

Informe de Investigación

Desarrollo de la Fuerza Muscular de los miembros inferiores e interdependencia con las capacidades físicas condicionales de resistencia aeróbica general y velocidad frecuencial, en jóvenes de onceavo grado, del Colegio Ferrini, Medellín.

Por : *

Gustavo Ramón Suárez (Coordinador General) 1

Alain Bustamante Simón 2

Gildardo Díaz Cardona 3

Sara Cristina Correa 4

Frank Guillermo Vélez 5

Fabián Darío Palacio Miranda 6

* Profesores del Instituto Universitario de Educación Física - Universidad de Antioquia
Integrantes del Grupo de Investigación: Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

1. Doctor en Educación Física
2. Especialista en Entrenamiento Deportivo
3. Especialista en Actividad Física y Salud
4. Licenciado en Educación Física
5. Estudiante último semestre Educación Física
6. Estudiante último semestre Educación Física

Medellín, mayo de 2005

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue analizar la efectividad de un plan de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza de miembros inferiores de un grupo de estudiantes de 11 grado (15-17 años) y la influencia que dicho plan tiene sobre la resistencia aeróbica general y la velocidad frecuencial. La muestra estuvo constituida por 9 sujetos que participaron voluntariamente, a los cuales se les midió la fuerza muscular de miembros inferiores (1RM en cabina Smith), la resistencia aeróbica general (Test de Kinderman en banda rodante) y la velocidad frecuencial (test de 60 metros, con parciales cada 10 metros, medidos con cronometraje manual). El diseño fue de tipo pre-experimental, con mediciones pretest-post, sin grupo control. Los datos fueron analizados mediante la t de Student. Los resultados muestran que el plan de entrenamiento de fuerza mejora significativamente ($p < 0.01$) la fuerza de los miembros inferiores, pero no así la resistencia aeróbica general ($p = 0.61$) ni la velocidad frecuencial ($p > 0.05$).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el campo del entrenamiento deportivo y en particular en lo relacionado con la planificación de las capacidades condicionales, se tiene que actualmente se ha avanzado en los métodos para desarrollar cada una de ellas. Uno de los problemas actuales en el campo de la planificación del entrenamiento deportivo es el desconocimiento de las interrelaciones que se producen en el desarrollo de las capacidades condicionales, fenómeno que no se ha estudiado en profundidad. Las preguntas que surgen son:

- ¿ al desarrollar la fuerza máxima, se afecta la velocidad frecuencial ?
- ¿ al desarrollar la fuerza máxima, se afecta la resistencia general aeróbica?,

El presente proyecto de investigación intenta aplicar las nuevas metodologías para el desarrollo de las capacidades condicionales y estudiar la interrelación que se produce entre ellas.

JUSTIFICACIÓN

El grupo de investigación en Ciencias en la Actividad Física y al Deporte ha venido estudiando los factores que controlan el desarrollo de las capacidades condicionales y se ha visto que en la literatura no se referencian investigaciones en torno a la influencia que tienen los sistemas de entrenamiento de cada uno de estas capacidades para desarrollar de una manera no intencionada las otras capacidades.

El conocimiento sobre la influencia del desarrollo de una de las capacidades físicas condicionales sobre el desarrollo de las otras, es actualmente imprescindible para optimizar los planes de actividad física sistemática. Con este aporte se favorecerán todos los profesionales del país dedicados al desarrollo motriz, ya sea en su aspecto formativo como competitivo.

Un hecho que justifica el presente trabajo es el tipo de población escogida. En nuestro sistema educativo colombiano, la intensidad horaria para el desarrollo motriz de los estudiantes es de 1-2 horas/semana. Con el presente trabajo, se pretende justificar una mayor intensidad horaria como mínimo de frecuencia para lograr desarrollar las capacidades físicas condicionales.

En nuestro medio, este tipo de investigaciones no tiene referencias de publicación, hecho que de antemano lo hace interesante y útil, pues servirá como un ejercicio de investigación orientada a la convalidación de programas de actividad física desarrollado por otros países.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Cuantificar la fuerza muscular de miembros inferiores, la resistencia aeróbica y la velocidad frecuencial en un grupo de jóvenes de 10° grado, de sexo masculino, en edades comprendidas entre los 16 y 18 años,
2. Analizar el efecto de un plan de actividad física para desarrollar la fuerza muscular de miembros inferiores, cuyas intensidades incrementaron progresivamente desde el 50% hasta el 70% de 1RM.
3. Analizar la influencia del desarrollo de la fuerza muscular sobre la resistencia general aeróbica y sobre la velocidad frecuencial.

MARCO BIBLIOGRÁFICO

Knuttgen y Kraemer (1987) afirman que la fuerza es la “Capacidad de generar tensión que tiene cada grupo muscular contra una resistencia”. Harman (1991), plantea que la fuerza es la habilidad para generar tensión bajo determinadas condiciones definidas por la posición del cuerpo, el movimiento en el que se aplica la fuerza, el tipo de activación (concéntrica, excéntrica, isométrica, pliométrica) y la velocidad de movimiento. Siff y col., (2000) la proponen como el producto de una acción muscular iniciada y orquestada por procesos eléctricos en el sistema nervioso. Los autores citados plantean la fuerza como una tensión que depende de circunstancias morfo-funcionales y biomecánicas que requieren de una activación, y Siff y col., (2000) complementan que dicha activación requiere ser coordinada y manejada por el sistema nervioso, lo que implica que es una acción voluntaria.

González y col., (2002), afirman que la fuerza, desde el punto de vista fisiológico, es la *tensión* generada por el músculo, siendo algo interno, que puede tener relación con un objeto (resistencia) externo o no. Tanto si la tensión es generada por la oposición de una resistencia como si se produce por la tensión simultánea de los músculos agonistas o antagonistas, en el músculo se produce una deformación. La magnitud de dicha deformación es un indicador del estrés producido por las fuerzas que originan la deformación. La tensión muscular la definen como el grado de estrés mecánico producido en el eje longitudinal del músculo cuando las fuerzas internas tienden a estirar o separar las moléculas que constituyen las estructuras musculares y tendinosas. Por lo tanto, la fuerza es la manifestación externa (fuerza aplicada) que se hace de la tensión interna generada en el músculo.

González y col. (1995) distinguen entre “desarrollo de la fuerza máxima” y “entrenamiento de la fuerza máxima”. El primer concepto está relacionado con los programas tendientes a desarrollar la fuerza en sujetos que se inician y por lo tanto no han logrado un rendimiento máximo. El segundo concepto hace referencia a los deportistas que han logrado rendimientos máximos.

Para la medición de la fuerza máxima se han empleado varios métodos (González y col., 2002; MacDougall y col., 2000) :

- a) El método de una repetición máxima (**1RM**): el cual se busca que el sujeto mueva una carga hasta el punto en el cual no se capaz de incrementar dicho peso.
- b) El método isométrico: en este método se recurre a dinamómetros conectados a cargas que no son posibles de mover, registrándose la fuerza máxima alcanzada.
- c) El método isocinético: se mide la fuerza en equipos que se mueven a una velocidad constante.
- d) Método de las repeticiones con pesos submáximos: aunque no se levante el peso máximo, se puede estimar la fuerza máxima basado en el número de repeticiones que se realizan con un peso conocido. En la tabla 1 se muestran varios métodos.

Tabla 1. Determinación de la fuerza máxima a partir del número de repeticiones según diversos autores.

Autor	Determinación de 1 RM
Watham (1994)	$100 * \text{kilos} / (48.8 + 53.8^{-0.075 * n^{\circ} \text{ repeticiones}})$
Brzycki (1993)	$102.78 - 2.78 * \text{ repeticiones}$
Mayhew et al (1993)	$53.3 + 41.8 * e^{-0.055 * \text{ repeticiones}}$
Lombardi (1989)	$\text{Kilos} * \text{ repeticiones}^{0.1}$
O' Conner y col. (1989)	$\text{Kilos} * (1 + 0.025 * \text{ repeticiones})$
Landers (1985)	$101.3 - 2.67123 * \text{ repeticiones}$
Epley (1985)	$(0.0333 * \text{kilos} * \text{ repeticiones}) + \text{kilos}$

Para el desarrollo de la fuerza muscular, según González y col. (1995), existen dos vías de desarrollo: la hipertrofia y la coordinación neuromuscular. La hipertrofia es la vía mediante la cual el músculo aumenta su sección transversal y la coordinación neuromuscular consiste en la activación simultánea de unidades motoras en un mayor porcentaje.

Según investigaciones realizadas en levantadores de pesas y en fisicoculturistas, por MacDougall y col. (1982), Tesch y Larson (1985), luego de un trabajo de 24 semanas de trabajo con cargas entre el 70% y 120%, sólo se produjo hipertrofia muscular en las primeras doce semanas.

Ehlenz y col. (1990), consideran que el entrenamiento de la fuerza máxima puede lograrse mediante la hipertrofia y/o mediante la coordinación intramuscular. Para el desarrollo de la hipertrofia propone el método de muchas repeticiones (10-15) a baja intensidad (40-60% de 1RM),

mientras que para el desarrollo de la coordinación intramuscular emplean el método de intensidad elevada y máxima (75-100% de 1RM) con pocas repeticiones (1-5).

Dentro de las manifestaciones de la fuerza, Letzeletr y col., (1990), plantean la **fuerza máxima**, definiéndola como “la mayor tensión que es capaz de desarrollar el sistema nervioso y muscular por medio de una contracción máxima voluntaria”. Al respecto, Siff y col. (2000) afirman que es la capacidad de un determinado grupo muscular para producir una contracción voluntaria máxima en respuesta a la motivación contra una carga externa. Esta fuerza se produce normalmente en competición y se puede referir a ella como la fuerza máxima en competición. Según Gonzáles y col., (1995), existe otro tipo de fuerza llamada fuerza máxima de entrenamiento que es la máxima fuerza capaz de realizarse en un entrenamiento (1RM en entrenamiento).

Ruiz, A.J. (1994) propone unos medios de entrenamiento de la fuerza máxima los cuales subdivide en Isotónico Dinámico Positivo (concéntrico), Isotónico Dinámico Negativo (excéntrico), Dinámico mixto positivo – negativo (concéntrico-excéntrico) y Estático (isométrico). Según el mismo Ruiz (1994), el Isotónico Dinámico Positivo es aquel que vence una resistencia mediante una contracción concéntrica de las fibras musculares con acortamiento de las mismas, efectuándose el movimiento con aceleración y que una de sus ventajas es la mejora de la coordinación neuromuscular e intramuscular, teniendo gran influencia en los deportes que requieren de fuerza, fuerza velocidad y velocidad, por ejemplo, lanzadores, saltadores y velocistas; al igual que, uno de sus mayores inconvenientes es que durante el recorrido de un movimiento, en ciertos ángulos se produce mas tensión que en otros, contrayéndose un mayor número de fibras en unas posiciones que en otras de un mismo movimiento o ejercicio.

Según Siff y col. (2000), los métodos que conllevan un gran volumen de entrenamiento (muchas repeticiones con cargas ligeras) se conocen como **métodos extensivos** y cualquier periodo basado en un elevado volumen de entrenamiento de pesas se denomina fase de extensión o acumulación. Por el contrario, los métodos con una elevada intensidad y un bajo volumen se conocen como **métodos intensivos**. Un periodo que contiene este tipo de entrenamiento se conoce como fase de intensificación. Los primeros estadios del entrenamiento normalmente empiezan con una fase extensiva con el objetivo de establecer los fundamentos para unas mayores demandas impuestas por la fase intensiva subsiguiente, con una gran resistencia y pocas repeticiones.

González y col., (2002) manifiestan que la iniciación del entrenamiento de fuerza debe ajustarse a las siguientes normas: individualizar las cargas de entrenamiento, no sólo por la aplicación de las cargas en % de 1RM, sino por la capacidad de trabajo individual; entrenar todos los grandes grupos musculares; ejercitar los músculos en toda la amplitud del movimiento; no hacer entrenamiento de fuerza dos días seguidos; mantener una suave pero suficiente progresión de las cargas; dar variedad a las sesiones de entrenamiento y conocer la técnica del ejercicio.

Stone y col., (1981) plantean un modelo de periodización de la fuerza máxima hipotrofica en cuatro fases. **La primera**, dedicada fundamentalmente a la hipertrofia, la cual tiene una duración

de cuatro semanas en la que se trabaja con cargas que permiten ejecutar 3 series de 10 repeticiones, incrementando la misma cada semana. **La segunda**, también de cuatro semanas, recibe el nombre de fuerza básica, en la que se continúan haciendo tres series por ejercicio, en este caso con cargas de 5RM, utilizando en algunas ocasiones alguna serie hasta el fallo con cargas del 70% de 1RM. **La tercera**, comprende tres semanas y se la denomina fase de pico donde las tres series por ejercicio se hacen con el 3RM, añadiendo una serie más de 10 repeticiones con el 70% de 1RM. **En la cuarta y última fase**, denominada de descanso activo, de dos semanas de duración, se abandona el trabajo con sobrecargas.

Ruiz, G., (1994) menciona entre los sistemas de entrenamiento de la fuerza máxima, el de Halterofilia, que trabaja con cargas máximas y sub-máximas que oscilan entre un 80% y un 100% de las posibilidades del sujeto, trabajando unas 3 a 5 veces por semana (dependiendo del grado de preparación del deportista: a mayor nivel del deportista, mas días de entrenamiento); realizando entre 3 y 5 series por ejercicio y entre 5 y 8 ejercicios por sesión de entrenamiento. Las repeticiones van entre 1 y 3, y hasta 6 u 8 con carga submáxima. La recuperación va entre 3 y 5 minutos entre cada serie, y se debe dar pausa total cuando sea con intensidades maximales. El fin de este sistema es el de entrenar la fuerza adaptando el sistema muscular (aumento de volumen) y el sistema neuromuscular.

Los trabajos de Atha y col. (1984), Dudley y col. (1987), Hickson y col. (1988), MacDougall y col. (1987), Micheli (1988), Nelson y col., (1990) y Sale y col. (1990) han mostrado que el desarrollo de la fuerza no afecta el desarrollo de la velocidad, la resistencia o la flexibilidad.

Entre los métodos empleados para medir la fuerza máxima se encuentran el levantamiento de pesas, las pruebas isométricas, las pruebas isocinéticas, las y las pruebas isotónicas (MacDougal y col., 2000). El método a seleccionar depende de la especificidad (de grupo muscular, patrón de movimiento y tipo de contracción, de la velocidad de ejecución), del grado de complicación para la obtención de datos y análisis, y de la factibilidad de consecución de los equipos (MacDougal y col., 2000).

Para el método de levantamiento de pesas, los equipos deben permitir que la evaluación sea específica al patrón de movimiento estudiado, de manera que el evaluado pueda realizarlo con máxima comodidad y seguridad. El máximo peso con el cual sólo puede efectuarse una repetición (1RM) es la medida mas común de fuerza en este tipo de método. Es imprescindible estandarizar la posición inicial de movimiento y la posición final, pues reduce al mínimo la variabilidad de los resultados (MacDougal y col., 2000).

METODOLOGÍA

- **Población y muestra:** la población estuvo constituida por los estudiantes de 10° grado del Colegio Ferrini de Medellín. La muestra fue intencionada y la constituyeron 15 estudiantes de

sexo masculino, en edades comprendidas entre los 15-17 años, . Al final del experimento solo quedaron 9 sujetos.

- **Diseño:** fue una investigación de tipo explicativo-preexperimental, intragrupo, con mediciones pretest-postest, en el cual a los sujetos se les midieron las capacidades condicionales de fuerza de miembros inferiores, resistencia aeróbica general y velocidad frecuencial. El proceso de entrenamiento duró de 10 semanas.

- **Variables:**

1. **Variable Independiente:**

- 1.1. Plan de entrenamiento para la fuerza máxima muscular de miembros inferiores (Ver anexo 1).

2. **Variables dependientes**

- 2.1. **Fuerza máxima muscular de miembros inferiores**

- 2.1.1. Definición:

Se define la fuerza máxima de los miembros inferiores como la tensión máxima voluntaria generada por la musculatura extensora de los miembros inferiores, en un movimiento que se inicia desde un ángulo de 90° en la articulación de la rodilla y termina en un ángulo de 180°.

- 2.1.2. Medición:

Para la medición de la fuerza máxima, se siguieron las recomendaciones de MacDougall y col., (2000) para la realización de una repetición máxima (1RM). Se utilizó una cabina Smith, la cual permite realizar el movimiento de extensión de rodillas con una seguridad máxima y con un alto grado de comodidad.

- 2.2. **Resistencia aeróbica**

- 2.2.1. Definición:

Capacidad física y psíquica de soportar el cansancio frente a esfuerzos relativamente largos y / o la capacidad de recuperación rápida después de los esfuerzos (Grosser y col., 1989).

2.2.2. Medición: Prueba de Kynderman en banda sinfín.

Descripción de la prueba:

La prueba se inició con un calentamiento suave al 50 % de su capacidad máxima (basado en la frecuencia cardiaca máxima (220-edad) y la basal), durante cinco minutos. Posteriormente se iniciaron etapas de tres minutos, en la cual la velocidad se incrementó en una milla/hora. La prueba inició en 4.5 millas por hora y terminó cuando el sujeto abandonó por voluntad propia o por criterio del evaluador.

El sujeto fue asegurado mediante un cinturón que, en caso de traspies u cualquier otras circunstancia, evitara que el sujeto se cayera.

Cálculos del consumo de oxígeno:

Se calcula su $VO_{2 \max}$ a partir de la siguiente fórmula:

$$VO_{2 \max} \text{ (ml / kg / min)} = 5.73 * V \text{ (mill/hr)} + 3.72$$

Donde,

V = velocidad de la banda en millas por hora.

2.3. Velocidad frecuencial

2.3.1. Definición: Es la capacidad de realizar movimientos cíclicos (movimientos iguales que se van repitiendo) a velocidad máxima frente a resistencias bajas.

2.3.2. Medición: prueba de carrera en 60 metros planos con mediciones parciales de tiempo a los 10, 30 y 50 metros.

Procedimiento:

La medición del tiempo de carrera se hizo de forma manual con la utilización de 5 cronómetros Casio SW-80, según el siguiente protocolo:

Posición inicial: Libre. No se autorizó la utilización de tacos de salida.

Ejecución: El juez ordenó: «Listo»... «Ya», y a esta señal, el sujeto empezó a desplazarse a la máxima velocidad posible para completar el recorrido (60 m.).

Reglas: La prueba se realizó individualmente; se autorizó una sola salida nula; se midió la prueba por el tiempo empleado, valorando segundos y centésimas de segundo; se realizó un solo intento.

RESULTADOS

En primera instancia se analizan los datos relacionados con el efecto del entrenamiento de la fuerza para posteriormente analizar su influencia sobre la resistencia general aeróbica y sobre la velocidad frecuencial.

Desarrollo de la fuerza máxima de miembros inferiores.

En este apartado se analizarán inicialmente los efectos que tuvo el plan de entrenamiento de fuerza sobre capacidad de fuerza. Seguidamente se analizarán los resultados sobre la capacidad de resistencia general y por último, sobre la velocidad frecuencial.

En el cuadro 1 se presentan las variables estadísticas de tendencia central y de dispersión del grupo experimental. El grupo fue homogéneo en edad (CV = 4.3) y en talla (CV = 4.29) pero fue ligeramente heterogéneo (CV = 17.9) en cuanto a la masa corporal.

Cuadro 1.

Características generales del grupo experimental (N = 11) en cuanto a edad (años), masa corporal (kg) y talla (m).

	Edad (años)	Masa (kg)	Talla (m)
Promedio	15,7	60,5	1,69
Desviación estándar	0,7	10,8	0,07
Coefficiente de variación	4,3	17,9	4,29
Maximo	17,0	83,0	1,77
Mínimo	15	45,9	1,57

Cuadro 2.

Resultados de la fuerza máxima de miembro inferiores y de la fuerza relativa, tanto al inicio del experimento (pre) como al final del mismo (post).

	Fuerza (N)		Incremento	Fuerza Relativa		Incremento
	pre	post	%	pre	post	%
Promedio	771	1051	36	1,3	1,8	36
Desv estandar	107	173	11	0,2	0,3	11
Coeficiente de Variación	14	16	31	16,2	19,4	31
t Teórica	2,10		2,10			
Nivel de significancia	0,05		0,05			
t Real	4,18		3,61			
probabilidad	0,0006		0,002			

- Efecto del plan de entrenamiento de fuerza sobre la fuerza de miembros inferiores.

En la parte superior del cuadro 2 se presentan las variables estadísticas descriptivas correspondientes a los valores de fuerza de miembros inferiores (en Newton = N) y a la fuerza relativa (Peso levantado * 100 / Peso corporal) obtenidas por el grupo, tanto al inicio del experimento (pre) como al final (post). En la parte inferior del mismo cuadro se presentan los valores de t de Student, tanto Teórica (nivel de significancia 0.05) como la Real con su respectiva probabilidad de ocurrencia.

Como se puede apreciar el cuadro 2, al inicio del experimento el grupo fue ligeramente heterogéneo tanto en su valores máximo de fuerza (CV = 14%) como en los valores de fuerza relativa (CV = 16.%). El grupo presentó un índice de fuerza relativa promedio de 1.3, valor que lo clasifica como un grupo con un bajo desarrollo de la fuerza. Al finalizar el plan de entrenamiento, el índice cambió a 1.8 el cual lo ubica como un grupo con un buen grado de desarrollo de la fuerza.

La t de Student de 4.18 ($p < 0.05$), para el caso de los valores absolutos de fuerza y de 3.61 ($p < 0.05$), para el índice de fuerza relativa, permiten afirmar que el plan de entrenamiento surtió efectos estadísticamente significativos sobre el nivel de desarrollo de la fuerza de estos jóvenes. Estos resultados concuerdan con lo planteado por Stone y col., (1981) en cuanto que el método de la hipertrofia y de la fuerza básica, en los cuales se emplean intensidades entre el 50% y el 70% con tres series de 10 repeticiones, luego de un período de ocho semanas produce incrementos significativos en los valores de fuerza. Para el presente trabajo, conviene destacar que aunque Stone y col. (1981) lo afirman para personas mayores, también se cumple para éste grupo de jóvenes entre los 15 y los 17 años.

- Efecto del plan de entrenamiento de fuerza sobre la capacidad aeróbica general.

Cuadro 3.

Valores del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{ max}}$ (ml/kg/min) del grupo de fuerza, tanto al inicio como al final del experimento (Pre y post, respectivamente).

	$VO_{2\text{ max}}$ (ml/kg/min)	
	Pre	Post
Promedio	48,8	51,0
Desviación estandar	6,0	8,0
Coefficiente Variación	12,4	15,6
t Student Teórica	2,14	
Nivel de significancia	0,05	
t Student Real	0,61	
Probabilidad	0,55	

Como se puede apreciar en el cuadro 3, al inicio de trabajo experimental (pre), el grupo mostró un promedio de consumo de oxígeno de 48.8 ml/Kg/min, promedio que, comparado con los valores de adultos mayores de 20 años, según la tabla de ACMS (2000) corresponde a un percentil 80, es decir, está un nivel alto de desarrollo de capacidad aeróbica. El coeficiente de variación (12.4) permite inferir que el grupo tendió a ser homogéneo en esta variable.

Como resultado del plan de entrenamiento de fuerza, el grupo presentó un consumo de oxígeno promedio un valor de 51,0 ml/kg/min, indicando un ligero aumento (4%) comparado con los valores iniciales. Este aumento no fue estadísticamente significativo como se puede concluir al analizar el valor real de la t de Student (0.61) cuya p fue mayor de 0.05. Es decir, el plan de entrenamiento de fuerza de miembros inferiores, al cual fue sometido este grupo, no produjo mejoras significativas en su resistencia aeróbica general. Esto concuerda con los trabajos de Atha (1984), Dudley y col. (1987), Hickson (1988), Nelson y col, (1990) y Sale y col (1990), en el sentido de que un plan de entrenamiento de fuerza no afecta el desarrollo de la resistencia.

- Efecto del plan de entrenamiento de fuerza sobre la velocidad frecuencial.

Según se puede apreciar en el cuadro 4, al inicio del plan de entrenamiento, el grupo fue homogéneo en las pruebas de 10m, 30m, 50 y 60 m (CV entre 3 y 5). Según la tabla clasificatoria por percentiles de la carrera de 50 metros de Jáuregui y col, (1994), el grupo estuvo entre el percentil 80 y 85, es decir, tenía un buen grado de desarrollo de esta capacidad.

Al analizar el efecto que el entrenamiento de fuerza pudo haber tenido sobre la velocidad frecuencial de este grupo de jóvenes, en la parte inferior del cuadro 4 se puede apreciar que los valores reales de las t de Student, al ser comparados los resultados pre y post, muestran una

$p > 0.05$, datos que permiten afirmar que el plan de entrenamiento de fuerza no modificó significativamente la velocidad frecuencial de este grupo de jóvenes.

Cuadro 4.

Valores en segundos (s) de la prueba de velocidad en 60 metros llanos con valores parciales a los 10 metros, 30 metros, 50 metros y 60 metros, antes y después (pre y post) del plan de entrenamiento de fuerza de miembros inferiores.

	10 m(s)		30 m (s)		50 m (s)		60 m (s)	
	pre	post	pre	post	pre	post	pre	post
Promedio	1,56	1,60	4,27	4,21	7,10	7,10	8,61	8,74
Desviacion estandar	0,07	0,05	0,16	0,12	0,20	0,34	0,29	0,44
Coefficiente de variación	5	3	4	3	3	5	3	5
t Teórica	2,12		2,12		2,12		2,12	
p	0,05		0,05		0,05		0,05	
t Real	1,54		0,83		0,03		0,76	
p	0,14		0,42		0,97		0,46	

CONCLUSIONES.

En un grupo de 9 jóvenes, de onceavo grado, de sexo masculino, en edades comprendidas entre los 15 y los 17 años:

1. Un plan de entrenamiento de fuerza muscular para los miembros inferiores, con intensidades entre el 50% y el 70% de intensidad, con tres sesiones semanales de 60 minutos de duración y durante período de ocho semanas:
 - a. Produjo mejoras estadísticamente significativas de la fuerza muscular de miembros inferiores,
 - b. No produjo modificaciones significativas en la capacidad aeróbica general
 - c. No produjo modificaciones significativas sobre la velocidad frecuencial.
2. Es posible mejorar las condiciones de fuerza muscular cuando se dispone de al menos tres horas por semana y un minigimnasio.
3. Se hace necesario diseñar planes de entrenamiento específicos combinados cuando se desea mejorar las distintas capacidades condicionales.

RECOMENDACIONES:

1. Aumentar la muestra para intentar generalizar los resultados.
2. Iniciar campañas a nivel de Ministerio de Cultura y Educación con el fin de incrementar la intensidad horaria de Educación Física en los planteles oficiales, además de dotarlos de equipos necesarios para su desarrollo físico integral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. (2000). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia.
- ATHA, J. (1984). Strengthening muscle. *Exercise and Sports Sciences Reviews*. 9:1-73.
- BOMPA, T. (2000). Periodización del entrenamiento deportivo. Barcelona: Paidotribo.
- BOONE, D.C., AZEN, S.P., LIN, C.M., EPENCE, C., BARON, C. y LEE, L. (1978). Reliability of goniometric measurements. *Physical Therapy*, 58:1355-1360.
- BOSCO, C. (1994). La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Paidotribo: Barcelona.
- BRZYCKI, M. (1983). Strength testing: Predicting a one-rep max from repsto-fatigue. *JOHPERD*: 88-90.
- COMETTI, Giles. (2001). La Velocidad. Paidotribo: Barcelona. .
- DIETRICH, Harre. (1987) Teoría del entrenamiento deportivo. Editorial científico-técnica: Habana.
- DUDLEY, G.A. (1987). Strength and endurance training: Are they mutually exclusive?. *Sports Medicine*. 4:79-85.
- EHLENZ, H., GROSSER, M., ZIMMERMANN, E. (1990). Entrenamiento de la fuerza: Fundamentos, métodos, ejercicios y programas de entrenamiento. Ediciones Martínez Roca: Barcelona.
- EPLEY, B. (1985). Poundage chart. Body Epley workout. Lincoln, NE.
- GARCIA, J.M. (1999). La Fuerza: Fundamentación, Valoración y Entrenamiento. Gymnos. Madrid.
- GARCÍA, J.M., NAVARRO, M., y RUIZ, J. (1996). Bases teóricas del entrenamiento deportivo: Principios y aplicaciones. Gymnos: Madrid.
- GARCÍA, J.M.. (1999). Alto rendimiento: La adaptación y la excelencia deportiva. Gymnos: Madrid.
- GEORGE, James, FISHER, A. y Col. (1996). Tests y pruebas físicas. Editorial Paidotribo: Barcelona ,.
- GONZÁLES, J.J. y GARCÍA, J. M. (2003). Curso Universitario de Especialistas el Alto Rendimiento Deportivo, Comité Olímpico Español.
- GONZÁLEZ, J.J. y RIBAS, J. (2002). Bases para la programación del entrenamiento de la fuerza. INDE Publicaciones: Barcelona.
- GONZÁLEZ, J.J., GOROSTIAGA, E. (1995). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento. INDE: Zaragoza.
- GROSSER, M., BRÜGGEMANN, P., y ZINTL, F. (1989). Alto rendimiento deportivo, planificación y desarrollo. Ediciones Martínez Roca, S.A: Barcelona,.
- HAKKINEN, K, and KOMI, P. (1983). Electromyography changes during strength training and detraining. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 15:455-60.
- HAKKINEN, K. (1986). Training and detraining adaptations in electromyography. *Muscle fiber and force production characteristics of human leg extensor muscle with special references to*

- prolonged heavy resistance and explosive-type strength training*. Studies in sport, Physical Education and Health N° 20. Jyväskylä, Finland: University of Jyväskylä.
- HARMAN, E. (1991). The importance of testing power output. *National Strength Conditioning*. 56(4): 72-73.
- HICKSON, R.C., DVORAK, B.A., COROSTIAGA, T.T., FOSTER, C. (1988). Strength training and performance in endurance trained subjects. *Medicine and Sciences in Sports and Exercise*. 20(2)(Suppl):586.
- KNUTTGEN, H.G. y KRAEMER, W. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *Journal Appl. Sports Science Res.* 1(1); 1-10.
- KOTTKE, F.J., y MUNDAL, M.O. (1959). Range of mobility of the cervical spine. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*. 40:379-382.
- LANDERS, J. (1985). Maximum based on reps. *National Strength Conditioning Association Journal*. 6(1): 60-61.
- LEIGHTON, J.R. (1955). An instrument and technique for measurement of range and joint motion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 36:571-578.
- LETZELTER, H. Y LETZELTER, M. (1990). *Entrainement de la force*. Vigot: Paris.
- LOMBARDI, V.P. (1989). *Beginning weight training*. Debuque, IA: Brown, WC.
- MacDOUGALL, J.D., SALE, D., ELDER, G., y SUTTON, J. (1982). Muscle ultrastructural characteristic of elite powerlifters and bodybuilders. *Eur. J. Appl. Physiol.* 48:117-126.
- MacDOUGALL, J.D., WENGER, H.A., y GREEN, H.J. (2000). *Evaluación fisiológica del deportista*. Paidotribo: Barcelona .
- MANNO, Renato. (1996). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Editorial Paidotribo: Barcelona.
- MARTINEZ, Emilio. (2002). *Pruebas de aptitud física*. Editorial Paidotribo: Barcelona.
- MAYHEW, J.L., WARE, J., PRINSTER, J.L. (1993). Using lit repetitions to predict muscular strength in adolescent males. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15(6): 35-38.
- MICHELLI, J.L. (1988). Strength training in youth athletes. En Brown, E.W., y Branta, C.E. (Eds), *Competitive Sports for children and Youth* (pp 99-105). Champaign, IL: Human Kinetics.
- MIRELLA, Ricardo. (2001). *Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad*. Editorial Paidotribo: Barcelona.
- NELSON, A.G., ARNALL, D.A., LOY, S.F., SILVESTER L.J., y CONLEE R.K. (1990). Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Physical Therapy*. 70(5):287-294.
- O'CONNOR, B., SIMMONS, J., y O'SHEA, P. (1989). *Weight training today*. Saint Paul. MN., Publisher.
- PRADET, Michel. (1999). *La preparación Física*. INDE: Barcelona.
- RUIZ, A. J. (1994). *Fuerza y Musculación: "Sistemas de Entrenamiento"*. Ed. Deportiva. 2 Ed.: Zaragoza..

- SALE, D. (1986). Neural adaptation in strength and power training. En Jones, L., McCartney, N., and MaConias, A.,(Eds.). Human Muscle Power (pp. 289-304). Champaign, IL : Human Kinetics.
- SALE, D.G., MacDOUGALL, J.D., JACOBS, I., GARNER, S. (1990). Interaction between concurrent strength and endurance training. *Journal of Applied Physiology*. 68(1):260-270.
- SIFF, M., VERKHOSHANSKY, Y. (2000). Super entrenamiento. Paidotribo: Barcelona.
- SIGERSETH, P.O. y HALISKI, C. (1950). The flexibility of football players. *Research Quarterly*. 21:394-398.
- STONE, M.H., O'BRYANT, H., y GARHAMMER, J. (1981). Hipothetical model for strength training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 21(4): 343-351.
- TESCH, P.A., y LARSSON, L. (1985). Muscle fiber types and size in trained and untrained muscles of elite athlete. *J. Appl. Physiol*. 59:1716-1720.
- WATHAN, D. (1994). Load assignment. En Essentials of strength training and conditioning. Baechtle. Champaign (Illinois). Human Kinetics, 435-439.
- WEINECK, Jürgen. (1988). Entrenamiento Óptimo. HISPANO EUROPEA: Barcelona.
- WILMORE, J., COSTILL, D. (1994). Physiology of sport and exercise. Human Kinetics:Champaign.

