



Desarrollo de la velocidad en niños mediante trabajo de coordinación

Speed development in children through coordination work

Santiago Ramos Bermúdez¹³

Oscar Alfredo Montenegro¹⁴

Resumen

Con el objetivo de determinar el efecto de un programa de entrenamiento de ocho semanas de duración, basado en ritmo y diferenciación, sobre la cinemática de la carrera de velocidad en una distancia de 50 metros, se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y diseño cuasi-experimental con 17 niños (edad= 9.38 ± 0.99 años). Se evaluó el tiempo empleado en correr 50 m., velocidad de carrera sobre 50 m., velocidad máxima en un segmento de mínimo 5 m., capacidad de aceleración sobre 20 m. a la primera pisada, tiempo en cubrir 20 m. con 15 m. de impulso y la frecuencia de paso en el momento de velocidad máxima. Se utilizó el programa Kinovea, para el análisis cinemático de las observaciones. Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión; la prueba de hipótesis se hizo mediante la t de Student, con el programa Statgraphics, versión 5.1. Como

¹³ Docente Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Departamento Acción Física Humana. Grupo Cumanday Actividad Física y Deporte.

¹⁴ Metodólogo IMRD Chía, Cundinamarca.



resultados más importantes, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre los resultados del pretest y el posttest en las variables analizadas. En conclusión, el programa basado en ritmo y diferenciación fue efectivo sobre la velocidad de carrera en niños de 8 a 9 años de edad.

Palabras clave: capacidades coordinativas, cinemática, carrera de velocidad, deporte infantil, atletismo infantil.

Abstract

In order to determine the effect of a training program for eight weeks, based on rhythm and differentiation, on the kinematics of sprinting at a distance of 50 meters, a study with a quantitative approach of explanatory scope and quasi-experimental design with 17 children (age = 9.38 ± 0.99 years) was done. We evaluated the time taken to run 50 m., running speed over 50 m., top speed on a segment of at least 5 m., acceleration capability of 20 m. to the first footstep, time to cover 20 m. with impulse 15 m. and frequency step at the time of maximum speed. Kinovea program was used for the kinematic analysis of the observations. Were calculated measures of central tendency and dispersion, hypothesis testing was done using the Student t test, with the program Statgraphics, version 5.1. As results were found statistically significant differences ($P < 0.05$) between the results of the pretest and posttest in the variables analyzed. In conclusion, a program based was on rhythm and differentiation was effective on running speed in children 8-9 years old.



Key words: coordination abilities, kinematics, speed race, youth sports, athletic child.

1. Introducción

La velocidad de desplazamiento en bipedestación es una de las capacidades motrices más importantes que determinan el rendimiento exitoso en muchos eventos deportivos (Bompa & Haff, 2009). Las carreras de velocidad son de las más exigentes pruebas del atletismo, pues para ser exitoso en este tipo de eventos, el atleta debe ser capaz de preservar las características técnicas óptimas de la estructura del paso a pesar de una fatiga intensa.

La carrera de velocidad, como evento atlético, ha sido abordada desde muy diversos aspectos. De acuerdo con Schiffer (2007), entre 1996 y 2007, se encuentran artículos de revista que abordan los temas de la enseñanza de las pruebas de velocidad, las técnicas de iniciación y entrenamiento, el entrenamiento y técnica de la partida en velocidad, los aspectos neurales, musculares, metabólicos, cardiovasculares, de anatomía, traumatología, psicológicos, tácticos e históricos de su desarrollo, pero es muy difícil encontrar estudios científicos que aborden la cinemática de la carrera de velocidad con niños.

Los estudios más tradicionales en la investigación de la carrera atlética de velocidad, se realizaron en el ámbito mundial con atletas de la categoría mayores. Algunos de los más notables estudios fueron realizados por Ae & col., (1992), Donatti (2001), Gajer & col., (1999), Gajer & col., (2007), Guarda (2000), Ito & col. (2006), Ito & col. (2008), Mackala (2007), Moravec & col., (1988). En estos estudios se abordó el



análisis del comportamiento de la frecuencia y la longitud de paso en la carrera de velocidad, se determinó el momento de la carrera donde se alcanza la máxima velocidad y se identificó espacialmente las fases de aceleración, velocidad máxima y resistencia a la velocidad. Estos parámetros se estudiaron con atletas de la súper élite mundial (sub 10"00 s.), con atletas semifinalistas en campeonatos del mundo (10"12 a 10"32 s.) y con atletas de nivel universitario (10"60 a 11"50 s.).

Se identificaron dos estudios relevantes como antecedentes de la presente investigación. Coh & col. (2010), destacan que el desarrollo de la velocidad en edades infantiles y juveniles tiene que estar asociado a situaciones motoras complejas, con un fuerte componente informacional de movimiento. En este sentido, asumen a la velocidad máxima de desplazamiento como una habilidad que se necesita entrenar en edades infantiles y juveniles.

Lidor & Meckel (2004) plantean que aunque la carrera de velocidad puede ser clasificada más como una habilidad de aprendizaje en un ambiente cerrado, que en un ambiente abierto, el principal objetivo en la fase inicial de adquisición de dicha habilidad debe ser permitirle al niño adquirir los componentes básicos de la carrera, de forma tal que sean capaces de aplicarlos en diferentes situaciones y bajo condiciones cambiantes. Por ello, abogan por unas tempranas experiencias de aprendizaje que brinden a los niños la suficiente flexibilidad para ser capaces de ajustar la habilidad aprendida, de acuerdo a sus propias necesidades y a las demandas del ambiente. Lo anterior implica que bajo el principio de práctica variada, los entrenadores deben fijarse metas que sean sistemáticamente distintas de un intento a otro, donde



el aprendiz realice un número de variaciones seleccionadas del movimiento.

Weineck (2005:491) manifiesta que “debido a la complejidad de las capacidades coordinativas, la práctica deportiva se enfrenta a problemas considerados en parte sin resolver, para registrar de forma objetiva el estado del rendimiento en este ámbito”. De igual manera, Montenegro (2010:11) afirma que aún “no existe una diferenciación en el aislamiento de las capacidades coordinativas para su estudio, como ocurre en el caso de las capacidades condicionales”.

El Sistema de Formación y Certificación para entrenadores de atletismo (SFyCE), de la Federación Internacional de Federaciones Atléticas (IAAF) en su temática dirigida a la enseñanza de la carrera atlética en edades infantiles o juveniles, no contempla el entrenamiento de la velocidad bajo el punto de vista de las capacidades coordinativas, lo que se puede constatar en los textos de Pila (1998) y Müller & Ritzdorf (2009). En este orden de ideas, se considera que la población y la muestra para realizar la presente investigación se puede escoger de cualquier grupo de trabajo perteneciente a la educación formal o informal mencionado anteriormente.

Esta investigación se basa en la propuesta de Martin & col. (2004), *que se debe abordar desde cuatro ámbitos de estudio, así:*

- Desarrollo infantil y juvenil, capacidad de rendimiento y capacidad de entrenamiento.
- Desarrollo del rendimiento a largo plazo y entrenamiento.



- Sistemas de competición en relación con la edad y la preparación.
- Conceptos de desarrollo y estructuras organizativas del sistema de entrenamiento infantil y juvenil.

De los cuatro ámbitos citados solo se tuvo en cuenta para el presente trabajo el estudio del primer ámbito con sus contenidos.

1.1 Desarrollo Motor

Se emplea al desarrollo motor como concepto general para designar la formación de las capacidades determinadas por el control y la regulación, que se muestran en los procesos de aprendizaje y coordinación del movimiento (Martin & col. 2004). Estos procesos de control y regulación se realizan mediante el sistema motor y su organización jerárquica en el sistema nervioso central.

1.2 Maduración del sistema nervioso

La formación de las neuronas y su migración a la posición final en el sistema nervioso, ocurre durante los meses de vida prenatal. Entre el tercer y cuarto mes de gestación se alcanzan a formar 200.000 millones de neuronas, provocando una sobreproducción; por tal razón, se considera que a, partir del quinto mes de gestación, el número de neuronas no aumenta (Martín & col., 2004). Posteriormente, en el sexto mes de gestación, las neuronas viajan y llegan al destino final en el órgano a inervar, como por ejemplo corazón, pulmón, córtex cerebral, ojo o músculos de la postura.



Una vez las neuronas llegan a su lugar, se conectan con otras neuronas, formando 100 billones de conexiones o sinapsis, pero a causa de la sobreproducción de neuronas, los axones de cada célula compiten por la afinidad química. Así, las neuronas disparan impulsos eléctricos que fortalecen las conexiones entre neuronas. Inicialmente, el disparo es un tanto aleatorio durante la vida intrauterina, pero poco a poco se va haciendo más organizado y luego, con la ayuda de la realimentación del ambiente, paulatinamente se va volviendo más eficiente.

Al nacer hay un proceso de recorte en el número de neuronas, por lo que solamente sobreviven funcionalmente 100 mil millones, pues la sobreproducción inicial solo permite hacer una red funcional muy eficiente. Las conexiones débiles o incorrectas se sacrifican y las neuronas que no se conectan mueren funcionalmente. En este sentido, durante la edad del lactante se presenta una proliferación en la formación sináptica y cada neurona puede establecer de 1.000 a 100.000 conexiones (Haywood & Getchell, 2009).

Otro aspecto que ayuda al proceso de maduración nerviosa es el referido a la mielinización, que es el revestimiento de una capa de tejido graso alrededor de todo el axón de la motoneurona.

Cuando la carga eléctrica del impulso nervioso viaja de una neurona a otra, lo hace entrando al cuerpo de la neurona desde las dendritas y luego el impulso es transmitido por el axón hacia el órgano inervado. La mielina permite que el potencial de acción (impulso nervioso), viaje a través de la neurona a una velocidad mayor, y a su vez protege a la neurona de la interrupción de otras neuronas. La mielinización se incrementa marcadamente desde la segunda o tercera semana luego



del nacimiento y va hasta el segundo o tercer año de vida (Haywood & Getchell, 2009). En este proceso, primero se mielinizan las neuronas aferentes (sensitivas) y luego las neuronas eferentes (motoras). Por ello, podemos estar seguros que cuando el niño ingresa a la edad preescolar de desarrollo, el proceso de mielinización ya ha concluido.

Un aspecto adicional que ayuda a la maduración del sistema nervioso se explica bajo el concepto de la plasticidad, que se refiere a la facilidad con la cual el sistema nervioso es capaz de hacer conexiones entre neuronas (sinapsis). También se puede concebir como el alto grado de influencia que tienen los estímulos generados en el ambiente sobre el sistema nervioso.

La plasticidad es una característica del sistema nervioso que le permite al niño en edad escolar registrar un alto número de informaciones del entorno y ser muy maleable o influenciado ante dichas informaciones, facilitando así su capacidad de adaptación y aprendizaje, como producto de su exposición a los estímulos del entorno.

El resultado de aprender y ejercitarse se denomina memoria, que en la experiencia del movimiento se denomina memoria motriz. Así, en la neurofisiología, las huellas de la memoria se describen con el nombre de engrama, pues se debe partir de que los procesos de aprendizaje dejan huellas (engramas) en el sistema nervioso central. Los engramas son formaciones neuronales específicas de modelos de transmisión de impulsos en el cerebro, conocidos igualmente con el nombre de programas motores (Schmidt & Wrisberg, 2008; Schmidt & Lee, 2005; Davids & col., Button & Bennett, 2008; Fairbrother, 2010).



1.3 Capacidad de entrenamiento de la velocidad

La ciencia del entrenamiento deportivo ha propuesto metodológicamente un modelo analítico, para describir las diferentes manifestaciones de la compleja capacidad de la velocidad en la carrera lineal. Martin & Lehnertz (2001) proponen las fases de reacción, aceleración positiva, velocidad constante y velocidad decreciente. Martin & col. (2004) plantean reacción, aceleración positiva, velocidad máxima invariable y velocidad decreciente. Bompa & Haff (2009) mencionan aceleración, máxima velocidad, mantenimiento de la velocidad.

Esta caracterización por fases orienta, en gran medida, el comportamiento del sprint de corto recorrido con salida, como las pruebas de ciclismo, natación y atletismo y algunos de los estudios en la carrera de velocidad sobre la distancia de 100 m. con atletas adultos de nivel mundial o nacional, corroboran este comportamiento (Ae & col., 1992; Coh & col., 2010; Guarda, 2000). Asimismo, el estudio de la carrera de velocidad con niños de 11 y 12 años, sobre la distancia de 50 m., realizado por Díaz & Montenegro (2010), reportó que las fases mencionadas, guardan proporción y equivalencia con las fases encontradas en estudios sobre la distancia de 100 m. con atletas adultos de nivel técnico del orden mundial o nacional, mencionados.

Díaz & Montenegro (2010) encontraron que las fases de la carrera de velocidad en la distancia de 50 m., con niños en edades de 11 y 12 años, se pueden distinguir de la siguiente manera:



Fase de aceleración desde la línea de salida hasta la distancia de los 20 o 30 m.; *Fase de velocidad cíclica máxima* que se mantiene por los siguientes 10 o 20 m.; *Fase de resistencia a la velocidad cíclica máxima o desaceleración*, que se manifiesta en los últimos 10 m.

Fase de aceleración: la frecuencia y longitud de paso se incrementan paulatinamente. Este comportamiento es consecuente con estudios realizados con adultos (Ito & col., 2006; Gajer & col., 2007; Ae & col., 199; Guarda, 2000; Gajer & col., 1999).

Fase de velocidad cíclica máxima (VCM): la frecuencia y longitud de paso son relativamente constantes; es decir, la VCM es siempre un producto de la relación óptima entre la longitud y la frecuencia del paso; Coh & col. (2010) y García & col. (1998) manifiestan esta relación. La zona donde los niños alcanzaron su máxima velocidad es un tanto limitada. En principio, los mejores corredores evaluados pueden sostener esta fase entre 10 m. y 20 m.

Fase de resistencia a la velocidad cíclica máxima o desaceleración: se presenta entre los 40 y 50 m., donde la velocidad comienza a disminuir. La desaceleración es causada por fatiga central y periférica del sistema nervioso y se manifiesta como una disminución en la actividad del número de unidades motoras activas. Esto resulta en un menor grado de coordinación, lo cual es evidente por la disminución manifestada en la frecuencia de paso y por un aumento en la longitud del mismo.

Fase sensible (FS) para el desarrollo de la Velocidad: son intervalos de tiempo limitados en los procesos de desarrollo en los que se reacciona a determinados estímulos con mayor intensidad.



En la Tabla 1 se presenta un modelo de desarrollo de la FS para el desarrollo de la velocidad, elaborado con base en datos de Zimmer (2003:10) y Reiss (2005:57).

Tabla 1. Modelo de desarrollo de la velocidad con base en la fase sensible.

Edad Capacidad motriz	Escolar temprana 7-8-9 años	Escolar tardía 9-10-11 años
Velocidad	Muy favorable	Muy favorable

Adaptado de Zimmer (2003) y Reiss (2005).

En el mismo sentido, Cometti (2002) referencia la fase sensible para algunas manifestaciones de la capacidad velocidad. La tabla 2 tiene consignada la información.

Tabla 2. Fases sensibles para algunas manifestaciones en el desarrollo de la velocidad.

Edad (años)->	7	8	9	10	11	12
Tiempo de reacción	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX		
Velocidad gestual pura		XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
Frecuencia de los apoyos			XXXX	XXXX	XXXX	

Convenciones: xxxx = Muy favorable. Adaptado de Cometti (2002).

Las razones principales que justifican la FS para la velocidad son la diferenciación del tipo de fibra muscular, ya terminada desde finales del primer año de vida y la gran plasticidad de los procesos nerviosos. Como se puede advertir, la velocidad tiene una fase sensible de desarrollo muy



favorable durante la edad escolar, años en los que se encuentra el grupo de estudio de la presente investigación.

1.4 Factores de los cuales depende la Velocidad

Existen varios factores que influyen en el desarrollo de la velocidad, entre ellos el más sobresaliente es el genético (Martin & col., 2004; Bompa, 2009; Martin & col., 2001). Los factores heredados, como la movilidad de los procesos nerviosos, la rapidez en la alternancia entre la inhibición y la excitación nerviosa y la capacidad para regular el movimiento neuromuscularmente, dependen en gran medida del tipo de fibra muscular que una persona dispone en su organismo.

El modelo de distribución de las fibras musculares, y por tanto de la inervación, está determinado genéticamente, por tanto el entrenamiento no puede cambiar su distribución (Weineck, 2005; López & Fernández, 2005). Adicionalmente, Cometti (2002) referencia que, junto con el porcentaje de fibras rápidas disponibles, la velocidad también depende de la velocidad de liberación de calcio. En este sentido, las fibras musculares tipo II son capaces de almacenar más cantidad de calcio y de liberarlo al sarcoplasma más rápido, haciendo el proceso de contracción-relajación más rápido que en las fibras musculares tipo I, tal como lo mencionan López & Fernández (2005).

1.5 Sistema energético de la Velocidad

Las células del cuerpo pueden generar energía a partir del ATP mediante tres sistemas: el sistema ATP-PC, el sistema glucolítico y el sistema oxidativo. En la carrera de velocidad, las actividades musculares se satisfacen casi exclusivamente por el sistema energético ATP-PC, para



obtención de energía, como lo referencian Wilmore & Costill (2005) y López & Fernández (2005).

1.6 Capacidad de entrenamiento de las capacidades coordinativas

Las capacidades coordinativas están relacionadas con los procesos de conducción y regulación del movimiento. La destreza *era entendida* como la capacidad para resolver rápida y adecuadamente las tareas motrices. Así, por ejemplo, un esquiador que supera dificultades elevadas, es considerado una persona *diestra*. Por consiguiente, la destreza tiene diversas formas de expresión, siendo importante no solo en el ámbito de la motricidad deportiva sino en las demás actividades de la vida del ser humano; por tal razón, este concepto universal ya no es apropiado para la multiplicidad y variabilidad de las acciones motoras.

Desde hace algunas décadas, el concepto de destreza motora o agilidad, se vuelve obsoleto, siendo necesario identificar varias condiciones coordinativas del rendimiento, es decir, varias capacidades coordinativas (Meinel & Schnabel, 2004; Baechle & Earle, 2008).

En la actualidad Meinel & Schnabel (2004) identifican siete diferentes capacidades coordinativas. Para ellos, el constructo capacidades coordinativas se encuentra compuesto por los elementos relacionados en la tabla 3.



Tabla 3. Diferentes clases de capacidades coordinativas.

Capacidades Coordinativas	
<ul style="list-style-type: none">○ Capacidad de Ritmo○ Capacidad de Reacción○ Capacidad de Diferenciación○ Capacidad de Orientación	<ul style="list-style-type: none">○ Capacidad de Equilibrio○ Capacidad de Acoplamiento○ Capacidad de Adaptación

Adaptado de Meinel & Schnabel (2004:285).

En el ámbito deportivo, las capacidades coordinativas se relacionan estrechamente con las habilidades técnico deportivas. Estos dos contenidos del entrenamiento tienen en común que son requisitos del rendimiento condicionados coordinativamente. Ambos están condicionados por los procesos de conducción y regulación del movimiento y la diferencia esencial consiste en el grado de generalización. Mientras la habilidad técnico deportiva se relaciona con acciones motrices concretas, fijas y automatizadas, las capacidades coordinativas representan condiciones necesarias del rendimiento, pero fijadas generalizadamente, es decir, fundamentales para una serie de acciones motrices diferentes.

Veamos algunos conceptos de *capacidades coordinativas*, formulados por diferentes investigadores en los últimos años:

Para Meinel & Schnabel (2004:259) son “particularidades del rendimiento, relativamente fijadas y generalizadas del desarrollo de los procesos de conducción y regulación de la actividad motora”.



Para Martin & col. (2001:65), son “cualidades de la realización de procesos específicos y situacionales de la ejecución motriz, basadas en experiencias motrices”.

Para Martin & col. (2004:84) son “cualidades del desarrollo relativamente determinadas y generalizadas de los procesos de regulación del movimiento y las capacidades del rendimiento, para superar las exigencias de su coordinación”.

1.7 Capacidad de Ritmo

El ritmo permite al deportista proponer el tiempo adecuado a sus acciones específicas del movimiento, así como adaptarse a un ritmo establecido o a un ritmo cambiado de improvisto, el cual puede o no tener fondo musical. Se aplica en movimientos globales o parciales y se manifiesta en la necesidad de dar un ajuste rítmico a las variaciones temporales y espaciales del movimiento, permitiendo crear un gesto único, armónico y adecuado entre diversas acciones. Es determinante en el aprendizaje de habilidades motrices y habilidades técnico deportivas, en donde la frecuencia del movimiento manifiesta constantes variaciones del ritmo.

1.8 Capacidad de diferenciación

Esta capacidad permite ejecutar en forma sutilmente diferenciada, los parámetros dinámicos, temporales o espaciales del movimiento. Es un trabajo de coordinación que está influenciado por la capacidad de distensión muscular (relajación), lo cual permite una regulación



consciente del tono muscular. Se encuentra fundamentada en la percepción constante y precisa de los parámetros espaciales, temporales y de fuerza, que interactúan durante la ejecución de un gesto motor. Como trabajo de coordinación fina, permite diferenciar la fuerza aplicada en un movimiento, la dosificación de los impulsos aplicados al piso (para proyectar el propio cuerpo en el espacio) o la fuerza aplicada a los objetos (en las acciones de lanzar, patear o golpear). La ejecución del programa motor (del movimiento codificado) debe ser el mismo, pero la ejecución coordinativa es diferente.

De acuerdo con Meinel & Schnabel (2004), el nivel de expresión de la capacidad de diferenciación está determinado conjuntamente por la experiencia motriz y el grado de dominio de las tareas respectivas, ya que éste que posibilita la percepción de las pequeñas diferencias en la ejecución motriz con respecto al modelo ideal propuesto o con respecto a las ejecuciones anteriores.

1.9 Fase sensible para el desarrollo de las capacidades coordinativas

La fase sensible es un periodo de tiempo donde el organismo es más susceptible a los estímulos, alcanzando niveles óptimos de desarrollo, sobre todo en lo referente a las capacidades relacionadas con el control y la regulación del movimiento, es decir, con las capacidades que dependen principalmente de la captación y procesamiento de la información.

Zimmer (2003) y Reiss (2005) proponen un modelo de fases sensibles para el desarrollo de las capacidades coordinativas siendo favorable en



la edad preescolar (4-6 años) y muy favorable en la escolar temprana (7-9 años) y escolar tardía (9-11 años).

2. Materiales y método

2.1 Tipo de investigación

Dentro del enfoque cuantitativo se realizó un estudio con alcance explicativo, con diseño cuasi-experimental, pretest – postest, sin grupo control.

2.2 Población y muestra

Para la investigación se seleccionó una población de 17 niños varones, perteneciente al curso 302 de la Institución Educativa Distrital Bravo Páez, jornada de la mañana, de la localidad Rafael Uribe Uribe, en la ciudad de Bogotá, que se encontraban matriculados en el año académico escolar 2011.

2.3 Técnicas e instrumentos

La técnica empleada fue la observación directa de las variables cinemáticas, mediante la grabación con videocámara marca SONY DCR-SX44 a 30 cuadros por segundo, analizadas con el programa Kinovea. Para las variables antropométricas se utilizó un tallímetro marca SECA, con capacidad 200 cm, precisión 0,001 m. y una báscula Marca CONAIR, modelo WW48GD, con capacidad 100 Kg. y precisión 50 gramos.



Todos los ejercicios propuestos en el programa de entrenamiento bajo el enfoque de trabajo de las capacidades coordinativas de ritmo y diferenciación, utilizaron las mini-vallas pedagógicas como material didáctico, diseñadas y elaboradas por los autores con base en las sugerencias de Lehmann (2005) y Weineck (2005). Las características de las mini-vallas son: altura 18 a 23 cm., ancho 100 cm., largo de la base 30 cm.

2.4 Tratamiento de la información

La base de datos se elaboró en el programa Windows; para el análisis estadístico se empleó el paquete estadístico Statgraphics 5.1., con el cual se calcularon medidas de tendencia central (promedio) y de dispersión (desviación estándar). Asimismo, se calculó la correlación “r” de Pearson y se compararon las medias pareadas (pretest –postest). Para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba t de student.

2.5 Hipótesis y variables

Los resultados de las pruebas de evaluación del tiempo empleado en correr 50 m., velocidad de carrera sobre 50 m., velocidad máxima en un segmento de mínimo 5 m., capacidad de aceleración sobre 20 m. A la primera pisada, tiempo en cubrir 20 m. con 15 m. de impulso, en el postest serán menores que en el pretest y la frecuencia de paso en el momento de velocidad máxima, en el postest será mayor que en el pretest.



2.6 Propuesta de intervención

Programa de entrenamiento coordinativo de la velocidad, basado en ritmo y diferenciación.

El programa de entrenamiento de la velocidad con base en las capacidades coordinativas de ritmo y diferenciación, se realizó durante un macrociclo de ocho semanas. En cada uno se realizó una sesión de trabajo los días lunes, miércoles y viernes de 11:00 a.m. a 11:45 a.m. El volumen mínimo de trabajo en una sesión fue de 95 m. y el máximo de 135 m., utilizando siempre la mini-valla pedagógica. En total se realizaron 2.850 m. como volumen de trabajo a una intensidad del 75% a 94%.

2.7 Procedimiento

Inicialmente se contactó a las directivas del Colegio, para solicitar la aprobación de realizar las prácticas de la investigación. Enseguida se le envió el formato de consentimiento informado a los padres. Luego se realizaron las mediciones antropométricas y el pretest como evaluación de las variables dependientes. Desde la semana siguiente se aplicó un programa de entrenamiento de la velocidad, por un periodo de ocho semanas o microciclos, luego de lo cual se aplicaron las pruebas del posttest en la semana número 10.

2.8 Consideraciones bioéticas

Los padres o acudientes de los niños que participaron en el estudio firmaron un consentimiento informado, en el cual se les explicaban los



objetivos del estudio, se les garantizaba el anonimato de la información y la posibilidad de retirarse en cualquier momento sin que esto tuviera implicación alguna para ellos.

3. Resultados

La población pertenece a un estrato económico medio, lo cual se puede evidenciar en que la gran mayoría de familias viven en arriendo, los niños no tienen la posibilidad de asistir a programas que complementen su formación (por ejemplo, ninguno asiste a un programa de formación deportiva en la jornada contraria a la escolar), o que la cantidad de ingesta calórica diaria no es suficiente, pues algunos padres de familia al saber que el gobierno asiste alimentariamente a los niños con un refrigerio diario, no le dan a los niños desayuno en la casa.

En cuanto a las variables antropométricas, se encontró que el desarrollo de la talla en promedio estuvo dentro de la normalidad (en promedio 98,2% en porcentaje de adecuación) según las normas adoptadas por Colombia mediante la Resolución 2121 de 2010 de MinProtección Social, con cuatro casos (23.5%) en riesgo de talla baja y el resto (13 casos = 76.5%) con talla adecuada para la edad.



Tabla 4. Características socio demográficas y antropométricas del Grupo Experimental (n=17).

Variables Antropométricas (media±DE)			
Estatura (cm.)	132(±0.06)	IMC (Kg./m ²)	16.31(±1.41)
Peso (Kg.)	28.24(±0.06)	Talla sentado (cm.)	67(±0.03)
Variables Sociodemográficas (media±DE)			
Edad (años)	9.38(±0.99)	# de hermanos:	
<u>Vivienda propia</u>	23.5%	Uno	41.2%
En arriendo	76.5%	Dos	17.6%
		Tres	17.6%
		Cinco	5.9%
		Hijo único	17.6%
<u>El niño vive:</u>			
Solo con la mamá	17.6%		
Solo con el papá	5.9%		
Con ambos	76.5%		

En cuanto a las variables cinemáticas intervenidas, se recogen las comparaciones entre medias pareadas pretest postest en la Tabla 5.



Tabla 5. Resumen de las variables intervenidas, (promedio \pm desviación típica) y valor de P para la significancia de las diferencias entre pre y posttest.

Variables	Pretest	Posttest	P value
Tiempo en la carrera de 50 m. (s).	10.98(\pm 1.05)	10.47(\pm 1.06)	0.00017*
Velocidad promedio en 50 m. (m/s).	4.59(\pm 0.44)	4.82(\pm 0.49)	0.00015*
Velocidad máxima (m/s).	5.41(\pm 0.57)	5.54(\pm 0.58)	0.0235*
Aceleración 20 m. a la 1ª pisada (s).	4.14(\pm 0.41)	4.02(\pm 0.36)	0.0183*
Aceleración 20 m. a la 1ª pisada (m/s ²).	2.40(\pm 0.46)	2.52(\pm 0.44)	0.00282*
Tiempo en 20 m. lanzados (s).	3.86(\pm 0.42)	3.72(\pm 0.42)	0.0176*
Frecuencia de paso (cps).	3.98(\pm 0.30)	4.14(\pm 0.34)	0.0121*

*= diferencia significativa

Todos los valores promedio del grupo, en cada una de las siete variables estudiadas, presentaron una mejora en el posttest con respecto al pretest. Esta mejoría hallada, demuestra una coherencia y relación directamente proporcional entre las variables cinemáticas temporales (como el tiempo en los 50 m., la aceleración en 20 m. a la 1ª pisada, el tiempo en los 20 m. lanzados y la frecuencia de paso) y las variables cinemáticas espacio-temporales analizadas (como la velocidad promedio en los 50 m., la velocidad máxima y la aceleración en 20 m. a la 1ª pisada).



4. Discusión

Las diferencias encontradas entre la realización del pretest y el postest, fueron similares a las halladas por Catanescu (2000) quien encontró diferencias significativas en las ocho variables estudiadas, luego de la aplicación de un programa de entrenamiento de la capacidad coordinativa.

También se confirman los postulados planteados por Coh & col. (2010), quienes consideran a la carrera de velocidad como una habilidad motriz. Cabe recordar que cuando se habla de una habilidad, se hace alusión a un movimiento susceptible de ser mejorado a través de modificaciones en la estructuración del control del mismo. Estas mejoras en el control del movimiento se vieron reflejadas principalmente en el aumento de la frecuencia de paso en la fase de velocidad cíclica máxima y en la prolongación de la distancia en la fase de velocidad cíclica máxima.

Respecto a la conceptualización de la velocidad, con el resultado de ésta investigación se puede evidenciar la concepción de la velocidad como una capacidad que depende igualmente de aspectos energéticos y de aspectos informacionales del movimiento, como lo proponen Martin & col. (2004), Martin & col. (2001) y Montenegro (2010).

Desde los aspectos energéticos del movimiento, en el desarrollo de la velocidad se tiene en cuenta, entre otros aspectos, la velocidad de liberación de calcio, según afirma Cometti (2002), o la velocidad de los procesos metabólicos del sistema energético ATP-PC para obtención de



energía, como indican Wilmore & Costill (2005) y López & Fernández (2005).

Bajo los aspectos coordinativos del movimiento, en el desarrollo de la velocidad se debe tener en cuenta, entre otros aspectos, la capacidad de diferenciación y la capacidad de ritmo, de acuerdo con Meinel & Schnabel (2004). De esta manera, la metodología del entrenamiento de la carrera de velocidad bajo el enfoque de las capacidades coordinativas, brinda a los niños la oportunidad de mejorar la capacidad de velocidad de acuerdo a las necesidades del ambiente y de incrementar su conciencia en la forma como ejecutan los componentes del movimiento, lo que ayuda a los corredores a fortalecer sus habilidades al correr, de las cuales se beneficiarán más durante la fase de mantenimiento de la carrera, como indican Lidor & Meckel (2004).

5. Conclusiones

El programa de entrenamiento de la carrera de velocidad basado en ritmo y diferenciación, de ocho semanas de intervención, fue efectivo sobre las variables cinemáticas tiempo empleado en correr 50m, velocidad de carrera sobre 50m, velocidad máxima en un segmento de mínimo 5m, capacidad de aceleración sobre 20m a la primera pisada, tiempo en cubrir 20 m. con 15 m. de impulso y frecuencia de paso en el momento de velocidad máxima durante la carrera de 50 m. con niños de 8 y 9 años, pues logró diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre los resultados del pretest y el posttest.

La hipótesis de trabajo planteada al inicio de la investigación es aceptada, ya que el programa de entrenamiento coordinativo de la



velocidad, basado en ritmo y diferenciación, produjo una mejora estadísticamente significativa ($P < 0.05$) sobre las variables cinemáticas de tiempo, velocidad, aceleración y frecuencia de movimientos, en la carrera de 50 metros con niños de 8 y 9 años.

Referencias

- Ae M, Ito A, Suzuki M (1992). The Men's 100 metres. *New Studies in Athletics*, 7(1):47-52.
- Baechle T, Earle R (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. National Strength Conditioning Association. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics.
- Babic V, Blazevic I (2011). The relation between kinematic parameters of running at maximum speed and 50 meters running results. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport Science, Movement and Health*, 11(2):38-42.
- Bar-Or O, Bouchard C, Malina R (2004). *Growth, Maturation and Physical Activity*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics.
- Bompa T (2009). *Entrenamiento de Equipos Deportivos*. Barcelona: Paidotribo.
- Bompa T, Haff G (2009). *Periodization. Theory and Methodology of Training*. Champaign: Human Kinetics.
- Catanescu A (2007). The Coordinative Capacity. An Important Factor in Learning and Perfecting the Game of Tennis at the Age of 8-10 Years. *Journal of Physical Education and Sports*, 7(3):39-47.
- COLDEPORTES (2009). *Plan decenal del deporte, la recreación, la educación física y la actividad física, para el desarrollo humano, la convivencia y la paz. 2009-2019*. Bogotá: Coldeportes.



- _____ (2010). *Cartilla Didáctica: carreras de velocidad. Escuela Virtual de Deportes*. Bogotá: Promedios.
- Cometti G (2002). *El entrenamiento de la velocidad*. Barcelona: Paidotribo.
- Coh M, Babic V, Mackala K (2010). Biomechanical, Neuro-muscular and Methodical Aspects of Running Speed Development. *Journal of Human Kinetics*, 26:73-81.
- Curcio C (2002). *Investigación Cuantitativa*. Armenia: Kinesis.
- Davids K, Button C, Bennett S (2008). *Dynamics of Skill Acquisition*. Champaign: Human Kinetics.
- Díaz D, Montenegro O (2011). *Ciclo de paso en la carrera de velocidad. Estructura cinemática en niños de 11-12 años*. En: 1er Congreso Internacional y Primero Nacional "Pedagogía de la Cultura Física". Memorias. Tunja, pp.296-312.
- Donatti A (2001). *El desarrollo de la amplitud y frecuencia de zancada en carreras de velocidad*. En: Nuevos Estudios en Atletismo, Volumen I. Santa Fé: Centro Regional de Desarrollo.
- Eider J, Cieszczyk P (2004). The level of Chosen Coordination Abilities in 10 Year old Boys as Selection Criteria for Sport Classes. *Journal of Human Kinetics*, 12:117-26.
- Fairbrother J (2010). *Fundamentals of Motor Behavior*. Champaign: Human Kinetics.
- Fernández J, Martín J (2005). *Evaluación de las Cualidades Físicas en los escolares del Distrito Capital*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Florián A, Leiva J (1997). *Orientación y selección en jóvenes velocistas*. Cali: Universidad del Valle.
- García J & col. (1998). *La Velocidad*. Madrid: Gymnos.



- Gajer B, Thepaut-Mathieu C, Lehenaff D (1999). Evolution of the stride and amplitude during course of the 100m event in athletics. *New Studies in Athletics*, 14(1):43-50.
- Gajer B, Hanon C, Thepaut-Mahieu C (2007). Velocity and stride parameters in the 400 meters. *New Studies in Athletics*, 22(3):39-46.
- Gevat C, Alin L (2009). The capacity to maintain the 50 mp trial, maximum running speed. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport Science, Movement and Health*, 9(1):36-9.
- Guarda S (2000). Los 100 metros. Antecedentes biomecánicos. *Boletín Técnico. Centro Regional de Desarrollo*, 22.
- Harre D (1989). *Teoría del entrenamiento deportivo*. 2ª ed. La Habana: Científico-Técnica.
- Hazar F, Gevat C (2009). Running speed development by non-specific methods to athletes girls of 12 years old. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport Science, Movement and Health*, 10(1):36-9.
- Haywood K, Getchell N (2009). *Life span motor development*. 5th ed. Champaign: Human Kinetics.
- Hohmann A, Lames M, Letzeier M (2005). *Introducción a la Ciencia del Entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- International Association of Athletics Federations IAAF (2011). *Competitions Rules. 2012-2013. Centenary Edition*. Mónaco: IAAF.
- _____ (2010). *The Referee. 12th Edition*. Mónaco: IAAF.
- Ito A & col. (2006). Changes in the step width, step length, and step frequency of the world's top sprinters during the 100 metres. *New Studies in Athletics*, 21(3):35-9.



- _____ Fukuda K, Kijima K (2008). Mid-phase movements of Tyson Gay and Asafa Powell in the 100 metres at the 2007 World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*, 23(2):39-43.
- Jáuregui G, Ordoñez O (1994). *Aptitud Física: pruebas estandarizadas en Colombia*. Bogotá: Coldeportes.
- Kochanowicz K, Boraczynska L, Boraczynski T (2009). Quantitative and Qualitative Evaluation of Motor Coordination Abilities in Gymnastic Girls Aged 7-9 Years. *Baltic Journal of Health and Physical Education*, 1(1):62-9.
- Lehmann F (2005). *Entrenamiento de la velocidad, vallas y relevos. Documento de trabajo en la materia de velocidad, de los estudios especializados en Atletismo*. Leipzig: Universidad de Leipzig.
- Lidor R, Meckel Y (2004). Physiological, skill development and motor learning considerations for the 100 metres. *New Studies in Athletics*, 19(1):7-12.
- López J (1995). Capacidades Coordinativas. *Kinesis*, 11:10-5.
- López J, Fernández A (2006). *Fisiología del Ejercicio*. 3ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Mackala K (2007). Optimisation of performance through kinematic analysis of the different phases of the 100 metres. *New Studies in Athletics*, 22(2):7-16.
- Martin D, Carl K, Lehnertz K (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Martin D & col. (2004). *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil*. Barcelona: Paidotribo.
- Meinel K, Schnabel G (2004). *Teoría del movimiento*. 2ª ed. Buenos Aires: Stadium.
- Montenegro O (2010). Capacidades Coordinativas. Manifestaciones y método de trabajo. *Kinesis*, 5-14.



- Moravec P & col. (1988). The International Athletics Foundation Scientific Project Report: Time analysis of the 100 meters events at the II IAAF World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*, 3(3):61-96.
- Müller H, Ritzdorf W (2009). *¡Correr! ¡Saltar! ¡Lanzar!. Guía oficial IAAF para la enseñanza del atletismo. Sistema de Formación y Certificación de Entrenadores IAAF*. Santa Fé: LUX.
- Ozolin N (1988). *Sistema contemporáneo de entrenamiento deportivo*. La Habana: Científico Técnica.
- Pila A (1998). La carrera. Análisis Técnico. *Boletín Centro regional de Desarrollo*, 20:23-32.
- Ramos S & col. (2007). *Evaluación antropométrica y motriz condicional de los escolares de 7 a 18 años de edad*. Manizales: Universidad de Caldas.
- Reiss S (2005). *Ciencia General del Entrenamiento y del Movimiento. Memorias de los Estudios Especializados en Entrenamiento Deportivo*. Leipzig: Universidad de Leipzig.
- Rius J (2005). *Metodología y Técnicas de Atletismo*. Barcelona: Paidotribo.
- Scammon S (1930). *The Measurement of Man*. Minnesota: University Press.
- Schiffer J (2007). Carreras de velocidad. Bibliografía seleccionada. *Nuevos Estudios en Atletismo*, 6(1):1-34.
- Schmidt R, Lee T (2005). *Motor Control and Learning. A behavioral Emphasis*. 4th ed. Champaign: Human Kinetics.
- Schmidt R, Wrisberg C (2008). *Motor Learning and Performance. A Situation-Based Learning Approach*. 4th ed. Champaign: Human Kinetics.



- Taborda J, Nieto L (2005). *El desarrollo de la velocidad en el niño*. Armenia: Kinesis.
- Villamarín S (2000). *Características de atletas velocistas*. Santander de Quilichao: Alcaldía de Santander de Quilichao.
- Weineck J (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo.
- Wilmore J, Costill D (2002). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ª ed. Barcelona: Paidotribo.
- Zimmer H (2003). *Ontogénesis Motora*. En: Congreso Internacional de Ciencias del Deporte, Memorias. Bogotá.