

LONGITUD DE ZANCADA, FRECUENCIA DEL PASO Y DINÁMICA DE LA VELOCIDAD DE CORREDORAS DE VELOCIDAD DEL NORTE DEL CAUCA

STRIDE LENGTH, STEP FREQUENCY AND SPEED DYNAMIC OF WOMAN SPRINTERS OF NORTE DEL CAUCA

Samuel Villamarin Menza¹

Resumen

Las particularidades biodinámicas de la carrera de velocidad constituyen un factor determinante en el logro de altos desempeños deportivos y deben ser estudiados desde temprana edad, cuando aún se puede seleccionar al atleta para la modalidad en la que pueda expresar mejor su potencialidad. En este estudio se investigaron las variables de longitud, número y frecuencia del paso, las velocidades parciales y medias de 45 atletas velocistas de los municipios de Santander de Quilichao y Puerto Tejada, Cauca, con edades que oscilan entre los 12 y los 18 años, las cuales participan en los juegos intercolegiados y eventos de la Federación Colombiana de Atletismo. Para el estudio se midió en la pista de atletismo de carbonilla, la longitud de cada paso, el tiempo en 10 tramos en la distancia de 100 m., y el tiempo total en esta distancia. A partir de estas mediciones se calcularon las velocidades parciales y medias, la frecuencia y número de pasos, por tramos y los valores promedios para cada atleta, así como también se efectuaron cálculos por grupos de edad. Con ello se trata de identificar las características de la dinámica de la velocidad, el comportamiento de la curva del paso, etc.

Palabras clave: longitud del paso, frecuencia del paso, biodinámica de la carrera.

Abstract

The biodynamic particularities of the sprint constitute a determinant factor in the achievement of high sports performances and must be studied from early age, when still it is possible to select the athlete for the modality could express better his potential. In this study we investigated length, number and frequency of the step variables and average speeds of 45 speed athletes of municipalities of Santander de Quilichao and Puerto Tejada, Cauca, with range ages between 12 and 18 years old, which take part in the Intercollegiate Games and events of Federación Colombiana de Atletismo. For the study it measured up in the track of athletics of cinder, the length of every step, the time in 10 sections in the distance of 100 m. and the total time in this distance. From these measurements we calculated the partial and average speeds, the frequency and number of steps, for sections and average values for every athlete, as well as also we effected calculations by age groups. With this we try to identify characteristics of the dynamics of the speed, the behavior of the step curve, etc.

Key words: step length, step frequency, sprint biodynamic.

Fecha de recepción: 10 de Octubre de 2010

Fecha de aprobación: 3 de Noviembre de 2010

¹ Máster en Metodología del Entrenamiento Deportivo. Docente e investigador. Universidad del Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A. savime2000@yahoo.com

Introducción

La evaluación y el control de las atletas deben contemplar las características de la modalidad deportiva. En el atletismo, el área de velocidad se caracteriza por ser de esfuerzos breves e intensos, principalmente anaeróbicos alácticos (Billat, 2002). En los eventos que van desde los 60 hasta los 400 m., es importante la gran amplitud y rapidez de los movimientos, para lo cual es necesario gran inversión de energía; la técnica es tan importante como el nivel de las cualidades físicas.

En la caracterización integral de las facultades del velocista subyacen las particularidades antropométricas (la talla, el peso, las proporciones fundamentales del cuerpo), el nivel de desarrollo de las cualidades físicas más importantes para el velocista (la rapidez, las cualidades de velocidad y de fuerza) y su adecuación a las principales particularidades biodinámicas de la carrera de velocidad (la coordinación específica de los movimientos) (Siris, Gaidarska y Rachev, 1993).

Por biodinámica de la carrera se entienden las particularidades específicas de la carrera de velocidad, es decir, la frecuencia del paso, la longitud del paso y la dinámica de velocidad (en este caso sobre la distancia de 100 m.), las cuales hacen parte de las características particulares de la modalidad. En la medida que las atletas mejoren los índices en estos parámetros se estará garantizando un mejoramiento del resultado deportivo y también un desarrollo armónico de la coordinación de los movimientos.

Según Carlos Álvarez del Villar (1985), la velocidad de traslación o desplazamiento vendrá determinada por diversos factores considerados como factores físicos de la velocidad: amplitud de zancada la cual depende a su vez del poder de impulsión, la longitud de las palancas, la flexibilidad; la frecuencia o velocidad de movimientos segmentaria, la cual depende de la fuerza, de la flexibilidad y del dominio de la técnica; la resistencia a la velocidad o capacidad de mantener la máxima velocidad durante el mayor tiempo posible; y la coordinación neuromuscular.

Según Vladimir Platonov (1988), en el estudio de los atletas es preciso que los movimientos estudiados formen parte de las actividades de entrenamiento o de competición y que sean bien asimilados por el atleta: éste puede entonces concentrarse en la rapidez de su ejecución, por ejemplo, en la carrera pedestre,

se puede medir: 1) El tiempo de reacción a la señal de salida, 2) La duración de ejecución de los cinco primeros pasos, 3) El tiempo necesario para alcanzar la velocidad máxima, 4) El ritmo y la longitud de los pasos a la velocidad máxima.

Este grupo de pruebas y los cálculos que a partir de ellos se obtienen constituyen las mediciones más específicas, es decir, más cercanas al evento competitivo y por lo tanto deben reflejar la condición del velocista. Los estudios han demostrado que a mayor longitud y frecuencia del paso de carrera se produce un incremento de la velocidad, pero también se sabe que es muy importante encontrar la relación óptima entre longitud y frecuencia con el objetivo de asegurar el mejor rendimiento.

Según Schmolinsky (1985), las variaciones de velocidad en la carrera de 100 m. pueden ser subdividida en tres etapas: la primera, aceleración; la segunda, velocidad máxima; y la tercera, disminución de la velocidad. En los 100 metros la velocidad aumenta incesantemente hasta el máximo, más o menos entre los 22 y 35 m. Esta distancia para alcanzar la máxima velocidad también varía, es de sólo unos 20 metros para los principiantes, mientras que para los velocistas campeones de 100 metros alcanza 45 m. y más. Existe una graduación similar con relación a la velocidad máxima, los principiantes alcanzan el tope ya después de los 30 metros, mientras que los mejores velocistas masculinos la alcanzan alrededor de los 55 m. Se expresa que la velocidad de los campeones se alcanza solamente hasta los 70 metros y que es entonces, sobre los 30 m. que la resistencia de velocidad se convierte en decisiva para el desempeño, pues la fase de desaceleración depende de la experiencia y habilidad del deportista.

Para V. L. Utkin (1988), teniendo en cuenta el análisis de la dinámica de la velocidad competitiva en los deportes cíclicos indica que en las carreras de velocidad, incluyendo los 400 m. compiten entre sí la táctica de la carrera a una velocidad máxima posible y la de la carrera según repartición cuando el deportista, desde la línea de salida, cobra velocidad a razón de 90 a 95% de la máxima, procurando mantenerla hasta la meta. La dinámica de la velocidad competitiva en los corredores jóvenes ha sido menos estudiada que en los adultos. Se sabe que los atletas jóvenes corren 100 m. por lo común a una velocidad máxima posible y la dinámica de la velocidad es constante en la primera en la primera mitad de la distancia, disminuyendo paulatinamente hasta la meta.

Según Alessandro Donati (1995), esta relación de longitud-frecuencia es, por lo tanto, el factor de diferenciación entre los dos atletas. A parte de la técnica, esta magnitud depende esencialmente de la longitud de zancada, fuerza y elasticidad de los miembros inferiores del atleta. Para cada atleta, el logro de la velocidad máxima depende de una específica relación de longitud y frecuencia. Una magnitud diferente puede producir una baja velocidad. En el caso de la velocidad máxima alcanzada, esta puede ser asumida como una regla de la biomecánica, pero esto es cierto solamente por un tiempo corto, unas pocas horas o unos pocos días, durante el cual son comparables en el atleta la condición física, la fuerza, la elasticidad y la técnica. La importancia de estudiar la longitud de la zancada tiene mayor relevancia cuando se relaciona con otros factores tales como la frecuencia del movimiento, por cuanto de su óptima relación depende la economía y rendimiento del atleta.

Una longitud excesiva de la longitud de zancada produce una disminución de la velocidad de carrera. El trabajo del entrenador será por lo tanto, ayudar al atleta a encontrar la longitud y frecuencia óptima para cada uno, con el fin de aprovechar al máximo su potencialidad. Rasch y Burke (1985), indican que al comenzar la carrera el velocista propulsa con todas sus fuerzas con ambas piernas. Es esencial que los primeros pasos sean relativamente cortos y se hagan con la máxima energía que produzca la aceleración necesaria para alcanzar inmediatamente la velocidad máxima. El cuerpo se eleva gradualmente hasta que la velocidad es máxima, en cuyo momento la mayoría de los velocistas se inclinan hacia delante unos 20-25 grados, el centro de gravedad se mantiene delante de los pies y reduce la resistencia del aire. La fuerza de impulso proviene de la extensión de la rodilla y especialmente del tobillo. Esta fuerza se aplica apenas el pie toca el suelo y se continúa hasta levantarlo. La velocidad se aumenta alargando el paso y no acelerando el movimiento del miembro solamente, pero una vez alcanzada la longitud óptima del paso toda la extensión adicional de esta longitud reduce la velocidad.

El objetivo fundamental es el de estudiar las particularidades biodinámicas específicas, determinantes en el desempeño de las corredoras de distancias cortas del norte del Cauca, a partir del desempeño de las atletas en la prueba de 100 m. Aunque se realizaron otros test, 30 m. lanzados y 60 m. salida baja,

para determinar la velocidad en las jóvenes atletas, no se presentan aquí dichos resultados. Con el conocimiento de estas variables en el grupo estudiado es posible orientar la planificación del entrenamiento sobre indicadores objetivos.

Métodos y materiales

Se trata de un estudio descriptivo y transversal. Se tomó una muestra no probabilística e intencionada de 45 atletas de las categorías infantil, menor y juvenil de sexo femenino, de los municipios de Santander de Quilichao y Puerto Tejada, Cauca, que se presentaban un año de entrenamiento y compiten en los eventos interescolares e intercolegiados organizados por los organismos estatales y de deporte asociado.

| Año naci. | 1987 | 1986 | 1985 | 1984 | 1983 | 1982 | 1981 | Total |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Edad | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| Número | 6 | 5 | 11 | 11 | 5 | 3 | 4 | 45 |
| % | 13.3 | 11.1 | 24.4 | 24.4 | 11.1 | 6.6 | 8.8 | 100 |

Para el estudio se realizaron dos pruebas o test sobre la distancia de 100 m. lisos, con salida baja. En la primera oportunidad se corrieron los 100 m. para medir la longitud de cada uno de los pasos dados por el atleta en el tramo; a partir de esta medición se calculan el número de los pasos y la frecuencia de los pasos. La medición, en metros y centímetros, de cada uno de los pasos se realizó a partir de la huella dejada por el atleta en un carril recubierto de cal, sobre una pista de carbonilla.

En una segunda oportunidad (en un día diferente) se corrían los 100 m. para medir el tiempo empleado en cada tramo de 10 m. y en el total de la distancia. Para la medición participó un cronometrista ubicado en la tribuna contraria a 70 m. de distancia, el cual tenía las señales marcadas con conos cada 10 m. y las cuales se habían ubicado de tal forma que se corrigiera el error de paralaje y garantizar así la correcta visual entre el evaluador y el deportista. A partir de esta medición se calcularon 10 tiempos intermedios, los tiempos parciales cada 10 m., la velocidad media de cada tramo y la velocidad media en los 100 m.

Para la realización de las pruebas de 100 m. se midió la distancia en ambas direcciones demarcando con exactitud las líneas de salida y llegada. Las mediciones se realizaron en el carril número 3 de una pista de carbonilla de seis carriles, en horas de la tarde, en días

soleados, con viento en calma y con una temperatura aproximada de 28 °C. Las atletas utilizaron zapatos tenis sin clavos, cada una tuvo tiempo de realizar un calentamiento de 20 minutos y un intento de prueba 10 minutos antes de la prueba oficial. La medición de las distancias se realizó con cintas métricas de fibra de vidrio y metálica, marca *komelon* y *stanley* respectivamente. En el cronometraje, manual, para determinar la velocidad de desplazamiento en 10 tramos iguales de la carrera de 100 m., se utilizó un cronómetro marca Casio HS-1000. El análisis estadístico se realizó en una computadora personal dotada con *Windows-98* y paquete de análisis estadístico *Statistica* versión 5.0.

Resultados y discusión

La velocidad, longitud, frecuencia y ritmo de los pasos, es realizado por los miembros inferiores que soportan la mayor parte de la carga del ejercicio competitivo. Donskoi y Zatsiorski (1988), indican que la velocidad de los movimientos del paso se mide por la relación entre el espacio y el tiempo requerido para recorrer este espacio. Como la longitud del paso se expresa en metros y el tempo en cantidad de pasos por segundo, entonces, la velocidad se expresará en m/s. Como en una serie de pasos sucesivos la longitud y la frecuencia de ellos no son constantes, para el cálculo generalmente, se toman las magnitudes medias para un tramo medido del espacio. La corre-

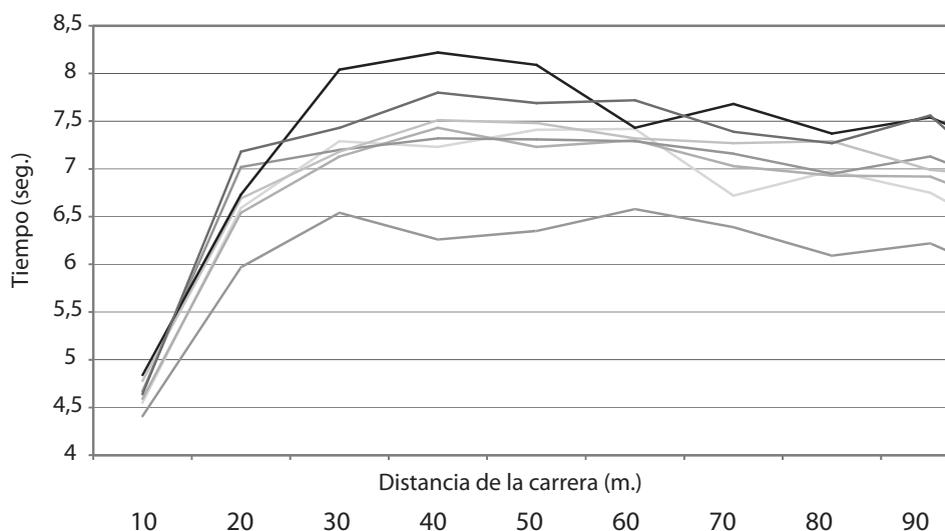
lación entre la longitud y la frecuencia de los pasos, en las diferentes formas de desplazamiento, no es igual. Cuando aumenta la frecuencia de los pasos se hace más fuerte el empuje, aumenta la longitud de los pasos y se incrementa la velocidad. La velocidad aumenta como consecuencia del incremento simultáneo de la longitud y la frecuencia de los pasos. Después de cierto límite se hace imposible el aumento simultáneo, cuando aumenta uno, el otro comienza a disminuir.

Tiempos parciales cada 10 m.

Según los tiempos parciales logrados por las atletas en cada una de los diez tramos, se puede observar como los primeros tramos son los más lentos, sobre todo el primero, que requieren en promedio 2.22, 2.16 y 2.11 respectivamente los tres grupos para realizarlo, debido a que el cuerpo apenas empieza a acelerar.

También se puede observar una caída en el tiempo realizado en el último tramo (90 a 100 m.) evidenciando la fase de resistencia de la velocidad hacia el final de la prueba. También quedan evidenciadas las diferencias, en promedio, entre el primer, segundo y tercer grupo en cuanto a los tiempos totales realizados en los 100 m. Sin embargo se debe aclarar que algunas niñas de edad cronológica inferior realizan mejor tiempo que otras de edad superior.

Gráfica 1. Dinamica de la velocidad



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|--|-------|
| — | 12 | — | 13 | — | 14 | — | 15 | — | 16 | — | 17 | — | 18 | | Media |
| | Años | | |

En este estudio, según los tiempos parciales cada 10 m., podemos observar como en los tres grupos, la aceleración se logra en los 20 o 30 primeros m., la fase de mantenimiento de la velocidad hasta los 60 m. y de allí en adelante se produce una declinación progresiva del tiempo requerido para cubrir cada tramo hasta la meta. De acuerdo con Schmolinsky (1985), la velocidad máxima sólo se puede mantener en cortas distancias (40-50 m.) más allá de la distancia requerida para la aceleración. En la carrera de 100 m. el resultado dependerá del poder de resistencia; cuanto menos se reduzca la máxima velocidad, mejor será su resistencia.

Aunque en este estudio se aplicó la prueba de 100 m. a las chicas de 12 a 18 años, hay que indicar que a las de menor edad les representa una mayor dificultad para mantener los índices de longitud y frecuencia del paso, así como la velocidad cíclica máxima, pues por las características de desarrollo biológico y la capacidad de desempeño debido al entrenamiento. Según José Carlos Fernández y coautores (2003), en

un estudio con 28 chicos de ambos sexos de 10 años concluyen que la distancia ideal para medir la velocidad y no la resistencia a la velocidad, es de 30 m. ya que se comprueba que a partir de dicha distancia se produce una desaceleración, que va aumentando con el incremento de la distancia recorrida. No obstante, la aplicación de una prueba de 100 m. a todos los sujetos permite comparar los atletas y observar la evolución de los índices estudiados.

Los tiempos parciales sumados nos indican que el tiempo gastado en los primeros 50 metros es mayor que el tiempo necesario para recorrer la segunda mitad. Así, el grupo de 12-13 años necesito en promedio 8.28 y 7.81 segundos para recorrer la distancia; el grupo de 14-15 años 7.82 y 7.20 seg. y el grupo de 16-18 años 7.51 y 6.91 seg. Esto se debe fundamentalmente a que el segundo tramo de 50 m. se realiza lanzado, a diferencia del primero que requiere pasar por la fase de aceleración. Aunque en el segundo tramo influye la resistencia especial de la velocidad, sigue siendo la segunda mitad más rápida.

Tabla 1. Comportamiento de la velocidad cada 10 m. en los tres grupos de edad

| Distancia (m.) | 12-13 años (n= 11) | | | 14-15 años (n= 22) | | | 16-18 años (n= 12) | | |
|----------------|--------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | prom | de-st | co-va | prom | de-st | co-va | prom | de-st | co-va |
| Diez | 2.22 | 0.11 | 4.95 | 2.16 | 0.12 | 5.56 | 2.11 | 0.09 | 4.41 |
| Veinte | 1.61 | 0.12 | 7.33 | 1.51 | 0.13 | 8.72 | 1.46 | 0.09 | 6.46 |
| Treinta | 1.47 | 0.15 | 10.05 | 1.41 | 0.13 | 9.48 | 1.34 | 0.11 | 7.94 |
| Cuarenta | 1.50 | 0.15 | 9.66 | 1.36 | 0.11 | 8.30 | 1.29 | 0.08 | 6.39 |
| Cincuenta | 1.48 | 0.18 | 12.32 | 1.38 | 0.11 | 7.87 | 1.31 | 0.11 | 8.25 |
| Sesenta | 1.45 | 0.14 | 9.48 | 1.38 | 0.11 | 8.15 | 1.35 | 0.12 | 8.93 |
| Setenta | 1.53 | 0.09 | 5.88 | 1.42 | 0.13 | 9.16 | 1.35 | 0.07 | 5.38 |
| Ochenta | 1.55 | 0.15 | 9.73 | 1.45 | 0.13 | 9.09 | 1.38 | 0.11 | 7.99 |
| Noventa | 1.56 | 0.15 | 9.56 | 1.43 | 0.14 | 9.69 | 1.37 | 0.08 | 6.16 |
| Cien | 1.72 | 0.30 | 17.38 | 1.52 | 0.15 | 10.00 | 1.47 | 0.13 | 8.63 |
| Promedio | 16.09 | 1.29 | 8.02 | 15.02 | 1.03 | 6.86 | 14.42 | 0.70 | 4.83 |

Velocidad media calculada cada 10 m.

La velocidad de desplazamiento calculada a partir de los tiempos parciales cada 10 m. arrojó como resultado que el mejor promedio de velocidad se encuentre en las atletas de 17 años (7.14 m/seg) y en el tramo comprendido entre 30-40 metros (8.22 m/seg). Se observa un incremento de la velocidad, en promedio, hasta los 17 años, decayendo a los 18 años. Era de esperarse que este último grupo de edad superara todos los demás grupos de edad, no solamente por la edad, sino también por el mayor tiempo de preparación que poseen a esta edad. En general, el mejor promedio de velocidad fue conseguido también entre los 30-40 metros (7.40 m/seg).

Aunque la velocidad se incrementa progresivamente desde la salida hasta los 40 m. y tiende a sostenerse, sufre una caída a los 80 m., pero el valor más bajo se encuentra en los últimos 10 m. (6.54 m/seg). En el análisis por grupos, era de esperarse diferencias acordes con la edad cronológica de las atletas, las cuales fueron ratificadas por los resultados obtenidos. Las atletas del grupo de 16-18 años presentan mayores velocidades parciales y medias que las del grupo de 14-15 años y estas a su vez que las de 12-13 años. La tendencia de la velocidad es a incrementarse en los primeros metros por la aceleración desarrollada por el atleta, después a mantenerse, sino estable, dentro de un rango muy homogéneo y en el último tercio de la distancia a disminuir paulatinamente. Esto ha sido descrito ya en la literatura especializada.

Tabla 2. Comportamiento de la velocidad media por edades y tramos de 10 m.

| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | Media |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 10 m. | 4.41±0.16 | 4.55±0.18 | 4.59±0.23 | 4.67±0.30 | 4.78±0.27 | 4.84±0.21 | 4.64±0.15 | 4.64 |
| 20 m. | 5.97±0.37 | 6.59±0.29 | 6.54±0.45 | 7.02±0.98 | 6.69±0.35 | 6.73±0.32 | 7.18±0.57 | 6.67 |
| 30 m. | 6.54±0.70 | 7.29±0.37 | 7.13±0.71 | 7.20±0.63 | 7.18±0.41 | 8.04±0.19 | 7.43±0.69 | 7.26 |
| 40 m. | 6.26±0.48 | 7.23±0.24 | 7.43±0.60 | 7.32±0.61 | 7.51±0.46 | 8.22±0.28 | 7.80±0.45 | 7.40 |
| 50 m. | 6.35±0.67 | 7.41±0.48 | 7.23±0.62 | 7.31±0.54 | 7.48±0.48 | 8.09±0.21 | 7.69±0.84 | 7.37 |
| 60 m. | 6.58±0.54 | 7.42±0.30 | 7.30±0.60 | 7.29±0.55 | 7.32±0.53 | 7.43±0.23 | 7.72±1.05 | 7.29 |
| 70 m. | 6.39±0.39 | 6.72±0.29 | 7.03±0.63 | 7.16±0.67 | 7.27±0.42 | 7.68±0.29 | 7.39±0.43 | 7.09 |
| 80 m. | 6.09±0.46 | 6.98±0.36 | 6.93±0.60 | 6.95±0.63 | 7.29±0.25 | 7.37±0.49 | 7.27±0.88 | 6.98 |
| 90 m. | 6.22±0.66 | 6.75±0.30 | 6.92±0.61 | 7.13±0.65 | 6.99±0.44 | 7.54±0.31 | 7.56±0.17 | 7.02 |
| 100 m. | 5.77±1.01 | 6.19±0.18 | 6.52±0.65 | 6.73±0.60 | 6.90±0.16 | 7.09±0.48 | 6.61±0.83 | 6.54 |
| Media | 5.96±0.49 | 6.60±0.24 | 6.64±0.44 | 6.73±0.46 | 6.82±0.20 | 7.14±0.12 | 6.95±0.50 | 6.69 |

Tabla 3. Comportamiento de la velocidad media en los tres grupos

| Distancia (m.) | 12 - 13 años (n= 11) | | | 14 - 15 años (n= 22) | | | 16 - 18 años (n= 12) | | |
|----------------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
| | prom | de-st | co-va | prom | de-st | co-va | prom | de-st | co-va |
| Diez | 4.47 | 0.17 | 3.89 | 4.63 | 0.27 | 5.77 | 4.75 | 0.22 | 4.59 |
| Veinte | 6.25 | 0.45 | 7.24 | 6.78 | 0.79 | 11.59 | 6.86 | 0.45 | 6.58 |
| Treinta | 6.88 | 0.67 | 9.78 | 7.16 | 0.66 | 9.17 | 7.48 | 0.57 | 7.64 |
| Cuarenta | 6.70 | 0.63 | 9.33 | 7.38 | 0.60 | 8.08 | 7.79 | 0.48 | 6.16 |
| Cincuenta | 6.83 | 0.79 | 11.56 | 7.27 | 0.57 | 7.86 | 7.70 | 0.59 | 7.65 |
| Sesenta | 6.96 | 0.61 | 8.82 | 7.30 | 0.56 | 7.70 | 7.48 | 0.67 | 8.92 |
| Setenta | 6.54 | 0.38 | 5.74 | 7.09 | 0.64 | 9.03 | 7.41 | 0.39 | 5.33 |
| Ochenta | 6.49 | 0.61 | 9.47 | 6.94 | 0.60 | 8.63 | 7.30 | 0.53 | 7.25 |
| Noventa | 6.46 | 0.58 | 8.95 | 7.02 | 0.63 | 8.91 | 7.32 | 0.42 | 5.80 |
| Cien | 5.96 | 0.76 | 12.73 | 6.63 | 0.62 | 9.38 | 6.85 | 0.53 | 7.67 |
| Promedio | 6.25 | 0.48 | 7.70 | 6.68 | 0.44 | 6.62 | 6.94 | 0.32 | 4.62 |

Según Ozolin (1989), la curva de velocidad de las carreras de 30 y 100 m. muestran que el aumento de la misma en los primeros 10-20 m. es semejante para todos los grandes velocistas (en ambos se consumieron 7.4 m/seg en 10 m.). Por lo tanto en la carrera de 100 m. el corredor puede crear una curva de crecimiento de la velocidad semejante a la de una carrera de 30 m. La aceleración del impulso de la arrancada es una tarea imprescindible en todos los deportes donde se producen *sprints* cortos. Para elevar la efectividad del nivel inicial de rapidez de los movimientos hay que realizarlos a velocidades límites o cercanas.

Número de pasos en la carrera

El número de zancadas o pasos registrados por las atletas en la carrera de 100 m. se encuentra entre los 51.43 y los 67.59 pasos. La fracción ha sido calculada a partir de la distancia, incompleta, del último paso y la media de la longitud del paso del atleta. Es preciso resaltar que los valores mínimo y máximo se encontraron en el primer grupo de atletas, 12-13 años. No obstante, teniendo en cuenta el promedio, existen diferencias de aproximadamente un paso (59.79, 58.90 y 57.81) entre los tres grupos de edad; diferencias que no son altas si consideramos que la edad cronológica va entre los 12 y 18 años. Ello se debe a que en todos los grupos se hallaron valores altos y bajos, como por ejemplo 62 y 63.06 pasos en el grupo de 16-18 años.

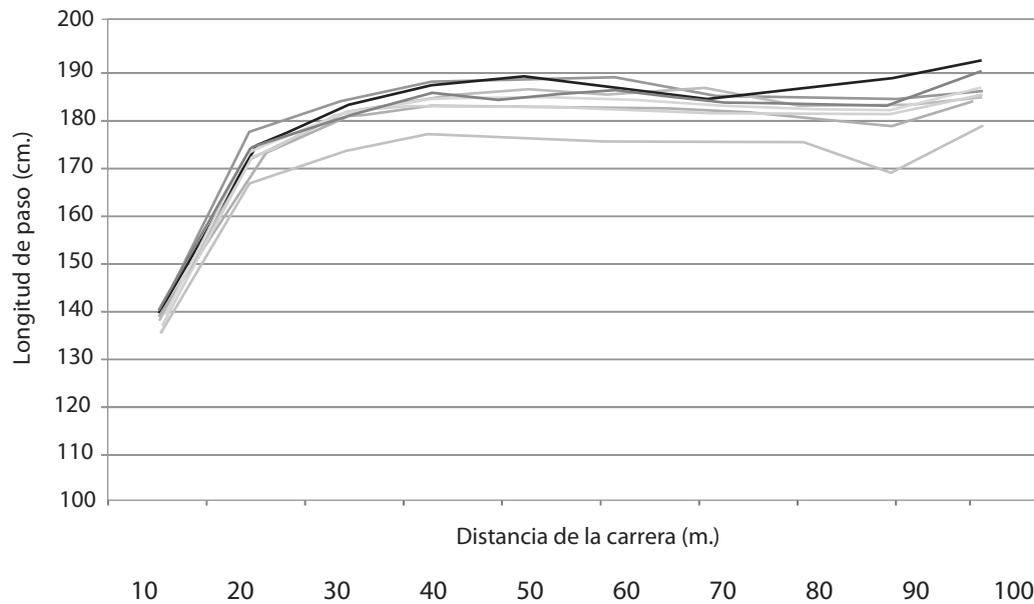
Tabla 4. Comportamiento del número de zancadas en los tres grupos de edad

| Distancia (m.) | 12 - 13 años (n= 11) | | | 14 - 15 años (n= 22) | | | 16 - 18 años (n= 12) | | |
|----------------|----------------------|--------|-------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
| | prom | de- st | co-va | prom | de-st | co-va | prom | de-st | co-va |
| Diez | 8.09 | 0.54 | 6.67 | 8 | 0.53 | 6.68 | 7.83 | 0.39 | 4.97 |
| Veinte | 6.09 | 0.70 | 11.50 | 5.82 | 0.50 | 8.61 | 5.92 | 0.51 | 8.70 |
| Treinta | 5.64 | 0.67 | 11.96 | 5.68 | 0.57 | 10.00 | 5.58 | 0.67 | 11.97 |
| Cuarenta | 6.00 | 0.45 | 7.45 | 5.55 | 0.60 | 10.74 | 5.50 | 0.52 | 9.50 |
| Cincuenta | 5.45 | 0.52 | 9.57 | 5.55 | 0.60 | 10.74 | 5.42 | 0.51 | 9.51 |
| Sesenta | 5.82 | 0.60 | 10.36 | 5.82 | 0.39 | 6.79 | 5.50 | 0.52 | 9.50 |
| Setanta | 5.55 | 0.69 | 12.40 | 5.32 | 0.48 | 8.96 | 5.50 | 0.52 | 9.50 |
| Ochenta | 5.82 | 0.60 | 10.36 | 5.86 | 0.56 | 9.55 | 5.50 | 0.52 | 9.50 |
| Noventa | 5.64 | 0.67 | 11.96 | 5.68 | 0.48 | 8.39 | 5.58 | 0.51 | 9.22 |
| Cien | 5.70 | 0.76 | 13.36 | 5.63 | 0.51 | 9.08 | 5.52 | 0.52 | 9.50 |
| Promedio | 59.79 | 4.83 | 8.07 | 58.90 | 2.87 | 4.88 | 57.81 | 2.66 | 4.60 |

Longitud del paso

El comportamiento de la longitud de los pasos, en general, presenta un incremento progresivo hasta los 30 metros, seguidos de una meseta hasta los sesenta-setenta metros y luego viene un ligero descenso para aumentar en los últimos 10 m. de la distancia. De hecho el mejor promedio de longitud de la zancada se encuentra entre el metro 90 y 100. Sorprende como las chicas de 13 años alcanzan el mejor promedio (176 cm), aunque con poca diferencia, por encima de las demás edades. Como era de esperarse la longitud de paso más corta está en el primer grupo.

Gráfica Longitud de zancada



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|--|-------|
| — | 12 Años | — | 13 Años | — | 14 Años | — | 15 Años | — | 16 Años | — | 17 Años | — | 18 Años | | Media |
|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|--|-------|

Según Schmolinsky (1985), la velocidad está en función de la longitud y frecuencia de la zancada (número de zancadas, en unidad de tiempo). El atleta que desee ganar velocidad deberá dar zancadas más largas, aumentar el número de ellas o usar una combinación de ambas. En vez de aceleración se debe entender incremento de la longitud de la zancada. La duración de la primera fase (salida) depende claramente de la calidad del corredor. Los máximos velocistas pueden aumentar la longitud de su zancada hasta los 45 m. de la carrera, mientras que los que no entrenados o mal entrenados entrarán en la fase constante -fase de longitud de zancada casi exacta- a los 25 m. En todos los velocistas esta fase termina después de los 92-93 m. Para que la longitud de la zancada sea mayor durante la tercera etapa (las tres o cuatro zancadas últimas) depende de la frecuencia de ésta y refleja el esfuerzo para contrarrestar la pérdida de velocidad.

Para Astrand y Rodahl (1985), la longitud del paso y el número de movimientos por unidad de tiempo, determina la velocidad que se puede alcan-

zar al mover el cuerpo. De esta manera, para animales similares de tamaños diferentes la velocidad máxima es proporcional a L. $L^{-1} = 1$, lo que significa que la velocidad es la misma. Las piernas cortas se mueven con mayor rapidez a pasos cortos y en consecuencia, pueden cubrir tanto terreno como lo hacen las piernas más largas moviéndose con mayor lentitud. Es decir, la longitud de la zancada depende directamente de las características antropométricas del individuo, de ahí la importancia de la mayor longitud de los miembros inferiores en los velocistas.

Para estos autores, un aumento en la velocidad de la carrera es originado primordialmente por una extensión de la longitud del paso. Al aumentar la velocidad de carrera, el tiempo pasado en contacto con el suelo disminuye notablemente, en tanto que al comienzo aumenta el tiempo pasado en el aire y luego permanece relativamente constante. El aumento en la frecuencia del paso y la velocidad de carrera se deben principalmente a una disminución en el tiempo pasado en contacto con el suelo.

Tabla 5. Longitud de zancada de 12-18 años

| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | Media |
|--------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-------|
| 10 m. | 123±4.23 | 126±10.73 | 126±8.64 | 127±6.53 | 130±3.51 | 126±7.77 | 128±4.36 | 127 |
| 20 m. | 161±8.82 | 168±17.67 | 169±6.45 | 166±9.80 | 169±3.67 | 166±9.02 | 173±9.90 | 168 |
| 30 m. | 168±11.50 | 179±17.65 | 177±7.48 | 176±10.17 | 177±3.44 | 177±10.07 | 180±13.60 | 177 |
| 40 m. | 172±11.89 | 184±14.94 | 179±9.56 | 179±9.06 | 182±4.77 | 181±9.07 | 185±13.23 | 181 |
| 50 m. | 171±12.83 | 186±15.72 | 179±9.22 | 179±9.39 | 181±3.11 | 183±12.53 | 185±14.08 | 181 |
| 60 m. | 170±13.03 | 184±15.43 | 178±9.10 | 178±9.38 | 183±3.96 | 182±11.06 | 186±14.67 | 181 |
| 70 m. | 170±13.65 | 181±17.98 | 177±8.88 | 178±9.80 | 180±4.36 | 183±12.00 | 182±13.82 | 179 |
| 80 m. | 170±12.89 | 184±15.08 | 177±7.68 | 176±9.22 | 179±3.91 | 179±10.07 | 182±14.57 | 178 |
| 90 m. | 163±13.54 | 186±15.90 | 177±9.60 | 174±9.17 | 179±6.63 | 179±10.02 | 181±12.84 | 177 |
| 100 m. | 174±14.94 | 190±19.09 | 182±8.93 | 181±12.74 | 187±3.36 | 181±14.29 | 183±15.48 | 183 |
| Media | 163±10.63 | 176±15.84 | 171±7.44 | 170±8.37 | 174±3.91 | 172±10.69 | 175±11.62 | 172 |

Según el Ralph Mann (1997), el velocista de alto rendimiento obtiene una velocidad horizontal promedio de 12 m. por segundo. La amplitud del paso de los velocistas varones es mayor de 2.5 m. Ellos tienen una amplitud de paso mayor porque por lo general son más altos, porque ellos obtienen una mayor fuerza vertical y porque mecánicamente pueden correr más velozmente. Los velocistas obtienen una frecuencia de 5 pasos por segundo. Los velocistas de alto rendimiento demuestran que en la fase de apoyo están en contacto con la superficie mucho menos que los no elites. El tiempo de vuelo es prácticamente idéntico para todos los velocistas, incluyendo atletas de secundaria. Por lo tanto, el tiempo de contacto con la superficie es la clave para mejorar, 01 segundos por paso.

En el análisis por grupos se puede ratificar la poca diferencia existente entre los valores de las medias de la longitud del paso de los tres grupos (169.18, 170.77 y 172.25). Sin embargo aparecen en correspondencia con la edad cronológica. En el primer grupo, con 13 años, se halla la niña que presenta el mejor promedio de longitud de zancada 196 cm. presentando valores medios por encima de 2 m. desde los 30 hasta los 100 m. Pero también en este grupo se encuentra el valor más pequeño en promedio 149 cm. En el tercer grupo se observa mayor homogeneidad de los datos, reflejado esto en los coeficientes de variación que se encuentran por debajo de 5.75, mientras que en el primer grupo llega hasta 10.68.

Según Manoel José Gómes Tubino (1984), una frecuencia de pisadas de los mejores velocistas mundiales, solamente en la fase de salida son evidenciadas diferencias significativas, para después permanecer a lo largo de la carrera. Este entrenador constató 3 fases a lo largo de la carrera de velocidad: una primera en que la frecuencia de las pisadas aumenta, la segunda en que se mantiene igual al nivel alcanzado y la tercera en que decrece.

Según Utkin (1988), en locomociones cíclicas la velocidad del movimiento equivale al producto del ritmo por la longitud del paso. Una misma velocidad puede alcanzarse con diferentes combinaciones de la longitud y frecuencia de los pasos. Es sabido que los gastos de energía por un metro recorrido a una misma velocidad, pero con diferentes combinaciones de la longitud y la frecuencia de los pasos, son desiguales. Y existe una combinación tal de las mismas con la cual el costo de un metro recorrido es mínimo. Las combinaciones de la longitud y frecuencia de los pasos, óptimas según el rendimiento económico, se encontraron en la marcha, deporte de esquí y ciclismo, haciendo mediciones en el veloergómetro y ergómetro de remo. La disminución del rendimiento económico, siendo inadecuada la elección de la longitud y frecuencia de los pasos, puede llegar hasta un 30% en comparación con la variante óptima.

Tabla 6. Comportamiento de la longitud de la zancada en los tres grupos de edad

| Distancia (m.) | 12 -13 años (n= 11) | | | 14 - 15 años (n= 22) | | | 16 - 18 años (n= 12) | | |
|----------------|---------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
| | prom | de-st | co-va | prom | de-st | co-va | prom | de-st | co-va |
| Diez | 124.64 | 7.57 | 6.07 | 127.09 | 7.50 | 5.90 | 128.75 | 4.85 | 3.76 |
| Veinte | 164.55 | 13.37 | 8.13 | 167.86 | 8.21 | 4.89 | 169.67 | 7.33 | 4.32 |
| Treinta | 173.27 | 14.86 | 8.58 | 177.05 | 8.74 | 4.94 | 178.58 | 8.70 | 4.87 |
| Cuarenta | 177.82 | 14.13 | 7.95 | 179.59 | 9.09 | 5.06 | 183.08 | 8.59 | 4.69 |
| Cincuenta | 178.09 | 15.44 | 8.67 | 179.14 | 9.08 | 5.07 | 183.42 | 9.45 | 5.15 |
| Sesenta | 176.64 | 15.25 | 8.64 | 178.55 | 9.02 | 5.05 | 184.25 | 9.41 | 5.11 |
| Setenta | 175.45 | 15.96 | 9.10 | 178.09 | 9.13 | 5.13 | 181.67 | 9.35 | 5.14 |
| Ochenta | 176.45 | 15.33 | 8.69 | 176.68 | 8.29 | 4.69 | 180.58 | 9.19 | 5.09 |
| Noventa | 173.91 | 18.58 | 10.68 | 175.73 | 9.30 | 5.29 | 179.83 | 8.96 | 4.98 |
| Cien | 181.55 | 18.23 | 10.04 | 182.14 | 10.74 | 5.90 | 184.75 | 10.62 | 5.75 |
| Promedio | 169.18 | 14.13 | 8.35 | 170.77 | 7.75 | 4.54 | 174.25 | 8.01 | 4.60 |

Para Ozolin y Markov (1991), la longitud del paso para un velocista es igual a $7 \frac{3}{4}$ - 9 pies (V. Borzov 233-246 cm.). Esta puede variar algo en dependencia de la pista, del aire, del cansancio del corredor y de otras causas. Los pasos con la pierna derecha e izquierda con frecuencia no son iguales, son algo más largos con la pierna más fuerte. Es deseable lograr pasos iguales con cada una de las piernas para que la carrera sea rítmica y la velocidad uniforme. Esto permite también, alcanzar un tempo más alto de la carrera. En la carrera de velocidad en una distancia recta, es necesario colocar la punta de los pies de forma recta. El despegue se empeora cuando están dirigidos hacia fuera. Aunque en este estudio no se consideró el registro del pie con el cual las deportistas realizaban su primer apoyo, se pudo observar como algunas deportistas, en algunos tramos de la carrera presentaban pasos alternados con longitudes diferentes, lo que indica que están empleando con más esfuerzo un miembro que otro.

Según V. Yakimovich (1985), es conocido que en las carreras de velocidad el cansancio disminuye considerablemente la misma, esto sucede en los corredores de altos rendimientos ya que la longitud de sus pasos disminuye de 3 hasta 5 cm., siendo la frecuencia de estas disminuciones de 0.25 y de 0.30 m/seg, aquí también disminuye el tiempo de 0.01 a 0.015 segundos.

Frecuencia del paso

La frecuencia de los pasos en la carrera aumenta con la edad, considerando los resultados de los tres grupos (3.72, 3.94 y 4.01 pasos/seg). Se presenta mucha variación entre los datos con valores en este coeficiente hasta de 15.63. Se presenta una disminución de la frecuencia en los últimos 10 m. de la distancia, convirtiéndose en el valor más bajo de toda la distancia, además de mostrar un comportamiento contrario a la longitud de zancada. La caída de velocidad al final de la distancia puede atribuirse a la caída en la frecuencia de paso.

Tabla 7. Comportamiento de la frecuencia de los pasos en los tres grupos de edad

| Distancia (m.) | 12 -13 años (n= 11) | | | 14 - 15 años (n= 22) | | | 16 - 17 años (n= 12) | | |
|----------------|---------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
| | prom | de-st | co-va | prom | de-st | co-va | prom | de-st | co-va |
| Diez | 3.64 | 0.23 | 6.29 | 3.70 | 0.26 | 6.95 | 3.73 | 0.27 | 7.25 |
| Veinte | 3.80 | 0.45 | 11.77 | 3.88 | 0.42 | 10.73 | 4.05 | 0.29 | 7.15 |
| Treinta | 3.85 | 0.45 | 11.72 | 4.11 | 0.59 | 14.24 | 4.17 | 0.55 | 13.09 |
| Cuarenta | 4.01 | 0.40 | 9.86 | 4.09 | 0.53 | 12.99 | 4.27 | 0.33 | 7.65 |
| Cincuenta | 3.80 | 0.47 | 12.28 | 4.03 | 0.56 | 13.91 | 4.15 | 0.30 | 7.14 |
| Sesenta | 4.04 | 0.43 | 10.70 | 4.25 | 0.46 | 10.91 | 4.12 | 0.53 | 12.80 |
| Setenta | 3.62 | 0.37 | 10.09 | 3.77 | 0.42 | 11.20 | 4.08 | 0.37 | 9.16 |
| Ochenta | 3.76 | 0.39 | 10.25 | 4.06 | 0.46 | 11.40 | 4.00 | 0.31 | 7.84 |
| Noventa | 3.63 | 0.47 | 12.90 | 4.01 | 0.43 | 10.68 | 4.06 | 0.37 | 9.05 |
| Cien | 3.25 | 0.51 | 15.63 | 3.47 | 0.47 | 13.44 | 3.47 | 0.33 | 9.58 |
| Promedio | 3.72 | 0.28 | 7.58 | 3.94 | 0.30 | 7.54 | 4.01 | 0.16 | 4.03 |

Según Schmolinsky (1985), la curva que representa la frecuencia de la zancada muestra también las tres fases típicas: la fase de máxima aceleración, la desaceleración gradual y la del aumento de pérdida de velocidad. En comparación con la longitud de zancada, se alcanza un aumento más pequeño (sólo un 6 a 10 % desde los 2.5 m. de la carrera hasta el máximo). La idea ampliamente difundida de que en los 100 m. el velocista alcanza la más alta frecuencia de zancada durante las primeras es errada. Hay una diferencia entre principiantes y campeones en cuanto a que los principiantes obtienen la máxima velocidad casi enseguida, en unos 10 o 15 m., mientras que los campeones sólo la alcanzan después de 25 m. La reducción en la frecuencia con respecto al máximo es de un 4 a un 10%. Los campeones muestran la menor reducción en la frecuencia. La mayor reducción de frecuencia, durante la tercera etapa, aparece invariablemente entre los 90 y 95 m.

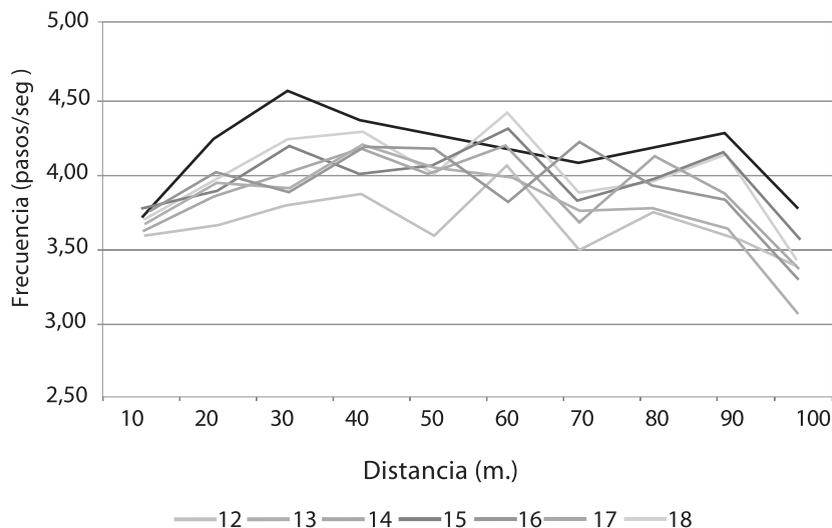
Según Utkin (1988), el atleta muestra su velocidad máxima a una determinada longitud y frecuencia de pasos la que siendo óptima en velocidad no coincide con la óptima en economía. El incremento de la velocidad se consigue en mayor grado a cuenta de la frecuencia de movimientos. La velocidad relativamente baja de locomoción se aumenta principalmente a cuenta de la longitud del paso. Sobre la velocidad de un 70% de la máxima, la longitud y la frecuencia de pasos influyen en medida igual. El aumento de la velocidad más alta se consigue exclusivamente a cuenta de la frecuencia de pasos y lograda la velocidad máxima, hasta se registra cierta reducción de la longitud del paso. Esta regularidad es igual para todo tipo de locomociones cíclicas.

Según Ozolin y Markov (1991), una particular atención debe ser dedicada al incremento de la frecuencia de los pasos conservando la longitud óptima entre ellos. Las investigaciones demuestran que este incremento es posible en una media no muy grande y se logra con dificultad. Sin embargo, si en el entrenamiento usamos más ampliamente los ejercicios especiales, entonces se podrán lograr considerables avances en la frecuencia de los pasos. Estos ejercicios especiales son, ante todo, para el desarrollo de la fuerza explosiva que abducen los músculos durante la carrera. Es necesaria cierta disminución de la altura de la elevación del muslo en el momento final del despegue en el paso de la carrera.

Según Geoffrey Dyson (1978), en la carrera de velocidad la aceleración de los movimientos de la pierna necesaria para alcanzar un ritmo de cuatro y media a cinco zancadas por segundo (esta es la frecuencia en las competiciones de mejor clase) y para hacer que el impulso de dicha pierna sea suficientemente vigoroso sólo puede lograrse si los hombros se mantienen fijos sobre el eje longitudinal del tronco; porque el tronco dada su gran inercia, no puede torcerse y enderezarse con la debida rapidez.

Según Volkov y Filin (1989), el aumento de la frecuencia máxima de movimientos en los distintos periodos de edad es desigual. El mayor incremento anual se registra en los niños de 4 a 6 años y de 7 a 9 años. En los periodos de edad posteriores los ritmos de incremento se reducen. En los jóvenes deportistas, bajo la influencia del entrenamiento la frecuencia de movimientos aumenta. El mayor incremento

Gráfica Frecuencia de la zancada



se ha establecido a los 9 a 12 años. En otros periodos de edad, el entrenamiento del ritmo de movimientos surte menos efecto. Se considera que en dicha etapa de desarrollo individual hay mejores condiciones para la formación de la frecuencia de movimientos. En este estudio se encontraron valores de la frecuencia del movimiento acordes con la edad, es decir, las de más edad logran alcanzar mayor frecuencia en la carrera.

Conclusiones

Los resultados han logrado constatar las tres fases de la carrera de velocidad que señala la literatura: la fase de aceleración, la de velocidad cíclica máxima y la de resistencia de la velocidad cíclica máxima. Cada una de ellas requiere aproximadamente un tercio de la distancia de 100 m. para su desarrollo, encontrándose poca estabilidad en los tiempos parciales de la segunda fase de la carrera, seguramente por la edad de las atletas estudiadas.

La segunda mitad de la distancia es recorrida de manera más rápida que los primeros 50 m., a pesar de que la velocidad se disminuye en los últimos tramos por la aparición de la fatiga. Esto debido a que en la primera fase el atleta parte de velocidad cero y debe empezar por acelerar el cuerpo.

Los mejores promedios de velocidad se logran a los 17 años de edad con 7.14 m/seg y el tramo que se corrió más rápido fue el comprendido entre los 30 y 40 m. El valor más bajo de velocidad se registró en los últimos 10 m. con un valor de 6.54 m/seg. Era de esperarse que las chicas de 18 años superaran las demás por el tiempo de entrenamiento que presentan y por sus características, lo cual no sucedió; aunque el resultado también puede deberse al pequeño número de atletas estudiadas en ambas edades.

En cuanto al número de pasos, se encontraron valores de 51.43 y 67.59 pasos, desde los 12 hasta los 18 años de edad. Por grupos el promedio de pasos sólo dista un paso aproximadamente, lo cual significa que existe mucha variabilidad de los datos en todas las edades. Atletas con amplia longitud de zancada en edades inferiores y de corta longitud a edades superiores.

La longitud del paso presenta una curva que empieza incrementándose progresivamente hasta los

30 m. luego aparece una meseta en la que se mantiene una longitud de zancada más o menos uniforme hasta los 60-70 m., para luego entrar en un ligero descenso y aumentar en los últimos 10 m. antes de la meta de 100 m. En el último tramo de la distancia se alcanza la longitud más larga y en los primeros 10 m. las longitudes más cortas.

Los valores más altos de la frecuencia se alcanzan en la fase de velocidad cíclica máxima, es decir, entre los 30 y 70 m. en los tres grupos que fueron clasificados las atletas. El valor de la frecuencia de la zancada es más bajo en el último tramo de los 100 m., justo cuando la longitud de zancada es más larga.

Referencias

- Álvarez del Villar, C. (1985). *La preparación física del fútbol basada en el atletismo*, Madrid, Editorial Gymnos.
- Astrand, P., Rodahl, K. (1985). *Fisiología del trabajo físico*, Buenos Aires, Segunda edición, Editorial médica panamericana.
- Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento, de la teoría a la práctica*, Barcelona, Editorial paidotribo.
- Donati, A. (1995). *New Studies in Athletics. IAAF*, march.
- Donskoi, D., V., Zatsiorski (1988). *Biomecánica de los ejercicios físicos*, Moscú, Editorial Raduga.
- Dyson, G. (1978). *Mecánica del atletismo*, Madrid, Instituto Nacional de Educación Física de Madrid.
- Fernández, J., Chinchilla, J., Reina, Á. y Escobar, R. (2003). 'Evaluación de la velocidad máxima en jóvenes atletas'. En *Revista Digital*, Año 9. No. 61, Buenos Aires, Obtenido, desde: <http://www.efdeportes.com/>
- Gómes T., Manoel J. (1984). *Metodología científica del entrenamiento deportivo*, Sao Pablo, Instituto Brasileiro de Difusión Cultural.
- Grosser, M., P., Bruggemann y F., Zintl. (1989). *Alto rendimiento deportivo. Planificación y desarrollo*, Barcelona, Ediciones Martínez Roca S. A.
- Mann, R. (1989). *La técnica del velocista. IAAF*, Puerto Rico, Boletín N°2, Centro Regional de Desarrollo Salinas.
- Ozolin, N. (1989). *Sistema contemporáneo de entrenamiento deportivo*, Ciudad de la Habana, Editorial científico técnica.
- Ozolin, N. y D., Markov (1991). *Atletismo, tomo I*, Ciudad de la Habana, Editorial científico técnica.
- Platonov, V. (1988). *El entrenamiento deportivo, teoría y metodología*, Barcelona, Editorial paidotribo S.A.
- Rasch, P. y Burke, R. (1985). *Kinesiología y anatomía aplicada. La ciencia del movimiento humano*, Buenos Aires, Sexta edición, Editorial el ateneo.
- Schmolinsky, G. (1985). *Atletismo*, Madrid, Segunda edición, Editorial Augusto E. Pila Teleña.

- Siris, P., P., Gaidarska y K., Rachev (1988). *Selección y pronóstico de las facultades en el atletismo*, Moscú, Cultura física y deporte.
- Utkin, V. (1988). *Aspectos biomecánicos de la táctica deportiva*, Cultura física y deportes, Impreso en la U.R.S.S.
- Volkov, V. y V., Filin (1989). *Selección deportiva*, Moscú, Cultura física y deporte.
- Yakimovich V. (1985). *Pochemú padaet skoost bega? ¿Por qué disminuye la velocidad de la carrera?*, Moscú, Legkaya Atletika.
- Zatsiorski, V. (1989). *Metrología Deportiva*, Moscú, Editorial Planeta.