” para caer en el foso de longitud.

En este tipo de trabajo el número total de saltos por sesión nunca sobrepasa los 80

-Cuando el objetivo consiste en mejorar la resistencia a la *fuerza elástica* la estructura de la sesión se parece más a la de los ejemplos siguientes:

* 8 series de saltos alternos sobre 70m, con pausas de recuperación entre 10 y 20 segundos.

* 5 series de saltos con cada pierna a la “pata coja” sobre 70m, con pausas de recuperación entre 10 y 20 segundos.

Con este formato de sesión, el número de saltos debe sobrepasar la cantidad de 100.

En las “carreras con resistencia” se emplea igualmente el sistema interválico y, dependiendo del propósito, se pueden plantear dos formas distintas de trabajo:

-Si se trata de potenciar la *salida y la fase de aceleración*, se utilizan distancias comprendidas entre 30 y 50 metros, tiempos de recuperación que permitan bajar de las 120 pulsaciones por minuto, resistencias en torno al 15% del peso corporal y, generalmente, 6 series.

-Cuando se busca mejorar la *fuerza resistencia*, la distancia a recorrer oscila entre los 100 y 150m, el tiempo de recuperación, en torno a los 3 minutos, la resistencia a vencer es inferior (10% del peso corporal) y el número de series entre 2 y 4.

Para las “carreras en dunas” se utiliza el mismo sistema de trabajo que en los casos anteriores: la distancia recomendada se sitúa alrededor de 80m, la recuperación, en torno a los 4 minutos y el número de series entre 8-10.

La “carrera saltada”, que se utiliza habitualmente para desarrollar la fuerza *explosiva elástica refleja*, se puede llevar a la práctica bajo dos variantes:

- Con distancias en torno a los 50m utilizando cinturón lastrado.
- Con distancias comprendidas entre 60 y 100m sin carga adicional.

En ambos casos, el tiempo de recuperación se sitúa alrededor de los 3 minutos y el número de series en torno a 6.

En otros ejercicios que se emplean para desarrollar la *fuerza explosiva elástica refleja*, el planteamiento suele ser el siguiente:

“Acción de tijera en el plano sagital”

Intensidad de carga	50-80% del peso corporal del atleta
Número de repeticiones	10-20
Número de series	4 a 6
Recuperación	1 a 3 minutos

“Acción muelle de tobillo”

Intensidad de carga	peso corporal del atleta
Número de repeticiones	25
Número de series	4 para cada pie
Recuperación	1 minuto.

“Saltos reactivos sobre obstáculos”

Intensidad de carga	peso corporal del atleta
Número de obstáculos	5 a 8
Número de series	4 a 6
Recuperación	40 segundos.

En los “circuitos” que se utilizan para desarrollar la *fuerza específica* del cuatrocientista, el número de ejercicios que se incluyen suele ser 5, la recuperación entre ejercicio y ejercicio es solamente el tiempo que se pueda emplear en el cambio de ejercicio, el tiempo utilizado en la realización de cada ejercicio se situaría entre 20 y 30 segundos, el número de veces que se repite el circuito es 3 y el tiempo de recuperación entre cada una de las repeticiones puede ser entre 1' y 1'30''.

Sobre los ejercicios **complementarios** de fuerza como pueden ser los dedicados al desarrollo de la fuerza de la zona central del cuerpo, los utilizados para

afianzar la técnica de carrera o, aquellos otros que buscan dar consistencia y solidez al aparato locomotor, los entrenadores aportan datos relacionados con la importancia que les conceden, el tipo de ejercicios que utilizan para desarrollarlos, la frecuencia con la que son programados, etc., pero muy pocas veces ofrecen datos concretos sobre las intensidades y los volúmenes de trabajo por sesión. Por ello, no nos atrevemos a dar datos al respecto.

3.6.- CONCLUSIONES.

1ª El desarrollo de la fuerza en los 400m debe tener en cuenta que los atletas que se especializan en dicha disciplina **necesitan una resíntesis rápida de ATP durante un periodo prolongado de tiempo**, lo que lleva a niveles muy elevados de acumulación de **ácido láctico** en el músculo y en la sangre con la consiguiente disminución de la capacidad de trabajo.

2ª Al aplicar un plan de mejora de la fuerza en 400m, se debe tener en cuenta que es, de todas las que figuran en el programa atlético, **la prueba que refleja una mayor pérdida de velocidad en su desarrollo (2.40m/seg.)**, causada por un aumento del tiempo de aplicación de fuerza durante el apoyo y por la disminución en la capacidad de aplicación de dicha fuerza.

3ª El **desarrollo de la fuerza en la zona media del cuerpo** y en los brazos tiene un carácter complementario en el caso de los cuatrocentistas, y permite un equilibrio anatómico y un mejor aprovechamiento de las fuerzas generadas en el momento del apoyo, lo que facilita el desarrollo de la técnica de carrera.

4ª El desarrollo de la **fuerza explosiva** del corredor de 400m tiene como principal objetivo la mejora de la **fase inicial** de la carrera o **fase de aceleración**.

5ª El desarrollo de la **fuerza explosiva elástica** es muy importante porque se necesita de su concurso desde que se inicia la prueba hasta su finalización.

6ª El desarrollo de **la fuerza explosiva elástica refleja** mejora la eficacia en el tramo en que se alcanza la máxima velocidad y los tiempos de apoyo se reducen; facilita, además, la posibilidad de alcanzar elevados índices de ácido láctico lo que permite al corredor de 400m adaptarse de una forma más eficaz al tipo de esfuerzo que necesita.

7ª El desarrollo de la considerada **fuerza específica** del corredor de 400m debe estar basado, según el sentir de técnicos y estudiosos, en el desarrollo de la

resistencia a la fuerza elástica a través de ejercicios de características metabólicas y mecánicas similares a los realizados en carrera.

8ª Las actividades o ejercicios que tienen **más aceptación** para desarrollar su fuerza específica de 400m son: **los saltos horizontales, las carreras en cuesta, carreras sobre dunas y las carreras con cinturón lastrado**. Pues se consideran los más adecuados para desarrollar el tipo de fuerza que necesitan los músculos locomotores de sus piernas.

9ª Para desarrollar **la fuerza máxima dinámica** los corredores de 400m suelen utilizar ejercicios de carácter global con halteras o ejercicios isocinéticos con un grado de localización mayor.

10ª En los **periodos competitivos**, el objetivo de los trabajos de fuerza consiste en que el corredor **mantenga el nivel alcanzado** en la etapa previa al inicio de las competiciones por lo que se reduce el volumen de trabajo.

CAPÍTULO 4

**Desarrollo de la fuerza en los corredores
de medio fondo: 800m.l. y 1500m.l.**

4.1.- COMO DESARROLLAR LA FUERZA EN LOS CORREDORES DE MEDIO FONDO: VISIÓN DE ENTRENADORES Y ESTUDIOSOS.

Para hacernos una idea más aproximada de la complejidad del desarrollo de la fuerza en esta especialidad, nos ha parecido oportuno contrastar las opiniones de dos colectivos, entrenadores de atletismo y estudiosos o investigadores, que resultan imprescindibles en la búsqueda de métodos de entrenamiento cada vez más eficaces.

Utilizamos el término “contrastar” porque, aunque ambos grupos de profesionales persiguen un objetivo común, sus propuestas parten desde realidades muy diferentes. Una de las diferencias suele estar en la cualificación de las poblaciones a las que dirigen sus programas.

Mientras los estudios experimentales encaminados a analizar los efectos de los trabajos de fuerza en combinación con la resistencia suelen aplicarse, muchas veces, a personas con escaso grado de especialización, los entrenadores tienen que trabajar con atletas que atesoran unas condiciones muy especiales y un grado de especialización altísimo.

Por otra parte, el tiempo de duración de las experimentaciones, en contadas ocasiones, sobrepasa los cinco meses. Esto, comparado con los veinte años de duración de la vida deportiva de algunos atletas, resulta insignificante. Sobre todo considerando que, con el paso del tiempo, los estímulos del entrenamiento van teniendo un efecto cada vez menor en el organismo, lo que genera dudas en los entrenadores a la hora de extrapolar resultados obtenidos en programas experimentales de tan reducida duración.

Otra diferencia notable suele ser el número de sesiones de trabajo empleadas por unos y otros: mientras un atleta consagrado puede realizar hasta doce sesiones semanales de entrenamiento, en los estudios experimentales raras veces se sobrepasan las cinco.

Si a las razones señaladas anteriormente, añadimos el tradicional distanciamiento entre los mundos de la “resistencia” y la “fuerza”, o el hecho de que algunos atletas hayan conseguido éxitos rotundos dándole muy poca importancia al trabajo de fuerza, entenderemos que los entrenadores miren con cierto recelo las conclusiones de los estudios científicos y les cueste introducir variaciones en formas

y planes de trabajo que, desde su óptica y experiencia, consideran eficaces ya que les han proporcionado éxitos.

Por todo ello, entendemos que las visiones de estos dos colectivos pueden ser complementarias y de gran utilidad a la hora de comprender mejor el papel que debe desempeñar la fuerza en el entrenamiento de los corredores de medio fondo.

Una visión panorámica de los resultados obtenidos en estudios realizados, por separado, sobre la fuerza y sobre la resistencia, indican que el desarrollo unilateral de estas dos cualidades provoca adaptaciones fisiológicas muy diferentes en el organismo: mientras los trabajos de fuerza producen adaptaciones a nivel nervioso y muscular, la práctica de actividades de resistencia conlleva la mejora del sistema cardiovascular.

Los *ejercicios de fuerza* sistemáticos y continuados llevan consigo una mejora de la capacidad de activar unidades motrices, producen hipertrofia muscular, aumentan el retículo sarcoplásmico y favorecen el almacenamiento de ATP-CP en el citoplasma de la célula muscular.

El *entrenamiento de resistencia* lleva implícito un incremento del volumen plasmático que se traduce en una mejora del volumen sistólico. También produce un aumento de las enzimas oxidativas y de la hemoglobina favoreciendo así el metabolismo aeróbico. En el nivel muscular, provoca modificaciones en el número de mitocondrias haciendo que éstas aumenten, mejora, además, la densidad de la red capilar y aumenta los depósitos de glucógeno muscular.

Desde el punto de vista del sistema nervioso, estudios realizados con atletas que llevaban varios años practicando actividades de resistencia y sometiendo sus músculos a una estimulación crónica y de baja frecuencia, indican que se hacen más resistentes a la fatiga muscular, pero, en cambio, necesitan más tiempo para que sus músculos alcancen la contracción aumentando, del mismo modo, el tiempo en que éstos permanecen en relajación. Igualmente disminuye su capacidad para generar tensión máxima.

Si bien parece claro y rotundo que los trabajos unidireccionales de fuerza y resistencia producen adaptaciones orgánicas de índole muy diferente, lo que realmente debe preocuparnos a nosotros, porque ese es el objetivo principal de nuestro trabajo, es **qué ocurre cuando pretendemos utilizar la fuerza como trabajo complementario de la resistencia, con la intención de mejorar el rendimiento deportivo de los corredores de medio fondo.**

Para tratar de contestar a esta pregunta vamos a circunscribirnos a una serie de estudios realizados al respecto y a las experiencias aportadas por entrenadores que han tenido a su cargo atletas de máximo nivel mundial.

Comenzaremos fijando nuestra atención en un estudio realizado por Pablo López Viñaspre y Josep Comellas⁹¹. En dicho estudio, estos dos autores, después de hacer un análisis pormenorizado de los resultados obtenidos en un grupo muy extenso de trabajos experimentales llevados a cabo sobre el efecto del trabajo de fuerza en las especialidades de resistencia, afirman que en “casi la totalidad de dichos trabajos no se observan efectos negativos de los ejercicios de fuerza sobre la resistencia”. No obstante, hacen la observación de que “todos estos trabajos han tomado como único parámetro indicativo de la capacidad de resistencia el VO2 Max”. Consideran que esto es insuficiente porque “existen otros factores, de carácter periférico, como el estado de capilarización del músculo, su potencial oxidativo o la disponibilidad de substratos energéticos, que, siendo muy importantes para la mejora de la resistencia, no han sido tenidos en cuenta en dichos estudios y podrían verse afectados negativamente por los trabajos de fuerza.”

Del estudio recopilatorio al que estamos haciendo referencia, nos ha parecido oportuno destacar uno del que se hace mención y que Johnson y Col. (1995) llevaron a cabo con mujeres muy entrenadas en carreras de fondo y a las que se les aplicó un programa moderado y paralelo de fuerza. Según los resultados de obtenidos en dicho estudio, se observó una mejora considerable en la economía de carrera, sin constatarse cambios significativos en los tres parámetros siguientes: VO2 Max, acumulación de lactato en sangre y composición muscular.

En opinión de los autores del estudio, la mejora en la economía de carrera, que es una de las adaptaciones más importantes en deportistas de fondo y medio fondo de alto nivel, ya que permite realizar el esfuerzo con una menor utilización de oxígeno, puede deberse al aumento de la eficacia mecánica por un mejor reclutamiento de unidades motrices, lo que, al final, se traduce en una mayor aplicación de fuerza.

Una de las razones que dan los estudiosos partidarios del trabajo de la fuerza con corredores de resistencia, es la de que, con el aumento de la fuerza máxima, los corredores serán capaces de generar una tensión muscular determinada con menor

⁹¹ LÓPEZ DE VIÑASPRE, P; Y COMELLAS, J. (2000). “Propuesta para el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia”. Apunts (Revista de Ed. Física y Deportes). Nº 62. Pág. 88-89

participación de fibras del tipo FT (fibras rápidas), lo que retrasaría la aparición de la fatiga, debido a un menor gasto energético.

La IAAF, a través de su centro de documentación “IAAF Global Athletics”⁹², recomienda el entrenamiento de fuerza para los atletas de resistencia porque conduce a adaptaciones de tipo fisiológico que mejoran el rendimiento. Algunas de las adaptaciones que se señalan son las siguientes:

El entrenamiento de fuerza generalmente aumenta la masa muscular magra disminuyendo el peso corporal y el tanto por ciento graso.

La adquisición inicial de fuerza puede atribuirse a dos factores: el mejor reclutamiento de unidades motoras y a la reducción de impulsos inhibitorios. Ambos fenómenos potencian la mejora de las habilidades motrices.

El entrenamiento de fuerza puede producir un aumento significativo en los depósitos intramusculares de energía. Esto conduciría a un mayor rendimiento y a un retraso de la fatiga.

Los trabajos de fuerza aumentan la actividad enzimática de las fuentes de energía lo que facilita una mayor producción y utilización de la energía.

Aumenta el contenido mineral óseo previniendo, en cierto modo, las fracturas por estrés.

La fuerza provoca adaptaciones fisiológicas en tendones y ligamentos, ayudando a prevenir lesiones.

Un desarrollo equilibrado de la fuerza entre el tren superior e inferior, ayuda a retrasar la fatiga de los músculos posturales y de los brazos, manteniendo la eficacia en los movimientos y la economía en el consumo de oxígeno.

Para Gilles Cometti⁹³, combinar fuerza y resistencia no es fácil. Según él:

“el verdadero problema consiste en prever un entrenamiento que permita expresar la fuerza a largo plazo, sin descuidar los factores de tipo nervioso de la expresión de fuerza”.

Para tratar de comprender este problema, el autor explica que, a veces, las series de repeticiones prolongadas tratan de trasladar la fatiga muscular localizada hacia zonas que la disciplina deportiva por sí misma no es capaz de alcanzar. Esto que, desde el punto de vista de los parámetros energéticos, resulta interesante; desde

⁹² VARIOS. (2003). “Entrenamiento de la fuerza para atletas de resistencia”. Entrenadores de Nivel II del SFCE. IAAF Global Athletics. N° 3. Julio. IAAF@ - letter.

⁹³ COMETTI, G. (2005). “¿Resistencia a la fuerza o fuerza Resistente?. El problema del entrenamiento en las disciplinas deportivas de duración”. Revista Stadium. N° 52, Pág. 34 (artículo extraído de la revista italiana “ SDS. Revista di Cultura Sportiva”. N° 52, 2002. Editada por el C:O:N:I:)

el punto de vista de los factores nerviosos que necesita un gesto “explosivo” puede ser ineficaz.

En este sentido, afirma que cuando nosotros pretendemos, por ejemplo, realizar una serie de sesenta repeticiones con una carga determinada, lo que con toda seguridad haremos, será concentrar nuestra atención en las veinte últimas repeticiones que van a ser realmente las más eficaces desde el punto de vista del entrenamiento. Sin embargo, en la primera fase, el deportista economizará energía nerviosa e intentará ejecutar los movimientos sin demasiada velocidad con lo que los factores nerviosos, tan importantes para la mejora de la fuerza, en cierta medida serán desestimados. Para tratar de solucionar el problema, el autor propone realizar la primera parte de las repeticiones con cargas elevadas que disminuirán progresivamente. De esta forma provocaremos la aparición de la fatiga desde el inicio de la serie forzando, de ese modo, la utilización de los mecanismos nerviosos de la fuerza.

Michael Fredericson y Tammara Moore⁹⁴ después de años de experiencia trabajando con corredores de alto nivel (en algunos casos, competidores olímpicos) de las especialidades de medio fondo y fondo, consideran que un desarrollo muscular adecuado en la zona central del cuerpo es fundamental para dar estabilidad y eficacia a la acción de correr.

“La debilidad y la falta de coordinación en la musculatura de la zona central puede conducir a movimientos menos eficaces, que terminen convirtiéndose en patrones de movimiento de carácter compensatorio que provoquen tensión, sobreuso y lesiones”.

Para evitar dichos vicios o deficiencias, los autores proponen un programa que comienza con el restablecimiento de la longitud y movilidad normal del músculo a los efectos de evitar cualquier desequilibrio muscular.

Luego se introducen ejercicios fundamentales de estabilidad lumbopélvica, enseñándole al atleta a activar su musculatura más profunda. Una vez conseguidos estos objetivos, se agregan ejercicios más avanzados de estabilidad lumbopélvica, utilizando el Physioball.

A medida que el atleta hace la transición hacia la posición de parado se utiliza un entrenamiento sensomotor para estimular la subcorteza y proporcionar la base para

⁹⁴ FREDERICSON, M y MOORE, T. (2005). “Entrenamiento de estabilización central para corredores de medio fondo y fondo” Nuevos Estudios de Atletismo, 4:1, Pág. 25. IAAF.

ejercicios más avanzados de movimientos funcionales que benefician el equilibrio, la coordinación, la precisión y la adquisición de habilidades.

Para Bruno Gajer⁹⁵, miembro de L' Unité de Renforcement Musculaire- Departament de la Recherche- INSEP:

“Al hablar de la resistencia a la fuerza específica del medio fondo, es necesario preguntarse sobre la velocidad de movilización de los segmentos y los tiempos de acción de los grupos musculares concertados”.

El tiempo de apoyo del pie en el suelo durante la carrera, en el cuál tienen lugar las acciones propulsivas, dura entre 130 milisegundos en atletas de 800m.l. de nivel nacional y 200 milisegundos para corredores de medio fondo largo.

Durante ese espacio de tiempo extremadamente corto, la cadera debe extenderse completamente, la rodilla flexionar primero y después extender y el tobillo hacer también una flexión y una extensión.

El corredor debe por tanto producir la fuerza en un lapsus de tiempo muy reducido, lo que se corresponde por definición con las acciones musculares explosivas.

El propio autor considera que, para desarrollar la explosividad y producir gran cantidad de fuerza en poco tiempo, es necesario ser muy fuerte y hacer intervenir en la contracción muscular a la componente de la velocidad. Todo ello, evitando los traumatismos que este tipo de trabajos puede acarrear.

En otro momento de su exposición, alerta del riesgo que puede entrañar, en un corredor de medio fondo, basar el aumento de su fuerza en la hipertrofia muscular...

“no debe permitirse que el aumento de la masa muscular influya negativamente en la el rendimiento”... y además, “debemos vigilar de no sobrecargar la semana de entrenamiento para que, a través del equilibrio físico, podamos desarrollar las demás cualidades básicas del corredor”.

En los últimos años, se han realizado gran cantidad de estudios experimentales sobre la influencia de los trabajos de fuerza explosiva, en especial la fuerza explosiva elástica, en corredores de medio fondo y fondo. En todos estos trabajos, en general, se han obtenido resultados muy similares que, en cierto modo, podrían resumirse en las siguientes conclusiones:

⁹⁵ GAJER, B. (1996). “*Renforcement musculaire de la foulée et course de demi-fond*” (Colloque International de demi-fond. CREPS de Poitiers). Revué de L'ÁEFA. Novembre

Los ejercicios pliométricos, nombre genérico con el que se conoce este tipo de trabajo, mejoran la capacidad de tensión del sistema músculo-tendinoso y esto reduce la fase negativa de carrera, evitando que la rodilla, al contactar el pie en el suelo e iniciarse la fase negativa, se flexione excesivamente. Con ello ahorramos en gasto energético y conseguimos que el correr del atleta sea más económico.

Este tipo de trabajo no ha influido, en opinión de los estudiosos, de forma negativa en el consumo máximo de oxígeno. Tampoco ha provocado, según las analíticas practicadas, aumentos en la acumulación de ácido láctico en el músculo o en la sangre.

Siempre que se han aplicado programas de pliometría, se han observado mejoras en las marcas de los atletas. La magnitud de dichas mejoras estaría comprendida entre un 2,5 % en unos casos, hasta un 6 o un 7 % en otros. La causa de dicho progreso se debería, según estimación general, a la mejora, ya apuntada con anterioridad, en la economía de carrera.

Prácticamente todos los expertos piensan que la mejora de la fuerza elástica en los corredores de medio fondo y fondo evita, en cierta medida, la aparición de lesiones de tipo tendinoso y articular. Mejorando además la coordinación entre los músculos agonistas y antagonistas del miembro inferior.

Tampoco se ha observado con este tipo de trabajo un aumento reseñable de la hipertrofia muscular, hecho que, de haberse producido, hubiera resultado negativo.

Una vez realizada una síntesis de carácter panorámico sobre cuál debe ser el planteamiento del trabajo de fuerza en los corredores de medio fondo desde la perspectiva de expertos y estudiosos, vamos a centrarnos en la visión que sobre el mismo aspecto tienen **los entrenadores**. Para ello, hemos seleccionado aportaciones que provienen de entrenadores de gran éxito y que, como denominador común, han tenido a su cargo atletas de máximo nivel que, en algún momento, han sido referente a escala mundial o nacional.

Comencemos por el entrenador ruso Alexander Polunin⁹⁶. Según él:

“un factor determinante para el éxito en las competiciones de los medio fondistas es el entrenamiento para la fuerza y la fuerza-velocidad”.

⁹⁶ POLUNIN, A. (1991). “Fuerza y resistencia en la fuerza-velocidad de los corredores de fondo”. Cuadernos de Atletismo, N° 30. Pág. 67 y 69. E.N.E RFEA.

Como veremos a continuación, este entrenador considera que el desarrollo de estos dos tipos de fuerza ayudará al corredor a mejorar su espín final, su técnica de carrera y a reforzar los grupos musculares que emplea al correr.

“Debería considerarse óptimo un nivel de fuerza y de resistencia de la fuerza velocidad que permitiera al atleta destacar en la prueba resolviendo cualquier problema táctico y ser “*el rey*” en la última vuelta”.

“El entrenamiento de la fuerza y de la fuerza veloz debería de modelar el trabajo muscular hasta las condiciones próximas a la competición y, al mismo tiempo, mejorar el funcionamiento mecánico de las piernas y reforzar los grupos musculares que soportan la carga típica de una carrera”.

Harry Wilson⁹⁷, entrenador de Steve Ovett (ex-plusmarquista mundial de la milla y de los 1500m.l; campeón europeo de 1500m.l en 1978; campeón olímpico de 800m.l en 1980; campeón mundial de 1500m. en 1985), busca a través del trabajo de fuerza un desarrollo muscular equilibrado que permita utilizar con máxima eficacia todas las palancas y segmentos corporales que intervienen en la carrera. En ese sentido afirma que:

“Cuando un atleta es incapaz de extender por completo la pierna de impulso, suele deberse la mayoría de las veces a que es muy poco fuerte de musculatura en la parte anterior del muslo, o poco fuerte de los gemelos o muy poco flexible en la articulación del tobillo”.

“Si miras a los atletas por delante, enseguida detectarás a los que tienen una musculatura de la parte anterior del muslo débil, porque en vez de levantar las rodillas por delante del cuerpo, las levantan hacia los lados; y si las rodillas van hacia fuera, los pies se meten hacia dentro. Por tanto si el objetivo es aplicar fuerza hacia delante en una sola dirección, no queremos que los pies impriman su fuerza en otras direcciones. Desde este punto de vista, es muy importante que las rodillas suban rectas hacia delante”.

“Pensemos ahora en los brazos. Hay muchos atletas que tienen los bíceps poco desarrollados y no pueden mantener los brazos convenientemente flexionados. Los bajan, y esto es muy poco económico. Consume más energía tener funcionando una palanca más larga”.

“Para esprintar convenientemente no sólo es necesario tener unas piernas fuertes, sino también unos brazos y una espalda fuerte, porque estas áreas tienen que estar haciendo por arriba exactamente lo que hacen las piernas por debajo”.

⁹⁷ WILSON, H. (1984). “*El entrenamiento de los medio fondistas de alto nivel*” . Cuadernos de Atletismo, N° 18. Pág. 42. E.N.E RFEA.

Peter Coe, entrenador y padre de Sebastián Coe (ex-plusmarquista mundial de 800m.l, 1000m.l, 1500m.l y milla; campeón olímpico de 1500m.l en 1980 y 1984), buscó un especialista en fuerza para que tratara de solventar algunos de los problemas físicos que él había detectado en Sebastian. Para ello contactó con George Gandy⁹⁸ que así describía y opinaba de la situación en que se encontró al atleta:

“Cuando Sebastian Coe llegó a Louhborough a la edad de 18 años, ya había tenido algún éxito como corredor bajo la dirección de su padre. Corría como una gacela, pero sus brazos y hombros eran muy delgados y carecían de fuerza. Sus músculos abdominales y dorsales eran así mismo débiles y, lo que es más importante, carecía de fuerza en los principales grupos motores, los cuádriceps y los glúteos. La longitud de su zancada se acercaba a los 2,15 .m, pero tenía una gran tendencia a disminuirla con la fatiga. Además era muy evidente el desequilibrio, en cuanto a desarrollo muscular, entre la parte superior e inferior del cuerpo”.

Para subsanar las deficiencias apuntadas anteriormente, Gandy aplicó un “circuito”, que será analizado más adelante cuando nos refiramos a los métodos y medios de desarrollo de la fuerza utilizados por los medio fondistas, que constaba de 13 ejercicios.

Para Ammar Bourras⁹⁹, entrenador Hassiba Boulmerka (campeona olímpica de 1500 m.l. en 1992; campeona mundial de 1500m.l en 1991 y 1995; y que también fuera plusmarquista africana de 800m.l, 1500m.l y 3000m.l), la fuerza debe ser la cualidad más importante del corredor de medio fondo de alto nivel. Es un entrenador muy influido, como él reconoce, por la escuela cubana y piensa que:

“el corredor de medio fondo debe ser considerado más como un velocista que como un fondista”.

Sus trabajos de fuerza se apoyan sobre tres pilares:

- **reforzamiento muscular,**
- **técnica de carrera** y
- **coordinación.**

En los trabajos de **coordinación** pone un acento especial en la frecuencia gestual, considerando dicha cualidad como imprescindible en un corredor de medio fondo.

Reconoce que no trabaja la fuerza máxima.

⁹⁸ GANDY, G; COE, S. (1980). “*El secreto de Sebastián Coe: El entrenamiento en circuito*”. Cuadernos de Atletismo, Nº 1. Pág. 30-31. E.N.E RFEA.

⁹⁹ BOURRAS, A. (2001). “*L’entraînement du 1500. m. féminin*”. Revué de L’ÁEFA, Nº 162. Pág. 42.

Para trabajar la **técnica de carrera** propone trabajos extensivos de fuerza a través de ejercicios variados de “skipping”. Utiliza y aplica en gran medida la pliometría en sus trabajos de fuerza. Lo hace de una forma muy variada, utilizando indistintamente: caídas, botes o saltos. En unas ocasiones con carga adicional y otras no.

Juan Carlos Granado Pelayo¹⁰⁰, entrenador de Mayte Martínez (medalla de bronce en el campeonato del mundo en 800m.l en 2007), considera que entrenar en medio fondo es complicado,

“debido a que los niveles de velocidad y fuerza pueden ser muy altos para correr a los tiempos que se hacen hoy en día, sin olvidar nunca que el medio fondista debe estar siempre muy en contacto con la resistencia”.

Más adelante, en su exposición sobre el entrenamiento de Mayte, reconoce que comenzó a utilizar la fuerza en mayor medida en su programa de entrenamiento, debido a ciertos problemas hormonales que provocaron en la atleta un estado de “hipertiroidismo”. Con posterioridad se dio cuenta de que

“...este cambio de táctica en el entrenamiento hizo que desarrolláramos muchas de las cualidades de fuerza que no habíamos trabajado previamente y, aunque tuvimos muchas dificultades por su nulo trabajo en las fases sensibles, afortunadamente es una mujer con unas condiciones de fuerza muy altas y enseguida desarrolló algunas de estas cualidades rápidamente, esencialmente la fuerza máxima”.

“Otro detalle que me auto convenció aún más fue estudiar a las atletas que estaban en la cúspide y observar su evolución. Me di cuenta de que eran atletas muy fuertes morfológicamente y además muy rápidas, tanto que, en algunos casos, llegar a su nivel supondría ser la mejor española en los 400m.l”.

Los trabajos de fuerza que propone J.C. Granado están en función del momento de la temporada en que nos encontremos y distingue, a lo largo del año atlético, varias fases:

1^a- **Fuerza Básica.** Dirigida a la fuerza máxima y fuerza resistente general

2^a- **Fuerza Básica y Específica.** Orientada hacia la resistencia a la fuerza y a la fuerza rápida aeróbica y aláctica

3^a- **Fuerza Específica.** Dedicada a la resistencia a la fuerza específica (mixta y láctica).

¹⁰⁰ GRANADO, J.C. (2003). “800 Femenino: Conclusiones Post-Edmonton”. Rincón del Entrenador, Vol. 11. E.N.E. RFEA.

4ª- **Fuerza competitiva.** En la que se hace hincapié en mejorar la resistencia en la fuerza rápida y a la fuerza especial.

Para Nardino Degortes¹⁰¹:

“Los análisis de la técnica de carrera en medio fondo han abierto una nueva forma de pensar respecto a la fuerza en esta especialidad. Se ha comprendido que es difícil correr 800m.l en 1'43'' si no se es capaz de hacer 46'' en 400.m, y esto no se puede lograr sin un buen desarrollo de la fuerza. Como consecuencia de ello, el entrenamiento de la fuerza considerada *neuromuscular* (fuerza específica) ha cobrado importancia durante todo el macro ciclo anual y no solo en el periodo invernal como ocurría en etapas anteriores”.

“Antes el desarrollo de la fuerza en los corredores de medio fondo se consideraba como algo complementario de cara al final de carrera, actualmente se ha cambiado esta concepción y prevalece otra mucho más correcta desde el punto de vista científico y técnico, comprendiéndose que el fenómeno más importante de la fuerza de medio fondo se encuentra en la prestación y en la expresión de la fuerza muscular (la resistencia no puede ser considerada una expresión de fuerza)”.

Desde el punto de vista condicional serán, según él, dos los aspectos que permitan obtener resultados:

-La capacidad de fuerza en la expresión explosiva y explosiva elástica.

-El aporte de energía que nos permita realizar tensiones musculares reiteradas en el tiempo y el espacio, en condiciones de gran cansancio.

Según Richard Descoux¹⁰², entrenador de Patricia Djaye (plusmarquista francesa de 800m.l y 1000m.l; subcampeona mundial de 1500m.l. de pista cubierta), para tratar de explicar el tipo de fuerza que necesita un corredor de medio fondo distingue tres conceptos:

Déficit de Fuerza. “Sería el desvío potencial de fuerza de un individuo entre su fuerza máxima y la fuerza relativa en el instante”.

Fuerza Máxima. “Es la mayor fuerza desarrollada por el sistema nervioso y muscular para una contracción muscular voluntaria máxima”.

Fuerza Relativa. “La mayor fuerza desarrollada por el sistema nervioso y muscular para una contracción muscular específica ante un esfuerzo producido en un instante”.

¹⁰¹ DEGORTES, N. (2002). “L'Allenamento della forza nel mezzofondoveloce” Università degli Studi di Cagliari-Scienza e Técnica dello Sport. FIDAL nazionale.

¹⁰² DESCoux, R. (1996). “Développement de la force chez le coureur de demi-fond” (Colloque International de demi-fond. CREPS de Poitiers). Revué de L'ÁEFA. Novembre.

Para Descoux, en el medio fondo, la fuerza relativa se corresponderá con la fuerza resistencia, teniendo ésta sus orígenes, o bien en la fuerza máxima, cuando “las resistencias al esfuerzo aumentan”, o en la fuerza velocidad, cuando “las resistencias al esfuerzo se prolongan en el tiempo”.

El atleta francés Philippe Dien (3'34''52 en 1500m.l.) considera que su progresión atlética estuvo muy directamente ligada a su mejora en velocidad y fuerza explosiva. Philippe se centró en el desarrollo de la fuerza máxima y la fuerza explosiva:

Para desarrollar a primera realizó trabajos con pesas en el gimnasio. El método utilizado fue el de media pirámide, con cargas que comenzaban en un 50% de su fuerza máxima y terminaban en el 90%.

En cuanto a la fuerza explosiva, utilizó medios más variados (cuestas de diferentes distancias y porcentajes, bancos suecos, vallas y velocidad fragmentada entre 20 y 300.m.).

Brent Mcfarlane¹⁰³, Entrenador Jefe del Equipo Olímpico Canadiense en Sydney, afirma que el entrenamiento en circuito (Circuit Training) es el método ideal para desarrollar la fuerza en cualquier tipo de deportista y en especial para los corredores de medio fondo y fondo, pues, al hacerse por etapas o estaciones, permite graduar la intensidad en función del nivel de los atletas. Del mismo modo ayuda a orientar los trabajos de fuerza hacia las partes del cuerpo que estimemos más convenientes para lo que nos serviremos de diferentes medios:

-En unos casos, utilizaremos el peso corporal como única carga.

-En otros, podremos servirnos de dispositivos como cables, bolas suizas, cinturones lastrados, plataformas móviles, etc. para aumentar la resistencia a movimientos específicos.

-Utilizaremos objetos pesados en la simulación de ejercicios específicos (bolsas de arena, chalecos lastrados, balones medicinales, arrastres, etc.)

-Ejercicios de pliometría para fuerza explosiva.

-Movimientos clásicos de halterofilia.

Este entrenador da gran importancia al desarrollo de lo que el denomina “*pilar de fuerza*” o fuerza central del cuerpo. Según él, durante muchos años, los sistemas convencionales de entrenamiento se centraron con exclusividad en el desarrollo de la

¹⁰³ MCFARLANE, B. (2004). “*Modern Circuit Training*”. Track Coach, Nº 168. Pág. 5354.

fuerza del tren inferior, dando la espalda al desarrollo de la fuerza en la zona central del cuerpo. Esto hizo que:

“se descuidase el centro del cuerpo, a través del cual se transmite toda la fuerza. Como consecuencia de ello aparecieron lesiones y los músculos de los atletas que las padecieron se volvieron tensos y poco sensibles”.

Actualmente, desde su punto de vista, la situación ha cambiado y hay un gran número de atletas que le dan una gran importancia a esta zona del cuerpo y para ello, tratan de hacerla más consistente, utilizando patrones motores específicos y un gran número de repeticiones.

Está demostrado que esta zona del cuerpo es importantísima desde el punto de vista de la eficiencia mecánica, pues:

“es el lugar donde se apoyan las fuerzas impulsoras de las piernas y los brazos, ayudando a generar un movimiento fuerte y simétrico alrededor de todo el cuerpo y facilita el ritmo y la relajación”.

Di Barnes¹⁰⁴, entrenador de nivel III de la National Coaching Scheme australiana, en relación al tipo de fuerza que necesitan los corredores de medio fondo y fondo, opina que ésta puede desarrollarse mediante formas de trabajo muy variadas: isotónica, isométrica, isocinética, pliométrica, circuit-training, entrenamientos de arena y agua, carreras en colina o cuestas y resistencias con peso corporal. Sin embargo, para él, no parece que todas ellas resulten igual de apropiadas.

Sobre el trabajo *isométrico* dice que:

“...con la mirada puesta en la resistencia estática, sin movimiento, el problema principal de este método para corredores de resistencia es la ausencia de las acciones motoras balísticas”. No obstante, piensa que “el trabajo isométrico de fuerza puede desempeñar un papel vital en el desarrollo de la fuerza central”.

Sobre la *pliometría*, que al parecer es empleada de forma extensiva por los corredores de medio fondo y fondo australianos, piensa que:

“...tiene la gran ventaja de que, mientras desarrolla gran elasticidad y fuerza funcional, no conduce a la hipertrofia muscular”. “Además los movimientos pliométricos permiten que los músculos sean sobrecargados a velocidades más cercanas a las situaciones de competición”.

¹⁰⁴ BARNES, D. (2002). “What type of strength training do distance runner do or need”. Modern Athlete and Coach, abril, Pág. 35 y 36

“Al ser movimientos explosivos fuerzan al atleta a desarrollar rápidamente fuerza, mejorando de esta forma la potencia”.

“Este tipo de trabajo realza la capacidad del atleta para utilizar la elasticidad y los beneficios neuronales asociados a los ciclos de estiramiento-acortamiento”.

Respecto al trabajo *isocinético*, encuentra muchas limitaciones a pesar de la gran aceptación que tiene entre los corredores de distancia. Algunas de esas limitaciones serían que:

“solamente permite patrones de movimiento uni-axiales”.

“...los latigazos vivos que se producen en las posiciones iniciales dificultan el reclutamiento de los músculos sinérgicos y estabilizadores”.

“Además los corredores de distancia usan más los músculos del muslo que los de la zona de la cadera por lo que, haciendo resistencia con los cuádriceps y ejercicios de extensión con los glúteos o nalgas cuando utilizamos las máquinas, solo se añade desequilibrio”.

“Los programas tradicionales de entrenamiento de la fuerza no consideran a menudo cuánto o qué tipo de fuerza es realmente necesaria, simplemente porque es más fácil desarrollar y medir la fuerza ganada que desarrollar la velocidad, la sincronización, el balance y otras habilidades que vienen con el uso de la fuerza especial y específica, más funcional”.

“Los corredores de medio fondo necesitan considerable fuerza y potencia pero con el mínimo desarrollo de la sección transversal del músculo”.

4.2.- CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS, TÉCNICAS Y FÍSICAS DE LAS PRUEBAS DE 800M.L. y 1500M. L.

En principio, teniendo en cuenta que un número considerable de atletas ha compatibilizado en el tiempo ambas distancias y, además, lo han hecho siguiendo un único plan de entrenamiento y obteniendo resultados muy similares en cada una de ellas, no parecería difícil llegar a conclusiones que nos ayudaran a comprender las similitudes o diferencias de estas dos pruebas del programa atlético.

Sin embargo la realidad es muy distinta y hace que persista, desde el inicio del atletismo moderno, un debate permanente sobre la identidad o especificidad de una u otra prueba.

Si bien hay unanimidad a la hora de considerar los 1500m.l. como prueba típica de medio fondo, no ocurre lo mismo al encasillar o encuadrar los 800m.l.

Los técnicos y estudiosos del atletismo tienen puntos de vista notablemente diferentes sobre los 800m.l, observándose, al respecto, tres tendencias:

- La primera incluye a aquellos que considerarían el 800m.l como prueba de velocidad prolongada.
- En la segunda están los que piensan que el 800m.l es una prueba situada justo a medio camino entre la velocidad prolongada y el medio fondo.
- La tercera tendencia agruparía a aquellos que la consideran prueba de medio fondo.

Los partidarios de la primera tendencia utilizan como referente al atleta cubano Alberto Juantorena, doble campeón olímpico de 400m.l y 800m.l en la olimpiada de Montreal (1976), justificando su postura en la evolución que sigue la velocidad a lo largo de la carrera de 800m.l, muy similar, en cuanto a perfil, a la prueba de 400.m.l.

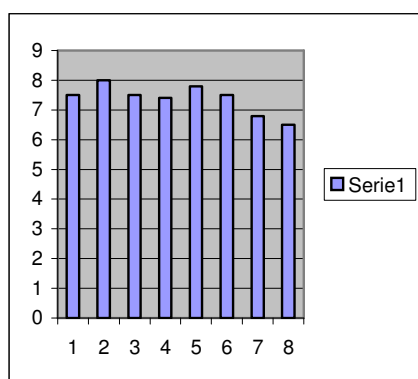
Algunos análisis cronométricos realizados a corredores de 800m.l que buscaban conseguir sus mejores registros personales, demuestran que el primer tramo de carrera, que correspondería con los primeros doscientos metros, es el más rápido, mientras que el último tramo de doscientos es el más lento. Teniendo en cuenta que la segunda parte de carrera es más lenta que la primera, podría establecerse un paralelismo con la carrera de 400m.l. En ella la primera parte es también considerablemente más rápida que la segunda, produciéndose en el último tramo de

100m una pérdida progresiva de velocidad, muy similar a la que tiene lugar en los 800m.

Lo comentado anteriormente puede observarse a continuación en el gráfico 3.1 presentado por B. Gajer y C. Hanon, elaborado con datos cronométricos obtenidos sobre diversas carreras de 800 y 400m .

800m.l

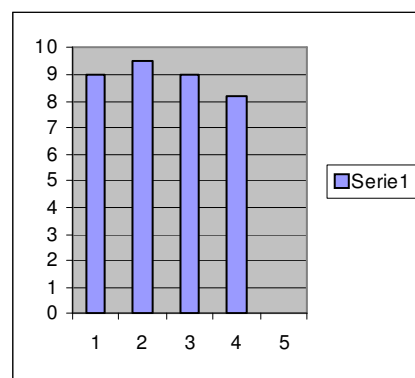
V. m/s



Tramos de 100m
Modelo para 1'48'' en 800m.l.

400m.l

V. m/s



Tramos de 100m
Modelo para 45''.2 en 400m.l. (O.Belloc)

Gráfico 4.1. Datos cronométricos de 800 y 400m (Gajer y col. y Belloc 2002)

Como puede verse, exceptuando la zona central del 800m, en la que se corre en grupo y el objetivo principal es de carácter táctico, consistente en buscar una posición de privilegio para la fase final, el resto de la prueba, especialmente las fases inicial y final, presenta un perfil muy similar al 400m.l.

También suele darse como razón para considerar el 800m como prueba de velocidad prolongada, estudios energéticos realizados con métodos tradicionales, muy discutidos en la actualidad, según los cuales el 60% de la energía necesaria para correr un 800m, proviene de los procesos metabólicos anaeróbicos y el 40% restante de los aeróbicos.

Si los porcentajes anteriores fueran ciertos, la glucólisis anaeróbica sería la principal vía de aporte energético para el 800m, con lo que asemejaría en gran medida al 400m.l.

La corriente que considera los **800m como una prueba intermedia entre la velocidad prolongada y los 1500m.l**, y la concede rasgos de identidad propios, es, quizá, la que más adeptos tiene en la actualidad. A ello ha contribuido, sin duda, el hecho de que, aproximadamente durante una década y media, no haya habido

especialistas de nivel mundial que compitieran de forma simultánea en 800m y 1500m y, por tanto, el éxito en las competiciones importantes de 800m siempre correspondió a los auténticos especialistas de la distancia. Curiosamente, esa tendencia se rompió recientemente en dos ocasiones: En el 2004 cuando la británica Kelly Holmes se proclamara en Atenas campeona olímpica en 1500m y en 800m, y en el campeonato del mundo celebrado en Helsinki en el 2005, en donde el corredor de Bahrein, nacido en Marruecos, Rashid Ramzi realizó idéntica hazaña.

Independientemente de estos hechos coyunturales, los técnicos y expertos que resaltan las peculiaridades del 800m lo hacen lógicamente resaltando las diferencias de esta prueba respecto a los 400m o los 1500m.

Respecto al 400m, suelen incidir, por una parte, en las diferencias de consumo de oxígeno que se dan entre una y otra prueba y, por otra, en el hecho de que los 800m se corran en grupo. Sobre el consumo de oxígeno, la mayor parte de los estudios realizados sitúan el VO₂, para los 800m, alrededor de 71mlO₂./min.kg, mientras que en los 400m el consumo se situaría en los 61.4mlO₂./min.kg. Esta diferencia significativa indica que el 800m tiene un componente aeróbico bastante más elevado y por tanto necesitaría introducir otros factores de entrenamiento.

El hecho de que los 800m se corran en grupo, según los especialistas, es un factor que condiciona grandemente el desarrollo de la prueba y obliga a los corredores a desarrollar ciertas cualidades de tipo psicológico que les permitan maniobrar adecuadamente dentro del grupo con el doble objetivo de economizar esfuerzo y conseguir, en el momento decisivo, una buena posición que le permita afrontar con garantías la última fase de carrera.

La lucha directa y continua por una situación de privilegio, que tiene lugar en los 800m, nada tiene que ver, desde el punto de vista estratégico, con la situación competitiva del 400m, en donde cada atleta tiene asignada una calle y toda su preocupación debe orientarse hacia la búsqueda de una distribución adecuada del esfuerzo y la consecución, por otro lado, de un gesto técnicamente correcto y eficaz en la forma de correr.

Entre los 800m con los 1500m, a parte de la distancia, el factor diferencial que se señala con mayor insistencia, guarda relación con la distribución de la velocidad a lo largo de la prueba. En la primera parte de carrera en ambas pruebas se produce una aceleración, seguida de una etapa en la que el ritmo disminuye ligeramente y se estabiliza hasta que se acerca la fase final. Ese segundo tramo que pudiéramos llamar

de “espera” tiene características muy diferentes en una u otra prueba. Mientras en el 1500m suele ser un espacio de relativa calma que puede prolongarse durante seiscientos u ochocientos metros, en los 800m dicho tramo, al ser mucho más corto, viene marcado por la ansiedad que genera la necesidad de conseguir una buena posición en el momento de iniciarse el esprint final, Con lo cual, a pesar de que el ritmo global de carrera sea estable, a los atletas no les ocurre lo mismo, al verse sometidos a constantes aceleraciones y deceleraciones en pos de una buena posición en carrera. La parte final de una carrera de 800m es totalmente diferente a la de un 1500m, pues mientras en esta, los trescientos metros finales son los más rápidos de toda la prueba, en el 800m, los últimos doscientos metros son los más lentos, produciéndose una deceleración progresiva hasta el final.

Este hecho y el recuerdo de que algunos atletas considerados muy rápidos y que marcaron época en el 1500m -como S. Aouita o N. Morcelli- obtuvieran resultados mediocres en 800m sirve para reafirmar en su convicción a los que piensan que son pruebas muy diferentes. En este sentido, no deja de resultar chocante que S. Aouita, que en alguna carrera de 1500m se acercó a los 11’’ en la recta final, tuviera dificultades para bajar de 14’’ en el mismo tramo de un 800m.

Los que consideran el **800m como prueba de medio fondo**, lo hacen basándose en datos proporcionados por estudios recientes, según los cuales el aporte aeróbico es superior al que se ha estimado tradicionalmente en carreras de alta intensidad, como por ejemplo los 400m o los 800m, que requieren de una velocidad elevada.

Los resultados de algunos de los estudios citados indican que la contribución aeróbica en una carrera de ochocientos metros lisos puede estar comprendida entre un 63 y un 65%. Si estos datos fueran aceptados y considerados como ciertos, podríamos convenir que las diferencias, desde el punto de vista energético, entre el 800m y el 1500m no serían tantas.

Los especialistas partidarios de esta opción, reconocen que para correr con garantías los 800m es necesario desarrollar cualidades como la *velocidad de base*, la *potencia aeróbica* y la *capacidad anaeróbica láctica*. Sin embargo la duda surge a la hora de priorizar y decidir cual de las cualidades señaladas debe potenciarse en mayor medida.

Tradicionalmente todo el mundo suele coincidir en el papel que debe desempeñar la velocidad de base. Pero no ocurre lo mismo al analizar el

protagonismo que hemos de dar a las otras dos capacidades, centrándose la discusión en qué resulta más eficaz desde el punto de vista de la mejorar del rendimiento: ¿desarrollar de la capacidad anaeróbica láctica, o mejorar la potencia aeróbica?.

La mayor parte de los entrenadores y especialistas que consideran los 800m como prueba de medio fondo, piensan que la discusión anterior es errónea e infructuosa ya que, según ellos, se trata de dos cualidades interdependientes. Y argumentan que, si bien es imprescindible mejorar el rendimiento láctico a base de trabajos que mejoren la resistencia a la velocidad, la velocidad terminal y las capacidades de aceleración o de cambio de ritmo, no es menos cierto que la mejora de la potencia aeróbica permitirá, a largo plazo, una economía en la utilización del sistema anaeróbico láctico y, por tanto, facilitará la posibilidad de prolongarlo durante un mayor espacio de tiempo.

Bajo esta perspectiva, se considera que deben ser las características individuales del deportista las que marquen el camino a seguir, pero sin perder de vista que estas dos cualidades son complementarias entre sí.

Otro argumento que suele utilizarse para considerar los 800m como prueba de medio fondo, es el hecho irrefutable de que existe un número mucho más elevado de atletas que doblan en 800m y en 1500m, que el de los que lo hacen en 400m y 800m. Para desmentir o poner en duda la teoría del “especialista de 800m”, los partidarios de esta corriente suelen recurrir, o bien, a atletas que consiguieron el éxito en ambas pruebas, o citar acontecimientos surgidos en competiciones relevantes que, por inesperados, ponen en cuestión dicha teoría.

En el recuerdo colectivo permanecen atletas como Steve Ovett, Sabastian Coe, Joaquín Cruz o Rashid Ramzi que alcanzaron los máximos galardones en las dos distancias. Y como acontecimientos contradictorios, inesperados o curiosos suelen citarse a los protagonizados por Sebastián Coe y Steve Ovett.

Coe fue considerado siempre más especialista de 800m que de 1500m, sin embargo en 1978 fracasó en su intento de proclamarse Campeón Europeo en 800m, ocurriéndole algo parecido en las olimpiadas de 1980 y 1984. Pero curiosamente se proclamó campeón olímpico de 1500m en 1980 y 1984.

Con Ovett ocurrió algo parecido pero en sentido contrario. Llegó a la Olimpiada de Moscú después de permanecer durante casi tres temporadas invicto en el 1500m, pero curiosamente allí fue derrotado. En cambio en los 800m, que era una

prueba en la que él se prodigaba menos y tenía un registro inferior, se proclamó campeón olímpico.

Este tipo de sucesos no dejan de ser anecdóticos, y sería un error utilizarlos definitivamente para decantarse por algunas de las opciones expuestas. No obstante, habría que admitir también que este tipo de “sorpresas” no surgen por casualidad, en la mayoría de los casos se pueden deber a planteamientos incorrectos en el programa de entrenamiento, a puestas a punto mal calculadas, a las estrategias inadecuadas de carrera, etc. Por eso lo más importante en cualquier tipo de especialidad atlética es poseer el mayor número de datos posibles sobre ella, así podremos conocerla y analizarla en profundidad y ser más eficaces a la hora de programar el entrenamiento.

Consideramos; por tanto, que el ejercicio de tratar de encasillar las pruebas de 800m y 1500m dentro de una especialidad concreta tiene un valor relativo y pensamos que es más importante conocer otro tipo de detalles como pueden ser:

las fuentes de *energía* que se utilizan,

la evolución de la *velocidad* a lo largo de la carrera,

la influencia que el esfuerzo tiene en la *forma* de correr, etc.

Por ello trataremos de conocer más en profundidad cada una de las pruebas, basándonos en datos obtenidos de estudios que han tratado de analizarlas desde el punto de vista:

energético,

cronométrico,

técnico.

4.2.1.- Análisis energético de los 800m.l y los 1500m.l

Tradicionalmente se ha aceptado que los tres sistemas de aporte de energía predominaban dentro de determinados espacios de tiempo en los ejercicios de alta intensidad. Según esta idea, casi toda la energía requerida durante los 10 primeros segundos de un ejercicio de dichas características era proporcionada por el sistema del ATP-CP. De la misma manera, el sistema del ácido láctico contribuiría con la mayor cantidad de energía durante el espacio de tiempo comprendido entre los 10 segundos y los 3 minutos. El sistema aeróbico predominaría, pues, cada vez en mayor medida si prolongamos el ejercicio en el tiempo a partir de los tres minutos.

Investigaciones recientes sugieren que la relativa contribución del sistema aeróbico de aporte de energía en ejercicios de alta intensidad ha sido subestimada.

Tampoco consideran estos estudios acertada la idea de que el sistema aeróbico de aporte de energía responde lentamente a las demandas de los ejercicios de corta duración y de alta intensidad, como pudieran considerarse los esprints largos o las carreras de medio fondo.

Las diferencias de estimación entre las investigaciones antiguas y las más recientes estarían, según los autores de los estudios más modernos y fiables, en el método de medición utilizado.

Los primeros estudios se hicieron con el método conocido como “Método de deuda de oxígeno” y actualmente suele utilizarse el “Método de déficit acumulado de oxígeno” por considerarse más preciso y por tanto más fiable.

Con este método aplicado a ejercicios en bicicleta estática de alta intensidad sobre diferentes tramos de tiempo, comprendidos entre los 30 y los 90'' Gatin, P.B y Lawson, D. (1994) y Withers, R y col. (1991), obtuvieron resultados que modificaban considerablemente la creencia tradicional y generalizada, según la cual, hasta los dos minutos de tiempo, los sistemas anaeróbicos de aporte de energía predominaban sobre los aeróbicos, señalándose dicho límite de tiempo como el momento en el que se equilibraba el aporte de energía (50% aeróbica y 50% anaeróbica).

Según los nuevos datos, el aporte de energía aeróbica sería considerablemente mayor y se establecían los 60'' como límite en el cual se equilibraban los porcentajes de aporte de energía aeróbica y anaeróbica. Con estos resultados, teniendo en cuenta el protagonismo que adquiere la vía aeróbica de aporte de energía, sería difícil mantener la idea de que el 800m es una prueba de velocidad prolongada.

No obstante, cabe la duda de si estos resultados, obtenidos con ejercicios de pedaleo sobre máquinas estáticas, pueden ser extrapolables a la acción de correr. Duda que podría darse por resuelta si fijamos nuestra atención en algunos estudios como los realizados por Hermansen y Medbe (1984); Spenser, Gatin y Payne (1996), en los que se utilizó un tapiz rodante y ritmos de carrera constantes, por espacios de tiempo comprendidos entre 30 y 245''. En ellos, los datos obtenidos son similares a los conseguidos con las bicicletas estáticas.

Hemos considerado oportuno analizar con detalle el estudio de Spenser, Gatin y Payne¹⁰⁵, porque, desde nuestro punto de vista, aporta datos que pueden ser esclarecedores para entender las diferencias entre las pruebas de 800m.l y 1500m.l.

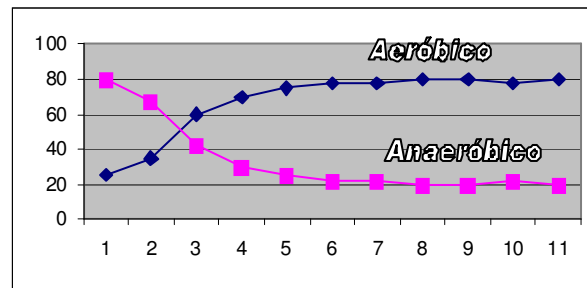
Para realizar el experimento se seleccionaron atletas de medio fondo que pudieran correr los 800m entre 1'53'' y 2' y los 1500m entre 3'55'' y 4'.

A cada corredor se le asignó un ritmo de carrera en función de su plusmarca.

La duración del esfuerzo establecida fue de 118'', con un margen de +2 y -2'', para los corredores de 800m y de 243'', con un margen de +3 y -3'', para los corredores de 1500m. Utilizándose el método de medición del "déficit acumulado de oxígeno", con el que se obtuvieron los datos que se reflejan en el gráfico 4.2

800m.l.

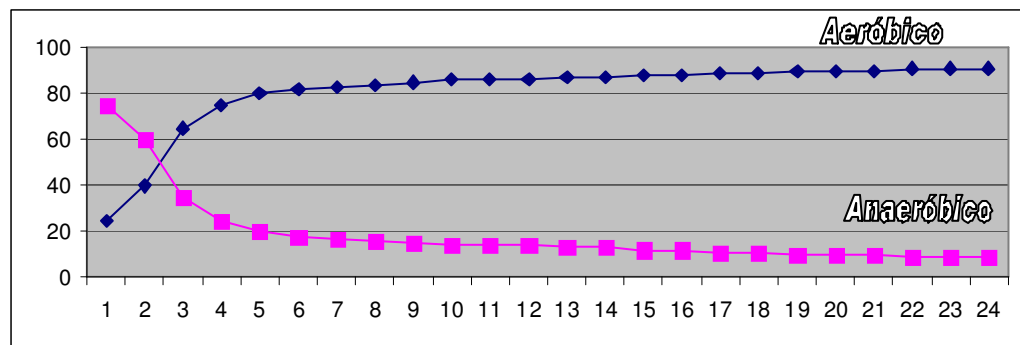
% Apor. Energ.



Porcentaje cada 10"

1500m.l.

% Apor. Energ.



Porcentaje cada 10"

Gráfico 4.2. Consumo de oxígeno en 800 y 1500m (Spenser y col. 1996)

-En los inicios del esfuerzo el esquema de aporte de energía es muy similar en ambas pruebas y se sitúa alrededor del 80% anaeróbico y el 20% aeróbico.

¹⁰⁵ SPENCER, M; GASTIN, P; PAYNE, W. (1996). "Energy system contribution during 400 to 1500 metres running" New Studies Athletics, N° 4, Pág. 59-65., IAAF.

- En un espacio muy reducido de tiempo se produce, tanto en 800m como en 1500m, un descenso muy marcado de la aportación anaeróbica y un ascenso en idéntica proporción de la aportación aeróbica.

- En los 800m el equilibrio, en relación con la aportación aeróbica y anaeróbica, se produce aproximadamente a los 30'' de iniciado el esfuerzo.

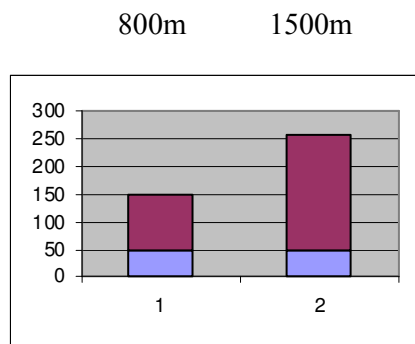
- En los 1500m dicho equilibrio se produce un poco antes: a los 25''.

- Desde los 30'' del inicio del esfuerzo en los 800m y los 25'' en los 1500m, el aporte de energía por vía aeróbica es superior a la suministrada por vía anaeróbica, y la diferencia, en cuanto a porcentaje, aumenta a medida que se prolonga el ejercicio. No obstante, en cuanto a porcentajes, se dan ligeras variaciones: En los 800m el porcentaje aeróbico en ningún momento llega a superar el 80%. Mientras que en los 1500m se acerca al 90%.

- Los porcentajes totales finales de aporte de energía para un corredor de 800m, según este estudio, indicarían un suministro aproximado del 63% por vía aeróbica y del 37% por vía anaeróbica.

- Mientras en los 1500m. dichos porcentajes se situarían alrededor del 84% aeróbico y el 16% anaeróbico.

En este estudio aparece un dato, relacionado con la cantidad de energía anaeróbica que puede suministrarse, que nos parece de gran importancia reseñar:



Rojo= Aeróbico// Azul=Anaeróbico

Gráfico 4.3. Energía anaeróbica en 800y 1500m

Este hecho condiciona enormemente el ritmo de carrera, pues si, por ejemplo, impusiéramos un ritmo elevado en la primera parte de carrera, gastaríamos la mayor parte de esa cantidad mencionada y después tendríamos que disminuir considerablemente la velocidad para poder utilizar la vía aeróbica. Si saliéramos lentos el problema se produciría en sentido contrario.

Al parecer, según puede observarse en el gráfico 4.3, la cantidad de energía que podemos suministrar por vía anaeróbica es prácticamente la misma en ambas pruebas. Es como si dispusiéramos de una cantidad “fija” que podemos distribuir a lo largo del esfuerzo y que, además, tenemos que completarla con energía aeróbica.

Este dato plantea dudas a la hora de enfocar el entrenamiento, sobre todo en la prueba de 800m, porque, si como parece, esa cantidad que hemos denominado fija, no es fácil aumentarla de forma notoria con el entrenamiento, quizá resulte más eficaz potenciar la capacidad aeróbica.

4.2.2.- Consumo de O₂ en 800m.l y en 1500m.l.

Para analizar el consumo de oxígeno durante una prueba atlética suelen utilizarse los siguientes parámetros:

-Consumo medio de oxígeno.- Representa el nivel medio de la cantidad global del oxígeno consumido durante el esfuerzo.

-Pico máximo de consumo de oxígeno.- Representa el instante de la prueba en el que el corredor ha captado una mayor cantidad de oxígeno.

-Consumo máximo de oxígeno.- Se refiere a la máxima cantidad de oxígeno que puede captar un deportista en un instante dado.

Según B. Gajer y C. Hanon (1994) el consumo de oxígeno de un corredor de 1500m se sitúa alrededor de 75,5 mlO₂.min.kg.

Respecto a la relación que se establece entre el déficit de oxígeno y el consumo de oxígeno a lo largo de la prueba, puede resultar ilustrativo el gráfico 4.4.

1500m.l

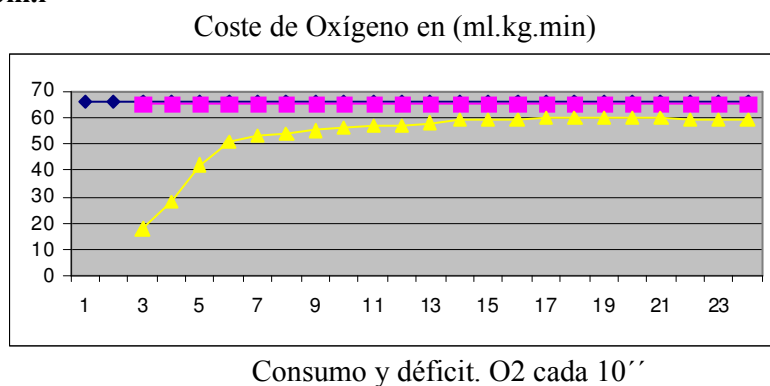


Gráfico 4.4 Déficit de O₂ y consumo de O₂ en 1500m (Spender y col. 1996)

-La superficie comprendida entre la curva de color amarillo y la línea azul representa el déficit de oxígeno acumulado.

-La línea de color amarillo representa la evolución seguida por el consumo de oxígeno a lo largo del esfuerzo y la superficie situada por debajo de dicha línea correspondería a la cantidad total de oxígeno consumido durante el ejercicio.

-La línea de color rosa representa el VO₂ max.

-El mayor déficit de oxígeno se genera en los primeros instantes de la carrera.

-En los primeros 40'' el consumo de oxígeno aumenta muy bruscamente (aunque lo hace en menor medida que en el 800m). El porcentaje de consumo de oxígeno alcanzado en los 30 primeros segundos de un 1500m es de un 59%. Mientras que en un 800m es del 69%.

-El máximo pico de consumo de oxígeno se produce cerca del final de la prueba, pero no llega a alcanzar el VO2 max. Quedándose en un 94% de dicho índice.

El consumo de oxígeno para un corredor de 800m, según los datos aportados por B. Gajer y C. Hanon (1994), se situaría alrededor de 71 mlO₂./min.kg.

En cuanto a la cinética seguida por el consumo de oxígeno en dicha prueba, se observan diferencias apreciables dependiendo de que el esfuerzo se realice a ritmo constante o se lleve a cabo bajo el modelo presentado por B. Gajer y col. en 2002. Este último modelo trata de ajustarse a la dinámica de carrera que de forma natural y espontánea siguen la mayor parte de los atletas cuando compiten para mejorar sus registros personales.

Para apreciar lo que sucede cuando se corre un 800m a ritmo constante, nos puede servir de guía los datos obtenidos sobre tapiz rodante por Spenser y col. Gráfico. 4.5

800m.1

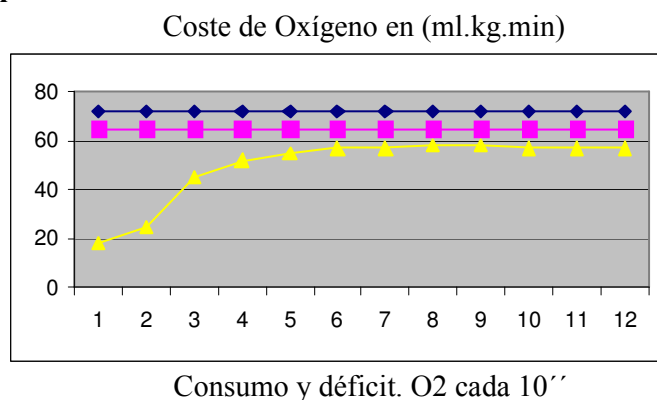


Gráfico 4.5 Déficit de O₂ y consumo de O₂ en 800m (Spender y col. 1996)

-La superficie comprendida entre la curva de color amarillo y la línea azul representa el déficit de oxígeno acumulado (superior al de los 1500m).

-La línea de color amarillo representa la evolución seguida por el consumo de oxígeno a lo largo del esfuerzo y la superficie situada por debajo de dicha línea correspondería a la cantidad total de oxígeno consumido durante el ejercicio.

-La línea de color rosa representa el VO₂ max.

-El mayor déficit de oxígeno se genera en los primeros instantes de la carrera.

-En los primeros 40'' el consumo de oxígeno aumenta muy bruscamente. Como hemos comentado con anterioridad, lo hace en mayor medida que en el 1500m.

- El pico de consumo de oxígeno alcanza aproximadamente el 90% del VO₂max y tiene lugar alrededor de los 80'' de esfuerzo. Descendiendo desde ese punto ligeramente hasta el final.

Cuando los 800m no siguen un ritmo uniforme y se desarrollan sobre pista sintética siguiendo el modelo propuesto por B. Gajer¹⁰⁶ y colaboradores, en el que la primera parte de carrera es la más rápida, los datos que se obtienen, en relación al consumo de oxígeno (gráfico 4.6), indican ciertas variaciones y diferencias.

800m.l.

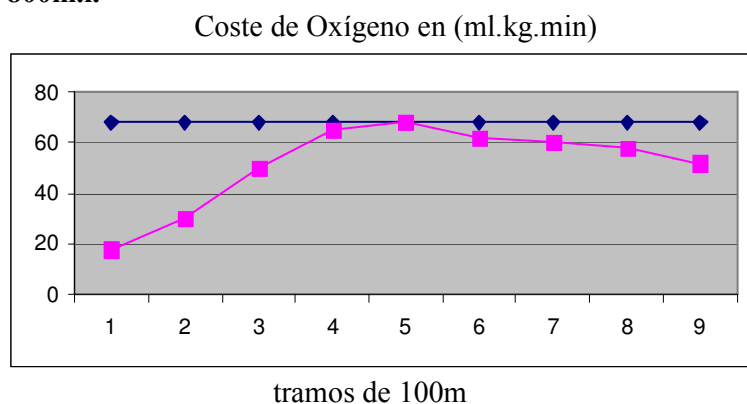


Gráfico 4.6. Consumo de O₂ en 800m (Gajer y col. 2002)

-La línea de color rosa representa la evolución seguida por el consumo de oxígeno a lo largo del esfuerzo y la superficie situada por debajo de dicha línea corresponde a la cantidad total de oxígeno consumido durante el ejercicio.

-La línea de color azul representa el VO₂ max.

-Como puede observarse, existe una primera fase de inercia en la que el volumen de oxígeno consumido va aumentando rápidamente hasta alcanzar su máximo nivel -pico de consumo de oxígeno- a los 350m de carrera aproximadamente. Después pasaríamos a una fase de estabilización, situada entre los 300 y 500m, en la que el consumo de oxígeno se situaría en un porcentaje cercano al 97% del VO₂max. Finalmente, en los últimos 300m de carrera, se produce un descenso paulatino en el consumo de oxígeno hasta situarse en el 80% del VO₂max al final de la prueba.

¹⁰⁶ GAJER, B ; HANON, C ; THOMAS, C ; LE CHEVALLIER, JM ; VANDEWALLE, H. (2002). "Comment évolue VO₂ au cours du 800m". Francophonie, Revue de L'ÁEFA. N° 167, Pag. 85-86.

Comparando ambos gráficos nos damos cuenta de que las diferencias más notables, en cuanto a consumo de oxígeno, tienen lugar en la zona central del esfuerzo (entre los 300 y 500m).

Mientras en carreras a ritmo constante sobre tapiz rodante, desde los 45'' de esfuerzo hasta el final, se produce una especie de meseta donde las variaciones en el consumo de oxígeno son mínimas. En la carrera sobre pista sintética, con una primera parte de carrera más rápida, no se produce tal estabilización, continuando el aumento en el consumo de oxígeno hasta que "el pico" alcanza el 100% del VO₂max.

El hecho de que el pico de consumo de oxígeno alcance, bajo esta modalidad esfuerzo, el 100% del VO₂ max. y, en cambio, en la carrera a ritmo sobre tapiz no supere el 90%, constituye, sin duda, el aspecto diferencial más importante.

Según los expertos, el correr los primeros 200m a una velocidad sensiblemente superior a la media de carrera, es la causa principal por la que se produce este fenómeno. Pues, al parecer, los esfuerzos intensos sirven de estímulo al consumo de oxígeno, provocando que el VO₂ max. se alcance antes y más fácilmente.

4.2.3.- Características cronométricas de las pruebas de 1500m.l y 800m.l : ritmos de paso.

Al ser pruebas que se corren en grupo, en ellas la estrategia adquiere un papel notable. Por ello, dependiendo de la prioridad de objetivos entre conseguir la victoria en la prueba o mejorar el registro personal, se provocará un tipo u otro de actitud en el corredor que siempre tratará de imponer el ritmo que él crea que le será mas favorable.

Cuando el objetivo prioritario de una carrera de medio fondo es conseguir la victoria, es muy difícil llegar a conclusiones y establecer modelos de carrera que, en función de las características del atleta, pudieran considerarse más favorables a sus intereses. En algunas ocasiones, en este tipo de carreras se adoptan ritmos "falsos" que producen ciertas irregularidades en el tramo final y que suelen dar al traste con las estrategias preconcebidas para ocupar una buena posición que permita optar al triunfo.

En las pruebas en que los atletas buscan establecer una "marca" se han encontrado datos estadísticos que indican que pueden existir unos modelos de carreras más apropiados que otros para conseguir el éxito y, por tanto, sería

aconsejable utilizarlos como guía a la hora de programar tiempos de paso razonables que faciliten a los atletas la consecución de los registros que se proponen. Algunos estudiosos, amantes de la estadística, han elaborado tablas que proponen tiempos de paso ideales y ajustados a los diferentes niveles de atletas.

Nosotros, buscando datos de estas características, que nos ayudaran a entender la evolución de la velocidad en los diferentes tramos de carrera del 1500m.l., hemos encontrado un estudio cronométrico realizado por E. Vanden Eynde y M. Van Espen¹⁰⁷ en el cual figuran 64 grandes registros comprendidos entre 3'33''.1 y 3'41''.7. En cada caso, además del tiempo final global, se adjuntan los tiempos realizados en cada tramo de 400m, así como el obtenido en el tramo final de 300m.

De tales datos, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

-En 59 de los 64 casos, el tramo más rápido correspondió a los 300m finales.

-En 53 casos el cuatrocientos inicial fue el siguiente tramo más rápido .

-El segundo tramo de cuatrocientos metros fue el que se corrió a un ritmo más lento para 52 de los 64 casos presentados.

Una vez sacadas las conclusiones anteriores, elegimos al azar diez registros, en este caso, los comprendidos entre 3'34''.0 y 3'36''.5. Procedimos seguidamente a elaborar las medias correspondientes sobre cada uno de los datos aportados con el fin de obtener un registro tipo que pudiera servir de referencia o modelo de lo que acontece, desde el punto de vista de la evolución de la velocidad, en una carrera de 1500m.l.

Los resultados conseguidos fueron los siguientes:

Marca global en 1500m.l.....3' 35'' 78

Tiempo 1º 400m.....57'' 15 Tiempo 2º 400m.....59'' 45

Tiempo 3º 400m.....57'' 79 Tiempo 300m final.....41'' 39

Con estos datos, el perfil rítmico del 1500m.l sería el del gráfico 4.7.

¹⁰⁷ VANDEN EYNDE, E; VAN ESPEN, M. (1980). "Tablas de tiempos y pasajes". Cuadernos de Atletismo, N° 1, Pág. 85 y 86. E.N.E. RFEA.

Velocidad en m/s

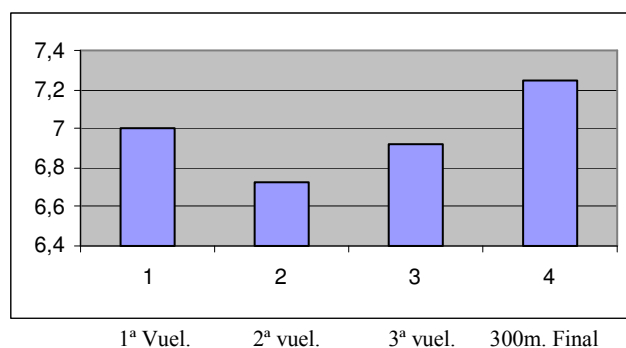


Gráfico 4.7 Perfil rítmico del 1500m

Como puede observarse, de la primera a la segunda vuelta se produce una pérdida de velocidad, iniciándose en el tercer 400m una aceleración que se prolonga hasta el final. La segunda parte de carrera en un 1500m es más rápida que la primera.

Para analizar como puede ser el paso ideal de una carrera de 800m en la que se busca conseguir mejor registro personal, hemos tomado como referencia dos estudios: el de Kevin Pendergast y el de B.Gajer y Col.

B. Gajer y Col¹⁰⁸ trabajaron con corredores franceses de categoría nacional que buscaban batir su record personal. En total se controlaron 100 carreras de 800m y, para la obtención de datos, desecharon aquellos registros que sobrepasaban más de 1,5'' la marca del corredor.

En los resultados finales se propusieron modelos por niveles y proximidad de marcas como indica el gráfico 4.8.

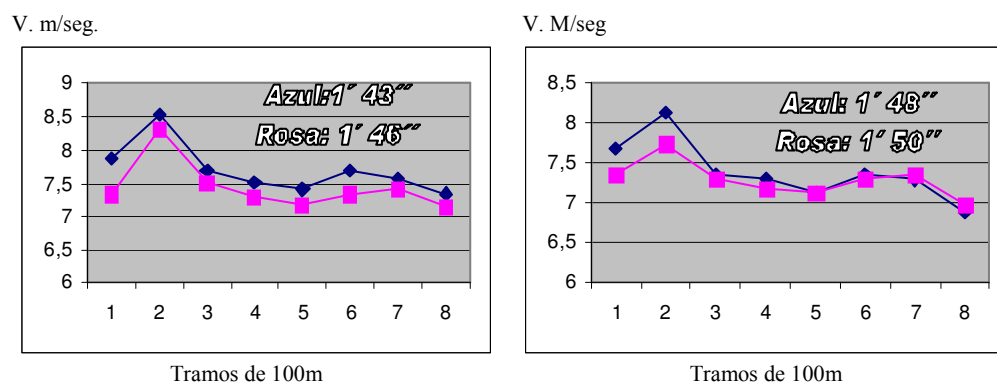


Gráfico 4.8. Perfil cronométrico de los 800m. (Gajer y col. 1995)

¹⁰⁸ GAJER, B ; HANON, C. (1995). "Analyse Chronométrique du 800m" .Annecy 94, Revue de L'ÁEFA. Mayo.

Así, un perfil corresponde a los corredores cuyas marcas se agrupan alrededor de 1'43'', otro, para los registros próximos a 1'46'', un tercero, para los cercanos a 1'48'' y un último, para los situados sobre 1'50''.

Como puede observarse, la evolución de la velocidad a lo largo de la prueba, presenta un perfil bastante parecido en todos los grupos.

-Los 200m primeros son los más rápidos en todos los casos (alrededor de un 5% superior a la media de carrera). Conviene destacar que, aunque el segundo 100m parece considerablemente más rápido que el primero, en la realidad es un dato engañoso, pues en los primeros 100m se parte de velocidad cero, mientras el segundo se inicia cuando ya se ha alcanzado la máxima velocidad.

-En los tres siguientes 100m se produce una deceleración progresiva en el ritmo de carrera y es, al inicio del 6º tramo de cien metros, cuando se produce una nueva aceleración.

-A partir del 7º cien, con pequeñas variaciones entre los diferentes grupos, se inicia una caída progresiva de la velocidad que se intensifica en el último que es el más lento en todos los casos.

Kevin Pendergast¹⁰⁹, para llegar a conclusiones sobre cual debía ser la distribución ideal de la velocidad en un 800m, utilizó los tiempos de paso de 22 corredores cuyas marcas estaban comprendidos entre 1'41''70 y 1'43''50. En aquel momento solamente había 51 corredores de ese rango, por lo que la muestra puede considerarse representativa.

Con los datos obtenidos se podría construir un modelo rítmico que sirviera de base para correr un 800m.

Aunque en este caso la toma de tiempos se hizo por tramos de 200m, en el gráfico 4.9, se observa que:

-El primer 200m es, con bastante diferencia, el más rápido, algo que también ocurría en el estudio de B. Gajer y Col.

-En el segundo 200m se produce una pérdida de velocidad considerable respecto al primero -alrededor de un5%-. Durante el resto de la prueba, la deceleración en el ritmo de carrera continúa, aunque de forma más atenuada.

¹⁰⁹ PENDERGAST, K. (2002). "Optimum speed distribution in 800m and training implications". Modern Athlete and Coach, Enero Pág. 3-8.

% de la V. Media de carrera

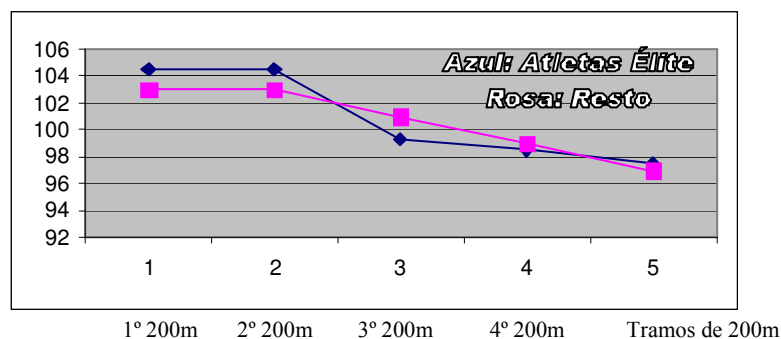


Gráfico 4.9. Distribución de la velocidad en los 800m (Pendergast 2002)

-En los dos últimos doscientos, las pérdidas respecto al que les precede se sitúan en un porcentaje cercano al 2%.

Pendergast utiliza como referencia, para marcar los tiempos de paso en los diferentes tramos de carrera, la velocidad media de la prueba y propone dos modelos:

Corredores de máximo nivel

Resto de corredores.

-1° 200m----104,50 % Vel. med.	-1° 200m---- 103 % Vel. Med
-2° 200m---- 99,25 % Vel. Med.	-2° 200m---- 101 % Vel. med
-3° 200m---- 98,50 % Vel. med.	-3° 200m---- 99 % Vel. med.
-4° 200m..... 97,50% Vel. Med.	-4ª 200m..... 97% Vel. Med.

Las razones que el autor da para proponer dos modelos, guardan relación con el hecho de que los corredores de alto nivel, al ser más rápidos, pueden correr el primer 200m a una velocidad superior sin comprometer el sistema de la glucólisis anaeróbica.

4.2.4.-Características de la zancada en las pruebas de 1500m y 800m.

La zancada puede definirse como la distancia que recorre el centro de gravedad desde la vertical de uno de los pies de apoyo hasta la vertical del apoyo siguiente. Para proceder a su estudio suelen distinguirse tres tramos o distancias:

Distancia propulsiva A.-Es la distancia horizontal en la que el centro de gravedad está desplazado por delante del pie de impulsión en el momento del despegue.

Distancia de vuelo B.- Longitud recorrida por el centro de gravedad en el vuelo.

Distancia de frenado C.- Distancia horizontal en la que el pie está por delante del centro de gravedad en el momento en el que el pie entra en contacto con el suelo.

Según Gutiérrez¹¹⁰ en cada tramo de la zancada influyen factores distintos:

La *distancia propulsiva* depende, por una parte, de aspectos morfológicos individuales como pueden ser la longitud de la extremidad inferior y el ángulo de la cadera y, por otra, del grado de extensión de la pierna de impulsión.

En la *distancia de vuelo*, como en cualquier proyectil, influyen la velocidad inicial y el ángulo de proyección del centro de gravedad. En corredores de fondo el ángulo de proyección suele ser mayor que en los velocistas, mientras que con la distancia de vuelo no ocurre así. En el caso de los velocistas, ésta llega a ser de hasta un 67% de la distancia total

Durante la *fase de frenado* se produce la deceleración del centro de gravedad. La distancia de este tramo suele ser mayor en los fondistas que en los velocistas debido a que utilizan más la inercia en su forma de correr con la intención de economizar esfuerzo. En cambio los velocistas necesitan que el centro de gravedad recorra muy rápidamente la distancia durante el apoyo y utilizan para ello mecanismos reflejos que ayudan a ejercer más fuerza en la fase excéntrica del apoyo lo que provoca una reducción de la distancia.

Como puede observarse la **zancada** de cada corredor en particular depende de muchos factores:

- Unos están relacionados con las *características individuales*: la estatura, longitud de piernas, la composición y volumen muscular o la estructura y conformación articular que tienen una influencia notable en el modo peculiar de interpretar la carrera por parte de cada corredor.
- Otros tienen que ver con la mayor o menor *distancia a correr*, pues esto implica, por una parte, la utilización en mayor o menor medida de unos u otros sistemas energéticos y, por otra, la aplicación de una técnica de carrera apropiada que nos permita adaptarnos al esfuerzo, tratando de soportar de la mejor forma posible la fatiga que este pudiera producir.

¹¹⁰ GUTIERREZ, M. (1987). "Análisis cinemático de la carrera: finalistas del campeonato de España absoluto de atletismo de 1985". Club deportivo INEF, Pág. 20-39. Granada.

Esa variedad de factores dificulta concretar en que medida la distancia de las pruebas -en este caso los 800m y los 1500m- condiciona la forma de correr del atleta, obligándole a introducir modificaciones en su zancada.

No obstante, ha habido estudiosos que, tras analizar esta cuestión, consideran que, independientemente de que cada corredor mantenga, en cualquier circunstancia, su forma peculiar de correr, algunos parámetros de la zancada son modificados en función de la distancia y el nivel de fatiga.

Según Gutiérrez, como se indica en el gráfico 4.10, la velocidad de carrera afecta al porcentaje de distribución entre los diferentes tramos de la zancada. Con su aumento tiende a disminuirse la distancia de frenado, produciéndose el efecto contrario cuando disminuye.

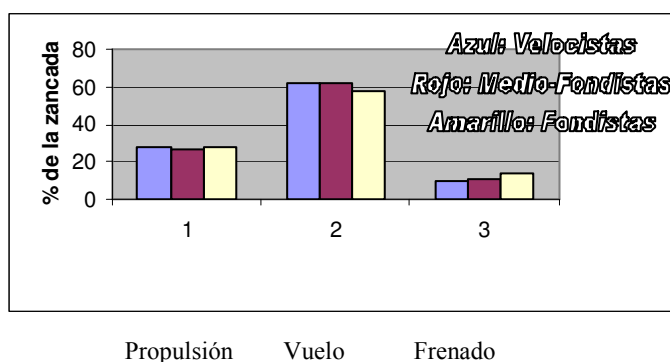


Gráfico 4.10. Porcentajes de distribución de los diferentes tramos de zancada (Gutiérrez 1987)

Otros parámetros de la zancada que, según los estudiosos, se ven influidos por la velocidad y la distancia son el *tiempo de apoyo* del pie en el suelo, la *parte* de pie que mantenemos apoyada durante más tiempo y la figura *-polaina-* descrita por el pie en su recorrido alrededor de la cadera.

En cuanto al tiempo de apoyo, todos los autores lo señalan como el factor principal de la reducción o aumento del tiempo de la zancada, debido a la mayor o menor velocidad con que la musculatura sea capaz de desplazar el centro de gravedad hacia delante durante el tiempo que el pie de apoyo está en contacto con el suelo. Dicho tiempo es mayor lógicamente cuanto más prolongamos la distancia de la prueba.

Según Tormo¹¹¹, para correr a 5 m/s, el tiempo utilizado en el apoyo del pie en el suelo es de 193.2 milésimas de segundo, mientras que a una velocidad de 8 m/s, dicho tiempo se reduce a 129.7 milésimas.

Por otro lado, esos mismos datos indican que la disminución de la velocidad se debe principalmente al aumento de la fase de frenado, que coincide con la fase excéntrica del apoyo. Así, el porcentaje de dicha fase pasará de un 34,1 % del tiempo total del apoyo, cuando la velocidad es de 8 m/s, a un 43,8 % cuando la velocidad se reduce a 5 m/s. Este dato, sin lugar a dudas, deberá ser tenido en cuenta a la hora de desarrollar la fuerza en los corredores de medio fondo y fondo.

En relación a las dos pruebas que requieren en este caso nuestra atención, los 800m y los 1500m, conviene indicar que son influenciadas de forma muy distinta por los tiempos de apoyo, debido sobre todo a las variaciones de velocidad que en ellas tienen lugar. Mientras en los 1500m la diferencia de velocidad entre el tramo más lento y el más rápido se sitúa alrededor de los 0,6 m/s, en los 800m puede llegar a ser de hasta 1,4 m/s (8,6 m/s en los primeros 200m y 7,2 m/s en los últimos 100m). Este hecho hace que, según datos aportados por Gajer y col.(1996), los tiempos de apoyo en un 800m aumenten de media un 13,8 % en la segunda vuelta respecto a la primera.

Quizá por esa razón los entrenadores de 800m insisten en la necesidad de “no descomponer el “gesto” en los últimos metros de la prueba”. También muchos de ellos opinan que la mejor forma de lograrlo es mediante ejercicios específicos de fuerza que ayuden desde el punto de vista técnico y físico.

En cualquier tipo de carrera que practiquemos utilizaremos toda la superficie plantar. Sin embargo, el tiempo en que las diferentes zonas de la superficie plantar permanecen en contacto con el suelo varía con la distancia de la prueba (tabla 4.1).

Prueba	Talón %	Planta %	Avant-pie %	Punta %	población
100-200m	28	11	56	6	18
400-800m	27	32	27	15	41
1500m y +	64	29	7	0	31

Tabla 4.1. Porcentajes de utilización de las diferentes partes del pie en el apoyo según Payne

¹¹¹ Citado por LATORRE ROMÁN, P. (2003). “Análisis biomecánico del corredor de fondo”. RED, Tomo XVII, Nº 4, Pag. 27-32.

Según Payne¹¹², En las carreras de velocidad se utiliza en mayor medida la parte anterior del pie, en los 400m y 800m la planta y en los 1500m y distancias superiores el talón.

Respecto a la trayectoria seguida por el pie durante la zancada, gráficos que técnicamente se conoce como ciclógrafo y popularmente como “polaina”, por el parecido formal con el antiguo calzado. También se producen, como se constata en el gráfico 4.11, modificaciones con los cambios de distancia y velocidad. Estas variaciones se deben, según los expertos, a exigencias de tipo biomecánico.

Si al terminar el apoyo del pie en el suelo, pretendemos lanzar rápidamente la pierna hacia delante, -hecho que ocurre en las carreras de velocidad-, debemos reducir el momento de inercia, tratando de acercar el talón a los glúteos. Con esta acción reducimos el radio de giro del pie respecto a la articulación de la cadera, convirtiéndolo en un movimiento más circular a base de una utilización mayor de los Isquiotibiales.

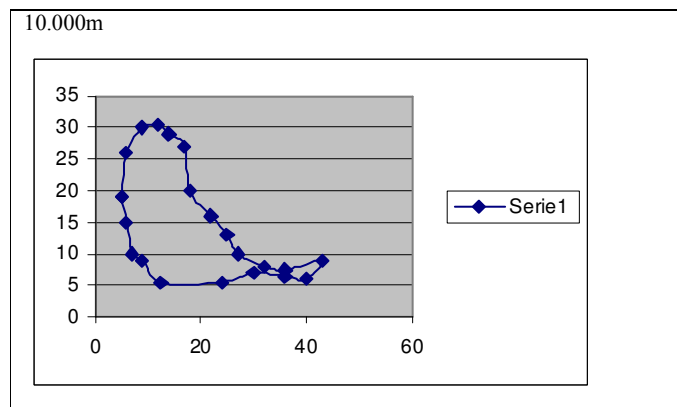
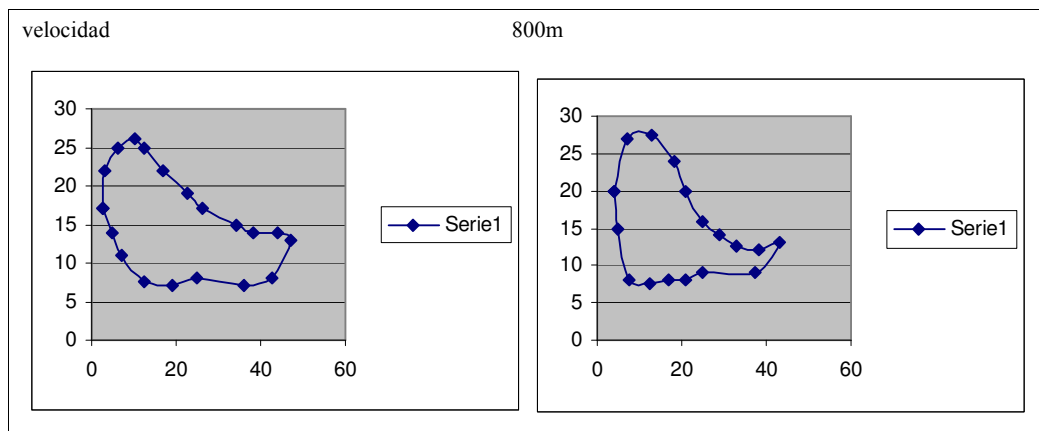


Gráfico 4.11. Polaina según distancias y velocidades. Gajer 1996

¹¹² Citado por GAJER, B Y COL. (1996). “Evolution de la foulée au cours du 800m”. Technique Athletique, Pág. 25-28.

En el caso de los corredores de fondo, por economía, se tiende a aprovechar la inercia del movimiento en el momento en que el pie abandona el contacto con el suelo. Por eso el talón llegará más atrás y más arriba. A continuación se servirá de la gravedad y de los músculos flexores de la cadera para lanzar la pierna hacia delante, con lo cual el movimiento se convierte en más pendular. En las carreras de 1500m el movimiento es por tanto más pendular que en las de 800m.

Como síntesis podemos decir que, en relación al metabolismo energético, el mecanismo de intervención de las vías aeróbica y anaeróbica en las carreras de 800 y 1500m es muy parecido, pues se inicia el esfuerzo con unos índices aproximados de participación para ambas pruebas de 80% anaeróbico y 20% aeróbico, equilibrándose la aportación de los dos tipos de energía casi al mismo tiempo: a los 25'' para el 800 y a los 30'' para el 1500.

A partir de ese instante es cuando aparecen las diferencias, que estarían relacionadas con el aporte global de energía por una u otra vía, que sería aproximadamente de un 63% aeróbico y 37% anaeróbico para los 800m y 84% aeróbico y 16% anaeróbico en el caso de los 1500m, o con el mayor porcentaje de energía aeróbica que el corredor puede llegar a captar por unidad de tiempo, que sería aproximadamente de el 90% en los 1500m y el 80% en los 800m.

En cuanto a la evolución de la velocidad, la tendencia seguida para cada una de las pruebas es muy diferente:

- Mientras en los 1500m el tramo más rápido corresponde a los 300 metros finales y el tramo más lento se sitúa en la zona central de la prueba,
- En los 800m el tramo más rápido corresponde a los 200 primeros metros y el más lento a los 200 metros finales.

En relación con el aspecto técnico o biomecánico, las diferencias entre una y otra prueba vienen marcadas por la forma en la que se realiza el apoyo en el suelo y por el recorrido de la pierna libre. En cuanto al apoyo:

- Los 800m se caracterizan por un reparto equilibrado del tiempo de apoyo entre las diferentes partes del pie (27% para el talón 32% para la planta, 27% para el avant-pie, y 15% para la punta),
- Mientras que en los 1500m son el talón y la planta del pie los más utilizados (64% y 29% respectivamente).

El recorrido de la pierna en los 1500m es más pendular, por lo que se da menos importancia al sector anterior de la zancada que en los 800m.

4.3.- ACTIVIDADES Y MEDIOS UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN CORREDORES DE 800M.L y 1500M.L

Una vez analizado en detalle cuál debe ser el papel de los trabajos de fuerza en los corredores de medio fondo y constatado que dicho papel guarda relación con las características fisiológicas, tácticas y técnicas de cada una de las pruebas, debemos proceder a dar el siguiente paso: la identificación de los **medios y contenidos que** se usan habitualmente e **inciden en la mejora de la fuerza específica** de este tipo de atletas.

Aunque a lo largo de la historia del medio fondo se ha empleado una variedad amplísima de actividades y ejercicios con el propósito ya indicado de desarrollar la fuerza en carrera, nosotros nos centraremos en los más comunes y que, por tanto, son utilizados con mayor asiduidad. También prestaremos especial atención a la evolución seguida en el tiempo respecto a su modo de aplicación, a la variedad de formas utilizadas para su puesta en marcha, a los objetivos que se persiguen con ellos, así como a las posibles contraindicaciones o inconvenientes que puedan presentar en la mejora de la fuerza para corredores de 800 y 1500m.

Iremos viendo que las características de unos trabajos respecto a otros son muy distintas y encontraremos algunos tipos de entrenamientos que están basados en actividades de tipo natural como pueden ser los saltos o las carreras en cuesta; otros serán más complicados y requerirán de una técnica y metodología de aplicación más complejas, es el caso, por ejemplo, de los ejercicios con halteras e isocinéticos.

Los contenidos que de forma más generalizada son utilizados para el desarrollo de la fuerza del corredor de medio fondo son los siguientes:

- Entrenamiento en cuestas.
- Entrenamiento en circuito “Circuit Training”.
- Desarrollo de la fuerza elástica.
- Trabajos de fuerza para mejorar la técnica de carrera.
- Desarrollo de la fuerza con los medios tradicionales de halterofilia y con ejercicios isométricos.

4.3.1.-Entrenamiento en cuestas.

Aunque no existe un gran número de investigaciones sobre el efecto del entrenamiento de *cuestas* en los corredores de medio fondo, Amby Burfoot¹¹³ cita una serie de trabajos de investigación en los que se han encontrado mejoras significativas en la fuerza y en la eficiencia de carrera, tras ejercitar sistemáticamente con este tipo de trabajo las capacidades tanto aeróbicas como anaeróbicas.

La mayor parte de expertos considera que los beneficios, en cuanto a fuerza, que podamos conseguir con la utilización de las cuestas en el entrenamiento, se basan en las características biomecánicas del gesto y en su efecto sobre los grupos musculares implicados. En la acción de subir cuestas se utiliza una técnica de “ballesteo” en la que el tobillo actúa como si de un muelle se tratara buscando máxima amplitud en sus movimientos, mientras la rodilla de la pierna libre debe conseguir una buena elevación.

Aunque, tanto en carreras planas como en carreras en cuesta, se utiliza como resistencia a vencer el peso corporal, la acción de empujar contra el suelo que realiza el pie de apoyo en las cuestas tiene una mayor dificultad y necesita de un trabajo más duro: el atleta, cuando corre cuesta arriba, inicia el contacto sobre el suelo con la parte anterior del pie, con lo que, al cargar el peso del cuerpo sobre esta zona, provocará que el talón descienda por debajo del nivel de los dedos del pie. Esto estirará los músculos de la parte posterior de la pierna (gemelos y sóleo), generando fuerza elástica que se sumará a la contracción muscular con el fin de que el pie empuje con la máxima fuerza posible el cuerpo hacia arriba buscando la máxima extensión del tobillo. Para ello los músculos de la pierna deben aprender a contraerse más rápidamente y a generar trabajo a un nivel mayor, lo que consiguen reclutando un mayor número de fibras.

La acción de “ballesteo” también mejora la potencia del cuádriceps y de los flexores de la cadera, estos últimos, al elevar la rodilla hacia delante.

Todo ello hace que, con este tipo de trabajo, el corredor pueda ser capaz de dar sus zancadas mas largas y hacerlo reduciendo el tiempo de apoyo en el suelo, lo que le permitirá ir más rápido.

En las carreras en cuesta se potencia en mayor medida la acción de los brazos y la pierna libre , al actuar como péndulos, facilitan la acción del pie de apoyo.

¹¹³ BURFOOT, A. (2007). “*Can hill running make you faster*”. (<http://www.Runnersworld.Com>). (Fecha de consulta 5-4-2007).

La mayor parte de estudios consideran que el trabajo en cuestas proporciona una serie de mejoras al corredor que pueden resumirse en las siguientes:

- Ayudan a desarrollar fuerza y elasticidad en el músculo.
- Mejoran la longitud y la frecuencia de zancada.
- Desarrollan la coordinación colaborando en el uso apropiado de los brazos tanto en la fase de vuelo como en la fase de apoyo del pie.
- Las carreras cuesta abajo ayudan a desarrollar el control y la capacidad de estabilización cuando el atleta se acerca a su velocidad límite.
- Potencian la fuerza-resistencia.
- Las cuestas cortas inciden positivamente sobre la fuerza y la velocidad.
- El trabajo continuado en el que se mezclan cuestas de diferentes distancias y porcentajes mejora la capacidad de tolerancia al lactato.

El entrenamiento en cuestas aplicado a los corredores de medio fondo se inició en Nueva Zelanda en la década de los 60 con Arthur Lydiar, entrenador de una serie de campeones olímpicos y recordmans mundiales de distintas especialidades atléticas entre los que destacó Peter Snell, campeón olímpico en 1960 en Roma en las pruebas de 800m y 1500m y en 1964 en Tokio en los 1500m. Este mismo atleta poseyó también los records mundiales de 800m, 1000m y la milla.

La aparición de dicho entrenador supuso una ruptura con el modo de entrenar del momento basado en la utilización del interval-training, cuyos exponentes más relevantes habían sido los atletas Roger Bannister y Emile Zatopek.

Lydiar dividía la temporada atlética en tres partes o fases, cada una de ellas con características propias:

- A la primera fase, la denominaba “Maratón Training” y estaba basada en el desarrollo de la capacidad aeróbica mediante carreras continuas muy frecuentes y a través de terrenos de constantes desniveles.
- La segunda fase, que fue la que realmente supuso una gran innovación en la forma de entrenar, recibió el nombre de “Hill Circuit” y consistía en el ascenso y descenso a una serie de colinas. Esta etapa servía de antesala al trabajo en pista y se prolongaba durante seis semanas.
- En la tercera fase, toda la preparación se desarrollaba en la pista.

Para desarrollar su “Hill Circuit”, sin duda el primer entrenamiento de fuerza específica aplicado a corredores de medio fondo, Lydiar diseñó en la ciudad de Auckland un circuito donde poder desarrollar sus planes.

El mencionado circuito tenía una longitud total aproximada de dos millas:

- * 300 o 400m de colina escarpada,
- * en lo alto de la colina había un recorrido plano de 800 a 1000m,
- * un descenso suave de 800m,
- * en la base de la colina otro recorrido plano de 800 a 1000m.

El ciclo se iniciaba con la subida escarpada de 300 a 400m que debía hacerse de forma intensa, alrededor del 80% de la máxima intensidad posible. Después, en lo alto de la colina, se realizaba un trote suave sobre 800m que servía de recuperación. A continuación una carrera fuerte en descenso sobre 800m, seguido de un tramo de carrera lenta sobre 800 a 1000m que permitía recuperar energía antes de iniciar de nuevo el ciclo.

El número de *repeticiones* del ciclo dependía siempre de la madurez y la capacidad del atleta.

La “sesión de cuestas” era completada con una serie de *esprines* que se desarrollaban en la base de la colina, en terreno llano, sobre una distancia que oscilaba, dependiendo del objetivo buscado, entre 50 y 400m.

Sobre la técnica de carrera a utilizar en las cuestas, Lidyar indicaba que en las subidas la acción de impulso de la pierna de apoyo debía iniciarse en el tobillo y tenía que servir para “despedir” el cuerpo hacia arriba y hacia delante más que para correr rápido. Sobre las carreras en descenso pensaba que la forma más apropiada de hacerlo era utilizando pasos relajados y ligeramente más amplios que cuando se corre en llano. Además debía buscarse correr rápido a base de aumentar la frecuencia.

Como consecuencia del éxito alcanzado por Lidyar con su “hill circuit”, el uso de las cuestas como método de desarrollo de la fuerza entre los corredores de medio fondo se generalizó y a la vez se diversificó. En la actualidad el trabajo en cuestas es mucho más variado y adaptado a la especialidad deportiva, al momento de la temporada o a los objetivos coyunturales del entrenamiento.

Generalmente y dependiendo de las circunstancias, suelen utilizarse para los corredores de medio fondo cinco tipos de trabajo en cuestas con sus correspondientes variables:

- Cuestas cortas
- Cuestas medias
- Cuestas largas
- Entrenamiento combinado de cuestas

-Trabajos en cuesta sobre dunas o terrenos blandos.

-Cuestas cortas.

Se consideran así aquellas en las que el tiempo de ejecución no excede los 30".

En ellas se utilizan porcentajes de desnivel elevados, entre un 6 y un 15%.

La energía utilizada en mayor medida en este tipo de cuestas es la de carácter anaeróbico. Sin embargo, el proceso metabólico empleado variará en función de la distancia y el tiempo. Si las cuestas son cortas, entre 4 y 10" de esfuerzo, se incidirá principalmente sobre el sistema de la fosfo-creatina (ATP-CP). Mientras que si el tiempo de ejercicio se acerca a los 30", el aporte energético sería compartido casi por igual entre la glucólisis anaeróbica y el sistema del ATP-CP.

Los corredores de medio fondo pueden utilizar ambos tipos de cuestas: las más cortas y con porcentaje de desnivel mayor, para mejorar coyunturalmente su fuerza en el esprín, las más largas, mucho más específicas de su especialidad, para desarrollar el potencial de fuerza que necesitan en sus pruebas.

La recuperación entre cuesta y cuesta suele hacerse corriendo lentamente durante un espacio de tiempo comprendido entre los 60 y 90" de tiempo.

El número de repeticiones suele situarse entre 10 y 15, dependiendo del nivel y las características del atleta.

En este tipo de cuestas, se le da gran importancia a la técnica de carrera utilizada para escalarlas, con insistencia en la necesidad de completar la impulsión de la pierna de apoyo a través de las tres articulaciones implicadas: tobillo, rodilla y cadera. También debe mantenerse la cadera elevada y evitar la inclinación excesiva del tronco hacia delante para posibilitar una buena amplitud y elevación en el movimiento de la rodilla de la pierna libre. El movimiento de los brazos, para que sea eficaz, tiene que ser coordinado y amplio.

-Cuestas medias.

Son cuestas en las que se invierten entre 30 y 90" para recorrer su distancia.

Su porcentaje de desnivel es inferior a las anteriores, entre 3 y 10%.

En ellas la mayor parte de la energía es proporcionada por la fuente del glucógeno y se utiliza para ello tanto la vía aeróbica como la anaeróbica. Son consideradas como específicas para los corredores de medio fondo, pues combinan las ventajas de las cuestas cortas con el trabajo muscular en resistencia encaminado a mejorar la tolerancia local al ácido láctico.

A pesar de la distancia, los entrenadores y expertos, siguen recomendando en este tipo de trajo la utilización de una técnica que remarque la fase de impulsión facilitando la utilización de zancadas amplias, la elevación de la rodilla y el mantenimiento del tronco en una posición firme que dé continuidad a la cadera.

Este ejercicio contrasta, sin duda, con el hecho de que, si se tratara de una competición, la actitud corporal del atleta sería muy diferente: seguramente utilizaría una zancada más económica, inclinaría ligeramente el cuerpo hacia delante y la elevación de la rodilla sería más moderada. La razón de tal diferencia se encuentra en la búsqueda de objetivos diferentes. En el caso del entrenamiento en cuestas, el objetivo que se pretende siempre es el desarrollo de la fuerza.

El número de repeticiones aconsejado depende, como siempre, de las diferencias individuales. Una sesión tipo puede constar de 12 a 15 repeticiones con esfuerzos cercanos a los 70”

La recuperación después de cada subida suele hacerse volviendo con carrera lenta al lugar de inicio de la cuesta.

Para deportistas noveles se recomiendan esfuerzos en torno a los 45”, mientras que para atletas maduros se aconseja llegar a los 70”.

A veces estas sesiones son completadas con esprines cortos sobre cuestas más escarpadas.

-Cuestas largas.

Aquellas en las que se utilizan intervalos cuyos tiempos de esfuerzo oscilan entre los 90” y los 3’.

Los desniveles, en este tipo de cuestas, suelen ser más moderados aunque habitualmente están muy ligados a aspectos coyunturales del entrenamiento.

El tipo de esfuerzo requerido es esencialmente aeróbico por lo que el limitador principal será el sistema cardiovascular del atleta.

En algunos casos se buscan cuestas cuya parte final sea más escarpada con el fin de provocar una mayor fatiga muscular y por tanto un aumento en la acumulación de ácido láctico.

El número de repeticiones aconsejado suele estar entre 6 y 8, con una recuperación activa de entre 4 y 5 minutos.

No es un entrenamiento que figure habitualmente en programas de un corredor de medio fondo, aunque alguno lo utilice esporádicamente en la temporada invernal.

-Entrenamiento combinado de cuestas.

Este tipo de entrenamiento en realidad no es un entrenamiento interválico, su estructura es muy parecida a la del “Fartlek”. Aprovecha los accidentes del terreno para mejorar la capacidad aeróbica y, a la vez, en la mejoría de la fuerza. La forma de realización consiste en la búsqueda de un ritmo base de carrera que tiende a ser uniforme y que se rompe con aceleraciones cada vez que aparece una cuesta o un descenso.

No hemos encontrado ningún corredor de 800m que realice este tipo de trabajo. Sin embargo tiene bastante aceptación entre los corredores africanos de 1500m.

Se considera un entrenamiento óptimo para adaptarse a ciertas situaciones de carrera. Es el caso, por ejemplo, del corredor que marcha en un grupo y desea quedarse en solitario para ello es aconsejable provocar un cambio de ritmo brusco. Pues bien, esa capacidad puede desarrollarse con este tipo de entrenamiento.

En las carreras en descenso se busca principalmente el desarrollo de la fuerza excéntrica en los músculos de las piernas. Según Clarkson, P. Nusaka, K y Braun, B.¹¹⁴, muchos corredores después de entrenamientos o carreras intensas, debido al deterioro muscular, sufren dolores acompañados de pérdida de fuerza. Este problema puede ser subsanado mediante un programa de carreras en descenso.

En otras ocasiones el entrenamiento combinado de cuestas busca desarrollar el VO2 max. y la economía en la carrera. Para ello se programan entrenamientos en terrenos ondulados sobre una distancia de 9 o 10km en los cuales se comienza con un ritmo moderado que aumenta en intensidad de una forma muy moderada.

-Trabajos en cuestas sobre dunas o terrenos blandos

El combinar las cuestas y la arena ofrece algunas ventajas interesantes. Una de ellas es que el trabajo de fuerza incide de una forma más intensa sobre los músculos flexores porque deben tratar de retirar rápidamente la pierna del apoyo para evitar hundirse en la arena. Por otra parte, el riesgo de padecer lesiones por impacto se reduce. El cansancio se produce de una forma mucho más rápida, lo que facilita en cierto modo la adaptación a situaciones muy adversas que podrían surgir en el transcurso de las competiciones.

¹¹⁴ CLARKSON, P; NUSAKA, K; BRAUN, B. (1992). “*Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation*”. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, Vol. 24 (5), May, Pág. 512-520.

4.3.2.-Entrenamiento en circuito “Circuit Training”.

Durante las décadas de los años 40 y 50 proliferaron nuevos métodos de desarrollo de la condición física, especialmente la resistencia. Eran formas de trabajo empíricas, con un alto grado de sistematización que trataban de mezclar elementos que habían resultado eficaces con anterioridad. Uno de esos métodos es el del **“entrenamiento en circuito”**.

El “Circuit Training” fue sistematizado por los ingleses Morgan y Adamson a partir del año 1953. En principio, parece que tomaron como referencia el “Body Building” de los americanos. El nuevo método consistía en la ejecución de ejercicios siguiendo *una serie ordenada* y utilizando varios instrumentos: sogas para trepar, pesos y otros aparatos. A cada ejercicio se le asignaba un momento de ejecución y el deportista iba pasando de uno a otro hasta que realizaba todos los ejercicios programados.

El Circuit Training original propuesto por sus creadores constaba de 24 ejercicios entre los que figuraban trepas sobre cuerdas, saltos de longitud, diferentes tipos de levantamientos de pesos, flexiones y extensiones de piernas, volteretas sobre aparatos y otros ejercicios similares.

El circuito se completaba hasta tres veces. La última era especialmente dura ya que en ella se exigía acercarse a los límites individuales de rendimiento.

El planteamiento inicial se puede decir que tenía como objetivo prioritario el desarrollo de la fuerza general y la resistencia a la fuerza. El hecho de que resultara ser un trabajo con un elevado grado de inespecificidad, provocó que a medida que las diferentes especialidades deportivas decidieron utilizarlo, introdujeran modificaciones con el objeto de hacerlo más apropiado a las características técnicas y físicas de cada una de ellas.

Por esa razón en la actualidad existen formas de trabajo que reciben la denominación de “circuito” que se parecen muy poco al método inicial. En la actualidad, se puede decir que, más que un método de trabajo con unos planteamientos determinados, el circuit training se ha convertido en un esquema de trabajo muy fácil de adaptar a cualquier situación, independientemente de los medios o instalaciones de que se dispongan.

En general el trabajo en circuito sigue teniendo como objetivo prioritario el desarrollo de la fuerza, pero unas veces es orientado hacia la velocidad, en otras hacia la fuerza máxima y en otras hacia la resistencia.

Aunque en el circuito moderno se suelen incluir en muchas ocasiones ejercicios isocinéticos y con halteras, los ortodoxos piensan que una de las señas de identidad del circuito tradicional es la utilización del peso corporal como resistencia o carga a vencer, distinguiendo a la vez dos esquemas de trabajo:

Esquema en circuito.

Se configura con ejercicios ordenados en una secuencia determinada. Cada deportista realiza una cantidad concreta de repeticiones de cada ejercicio y, una vez completadas, pasa al ejercicio siguiente. El tiempo de recuperación entre ejercicio y ejercicio es el empleado en desplazarse hasta el siguiente. Después de completado el circuito se concede un tiempo de descanso y se puede repetir hasta tres veces.

Esquema por estaciones.

Se diferencia del anterior en que el circuito se completa una sola vez en la que cada ejercicio se va repitiendo, consecutivamente, tantas veces cuantas se hubiera repetido el circuito a lo largo de la sesión. Una vez terminadas las series de repeticiones de un ejercicio, se pasa al siguiente dando entre cada serie de repeticiones un tiempo de descanso. Cada vez que se termina un ejercicio también se concede una pausa de recuperación. De esta forma el circuito y la sesión de entrenamiento terminan cuando se completen las repeticiones y series correspondientes al último ejercicio.

Los corredores de medio fondo y fondo suelen utilizar indistintamente cualquiera de los dos esquemas. El hecho de decidirse por uno u otro está en función de una mayor o menor adecuación a los propósitos del entrenamiento.

Aunque, como hemos apuntado en algún momento de nuestra exposición, la variedad de circuitos que pueden aplicarse es extensa, los corredores de medio fondo suelen decantarse por algunas de las que citamos a continuación.

Circuit training utilizando el peso corporal.

Suelen utilizarse entre 6 y 10 ejercicios. El tipo de ejercicio seleccionado suele ser el siguiente: 2 ejercicios de fuerza explosiva para las piernas, 2 para la zona central (abdominales y lumbares), algún ejercicio específico para los brazos y pectorales, completándose normalmente con ejercicios de técnica de carrera.

El esquema de trabajo utilizado en este caso es el tradicional: pasar de un ejercicio a otro sin descanso. El número de repeticiones de cada ejercicio puede situarse alrededor de las 20.

Existe la posibilidad de aumentar su dureza introduciendo la variante de la toma de tiempos en las repeticiones. De esta forma, al tratar de reducir el tiempo empleado en completar las repeticiones fijadas, se exige una mayor intensidad de trabajo.

El número de veces que se aconseja repetir el circuito suele ser de tres.

Circuit training con balones medicinales.

Está basado en ejercicios de lanzamientos variados, habitualmente por parejas, en los que, dependiendo del propósito de la sesión de entrenamiento, puede seleccionarse una gama variada de ejercicios:

Ejercicios globales.

En ellos intervienen prácticamente todos los segmentos corporales y buscan un desarrollo general de la fuerza explosiva. Pueden ejecutarse desde posiciones estáticas o después de un movimiento previo con el fin de aprovechar la inercia para darle más dinamismo a la acción. Los lanzamientos pueden hacerse con una o dos manos y dependiendo de la dirección que siga el lanzamiento (hacia delante, hacia atrás o mediante giros) se incidirá en mayor medida sobre unos u otros grupos musculares.

Ejercicios desde la posición de sentados o de rodillas.

Estos ejercicios tienen como propósito desarrollar la fuerza en la zona central del cuerpo y en los brazos. La variedad estará, como en el grupo anterior, en la combinaciones que se surjan de la utilización de una o ambas manos, así como de la dirección que sigan los movimientos.

Ejercicios de lanzamientos con las piernas. De forma esporádica suele programarse algún ejercicio con balones medicinales para desarrollar la fuerza de las piernas utilizando para ello la posición de tumbados.

Circuito brasileño o circuito de Oregón.

Es un circuito utilizado casi con exclusividad por los corredores de medio fondo. Su implantación entre los años 60 y 80 fue muy elevada y por esa razón será analizado posteriormente de forma minuciosa y detallada. Se trata de un método de trabajo en el que se alternan tramos que el atleta debe realizar corriendo con ejercicios gimnásticos en los que se utiliza como carga el peso corporal.

Circuitos mixtos.

Este tipo de circuitos suelen ser muy utilizados en los deportes de equipo. Entre los corredores de medio fondo no es muy habitual programarlos. En alguna

ocasión pueden incluirse en la etapa inicial de la temporada. Se componen de elementos muy distintos y variados relacionados con la flexibilidad, fuerza, algún tipo de carrera, balones medicinales etc.

Circuitos con recuperación dinámica.

Suelen utilizarse casi con exclusividad en las especialidades atléticas de fondo y medio fondo. En ellos los ejercicios de fuerza se realizan en periodos que se consideran de pausa o recuperación. Es muy frecuente entre los corredores de medio fondo, cuando realizan series de carreras de gran intensidad, aprovechar los largos periodos de descanso para trabajar la fuerza de la zona central del cuerpo. Lógicamente con este planteamiento el objetivo principal del entrenamiento se orienta siempre hacia las carreras concediéndoseles a los trabajos de fuerza una menor importancia.

Circuitos en piscina.

A veces, los corredores de medio fondo y fondo utilizan la piscina como medio de regeneración muscular después de sesiones de trabajo intenso de carrera. En este tipo de circuitos se alternan periodos de natación con ejercicios de agilidad, fuerza y flexibilidad, para ello, se aprovecha, en unos casos, la resistencia que ofrece el agua a los movimientos y, en otros, la disminución del efecto de la gravedad sobre el cuerpo como consecuencia de la fuerza de empuje del agua. Tienen la ventaja de eliminar los impactos sobre el suelo con lo que se evitan traumatismos.

Circuitos con ejercicios pliométricos.

Habitualmente los ejercicios de pliometría que tienen como objetivo el desarrollo de la fuerza elástica se realizan bajo el esquema de circuito. Suelen basarse en trabajos extensivos y variados de multisaltos que siguen el esquema de trabajo por estaciones.

Suelen mezclarse en cada sesión saltos pertenecientes a algunas de las variedades siguientes:

- Saltos en profundidad a la “pata coja”, alternos o con pies juntos.
- Batidas continuadas en altura con la misma o alternando la pierna de impulso.
- Saltos bajo la modalidad de botes.
- Saltos sobre vallas en todas sus variedades.
- Saltos en caídas desde diferentes alturas, etc.

Circuitos con pesas.

En épocas recientes los corredores de medio fondo han comenzado a utilizar las halteras como medio de desarrollo de su fuerza. Aquellos que eligen este camino para mejorar su fuerza suelen planificar sus sesiones bajo la dinámica del circuito, siguiendo el esquema de trabajo de “estaciones”, procediendo en primer lugar a la elección de los ejercicios y estableciendo posteriormente el orden a seguir así como el número de repeticiones y series que se va a asignar a cada uno de ellos.

El número de ejercicios que se programa por sesión suele ser de 5 o 6, concediéndose pausa de descanso después de cada serie de repeticiones o de cada ejercicio.

El tipo ejercicios utilizados está basado en :

- Movimientos similares a los utilizados por los levantadores de pesas en sus concursos (movimientos olímpicos).
- Ejercicios isocinéticos con máquinas dirigidos a grupos musculares concretos.
- Ejercicios variados con halteras.

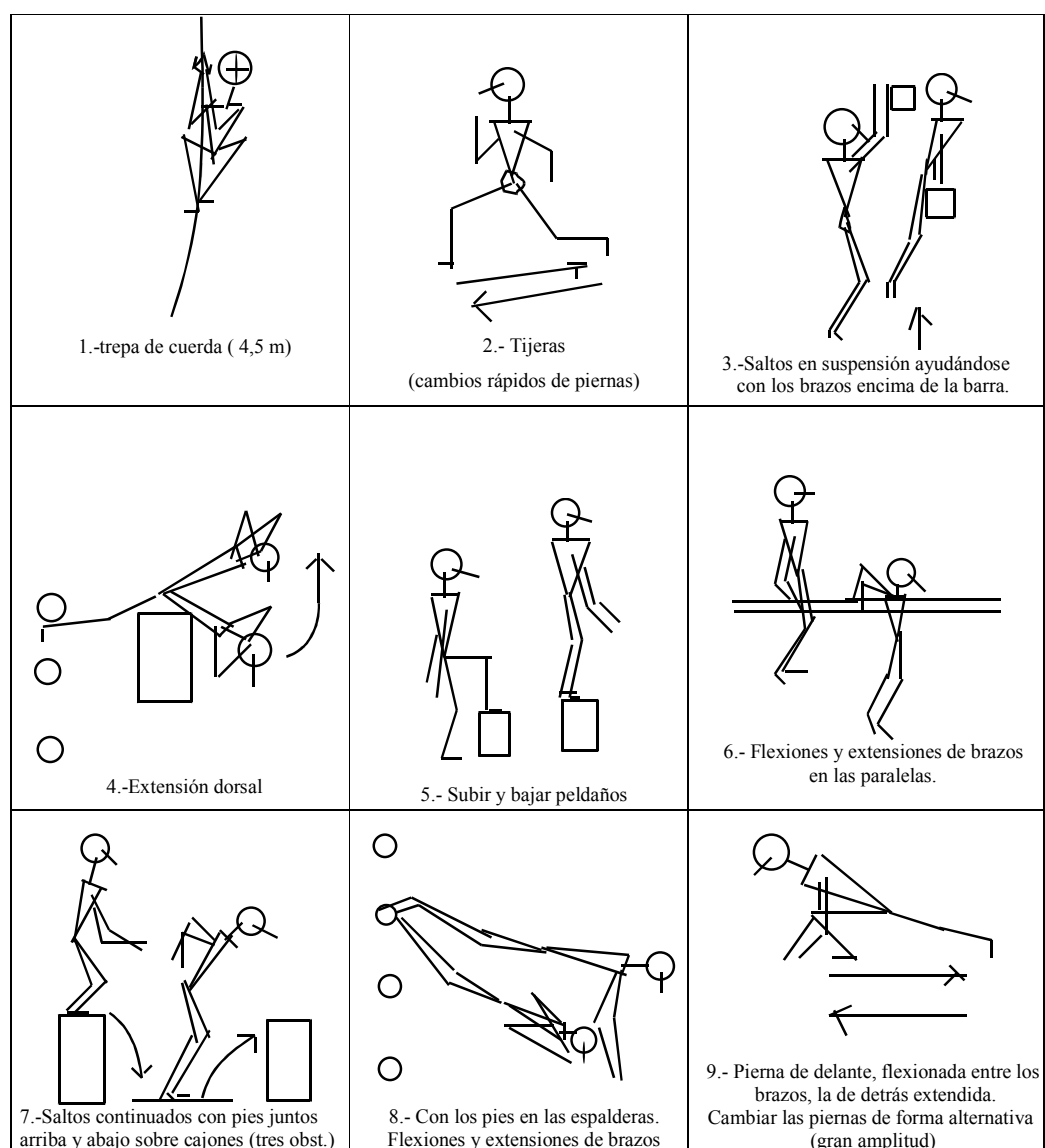
Si las *carreras en “colinas”* pueden ser consideradas como el primer elemento utilizado por los corredores de medio fondo y fondo para desarrollar su fuerza, el segundo elemento, en el tiempo, fue el “Circuit Training”.

Esta forma de trabajo tuvo un gran éxito en la década de los 70 en Inglaterra, no solamente por su eficacia en el desarrollo de la fuerza del corredor, sino también, como apuntan los entrenadores de Sebastian Coe y Steve Ovett, por la posibilidad de desarrollar las sesiones en espacios reducidos y cubiertos como los gimnasios escolares. No debemos olvidar que en Inglaterra los inviernos son muy duros y existen días en los que es prácticamente imposible entrenar al aire libre, por ello la posibilidad que ofrece el circuito de programar sesiones de fuerza de gran dureza protegidos de las inclemencias meteorológicas supone una ayuda inestimable.

Otras de las ventajas, ya apuntada, que ofrece el “Circuit Training” es la de adaptarse perfectamente a las necesidades personales de cada atleta. En ese sentido, hemos considerado interesante exponer la forma de trabajo con la cual Sebastian Coe, uno de los mejores mediofondistas de la historia, mediante la aplicación de un circuito muy particular y acorde con sus necesidades, trató de paliar sus deficiencias físicas.

Según señala George Gandy, responsable de la faceta del entrenamiento vinculada a la fuerza de Sebastian Coe, cuando comenzó a trabajar con él poseía ya una increíble destreza natural para correr, aunque presentaba unas descompensaciones físicas considerables en la zona central del cuerpo (abdominales, dorsales y lumbares), en la zona escapular y en los brazos. Como consecuencia de ello, en la etapa inicial de desarrollo de la fuerza, introdujo en el “circuito” un elevado número de ejercicios encaminados a reforzar dichas zonas, cuando lo habitual es orientar la mayor parte del trabajo hacia los músculos de las piernas (figura 4.1)

En una fase posterior, cuando había alcanzado el equilibrio físico deseado, disminuyó el número de ejercicios de la zona central del cuerpo y de los brazos e introdujo una mayor cantidad de saltos.



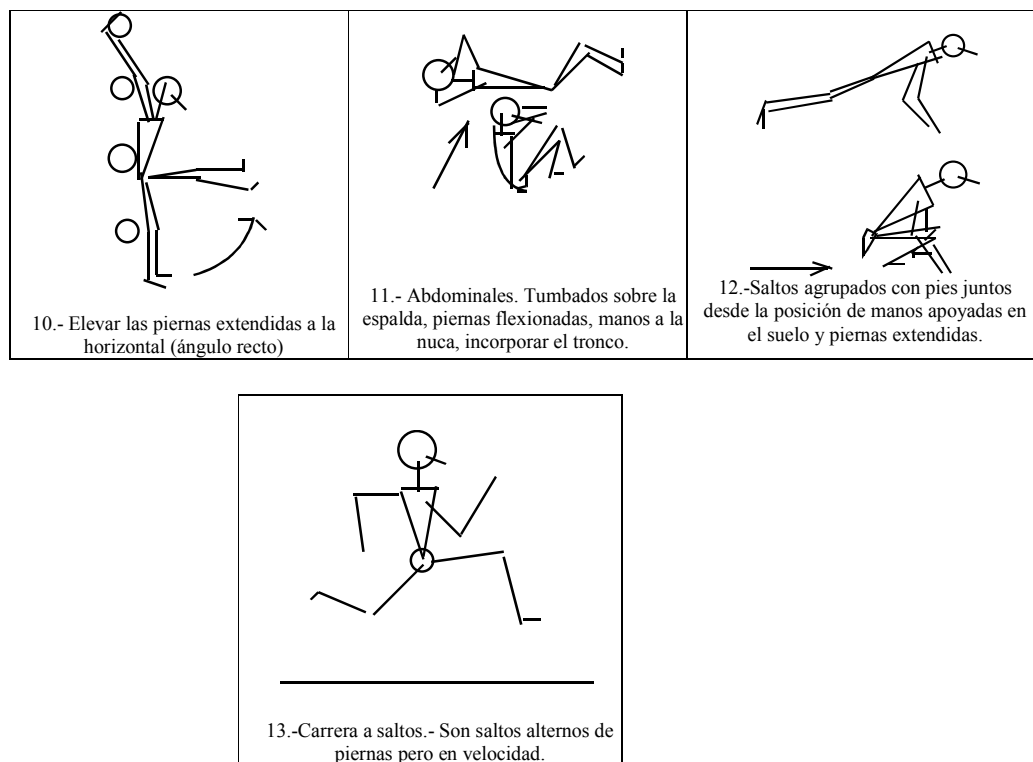


Figura 4.1. “Circuit Training”. Sebastian Coe

Cada ejercicio se realizaba durante 30'' y pasaba de uno a otro sin pausa. El circuito se repetía dos o tres veces y entre cada una de las repeticiones se establecía un tiempo de recuperación.

4.3.3.-El circuito de Oregón.

Se conoce con esta denominación a la sesión de musculación utilizada por el entrenador brasileño Luis Alberto de Oliveira para desarrollar la fuerza resistencia del grupo de corredores de medio fondo que tenía a su cargo cuando, durante la década de los 80, ejercía como entrenador de la Universidad de Eugene en Oregón.

Oliveira recaló en la universidad de Eugene de una forma curiosa: él entrenaba en Brasil a un grupo de atletas entre los que destacaba Joaquín Cruz que acababa de proclamarse Campeón Mundial Junior de 800m.l y poseía además el record mundial junior de la distancia con 1' 44'' 1. La Universidad de Eugene cursó una invitación al atleta para que realizara allí sus estudios universitarios y siguiera su preparación atlética. Joaquín Cruz aceptó la invitación de la universidad y Luis Alberto de Oliveira decidió seguirle en la aventura americana. Así fue como, acompañado de su esposa y sus dos hijas, Oliveira se instala en Oregón.

Después de vivir durante unos meses en situación un tanto precaria, recibió una oferta de trabajo de la propia universidad y fue contratado como entrenador del grupo de medio fondo. Allí tendría la posibilidad de conocer y entrenar a Mery Decker que probablemente haya sido la mejor corredora estadounidense de medio fondo de la historia. Después de unos años de trabajo en Oregón no tardaron en llegarle los éxitos como entrenador:

-Joaquín Cruz se proclama Campeón Olímpico de 800m.l en Los Ángeles (1984) y cuatro años después, en Seúl, medalla de plata. Cruz todavía posee la tercera mejor marca mundial de todos los tiempos en 800m.l con 1' 41''77.

-Otros dos atletas suyos, Luis Barbosa y Aguiberto Guimaraes, consiguieron ser también finalistas olímpicos.

El circuito de musculación que Luis Alberto de Oliveira diseñó para su grupo de corredores de medio fondo está inspirado en la filosofía del circuito tradicional pero el tipo de ejercicios que propone es muy distinto. Además la inclusión de tramos de carrera entre ejercicio y ejercicio aumentan su dureza de forma extrema. Para la actividad de carrera utilizaba dos distancias: una de 100m recorridos prácticamente al esprín entre dos ejercicios, y otra de 1000m ejecutados a un ritmo medio al final de cada secuencia de nueve ejercicios.

El esquema de trabajo era el siguiente:

-En el terreno se señalizaba un circuito de 1000m de longitud.

-Dicho espacio se dividía en diez tramos más cortos de 100m

-Cada uno de los diez tramos debía ser recorrido al esprín y al final de cada uno de ellos el atleta tenía que realizar, sin descanso, el ejercicio de musculación correspondiente hasta completar el total de repeticiones marcadas.

-El total de los ejercicios a realizar era de nueve.

-Cada tres ejercicios, se introducían pausas de descanso de 30'' situadas al terminar el 3º, el 6º y el 9º ejercicio.

-Una vez realizada la primera tanda de esprines y ejercicios, se recorría sin pausas todo el circuito en sentido contrario, o sea 1000m, se hacía a un ritmo en el que las pulsaciones del corazón se situaran alrededor de las 160.

- Con la carrera en sentido contrario se daba por completado el circuito, habiéndose recorrido en total 2000m y realizado nueve ejercicios de fuerza.
- El circuito lo repetían tres veces y entre cada una de ellas no se establecía ningún tipo de recuperación.
- El número de repeticiones de cada ejercicio de musculación estaba en función de la madurez del atleta. En los inicios solían recomendarse 10 repeticiones.

En la figura 4.2 exponemos de forma gráfica el esquema de trabajo a seguir durante la realización de la sesión de entrenamiento.

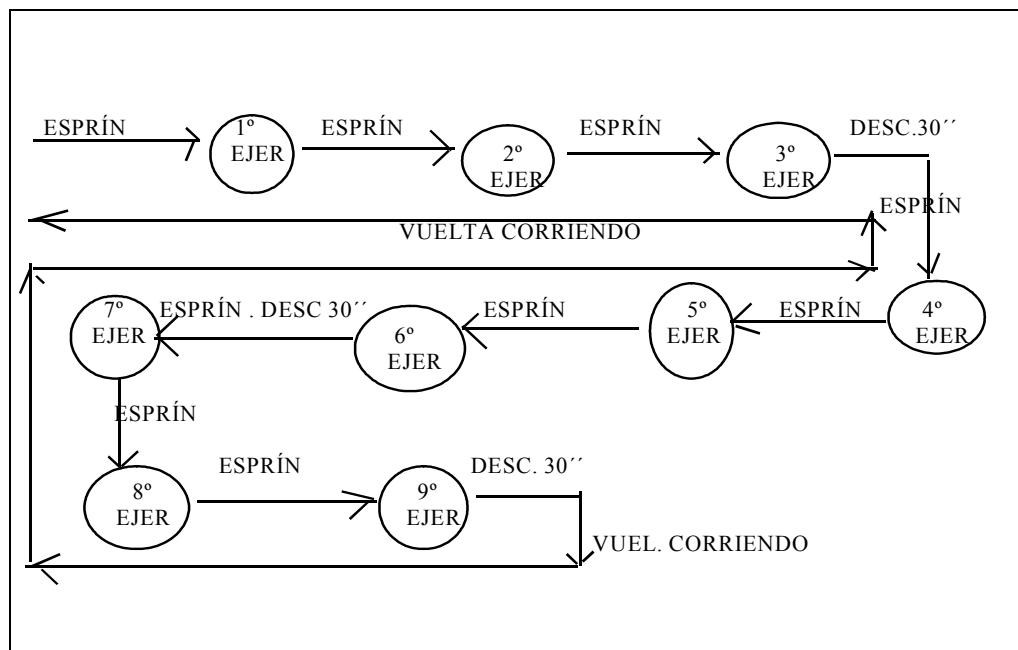
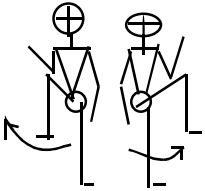
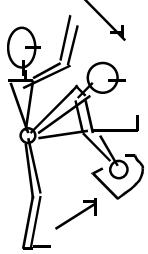
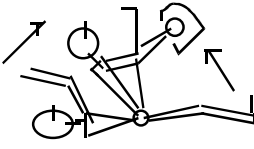
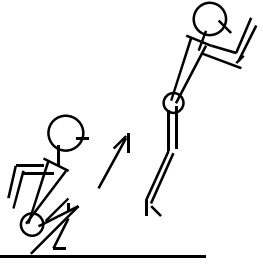
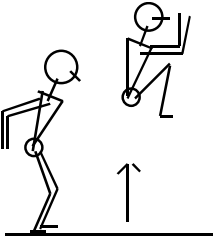
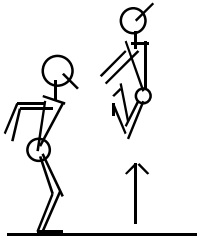
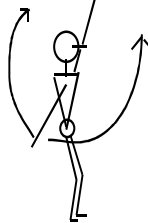
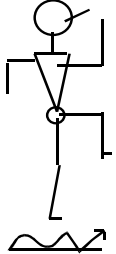
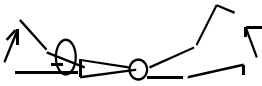
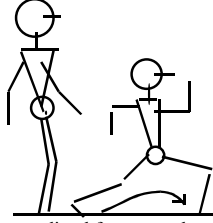
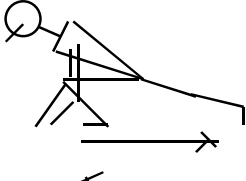
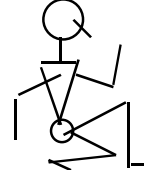
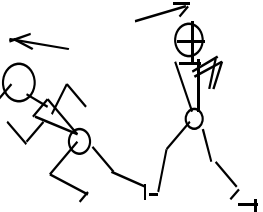
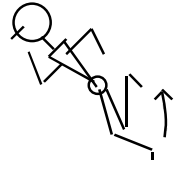
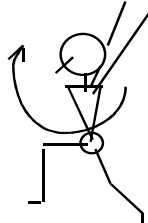


Figura 4.2. Esquema de trabajo del “Circuito de Oregón”

Los nueve ejercicios no eran siempre los mismos, podían cambiar de una sesión a otra o incluso dentro de la misma sesión. Para cada estación se proponían tres o cuatro posibles ejercicios como queda reflejado en el cuadro de la figura 4.3.

1			
	Pasos amplios. Tocar con la mano el pie que adelantamos	Posición de pie. Extensión previa del tronco atrás y flexión adelante	Circunducción de tronco

2	 <p>Caminando, elevar la rodilla una vez hacia fuera y otra hacia dentro</p>	 <p>Elevación alternativa de piernas estendidas con palmadas debajo del muslo</p>	 <p>Desde la posición de tumbado, realizar una acción similar a la anterior.</p>
3	 <p>Desde flexión profunda de piernas, saltos verticales</p>	 <p>Saltos verticales, plegando las rodillas hacia el pecho</p>	 <p>Saltos verticales arqueando el tronco</p>
4	 <p>Balance alterno de brazos, adelante y atrás</p>	 <p>Batidas alternas en altura</p>	 <p>Elevaciones alternas del brazo y la pierna contraria</p>
5	 <p>Paso amplio al frente y volver a la posición inicial</p>	 <p>Una pierna adelante flexionada entre los brazos y la otra extendida atrás. Cambios con saltos</p>	 <p>Caminar en cucillas</p>
6	 <p>Esprines cortos de 10 metros: hacia delante y hacia atrás</p>	 <p>Carrera elevando talones por detrás</p>	 <p>Carrera elevando rodillas. Círculos simultáneos de brazos atrás</p>

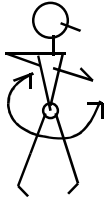
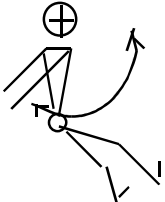
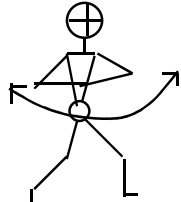
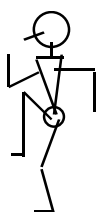
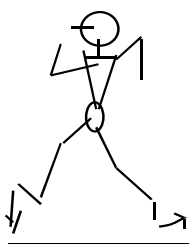
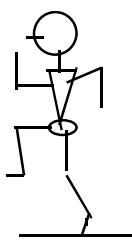
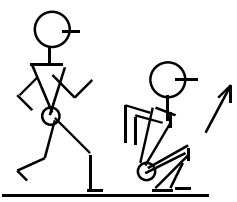
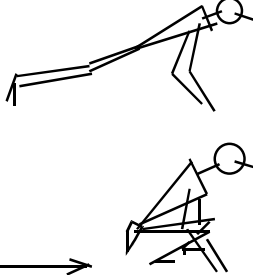
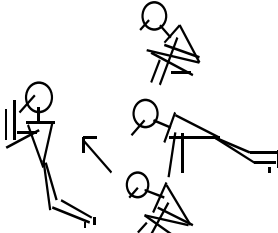
7	 <p>Piernas separadas, torsiones de tronco con los brazos flexionados</p>	 <p>Sentados, piernas abiertas, torsión de tronco</p>	 <p>Caminando, torsiones de tronco al lado contrario del pie adelantado</p>
8	 <p>Skipping elevando una rodilla</p>	 <p>Skipping sobre tobillos, zancadas cortas y rápidas</p>	 <p>Carrera en skipping, elevando rodillas.</p>
9	 <p>Correr y cada tres pasos flexionar las piernas</p>	 <p>Con las manos apoyadas en el suelo, flexiones y extensiones de piernas</p>	 <p>Manos apoyadas, piernas flexionadas: extensión, flexión e impulsión</p>

Figura 4.3. Circuito de Oregón

En una segunda etapa de Luis Alberto Oliveira como entrenador, coincidiendo con su etapa en la Universidad de San Diego (California), introduce una serie de modificaciones en el circuito: Ahora la sesión de trabajo se desarrolla en la pista, en una de las rectas de 100m. Para ello, en los extremos se colocan unas tablas de madera que indican los ejercicios a realizar.

En una de las líneas delimitadoras de los 100m se colocan las referencias de los ejercicios impares (1,3,5,7,9) y en la otra lógicamente las de los ejercicios pares (2,4,6,8).

Con el nuevo modelo, la forma de correr los 100m era diferente en un sentido que en el otro:

- En uno de los dos sentidos, los atletas recorrían los primeros 50m realizando ejercicios de técnica de carrera, generalmente Skipping's y los 50m siguientes corriendo suavemente.

-En sentido contrario se completaban los 100m corriendo en progresión y de forma descontractada.

Hasta finalizar los primeros 10 tramos de 100m y los nueve ejercicios no se introducía ningún tipo de pausa. Una vez finalizada esta primera parte de ejercicios, se aplicaba un descanso de dos minutos que los atletas aprovechaban para recuperarse y ponerse las zapatillas de clavos.

A continuación se recorrían a ritmo elevado distancias que oscilaban entre los 800 y los 1600m. En algunas ocasiones dichas distancias se desdoblaban en dos tramos más cortos el último de los cuales siempre era un 200m que se corría de una forma más intensa (800 + 200m) (600 + 200m) (500 + 200m) o (400 + 200m).

Una vez finalizada la carrera se volvía a introducir una nueva pausa de dos minutos y se daba por completada la primera vuelta al circuito.

El número de veces que se recomendaba completar o repetir el circuito seguía siendo tres.

Este método de trabajo de la fuerza resistencia en el corredor de medio fondo tuvo una gran aceptación, posiblemente por vínculos culturales, en países como Brasil y Portugal. Pero quizá lo más destacado en cuanto a la repercusión de dicho método haya que buscarlo en el hecho de que el prestigioso entrenador inglés Harry Wilson lo incorporara a su programa de trabajo y lo aplicara con su grupo de atletas entre los que destacaba Steve Overt, sin duda uno de los corredores de medio fondo más espectaculares y laureados que hayan existido.

Harry Wilson adoptó la variante antigua según la cual al terminar los tramos de esprints y ejercicios de fuerza se recorrían de forma inmediata 1000m para iniciar de nuevo, sin pausa, el circuito.

Organizaba la sesión conforme al esquema de la figura 4.4, introduciendo algunas modificaciones que afectaban al número de repeticiones del circuito (solo recomendaba repetirlo dos veces) y a la forma de secuenciar los ejercicios.

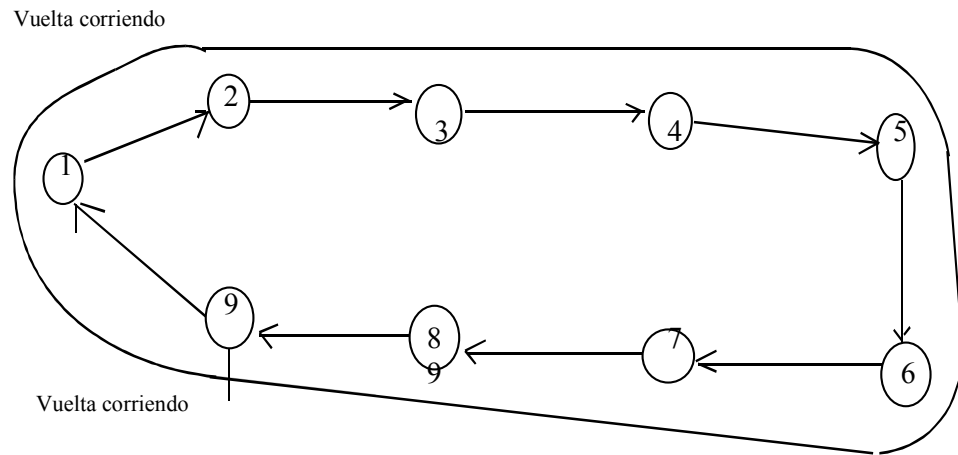


Figura 4.4. Circuito de Oregon adaptado por Harry Wilson.

Para seleccionar los ejercicios tenía en cuenta la dificultad y establecía niveles. Siempre elegía tres ejercicios de dificultad baja, tres de dificultad media y tres de dificultad alta. El orden que establecía siempre era el mismo: comenzaba con un ejercicio fácil de hacer (F), continuaba con otro de dificultad media (M) y terminaba con el de dificultad alta (A). Al terminar el ejercicio de mayor dificultad aplicaba la pausa de 30''. La secuencia anterior se repetía a lo largo del circuito.

4.3.4.-Desarrollo de la fuerza elástica.

En el ámbito del entrenamiento atlético últimamente existen diferentes criterios a la hora de asociar los conceptos de fuerza y resistencia. Dicha discrepancia surge ya desde el momento de decidir que terminología es más apropiada para relacionar ambas cualidades físicas, observando que algunos estudiosos utilizan el término “resistencia a la fuerza” mientras otros prefieren matizar la importancia de la fuerza colocando en primer lugar dicho término y proponiendo la denominación “fuerza resistente”.

Los partidarios del término “fuerza resistente”, que es de implantación más moderna, piensan que durante años a los trabajos de fuerza para especialistas de pruebas de resistencia se les ha dado un sesgo inadecuado, pues se sometía la fuerza a las leyes de la resistencia corriendo con ello el riesgo de pensar que la “resistencia a la fuerza” no puede mejorarse sin la colaboración de la capacidad aeróbica.

Desde dicho punto de vista, las series prolongadas de ejercicios repetidos que han sido aplicadas de forma sistemática durante años en el campo del medio fondo y fondo tienen como único objetivo trasladar la fatiga muscular localizada hacia zonas o

niveles que la propia especialidad deportiva, por sí sola, no es capaz de alcanzar. Esta forma de trabajo reporta beneficios indudables porque permite aprovechar al máximo los recursos energéticos potenciando aquellos sistemas energéticos que utiliza básicamente cada especialidad, pero olvida los factores de tipo neuronal propios de la capacidad de fuerza.

Por todo ello, un número considerable de expertos, piensan que la fuerza tiene sus propias leyes y exigencias, razón por la cual los factores de tipo nervioso, que son considerados imprescindibles y básicos en los trabajos de fuerza, no deben ser olvidados. Esto ha llevado a investigar sobre la forma de incorporar en los programas de entrenamiento de corredores de medio fondo y fondo sesiones de fuerza que produzcan mejoras tanto en el aspecto metabólico como en el nivel neuronal o nervioso.

Según ciertos trabajos de investigación, los trabajos pliométricos de carácter extensivo encaminados a desarrollar la fuerza elástica del corredor de medio fondo cumplen con las premisas apuntadas y pueden considerarse adecuados. Los estudios aludidos están basados en el hecho de que el estiramiento previo de un músculo activado incrementa el rendimiento durante un trabajo posterior positivo y ello es debido a que el recobro de la energía elástica producida en la primera fase genera trabajo mecánico sin la necesidad de utilizar energía química.

No obstante, y a pesar de que en la actualidad este tipo de ejercicios es utilizado de forma generalizada por los corredores de medio fondo y fondo para desarrollar su fuerza específica, habría que despejar las dudas e incógnitas que suele generar cualquier trabajo de fuerza aplicado en las carreras de media distancia y que no son otros que los siguientes:

¿Los trabajos pliométricos son eficaces realmente en cuanto a mejorar la fuerza específica que necesita el corredor de media distancia?

¿Producen modificaciones en el consumo de oxígeno?

¿Producen hipertrofia muscular?

¿Influyen negativamente en la acumulación de ácido láctico?

¿Qué características deben reunir para resultar eficaces?

Para responder a la primera pregunta y constatar si realmente esta variedad de ejercicios mejora la eficacia en la aplicación de fuerza del corredor de medio fondo debemos circunscribirnos ineludiblemente a la acción más específica -en cuanto a la aplicación de fuerza- que tienen lugar mientras corremos, es decir: la que realiza la

pierna que apoyamos en el suelo. Conviene recordar aquí que, al analizar las características de la zancada de los corredores de medio fondo, podíamos comprobar que al entrar en contacto con el suelo estos corredores flexionaban sus rodillas en mayor medida que los velocistas, debido en gran parte a una mayor utilización de los mecanismos de inercia en su forma de correr. Este hecho, que en sí mismo no debe considerarse como negativo, podría llegar a serlo si, como consecuencia de una carencia de fuerza excéntrica, se produjera una flexión de la rodilla superior a lo aconsejable.

Cuando un corredor de medio fondo tiene carencias en su fuerza excéntrica, flexiona en exceso la pierna de apoyo lo que aumenta la tensión muscular en dicha pierna y le dificulta la impulsión hacia delante, todo ello se traduce en una forma de correr “saltarina” y en un gasto energético mayor. Según algunas investigaciones este problema puede ser paliado mediante la aplicación de sesiones de trabajo de carácter pliométrico, ya que una mejora de la fuerza elástica del músculo redundaría indirectamente en una forma de correr más económica y eficaz.

Leepa Paavalainen y Col.¹¹⁵ después de aplicar durante nueve semanas un programa de ejercicios pliométricos a un grupo de corredores de medio fondo, comprobaron que se producía una mejora en los registros sobre 5000m de un 3% y un ahorro en el correr económico de aproximadamente un 8%. El programa de ejercicios pliométricos suponía el 32% del trabajo total semanal de resistencia que realizaba el grupo de corredores sobre el que se realizó el estudio.

Spurrs¹¹⁶, aplicando durante seis semanas un programa pliométrico a un grupo de 17 corredores de 3000m, detectó mejoras similares a las obtenidas en el estudio anterior: un 2,7% en los resultados de 3000m y un 5,7% en el correr económico.

La explicación que los propios investigadores dan sobre las mejoras obtenidas guardaría relación con el hecho de que los entrenamientos de fuerza explosiva provocan incrementos en la cantidad de flujos neuronales que llegan a los músculos. Este aumento en el flujo excitante de las motoneuronas puede tener efecto tanto en ejercicios voluntarios como en reacciones reflejas facilitadoras o inhibidoras.

¹¹⁵ PAAVOLAINEN, L; HÄKKINEN, K; HÄMÄLÄINEN, I; NUMMELA, A; RUSKO, H. (2003). “El entrenamiento de la fuerza explosiva mejora el tiempo de una carrera de 5K mediante la mejora de la economía de carrera y de la potencia muscular” (<http://www.Sobreentrenamiento.Com/PublicE.asp>). (Fecha de consulta 16-06-03). Pid: 166.

¹¹⁶ Citado por BULLOCK, D. (2006). “The impact of plyometric training on middle distance running”. Modern Athlete and Coach. Enero, Pág. 9-13.

Se puede decir por tanto, como conclusión, que los ejercicios pliométricos, debido a los cambios neuronales que producen, logran que los músculos mejoren en elasticidad, en capacidad y eficacia para el reclutamiento de unidades motrices, lo que permite cierto ahorro energético a la hora de correr.

En las investigaciones a los que hemos hecho referencia anteriormente, también se hizo un seguimiento del efecto que los trabajos pliométricos pudieran tener sobre factores como el consumo de oxígeno o los niveles de ácido láctico en la sangre. Los resultados indicaron que este tipo de trabajos apenas influía sobre dichos parámetros: las necesidades de consumo de oxígeno y los niveles de acumulación de ácido láctico sufrían variaciones irrelevantes después de la aplicación de dichos programas.

Quizá el aspecto que produce más preocupación entre los entrenadores de medio fondo es la posibilidad de que este tipo de trabajos lleve implícito un aumento de la masa muscular del corredor pues, de ser así, incorporaríamos un factor negativo al entrenamiento que podría neutralizar en parte los beneficios adquiridos con la mejora de fuerza. Sin embargo estudiosos como Paavolainen, Spurrs, Karp o Anderson, después de hacer un seguimiento de este fenómeno, aseguran que los trabajos de tipo pliométrico no producen hipertrofia muscular o lo hacen en índices tan insignificantes que no repercuten de forma negativa en el rendimiento.

La explicación que dan al respecto indica que, aunque la excitación neuronal con este tipo de trabajo sea muy elevada, el tiempo de activación durante cada acción muscular es usualmente tan corto que no facilita el desarrollo de fuerza por hipertrofia, como ocurre en los entrenamientos con estímulos sub-máximos en los que se repite un gesto un número considerable de veces.

El uso extensivo de los saltos como método de desarrollo de la fuerza en medio fondo plantea otro interrogante sobre las características que tal ejercicio debe tener para que resulte más eficaz desde el punto de vista del entrenamiento deportivo. Cuestión que podría resolverse en parte teniendo en cuenta las conclusiones a las que llegaron Carmelo Bosco y Heikki Rusko¹¹⁷ después de un trabajo de investigación en el que trataban de analizar la influencia que el tiempo de acoplamiento entre la fase

¹¹⁷ BOSCO, C; RUSCO, H. (2003). *“Efecto del ciclo Estiramiento – Acortamiento muscular Prolongado sobre el recobro de la Energía Elástica y el Gasto Energético”* (<http://www.sobreentrenamiento.com/PublicE.asp>). Pág.1-7. (Fecha de consulta 05- 01-03). Pid: 60.

excéntrica y concéntrica pudiera tener en el aprovechamiento de la energía elástica generada.

El experimento se realizó sobre dos grupos de atletas que debían correr a velocidades comprendidas entre los 2,2 m/s y los 5,2 m/s, utilizando calzados de diferentes características: un grupo utilizó zapatillas rígidas y el otro, zapatillas blandas. con la intención, esto último, de prolongar el tiempo de acoplamiento.

Cuando ambos grupos corrían a velocidades bajas cercanas a los 3m/s la cantidad de energía consumida era similar. En cambio, cuando la velocidad se acercaba o sobrepasaba los 5,2 m/s el gasto energético del grupo de atletas que calzaba zapatillas blandas era superior.

La justificación de la diferencia estaría basada en el recobro inadecuado de energía elástica por parte del grupo de atletas que utilizaban zapatillas blandas cuando la velocidad aumenta. Pues, cuando se corre a ritmo lento, se utilizan principalmente fibras de contracción lenta y en ellas los puentes cruzados se mantienen durante más tiempo activados y, por tanto, aunque el tiempo de acoplamiento sea largo, permite aprovechar la energía elástica.

En cambio, cuando el ritmo de carrera va en aumento, se necesita reclutar cada vez un mayor número de unidades motrices rápidas y fibras en las que el tiempo de activación de los puentes cruzados sea menor. En este caso, el tiempo de acoplamiento utilizado por los corredores que calzaban zapatillas blandas se prolongaría demasiado como para poder aprovechar la energía elástica generada en las fibras de contracción rápida y necesitarían compensar esta circunstancia con un mayor gasto de energía química.

Teniendo en cuenta las conclusiones apuntadas anteriormente, es indudable que una de las características que deben tener los ejercicios pliométricos aplicados a los corredores de medio fondo es la rapidez o explosividad en la ejecución del movimiento con el fin de que la energía elástica sea aprovechada en su totalidad. Aunque cada entrenador suele utilizar criterios muy personales a la hora de elegir lo ejercicios pliométricos que aplicará a sus atletas, existen una variedad de ellos que suelen estar en la base de cualquier trabajo:

a- Saltos en profundidad cuyo objetivo es alcanzar máxima distancia.

En este tipo de trabajo, se encadenan una serie de saltos, se fija un número de repeticiones y se busca alcanzar la mayor distancia posible.

La variedad de saltos a utilizar sería la siguiente:

Saltos alternos que también se denominan “segundos de triple” y en ellos, el apoyo se alterna de un pie a otro (figura 4.5).

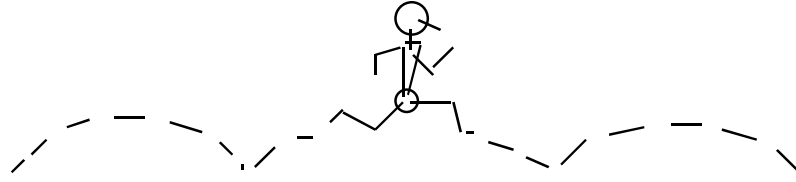


Figura 4.5 Saltos alternos

Saltos con pies juntos. El apoyo se hace de forma simultánea con ambos pies (figura 4.6)

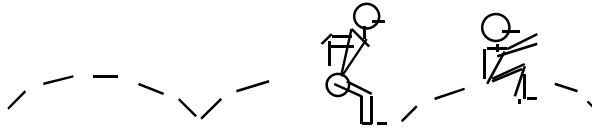


Figura 4.6. Saltos con pies juntos

Saltos a la pata coja. Los apoyos se hacen de forma continuada sobre el mismo pie. (Figura 4.7)

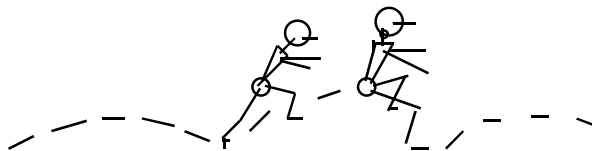


Figura 4.7. Saltos a la pata coja.

b- Saltos en profundidad cuyo objetivo es la rapidez.

En ellos se fija una distancia a recorrer y se trata de invertir el menor tiempo posible.

Las modalidades son las mismas que en el caso anterior:

Saltos alternos.

Pies juntos.

Pata coja.

c.- Saltos en altura.

Son acciones similares a las utilizadas por los saltadores de altura para franquear el listón (figura 4.8).

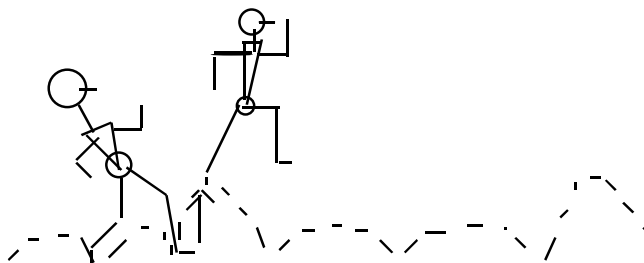


Figura 4.8. Saltos en altura.

Con esta modalidad suelen utilizarse dos tipos de saltos:

Saltos con batidas continuadas sobre la misma pierna.

En ellos se intercalan dos pasos para acelerar la acción, pero siempre se impulsa sobre la misma pierna.

Saltos con batidas alternas. Se alternan las impulsiones de un pie a otro.

d.-Botes.

Se denominan así a aquellos saltos que en su ejecución tienen un alto componente reflejo. Dichos botes se pueden hacer en:

Caída, desde diversas plataformas o bancos (figura 4.9)

Este tipo de saltos puede hacerse: -Con pies juntos, -pata coja, -saltos alternos

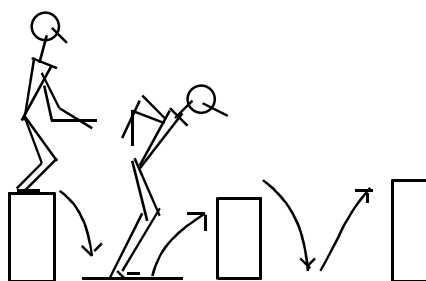


Figura 4.9. Saltos en caída desde plataformas

Botes continuados sobre vallas. Salvando obstáculos de escasa altura (figura 4.10).

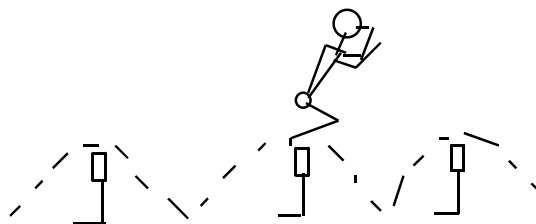


Figura 4.10. Botes continuados sobre vallas

Se pueden utilizar también las modalidades conocidas de pies juntos, pata coja, y saltos alternos.

Batidas en profundidad sobre obstáculos. Se colocan varios obstáculos distanciados entre sí, simulando batidas de longitud sobre los obstáculos y corriendo en velocidad durante el espacio comprendido entre ellos (figura 4.11)

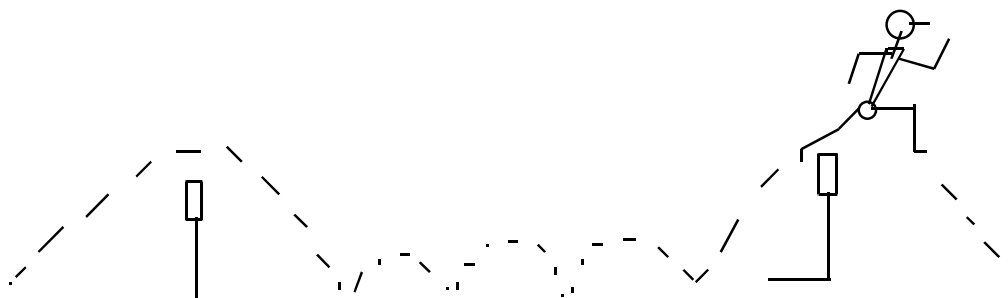


Figura 4.11. Batidas en profundidad sobre obstáculos

Estos trabajos se pueden hacer impulsando durante todo el recorrido con la misma pierna o alternando.

Sobre los trabajos pliométricos, algunos especialistas piensan que no deben ser aplicados a atletas que no hayan realizado previamente un trabajo de formación completo. Del mismo modo tampoco debe abusarse en exceso de este tipo de trabajos, pues un número elevado de impactos puede acarrear algún tipo de problema articular o tendinoso.

4.3.5.-Trabajos de fuerza orientados a la mejora de la técnica de carrera.

Una buena técnica de carrera está siempre relacionada con la eficacia mecánica y con la economía energética. Para conseguirlo, todas las fuerzas generadas por nuestro cuerpo al correr, deben actuar en la dirección de carrera.

Las palancas generadoras de fuerza que actúan en el momento en el que el pie entra en contacto con el suelo y corresponden las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo deben actuar de forma coordinada y, a la vez, utilizar un arco de movimiento suficientemente amplio que les permita completar la extensión. Así mismo deben intervenir de forma adecuada aquellos segmentos libres que actúan como péndulos y complementan la acción de las palancas generadoras de fuerza. En este sentido las acciones de los brazos y la pierna libre deben estar sincronizadas y en consonancia con la acción de la pierna de impulso.

Por otra parte, las posiciones que adoptan la cadera y el tronco en las diferentes fases de carrera son muy importantes, pues deben facilitar que las fuerzas generadas sean transmitidas en la dirección correcta.

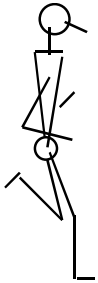
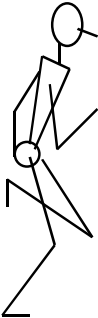
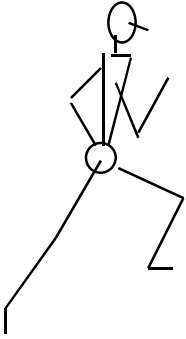
Todo ello hace imprescindible la potenciación de una serie de grupos musculares y el aprendizaje de ciertos patrones motrices que nos permitan coordinar correctamente todas nuestras acciones a la vez que mantenemos una actitud relajada y fluida mientras corremos, independientemente de la velocidad a la que nos movamos y de los niveles de cansancio acumulado.

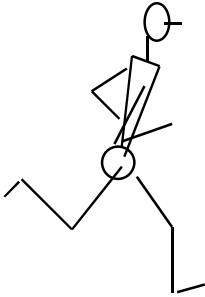
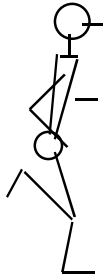
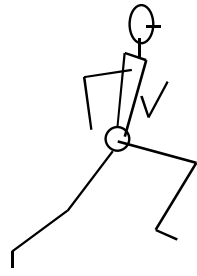
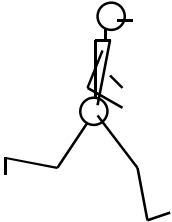
Una buena técnica de carrera nos permitirá encontrar una relación coherente entre la fuerza que aplicamos, el tiempo en que lo hacemos, la amplitud de la zancada y el tiempo de vuelo.

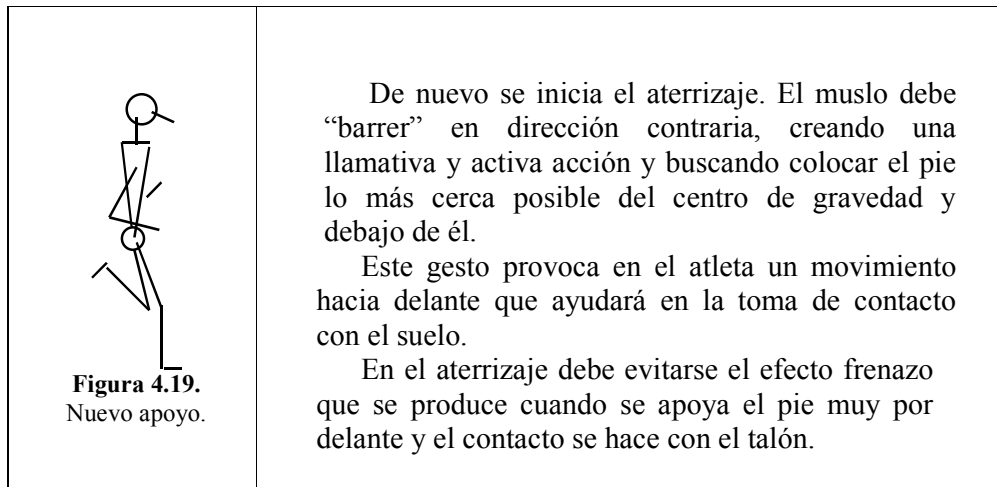
Quizá el secreto para lograrlo guarde relación con la idea que Ammar Bourras, entrenador de H. Boulmerka, tiene sobre lo que debe ser una buena técnica de carrera:

“Una buena técnica de carrera se encuentra en la capacidad para aumentar la frecuencia sin modificar la amplitud de la zancada. Pues no es la frecuencia la que hace perder tiempo, sino el tiempo de suspensión o vuelo.”

Después de haberse realizado un gran número de observaciones y estudios biomecánicos sobre la forma de correr de los atletas de medio fondo y con los datos obtenidos de ellos, se puede establecer un modelo que sirva como referente, siempre que se respeten las diferencias individuales, para proceder al desarrollo técnico de cualquier atleta de medio fondo. Según dicho modelo el papel y la evolución de las diferentes partes del cuerpo en las carreras de medio fondo podría ser el siguiente:

 <p>Fig. 4.12. Inicio del apoyo</p>	<p>Es importante que el pie del corredor posea sensibilidad suficiente con el fin de sentir el suelo al entrar en contacto con él.</p> <p>Dicho contacto debe hacerse suavemente con el borde externo del arco plantar entre el talón y el metatarso.</p> <p>El aterrizaje debe producirse lo más cerca posible del centro de gravedad, dejando que el pie haga una acción de rodillo interno que permita colocar la planta del pie debajo del centro de gravedad y a la vez absorber el impacto.</p> <p>El papel de la pierna en el momento del apoyo sería soportar el peso del cuerpo, dirigirlo y orientarlo.</p>
 <p>Figura 4.13. Amortiguamiento</p>	<p>Después de que el pie entra en contacto con el suelo en el plano longitudinal, evitando desviaciones laterales, se produce una cierta flexión de la rodilla, que no debe ser excesiva, porque entonces afectaría a la estabilidad de la zona. Este movimiento es acompañado con una ligera rotación alrededor de la cadera con el objeto de facilitar la coordinación y la continuidad en la acción.</p> <p>La rotación debe ser leve, pues en caso contrario la transmisión de fuerzas al tronco no se haría de forma correcta y eficaz.</p>
 <p>Figura 4.14. Impulsión</p>	<p>Cuando el tronco se coloca encima y por delante de la vertical del apoyo se inicia la impulsión. En ese momento, la zona correspondiente a los gemelos, sóleo y tendón de Aquiles se somete a gran tensión.</p> <p>Las fibras de dichos músculos, al estirarse rápida y ampliamente, provocan una acción refleja que les obliga a contraerse muy rápidamente, haciendo que el pie se eleve y empuje la espalda y el tronco del atleta hacia delante. Tal acción es completada por los músculos extensores de la rodilla y la cadera que deben forzar a la pierna a una extensión completa.</p> <p>La sincronía entre los grupos musculares implicados será fundamental para que el ángulo de vuelo sea el apropiado y nos permita, con un escaso tiempo de vuelo, una amplitud adecuada.</p>

 <p>Figura 4.15. Inicio de la fase aérea.</p>	<p>Alcanzado el estiramiento casi completo de la pierna, tiene lugar otra acción refleja en los músculos posteriores de la pierna. Se manifiesta mediante un acortamiento rápido y retirando del pie del suelo hacia arriba. Esto hace que, por inercia, la pierna pivote hacia atrás un poco más lejos.</p> <p>En esta acción, la movilidad de la cadera y la capacidad de estiramiento del cuádriceps, son factores muy importantes.</p>
 <p>Fig. 4.16. Recobro del pie</p>	<p>El muslo de la pierna se desplaza hacia delante por la acción del cuádriceps y los flexores de la cadera.</p> <p>El pie continúa en una curva ascendente con la ayuda de los músculos posteriores de la pierna y el efecto bisagra de la articulación de la rodilla. Esto hace pivotar el pie hacia el glúteo acortando la palanca y facilitando el paso de la pierna hacia delante.</p>
 <p>Fig. 4.17. Oscilación rodilla</p>	<p>El muslo continúa su oscilación hacia delante y hacia arriba.</p> <p>El pie cae desde el punto más alto y se acelera a medida que desciende, frenándose al final de su trayectoria para preparar el aterrizaje.</p> <p>En este punto la rodilla alcanza su máxima altura (que será menor que en las carreras de velocidad)</p>
 <p>Fig. 4.18. Preparación apoyo</p>	<p>El pie termina su oscilación justo un poco por delante de la rodilla.</p> <p>La pierna se mantiene ligeramente flexionada por la rodilla (no llega a estar totalmente extendida).</p> <p>El muslo comienza a descender, lo que provoca el inicio de una aceleración del pie hacia atrás.</p>



Posición de la cabeza.

La cabeza no debe moverse mientras corremos y se mantendrá en línea con el tronco en una posición cuyo campo de visión se sitúe entre los brazos. La mirada debe fijarse unos tres metros por delante del atleta.

Posición de los hombros.

Deben aparecer levemente redondeados, permitiendo que los brazos y codos se muevan cómodamente alrededor de ellos.

Existe un defecto bastante común entre los corredores de medio fondo según el cual sus hombros, al correr, adoptan una posición similar a la de “firmes” en las maniobras militares. Con los hombros en esta posición, los brazos y codos se pegan y enganchan al tronco y no se utilizan. Es un defecto bastante común en los corredores que giran sus pies hacia fuera cuando corren.

Posición de la espalda.

Debe mantenerse erguida, no debe curvarse dando la sensación de transportar una carga pesada. Su posición estará en sintonía en todo momento con la cadera.

Acción de los brazos.

Deben oscilar de manera relajada alrededor de la articulación de los hombros. Cuando el movimiento de los brazos se produce de forma natural lo codos permanecen separados del tronco entre 7 y 10cm. Si los atletas corren a ritmo lento sus brazos se pueden mover ligeramente alrededor del tronco con el fin de facilitar la estabilidad de la zona central. Sin embargo, cuando los corredores aumentan su velocidad necesitan que los brazos suban más arriba y sus codos aumenten su amplitud por detrás. Hay atletas de fondo y medio fondo que sin elevar

excesivamente los brazos, compensan muy bien este gesto utilizando los codos el antebrazo y la mano para realizar una acción muy parecida a la de los nadadores cuando introducen el brazo en el agua y lo desplazan hacia atrás. Ese tirón hacia atrás genera un movimiento muy provechoso hacia delante en el tronco.

Acción de las manos.

Las manos deben mantenerse sin tensión para no generar cansancio en los antebrazos (habitualmente se aconseja que el dedo pulgar se mantenga en contacto con la primera falange del primer dedo).

Aunque se puede mover ligeramente la muñeca para aprovechar la inercia del movimiento, no conviene hacerlo en exceso pues suele ser un síntoma de debilidad o cansancio.

Posición de la pelvis.

Debe estar inclinada hacia delante para facilitar el movimiento de la pierna que sube mientras la pierna contraria vuelve atrás.

Para ayudar a conseguir o acercarse en lo posible a ese modelo de técnica de carrera que se considera ideal en un corredor de medio fondo, suelen aplicarse una serie de trabajos de fuerza que buscan conseguir ese objetivo final incidiendo principalmente sobre cuatro puntos:

- Desarrollo de la fuerza específica de las piernas.
- Potenciación dinámica de la articulación del tobillo y del pie.
- Desarrollo de la fuerza en la zona central.
- Adquisición de patrones de movimiento que ayuden a mejorar la forma de correr.

Desarrollo de la fuerza específica de las piernas.

Existen trabajos, algunos ellos ya expuestos, que tienen como objetivo potenciar y equilibrar los diferentes grupos musculares que intervienen en la acción de correr. Un desarrollo equilibrado de los citados músculos hace que sus acciones sean más coordinadas y redunden en una técnica de carrera más eficaz.

Ello se puede lograr con trabajos que ya conocemos como pueden ser el entrenamiento en cuestas, el entrenamiento en circuito o la pliometría, o con otros que presentaremos más adelante como, por ejemplo, la utilización de ejercicios con halteras o con máquinas (isocinéticos).

Potenciación dinámica de la articulación del tobillo y del pie.

Analizando el modelo técnico del corredor de medio fondo decíamos que era muy importante poseer un pie muy sensible al contacto con el suelo y a la vez muy dinámico. Cada vez es más elevado el número de atletas que sienten preocupación por este problema.

Dentro de la documentación manejada para la realización de este trabajo, hemos podido constatar que dos de los atletas españoles que en la actualidad tienen un nivel más relevante, Arturo Casado y Natalia Rodríguez, sienten gran preocupación por este asunto y como consecuencia de ello aplican a lo largo del año una serie de ejercicios encaminados a mejorar la eficacia de dichas articulaciones.

Como siempre, suele presentarse una gama amplia de ejercicios y posibilidades para la potenciación de pies y tobillos, entre los que cada atleta suele seleccionar un número reducido en función de lo que él cree más conveniente para sus necesidades.

Se pueden proponer ejercicios con los que utilicemos diferentes zonas del pie para contactar con el suelo, como por ejemplo:

- Caminar sobre los talones.
- Caminar de puntillas
- Caminar iniciando el contacto sobre el talón y terminándolo sobre las puntas
- Caminar con el tronco ligeramente inclinado hacia delante y sin despegar los pies del suelo.
- Caminar sobre el borde externo o interno del pie, etc.

En otras ocasiones se buscan ejercicios que fortalezcan los músculos de la bóveda plantar. Para ello, suelen proponerse ejercicios que buscan la mejora de la fuerza en los músculos flexores de los dedos del pie o actividades que desarrollen la capacidad motriz de la zona como controlar o manejar objetos pequeños.

Quizá los ejercicios más utilizados son aquellos de carácter reactivo en los que se trata de bloquear las articulaciones de la cadera y la rodilla y se realizan desplazamientos en distintas direcciones utilizando especialmente los músculos del pie y el tobillo:

- Saltos con piernas extendidas y pies juntos con desplazamientos en diferentes direcciones.
- Desplazamientos con saltos alternos sobre un pie u otro con piernas extendidas y diferentes direcciones.

-Carreras hacia delante o hacia atrás con las piernas extendidas y apoyando en el suelo exclusivamente la parte anterior del pie.

Desarrollo de la fuerza en la zona central.

La importancia de la zona central en la técnica de carrera nace del hecho de que es el lugar en el que se concentran y apoyan las fuerzas impulsoras de los brazos y las piernas. Una zona central bien desarrollada desde el punto de vista muscular, ayudará a generar movimientos coordinados, fuertes y simétricos alrededor del tronco del atleta y le facilitaría el control de ciertos aspectos como:

- Mantener un ritmo adecuado y económico de carrera.
- Lograr una apropiada distribución de fuerzas.
- Conseguir una absorción adecuada de las fuerzas de impacto en el suelo.
- Eliminar las fuerzas que puedan provocar compresión, traslación o deformación en las articulaciones que conforman la cadena cinética.

Por el contrario, cuando la musculatura de la zona central no se encuentra suficientemente desarrollada, puede traer como consecuencia una descoordinación generalizada en los músculos de la zona, que tendría como efecto la utilización de movimientos poco eficaces, el empleo de patrones motores que, al tratar de compensar los posibles desequilibrios, aumentarían la tensión en ciertas zonas generando sobrecargas, que pueden llegar a provocar lesiones.

Dentro de los músculos que recubren y soportan la zona lumbar, la pelvis y la cadera, podemos distinguir dos grupos:

Uno situado en el plano más profundo y cercano al eje de rotación de los segmentos espinales, con un predominio de fibras de contracción lenta, cuya función consiste, por una parte, en mantener la rigidez apropiada de la columna vertebral y, por otra, en responder de una forma más eficaz a los cambios de postura, tratando de controlar y contrarrestar los efectos de las fuerzas externas que inciden sobre nosotros cuando nos desplazamos.

El segundo grupo está situado en un plano más superficial, con un mayor porcentaje de fibras de contracción rápida, que accionan palancas y arcos de movimiento grandes, están especializadas en la producción de grandes momentos de fuerza y tienen una mayor predisposición hacia las acciones rápidas y explosivas.

Como es natural, sería necesario, para realizar un trabajo completo y eficaz, desarrollar de forma equilibrada ambos grupos musculares y para ello, suelen utilizarse dos métodos de trabajo con características y connotaciones diferentes:

El Método tradicional.

Que sigue siendo el que tiene una mayor aceptación entre los atletas; se basa en ejercicios más analíticos cuyo efecto se orienta hacia zonas concretas buscando un desarrollo muscular local.

Los ejercicios que suelen proponerse con este método pueden clasificarse de la siguiente forma:

a-. Ejercicios localizados sobre la zona abdominal (figura 4.20)

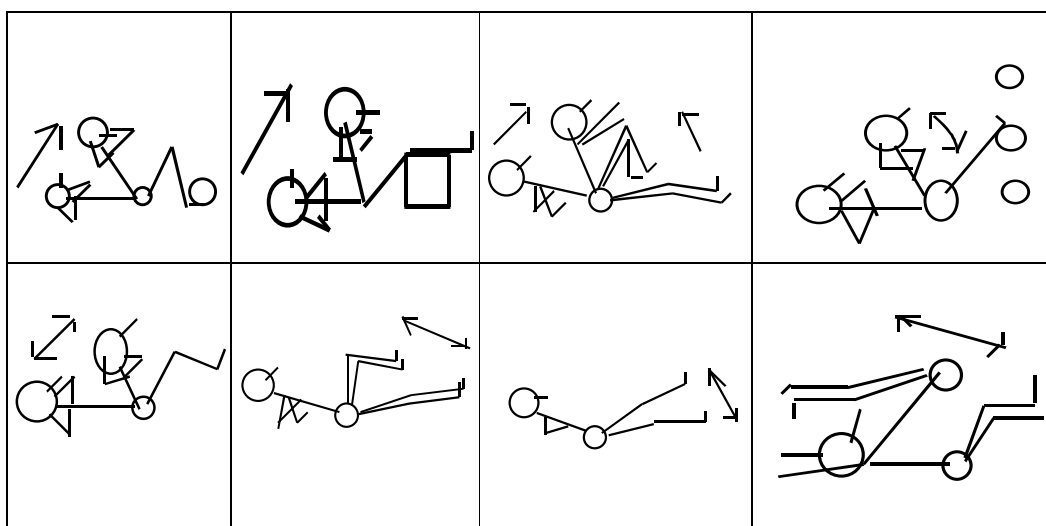
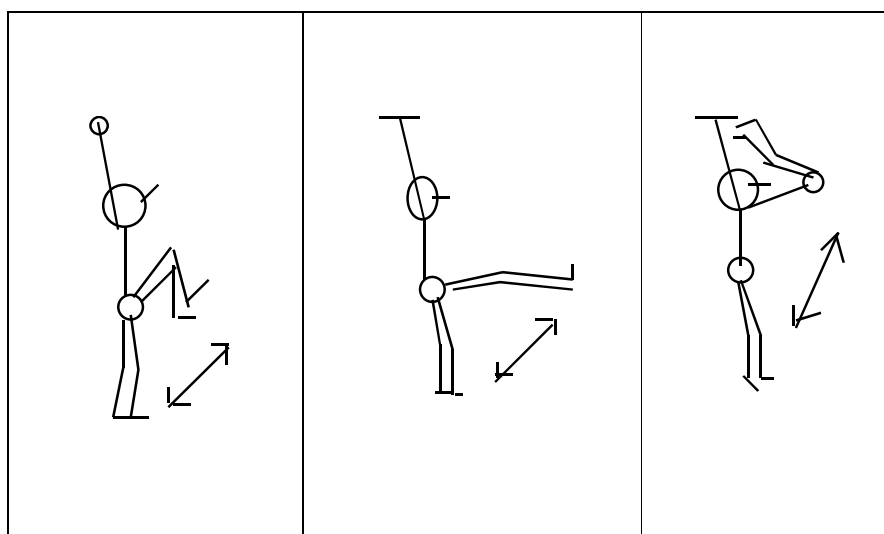


Figura 4.20. Ejercicios para la zona abdominal.

b-. Ejercicios más globales suspendidos de una barra (Figura 4.21)



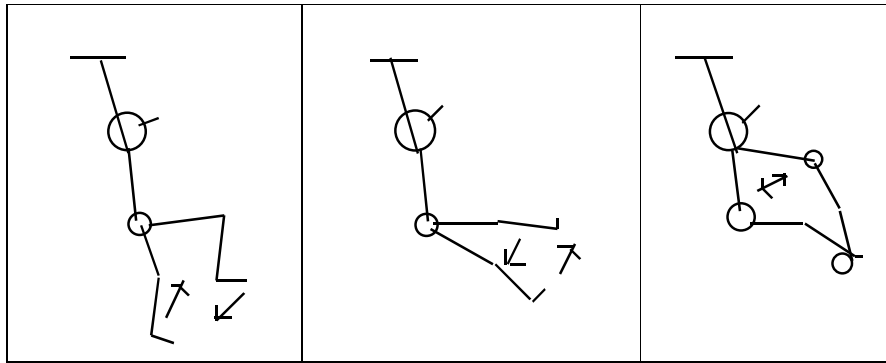


Figura 4.21. Ejercicios globales para la zona media (suspendidos sobre barra)

c-. Ejercicios localizados sobre la zona lumbar (figura 4.22)

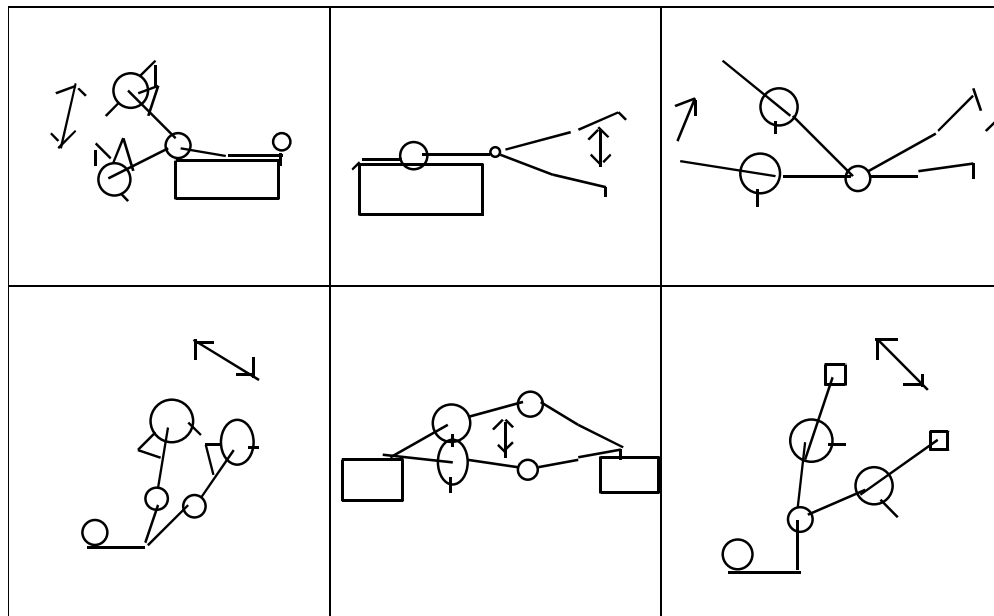


Figura 4.22. Ejercicios para la zona lumbar.

El Método Moderno.

Basado en investigaciones actuales, que nos han mostrado desconocidos comportamientos de los músculos de la zona y el papel que desempeña cada uno de ellos en la acción de correr.

Este método conecta entre sí tres tipos de actividades:

1°. Trabajos de localización y establecimiento de la movilidad normal del músculo, haciendo, al potenciar su funcionalidad, que adquiera su longitud habitual, y, además, su máxima amplitud en el arco de movimiento. Para ello, suelen utilizarse técnicas que parten de la “*facilitación neuromuscular propioceptiva*” (FNM), y se caracterizan por la alternancia de momentos de tensión y relajación. Para la tensión se

utilizan contracciones isométricas y para la relajación estiramientos pasivos del músculo.

2º. Toma de conciencia de ciertas posturas y acciones musculares que buscarían un control consciente y activo sobre la zona con el fin de adquirir esquemas de movimientos básicos y eficaces que mejoren no solo la estabilidad de la misma sino también su coordinación.

3º. Fortalecimiento muscular general, que debe comenzar con un aprendizaje de la estabilización de la pared abdominal. Es fundamental para mantener la zona lumbar en una posición neutral entre la flexión y la extensión, así se mantiene la curvatura natural de la columna.

Suelen recomendarse, en un primer momento, trabajos basados en contracciones isométricas submáximas de las tres capas de la pared abdominal (rectos, oblicuos y transversos). Después de estos ejercicios básicos, con los que se enseña al atleta a activar su musculatura más profunda, se van agregando trabajos que completarán el desarrollo funcional de la zona.

El programa puede comprender los siguientes pasos:

-Estabilidad fundamental lumbo-pélvica.

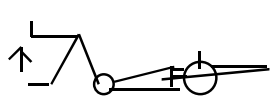
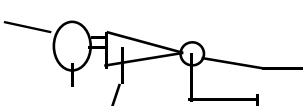
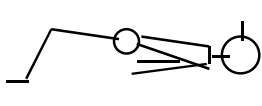
-Estabilidad lumbo-pélvica avanzada.

-Desarrollo del equilibrio y control motor.

- Entrenamiento de movimiento funcional.

-Estabilidad fundamental lumbo-pélvica.

Para este objetivo, se recomiendan ejercicios como los de la figura 4.23. En ellos, es fundamental que la pelvis no oscile para mantener la zona lumbar en posición neutral.

 <p>1.-Elevación de rodillas flexionadas en posición supino. Dirigido a los músculos: abdominales profundos y al control lumbo-pelvic.</p>	 <p>2.- Cuadrupedia con elevación alternada de brazos/piernas. Dirigido a los músculos: Estabilizador profundo de la columna y extensor de la columna lumbar.</p>	 <p>3.- Puentes. Son fundamentales para la estabilización de la zona central y el fortalecimiento de los glúteos.</p>
---	---	--

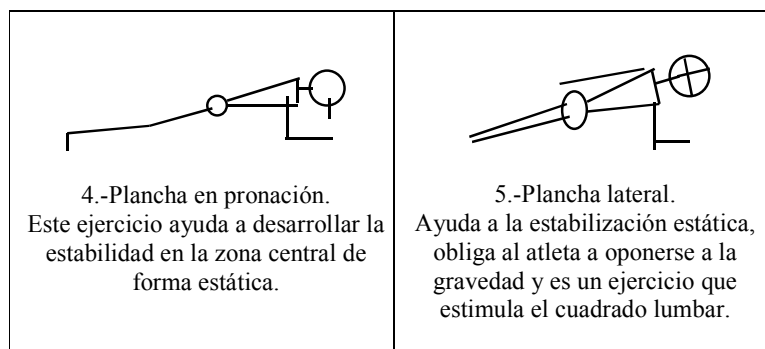


Figura 4.23. Ejercicios de estabilidad lumbo-pélvica

- Estabilidad lumbo-pélvica avanzada.

Demostrada una buena estabilidad en los ejercicios estáticos propuestos anteriormente, se pasa a ejercicios dinámicos utilizando el balón suizo (fisioball). En ellos, el deportista debe luchar contra la gravedad y contra la inestabilidad que produce el balón, tratando, en todo momento, de mantener la posición neutra de la zona lumbar y el correcto alineamiento de la columna vertebral (figura 4.24)

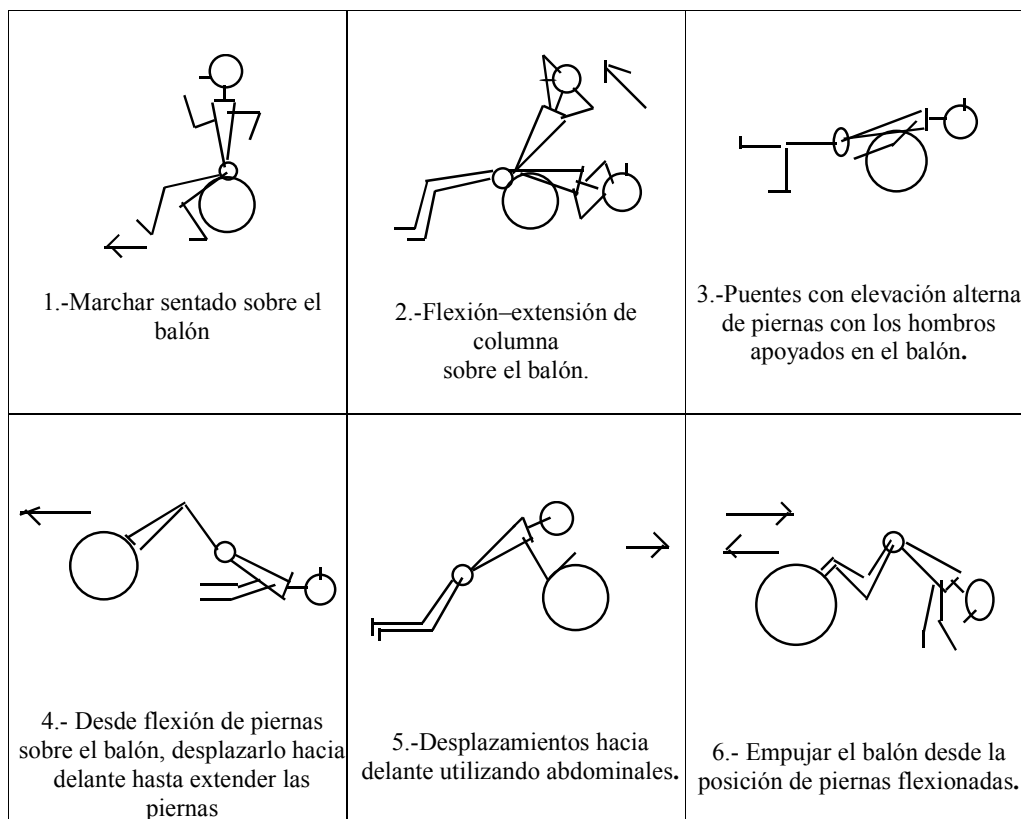


Figura 4.24. Ejercicios de estabilidad lumbo-pélvica avanzada.

- Desarrollo del equilibrio y control motor.

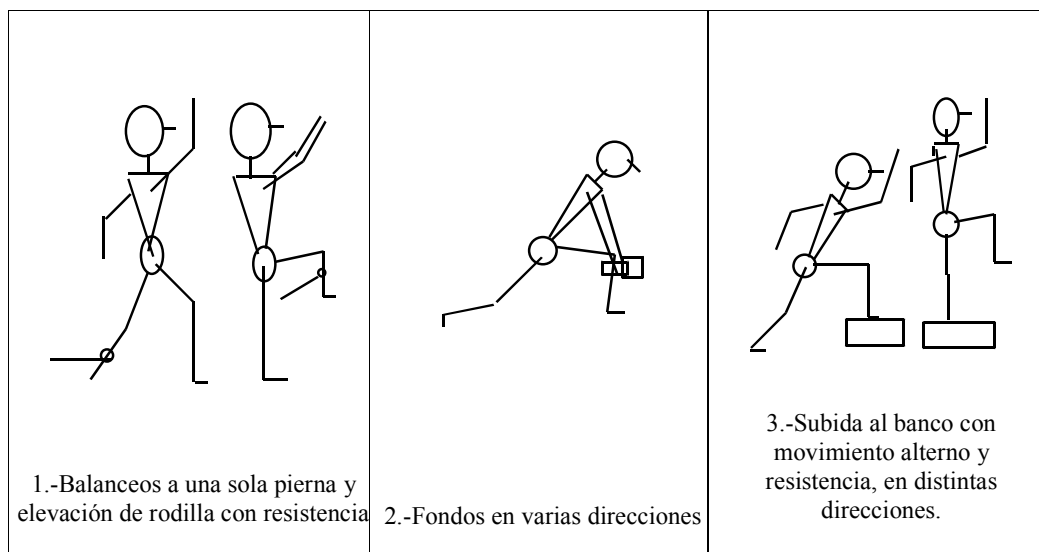
Este grupo de ejercicios requiere de un control reflexivo y utiliza una superficie inestable con el objeto de sacar provecho de los receptores de la planta del pie activando, al cambiar de postura, también los músculos del cuello, lo que contribuye a la regulación muscular. Suponen por tanto un buen medio de activación de los reflejos posturales.

Se pueden proponer los siguientes ejercicios:

- 1.- Sobre una tabla para balanceos, desplazamientos del tronco atrás y adelante.
- 2.- Sobre la misma tabla y apoyados sobre una pierna, balanceos del cuerpo en los tres planos.
- 3.-Transferencia de peso manteniendo una postura correcta. Este ejercicio consiste en caer sobre una o varias superficies inestables, tratando de que la alineación de la columna desde la cabeza al sacro sea la correcta.

- Entrenamiento de movimiento funcional.

Los movimientos funcionales exigen aceleraciones y equilibrio dinámico. Este tipo de ejercicios aplicados a la carrera requieren de la ejercitación, sobre una sola pierna, de movimientos resistidos en diagonal tanto de las extremidades superiores como inferiores y secuencias de movimiento en tres planos, como se muestra en la figura 4.25.



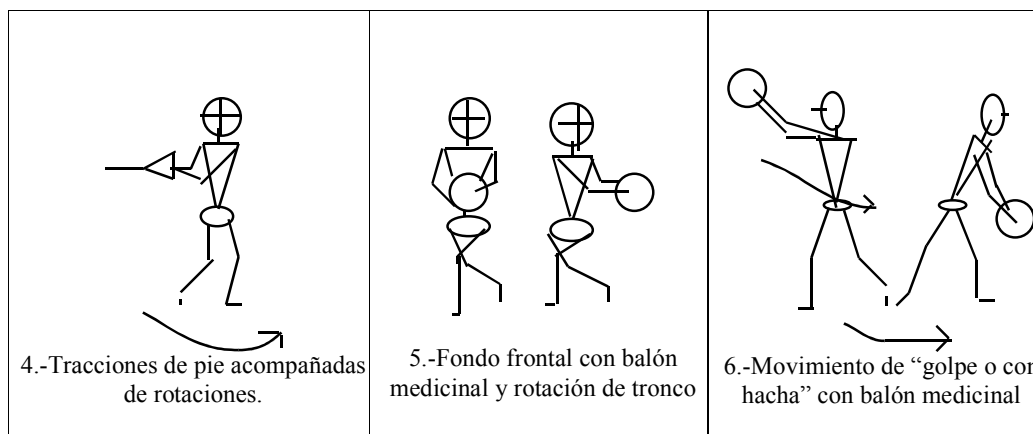


Figura 4.25. Ejercicios de potenciación de movimientos funcionales.

Adquisición de patrones de movimiento que ayuden a mejorar la forma de correr.

Uno de los problemas que plantea la mejora de la fuerza suele estar relacionado con la posibilidad de transferirla al gesto específico de la actividad física a la cual se pretende aplicar; en este caso la carrera de media distancia. El objetivo de los trabajos que vamos a exponer a continuación estaría relacionado con ese hecho: buscar una mejora en el gesto global de carrera que nos permita ser más eficaces en la aplicación de fuerza y a la vez mejorar la amplitud del gesto, su economía y sincronización.

Habitualmente cuando se programan este tipo de ejercicios se pretende mejorar en algunos de los aspectos siguientes:

Mejorar la técnica del pie.- Con estos ejercicios, que suelen ser de tipo reactivo, buscamos, en unos casos, potenciar la eficacia en la aplicación de fuerza el complejo pie-tobillo y, en otros, aumentar la resistencia del tobillo a la flexión o desarrollar la habilidad motriz del pie.

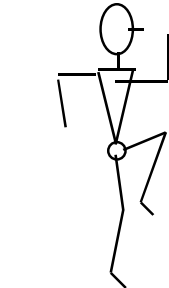
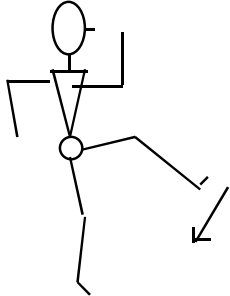
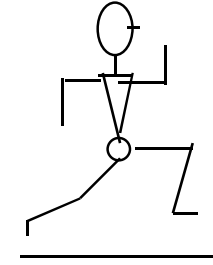
Mejorar desde el punto de vista mecánico el ciclo de la pierna.- Se trata de conseguir que la toma de contacto con el suelo sea lo más dinámica posible mejorando la fase de impulsión, incidiendo sobre la capacidad de fijación e inmovilización de la cadera o aumentando la movilidad de la cadera tanto en situación de anteversión como de retroversión.

Potenciar el papel de los segmentos superiores.- Los brazos, en el momento de la carrera, realizan una acción complementaria de tipo pendular que refuerza en cierta medida el papel propulsor de las piernas, pero, además,

tienen un papel de aligeramiento general, al incidir positivamente sobre la relajación y la fluidez en la forma de correr.

Facilitar la sincronización entre la acción de correr y la actividad respiratoria.- Con este tipo de ejercicios se puede hacer compatible un trabajo de concienciación respiratorio que redunde en un aumento de la fuerza de espiración y mejore a la vez la sincronización entre la espiración voluntaria y bucal y la inspiración automática y refleja. Del mismo modo, se puede desarrollar la capacidad de acoplamiento entre el tempo de la zancada y el proceso respiratorio.

En la figura 4.26 se exponen una serie de ejercicios utilizados para lograr los propósitos expuestos anteriormente:

<p>Skipping elevando rodillas.- Van encaminados a potenciar la reactividad del pie, mejorar la amplitud de la zancada por delante. Favorecen la sincronización de las acciones de carrera con frecuencias altas e inciden sobre la acción de los brazos en carrera.</p>	
<p>Skipping elevando y extendiendo rodillas por delante.- como el ejercicio anterior incide sobre la amplitud de zancada, la sincronización de acciones y la acción de péndulo de los brazos. Pero potencia en mayor medida la acción de tracción del pie en el suelo, haciéndola más dinámica.</p>	
<p>Skipping, simulando segundos saltos de triple en velocidad.-Potencian la acción de los brazos en carrera, la fase de impulsión y el dinamismo del pie en el momento del apoyo en el suelo.</p>	

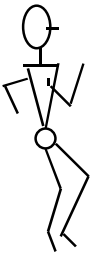
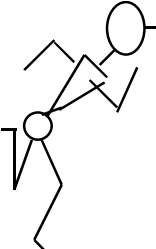
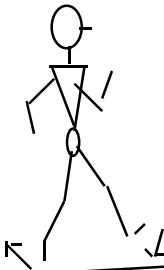
<p>Skipping de tobillos.- Las rodillas apenas se elevan. Se busca máxima frecuencia y se trata de localizar la acción en el tobillo con el objeto de potenciar su función de muelle en carrera y su reactividad.</p>	
<p>Skipping talón-glúteo.- Este ejercicio incide sobre la fase posterior de la carrera, buscando el dinamismo de los músculos extensores de la cadera y flexores de la rodilla y máxima amplitud en el movimiento del talón desde el momento que el pie abandona el suelo.</p>	
<p>Skipping con piernas extendidas.- Se avanza con las piernas extendidas, tratando de localizar la acción en el tobillo con el fin de potenciar la acción de tracción del pie en el apoyo</p>	

Figura 4.26. Ejercicios para la mejora de la técnica de carrera.

Además de estos ejercicios clásicos, se suelen utilizar combinaciones entre ellos, como las que expondremos a continuación, con el objeto de adquirir máxima habilidad en el gesto de correr:

- Carreras en las que se comienza con skipping elevando rodillas y se termina corriendo a máxima velocidad.
- Carreras que se inician saltando y se aumenta progresivamente la frecuencia tratando de mantener la amplitud para terminar corriendo de forma natural.
- Carreras con zancadas en las que se marca el efecto muelle con el objeto de mejorar las estructuras elásticas. En este tipo de carreras, se pone el acento también en la amplitud del movimiento durante todo el recorrido de la pierna.

-Carreras en las que se aumenta o disminuye paulatinamente la longitud de la zancada.

-Carreras en línea recta pisando sobre la pintura que delimita las calles. Son muy adecuadas para desarrollar el equilibrio dinámico en carrera.

A veces estos ejercicios se realizan de forma extensiva, tratando de desarrollar la fuerza resistencia.

4.3.6.-Desarrollo de la fuerza del corredor de medio fondo con medios tradicionales de halterofilia y con ejercicios isocinéticos.

Siempre que se plantea la posibilidad de desarrollar la fuerza del corredor de medio fondo con este tipo de medios aparece una cierta controversia en el campo del entrenamiento atlético, controversia que surge del hecho, ya señalado en este trabajo, de que la mayoría de los técnicos de atletismo y expertos en temas de entrenamiento deportivo consideran que, en sus extremos, los ejercicios de fuerza y los ejercicios resistencia suponen formas opuestas de trabajo.

Mientras los ejercicios clásicos de fuerza involucran a grandes grupos musculares que realizan un número relativamente pequeño de contracciones musculares para desarrollar la fuerza máxima, ocurre que los trabajos de resistencia se sustentan sobre un gran número de contracciones submáximas que tienen como objetivo prioritario aumentar el máximo consumo de oxígeno (VO₂ max).

El entrenamiento de resistencia no aumenta habitualmente la capacidad de producción de fuerza de los músculos y el entrenamiento de fuerza no induce a un aumento del VO₂ max. Esta diferencia ha originado que un número considerable de entrenadores sean reticentes a utilizar estos medios como forma de desarrollo de la fuerza en los deportistas de medio fondo.

Sin embargo, últimamente se observa una cierta tendencia al cambio y es cada día mayor el número de atletas de medio fondo que utilizan las “pesas y las máquinas” para desarrollar su fuerza específica. En ello, ha influido sin duda la publicación de ciertos trabajos de investigación que demuestran con rigor que los trabajos concurrentes de fuerza y resistencia pueden ser beneficiosos para especialistas de medio fondo.

De los estudios realizados por Dualey y Djamil. (1985), Hickson et al. (1980), Dudley y Fleck. (1987) y Suslov (1997), se pueden extraer una serie de conclusiones

sobre la utilización de los medios tradicionales de halterofilia, entre ellas, las siguientes:

- *El entrenamiento simultáneo de fuerza y resistencia induce a aumentos tanto de la fuerza muscular como de la potencia aeróbica.
- *El aumento de la potencia aeróbica en atletas que desarrollan simultáneamente la fuerza y la resistencia es muy similar al de aquellos que trabajan con exclusividad la resistencia.
- *El desarrollo de la fuerza en los atletas que hacen compatibles los trabajos de resistencia y fuerza muestra un índice de eficacia menor que el observado en aquellos deportistas que se centran con exclusividad en el desarrollo de la fuerza. Dicha eficacia disminuye cuanto más se prolongan en el tiempo los trabajos concurrentes y comienza a ser sensible a partir de la 5ª o 7ª semana de entrenamiento.

Los resultados de estudios como los mencionados y otros que se han realizado más recientemente han servido para encauzar el desarrollo de la fuerza con este tipo de medios en corredores de media distancia llegando a conclusiones que en estos momentos son aceptadas por prácticamente toda la comunidad atlética.

Algunas de esas evidencias serán expuestas a continuación:

- Es obvio que los trabajos de fuerza mejoran las propiedades elásticas y reactivas de los músculos implicados. Este hecho facilita que dichos músculos restauren más fácilmente la energía mecánica que se necesita durante la carrera. Por eso, se debe prestar especial atención a los grupos musculares que tienen una participación más decisiva, desarrollando su fuerza por encima de las demandas de la competición para hacerlos más eficaces.
- Existe cierta disparidad de criterios a la hora de seleccionar los ejercicios que se consideran más apropiados y en la forma de imbricarlos dentro del plan general de trabajo. No obstante, la corriente mayoritaria considera que el entrenamiento excesivo de la fuerza máxima y la fuerza velocidad puede resultar perjudicial para corredores de medio fondo y fondo.

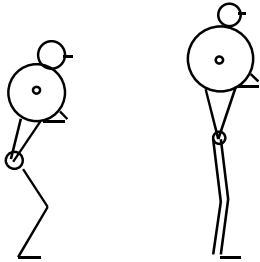
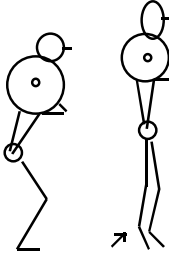
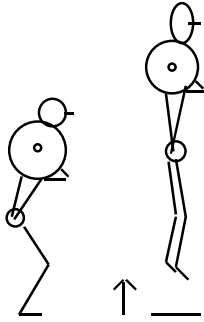
La razón que se da al respecto guarda relación con la posibilidad de que se puedan producir cambios en las fibras musculares, convirtiéndose las fibras glucolíticas oxidativas en fibras glucolíticas rápidas. Este hecho supondría un problema ya que llevaría consigo una disminución del

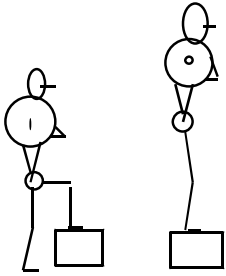
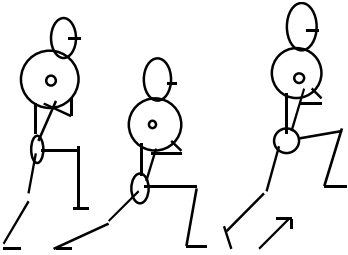
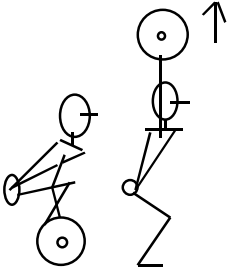
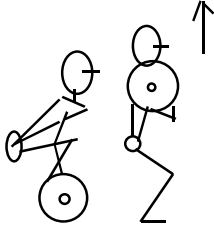
- volumen de las mitocondrias, acompañado de una hipertrofia miofibrilar y redundaría en una disminución de la capacidad oxidativa del músculo.
- Por la misma razón, los deportistas que practiquen actividades que necesiten en gran medida la fuerza absoluta y la fuerza rápida no deben utilizar grandes volúmenes de entrenamiento de resistencia.
 - Cierta desarrollo de la fuerza en la parte superior del cuerpo ayuda a retrasar la fatiga de los músculos posturales y de los brazos durante la carrera. La fatiga temprana de dichos grupos musculares puede reducir la eficacia del movimiento y aumentar la demanda de oxígeno para correr debido a que sería necesario reclutar unidades motrices adicionales que intervendrían para subsanar el problema.
 - Se debe proporcionar un tipo de fuerza que evite la hipertrofia muscular, pero que sea capaz de crear una base física que permita mejorar la habilidad y la potencia muscular de tal manera que les ayude a llevar un ritmo de aplicación de fuerza adecuado a las exigencias coyunturales de la prueba. Se considera, pues, que los corredores de medio fondo no necesitan “músculos voluminosos” para cubrir las necesidades fisiológicas que exige la especialidad.
 - Existe, no obstante los puntos anteriores, el convencimiento generalizado dentro del ambiente atlético de que, los ejercicios de fuerza que pueden aplicarse utilizando los instrumentos de halterofilia, no son los más adecuados, desde el punto de vista mecánico, para los corredores, pues la forma de desarrollarse las acciones en cada una de las actividades es muy distinta. Esto generará dificultades para transferir la fuerza por lo que será necesario acompañarlos de algún tipo de trabajo que lo facilite.

Antes de exponer los ejercicios que se utilizan habitualmente y teniendo en cuenta los tiempos de acción y los tiempos de reposo de cada uno de los grupos musculares que intervienen en carrera, convendría señalar que parece que son precisamente los músculos propulsores de la cadera los que tienen menor tiempo de reposo y por eso, son los más susceptibles a la fatiga. Si tenemos en cuenta que la fatiga induce a reducir la amplitud de la zancada, será fundamental el reforzamiento de estos grupos musculares ya que su fuerza y su función está directamente asociada a la amplitud.

Otros músculos no están afectados de manera tan significativa por la fatiga y necesitan una resistencia muscular de carácter local. Ellos serán el objeto prioritario de los trabajos de fuerza basados en la utilización de movimientos tradicionales de halterofilia. No significa esto que en los trabajos con “pesas” no se preste atención a los músculos propulsores de la cadera, pues pueden necesitar un reforzamiento especial que complemente el trabajo de fuerza resistencia especialmente pensado para ellos cuando se corre en cuesta o se hacen multisaltos.

En la figura 4.27 se presentan los ejercicios que se suelen utilizarse con mayor asiduidad, y que ya conocemos por su aplicación en velocidad:

<p style="text-align: center;">Semi-squat.-</p> <p>Suele utilizarse como medio para desarrollar la fuerza máxima en los músculos extensores de la rodilla y la cadera.</p>	
<p style="text-align: center;">Semi-squat de puntillas.-</p> <p>Tiene objetivos parecidos al anterior, pero implica además a la articulación de tobillo. Es más dinámico y necesita una dosis de coordinación mayor.</p>	
<p style="text-align: center;">Semi-squat en salto.-</p> <p>Al despegar del suelo se realiza no solamente un trabajo concéntrico de fuerza en los músculos implicados, sino también excéntrico. Posee, además, un elevado dinamismo y cierta reactividad.</p>	

<p>Semi-squat con subida a banco.-</p> <p>El ejercicio se realiza sobre una pierna, con lo cual se da un tipo de coordinación más parecida a la mecánica de carrera. El nivel de aplicación de fuerza suele ser mayor.</p>	
<p>Fondos.-</p> <p>Son acciones en las que se busca el fortalecimiento muscular en todo el recorrido de la pierna en carrera. Especialmente en los momentos en los que es necesario romper la inercia.</p>	
<p>Arrancada.-</p> <p>Es un ejercicio que busca el desarrollo global de la fuerza. Está basado en una acción muy explosiva que busca reclutar un elevado número de unidades motoras de forma inmediata.</p>	
<p>Cargada.-</p> <p>Ejercicio que también busca la activación inmediata de unidades motrices y el desarrollo global de fuerza. Al dejar las pesas a la altura de la barbilla, incide sobre pectorales y flexores de brazos.</p>	

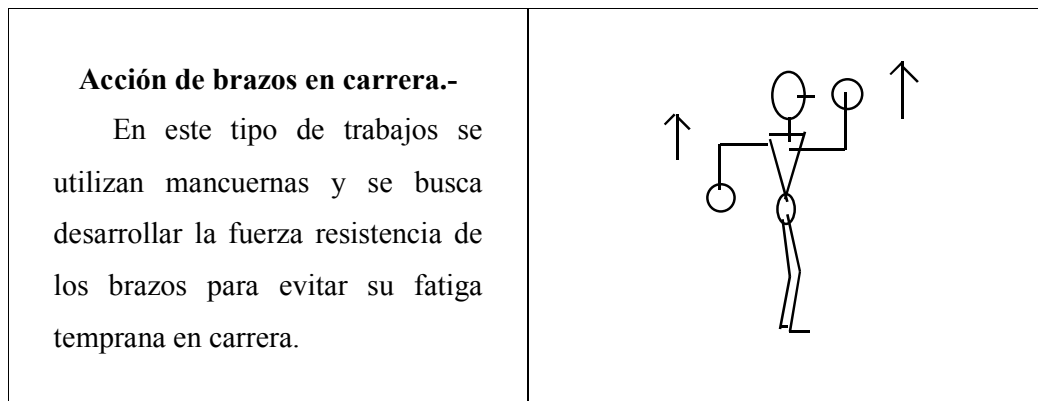


Figura 4.27. Ejercicios con halteras para el desarrollo de la fuerza en medio fondo

Respecto a la posibilidad de utilizar ejercicios “isocinéticos”, conviene señalar que este tipo de trabajos se realiza utilizando artefactos mecánicos que, a través de diferentes sistemas, permiten acciones musculares que se desarrollan a velocidad constante durante todo el arco de movimiento. En esta forma de ejercitación suele producirse una fase de aceleración al inicio del movimiento. Posteriormente, cuando se alcanza una cierta velocidad angular, las máquinas tienen dispositivos que son capaces de ofrecer mayor o menor resistencia, siempre en consonancia con los niveles de fuerza que el deportista es capaz de generar en cada momento del arco de movimiento y así se consigue mantener una velocidad constante durante toda la acción.

Se considera muy recomendable esta forma de desarrollo de la fuerza en los procesos de rehabilitación y fortalecimiento muscular, pues obliga al músculo a generar tensión durante todo el recorrido articular. Sin embargo, en el campo del entrenamiento deportivo se le suelen poner reparos en relación a tres capacidades motrices:

- la velocidad,
- la capacidad de aceleración y
- la coordinación.

En cuanto a la posibilidad de hacer movimientos rápidos, el problema será cada vez menor pues en estos momentos existen máquinas regulables en las que la velocidad angular puede variar entre 0 y 200 grados de movimiento por segundo, cuando las velocidades reales en pruebas atléticas no suelen superar los 100 grados de movimiento por segundo. Este tipo de ejercicios, desde el punto de vista mecánico, tienen ciertas similitudes con algunas actividades deportivas como pueden ser el remo o

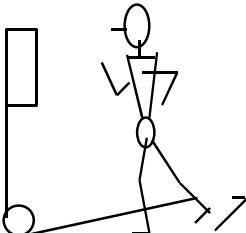
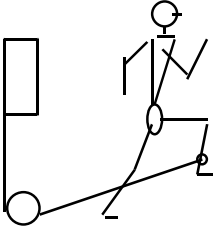
la natación en las que el agua ejerce una fuerza constante y uniforme. En estos casos, cuando nosotros aumentamos la fuerza a través del remo o la mano, el agua ejercerá mayor resistencia.

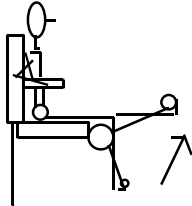
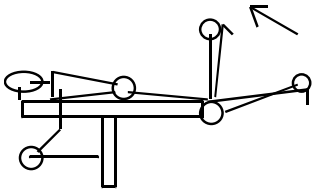
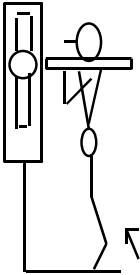
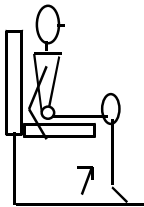
Sin embargo, en el caso que nos ocupa, de los corredores de medio fondo, la mayor parte de las acciones consisten en vencer inercias y generar aceleraciones, por lo que su forma de desarrollo difiere bastante de la forma de generar fuerza a través de los ejercicios isocinéticos.

En cuanto a los problemas de coordinación apuntados, tienen que ver con varios aspectos:

- Las máquinas trabajan músculos específicos de forma aislada, con lo que se pierde el sentido sinérgico de la globalidad del movimiento.
- El tipo de patrones de movimiento utilizados que, en el caso de los ejercicios isocinéticos, serían uniaxiales.
- La dificultad de reclutamiento de los músculos sinérgicos y estabilizadores como consecuencia de la necesidad de utilizar acciones bruscas en los inicios del movimiento para romper la inercia.

A pesar de lo expuesto anteriormente la mayor parte de los medio fondistas y fondistas utilizan este tipo de trabajo para desarrollar su fuerza específica (figura 4.28).

<p>Extensión de la cadera.-</p> <p>Este ejercicio va dirigido a desarrollar la fuerza resistencia en los músculos propulsores de la cadera, decisivos en la fase de impulsión</p>	
<p>Flexión de la cadera.-</p> <p>Con este trabajo se pretende fortalecer los flexores de la cadera. dichos músculos son muy importantes en el recorrido anterior de la pierna y ayudan a mantener la cadera elevada.</p>	

<p>Extensión de la rodilla.-</p> <p>Con acciones similares a esta, desarrollamos la fuerza local del cuadriceps, músculo fundamental en la toma de contacto del pie con el suelo y en la extensión de la pierna.</p>	
<p>Flexión de la rodilla.-</p> <p>Este ejercicio desarrolla la fuerza de los isquiotibiales que realizan el recobro del talón cuando este despega del suelo.</p>	
<p>Extensión de tobillos.-</p> <p>Es importante desarrollar la fuerza en los gemelos y el sóleo porque son los músculos que el momento en el que el peso del cuerpo está sobre el apoyo, iniciarán la impulsión.</p>	
<p>Extensión de tobillos.-</p> <p>Es una variante del ejercicio anterior desde la posición de sentados. En esta situación el sóleo tiene un mayor protagonismo y es una buena forma de reforzarlo.</p>	

Ejercicios con plataformas.-

Es una forma de utilizar la fuerza de la gravedad para desarrollar la fuerza de los flexores y extensores de la rodilla y cadera, y con las piernas extendidas también de los gemelos.

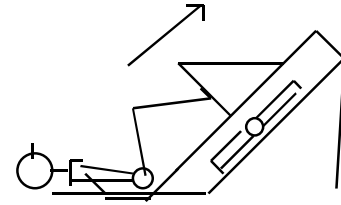


Figura 4.28. Ejercicios isocinéticos de desarrollo de la fuerza en corredores de medio fondo

4.4.-DISTRIBUCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE FUERZA EN EL PLAN ANUAL DE LOS ATLETAS DE 800M.L y 1500M.L.

Entendiendo el entrenamiento como un proceso de adaptación del organismo en el que se observan componentes biológicos, psicológicos y cognitivos, es importante tener en cuenta cómo se ordenan a lo largo de la temporada las diferentes actividades y ejercicios para que dicho proceso sea lo más fructífero posible.

Desde los postulados de la “Teoría del Entrenamiento Deportivo” se da una gran importancia al orden que se establece para los diferentes contenidos del entrenamiento, la época de la temporada en la que se incluye, la intensidad y frecuencia de estímulos que se recomiendan, el volumen de trabajo que se considera más conveniente, etc. Por esta razón hemos considerado de gran importancia hacer un seguimiento de estas características con cada uno de los contenidos de fuerza que hemos analizado anteriormente.

De cada contenido hemos considerado oportuno analizar lo siguiente:

- Época de la temporada en que se programa.
- Frecuencia con la que se repite a lo largo del micro ciclo semanal.
- Ejercicios y actividades que se proponen.
- Variación de volúmenes e intensidades en el transcurrir de la temporada.
- Actividades con las que se combina en cada sesión.

4.4.1.- Entrenamiento en cuestras.-

Debemos comenzar diciendo que prácticamente todos los corredores de medio fondo, sean de 800 o 1500m, utilizan en algún momento de la temporada las carreras en cuesta como medio de desarrollo de la fuerza.

No obstante, por lo significativo y como caso curioso, diremos que Natalia Rodríguez, poseedora del record de España femenino de 1500m.l, que, además, ha logrado muy buenas actuaciones en competiciones de carácter internacional no utiliza habitualmente este tipo de trabajo. Nos parece, también, oportuno señalar que la propuesta inicial de Arthur Lidlar, consistente en el ascenso y descenso alternado de colinas con un trote intercalado de aproximadamente dos minutos, apenas se utiliza. Por último, añadiremos que un número considerable de corredores prescinde en la actualidad de las carreras en descenso.

Actualmente se ha adoptado, casi con unanimidad, la estructura interválica como esquema de trabajo en las sesiones de cuestas.

En cuanto al periodo de la temporada en el que se incluyen este tipo de contenidos, la tendencia mayoritaria utiliza los periodos de tiempo comprendidos entre octubre y febrero y abril y julio, cesando en su práctica durante los dos periodos competitivos de la temporada: invierno (febrero y marzo) y verano (julio y agosto).

No obstante, existen algunos casos de corredores como Ovet, Cram o José Luis González (plusmarquista español de la milla) que concentraban este tipo de entrenamientos en una fase de la temporada: Ovet y José Luis González utilizaban el periodo invernal para hacer trabajo en “circuito”, mientras las cuestas las realizaban en el periodo precompetitivo. Por su parte, Steve Cram, de octubre a febrero, gustaba de correr por el campo aprovechando los desniveles que le ofrecía el terreno para aumentar el ritmo, mientras, de febrero a mayo, utilizaba el entrenamiento tradicional de cuestas.

En cuanto a la frecuencia con la que se programan “las cuestas” dentro del micro ciclo semanal, la opción más común apunta a una única sesión por semana. Sin embargo, hay excepciones notables que convendría recalcar:

- Un cierto número de corredores, principalmente ochocentistas, suelen programar dos sesiones semanales.

- Los atletas africanos, que utilizan las cuestas como medio principal de desarrollo de su fuerza específica suelen realizar a lo largo de la semana tres tipos de sesiones diferentes:

 - Una de carrera continua con notables desniveles

 - Otra de tipo interválico con cuestas sobre distancias largas.

 - Y una tercera, con estructura interválica en distancias más cortas.

- El atleta español José Luis González concentraba todo su trabajo de cuestas en ocho semanas, lo hacía con el siguiente esquema:

 - 1ª semana una sesión de cuestas.

 - 2ª semana dos sesiones de cuestas.

 - 3ª semana tres sesiones de cuestas

 - 4ª a 8ª semana cuatro sesiones de cuestas.

- El entrenador español Julio Bravo, durante la concentración de, aproximadamente, diez días, que todos los años solía hacer con sus atletas en Canarias, en el periodo navideño, programaba tres sesiones de cuestas:

Carreras interválicas sobre toboganes.

Carreras cortas en cuesta sobre dunas de arena.

Carreras largas en cuesta sobre campos de golf.

En cuanto a los contenidos que conforman la sesión de entrenamiento, cuando se incluyen las cuestas, lo habitual es que se programen sesiones monográficas. No obstante, hemos observado que algunos entrenadores realizan, dicho día, una sola sesión de entrenamiento, mientras otros proponen dobles sesiones. En este último caso, lo más habitual es que las cuestas ocupen la sesión de la tarde, ya que por la mañana, se hacen trabajos aeróbicos de carrera continua.

Como siempre, suele haber excepciones a la tendencia general, entre las más reseñables están la del atleta francés Philippe Diem (3' 34'' 52 en 1500m.l), que en la sesión matinal tenía por costumbre realizar cuestas y por la tarde volvía a incluir de nuevo trabajo de fuerza (pesas y multisaltos), o las de la portuguesa Carla Sacramento, del inglés Steve Cram y del español Arturo Casado que incluían, junto a las cuestas, otros contenidos:

-La sesión de cuestas de Steve Cram se componía de:

2 x 1600m (el primero a ritmo lento y el segundo rápido)

2 x 1000m (lento, rápido, lento, rápido)

3 x (600m, lento + 400m, rápido)

1 x (200m, lento + 200m, rápido)

4 x 150m en cuesta (recuperación trotando)

4 x 60m en cuesta (recuperación trotando).

-Carla Sacramento iniciaba la sesión con un calentamiento largo, para a continuación realizar ejercicios de técnica de carrera sobre cuestas de 60 metros y terminaba haciendo entre 8 y 10 cuestas sobre distancias comprendidas entre los 150 y los 300m.

-Arturo Casado realiza las cuestas después de una primera parte relativamente larga de carrera continua. Posteriormente, trabaja ejercicios de fuerza elástica (multisaltos) y ejercicios de tobillos.

En cuanto al volumen de entrenamiento (número de repeticiones), distancias utilizadas, recuperación después del esfuerzo, intensidades de ejecución y evolución de dichos parámetros a lo largo de la temporada es muy difícil establecer líneas de actuación que puedan guardar cierta similitud.

En las distancias utilizadas por los corredores de 800m suele haber una mayor uniformidad. Cuando programan dos sesiones por semana, en una de ellas, suelen utilizar distancias más cortas y escarpadas (entre 20 y 60m), mientras, en la otra, la distancia oscilaría entre 100 y 250m. Estos mismos corredores, cuando utilizan una sola sesión semanal, suelen alternar estos dos tipos de distancias: una semana entrenan sobre cuestras cortas y, a la siguiente, sobre cuestras largas.

Por ejemplo, Patricia Djate, campeona de Europa de pista cubierta de 800m, utiliza en algún momento de la temporada dos sesiones, con distancias de entre 10 y 40m para las cuestras cortas y de 250m para las largas. Por otra parte, el entrenador australiano Steve Bennett propone, para corredores de 800m, alternar sesiones de cuestras largas, de hasta 400m, y con desniveles de un 5%, durante una semana, con otras de 100m y desniveles de un 17%, a la semana siguiente.

Entre los corredores de 1500m la variedad es mucho más amplia. Pondremos algunos ejemplos que nos puedan servir para apreciar la gama de posibilidades:

*Las corredoras rusas de 800 y 1500m utilizan indistintamente distancias muy variadas, comprendidas entre los 60 y 1000m.

*Los atletas africanos, que generalmente incluyen dos sesiones de cuestras por semana, hacen un día cuestras con distancias que se sitúan entre los 150 y los 300m y al otro reducen la longitud de las mismas, acotándolas entre los 60 y los 150m.

*Steve Ovett utilizaba las cuestras en el periodo pre-competitivo y siempre corría sobre una distancia de 500m.

*Hichan El Guerroudj variaba la distancia a lo largo de la temporada. Comenzaba con distancias interválicas cercanas a los 1000m en las que los últimos 150 o 200m eran en cuesta. Durante noviembre y diciembre, utilizaba distancias que oscilaban entre 300 y 600m . En enero utilizaba distancias de 300m.

Este mismo esquema lo repetía en la temporada al aire libre entre los meses de marzo y julio.

*Arturo Casado en el periodo preparatorio utiliza distancias de 60, 100 y 150m, y el resto de la temporada prescinde de la distancia de 150m.

En cuanto al número de repeticiones, no existen grandes diferencias. La mayor parte de los atletas programan entre 8 y 12 repeticiones. Aunque hemos

encontrado algunos casos, como los que señalaremos a continuación, en los que se sobrepasa con creces dicho número y así:

*Los atletas africanos, en las cuestas largas (150 a 300m), suelen realizar entre 20 y 30 repeticiones. Sin embargo, en las cuestas cortas (60 a 150), al hacerlas utilizando una intensidad más elevada, reducen el número de repeticiones situándolo entre 10 y 20.

*El español Arturo Casado (finalista en los campeonatos del mundo 2007), suele comenzar la temporada realizando 12 repeticiones. Sin embargo, en el periodo de máxima acumulación de trabajo, llega a realizar hasta 18, sobre cuestas que tienen una longitud de 100m.

El esquema de trabajo seguido, durante las sesiones de cuestas, suele seguir dos esquemas que, dependiendo de los objetivos del entrenamiento, pueden ser utilizadas indistintamente por corredores de ochocientos o mil quinientos.

Uno de los esquemas consiste en incluir todas las repeticiones en un mismo bloque. En este caso, se utilizaría una única pausa de recuperación entre esfuerzo y esfuerzo. El segundo esquema consiste en agrupar el trabajo de cuestas en varios bloques, por ejemplo: 3 x 4 cuestas. En este caso se utilizarán dos tipos de recuperación. Una, más reducida entre cada una de las repeticiones de un mismo bloque y otra, más amplia entre cada bloque.

Cuando las distintas cuestas se agrupan en una misma sesión, el tiempo de recuperación suele ser el que se emplea en volver al punto de partida trotando muy suavemente.

Cuando las cuestas se agrupan por bloques. En las recuperaciones correspondientes a cada bloque se utiliza el esquema explicado anteriormente. Sin embargo entre bloque y bloque de repeticiones la pausa puede oscilar entre 3 y 10 minutos, todo depende de la intensidad utilizada.

4.3.2.- Entrenamiento en circuito “Circuit Training”.

El entrenamiento en circuito aplicado a los atletas de medio fondo de una manera específica comenzó, como ya se ha indicado en este trabajo, con el Circuito de Oregón. En él, los atletas deben alternar tramos de carrera con la realización de ejercicios gimnásticos en los que se utiliza como carga el peso corporal.

Los ejercicios utilizados eran muy variados y tenían como objetivo principal el desarrollo de la fuerza resistencia en las piernas, la zona central y los brazos. También se introducían ejercicios de técnica de carrera.

Esta forma de trabajo fue iniciada por el entrenador Luis Alberto Oliveira y lo adoptaron, como medio de desarrollo de la fuerza, atletas tan importantes como Joaquín Cruz, Luis Barbosa, Aguiberto Guimaraes, Mery Decquer, Álvaro Silva, Antonio Abrantes, José Moreira, Henrique Meira o Steve Ovett.

Paralelamente, otros atletas utilizaban el Circuit Training clásico, que era un método de trabajo muy similar en cuanto al tipo de ejercicios utilizados, pero que prescindía de los tramos de carrera. Atletas como José Luis González o Sebastian Coe se inclinaron por esta forma de actuación. Y fue, precisamente, Coe el primer atleta en introducir variaciones en la forma de concebir el circuito aplicando carreras saltadas y ejercicios de carácter pliométrico, consistentes en saltos con pies sobre cajones de plinto colocados sucesivamente.

Hoy, el *circuito clásico*, entendido como la realización de una serie de ejercicios de forma continuada en la que no existen pausas de recuperación y que utiliza como carga el propio peso corporal, ha dejado de estar vigente. Las sesiones de fuerza que utilizan los atletas actualmente siguen un esquema de trabajo muy similar al del circuito pero, ahora, se proponen pequeñas pausas de recuperación y la naturaleza de los ejercicios utilizados ha variado considerablemente. Una sesión de fuerza de estas características suele constar de los siguientes tipos de ejercicios:

- Ejercicios con pesas
- Ejercicios isocinéticos
- Ejercicios para la zona central del cuerpo
- Ejercicios pliométricos para el desarrollo de la fuerza elástica.

De otros aspectos como pueden ser el momento de la temporada en el que se incluye este tipo de entrenamiento, la frecuencia con la que se programan en el microciclo semanal o los contenidos que componen una sesión de entrenamiento de estas características, podríamos indicar lo siguiente:

Los contenidos que se incluyen por sesión dependen, en gran medida, de la modalidad de circuito que elige cada atleta (Circuito de Oregón, circuito clásico o circuito actual).

Sobre el momento de la temporada en el que se programan este tipo de entrenamientos, existe una tendencia muy generalizada a incluirlos en los

periodos preparatorios de la temporada invernal y estival. Se descarta su uso en los periodos competitivos.

Excepciones a lo apuntado anteriormente podrían ser las de José Luis González que solo lo incluye en la parte inicial de la preparación invernal y Steve Ovetto que lo inicia en el periodo primaveral y lo continúa hasta el final de temporada. El caso de Ovetto es el único que hemos encontrado en el que este tipo de entrenamiento se mantiene durante el tiempo de competición (una sesión semanal).

La frecuencia con la que se programa este tipo de trabajo está, en gran medida, relacionada con el momento de la temporada en que se aplique:

Existen casos como el de Morceli que, en la primera parte de la temporada, programaba hasta cuatro sesiones por semana para ir las reduciendo a medida que avanzaba el ciclo anual (tres, en la segunda parte del periodo invernal y dos, en el periodo precompetitivo).

H. Boulmerka solía incluir tres sesiones por semana en la primera parte del periodo invernal reduciéndolas posteriormente, a dos.

Ovetto, citado anteriormente, hacía dos sesiones en el periodo primaveral y una en el periodo competitivo.

No obstante, la opción más habitual es la de realizar dos sesiones en los periodos preparatorios.

4.4.3.- Desarrollo de la fuerza elástica.

Este tipo de trabajo se comenzó a utilizar en el medio fondo como alternativa a las series prolongadas de ejercicios repetidos. Según ciertos expertos, dichas series son adecuadas desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos energéticos pero no actúan sobre los mecanismos de tipo neuronal que van asociados a la capacidad de fuerza.

La mayor parte de los atletas de medio fondo introducen en sus planes de entrenamiento ejercicios pliométricos, basados generalmente en la utilización de multisaltos variados, para desarrollar la fuerza elástica. Esta forma de ejercitación provoca un aumento de los flujos neuronales que llegan a los músculos. Este fenómeno elevaría el nivel de excitación de las moto neuronas y alcanzaría tanto a las acciones de tipo voluntario como reflejo. Ello nos lleva, por una parte, a una mejora de la elasticidad, con el consiguiente mejor aprovechamiento de la energía mecánica

y, por otra, a una mayor eficacia en el reclutamiento de unidades motoras, repercutiendo todo ello en una forma de correr más económica.

La utilización extensiva de saltos junto a las carreras en cuesta son las dos variantes de desarrollo de la fuerza más utilizadas en la actualidad en el sector de medio fondo.

En relación con factores como el momento de la temporada en el que se programa este tipo de contenidos, modalidades de saltos utilizados, volúmenes y características de las sesiones hay diversas tendencias:

Una primera tendencia sería la de aquellos atletas que inician la temporada con un periodo dedicado al desarrollo de la fuerza máxima y fuerza general que después, paulatinamente reconvierten en fuerza más rápida y específica. En estos casos, los trabajos de fuerza elástica irán adquiriendo un mayor protagonismo al acercarse el periodo precompetitivo. Dos atletas de 800m como Patricia Djate y Mayte Martínez (Medalla de bronce en los Campeonatos Mundiales de Atletismo 2007) siguen una programación de estas características.

Mayte Martínez divide el trabajo de fuerza en cuatro fases:

- | | |
|---------------------------------------|--------------|
| 1ª fase de Fuerza Base | (6 semanas), |
| 2ª fase de Fuerza Básica y Específica | (4 semanas), |
| 3ª fase de Fuerza Específica | (5 semanas), |
| 4ª fase de Fuerza Competitiva | (3 semanas) |

La primera fase la dedica a desarrollar la fuerza máxima con ejercicios globales de fuerza como squat, semisquat, arrancada y cargada; y la fuerza resistencia general con ejercicios más localizados, dirigidos a grupos musculares como cuádriceps, isquiotibiales, bíceps, lumbares, abdominales, gemelos, sóleos, etc. En esta primera fase no trabaja la fuerza elástica.

En la segunda fase elimina algunos ejercicios localizados de desarrollo de la fuerza resistencia e introduce arrastres y un elevado número de saltos horizontales orientando el trabajo de fuerza hacia la fuerza resistencia y la fuerza rápida.

En la tercera fase, específica, es en la que existe una mayor presencia de saltos: multisaltos horizontales variados (tomando tiempos), verticales, ascendentes (en cuesta).

En la cuarta fase (competitiva) deja de utilizar los saltos.

Patricia Djate hace un planteamiento ligeramente diferente. Comienza con 4 a 6 semanas de desarrollo de la fuerza máxima que posteriormente derivan hacia dos sesiones semanales con objetivos diferentes:

- Una que intenta desarrollar la fuerza resistencia básica, utilizando cargas livianas y ejercicios muy prolongados.
- Otra orientada a la resistencia láctica, con cargas de entre el 20 y el 50% del peso corporal y utilizando un menor número de repeticiones o distancias más reducidas.

En ambas sesiones utiliza ejercicios parecidos, algunos de ellos basados en saltos: zancadas botadas, saltos con pies juntos sobre el propio terreno, saltos elevando rodillas o saltos sobre escaleras.

Este esquema lo mantiene hasta el periodo competitivo.

Otra tendencia es la de aquellos medio fondistas que realizan los entrenamientos de desarrollo de la fuerza elástica en sesiones casi monográficas, fuera de las sesiones tradicionales de musculación. Por ejemplo, Hichan el Guerroudj, a parte de las dos sesiones semanales de musculación que programa habitualmente, realiza otra de carácter multifacético en la que la mayor parte de los contenidos son saltos: zancadas botando, elevando rodillas, saltos con pies juntos, saltos alternos, pasos de vallas. En la misma sesión, suele utilizar balones medicinales y hace alguna cuesta corta.

Las corredoras rusas de 800 y 1500m hacen algo parecido: en las sesiones de musculación introducen saltos variados sobre y desde cajones (en algunos casos con cargas adicionales muy ligeras). Además, programan una sesión monográfica de saltos en las que utilizan diferentes tipos de multisaltos tanto en cuesta como en descenso y carreras con lastre (llevando a un compañero a hombros).

La tercera tendencia es la de aquellos atletas que mezclan el trabajo de fuerza elástica con otros contenidos ejecutando sesiones muy largas, en algunos casos por encima de las 3 horas de duración. Suelen seguir esquemas muy personales:

Arturo Casado introduce con frecuencia, en la misma sesión: cuestas, multisaltos, ejercicios de tobillos (con saltos) y trabajos de fuerza para la zona central (principalmente dorsales y lumbares).

Hassiba Boulmerka desarrolla en la misma sesión trabajos en circuito para el desarrollo de la fuerza general y diferentes tipos de multisaltos para terminar con trabajos extensivos de técnica de carrera. Para desarrollar la fuerza elástica suele

realizar saltos variados (pies juntos, alternos, pata coja), utilizando en unos casos cajones y en otros escaleras. Habitualmente no utiliza cargas adicionales.

4.4.4.- Trabajos de fuerza para la mejora de la técnica de carrera.

En la carrera, el pie que apoyamos en el suelo actúa como palanca generadora de fuerza permitiéndonos proyectar nuestro cuerpo hacia delante. Dicha fuerza es orientada hacia la cadera y el tronco que ejercerán el papel de palancas transmisoras del movimiento. Por su parte, los brazos y la pierna libre actúan como péndulos biomecánicos tratando, por una parte, de suplementar una cierta cantidad de fuerza en la acción impulsora, y facilitando, por otra, el equilibrio a lo largo de las diferentes fases de carrera.

Los ejercicios de técnica de carrera tienen el doble objetivo de mejorar la eficacia en las acciones necesarias para correr y, a la vez, economizar en el gasto energético. Para que esto sea posible, es preciso que todos los segmentos corporales actúen de forma sincronizada y equilibrada, permitiéndonos adoptar una actitud en carrera que sea lo más natural posible y nos resulte relativamente fácil mantener.

En medio fondo, quizá en mayor medida en los 800m.l., suele dársele una gran importancia al entrenamiento orientado a la adquisición de una buena técnica de movimientos en carrera. En nuestro trabajo de investigación hemos encontrado tres o cuatro varias formas distintas de encauzar el trabajo de tipo técnico.

Una formula muy usual y utilizada por la práctica totalidad de los corredores de medio fondo, consiste en realizar dichos ejercicios como complemento a sesiones de desarrollo de la velocidad. En estos casos, una vez realizado el trabajo fundamental y, después del consiguiente periodo de recuperación, se invita al atleta a recorrer tramos, generalmente cortos, en los que, bajo la supervisión del entrenador, se le anima a correr de forma relajada y a tratar de pulir pequeños detalles relacionados con su técnica que, según el entrenador, son susceptibles de ser mejorados. Para ello, suele recurrirse a la pista de atletismo donde:

- utilizan rectas que se recorren con una intensidad de carrera no muy elevada,
- realizan carreras en progresión,
- recorren tramos que inician saltando para terminar corriendo de forma relajada y manteniendo la amplitud de zancada.

En algunas casos se pueden utilizar cuestas cortas para proceder a la corrección de defectos relacionados con la necesidad de completar la impulsión de la

pierna de apoyo a través de las tres articulaciones implicadas (tobillo, rodilla y cadera), o con la idea de mantener la cadera elevada y evitar la inclinación excesiva del tronco hacia delante para posibilitar una buena amplitud y elevación en el movimiento de la rodilla de la pierna libre.

Normalmente, en cada sesión, suelen utilizarse tres tipos de carreras diferentes y el número de veces que se repite cada una de ellas oscila entre 3 y 5

Para estas actividades, podemos decir que no existe un periodo de la temporada que se considere más apropiado y suelen estar presentes durante toda ella. En cuanto a la frecuencia semanal con la que son programadas varía en gran medida dependiendo de que sean utilizadas con exclusividad, como medio único de desarrollo de la técnica o sean complementadas con otros ejercicios que busquen el mismo fin.

Otra forma de trabajo de la técnica de carrera es a través de los ejercicios denominados “*skipings*”. Estos ejercicios son de tipo reactivo y su aplicación permite corregir aspectos concretos de las diferentes fases del movimiento que describen las piernas en carrera. En unos casos, pueden guardar relación con el apoyo del pie en el suelo; en otros, con la elevación de las rodillas; en otros, con la recogida del talón por detrás, etc.

Cuando se elige esta forma de trabajo, los atletas seleccionan cada día tres o cuatro ejercicios y los realizan entre el calentamiento y el núcleo central de la sesión. Suelen programarse, como mínimo, tres veces por semana (la plusmarquista española de 1500m, Natalia Rodríguez los realiza todos los días) y suelen mantenerse a lo largo de toda la temporada. El número de series que se utiliza para cada ejercicio se sitúa entre 3 y 5.

En algunos casos, hemos observado que, ciertos atletas, gustan de utilizar este tipo de trabajo para el desarrollo de la fuerza resistencia que se necesita en los finales de carrera. Para ello, se programa de forma extensiva y después del núcleo fundamental de la sesión. Por ejemplo, Steve Ovett realizaba:

- *5 x 50m con elevación de rodillas
- *5 x 50m con elevación de talones por detrás
- *5 x 50m de carrera en progresión
- *5 x 50m de carrera en “amplitud”
- *5 x 50m de carrera “sprintando” al máximo

Pro su parte, Hassiba Boulmerka solía realizar, al final de algunas sesiones, mil metros en los que alternaba 100m de “*skiping*” elevando rodillas con 100m de carrera muy suave o marcha rápida.

Existe una tendencia actualmente a darle un gran protagonismo a la acción del pie en carrera. Como consecuencia de ello, va aumentando el número de atletas que programan ejercicios para aumentar la eficacia mecánica del pie y el tobillo por lo que, en el mismo bloque de los ejercicios anteriores o al final de algunas sesiones, suelen incluir ejercicios de “tobillos”.

Dentro de los trabajos de mejoramiento de la técnica de carrera hemos incluido los trabajos de desarrollo de la **fuerza en la zona central** del corredor. Hoy se sabe que los músculos que recubren y soportan la zona lumbar, la pelvis y la cadera desempeñan un papel fundamental en carrera, pues deben controlar y orientar las fuerzas que se concentran en esa zona y que corresponden a las fuerzas impulsoras de los brazos y las piernas. Un buen desarrollo muscular de la zona ayudaría a generar movimientos coordinados, fuertes y simétricos alrededor del tronco del atleta.

También decíamos, en su momento, que existen dos formas de acometer este trabajo y que la mayor parte de los atletas seguían el método tradicional, consistente en la utilización de ejercicios de carácter más analítico y basados en el desarrollo muscular de la zona lumbar, dorsal y abdominal. Una minoría ha comenzado a utilizar una forma de trabajo más novedosa, consistente en la toma de conciencia de ciertos movimientos, acciones musculares y posturas que tratan de mejorar la funcionalidad de la zona a la vez que facilitan su desarrollo muscular.

Hemos constatado que, independientemente del método utilizado, todos los atletas suelen realizar este tipo de trabajo a diario, o bien al final de la sesión o aprovechando periodos de recuperación amplios, situados entre dos bloques de entrenamiento.

4.4.5.- Ejercicios tradicionales de Halterofilia.

Como hemos venido diciendo a lo largo de este trabajo, existen ciertas reticencias, sobre todo dentro del grupo de los atletas de 1500m, a utilizar este tipo de contenidos como medio de desarrollo de la fuerza. Dichas reticencias estarían relacionadas, según la corriente mayoritaria de expertos, con el riesgo de que el entrenamiento excesivo de la fuerza máxima y la fuerza velocidad puede resultar perjudicial para corredores de medio fondo y fondo y se da como razón la posibilidad

de que se produzca hipertrofia o se generen cambios en las fibras musculares convirtiéndose las fibras glucolíticas oxidativas en fibras glucolíticas rápidas.

Si a estas razones con base científica, se les une el hecho histórico de que la mayor parte del grupo de atletas que convirtieron los años 80 en la década más brillante de los 1500m no realizaba ejercicios de fuerza con halteras, entenderemos por qué, mientras entre los corredores de 800m se utilizan con absoluta normalidad este tipo de medios, entre los corredores de 1500, por contra, siguen persistiendo ciertas dudas.

De ese grupo de atletas que hemos mencionado, solamente Sebastian Coe utilizó las pesas. Mientras, Steve Ovett (3' 30'' 77 en 1500m.l y 3' 48'' 40 en la milla), José Luis González (3' 30'' 92 en 1500m.l y 3' 47'' 79 en la milla), Steve Cram (3' 29'' 67 en 1500m.l y 3' 46'' 32 en la milla) y Said Auita (3' 29'' 46 en 1500m.l), nunca realizaron este tipo de trabajos.

Hassiba Boulmerka, campeona olímpica de 1500m.l en 1992 y plusmarquista africana de 800, 1500 y 3000m.l, tampoco utilizó los ejercicios tradicionales de halterofilia para desarrollar su fuerza.

Entre los ejercicios “con pesas” utilizados con mayor asiduidad para desarrollar la fuerza de los corredores de medio fondo, habría que señalar cuatro: semi-squat, extensión de tobillos, arrancada y cargada.

No obstante, hemos observado que algunos corredores de 1500m solo utilizan los dos primeros ejercicios.

Aunque en realidad se trata de raras excepciones, hemos constatado que algunos atletas, como el español Arturo Casado, además de los ejercicios señalados, incluyen en su programa el ejercicio de pectoral.

Lo más habitual es programar estos trabajos en dos sesiones semanales fuera de los periodos competitivos. Aunque algunos atletas gustan de acumular los trabajos de fuerza máxima en periodos de entre 4 y 6 semanas. Los ejercicios de halterofilia suelen acompañarse tradicionalmente con otros de tipo isocinético.

A veces, las sesiones suelen completarse con otros contenidos, como los multisaltos, ejercicios de técnica de carrera o alguna carrera de velocidad.

Si bien los corredores de 800m suelen tender a utilizar intensidades superiores a los de 1500m.l, es muy difícil establecer conclusiones de tipo general. Quizá, en este sentido, puedan resultar más ilustrativos los ejemplos que ponemos a continuación:

Mayte Martínez llega a utilizar cargas cercanas al 90% de su máxima fuerza dinámica.

Arturo Casado utiliza intensidades situadas entre el 50% y el 80% de su máxima fuerza dinámica.

Sebastian Coe, cuando trabajaba semi-squat, utilizaba el siguiente programa:

-140 libras	x 15	
-150 “	x 15	
-160 “	x 15	
-170 “	x 10	
-180 “	x 10	
-190 “	x 5	1K= 2,1 libras.

Hichan el Guerroudj, también con semi-squat, hacia repeticiones con cargas cercanas a su peso corporal (65K).

El caso más notable de los que hemos encontrado, por el alto nivel de carga utilizado, entre los corredores de 1500m.l, ha sido el de Philippe Diem.

Este corredor utilizaba en semi-squat las siguientes cargas:

80k	x 10	90k	x 10
100k	x 7	110k	x 5
120k	x 3	130k	x 3
150k	x 3	160k	x 3

Existe una serie de ejercicios de fuerza que están basados en la utilización de “lastres” y, aunque dichos ejercicios no guardan parecido con los que tradicionalmente se han utilizado en halterofilia, hemos creído oportuno incluirlos en este apartado.

Como hemos venido reiterando a lo largo de nuestro trabajo, una de las grandes preocupaciones de los corredores de medio fondo ha sido asegurar la transferencia de las mejoras de fuerza a la acción específica de la carrera. Por tal razón está adquiriendo cada vez mayor importancia lo que se denomina *fuerza especial*. Dicha fuerza tiene como fin el desarrollo de la fuerza en acciones puntuales propias de cada deporte. Para ello deben utilizarse ejercicios que impliquen una secuencia de movimientos y rasgos característicos idénticos al gesto técnico competitivo, tanto a nivel motriz como de metabolismo energético. Deben ser, por tanto, un reflejo de lo que hacemos en la competición.

Esto es lo que ocurriría, por ejemplo, cuando un atleta arrastraba una pesa unida a una cinta que, por medio de un cinturón, se fija a su cadera o cuando le

hacemos correr con un cinturón o chaleco lastrado, o cuando utilizamos tobilleras para realizar algunos gestos técnicos de carrera. De estos ejercicios el que tiene una mayor vigencia es el de los arrastres que suelen utilizarse en dos intenciones:

Como ejercicio de transferencia de fuerza, en las épocas en las que se trabaja especialmente la fuerza máxima

O como medio de desarrollo de la fuerza especial.

Cada vez son más los atletas que lo utilizan con la segunda intención y en tal caso, dependiendo del tipo de fuerza que queramos desarrollar, se suelen utilizar cargas que oscilan entre los 5 y los 20k. El número de repeticiones puede ir de 5 a 10 y las distancias entre 50 y 100m. No existe una preferencia especial por un periodo determinado de la temporada donde deban incluirse.

En cuanto a la utilización de chalecos o cinturones lastrados, debemos decir que, habitualmente, este tipo de trabajo se utiliza como sustitutivo del trabajo de cuestas y suele realizarse en la pista. El número de repeticiones suele ser similar al anterior y las distancias son un poco mayores (entre 60 y 150m.)

Las tobilleras se utilizan muy poco y los pocos atletas que realizan estos ejercicios suelen incluirlos en algunas de las sesiones de desarrollo de la técnica.

4.4.6.- Ejercicios isocinéticos.

A pesar de que este tipo de ejercicios no se consideran muy adecuados, por razones de tipo mecánico, para facilitar la transferencia al tipo de fuerza que necesita el corredor de medio fondo, sin embargo, en la actualidad, están siendo utilizados de forma generalizada por los atletas de 800 y 1500m.

Los argumentos que suelen aportarse para considerarles inadecuados desde el punto de vista mecánico guardan relación principalmente con tres hechos:

- Las acciones que realizan los corredores consisten en vencer inercias e imprimir aceleraciones por lo que su forma de desarrollo difiere bastante del mecanismo utilizado para generar fuerza a través de los ejercicios isocinéticos, que tratan de mantener una velocidad constante durante todo el arco de movimiento.
- Lo movimientos que se utilizan en carrera son de carácter global mientras que las máquinas trabajan músculos específicos de forma aislada con lo que se pierde el sentido sinérgico que debe poseer todo ejercicio global.

-Las máquinas están diseñadas para generar movimientos uniaxiales. Ello supone un cierto contraste con las situaciones reales que se dan en carrera. Como **aspectos positivos de los ejercicios isocinéticos** habría que señalar que:

- Se consideran óptimos, por su carácter analítico, para desarrollar la fuerza local de aquellos músculos que adquieren un mayor protagonismo en carrera.
- Dicha capacidad para aislar las diferentes acciones musculares, permite programar trabajos de fuerza que tienen como objetivo prioritario subsanar desequilibrios anatómicos que afectan a ciertos grupos musculares.
- Otra ventaja de este tipo de ejercicios guardaría relación con el hecho de obligar al músculo a mantener mayor tensión en los momentos en los que se ve obligado a vencer situaciones de inercia contrarias al avance del corredor. Esta circunstancia le permitiría una mejor adaptación para superar esos momentos críticos.

Nos parece oportuno indicar, que según los datos proporcionados por la documentación utilizada, existe una tendencia, muy general entre los corredores de 800 y 1500m.l, a incluir dentro de sus sesiones de musculación dos tipos de contenidos: ejercicios de halterofilia y ejercicios isocinéticos. Sin embargo, no existe tal unanimidad al elegir las actividades con las que completar dichas sesiones. Para tal fin, unos atletas prefieren utilizar los saltos, otros proponen ejercicios de técnica de carrera, algunos se inclinan por los ejercicios generales de fuerza sin sobrecarga o incluso por los ejercicios con balón medicinal.

Los ejercicios isocinéticos más utilizados son los que buscan el reforzamiento de los cuádriceps, isquiotibiales , gemelos y sóleo.

No obstante existe un porcentaje notable de corredores, entre los que se podría incluir el español Arturo Casado, que utiliza una gama más amplia de ejercicios, en la que podría incluirse ejercicios como semi-squat en prensa o plataforma y extensores y flexores de la cadera.

La frecuencia con la que se programan semanalmente es la misma que la de ejercicios con halteras, al ir asociados a ellos y, de la misma forma, este tipo de trabajo suele eliminarse en los periodos competitivos.

En cuanto a las intensidades y volúmenes utilizados existe alguna diferencia respecto a los ejercicios con pesas, pues, mientras los movimientos tradicionales de

halterofilia pueden ser utilizados con un doble objetivo: desarrollar la fuerza máxima o desarrollar la fuerza resistencia. En el caso de los ejercicios isocinéticos, el propósito siempre suele ser el mismo y consiste en desarrollar la fuerza resistencia local de los músculos implicados.

Las sesiones de trabajo suelen estar basadas en la utilización de intensidades medias o medias altas, con un número elevado de repeticiones de cada ejercicio y con recuperaciones incompletas entre serie y serie. Un esquema de trabajo habitual para cada ejercicio sería el de 3 x 3 x 'un número alto' de repeticiones.

4.5.- CONCLUSIONES.

- 1.- Entrenadores y estudiosos consideran que, para desarrollar adecuadamente la fuerza de los corredores de 800 y 1500m.l, deben tenerse en cuenta las peculiaridades de una y otra prueba. Dichas peculiaridades pueden constatarse observando aspectos como
 - el tipo de **fuerza energética utilizada** en mayor medida,
 - la dinámica y los porcentajes de **consumo de O2** utilizados y
 - la evolución del **ritmo de carrera**.

- 2.- Si bien, los entrenadores de medio fondo orientan el desarrollo de la fuerza de una forma especial sobre los músculos de las piernas, también es verdad que, prácticamente todos ellos, consideran que dicho desarrollo debe ir parejo y equilibrado con la mejora de la fuerza en el tren superior.

- 3.- Actualmente se considera que un **desarrollo muscular adecuado en la zona central del cuerpo** es fundamental para que los corredores de medio fondo logren estabilidad y eficacia en su forma de correr. Dicha zona es muy importante desde el punto de vista mecánico, pues es el lugar donde se apoyan las fuerzas impulsoras de las piernas y los brazos.

- 4.- Un número relativamente amplio de estudios consideran adecuado, para el desarrollo de la **fuerza específica** en los corredores de medio fondo, mejorar su **fuerza elástica** a base de trabajos extensivos de carácter pliométrico.

- 5.- Los contenidos de fuerza que tienen una mayor aceptación entre los corredores de medio fondo son la **carrera en cuesta y los multisaltos o ejercicios de tipo pliométrico**.

- 6.- Algunos estudiosos consideran que con los trabajos de “cuestas” y de tipo “pliométrico”, se evita el riesgo de someter la fuerza a las leyes de la resistencia, que es lo que suele ocurrir cuando, para mejorar la

“resistencia a la fuerza”, lo hacemos en colaboración muy directa con la capacidad aeróbica.

- 7.- A pesar de ser cuestionados desde el punto de vista mecánico, los corredores de medio fondo suelen utilizar ejercicios basados en movimientos que se han utilizado tradicionalmente en halterofilia, así como otros de carácter isocinético.
- 8.- Aunque cada entrenador suele tender a diseñar las **sesiones específicas de fuerza** de una forma muy personal, hemos observado que, en la mayor parte de los casos, éstas suelen tener una parte común en la que se incluyen ejercicios con **“pesas”** y **“máquinas isocinéticas”** y otra, mucho más variada, en la que pueden figurar ejercicios de fuerza general, de técnica de carrera, saltos, balones medicinales, arrastres, etc.
- 9.- Un número considerable de atletas de medio fondo, cuando utilizan las **“cuestas”** o los **“multisaltos”** como medio de desarrollo de su fuerza, suelen hacerlo mediante **sesiones monográficas** (fuera de las sesiones específicas de fuerza).
- 10.- Prácticamente todos los corredores de medio fondo suelen utilizar, casi a diario, ejercicios de fuerza encaminados a desarrollar y potenciar la zona central del cuerpo o a la búsqueda de una técnica adecuada de carrera.
- 11.- Salvo raras excepciones, los corredores de medio fondo acostumbran a **retirar de sus programaciones los contenidos de fuerza cuando se acercan los periodos competitivos**. Los únicos ejercicios que suelen mantener son lo indicados en el punto anterior (técnica de carrera y desarrollo de la zona central).

CONCLUSIONES FINALES

- 1ª El *metabolismo* utilizado para proporcionar energía en las distintas pruebas condiciona en gran medida el desarrollo de la fuerza en cada una de ellas.
- 2ª En las pruebas de 100 y 200m, el hecho de que sea necesario proporcionar grandes cantidades de *energía por unidad de tiempo* obliga a desarrollar las distintas manifestaciones de fuerza de la siguiente manera:
 - a.- La fuerza **máxima dinámica** utilizando halteras con cargas elevadas que inciden sobre la capacidad de reclutamiento de unidades motrices y perfeccionan mecanismos neuromusculares como la frecuencia de estimulación y la coordinación intramuscular e intermuscular.
 - b.- La fuerza **explosiva y explosiva elástica**, a través de ejercicios como puedan ser las distintas modalidades de squat-salto, los saltos horizontales, las carreras cortas en cuesta o las carreras cortas con lastre con el fin de mejorar la capacidad de reclutamiento inmediato de un número elevado de unidades motrices.
 - c.- La fuerza **reactiva elástica refleja** por medio de ejercicios de carácter reactivo: la “acción de tijera” en el plano sagital, saltos con pies juntos sobre obstáculos, carrera “saltada”, etc. para potenciar mecanismos reflejos que refuerzan las características elásticas del músculo y provocan la activación suplementaria de un determinado número de unidades motrices.
- 3ª En los cuatrocientos metros es necesario servirse de las tres vías energéticas agotando prácticamente dos de ellas (el sistema del ATP-CP y la glucólisis anaeróbica), la fuerza **máxima dinámica**, la fuerza **explosiva y explosiva elástica** y la fuerza **reactiva elástica refleja**, tienen un tratamiento muy parecido al de las pruebas de 100 y 200m. Sin embargo, en el caso de los 400, es necesario prestar atención, además, a lo que se considera como *fuerza específica del cuatrocentista*, que se mejora con el desarrollo de la

“resistencia a la fuerza elástica” a través de esfuerzos que se sustentan en la glucólisis anaeróbica o sistema del ácido láctico.

4ª En las carreras de medio fondo, en las que predomina el metabolismo aeróbico, es necesario prestar mayor atención al desarrollo de la fuerza en las unidades motrices tónicas o de contracción lenta, poniendo especial atención en el desarrollo de la **fuerza resistencia** a través del trabajo extensivo con saltos horizontales o carreras en cuesta sobre distancias variadas.

5ª Los factores biomecánicos condicionan, de forma parecida a como lo hacen los metabólicos, el desarrollo de la fuerza en cada una de las disciplinas objeto de estudio y así, es actividad común en todas el aplicar ejercicios de fuerza que eviten el hundimiento del centro de gravedad en el momento del apoyo; pero existen, además, otros **factores distintivos, derivados de las diferencias de velocidad** entre unas y otras pruebas.

a.- En los 100 y 200m, en los que se utiliza en mayor medida, durante el apoyo, la parte anterior de la planta del pie y en los que la posición que adopta la cadera es en retroversión, se hace necesario aplicar ejercicios de fuerza que potencien el ciclo anterior de carrera y la utilización de los músculos isquiotibiales y glúteo para proyectar la cadera hacia delante durante el apoyo.

b.- En los 400m, en los que el modelo técnico no está tan definido, nos encontraremos, por una parte, con atletas que adoptan una forma de correr parecida a la utilizada en los 100 y 200m y que siguen criterios parecidos a los utilizados en dichas pruebas a la hora de seleccionar los ejercicios de fuerza y, por otra, corredores que utilizarán una técnica más cercana a la de los especialistas de 800m y que, por tanto, utilizarán los ejercicios de fuerza en el mismo sentido que lo hacen estos últimos.

c.- En las pruebas de medio fondo, se hace una utilización más equilibrada de toda la planta del pie durante el apoyo (en el caso de los 1500m la zona que permanece mayor tiempo en contacto con el suelo es el talón), la cadera adopta una posición de anteversión, y todo ello

obliga a buscar ejercicios de fuerza que potencien el ciclo posterior de carrera y ayuden a utilizar especialmente los músculos extensores del tobillo para proyectar la cadera hacia delante.

6^a.- Tanto en las pruebas de velocidad como en las de medio fondo, el desarrollo de la fuerza en los *brazos y zona media del cuerpo* tiene un carácter complementario y su objetivo principal debe ser la fijación de la cadera para que pueda aprovechar mejor las fuerzas que se generan desde el suelo.

2.7.- BIBLIOGRAFÍA

- ABRANTES, J. (2002). “*Circuito Oregon*” . Atletismo Portugués, Nº 251, Pág. 24-25.
- ABRANTES, J. (2005). “*400 metros Planos*”. Atletismo Portugués. Nº 279, Pág. 28-31.
- ABRANTES, J. (2006). “*Treino de Força Rápida com jovens*”. Atletismo Portugués, Nº 292, Pág. 39-41..
- ABMAYR, W. (1990). “*Una breve referencia sobre el atletismo en Kenia*” Cuadernos de Atletismo, Nº 28, Pág. 49-54. E.N.E. RFEA.
- ÁLVAREZ DE VILLAR. C. (1983). “*La Preparación Física del Fútbol basada en el Atletismo*”. Ed. Gymnos. Madrid..
- ÁLVAREZ DE VILLAR, C. (1990). “*La velocidad (1ª parte)*” . Cuaderno del Entrenador, noviembre, E.N.E. RFEA.
- ARCELLI, E. (2005). “*Ácido láctico y rendimiento, lo que el entrenador debe saber*”. Rincón del Entrenador, Vol.16. E.N.E . RFEA.
- ARCELLI, E. (2005). “*El trabajo intermitente*”. Rincón del Entrenador, Vol.16. E.N.E. RFEA.
- ARCELLI, E; MAMBRETI, M; CIMADORO, G; ALBERTI, G. (2008). “*The aerobic mechanism in the 400 metres*”. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 23:2; 15-23.
- AUBERT, F. (1996). “*L’Entrainement des ischios-jambiers*”. La Ventana del Entrenador, Artículo Nº 17. E.N.E. RFEA
- AYLLÓN, F.N. (2001). “*Entrenamiento de fuerza con pesas: cómo determinar la intensidad del esfuerzo y los diferentes tipos de fuerza a entrenar*”. Lecturas: Educación Física y Deportes. Año 6, Nº 29. (www.Efdeportes.com). (Fecha de consulta 23-5-2007).
- BANGSBO, J. (1996). “*Oxygen deficit: a measure of de anaerobic energy production during intense exercise*”. Canadian Journal of Applied Physiology. 21 (5); 347-349.
- BARNES, D. (2002). “*What type of strength training do distance runner do or need*”. Modern Athlete and Coach, Abril, Pág. 35 - 40.

- BELLOTTI, P. (1988). *“Relación entre la Capacidad de Velocidad y la Capacidad de Resistencia Específica del corredor de 400 metros durante el Periodo Preparatorio”*. Cuadernos de Atletismo. Nº 11, Pág. 69-77, E.N.E. RFEA
- BENNETT, S. (1999). *“Training for 800 metres”*. Modern Athlete and Coach. Abril, Pág. 3-8.
- BIDEAU, N. (2007). *“Entrenando corredores de medio fondo y fondo: Un comentario”*. Rincón del Entrenador, Vol.19. E.N.E. RFEA.
- BOMPA, T. (1995). *“Periodización de la Fuerza”*. Rosario, Argentina.
- BONOMI, R.(2006). *“La carrera veloz”*. Rincón del entrenador. Vol.18, E.N.E. RFEA.
- BONOMI, R.(2007). *“La resistencia a la velocidad”*. (Curso de Forna 2005). Rincón del entrenador. Vol.19, E.N.E. RFEA.
- BONOMI, R. (2001). *“Metodología del Desarrollo de la Fuerza Veloz Cíclica”*. Jornadas Técnicas del Sector de Velocidad. Zaragoza. E.N.E. RFEA.
- BONOV, P. (1991). *“Entrenamiento de corredores de alto nivel de 800 y 1500m. La preparación de Chtereva para la pista cubierta”* Cuadernos de Atletismo, Nº 30. Pág. 27-37. E.N.E. RFEA.
- BONVIN, P. (2003). *“Compte-rendu 400m et relais 4 x 400 m”*. AEFA, Nº 171, Pág. 21-23,
- BONVIN, P. (1986). *“Généralités sur l’entraînement du 400”* Amicale, Nº 96, Pág. 35-37.
- BOSCO, C; VITTORI, C; MATTEUCCI, E. (1985). *“Considerazioni sulle variazioni dinamiche di alcuni parametri biomeccanic nella corsa”*. *Atleticastudi*, Mar/Apr, 16 (2), Pág. 147-154, Roma
- BOSCO, C. y RUSCO, H. (2003). *“Efecto del ciclo Estiramiento – Acortamiento muscular Prolongado sobre el recobro de la Energía Elástica y el Gasto Energético”* (<http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE.asp>). Pág.1-7. (Fecha de consulta 05-01-03). Pid: 60.
- BOSCO, C. (1985). *“L’effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva”* *Atleticastudi*, enero y Feb.
- BOURRAS, A. (2001). *“L’entraînement du 1500. m. femenin”*. Revué de L’ÁEFA, Nº 162. Pag. 42-44.

BOYLE, T.(1991). “Aproximación a los 800m. A partir de los 400m. La progresión de Tom Mckean” Cuadernos de Atletismo, Nº 30. Pag. 13-26. E.N.E. RFEA.

BRAVO, J. (1996). “Canarias de nuevo: otra forma de entrenar”. Atletismo Español, Pág. 41-43. Abril.

BROWN, L; WEIR, J. (2003). “Evaluación Exacta de la Fuerza y la Potencia Muscular”. (<http://www.sobreentrenamiento.com>). PubliCE Premiun. (Fecha de consulta 24/02/2003).

BULLOCK, D. (2006). “The impact of plyometric training on middle distance running”. Modern Athlete and Coach, Enero, Pag. 9-13.

BURFOOT, A. (2007). “Can hill running make you faster”. (<http://www.Ruunersworld.Com>). (Fecha de consulta 5-4-2007).

BURGER, M; BURGER, T. (2002). “Neuromuscular and Hormonal Adaptations to Resistance Training: Implications for Strength Development in Female Athletes”. Strength and Conditioning Journal. Vol. 24, Nº 3, Pag. 51-59.

BURIN, V. (1991). “Pautas en la preparación a largo plazo de los saltadores en la URSS” . Intercambio Unión Soviética-España. E.N.E. RFEA.

BUTTLER, C. (1994). “Metodología del entrenamiento del corredor de 400m.l.”. (traducción: Francisco Gil Sánchez). Atletismo Español, Nº 457.

CALBER, J. A.(2000). “Evaluación de la Potencia y Capacidad Anaeróbica” XXI Curso de Fisiología del ejercicio. Diciembre. Madrid.

CAMPILLO, J. E. (2000). “Radicales libres y ejercicio de alta intensidad”. XXI Curso de Fisiología del ejercicio. Diciembre. Madrid.

CAMPOS, G; LUECKE,T; WENDELN, H; TOMA, K; HAGERMAN, F; MURRAY, T; RAGG, K; RATAMESS, N; KRAEMER, W; STARON, R. (2003). “Adaptaciones Musculares como Respuesta a tres Regímenes de Entrenamiento de la Fuerza: Especificidad de las Zonas de Entrenamiento de Repeticiones Máximas”. (<http://www.sobreentrenamiento.com>). PubliCE Premiun. (Fecha de consulta 17/12/2003).

CARRASCAL. M.E. (1991). “Histología I” Ed. Universidad de Salamanca.

CHRISTENSEN, S.C. (2000). “Strength training for endurance runners. Track Coach, Nº 152, Pág. 481-484.

CLAISE, P; MORCELLI, A. (1996). “Le médi-fond au Algérie”. (Colloque International de demi-fond. CREPS de Poitiers). Revué de LÁEFA. November. Pag. 18-19.

- CLARKSON, P; NUSAKA, K; BRAUN, B. (1992). “*Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation*”. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, May, Vol. 24 (5), Pag. 512-520.
- CODINA, A. (2005). “*Propuesta de Programación de 100 y 200 mts*”. *Rincón del entrenador*. Vol. 16, E.N.E. RFEA.
- COELHO, E. REIS, V. (1995). “*A Caracterização Fisiológica dos 400 metros E as Implicações nos Treinos*”. *Atletismo Português*, Nº 6, Pág. 63-64.
- COMETTI, G. (1988). “*Bases científicas de la musculación moderna*”. *Revista de Entrenamiento deportivo*. Vol. I, 6.
- COMETTI, G. (2003). “*Las sesiones de fuerza específica*”. *Rincón del entrenador*. Vol 11, E.N.E. RFEA.
- COMETTI, G. (1998). “*La Pliometría*”. Ed. Inde .Barcelona.
- COMETTI, G. (1988). “*La pliometrie*”. Université de Bourgogne. Dijon.
- COMETÍ, G. (2005). “*¿Resistencia a la fuerza o fuerza Resistente?. El problema del entrenamiento en las disciplinas deportivas de duración*”. *Revista Stadium*. Nº 192, Pag. 34-40. (artículo extraído de la revista italiana “ SDS. Revista di Cultura Sportiva”. Nº 52, 2002. Editada por el C.O.N.I.)
- COPPENOLLE, H. (1980). “*Analysis of 200 metres intermediate times for 400 metres word-class runners*”. *Track and Field Quarterly*, 80, (2); Pág. 37-39.
- CRIELAARD, J.M; NAMUROIS, G; DECORS, A; NOEL, Ph. (1988). “*L’Entraînement du coureur de 400m Mise au point Dún programme assisted par ordinateur*”. *Sport*, Nº 121, Pág. 45-48, Liege.
- CUNHA, L. (1996). “*O desenvolvimento da força elástica de Jonathan Edwards (sobre la comunicación de Carl Johnson en el Congreso Europeo de Atletismo de Roma. 1996)*”. *Atletismo Português*. (6-5-1996).
- CUNHA, L. (1996). “*Tendências actuais dos processos de treino: intensidade, amplitude da passada, contraste, suplementação alimentar*”. (Conferencia europeia de treinadores para o sector de velocidade). *Atletismo Português*. Vol 1.
- CUSSÓ, R; PARRA, J; RODAS, G; CADEFAU, J. A. (2000). “*Importancia del Interval Training para el desarrollo de la Potencia y Capacidad Anaeróbica*”. XXI Curso de Fisiología del ejercicio. Diciembre. Madrid.
- CHAVARREN, J. (2000). “*Utilidad del Test de Wingate y el DMOA en la evaluación de la Potencia y la Capacidad Anaeróbica*”. XXI Curso de Fisiología del ejercicio. Diciembre. Madrid.

- DEGORTES, N. (2002). *“L’Allenamento della forza nel mezzofondoveloce”* Università degli Studi di Cagliari-Scienza e Técnica dello Sport. FIDAL nazionale.
- DESCOUX, R. (1996). *“Developpement de la force chez le coureur de demi-fond”* (Colloque International de demi-fond. CREPS de Poitiers). Revué de L’ÁEFA. Novembre, Pag. 12-14
- DESCCOUX, R. (1996). *“Le 800 mètres”* Technique Athletique, Pag. 26-29. 01-05-1996.
- DESCOUX, R. (1996). *“L’entraînement de Patricia Djate”* (Colloque International de demi-fond. CREPS de Poitiers). Revué de L’ÁEFA. Novembre, Pág. 8-11.
- DICK, F. (1993). *Michael Johnson (USA)- Photosequence Analysis”*. Athletics Coach, Pág. 15-17, (1)
- DIEM, PH. (1995). *“Mes Réflexions”*. Stages et Colloques. (Comité Départemental des Yvelines d’Athlétisme á Maisons Laffitte).
- DIONISI, E. (1991). *“Secretos del éxito marroquí en las carreras de medio fondo y fondo”* Cuadernos de Atletismo, Nº 30. Pág. 117-125. E.N.E RFEA.
- DI SANTO, M. (2006). *“Los elementos contráctiles como factores restrictivos de la flexibilidad”* (<http://www.sobreentrenamiento.com>). PubliCE Standard. (Fecha de consulta 19/07/2006).
- DOLEZAI, B; POTTENGER, J. (2003) *“El Entrenamiento de Fuerza y Resistencia concurrente influye en la Tasa Metabólica Basal de individuos que no realizan dieta”* (<http://www.sobreentrenamiento.com>). PubliCE Premiun. (Fecha de consulta 19/11/2003).
- DONATI, A.(1982). *“Algunos principios del entrenamiento de 800 y 1500 metros”*. Cuadernos de Atletismo, Nº 8, Pág. 31-36. E.N.E RFEA.
- DONATI, A. (2004). *“Desarrollo de la amplitud y la frecuencia de la zancada en velocidad”*. Rincón del entrenador. Vol 13, E.N.E. RFEA.
- DONATI, A.(1994). *“Developpement de la Longueuret la Frequence de la Foulee dans les Performances de sprint”*. Amicale, Marzo, Nº 136.
- DONATI, A. (1988). *“Metodología de la utilización de la energía en la prueba de 400 metros”*. Cuadernos de Atletismo. Nº 11, Pág. 105-113, E.N.E. RFEA
- DONATI, A. 1996. *“ O treino de velocidade na Europa: a experiencia italiana”*. (adaptação de Luis Cunha). Atletismo Português. Vol 12.
- DONATI, A. (1996). *“The association between the development of strength and speed”*. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 11: 2-3; 51-58.

- DOST, P. (2004). *“Planificación de las cargas lácticas en el 400mts”* Rincón del Entrenador, Vol. 14. E.N.E. RFEA.
- DOTTA, G. (1989). *“La carrera de 200 metros. Una visión retrospectiva de su desarrollo”*. Cuadernos de Atletismo. Nº 24, Pág. 63-67, E.N.E. RFEA.
- DUCHATEAU, J.(2003). *“Características y Desarrollo de la Fuerza Explosiva”*. Rincón del Entrenador, Vol.11. E.N.E. RFEA.
- EBBETS, R. (2001). *“Track Coach talks with Peter Coe”*. Track Coach, Nº 157, Pág. 5001-5007.
- EHLENZ, H; GROSSER, M; ZIMMERMANN, E. (1990). *“Entrenamiento de la Fuerza”*. Editorial Martínez Roca, Barcelona.
- EGGER, J.P. (1991). *“Cuadro de planificación del entrenamiento”*. Revista de Entrenamiento deportivo. Vol , nº 2.
- ESCALONA, M. (2007). *“Entrenamiento de Natalia Rodríguez”* Rincón del Entrenador, Vol. 20. E.N.E RFEA.
- EVANS, L. (1986). *“Planification de l’entraiment et de la course pour un 400m”* Amicale Entraîneur, octubre-diciembre, Nº 98.
- FACCIONI, A. (1995). *“The role of the Mid-Torso in Maximizing sprint Performance”* Track coach, Nº 133, P. 4233-4237. Australia.
- FERNÁNDEZ, P.P. (2003). *“Planteamiento global ante el plan de entrenamiento para 400m”* Rincón del Entrenador, Vol. 12. E.N.E. RFEA.
- FERNÁNDEZ, B; TERRADOS, N. (2000). *Respuestas y Adaptaciones fisiológicas al ejercicio de Alta Intensidad: Aplicaciones al entrenamiento”*. XXI Curso de Fisiología del ejercicio. Diciembre. Madrid.
- FERNÁNDEZ POMBO, M. (1998). *“Estructura del Entrenamiento de la Fuerza”* Revista Lecturas: Educación Física y Deportes. Año 3, Nº 10, Mayo. BUENOS AIRES. (<http://www.efdeportes.com>) (Fecha de consulta 4-10-2007)
- FERRO, A; RIVERA, A; PAGOLA, I; FERRERUELA, M; MARTÍN, A; ROCANDIO, V. (2001). *“ Biomechanical analysis of the 7ª Championships in the Athletics Seville 1999”*. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 16:1/2; 25-60.
- FLECK, S. (2003). *“Entrenamiento de la Fuerza Periodizado: Una Revisión Crítica”*. (<http://www.sobrentrenamiento.com>). PubliCE Standard. (Fecha de consulta 08/09/2003).

- FONSECA e COSTA, A. (1996). “*L’entraînement de Carla Sacramento*”. (Colloque International de demi-fond. CREPS de Poitiers). Revué de L’ÁEFA. Novembre, Pág. 13-14.
- FOX, E. (1984). “*Fisiología del Deporte*”. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.
- FREDERICSON, M y MOORE, T. (2005). “*Entrenamiento de estabilización central para corredores de medio fondo y fondo*” Nuevos Estudios de Atletismo, Pag. 25-37. 4:1, IAAF.
- GACÓN, G. (1990). “*Hacia una nueva definición del trabajo máximo aeróbico del medio fondista*” Cuadernos de Atletismo, N° 28. Pág. 67-93. E.N.E. RFEA.
- GAFFNEY, S. (1991). “*Important Basic factors in the 400m sprint*”. Modern Athlete and Coach. 4/9, Pág. 39-41.
- GAJER, B. (2002) “*Anayse descriptive du 400 Metres* ”. La Ventana del Entrenador, Artículo nº 48. E.N.E. RFEA
- GAJER, B. HANON, C. (1995). “*Anayse Chronométrique du 800m*” .Annecy 94, Revué de L’ÁEFA. Mayo.
- GAJER, B; HANON, C; MARAJO, J; VOLMER, JC. (2002). “*Analyse descriptive et entraînement du 800m*”. .Francophonie, Revué de L’ÁEFA. N. 167, Pág. 65-84.
- GAJER, B; HANON, C; THOMAS, C; LE CHEVALLIER, JM; VANDEWALLE, H. (2002). “*Comment évolue VO2 au cours du 800m*” .Francophonie, Revué de L’ÁEFA. N. 167, Pag. 85-86.
- GAJER, B Y COL. (1996). “*Evolution de la foulée au cours du 800m*” Technique Athletique, Pág. 25-29.
- GAJER, B. (1996). “*Reforcement musculaire de la foulée et course de demi-fond*” (Colloque International de demi-fond. CREPS de Poitiers). Revué de L’ÁEFA. Novembre, Pág.15-17.
- GAJER, B; HAON, C; THEPAUT-MATHIEU, CH. (2007). “*Velocity and stride parameters in the 400 metres*”. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 22:3; 39-46.
- GANDY, G; COE, S (1980). “*El secreto de Sebastián Coe: El entrenamiento en circuito*”. Cuadernos de Atletismo, N° 1. Pag. 29-35. E.N.E. RFEA.
- GARCÍA, D; HERRERO, J.A; BRESCIANI, G; PAZ, J.A. (2004) “*Análisis de las Adaptaciones inducidas por cuatro semanas de Entrenamiento Pliométrico*”. Revista Internacional Médica. Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Sept.. N° 15. (<http://cdeporte.rediris.es>)(Fecha de consulta 8-6-2005).

- GARCÍA, G. (2006). *“Fisiología de la Contracción Muscular”* (<http://www.Portalfitness.com>). (Fecha de consulta 16-7-2006)
- GARCIA MANSO, J.M. (1996). *“La carrera de 100 metros”*. Atletismo Español, noviembre. RFEA.
- GARCIA MANSO, J.M. (1999). *“La Fuerza”* Ed. Gymnos. Madrid.
- GARCÍA-VERDUGO, M; LANDA, L.M. (2005). *“Medio fondo y fondo (La preparación del corredor de resistencia)”* Vol. Atletismo 4. E.N.E. RFEA.
- GARRIDO CHAMORRO, R.P. (2004). *“Evaluación de la Potencia Anaeróbica Ergojump”*. Pagina Web del doctor Garrido. (<http://www.galeon.com>) (Fecha de consulta 13-4-2005)
- GARRIDO CHAMORRO, R.P. (2004). *“Test de Wingate y Test de Bosco” (como evaluar la fuerza de nuestros deportistas)*. Servicio de Apoyo al Deportista del Centro de Tecnificación de Alicante. (<http://www.cult.gva.es>.) (Fecha de consulta 13-4-2005)
- GASTIN, P; LAWSON, D. (1994). *“Influence of training status on maximal accumulated oxygen deficit during all out cycle exercise”*. European Journal of applied Physiology and Occupational Physiology, Nº 69, Pag. 321-330.
- GIL, C; PASCUA, M. (1978). *“Pedagogía de la carrera*. Editorial Miñón.
- GIL, F. (2005). *“Entrenamiento de la velocidad y las vallas”*. Rincón del entrenador. Vol 15, E.N.E. RFEA.
- GOREHAN, C; GREEN, H; BALL-BURNET, M.; RANNEY, D. (2003). *“Entrenamiento de la Fuerza de Alta Intensidad y Metabolismo Muscular durante el Ejercicio Prolongado”*. (<http://www.sobreentrenamiento.com>). PubliCE Standard. (Fecha de consulta 03/12/2003).
- GRANADOS, J.C. *“800 Femenino: Conclusiones Post-Edmonton”*. Rincón del Entrenador, Vol. 11. E.N.E. RFEA.
- GRANADOS, J.C. (2003). *“Entrenamiento de Maite Martínez”*. Rincón del Entrenador, Vol 24, E.N.E. RFEA.
- GREENHAFF, P.L; TIMMONS, J.A. (1998). *“Interaction Between Aerobic and Anaerobic Metabolism During Intense Muscle Contraction”*. Exercise and Sport Sciences,
- GREENWOOD, E. (1973). *“Metodología de investigación social”*. Piados. Buenos Aires. Pág.106.

- GROSSER, M; BRUGGEMAN, P; ZINTL, F. (1989). “*Alto Rendimiento Deportivo*”. Ed. Martínez-Roca. Barcelona.
- GROSSER, M; STARISCHKA, H.; ZIMMERMANN, E. (1988). “*Principios del Entrenamiento Deportivo*”. Ed. Martinez Roca, Barcelona,
- GUTHRIE, M. (1995). “*Training 400 Meter Runners*”. US Coaches Review. (1) Pág. 24-31.
- GUTIERREZ, M. (1987). “*Análisis cinemático de la carrera (finalistas del campeonato de España absoluto de atletismo de 1985)*”. Club deportivo INEF, Pág. 20-39. Granada.
- HARRE, D. (1985). “*Entrenamiento de la Fuerza Rápida*”. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, n° 6, Pag. 452-460. Lipsia. (traducción de Miguel Vélez. E.N.E. 1988)
- HARRE, D. (1985). “*Teoría del Entrenamiento Deportivo*” Ed. Stadium. Buenos Aires.
- HART, C. (1993). “*400 Meters Trainig* ” Track and Field Quarterly. (1)
- HART, C. (2004). “*400 Meters Trainig* ”. La Ventana del Entrenador, Artículo n° 45. E.N.E. RFEA
- HART,C. (2008). “*NSA interview*”. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 23:2; 25-28
- HARTMAN, J; TUNNEMMANN, H. (1996).“*Entrenamiento Moderno de la Fuerza*”. Ed. Paidotribo. Barcelona.
- HAUPTMANN, M; HARRE, D. (1987). “*El Entrenamiento de la Fuerza Máxima*”. Revista de Entrenamiento deportivo. Vol I, n° 2.
- HEGUEDÜS, J. (1995). “*Actualización de la estructura del entrenamiento de fondo*”. Stadium, N° 173. Pág. 36-45.
- HEGEDÜS, J. (1999). “*Estructura y fundamentos de la velocidad en atletismo*” . Lecturas: Educación Física y Deportes. Año 4, n° 14. (<http://www.Efdeportes.com>). (Fecha de consulta 22-3-2008).
- HEGEDÜS, J. (1997). “*Estudio de las capacidades físicas: la velocidad*” . Lecturas: Educación Física y Deportes. Año 2, N° 4, (<http://www.efdeportes.com>). (Fecha de consulta 22-1-2008).
- HERMANSEN, L; MEDBE, J. (1984). “*The relative significance aerobic and anaerobic processes durig maximal exercise of short duration*. Medicine and Sport Science, N° 17, Pág. 56- 67.
- HERRERO, J. A; GARCÍA, D; GARCÍA, J. (2003). “*Influencia de la Estimulación Eléctrica Neuromuscular sobre diferentes manifestaciones de fuerza en estudiantes*

de Educación Física” Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista Digital. Año 8, N° 58, (<http://www.efdeportes.com>.) (Fecha de consulta 3-2-2005)

HILL, D.W. (1999). “*Energy sistem contributions in middle distance running events*”. Journal of sports Sciences. 17; 477-483.

HIRVONEN, J; REHUNEN, S; RUSKO, H; MÄRKÖNEN, H. (1997). “*Breakdown of high energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise*”. European Journal of Aplied Physiology, 56.

HOLLMANN, W; HETTINGER, T. (1990). “*Sportmedizin Arbeits - und Trainingsgrundlagen*”. Schattauer.

ITO, A; SUZUKI, M. (1992). “*The men’s 100 meters*”. Nuevos Estudios Atlético. IAAF, 7.

JOHNSTON, R; QUINN, T; KERTZER, R; VROMAN, N. (1995). “*Iproving running economy trougt strength training*”. Strength and Conditioning , Abril, N° 17, Pág. 7-13.

KADA, A. (1996). “*Le medi-fond au Maroc: L’entraînement de Hicham El Guerrudj et de Salah Hissou*”. (Colloque International de demi-fond. CREPS de Poitiers). Revué de L’AÉFA. Novembre, Pág. 5-8.

KOENING, E. (1986) “*Aspectos estructurales sobre el entrenamiento de fuerza de los velocistas*”. Cuadernos de Atletismo. N° 19, Pág. 25-31, E.N.E. RFEA.

KONDATRIEVA, L. (1995). “*Charla coloquio sobre Velocidad*”. Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Cooperación Deportiva con Rusia. Moscú. E.N.E. RFEA.

KOROSTYLIOV, A. (1995). “*Charla coloquio sobre Velocidad y Vallas*”. Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Cooperación Deportiva con Rusia. Moscú. E.N.E. RFEA.

KRANTZ, N. (1996). “*M. Johnson et M.J. Pérec: analyse compare de la foulée. Efficacité et économie: quel système expert retenir?*”. Technique Athletique. (Special Force), Pág. 31-35. I.N.S.E.P.

KUZNETSOV, V. (1982). “*Metodología del desarrollo de las cualidades especiales de velocidad-fuerza de los deportistas cualificados*”. Cuadernos de Atletismo. N° 9, E.N.E. RFEA.

KUZNETSOV, V. (1986). “*Metodología del Entrenamiento de la Fuerza para deportistas de Alto Nivel*”. Ed. Stadium. Buenos Aires.

- LACOUR, R.(1996). *“Physiological analysis of qualities required in sprinting”*. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 11: 2-3.
- LAICH, G. (1985). *“Modificaciones morfofuncionales y funcionales inducidas en las fibras musculares esqueléticas humanas mediante ejercicios isocinéticos*. Tesis doctoral. Centro de Medicina. Universidad de Alcalá de Henares.
- LA PLANTE, F. 1993. *“The 400 Meter dash”* Track and Field Quarterly. (1) Pág. 18-22.
- LATORRE, A; IMPELLIZZERI, F; DOTTI, A; ARCELLI, E. (2005). *“Deben los atletas caucásicos resignarse al dominio de los atletas africanos en las pruebas de medio fondo”*. New Studies Athletics, Nº 4, Pág. 41-51. IAAF.
- LATORRE ROMÁN, P. (2003). *“Análisis biomecánico del corredor de fondo”*. RED, Tomo XVII, N. 4, Pag. 24-32.
- LETZELTER, B; SAUERWEIN, G; BURGER, R. (1994). *“Resistance runs in speed development”* Helmar Hommel. Vol. 22, Nº 28-29. Germany
- LIDOR, R; MECKEL, Y. (2004). *“Consideraciones sobre Fisiología, Desarrollo de Habilidades y Aprendizaje Motor en la carrera de 100 metros”*. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF. 3:1; 7-12,
- LISOWSKI, J. (2002). *“El entrenamiento de 400m y 4x 400m”*. Rincón del Entrenador, Vol 10, E.N.E. RFEA.
- LITOWCHENKO, I. (1995). *“Charla coloquio sobre Velocidad”*. Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Cooperación Deportiva con Rusia. Moscú. E.N.E. RFEA.
- LITOVCHENKO, M. (1990). *“Planificación de las corredoras soviéticas de alto nivel de 800, 1500 y 3000 metros”* ” Cuadernos de Atletismo, Nº 28. Pág. 13-22. E.N.E. RFEA.
- LÓPEZ, V. (1995). *“An Approach to Strength Training for Sprinters”*. US Track Coaches Review. (4) Pág. 16-20.
- LÓPEZ CHICHARRO, J. (2000). *“El metabolismo del lactato durante los ejercicios de alta intensidad”*. XXI Curso de Fisiología del ejercicio. Diciembre, Madrid.
- LÓPEZ DE VIÑASPRE, P; COMELLAS, J. (2000). *“Propuesta para el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia”*. Apunts (Revista de Ed. Física y Deportes). Nº 62. Pag. 86-90

- LOPETEGUI, E. (2003) “*Desarrollo de la Fortaleza Muscular: ¿Cuál es el mejor Método?*” Universidad Interamericana de PR. Facultad de Educación. San Juan de PR. (<http://www.saludmed.com>.) (Fecha de consulta 24-3-2004).
- LOZANO MARTÍNEZ, F. (2005). “*Nuevos enfoques del entrenamiento de fuerza en el fondo*” Rincón del Entrenador, Vol. 15. E.N.E. RFEA.
- LOURIE, M. (2005). “*Un demi-siècle d’entraînement en sprint*” Colloque Poitiers. AEFA. Vol. 33, N° 117
- LUNDIN, PH. (1990). “*Cargas del Entrenamiento Pliométrico para Jóvenes y Principiantes*”. (traducción de Covadonga Mateos y Miguel Vélez). Abril, Sant Cugat del Vallés.
- MACH, G. (2007). “*Componentes del entrenamiento de velocidad*”. Cuadernos de Atletismo. N° 19, E.N.E. RFEA.
- MACHADO, V. PAIXAO, P. (2007). “*Cambios en el déficit de oxígeno acumulado y el costo energético de correr 400 metros*”. Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 6:2; 49-56.
- MANNO, R. (1991). “*Fundamentos del Entrenamiento Deportivo*”. Ed. Paidotribo. Barcelona
- MARTÍN, A. (2007). “*Entrenamiento de Arturo Casado*”. Rincón del Entrenador, Vol. 20. E.N.E. RFEA.
- MARTÍN ACERO, R. (1990). “*Construcción neuromuscular: la fuerza en jóvenes deportistas*”. Revista de Entrenamiento Deportivo. Volumen IV, N° 1.
- MARTÍN ACERO, R. (2005). “*Fases sensibles de la Fuerza y Velocidad*”. Rincón del entrenador. Vol 15, E.N.E. RFEA.
- MARTÍN ACERO, R. (1987). “*La fuerza relativa*”. Revista de Entrenamiento Deportivo. Volumen I, N° 4-5.
- MARTÍNEZ, I.; DE PAZ, J; CUADRADO, G. (2002) “*Efecto del Entrenamiento de Desarrollo Muscular sobre la Fuerza Isométrica en jugadores de Balonmano en las etapas de Formación*”. Revista Digital: Rendimiento deportivo.com. N° 1. (<http://www.rendimientodeportivo.com>). (Fecha de consulta 2-10-2004)
- MARTÍNEZ, J.L. (2009). “*La fuerza: reflexiones*”. Rincón del Entrenador, Vol 24, E.N.E. RFEA.
- MASLAKOV, V. (1995). “*Planificación del trabajo de Velocidad*”. Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Cooperación Deportiva con Rusia. Moscú. E.N.E. RFEA.

- MATVEEV, L. (1977). *“Fundamentos del Entrenamiento Deportivo”*. Ed Raduca, Moscú.
- MCFARLANE, B. (2004). *“Modern Circuit Training”*. Track Coach, N°168, Pág. 5353-5361.
- MILLER, C; QUIÈVRE, J; GAJER, B. (2003). *“Del Análisis Biomecánico a la Musculación Específica del Velocista”* Laboratorio de Biomecánica y Fisiología del INSEP. Rincón del Entrenador, Vol 11, E.N.E. RFEA.
- MIRONENKO, I. (1995). *“Entrenamiento de Fuerza”* .Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Cooperación Deportiva con Rusia. Moscú. E.N.E. RFEA.
- MOLNAR, G. DÁVILA, J.L. (2006) *“El Entrenamiento de la Fuerza (Parte I y II)”* . (<http://www.chasque.apc.org>). (Fecha de consulta 13-6-2006).
- MONIZ PEREIRA, M. (1985). *“Entrenamiento de los corredores portugueses de alta competición”* Cuadernos de Atletismo, N° 18. Pag. 63-71. E.N.E. RFEA.
- MORA VICENTE, J. Y OTROS . (1995). *“Teoría del Entrenamiento y del Acondicionamiento Físico”*. Ed. COPLEF Andalucía.
- MORAVEC, P; RUZICKA, J; SUSANKA, P; DOSTAL, E; KODEJS, M.; NOSEK, M. (1987). *“Análisis de las pruebas de 100 metros en los II Campeonatos del Mundo de Atletismo”*. Proyecto - Informe Científico de la I.A.F.F. Roma.
- MOREAU, M. (2002). *“The Biomechanics of the arms during running”*. La Ventana del Entrenador, Artículo nº 20. E.N.E. RFEA
- MORENO CUESTA, M. (2003). *“técnica, velocidad y fuerza en los 800m.”* Rincón del Entrenador, Vol. 12. E.N.E. RFEA.
- MORGADO, J.J. (1994). *“Los sistemas energéticos en el entrenamiento de velocidad y vallas”* . Atletismo Español, febrero, Pág. 54-58.
- MÚJIKA, I. (2000). *“Fatiga y ayudas ergogénicas para la mejora del rendimiento en ejercicios de alta intensidad”* XXI Curso de Fisiología del ejercicio. Diciembre, Madrid.
- MYERS, R; MUNROE, R. (1982). *“Teoría sobre el entrenamiento para desarrollar la fuerza explosiva”*. Cuadernos de Atletismo. N° 9, E.N.E . RFEA.
- NEUHOF, J. (1990). *“Estructura y planificación anual del entrenamiento de medio fondo y fondo de la RDA.”* Cuadernos de Atletismo, N° 28. Pag. 33-48. E.N.E RFEA.

- NORMAN, P. (1995). “*Steve Cram and His Training*”. Athletics Coach Summer Edition, (7) Pág. 8-13.
- OZOLIN, N.G. (1983). “*Sistema Contemporáneo de Entrenamiento Deportivo*”. Ed Científico-Técnica. La Habana.
- PAAVOLAINEN, L; HÄKKINEN, K; HÄMÄLÄINEN, I; NUMMELA, A; RUSKO, H. (2003). “*El entrenamiento de la fuerza explosiva mejora el tiempo de una carrera de 5K mediante la mejora de la economía de carrera y de la potencia muscular*” (<http://www.Sobreentrenamiento.Com/PubliCE.asp>). (Fecha de consulta 16- 06-03). Pid: 166.
- PARJSUK, V. (1996). “*The European School in sprint ting: The experiences in Russia*” Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 11: 2-3, 71-76.
- PASCUA, M. (1982). “*Entrenamiento de Antonio Páez*”. Cuadernos de Atletismo, Nº 8, Pág. 13-18. E.N.E. RFEA.
- PASCUA, M. (2005). “*El Entrenamiento de Francis Obikwelu*”. Rincón del entrenador. Vol 16, E.N.E. RFEA.
- PASCUA, M. (1990). “*Cómo entrenó Cayetano Cornet*”. Atletismo Español, Nº 414.
- PASCUA, M. (2000). “*Entrenamiento Anaeróbico: Aplicaciones en atletismo*”. XXI Curso de Fisiología del ejercicio. Diciembre. Madrid.
- PENDERGAST, K. (1990). “*Energy Systems and the 400m race*” Modern Athlete and Coach, (2) Pág. 27-40.
- PENDERGAST, K. (2002). “*Optimum speed distribution in 800m and training implications*”. Modern Athlete and Coach, (1), Pág. 3-8
- PETROVA, Y. (1995). “*Charla coloquio sobre Velocidad*”. Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Cooperación Deportiva con Rusia. Moscú. E.N.E. RFEA.
- PIASENTA, J. (2004). “*Análisis funcional de la zancada y procedimientos de aprendizaje de la carrera*” Rincón del Entrenador, Vol 13. E.N.E. RFEA
- PIASENTA, J. (2004). “*Organización del Entrenamiento anual de la Velocidad y de la Fuerza*”. Rincón del Entrenador, Vol 13. E.N.E. RFEA.
- PINSACH, P. (2004). “*Entrenamiento Combinado: Fitness y Electroestimulación*” (<http://www.Sobreentrenamiento.Com/PubliCE Estándar>) (Fecha de consulta 22-10-2004). Pid. 373.
- PLATONOV, V. (1988). “*El Entrenamiento Deportivo. Teoría y Metodología*”. Ed. Paidotribo. Barcelona.

- PLATONOV, V; BULATOVA, M. (1994). *“La Preparación Física”*. Ed. Paidotribo, Barcelona.
- POLUNIN, A. (1991). *“Fuerza y resistencia en la fuerza-velocidad de los corredores de fondo”*. Cuadernos de Atletismo, Nº 30. Pág. 67-73. E.N.E. RFEA.
- POSTIGO, A. (2002). *“400m”*. Rincón del Entrenador, Vol 10, E.N.E. RFEA.
- POSTIGO, I. *“Pista cubierta: los 200m”*. (1996). Departamento de Apoyo técnico y Documentación, cuaderno Nº 12. Federación Territorial de Atletismo de Castilla y León.
- PUIG, T. (2005). *“Propuesta de Programación para un corredor de 400mts. En la temporada 2004-2005”*. Rincón del Entrenador, Vol 16, E.N.E. RFEA.
- QUESADA, R. (2003). *“La Pliometría, Nuevo Método de Entrenamiento”*. Artículo, 26 de noviembre 2003. (<http://www.boxeo.ws>). (Fecha de consulta 3-5-2005).
- QUINN, J. (1991). *“Training requirements and alternatives in the 400m event”*. Modern Athlete and coach. (9), Pág. 25-27.
- QUINTANA, A. BRITTON, R.M. (2007). *“La influencia de los ejercicios especiales de fuerza sobre la técnica en los corredores de 400m planos de la EIEFD en el macro ciclo 2005-2006”* Revista Digital. Año 12, Diciembre, nº 115. Buenos Aires. (<http://www.Efdeportes.com>). (Fecha de consulta 4-5-2008).
- RAMÍREZ, E; CANCELA, J.M. (2003). *“La Planificación del Entrenamiento: La Fuerza en Natación”* Revista Digital. Buenos Aires. Año 8. Nº 52 (<http://www.efdeportes.com>). (Fecha de consulta 6-3- 2004)
- RAMÍREZ, E. BRITO, C. (2000). *“Comportamiento de la Fuerza Especial y Relativa de los nadadores brasileños de competición”*. XX congreso internacional de actividades acuáticas y natación deportiva. AETN-Toledo.
- REINA MONTERO, L; MARTÍNEZ DE HARO, V. (2003).” *Manual de Teoría y Práctica del Acondicionamiento Físico*” Ed .CV Ciencias del Deporte Madrid.
- RIGAL, R. 1988. *“Motricidad Humana”* Ed. Pila Teleña. Madrid.
- ROCANDIO, V. (2002). *“Tras la estela de Cristine Arron”*. Rincón del entrenador. Vol 10, E.N.E. RFEA.
- ROIG, T. (2002). *“El entrenamiento de 400m”*. Rincón del Entrenador, Vol 10, E.N.E. RFEA.
- ROTTA, A. (1996). *“The training of Marisa Masullo”* Nuevos Estudios Atléticos. IAAF, 11:2-3; 145-146.

- SCARPIN, F. (2005). *“Así entrena Andrea Longo”*. Rincón del Entrenador, Vol. 15. E.N.E. RFEA.
- SCHÄFER, W. DOST, P. (1989). *“Performance-structural elements in the 400m competition and their realization within the complex methods of training”*. Athletics Coach. Nº 1, Pág. 45-50.
- SCHIFFER, J. (2008). *“The 400 metres”* Nuevos Estudios Atlético. IAAF, 23:2; 7-13.
- SCHMIDTBLEICHER, D. (1985). *« Classification des Methodes D'Entrainement de la Force »*. Institut du Sport. Université de Fribourg.
- SEAGRAVE, L. (1994). *“Entraînement d'André Casson”*. Stages et Colloques, Colloque Sprint, Poitiers
- SERRANO, A. (2007). *“Entrenamiento de Higuero y de la Ossa”*. Rincón del Entrenador, Vol. 20. E.N.E. RFEA.
- SIDORENKO, S. (1991). *“Periodización y control del entrenamiento en los saltadores soviéticos de alto rendimiento”*. Cooperación Deportiva España-Unión Soviética Moscú.
- SKOF, B; STUHEC, ST. (2004). *“Análisis cinemático de la carrera de Jolanda Ceplak”* New Studies Athletics, N. 3:1, Pág. 23-29. IAAF.
- SMITH, J. (1990). *“U.C.L.A.100-400 Sprint Training”*. Track and Field Quarterly. (1) Pág. 10-15.
- SMITH, T. (2001). *« El entrenamiento de la fuerza en el preadolescente »*. J.O.P.E.R.D. Vol. 55, Nº 1.
- SMITS, P.(2002). *“Lo esencial del 800m.”*. Rincón del Entrenador, Vol. 6. E.N.E. RFEA.
- SPENCER, M ; GASTIN, P ; PAYNE, W. (1996). *“Energy system contribution during 400 to 1500 metres running”* New Studies Athletics, N. 4, Pág. 59-65. IAAF.
- SUSLOV, F. (1997). *“How much strength is needed in endurance events”* Modern Athlete and Coach, Abril Nº 35, Pág. 1-9.
- SUÁREZ, I.R. (1998). *“Multi Fuerza”*. Ed. Científico técnica. La Habana
- STALEY, CH. (2004). *“Entrenamiento de Densidad Elevada”* (<http://www.fuerzaypotencia.com>). (Fecha de consulta 18-4-2004).
- STALEY, CH. (2004). *“Fuerza de Calidad para la Performance Atlético Humana: Una guía para el entrenamiento de la Fuerza Explosiva”*. (<http://www.fuerzaypotencia.com>). (Fecha de consulta 18-4-2004).

- STEPHAN, H.(1994). *“Un demy siècle d’entraînement en sprint: proposition sur des éléments essentiels du sprint et des haies”* Colloque Poitiers. AEFA. Vol. 41, Nº 177.
- TIDOW, G ; WIEMANN, K. (1994). *“Zur Optimierung del Sprintlaufs bewegungsanalytische Aspekte”*. Leistungsport, 4.
- TSCIENE, P. (1983). *“Tendenze metodiche dell’allenamento di forza nelle specialità di forza veloce”*. *Atleticastudi*, 2, Pag 115-125. FIDAL.
- THOMAS, A.P (1992). *“Where Do I Go From Here? Some issues to be considered when female athletes move to 400m”*. *Athletics Coach*. Nº3, Pág. 5-10.
- THOMAS, J. (2002). *“El Entrenamiento de Fuerza en el Sprint Femenino: Planificación del Entrenamiento”*. *Rincón del entrenador*. Vol 10, E.N.E. RFEA.
- TIHANYI, J. (1989). *“Fisiología y Mecánica de la Fuerza”* R.E:D, volumen 3. nº 2.
- TIHANYI, J. (1988). *“Fuerza Rápida”* .Congreso Internacional de Estepota. E.N.E. RFEA.
- TORRES COSTA, N. (2004) *“Métodos de investigación”*. (<http://www.mailxmail.com>) (Fecha de consulta 18-1-2008).
- TUPA, V; GUSENOV, F; MIRORENKO, I. (1990). *“Fatigue influenced changes to sprinting technique”* *Teoriya i Practice Fizicheskoy Kultury*, February, Nº 2, Russia
- ULLOA LÓPEZ, J. (2001). *“Papel de la Velocidad en los Lanzamientos. Los Medios para su desarrollo”* Profesor de la Universidad McGill. Montreal. Qc. Federación Quebeoise de Atletismo. Montreal. Qc. Canadá.
- URTEBISE, F. (2003). *“Entrenamiento del desarrollo de la Fuerza del corredor de 400m vallas”*. *Rincón del Entrenador*, Vol 11, E.N.E. RFEA.
- VALDEZ, J. (1990). *“Hacia una posible definición de métodos cualitativos”*. <http://www.monografias.com>. (Fecha de consulta 18-1-2008)
- VANDEN EYNDE, E, VAN ESPEN, M. (1980). *“Tablas de tiempos y pasajes”*. *Cuadernos de Atletismo*, Nº 1, Pág. 85 y 86. E.N.E. RFEA.
- VARILLAS MARTÍN, A. (2003). *“El Entrenamiento Isométrico en Halterofilia”* *Revista Digital*. Buenos Aires. Año 8, Nº 56. (<http://www.efdeportes.com/>) (Fecha de consulta 3-12-2004).
- VARIOS. (1992). *“Capacidades coordinativas”*. Departamento de Apoyo técnico y Documentación, carpeta Nº 7. Federación Territorial de Atletismo de Castilla y León.

- VARIOS. (2003). *“Determinantes para el entrenamiento de la fuerza”* . Entrenadores de Nivel II del SFCE. IAAF Global Athletics. Nº 1. Marzo IAAF@ - letter.
- VARIOS. (2002). *“Entrenamiento de la fuerza específica para carreras”* . Entrenadores de Nivel II del SFCE. IAAF Global Athletics. Nº 1, Mayo, IAAF@ - letter.
- VARIOS. (2003). *“Entrenamiento de la fuerza para atletas de resistencia”* . Entrenadores de Nivel II del SFCE. IAAF Global Athletics. Nº 3. Julio IAAF@ - letter.
- VARIOS. (2003). *“Hill Training”*. Sport Coach, (<http://www.brianmac.demon.co.uk/>) (Fecha de consulta 5-4-2007).
- VARIOS. (2006). *“Middle distance running technique”*. Sport Coach, <http://www.brianmac.demon.co.uk/>, (Fecha de consulta 28-5-2007).
- VARIOS. (2006). *“Últimas Teorías sobre la Hipertrofia Muscular”*. (<http://usuarios.lycos.es>) (Fecha de consulta 2-3-2007).
- VELASCO, M. (1982). *“El entrenamiento de José Luis González”* Cuadernos de Atletismo, Nº 8. Pág. 19-24. E.N.E. RFEA.
- VERKHOSHANSKY, Y. (1990). *“Entrenamiento Deportivo”*. Ed. Martínez Roca. Barcelona.
- VERKHOSHANSKY, Y. (1970). *“Tensiones Musculares y Métodos de desarrollo de la Fuerza”*. Revista Fizkultura y Sport. Moscú. Trad. I.N.E.F. Madrid.
- VERKHOSHANSKY, Y. (1999). *“Todo sobre el Método Pliométrico”* . Ed. Paidotribo. Barcelona.
- VILLAMAGNA, R. (2002). *“ La Fuerza: I, II, y III Parte”* (<http://www.sobreentrenamiento.com>) (Fecha de consulta 6-6- 2006).
- VITTORI, C. (1990). *“Entrenamiento de la Fuerza en el Sprint”*. Revista de Entrenamiento Deportivo, Volumen 4, Nº 3.
- VITTORI, C. (1991). *“Entrenamiento de la Fuerza en el Sprint”* *Atleticastudi*, 1-2, Pág. 3-25. 1990. (Traducción M.Vélez, J. M. Vela y P. A. Galilea. C.A.R de Sant Cugat.
- VITTORI, C. (1996). *“Entrenamiento de la velocidad en Europa: la experiencia italiana”*. Cuadernos de Atletismo. Nº 37, Pág. 13-28, E.N.E. RFEA.
- VITTORI, C. (1992). *“Entwicklung und Training junger 400-m-Läufer”* *Leichtathletik*. Nº39, Pág. 15-17,

- VITTORI, C. (2003). “*La incidencia del entrenamiento en los parámetros de amplitud y frecuencia de carrera*”. I Congreso Internacional de Atletismo. Salamanca 2003. E.N.E. RFEA.
- VITTORI, C. (1988). “*Propuesta de un modelo técnico-biomecánico de la prueba de 100 metros*”. Cuadernos de Atletismo. Nº 11, Pág. 11-17, E.N.E. RFEA.
- VOINOV, V. (1995). “*Estudio Anatómico-funcional del Aparato Locomotor Especial*” Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Intercambio Internacional con Rusia. Sant Petersburgo. E.N.E . RFEA.
- VOINOV, V. (1995). “*La técnica de Carrera*”. Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Intercambio Internacional con Rusia. Sant Petersburgo. E.N.E . RFEA.
- VOINOV, V. (1995). “*La técnica de Salida, Frecuencia y Amplitud*”. Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Intercambio Internacional con Rusia. Sant Petersburgo. E.N.E . RFEA.
- VOINOV, V. (1995). “*Soporte Anatómico-Fisiológico para la teoría del trabajo isométrico*” Actividad de los sectores de Velocidad y Vallas. Intercambio Internacional con Rusia. Sant Petersburgo. E.N.E . RFEA.
- VÜORIMAA, T. (1991). “*Factores básicos de la carrera de resistencia, economía de carrera y su control*” Cuadernos de Atletismo, Nº 30. Pag. 171-179. E.N.E. RFEA.
- WATERBURY, Ch. (2005) “*Diversidad para la Hipertrofia*”. Traducción: Prof. Javier Sáez. (<http://www.fuerzaypotencia.com>) (Fecha de consulta 3-7-2006)
- WATTS, D; WILSON, H. (1980). “*Características del entrenamiento de medio fondo y fondo en Inglaterra*” Cuadernos de Atletismo, Nº 1. Pág. 65-78. E.N.E. RFEA.
- WIEMANN, K; TIDOW, G. (1995) “*Relative activity of hip and knee extensors in sprinting. Implications for training*”. La Ventana del Entrenador, Artículo nº 19. E.N.E. RFEA
- WILSON, H. (1985). “*El entrenamiento de los mediofondistas de alto nivel*” . Cuadernos de Atletismo, Nº 18. Pág. 39- 62. E.N.E. RFEA.
- WITHER, R; SHERMAN, W; CLARK, D; ESSELBACH, P; NOLAN, S; MACKAY, M; BRINKMAN, M. 1991. “*Muscle metabolism during 30, 60 and 90 seconds of maximal cycling on an air braqued ergo meter*. European Journal of applied Physiology and Occupational Physiology, Nº 63, Pág. 354-362.

- YESSIS, M. (2001). *“La tendencia soviética en la fuerza y en la preparación física”*. N.S.C.A.V. Vol. 4, Nº 6.
- ZANON, S. (1993). *“consideraciones sobre la elasticidad muscular y la pliometría”*. Técnica Atlético. E.N.E. RFEA.
- ZOTKO, R. (1991). *“Metodología de la interacción entrenador atleta”*. Cooperación Deportiva España- Unión Soviética.
- ZUNKOWICZ, W. *“Medio fondo femenino en Munich y Montreal”* Cuadernos de Atletismo, Nº 1. Pág. 37-55. E.N.E Real Federación Española de Atletismo.