

TEMA 5

LA TÉCNICA DE CARRERA

1. INTRODUCCIÓN

La carrera además de ser una de acciones motrices más trascendentes en la supervivencia del ser humano, supone la esencia de la mayoría de las pruebas atléticas. Se trata además del medio más universal y accesible para realizar Actividad Física de media y alta intensidad.

Resulta incuestionable que una buena mecánica de carrera facilita el rendimiento en cualquiera de las disciplinas atléticas, sin mencionar la menor incidencia de lesiones en el aparato locomotor.

La Carrera por su naturalidad puede considerarse como un gesto técnico sencillo si lo comparamos por ejemplo con el nado. Al igual que andar o saltar, son formas naturales e instintivas de desplazamiento. Sin embargo, resulta bastante más compleja si el objetivo es lograr un rendimiento.

Su temprano aprendizaje autónomo, su complejidad mecánica y su carácter cíclico y sobre todo el hecho de que el patrón motor se adquiere antes de que el entrenador intervenga, hacen que cualquier intento de modificación posterior por parte del entrenador/a exija tiempo y dedicación.

En comparación con las maquinas modernas, el desplazamiento humano es poco eficaz y poco económico ya que el 47% de la masa del cuerpo tiene que intervenir, piernas y brazos que rotan y crean momentos de inercia, exigen una gran fuerza muscular para desarrollar la gran variedad de movimientos de las palancas óseas que se dan en la carrera. Una rueda sería mucho más eficaz, pero la carrera es sólo una de las posibilidades de movimiento que ofrece el cuerpo humano que como el resto de los animales se compone de vieles y palancas.

Cualquier movimiento se produce por una combinación de fuerzas, la carrera al igual que el resto de desplazamientos no escapa a esta combinación de fuerzas que pueden ser de 2 tipos:

- a)- Fuerzas Internas.
- b)- Fuerzas Externas.

Dentro de estos dos tipos existen las fuerzas que favorecen el desplazamiento y las que lo perjudican.

a) Fuerzas Internas

Fuerzas favorecedoras del desplazamiento:

- contracción de músculos agonistas
- fuerza elástica de músculos y tendones (que se acumula en la Componente Elástica en Serie CES). Los mamíferos superiores (incluso el hombre) conservan gran parte de la energía necesaria para la carrera gracias a la estructura elástica de sus pies y piernas.

Fuerzas que desfavorecen el desplazamiento:

- Contracción de músculos antagonistas.
- rozamiento de músculos, tendones...
- Viscosidad muscular (en función de la temperatura).

b) Fuerzas Externas

Fuerzas que favorecen el desplazamiento:

- Fuerza de reacción del suelo.

Fuerzas desfavorables al desplazamiento:

- La fuerza de la gravedad.
- Rozamiento con el aire: En una carrera de 100 metros, aproximadamente el 5% de la fuerza se utiliza en vencer la resistencia aerodinámica (N.Linthorne, 1994). El llevar una ropa Ajustada puede reportar un beneficio de 0.02 seg. (Kyle, 1986). Cada 1.000 metros de altitud suponen aproximadamente una ventaja de 0.03 segundos. Una velocidad del viento de +1 m/s supone una mejora de entorno 0.07 seg.
- Rozamiento del suelo.
- Rozamientos del pie dentro de la zapatilla.

2. FASES DE LA CARRERA

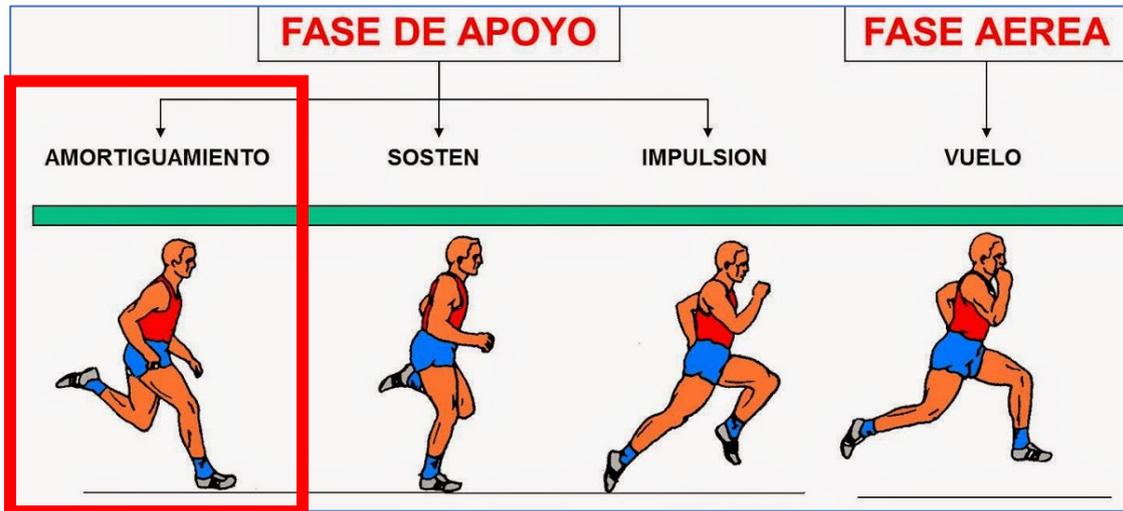
La carrera puede definirse como un ejercicio cíclico en el que el corredor se encuentra sucesivamente en fases aéreas y fases de apoyo.

2.1. Fase de apoyo

Clásicamente, para su estudio, se divide a su vez en tres subfases:

A. Amortiguamiento:

Corresponde al momento en que el pie de la pierna libre toma contacto con el suelo, por delante de la proyección del c.d.g, hasta que la cadera (C.D.G.) se sitúa encima del apoyo.



El contacto con el suelo se produce de metatarso, por su parte externa debido a una ligera supinación del pie. A medida que el c.d.g. se desplaza hacia adelante producto de la inercia adquirida en impulsos anteriores el pie va rodando hacia el interior, a la vez que el talón se va aproximando al suelo. Sólo en pruebas de gran fondo (maratón, cross...) puede considerarse válido una toma de contacto de talón seguida de una acción secante, esta acción queda justificada por la necesidad de una zancada económica.

La fase de amortiguamiento se ha caracterizado tradicionalmente, por ser una fase negativa en la que el c.d.g. pierde velocidad ya que, al producirse el apoyo por delante de la cadera, una de las componentes de fuerza está orientada en el sentido contrario al desplazamiento.

La fase de amortiguamiento puede definirse también como el periodo en el que el C.D.G. deja de descender hacia el suelo para remontar. (J. Piasenta). Desde este punto de vista, no coincide con el concepto clásico ya que en algunos atletas, el momento de reorientación del C.D.G. no coincide con el paso de la cadera encima del apoyo: Puede darse antes (atleta experto), o después del paso por la vertical (atletas menos confirmados).

En consecuencia, esta es la razón de ser de la fase de amortiguamiento, aunque dados los aspectos negativos que conlleva, debemos procurar que sea lo más breve posible.

Esta acción puede minimizarse de dos formas:

- a. situando el punto de toma de contacto del pie con el suelo próximo a la proyección de la cadera.
- b. Procurando que la velocidad segmentaria del pie al llegar al apoyo tenga una velocidad horizontal, si no negativa, cosa casi imposible si exceptuamos los primeros apoyos de carrera, si relativamente menor a la que posee el c.d.g. corporal. Esto exige un mayor trabajo muscular de los flexores de rodilla y extensores de cadera con lo que el gasto energético de la carrera se incrementa, sólo es pues recomendable en carreras de corta duración. A esto le llamamos acción de “zarpazo”.
Al margen de lo anterior, podemos ver varias posibilidades según dónde se apoya el pie en relación con la rodilla:

- **apoyo por delante de la rodilla:**

Se observa en zancadas “de tracción” o “zarpazo” anteriormente comentado con la finalidad de reducir el tiempo de amortiguamiento. Lo utilizan corredores potentes capaces de reaccionar contra la fuerza negativa provocada por el alejamiento del apoyo respecto al c.d.g. Normalmente se observa en pruebas de velocidad y saltos. También se da en pruebas de fondo cuando el contacto se hace de talón, la duración del apoyo es mayor. El objetivo de este tipo de zancada es el de conseguir una mayor amplitud de la misma sin que la par bola del c.d.g. sea tan elevada (mayor economía).

- **apoyo en la vertical de la rodilla:**

La cadera pasa más fácil hacia adelante acortando la fase de amortiguamiento. Es la forma más habitual de apoyo y se utiliza tanto en las pruebas de velocidad, medio fondo y saltos.

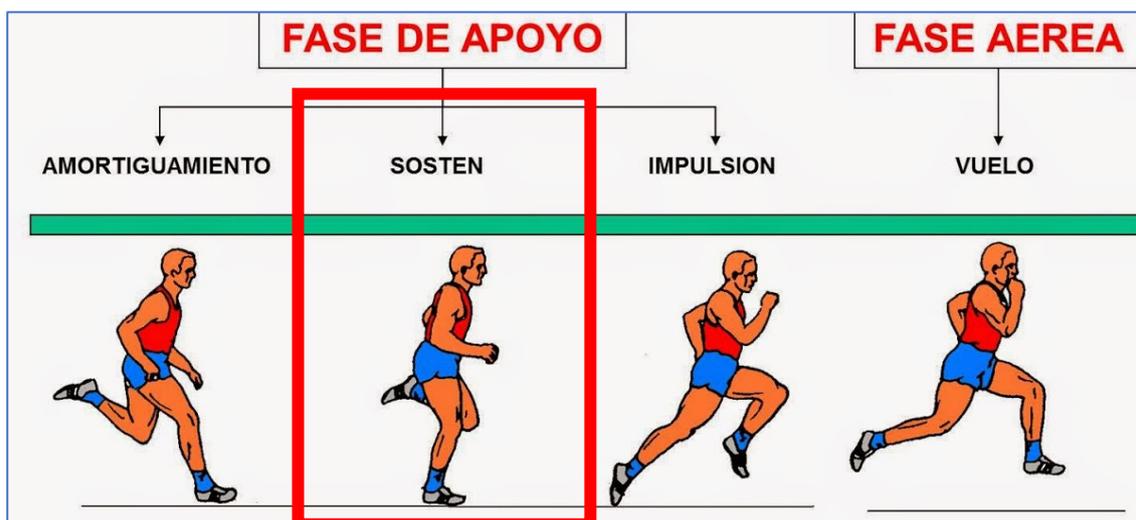
- **apoyo por detrás de la vertical de la rodilla:**

Acción de pistón. Actitud que se asocia a las pruebas de gran fondo, pero en la que se da una gran pérdida de amplitud de zancada. El estado de desequilibrio que engendra esta posición hace que el mecanismo natural se vea comprometido. Se da de forma eficaz en las fases de aceleración, que corresponden generalmente a los primeros apoyos de las pruebas.

B. Sostén:

Corresponde al momento en que el c.d.g. se sitúa en la vertical del apoyo. En el análisis tradicional, la fuerza que se ejerce en la fase de sostén o apoyo equilibra perfectamente la fuerza ejercida por la gravedad sobre el centro de masas. Se define, igualmente, como una fase neutra, ya que no hay posibilidad de producir una aceleración horizontal; toda la fuerza aplicada se utiliza en sostener el C.D.G. A pesar de ser muy breve (cuanto mayor sea la velocidad de

carrera más corta será esta fase), tiene un gran interés su observación para determinar actitudes de carrera (carrera alta, carrera baja) y apreciar la eficacia del avance de la cadera. Angulaciones muy cerradas de la pierna, durante el apoyo, denotan una carrera baja, mientras que angulaciones abiertas, son indicativas de una carrera alta.



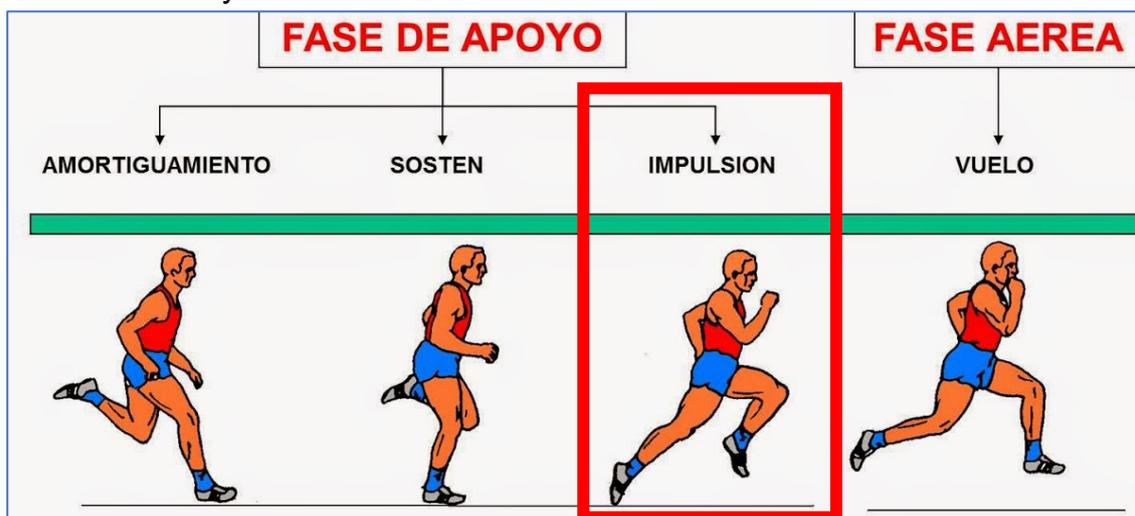
Se observa una aproximación de segmentos a lo largo del eje longitudinal del cuerpo y el c.d.g. baja hasta su punto más bajo por la flexión de la pierna de apoyo. Al final de esta fase observamos que el talón se apoya (fondo) o queda muy cerca del suelo (velocidad).

C. Impulso:

Esta fase, en la bibliografía clásica, comienza cuando el c.d.g se sitúa por delante del apoyo y finaliza con el abandono del suelo por parte del pie. Se caracteriza por una extensión de todas las articulaciones, observándose al final de esta fase, la máxima extensión de la pierna de apoyo (sin llegar al bloqueo de la rodilla) y la máxima apertura tanto entre las piernas como entre los brazos, a esta posición se la conoce con el nombre de “tándem de carrera”.

Desde un punto de vista menos analítico, podemos definir esta fase como el momento en el que el C.D.G. remonta y recupera velocidad, y como ya hemos visto anteriormente, se puede concebir como una acción que comienza incluso antes de que el C.D.G. se sitúe encima del apoyo. Según J. Piasenta, puede definirse como “el sector de impulsión eficaz”.

El trabajo se produce por una contracción concéntrica de flexores plantares, soleo, gemelos, cuádriceps y una contracción isométrica de bíceps, semitendinoso y semimembranoso.



En esta fase el apoyo del pie termina en la parte interna, siendo el dedo gordo el último en perder contacto; a esta superficie de impulso la denominamos “arco de impulso”.

Es la única fase en la que se da una aceleración positiva y por lo tanto de la calidad de la impulsión en esta fase.

Resulta fundamental una buena colocación de la cadera, mediante el trabajo de los abdominales principalmente, para que el c.d.g. esté en situación óptima respecto al apoyo para una perfecta aceleración.

2.2. Fase de vuelo o aérea:

Es la fase más pasiva de la carrera. Su duración depende de la velocidad de desplazamiento, siendo corta en las pruebas explosivas, se va alargando en las pruebas de 200, 400 y medio fondo (1.500 m) y posteriormente vuelve a abreviarse debido a una necesidad imperiosa de economía en la zancada;(la duración de la zancada no tiene por que ir relacionada con la amplitud).

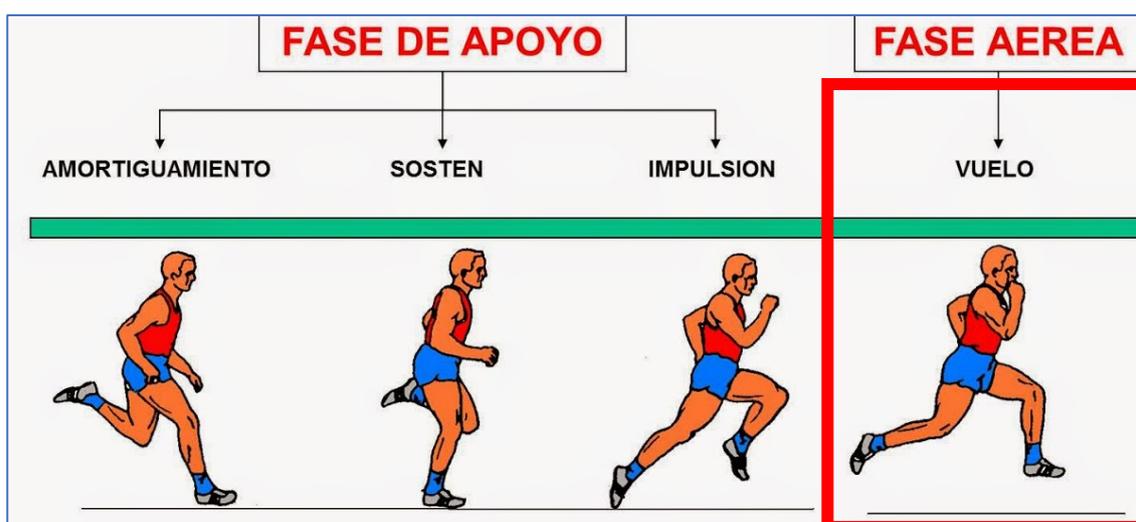
La Fase de Vuelo comienza con el despegue de la pierna de impulso y acaba con el apoyo del pie de la pierna libre.

La carrera, según A. W. Hubbard (1.960), es definida como “una actividad de ejercicios cíclicos recíprocos balísticos, que involucran esencialmente contracciones isotónicas producidas principalmente en condiciones isométricas”.

Desde el punto de vista mecánico, la carrera está sujeta a las leyes físicas del tiro parabólico (balística), y por tanto durante el vuelo, al estar el atleta privado de apoyo, no puede ni acelerar ni ralentizar su desplazamiento. El C.D.G. describe una trayectoria que no puede modificar.

Durante el vuelo el c.d.g. describe una parábola cuya trayectoria dependerá fundamentalmente de:

- La aplicación de aceleraciones sobre el C.D.G. producidas por fuerzas ejercidas durante la fase de apoyo.
- La colocación segmentaria: alineamiento pie - cadera - hombros, brazos y pierna libre.



Cuanto mayor sea la altura de la parábola mayor será el tiempo de suspensión, aunque también la amplitud será mayor, por ello, la consecución de una amplitud óptima dependerá del tipo de prueba y de las características de cada atleta.

3. FASES DE LA CARRERA

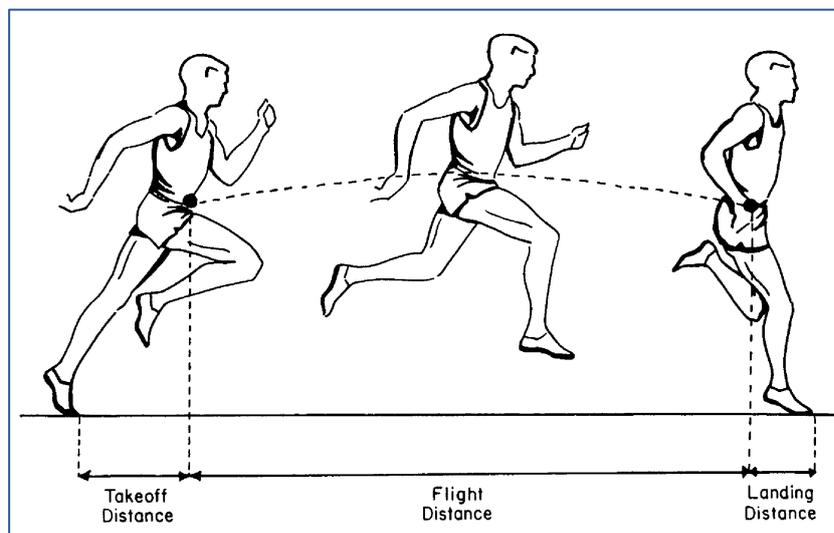
La velocidad es el producto de la amplitud y de la frecuencia de las mismas.

$$V = A \times Fc.$$

- **Amplitud:** La amplitud de zancada en atletismo, se define como la distancia entre el despegue de un pie hasta el aterrizaje del siguiente, por ejemplo, desde el despegue del pie derecho hasta el aterrizaje del pie izquierdo. En el estudio de la marcha humana, se denomina zancada a un ciclo completo, por ejemplo, desde el despegue del pie izquierdo hasta la próxima recepción del talón izquierdo. Este modelo no suele ser el utilizado para el análisis de la carrera.

La medición de la zancada se realiza desde la punta del pie que impulsa hasta la punta del pie que recepción. Sin embargo, esta distancia puede ser considerada como la suma de tres distancias diferenciadas:

- Distancia de despegue: Es la distancia horizontal recorrida por el C.D.G. desde la punta del pie de impulso, hasta la proyección de este, en el momento en que el pie abandona el suelo.
- Distancia de vuelo: Es la distancia horizontal recorrida por el C.D.G. durante el tiempo que el corredor está en el aire.
- Distancia de aterrizaje: Es la distancia horizontal que existe entre la proyección del C.D.G. y el pie que recibe con el suelo por delante.



Contribución a la amplitud total de las diferentes distancias. (Hay, 1992)

Durante la fase de apoyo el C.D.G. sigue desplazándose, siendo mayor su recorrido horizontal cuanto más rápido se desplace, siempre que el tiempo de contacto no varíe.

- **Frecuencia:** Por frecuencia de zancadas, entendemos el número de zancadas realizado en un tiempo determinado. En el estudio de la carrera la frecuencia normalmente se expresa por el número de zancadas realizadas en un segundo (zanc. /s.). Al ser la carrera un movimiento cíclico, podemos igualmente definir la frecuencia en ciclos por segundo o lo que es lo mismo; Herzios.

Haciendo un análisis más pormenorizado, podríamos calcular el tiempo necesario para realizar una sola zancada, e incluso este tiempo podemos dividirlo en:

- Tiempo de apoyo: Tiempo durante el que el corredor realiza sus fases de amortiguamiento, sostén e impulso. Los tiempos de apoyo, disminuyen a medida que aumentamos nuestra velocidad de desplazamiento, hasta su límite que dependerá de las características del corredor.

En las pruebas de velocidad su duración varia entre las 80/110 milésimas, siendo de 120/160 en las pruebas de 1/2 Fondo y de 180/200 milésimas en las pruebas de fondo.

- Tiempo de vuelo: El tiempo de vuelo, aumenta a medida que lo hace la velocidad para acortarse ligeramente cuando el atleta intenta alcanzar su velocidad máxima

La duración de las fases de vuelo va desde las 110/140 milésimas en pruebas de velocidad, a las 140/150 en ½ fondo y entre 130/150 milésimas en pruebas de fondo

La frecuencia de carrera será mayor cuanto menor sea la suma del tiempo de vuelo y el tiempo de apoyo que dura una zancada, dado que realizará más zancadas en un tiempo determinado.

Dado que la duración de estas dos fases varía en función de la velocidad de carrera y también en función de la economía de carrera, resulta interesante dividir el tiempo de vuelo entre el tiempo de apoyo. Este índice que Kutnesov denomina “indicador de la actividad de carrera” puede servirnos para evaluar la técnica empleada por un corredor.

Un corredor puede variar su velocidad de carrera, modificando sus parámetros de frecuencia y amplitud; o bien uno o bien ambos:

Si el corredor es capaz de aumentar su frecuencia de 3 a 4 zancadas por segundo, sin modificar su amplitud, la velocidad se incrementa considerablemente:

Velocidad Original = 2 m. (Amplitud) X 3 zanc./s. (Frecuencia) = 6 m/s.

Nueva Velocidad = 2 m. (amplitud) X 4 zanc./s. (Frecuencia) = 8 m/s.

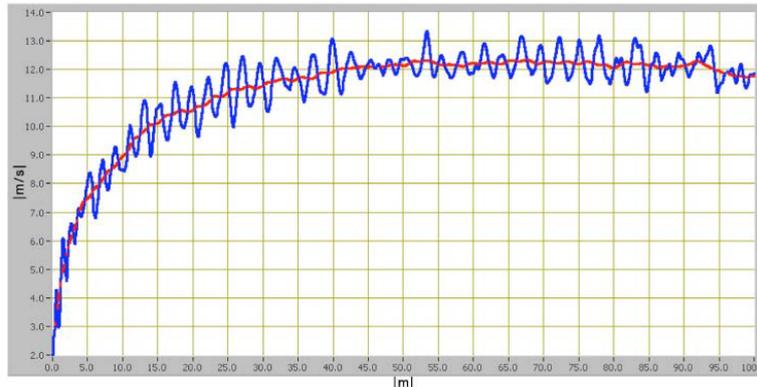
Dado que se trata de parámetros muy relacionados entre sí, la modificación de uno de ellos provoca modificaciones del otro, así los incrementos de longitud de zancada suelen ir unidos a un deterioro de la frecuencia y viceversa.

Velocidad Original = 2 m. (Amplitud) X 3 zanc./s. (Frecuencia) = 6 m/s.

Nueva Velocidad = 1.6 m. (amplitud) X 4 zanc./s. (Frecuencia) = 6.4 m/s

Cada atleta debe encontrar su relación óptima entre estos parámetros que le permita alcanzar la velocidad más elevada o bien mayor economía de carrera.

**12th IAAF World Championships in Athletics • Berlin, 15.-23.08.2009
100m men final: Usain BOLT (JAM) 9,58s - WR**



Comportamiento de la velocidad en la carrera de 100 m RM de Usain Bolt.

4. LA ACCIÓN DE LA PIERNA LIBRE

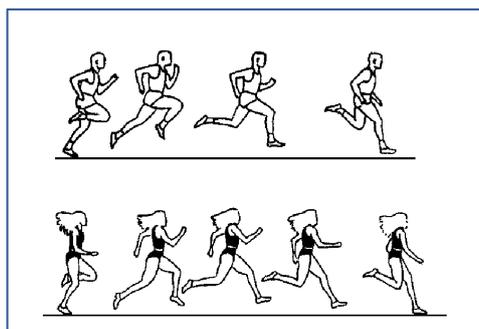
El movimiento de la pierna libre, es decir, de la pierna que finaliza su fase de apoyo hasta que vuelve a contactar con el suelo, determina en gran medida la efectividad del impulso. Este movimiento está estrechamente ligado al de la pierna contralateral.

Esta acción la dividimos para su estudio en dos partes:

- trabajo en el plano posterior (por detrás de la cadera)
- trabajo en el plano anterior (por delante de la cadera)

A. Trabajo en el Plano Posterior

Comienza una vez terminada la impulsión. La pierna ahora llamada libre se pliega pasando el talón muy cerca del glúteo con una acción circular. El trabajo del psoas ilíaco favorece la elevación rápida de la rodilla adelante así como una buena amplitud de zancada. El trabajo en el plano posterior se desarrolla hasta que la pierna de apoyo llega a la fase de sostén.



Dos modelos técnicos de gran eficacia. V. Borzov y F. Griffht

B. Trabajo en el Plano Anterior

La rodilla pasa hacia adelante y arriba. Este gesto potencia la impulsión de la pierna de apoyo pues genera una mayor carga o presión en el suelo de forma que el rechazo también es más potente.

Esta acción, aunque sin una correlación significativa entre el ángulo de elevación del muslo y la velocidad de carrera favorece también el avance del c.d.g. haciendo que la parábola sea más eficaz. El corredor debe sentir que la rodilla de la pierna libre le guía hacia adelante.

Una vez que la pierna de apoyo ha finalizado la impulsión la pierna libre debe buscar el suelo.

La acción de búsqueda del suelo por parte de la pierna libre se debe producir de forma muy activa en las pruebas de velocidad en un movimiento de arriba abajo y de adelante hacia atrás.

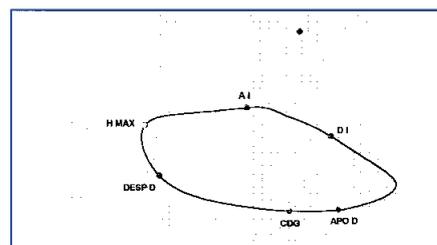
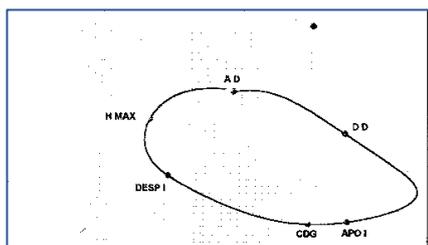
A medida que la prueba es más larga esta fase se va volviendo más pasiva, dejándose ayudar más por la fuerza de la gravedad.

5. MODELOS TÉCNICOS DE CARRERA

Analizando el recorrido del pie de la pierna libre podemos analizar la técnica de carrera de un corredor. Así, en la práctica, podemos hablar de dos modelos de carrera diferenciados:

5.1. Carrera en ciclo anterior o carrera circular: Esta técnica se caracteriza por un recorrido corto del pie en el plano posterior y amplio en el plano anterior.

Este modelo técnico es el más eficaz y el que permite alcanzar mayores velocidades de desplazamiento. Por otra parte, la carrera en ciclo anterior facilita el tránsito de la carrera a la batida en los saltos así como el ataque a las vallas. Por tanto, se trata del modelo técnico que debemos procurar enseñar y educar, independientemente de la prueba o disciplina atlética que se practique.



Ciclograma del tobillo del pie izquierdo y derecho, en un corredor de 60 m. Se trata de un ejemplo representativo del modelo de carrera en ciclo anterior o carrera circular.

El pie, tras abandonar el suelo, no sube demasiado en su recobro y busca ir rápidamente adelante con una marcada elevación de la rodilla que permite al pie adquirir una mayor velocidad en el sentido contrario al desplazamiento instantes previos al contacto con el suelo (Búsqueda activa del suelo).

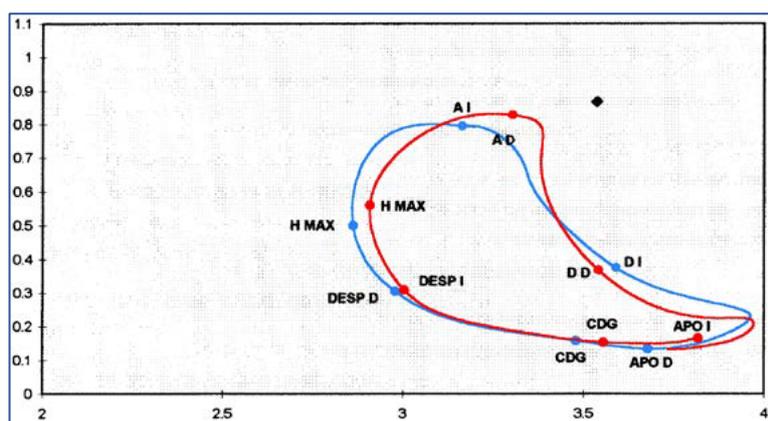
La carrera circular o en ciclo anterior exige una mayor anticipación de la pierna libre, es decir, en el momento en el que un pie contacta con el suelo, la pierna contraria ya estará por delante de esta o estará a punto de sobrepasarla.

5.2. Carrera en ciclo posterior o carrera pendular: Esta técnica se caracteriza por un amplio recorrido del pie en el plano posterior y un recorrido corto en el plano anterior.

Este modelo técnico es más utilizado por corredores/as de largas distancias y generalmente es el más frecuente entre los jóvenes que no han realizado un aprendizaje de la mecánica de carrera.

Los tiempos de apoyo son más largos y no exige una anticipación en el recobro de la pierna libre, lo que hace que sea un modelo más eficiente o económico y por tanto, más adecuado para distancias donde la economía de carrera sea lo primordial.

La menor velocidad de desplazamiento de las carreras de fondo permite una búsqueda del suelo más pasiva y por tanto no es necesario un recorrido tan amplio del pie por delante de la cadera.



Ciclograma del tobillo del pie izquierdo y derecho, en una corredora de 200 m. Se trata de un ejemplo representativo del modelo de carrera en ciclo posterior o carrera pendular.

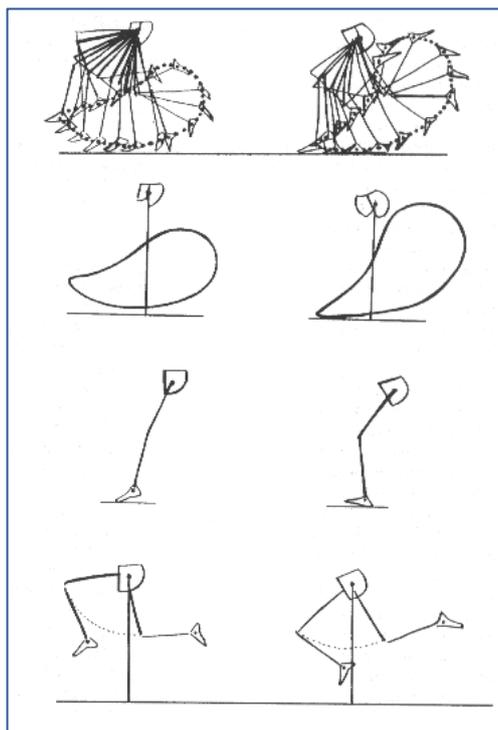
Se trata del modelo técnico más extendido y que en las pruebas de las pruebas de pista puede suponer una notable pérdida de rendimiento. Por tanto, a través del entrenamiento procuraremos modelar la mecánica de carrera hacia un modelo más próximo a la carrera en ciclo anterior.

6. ACCIÓN DE LA PELVIS:

La colocación de la pelvis, junto a una mayor o menor anticipación en la flexión de la cadera de la pierna libre, hará que el pie correspondiente describa un recorrido que se localizará más adelantado (carrera en ciclo anterior) o más retrasado (carrera en ciclo posterior) respecto a la línea vertical definida por la proyección de la cadera.

Es fundamental mencionar que una pelvis en retroversión, evitando actitudes lordóticas, favorece una mayor amplitud de la pierna libre en su movimiento por delante de la cadera y permite una preparar un contacto más activo (Carrera en ciclo anterior). Aquí la musculatura abdominal juega un papel fundamental para fijar la cadera en esa posición.

Es frecuente observar como actitudes lordóticas (anteversión), sobre todo en mujeres, conducen a una acción en el plano posterior de la pierna libre muy amplia y una fase anterior corta y menos efectiva (Carrera en ciclo posterior).



El recorrido de la pierna libre está estrechamente ligado a la colocación de la pelvis. (Aubert 1.995)

Se recomienda siempre tener una posición muy alta de cadera, que será mayor en velocidad que en fondo, pues en velocidad se da una mayor tensión.

Los corredores de velocidad que necesitan un mayor tiempo de apoyo para impulsar, suelen bajar la cadera buscando tomar el contacto con el suelo más adelante y de este modo alargar un poco la fase de apoyo (atletas poco reactivos).

7. EL TRONCO Y LA CABEZA

El tronco está básicamente perpendicular al suelo, respetando las curvaturas naturales de la espalda, en velocidad hay una ligera inclinación hacia adelante más acentuada durante la fase de aceleración.

La cabeza irá en prolongación del tronco y con la tensión justa para mantener la posición, evitando excesos de tensión. La tensión se acumula en el cuello y pasa a los brazos, por lo que debemos procurar que vayan relajados hasta los músculos faciales.

8. LA ACCIÓN DE LOS BRAZOS:

Coordinados con las piernas, ayudan con su balanceo a:

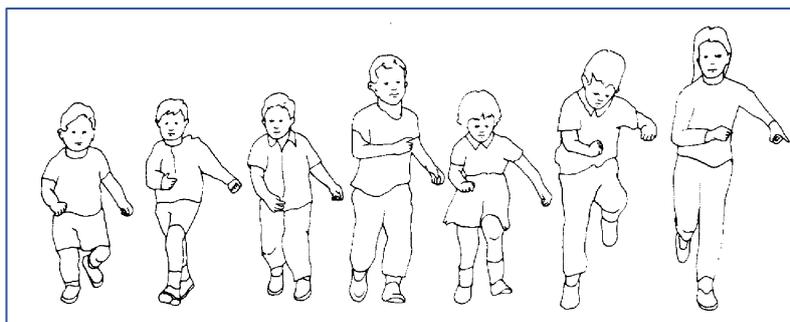
- incrementar la tensión ejercida sobre el suelo
- acción equilibradora absorbiendo los momentos que se producen por las piernas.

La trayectoria de los brazos es paralela al eje de carrera, con una ligera convergencia hacia el interior por delante.

La amplitud del movimiento debe ser buena, aunque como límites dentro de lo normal, pondríamos, no sobrepasar por delante la altura de la barbilla y por detrás que la mano no sobrepase la cadera (aunque es frecuente verlo). En los primeros apoyos de carrera y en las carreras más cortas, las amplitudes suelen superar estos límites.

La angulación del codo oscila entre 80 y 120°, siendo más cerrada al llegar el brazo adelante y más abierta en su límite posterior. Las manos deben ir en prolongación del antebrazo y preferentemente con la mano cerrada, el pulgar apoyado sobre el dedo índice y hacia arriba.

La relajación de brazos y de toda la parte superior del cuerpo es determinante para la economía de esfuerzo, así como para conseguir altas cotas de velocidad.



Niños de diferentes edades en los que se observa un defecto bastante habitual: el brazo delantero se cruza excesivamente por delante y el trasero se aleja del eje del cuerpo. (Wickstrom (1983))

9. DIFERENCIAS ENTRE HOMBRES Y MUJERES

Nelson y cols. (1977) encontraron que a velocidades de 4.8 y 6.7 m/s, las mujeres con relación a los hombres, tienen longitudes de zancadas absolutas menores y mayores frecuencias, pero las zancadas en valores relativos a la estatura son mayores en un 104% que las de los hombres. Si además de una mayor frecuencia deben de desarrollar amplitudes mayores, supondrá un esfuerzo grande para compensar la menor estatura.

Minetty y cols. (1994) comparando la carrera de corredores de raza caucásica y pigmea cuya estatura era 20 cm menor llegan a similares conclusiones.

Brensford y Howley (1.977), afirman que el coste energético en la carrera es mayor en las mujeres.

Vittori, Bosco y Matteucci (1985) observan que las tensiones musculares en la fase de amortiguamiento también son mayores en las mujeres debido a que la técnica de amortiguamiento es más eficaz en los hombres.

Por otro lado, observan que el tiempo de apoyo disminuye de forma inversamente proporcional a la velocidad de carrera, siendo los tiempos de apoyo menores para las mujeres, aunque no significativos estadísticamente para velocidades bajas de 2 y 4 m/s, sí aceptables a partir de 6 y 8 m/sg.

Esto es debido a que el tiempo de contacto depende del tiempo que tiene que emplear el c.d.g. en recorrer la distancia horizontal delimitada por el punto donde se inicia la fase de amortiguamiento hasta el punto donde termina la fase de impulso. Esto puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$D_{cg} = V_m \times T_c$$

$$V_m = D_{cg} / T_c$$

donde **D_{cg}** = alejamiento horizontal del c.d.g. durante el contacto
V_m = Velocidad Media
T_c = Tiempo de Contacto

Hay un momento en el que no se puede disminuir el tiempo de contacto. Entonces para aumentar la velocidad media (V_m), tendrá que aumentar la distancia sobre el c.d.g.

CONCLUSIONES:

- El tiempo de contacto depende de la altura del atleta: a menor altura menor tiempo de contacto. Al ser la altura media de las mujeres inferior a la de los hombres, la duración del tiempo de contacto, también es menor. Unos niveles inferiores de fuerza también podrían justificar un leve acortamiento del tiempo de impulso (quitar los apoyos), pero esto no está demostrado.
- El tiempo de contacto es uno de los factores limitantes de la velocidad, pues llega el momento en el que es imposible reducir más los apoyos.
- Los datos indican que no hay diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la técnica se refiere, la diferencia radica en la fuerza, altura, anchura de la cadera, porcentaje de grasa... Se aprecia una gran diferencia en la fase de aceleración de una prueba de velocidad, debida a la fuerza. En la fase lanzada apenas hay diferencia entre ambos sexos.

10. LA OBSERVACIÓN DE LA TÉCNICA:

La técnica de carrera debe ser observada en su ejecución global dado que es la única manera en la que observaremos la fluidez de los movimientos y su sincronía. Pero a través de una grabación de vídeo podemos obtener información muy valiosa acerca del patrón de carrera de un determinado atleta, e incluso podremos compararlo con el de otro deportista.



Los 10 instantes de la zancada a utilizar para el análisis de la técnica. (Adaptado de J. Piasenta 1996).

Algunos de esos instantes es posible que no se den, como por ejemplo el instante N° 4, y en otros casos serán difíciles de apreciar. Por ello, puede reducirse el análisis a un número menor de instantes.

11. MODELO TÉCNICO AVANZADO DE VELOCIDAD:

Para analizar de forma más objetiva la técnica de carrera específica de las pruebas de velocidad, vamos a analizar tres instantes de la zancada de C. Arron, el día que logró el record de Europa de 100 m. El análisis se ha realizado a partir de las imágenes de televisión, por lo que no tiene el rigor científico de un estudio biomecánico serio; pero este tipo de análisis más groseros, puede ser de gran utilidad para el entrenador.

Las imágenes están obtenidas a partir de la zancada 32 de la carrera de las semifinales del Cto. de Europa de 1998.

- a. **El apoyo:** En el instante que comienza el apoyo del pie, observamos, **la poca altura a la que está el talón del suelo**, que tendrá como resultado una mejor respuesta mecánica de la musculatura de los extensores del tobillo.

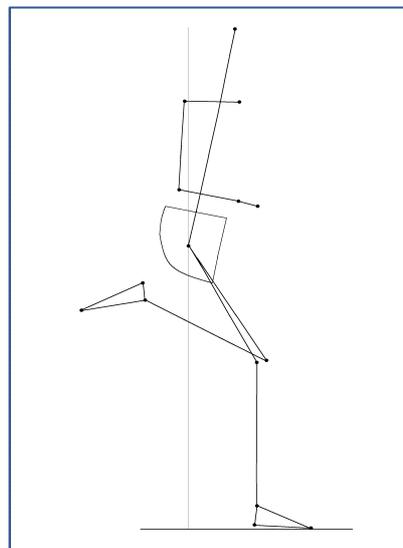


Gráfico 1. Llegada al apoyo de C. Arron. Budapest 98

La proximidad del apoyo respecto a la proyección vertical del C.D.G, hace que la fase de amortiguamiento sea poco frenante y permite pasar pronto a la fase propulsiva.

La anticipación de la pierna libre: El hecho de que la rodilla de la pierna libre haya sobrepasado a la pierna de apoyo en el momento de llegar al contacto, indica la

brevidad del recorrido por detrás del pie en el recobro y permite a la atleta tener más tiempo para preparar la llegada del pie al suelo.

- b. **Final de la fase de impulso:** En este instante, lo más reseñable sería:
- **La verticalidad del tronco** que favorece el recorrido por delante de la pierna libre.
 - **La poca extensión del tobillo** pero suficiente dada la posición tan flexionada con la que llega al apoyo.
 - **La buena elevación de rodilla**, de la pierna libre, no exagerado, pero que determina un ángulo entre los dos muslos de 106° y que supera los 110° en la primera parte de la fase aérea,
 - **El ángulo de la rodilla de la pierna libre** bastante abierto, que contrasta con el ángulo tan cerrado de Privalova (tipo Borzov)

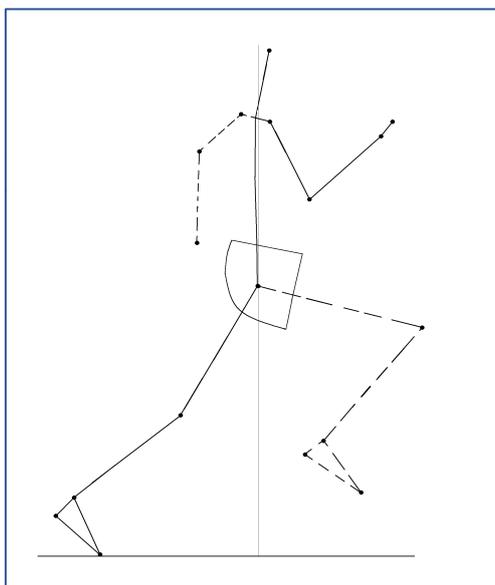


Gráfico 2. Final de la fase de apoyo de C. Arron. Budapest 98

- c. **Fase Aérea:** Arron se caracteriza por una parábola relativamente elevada, acorde a su gran amplitud de zancada. La posición del gráfico podría pasar por ser la que se observa en muchos atletas en el momento de llegar al apoyo, lo que indica la gran anticipación de Arron.

El recorrido por detrás de la pierna libre, no es excesivamente amplio, debido a una colocación de la cadera en ligera retroversión, el talón no sube mucho por detrás y de este modo podrá pasar por debajo de la cadera sin caer excesivamente.

En la pierna que va a llegar al apoyo:

- El tobillo de la pierna está con una fuerte flexión, (pre-tensión), de cara a la fase excéntrica del apoyo.
- La rodilla muy extendida: A diferencia de la mayoría de los atletas, que alcanzan la máxima extensión de la rodilla en el instante previo al apoyo, en Arron, la máxima extensión de la rodilla se observa ya bastante antes de llegar al apoyo.

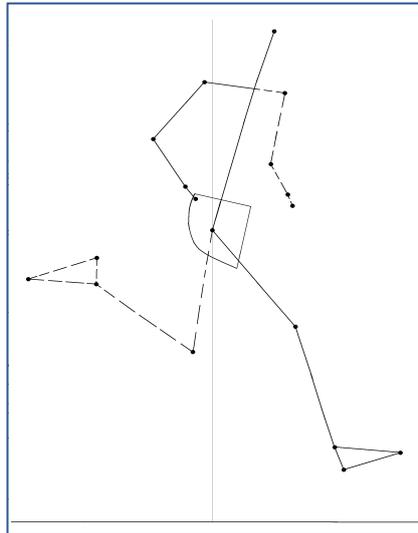


Gráfico 3. Instante de la fase aérea de C. Arron. Budapest 98

12. EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA TÉCNICA DE CARRERA:

12.1. Metodología para la enseñanza y aprendizaje de la técnica de carrera

A correr bien se aprende básicamente corriendo. Los denominados ejercicios de técnica de carrera no son más que situaciones motrices que intentan reproducir de manera más o menos aislada, posiciones, movimientos y actitudes presentes en el modelo técnico de carrera que se pretende enseñar.

Suponen, además, experiencias motrices diferentes que irán enriqueciendo la habilidad motriz de sus practicantes. Estos ejercicios, junto a otras propuestas de los/las entrenadores/as, componen todo un “solfeo técnico” (Piasenta) que favorece la puesta a punto de las percepciones kinestésicas, coordinaciones segmentarias y sinergias musculares imprescindibles en la ejecución del patrón de carrera deseado, al igual que lo es para todos los modelos técnicos atléticos.

Su utilización será más efectiva siempre que estén organizados y secuenciados para sensibilizar a los y las atletas sobre el objetivo de cada uno de ellos y su transferencia al esquema de carrera. ADAPTACIONES COORDINATIVAS.

Estas adaptaciones serán mayores siempre y cuando el o la ejecutante se impliquen en dicho proceso: “El aprendizaje motor es un proceso que implica a la persona entera: motricidad, cognición y volición”. Por otro lado, la ejecución de estos ejercicios moviliza y fortalece de manera más específica aquellos grupos musculares implicados en la carrera. **ADAPTACIONES CONDICIONALES.**

Cada patrón de carrera induce a unas adaptaciones musculares específicas, por esta razón cualquier modificación substancial del modelo técnico de carrera empleado exigirá una actividad muscular diferente, a la que el corredor o corredora no están acostumbrados y que requerirá de un periodo más o menos largo de adaptación muscular al nuevo patrón de carrera.

12.2. Ejercicios para el aprendizaje de los fundamentos técnicos de la técnica de carrera

Los ejercicios de técnica de carrera pueden categorizarse en función del “fundamento” técnico que pretenda trabajarse de forma prioritaria con dicho ejercicio. Básicamente serán cuatro los grandes fundamentos técnicos que deberemos educar para lograr una buena mecánica de carrera, que a su vez integran otros conceptos:

1. Alineamiento

- a. Ejercicios de compactación.
- b. Ejercicios de movilización y fijación de la cadera. Pelvis en retroversión.
- c. Verticalidad en la fase lanzada.

2. Desplazamiento

- a. Habilidad y fuerza del pie.
- b. La carrera en ciclo anterior.
- c. La anticipación de la pierna libre.

3. Equilibrio dinámico

- a. Movilización y fijación dinámica de los segmentos libres.
- b. Corrección en el recobro de la pierna libre tanto en el plano sagital (ciclograma), como frontal.
- c. Corrección en el movimiento de brazos tanto en el plano sagital (ciclograma), como frontal.

4. Fluidez y continuidad del gesto

- a. Relajación.
- b. Frecuencia gestual.
- c. Dominio de los parámetros de frecuencia y amplitud.
- d. Eliminación de sincinesias (semiología neurológica) o movimientos parasitarios

12.3. La organización del trabajo de técnica de carrera:

- Dentro de las unidades de entrenamiento las sesiones orientadas al trabajo de la técnica de carrera se situarán preferentemente tras el calentamiento. En todo caso, deberán realizarse en un estado relativo de frescura.
- Plantear sesiones de técnica de carrera de al menos 15' / 20' de duración.
- Programar al menos dos sesiones semanales de técnica de carrera. En determinados períodos de la temporada o en aquellos atletas que efectúen seis o más unidades de entrenamiento podremos realizar tres o más sesiones semanales.
- Los ejercicios se realizarán sobre distancias de 20/30 metros, pudiendo en algunos casos prolongarse esta distancia y finalizar con una transición a carrera propiamente dicha.
- Los ejercicios se ejecutarán “en ola” de manera que tras la ejecución se vuelva andando a al lugar de inicio.
- Cada ejercicio se repetirá al menos dos veces, pudiendo aumentarse discrecionalmente el número de repeticiones para garantizar el moldeado de la coordinación trabajada (sobreaprendizaje continuo), pero sin caer en la monotonía.
- Será importante aprovechar este el tiempo de recuperación para realizar aquellas observaciones y correcciones necesarias antes de la siguiente ejecución.
- La información previa, tanto visual como verbal sobre la correcta ejecución de cada ejercicio, así como el conocimiento del resultado (CR) de cada ejecución, que se cruza con el conocimiento de la ejecución (CE) que adquiere el ejecutante ayudará a una más rápida y precisa asimilación de la tarea.
- Un mismo ejercicio deberá ser repetido igualmente en sesiones más o menos sucesivas, para lograr la acomodación y fijación del patrón motor.
- En cada ciclo de entrenamiento, y en función de los objetivos, daremos prioridad al trabajo de determinadas competencias técnicas que requerirán el uso extensivo de los ejercicios específicos para tal fin.

a. La técnica en las series:

No servirá de nada realizar ejercicios de técnica de carrera si el atleta no tiene claro que su objetivo es transferir los conceptos allí trabajados a la carrera propiamente dicha.

Será durante los entrenamientos de carrera donde como entrenadores, deberemos prestar atención al esquema de carrera de nuestros atletas, y donde el atleta deberá esforzarse por reproducir la representación del

modelo técnico idealizado. Primeramente, deberá intentar reproducirse en las series a baja intensidad y en ausencia de fatiga, para ser capaces de reproducir el mismo esquema a cada vez mayores intensidades manteniendo la fluidez.

La técnica en estado de fatiga se trabajará en las últimas repeticiones de los entrenamientos cuando la recuperación sea incompleta.

Serán los entrenamientos de carrera a velocidades y ritmos específicos de competición los que finalmente deberán ayudar a los/las atletas a interiorizar y estabilizar el patrón de carrera.

13. PROPUESTA PARA TRABAJAR LA TECNICA EN LAS DIFERENTES ETAPAS:

El patrón de carrera que posee el atleta podrá ser más o menos correcto, pero siempre habrá aspectos que deban ser corregidos y mejorados.

El entrenamiento de la técnica de carrera, debe abordarse en función de la madurez del atleta, su experiencia motriz y su capacidad para racionalizar la información. Por ello, cada etapa deberá contemplar objetivos distintos:

13.1. ETAPA DE INICIACIÓN (De los 8 a los 12 años):

En esta etapa el niño presenta una gran facilidad para el aprendizaje técnico por lo que deberá aprovecharse. Dentro de un planteamiento multilateral incluiremos los siguientes aspectos:

- Trabajo de las capacidades físicas que se manifiesten en las habilidades motoras que pretendo desarrollar.
- Aprendizaje de gran cantidad de ejercicios que en definitiva estimulen la capacidad de aprendizaje.
- Aprendizaje de la noción de “alineamiento Pie – Cadera – Hombro” presente en todas las cadenas de impulsión y por tanto en la mayoría de las técnicas atléticas.
- Aprendizaje de la noción de relajación. Sólo a través de una correcta relajación conseguirá el velocista una gran frecuencia de zancada así como expresar altos índices de fuerza en tiempos breves.
- Trabajos que estimulen el aumento de la frecuencia de zancada.
- Corrección de algunos de los defectos más sobresalientes. El entrenador irá dando oportunamente alguna indicación para corregir los aspectos más reseñables.

<u>Ejercicio</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Indicaciones Metodológicas</u>
Carrera en apoyo con frecuencia máxima en el sitio (Sin desplazamiento)	3-5 x 3-4 s	Rápido, más rápido, muy rápido, lo más rápido posible. Prestar atención a que el atleta no se "siente", no agache la cabeza y no se agarrote.
Movimientos rápidos con los brazos como en carrera, en el sitio	3- 5 rep..x 3 – 4 s.	Idem
Carrera en el sitio sin apoyo con frecuencia máxima	2 – 3 rep. x 4 – 5 s	El movimiento debe efectuarse sin contraerse, atención a la frecuencia.
Carrera en frecuencia máxima, zancadas recortadas por medio de señales de referencia (Aros/ Chapas)	2 x 10 m x 3-4 series. Recuperación entre las dos repeticiones de 2 min. Y entre una serie y otra de 3-4 min.	Observar el comportamiento, el trabajo de brazos y el contacto con el suelo (no quitar los apoyos).
Carrera con frecuencia máxima entre balones medicinales	12 –15 balones x 6 – 8 rep. Recup: 1,5/2 min.	Correr bien vertical sin "sentarse".
Avanzar con elevación del muslo, frecuencia máxima	3 rep. X 10 – 15 m. Recup: 1,5/2 min.	Al final del ejercicio carrera libre 10–15 m
Juegos al aire libre tipo "el pañuelito" o a tocar al compañero a la señal.	12 – 13 rep.	Posiciones diversas de salida: de frente, espalda con espalda, tumbados, etc...
Carrera por escaleras con frecuencia máxima	4–6rep.X20–30 escalones.Rec:2.3min.	Atención a no agarrotarse.
Carrera lanzada repetida sobre 8 – 10 metros a máxima velocidad alternada con 30 metros de carrera fácil	2- 3rep. X 8 – 10 m. 2 – 3 series con 3 min. de recuperación entre una serie y otra.	Sin tensión en la cara, sin cerrar los puños
Aceleraciones a la señal	Carrera rápida 5- 6 m seguida d trote,3–4 rep	Paso a la carrera a máxima velocidad, recuperación en el trote.
Varios tipos de relevos con elementos de carrera veloz, saltos, etc	Pausa entre las repeticiones de 3 min.	Controlar la carrera y la transmisión del testigo

Ejercicios propuestos para el desarrollo de la frecuencia y la relajación. Tabachnik (1992) Modificado

13.2. ETAPA DE TECNIFICACIÓN (Desde los 13 – 14):

En esta etapa el objetivo seguirá siendo el de asegurar una preparación física multilateral, aumentar el nivel general de posibilidades funcionales y dotar al atleta de experiencias motoras y conocimientos

- Más que a la técnica seguiremos dando más importancia a la velocidad de ejecución de los ejercicios.
- Los ejercicios de velocidad y de técnica deberán de realizarse en estado de “frescura”, por ello deberán de ubicarse tras los calentamientos y su duración no deberá conducirnos a la fatiga.
- En esta etapa habrá que prestar gran atención a la corrección de los errores técnicos (inclinación exagerada del tronco, desviaciones laterales de piernas y brazos, incorrecta utilización de los brazos, movimiento pendular del pie, agarrotamiento general, etc.).
- El atleta deberá aprender a sentir su cadera y de este modo poder modificar su posición según convenga.
- Puede emplearse la carrera en cuesta y los arrastres como medio de entrenamiento aunque con volúmenes reducidos.
- Desarrollo de la noción de ritmo general de carrera.
- El correcto aprendizaje de las técnicas exige un trabajo anterior de las capacidades físicas que se manifiestan en esa habilidad.

13.3. ETAPA DE ESPECIALIZACIÓN (Desde los 15 – 16 años):

- Mejora del control y regulación del movimiento.
- Mejora de la economía de carrera, especialmente en el caso de los corredores de 400 y 400 metros vallas.
- Aprender a contar los pasos incluso a máxima velocidad. En dos o tres sesiones el atleta aprenderá a contar los pasos.
- Evitar estereotipos o “barreras de velocidad” mediante la diversificación de los ejercicios y las variaciones del ritmo:
- Carrera con cinturón lastrado con un peso de máximo 2 kg. Particularmente, considero que la utilización de este medio debe reservarse para más adelante y que la sobrecarga a utilizar en carrera a máxima velocidad no deberá superar en ningún caso el 10 % del peso corporal.
- Carrera en condiciones facilitadas, especialmente la carrera cuesta abajo (pendiente 3-4 %). La carrera facilitada provoca nuevas sensaciones en buena parte de los movimientos y así podrá transmitirlos a las ejecuciones en condiciones normales.

Los efectos son mejores cuando se alterna las condiciones facilitadas y dificultadas. Según Kuznezov, la carrera facilitada debe ser alternada con carrera en condiciones normales y condiciones dificultadas como sigue: 1:1:2, 1:2:1, 2:1:1. La ejecución de los ejercicios en condiciones dificultadas debe ser alternada con ejercicios en condiciones habituales en la proporción 2:1 y 1:1.

- IN and OUTS: Conocido este método con el nombre de “In and Outs”, consiste en recorrer cierta distancia a velocidad elevada reduciendo la tensión muscular en un determinado instantes. De este modo se produce una variación motora con tramos recorridos con una carrera activa y otros recorridos con carrera libre y relajada. Además de mejorar la velocidad máxima este medio ayuda a perfeccionar el control y regulación del movimiento, la formación del pensamiento táctico y el control sensorial.

El atleta contará los apoyos de un pie y por tanto la unidad corresponderá a un ciclo completo, es decir, dos zancadas. Así por ejemplo contará 8 apoyos “activos” del pie y 4 “libres” = 24 zancadas o 6 “activos” y 2 “libres” = 16 zancadas.

Según Tabachnik (1992) El número de ciclos completos “activos” no debe superar los 15 mientras que el mínimo será de 4. El número óptimo de ciclos completos “libres” por abajo es de 2-3 y nunca debe superar el 30% de la suma total de pasos.

Un ejemplo de propuesta para desarrollar a lo largo de la temporada sería: 15 – 5; 13- 4; 11 – 3; 9 – 2; 7 – 2; 5 – 2

El aumento de la velocidad está obstaculizado por la excesiva rigidez de los movimientos. El método de los “IN and OUT” o VAM (Variación de la Actividad Motora) es uno de los medios más directos para evitar este problema.

- Carreras en frecuencia y en amplitud: Es difícil dar una clara definición de la relación entre el entrenamiento y cada uno de estos dos parámetros de la velocidad de carrera, ya que los parámetros son independientes, pero también están ligados de numerosas formas. De forma más sencilla, podemos decir que la longitud de zancada está determinada por la cantidad de fuerza expresada, mientras que la frecuencia de zancada depende de la capacidad del sistema nervioso central de producir una serie de estímulos nerviosos emitidos en una rápida sucesión con el fin de que la fuerza se exprese rápidamente. En rendimientos de velocidad máximos, es imposible determinar claramente la función de cada parámetro. De hecho, muchos entrenadores tienden a centralizar los resultados en la interacción de los dos: la velocidad de carrera es sólo una veloz expresión de la fuerza.

La velocidad de carrera suele ser descrita en términos de fuerza y tal interpretación es muy restrictiva, tratándose de un método de entrenamiento.

13.4. ETAPA DE ESPECIALIZACIÓN PROFUNDA (Desde los 17 – 19 años):

- El objetivo principal del trabajo de técnica será adecuar nuestro modelo técnico a las mejoras condicionales que vayan produciéndose.
- La técnica podrá trabajarse de forma muy analítica
- Principalmente los corredores de 400 m, pero también los de 200 m y los de 100 m trabajarán también la técnica en condiciones de fatiga.

14. BIBLIOGRAFÍA:

- Álvarez J.C. (1994). La carrera de velocidad máxima: su biomecánica y algunas consideraciones sobre el entrenamiento de fuerza especial. Documento interno. Sector de velocidad RFEA, Madrid. Nov. 1994.
- Bravo J., Pascua, M. (1992). Atletismo I. Las Carreras. Ed. C.O.E. Madrid.
- Bosco C., Vittori, C. y Matteucci, E.(1985). Considerazioni sulle variazioni dinamiche di alcuni parametri biomeccanici nella corsa. *Atleticastudi*,16 (2), 147-154.
- Brüggemann, G.P., Koszewski, D. y Müller, H. (1997). Biomechanical research project Athens 1997. Final report. Meyer & Meyer Sport.
- Codina, A. y Sánchez, A. (2009). Cómo abordar la preparación de la velocidad en los jóvenes desde sus comienzos hasta los 17 años. XI Jornadas sobre el presente y futuro de las categorías menores. Madrid.
- Donati A.; Vittori C.(1985). La Ritmica della Corsa Veloce. Sviluppo della frequenza e della lunghezza del passo. *Atleticastudi*, 6, 525-538.
- Dyson G. *The Mechanics of Athletics*. New York: Holmes & Meier, pp. 133-150 (Running).
- Ferro A. (2001). La carrera de velocidad. Metodología de análisis biomecánico. Esteban Sanz. Madrid.
- García Verdugo M. (2000). Algunas consideraciones acerca del entrenamiento de la técnica de carrera. *Medio Fondo y Fondo. Atletismo Español*, 523, 43-47.
- Gil Sanchez F. (1995) Jornadas técnicas con Frederic Aubert. *Atletismo Español*, pp. 56-61.
- Grosser M. y Neumaier A. (1986). Técnicas de entrenamiento. Martinez Roca S.A. Barcelona.
- Hay J.G. (1993) *The Biomechanics of sports techniques*. 4th. Edición. New Jersey.
- Hegedüs, J. (1986). Técnicas Atléticas. Stadium. Buenos Aires.
- Ito A., Ishikawa M., Isolehto J. y Komi P. (2006). Changes in the step width, step length, and step frequency of the world's top sprinters during the 100 meters. *New Studies in Athletics*, 21:3, 35-39.

- Letzelter S. (2006). El desarrollo de la velocidad y la aceleración en las carreras de velocidad. Nuevos Estudios en Atletismo NSA, 3:5, 15-23.
- Mackala K. (2007). Optimización del rendimiento a través del análisis cinemático de las diferentes fases de los 100 metros. Nuevos Estudios en Atletismo NSA, 6:2, 7-16.
- Mc Clenaghan y Gallahue D. (1985) Movimientos Fundamentales: Su desarrollo y rehabilitación. Editorial Médica Panamericana S. A.. Buenos Aires.
- Moravec P., Ruzicka, J., Susanka P., Dostal E., Kodejs M. y Nosek M. (1988). The 1987 International Athletic Foundation /IAFF Scientific Project Report: Time analysis of the 100 meters events at the II World Championships in Athletics. New Studies in Athletics, 3, 61-96.
- Piasenta J. (1994). Apprendre à observer. Insep Publications. Paris.
- Wickstrom R. L. (1990). Patrones motores básicos. Alianza Editorial S.A. Madrid.
- Young M. (2007). Maximal Velocity Sprint Mechanics. Track Coach, 179, 5723-5733.
- Zotko R. (1993). La estrategia para el desarrollo de los Saltos (Rusia). Artículo para uso interno de los entrenadores de ese país.