



**Incidencia de la fuerza máxima relativa de músculos
agonistas de los miembros inferiores en el resultado de
la aceleración (10 metros) de la salida en ciclistas de BMX
antioqueños**

Cesar Augusto Acevedo Arango

cesaracevedox@hotmail.com

Asesores

Mg. José Luis Betancur Chaverra

Esp. Hernán Marín Galvis

**Universidad de Antioquia
Instituto Universitario de Educación Física.
Medellín - Colombia
2008**

CONTENIDO

1. Introducción
2. Justificación
3. Marco de referencia
 - 3.1. Bicicross
 - 3.2. La salida
 - 3.2.1. Sistema de salida
 - 3.2.2. Partidor en medellín
 - 3.3. La fuerza
 - 3.3.1. La fuerza máxima
 - 3.4. Musculatura de las extremidades inferiores
4. Problema de investigación
5. Objetivos
6. Resultados esperados
 - 6.1. Hipótesis
 - 6.2. Aplicabilidad en el ámbito deportivo
7. Metodología
 - 7.1. Diseño de la investigación
 - 7.1.1. Tipo de estudio
 - 7.1.2. Variables
 - 7.1.3. Población
 - 7.1.4. Delimitación geográfica
 - 7.1.5. Delimitación temporal
 - 7.1.6. Tipo de muestreo
 - 7.1.7. Plan operativo
 - 7.2. Procedimientos generales de la investigación
 - 7.2.1. Parámetros de inclusión de la población
 - 7.2.2. Protocolos de evaluación
 - 7.3. Técnicas para el análisis de los datos
8. Resultados y discusión
9. Conclusiones
10. Compromisos
 - 10.1. Estrategias de divulgación
11. Administración y coordinación del proyecto
 - 11.1. Cronograma
 - 11.2. Presupuesto
12. Referencias

Dedicatoria

A mi madre y a la memoria de mi padre, quienes me dieron la vida, y a ella especialmente, pues después de la muerte de mi padre me ha apoyado con mis visiones y proyecciones de vida.

Agradecimientos

A la Universidad de Antioquia y al grupo de profesores del Instituto Universitario de Educación Física, los cuales han generado en mí conocimientos e inquietudes que me han hecho crecer como profesional.

A mis asesores, José Luis Betancur Ch. y Hernán Marín Galvis, quienes guiaron este trabajo con gran conocimiento y disciplina.

Al médico especialista en medicina deportiva, Luis Eduardo Contreras, quien a través de sus enseñanzas me hizo ver la importancia que este trabajo podría tener para mejorar nuestros conocimientos sobre el deporte olímpico del BMX.

A la Comisión Departamental de BMX en cabeza de su Gerente, señor Martin Posada y su Presidente, señor Juan Fernando Castrillón B.

Al Profesor Jairo Cosio y a la Liga de Pesas, por su ayuda para la evaluación de los deportistas.

Al Club Deportivo Estrella por el préstamo de equipos para la toma de los tiempos y cálculos de la aceleración.

1. INTRODUCCIÓN

Gracias a que esta disciplina ha sido una de las de mayor desarrollo a nivel mundial en la últimas décadas, la UCI decide incluirla dentro de los deportes del ciclismo, en poco tiempo llega a consolidarse como deporte Olímpico y es desde entonces que ha empezado el gran auge para empezar a generar una serie de cambios a nivel técnico y competitivo, llegando a estandarizar un poco los tipos de pista, partidador, reglamentos, entre otros.

Así, los entrenadores y atletas se han visto en la tarea de empezar a generar conocimientos que ayuden a ganar más competencias y generar el verdadero direccionamiento de la caracterización del deporte para prepararse mejor y llegar a estar entre los mejores atletas de BMX del mundo.

La salida es entonces el principal componente que se debe desarrollar para las competencias, ya que táctica y técnicamente se puede manejar la competencia después de obtener una mejor aceleración en los metros iniciales.

El gesto técnico de la salida es bien complejo y difícil de aprender, pero es después de estar establecido, cuando el atleta empieza a necesitar del desarrollo de capacidades físicas específicas para mejorar en este aspecto.

Las capacidades físicas requeridas por los ciclistas de BMX son variadas, pero diversas investigaciones sobre el tema argumentan que la fuerza es la capacidad que puede determinar un mejor arranque en los metros iniciales en diversas modalidades deportivas de velocidad.

La fuerza, en especial la fuerza máxima relativa, que el deportista desarrolle o posea será determinante para sus actuaciones en las competencias; hasta el momento tenemos referentes teóricos que nos hablan de que la fuerza relativa es un valor importantísimo para desarrollar en el entrenamiento deportivo, para unas modalidades deportivas más que para otras, pero en el bicicross aún no se han desarrollado investigaciones que se emprendan a conocer este dato o divulgarlo, pues es a partir de este valor físico condicional que se puede direccionar el entrenamiento deportivo hacia la obtención de mejores resultados en las competencias.

Nace entonces la inquietud de determinar la incidencia de la fuerza máxima relativa para un ciclista de BMX, y esta incidencia direccionarla hacia los 10

primeros metros de arranque, siendo estos vitales para ganar una competencia en la disciplina.

2. JUSTIFICACIÓN

El BMX es un deporte en el cual se ve un despliegue técnico y físico característico, el deportista que arranque de primero tendrá ventajas considerables sobre sus adversarios, es por esta razón que se pretende hacer énfasis en estudiar la técnica de la salida.

En el aspecto físico la fuerza actúa como principal generador de tensión para realizar movimientos en toda acción deportiva (García Manso, 1999); a partir de esta afirmación se pretende identificar la relación de estas dos variables: la salida en BMX, y la fuerza máxima relativa y empezar a generar conocimientos que estén enfocados directamente hacia esta modalidad del ciclismo.

Los entrenadores año tras año se han esmerado en caracterizar mejor el BMX, uno de los objetivos de la investigación es aportar conocimientos que ayuden a mejorar esta visión de las necesidades que tienen los deportistas para optimizar su rendimiento.

En Antioquia, y específicamente en la ciudad de Medellín han sido muchos los entrenadores que se han dedicado a mejorar el resultado de los deportistas en competencias internacionales, se espera que con este trabajo se creen nuevas inquietudes y nazca una iniciativa por desarrollar nuevas investigaciones, que ayuden a perfeccionar conocimientos enfocados a formar atletas de BMX de alto nivel competitivo.

3. MARCO DE REFERENCIA

Para la investigación se tienen en cuenta varias categorías y sub categorías, las cuales pretenden dar una idea de los temas que se van a tratar específicamente hablando del BMX: el escenario donde se compite y la fuerza máxima en la musculatura de los miembros inferiores.

Primero se da a conocer una pequeña reseña histórica y en general lo básico del deporte.

3.1 BICICROSS

Bicicross BMX

Como ya se sabe el bicicross BMX nace gracias al deporte del MotoCross (MX) y esto le da un reconocimiento característico, pues es este deporte donde algunos aficionados al deporte a motor dieron inicio a tan especial modalidad de las bielas en pistas de tierra; esto ocurrió en la década de los 70 en California, E.E.U.U.

El ciclismo fue el último en darle la aceptación que merecía después de su masificación y rápido crecimiento en el mundo. Motivo por el cual está en estos momentos, gracias a la U.C.I. en la instancia más importante a nivel orbital, los Juegos Olímpicos.

Escenario

Generalidades

El bicicross se compite en una pista con un recorrido entre 300m a 400m de longitud, según la reglamentación actual de la UCI. La pista contiene una rampa de salida ó colina con un respectivo partidador en la parte alta de esta, un cupo máximo de 8 carriles, uno para cada corredor.

La pista puede contener obstáculos simples, compuestos, curvas y/o peraltes, todas y cada una de ellas pueden tener un diseño único y característico, todo con base en la reglamentación de la UCI. Se han estandarizado algunas reglas básicas como la medida y material del partidador, (para pistas Internacionales) Copas Mundo y Juegos Olímpicos (categorías Junior y Elite), las características de

los obstáculos en cuanto a metros de extensión y alturas, pero aún continúa la posibilidad de diseñar el recorrido y los obstáculos según propuestas del constructor de la respectiva sede. Se resalta que la Unión Ciclista Internacional, tiene propuesto en sus reglamentos cómo construir la pista, materiales, costos, entre otros.

3.2 LA SALIDA

El partidor está ubicado en una rampa de salida en donde se debe tener por lo menos 1.5m de altura. Debe estar en la parte más alta y debe tener un espacio de 1.5m para ubicar la bicicleta. El largo de la rampa de salida debe ser por lo menos de 12m.

La tabla de salida: altura mínima de 50cm, con 90° de inclinación para los corredores apoyar sus ruedas.

En las copa mundo se ha determinado por la UCI una rampa de salida muy alta, con una inclinación bastante pronunciada, lo cual le ha dado un grado mayor de riesgo y velocidad al BMX.

3.3.1 SISTEMA DE SALIDA

En el 2007 la UCI implementó un sistema de salida que impide la anticipación de los corredores, nombrado Random Star, que incluye un gato hidráulico para subir y bajar la tabla de salida y una caja inteligente, sistematizada y segura para los corredores. La última adaptación es un módulo de voz que indica:

Primera voz: «Okay Riders, Random Star» (1.5seg.). Deja un espacio en silencio (1,8seg.).

Segunda voz, «Riders Ready, Watch The Gate» (2seg.). Al terminar esta voz hay un espacio aleatorio entre 0.1seg y 2.7seg para activarse la señal principal de salida, la cual está determinada con un sistema de 4 pitos y 4 luces que se activan simultáneamente. Las luces son: luz roja, dos amarillas y una verde, los estímulos deben activarse con una pausa entre estos de 0.06 segundos, y es el último estímulo donde el partidor empieza a caer. El pito y las luces duran todas activadas 2.25 segundos y después se apagan para que el partidor pueda volver a levantarse (UCI, reglamento, p.86)

3.2.2 PARTIDOR EN MEDELLÍN

La rampa de salida del partidor tiene un recorrido de 13 metros de longitud en asfalto.

La tabla del partidador se ubica a 90° como lo solicita la reglamentación de la UCI, cuenta con la caja inteligente, el respectivo gato y el semáforo.



Foto 1. Partidor de la pista de Medellín

3.3 La fuerza en el BMX es importante porque, según los autores mencionados, va a interferir directamente en todos los gestos deportivos. Al definir el término fuerza debemos primero hacer referencia de la física y después enfocarla al contexto al cual nos dirigimos, el ámbito deportivo.

En cuanto a la definición en física encontramos que la fuerza es una influencia que al actuar sobre un objeto hace que cambie su estado de movimiento, expresándose matemáticamente como un producto de la masa por la aceleración ($F=m \times a$)

En el contexto deportivo, encontramos que la fuerza representa la capacidad que tiene un sujeto para vencer o soportar una resistencia. Esta capacidad del ser humano viene dada como resultado de la contracción muscular (Knuttgen y Kraemer, 1987, citados por García Manso, 1999, p.12)

Pero es una definición general; para detectar cuan fuerte es un sujeto debemos considerar la siguiente definición:

3.3.1 LA FUERZA MÁXIMA

Es la mayor fuerza que es capaz de desarrollar el sistema nervioso y muscular por medio de una contracción máxima voluntaria (Letzelter 1990, citado por García Manso 1999, p.174)

Esta fuerza máxima se puede representar en valores absolutos o relativos, los valores absolutos son los que se representan en kilogramos de peso movilizados, mientras que los valores relativos representan el peso logrado por kilogramo de peso corporal del individuo.

Se debe tener en cuenta que los deportistas más pesados son capaces de manejar cargas superiores a los más livianos en cuanto a valores absolutos, mientras que en valores relativos los deportistas con menor peso son capaces de movilizar más veces su peso corporal en kilos (García Manso, 1999, p.179-181)

3.4. MUSCULATURA DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES

Los músculos de los miembros inferiores son fundamentales en la ejecución en la salida en BMX. Aunque los primeros pedalazos requieren de los brazos para aprovechar mejor la fuerza, son las piernas las que determinan en mayor medida el desenvolvimiento de este gesto técnico.

El cuádriceps crural es el músculo extensor por excelencia de la articulación de la rodilla, está formado por el crural, el vasto externo, el vasto interno y el recto anterior. Pero en las extremidades inferiores no solo actúa la rodilla durante la ejecución del pedaleo, los extensores de la cadera y del pie cumplen una gran función biomecánica, por lo tanto estas articulaciones también son de gran interés.

Así, se tiene en cuenta un ejercicio completo en el que participen más articulaciones y grupos musculares de los miembros inferiores; el ejercicio a evaluar es uno de los más importantes en el ámbito del entrenamiento deportivo, el Squat o sentadilla.

Squat o sentadilla, acción de flexión extensión de piernas desde posición erecta, consiste en hacer flexión de piernas, habitualmente con cargas añadidas.

La sentadilla en cualquiera de sus variantes, es uno de los ejercicios básicos para el fortalecimiento de las piernas en todas las modalidades deportivas y en especial de las modalidades del ciclismo, específicamente las relacionadas con las pruebas de velocidad.

El inicio del movimiento se realiza desde la posición erecta, para lo que previamente se debe tomar la barra desde una posición elevada (soportes) con el fin de evitar posiciones o posturas incorrectas debidas a la inadecuada distribución de las cargas que se utilicen en el ejercicio (García Manso, 1999, p. 533-534).

Ahora bien, existen algunos movimientos que son denominados de algún modo sentadilla. En primer lugar el nombre de la sentadilla se refiere a un movimiento

profundo de flexión de rodillas, tan abajo como la movilidad y antropometría del deportista lo permitan (Cappa, p. 74). Dado que en la sentadilla se puede realizar una flexión según la necesidad de la modalidad deportiva, el autor elige una sentadilla media, la cual tiene como objetivo descender hasta que los muslos estén paralelos al piso. En la foto 2 se observa como esta característica se cumple y es la utilizada en el protocolo de evaluación.



Foto 2. Mariana Pajón Londoño. Sentadilla media.

Después de realizar este descenso el deportista debe superar la carga y nuevamente retomar la posición inicial.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuál es la incidencia de la fuerza máxima relativa en sentadilla media en la aceleración de los diez primeros metros de salida en BMX?

Las exigencias para el ciclista de BMX están dadas desde el inicio de la práctica de esta modalidad deportiva, hasta hoy en constante cambio y evolución. Entrenadores de diferentes partes del mundo se han esmerado por la obtención de conocimientos que ayuden a la mejora en el rendimiento en este deporte.

Son muchas las problemáticas al momento de plantear la preparación de los deportistas, siendo este deporte muy variado y complejo pues en el mundo no hay dos pistas idénticas ni en forma ni recorrido, con excepción de las copias de la pista en la cual se competirán los juegos Olímpicos 2008; se pretende entonces estudiar una técnica que predomine en nivel de importancia sobre las otras.

La estandarización de la rampa de salida para los Juegos Olímpicos y Copas Mundo en esta disciplina son una razón de gran importancia para tomar a esta como norte en la investigación, los partidores siempre tendrán el mismo módulo de voz, estos para los campeonatos mundiales cumplen con las mismas características, en cuanto a su material, peso de la tabla, especificaciones, entre otras.

La salida es entonces determinante para que el ciclista de BMX gane una manga eliminatoria final u otra, los primeros metros son los más importantes, ya que en las competencias de BMX al tomar la delantera, solo les resta sobreponerse a los obstáculos que tiene la pista para obtener un resultado deseable en esta, dado por la corta distancia, 350 metros, los cuales se recorren en aproximadamente 40 segundos.

Ahora bien, la salida es una técnica compleja y cuando el atleta obtiene un alto nivel de perfección en esta habilidad, es la fuerza la que empieza a determinar la diferencia en la aceleración, la cual determinará un seguro puesto en el pódium en

categorías mayores (Categoría Elite) tanto en la rama femenina como en la masculina.

Se pretende entonces estudiar cuál es la incidencia de esta capacidad física condicionante, la fuerza máxima relativa por kilogramo de peso en sentadilla media con el resultado de los 10 metros de salida en BMX.

5. OBJETIVOS

General

Identificar la incidencia de la fuerza máxima relativa de los músculos agonistas de miembros inferiores con la aceleración obtenida en los 10 primeros metros de la salida en los ciclistas de BMX más representativos del departamento de Antioquia.

Específicos

1. Evaluar la fuerza máxima relativa en los músculos agonistas de los miembros inferiores de los deportistas.
2. Hallar la aceleración en los 10 metros iniciales de la salida a los ciclistas de BMX
3. Comprobar la relación de la fuerza máxima relativa por kg de peso, con la aceleración en la salida (10 metros) en m/s^2

6. RESULTADOS ESPERADOS

6.1. HIPÓTESIS

Se espera encontrar una relación directamente proporcional de las variables, es decir, que a mayor fuerza máxima relativa el corredor de BMX debe de obtener una mejor aceleración en los 10 primeros metros de salida. En términos de variables, que las dos se relacionen directamente (positivamente).

6.2 APLICABILIDAD EN EL ÁMBITO DEPORTIVO

La investigación pretende solucionar una pregunta generalizada que está relacionada directamente con el desarrollo de la fuerza, desmitificando que al entrenar grandes cargas de fuerza en el gimnasio el Bicicrossista perderá rapidez y agilidad en los obstáculos de la pista.

Se pretende dar a técnicos, deportistas y algunos padres de familia la base teórica sobre el trabajo de pesas en el deporte de BMX, ya que este entrenamiento especial debe ser tan importante como la práctica misma en la pista, llegando a generar una mejor conciencia con respecto a este importantísimo componente de la preparación deportiva.

Los resultados se presentaran a entrenadores, deportistas y directivos relacionados con el BMX, ya que desde esta iniciativa se van a poder empezar a proponer investigaciones que nos lleven a aumentar y mejorar nuestros conocimientos sobre el entrenamiento encaminados a la mejora del nivel competitivo de los deportistas antioqueños

Se espera que los resultados sean de utilidad para entrenadores y deportistas para lograr la disminución de los tiempos y mejorar los resultados en la competencia, dando así una herramienta para el seguimiento del rendimiento deportivo de los atletas de BMX.

7. METODOLOGÍA

7.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

7.1.1 Tipo de estudio: Correlacional.

Se mide la relación entre dos o más variables, lo que se pretende es determinar si están o no relacionadas en los mismos sujetos y después se analiza la correlación (Hernández Sampieri, 1991, p.62)

7.1.2 Variables

1. Salida: 10 metros, representada en aceleración, m/s^2
2. Fuerza máxima relativa. Peso máximo movilizado, dividido masa corporal en Kg.

7.1.3 Población y muestra

Ciclistas de BMX representativos del departamento de Antioquia. 11 ciclistas de la Comisión Departamental de BMX. 4 mujeres y 7 hombres, con edades entre 17 y 30 años.

7.1.4 Delimitación Geográfica

Ciudad: Medellín; pista de bicicross Antonio Roldán Betancur del barrio Belén; Gimnasio de la liga Antioqueña de pesas en el Coliseo Iván de Bedout.

7.1.5 Delimitación Temporal

Las pruebas se realizarán en un tiempo estimado de 1 mes, las fechas programadas son del 15 de abril al 15 de mayo del presente año.

7.1.6 Tipo de Muestreo

Selectivo, se pretende evaluar a los deportistas más significativos y competitivos del departamento.

7.1.7 Plan Operativo

Se pretende evaluar a la población en un máximo de tres días (72 horas), tiempo prudente para que la fuerza máxima no se modifique para la realización de las pruebas.

7.2 Procedimientos Generales de la Investigación

Se realizarán 2 evaluaciones a los deportistas: evaluación de la sentadilla y evaluación de la salida en BMX (10 metros), para buscar la relación de las variables.

7.2.1 Parámetros de inclusión de la población

Ser deportista activo, categoría 15-16, Experto, Junior o Élite, masculino o femenino, con experiencia internacional, actualmente estar compitiendo al menos a nivel nacional.

7.2.2 Protocolo de evaluación

Test en sentadilla.

Calentamiento articular, tobillo, rodilla, cadera, tronco, hombros; desplazamientos laterales, con elevación de rodillas y talones, movimientos de coordinación para activar, y activación fuerte con desplazamientos a máxima velocidad corriendo 5 metros.

Activación con barra olímpica de acuerdo al género. 8 Repeticiones con rangos de movimiento de acuerdo a ejemplo de sentadilla media; esta se debe de realizar teniendo como referencia que los muslos deben quedar paralelos al piso o más, la cadera debajo de la rodilla, como se observa en la foto 2 (sentadilla media).

Aumento progresivo de la carga con disminución de repeticiones observando el manejo de la técnica. El deportista, con asesoría del evaluador, analizará el aumento de los pesos hasta determinar el máximo peso y hacer una repetición.

Cabe notar que en este gimnasio se cuenta con discos que pesan desde 500 gramos hasta 25 kilos, lo que hace que la prueba pueda dar un valor más aproximado a la realidad.



Foto 3. Liga antioqueña de pesas

Test de la salida. 10 metros.

Calentamiento en bicicleta, pista de BMX. Rotación suave por 5 minutos.

Realización de gestos en el partidador. Con partidador UCI, anterior de 1997.

Para la toma de tiempo el Club Estrellas de Bicicross cuenta con una caja especial para la toma de tiempo, el cual fue utilizado en la investigación; es adaptado al módulo de voz usada en el último campeonato mundial realizado en Canadá, año 2007. Equipo PRO GATE, con TIMMER.



Fotos 4 y 5, equipos PRO GATE especiales para la toma de tiempo.



Foto 6 y 7. Timmer y gato adaptable para la iniciación del cronómetro.



Foto 8. Receptor para la detención del cronómetro. Medición 10 metros.

7.3 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LOS DATOS

Interpretación de la r de Pearson

El coeficiente de r de Pearson puede variar de -1.00 a $+1.00$ donde:

- $-1,00$ RELACION NEGATIVA PERFECTA (“a mayor X , menor Y ” de manera proporcional. Es decir, cada vez que X aumenta una unidad, Y disminuye siempre una cantidad constante). Esto también se aplica “a menor X , Mayor Y ”.
- $-0,90$ correlación negativa muy fuerte
- $-0,75$ correlación negativa considerable
- $-0,50$ correlación negativa media
- $-0,10$ correlación negativa débil
- 0.00 no existe correlación alguna entre las variables
- $+0.10$ correlación positiva débil.

- +0.50 correlación positiva media
- +0.75 correlación positiva considerable
- +0,9 correlación positiva muy fuerte
- +1 correlación positiva perfecta (“A mayor X, mayor Y” o “a menor X menor Y” de manera proporcional. Cada vez que X aumenta, Y aumenta siempre una cantidad constante)

El signo indica la dirección de la correlación (positiva o negativa) y el valor numérico, la magnitud de la correlación.

En el análisis de los datos también se tienen en cuenta aspectos técnicos que pueden determinar una mayor o menor aceleración, ya que aunque se cuente con los deportistas más representativos del departamento de Antioquia, todos poseen una técnica de diferentes grados de perfección.

Muchos aspectos pueden influir para que un deportista acelere mejor o no, por ejemplo la vida deportiva, ya que esta hace que el gesto técnico esté más afianzado y especializado; también encontramos aspectos como la madurez en edad cronológica, esta edad unida con el tiempo que lleva practicando el deporte también estará influenciando en mayor medida la aceleración.

No se puede tener igual incidencia de la aceleración de un deportista de 29 años a uno de 18 o 19 años, por lo tanto en este aspecto es importante realizar análisis y diferenciar los resultados arrojados en la investigación.

También se debe de tener en cuenta el potencial técnico desenvuelto, ya que las diferencias son marcadas al realizar una salida; tales como fluidez en el gesto técnico y gran potencia física, la cual en casos específicos no es 100% aprovechada por los atletas.

8. Resultados y Discusión

La siguiente tabla presenta los resultados generales obtenidos en los test. Al lado del nombre se encuentra la edad del evaluado, año 2008.

| NOMBRE | FUERZA MAXIMA RELATIVA | ACELERACIÓN |
|-----------------------------------|------------------------|-------------|
| CESAR ACEVEDO (30) | 1,923 | 5,414 |
| SAMUEL CHAVARRIA (21) | 2,006 | 5,408 |
| WALTER PEREZ (17) | 2,066 | 5,308 |
| RUBEN MURILLO (18) | 2,12 | 5,292 |
| ALEJANDRO MONSALVE (17) | 1,896 | 5,254 |
| SANTIAGO DEL VALLE. (18) | 1,821 | 5,254 |
| MARIANA PAJON (17) | 1,475 | 5,153 |
| SEBASTIAN CATAÑO (18) | 1,206 | 5 |
| ESTEFANIA GOMEZ (17) | 1,237 | 4,467 |
| SUSANA CALLE (19) | 1,078 | 4,367 |
| ISABEL LONDOÑO (17) | 0,971 | 3,982 |
| R DE PEARSON | 0,888147749 | |
| R DE PEARSON HOMBRES POR SEPARADO | 0,860095756 | |
| R DE PEARSON MUJERES POR SEPARADO | 0,976537995 | |

Tabla 1. Resultados generales

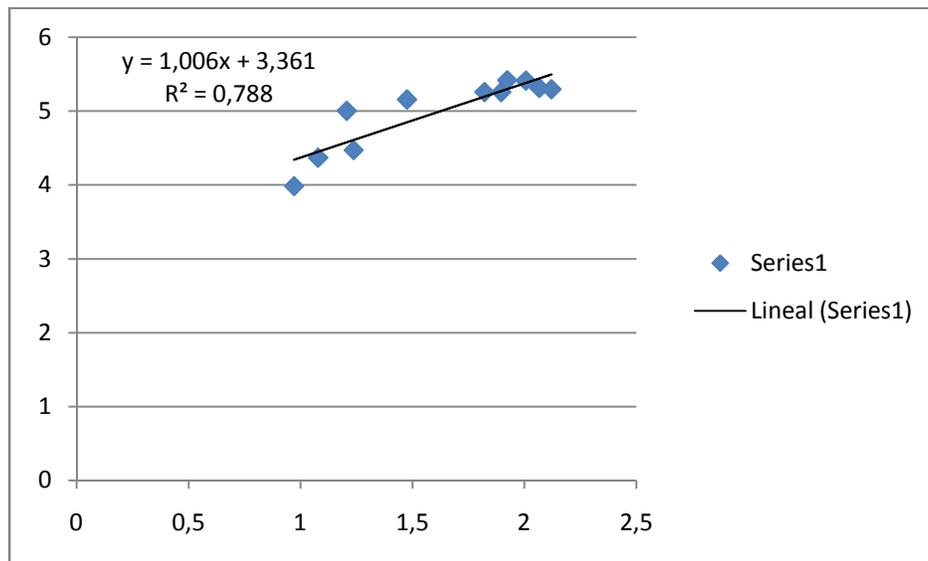
La incidencia de la fuerza máxima es positiva (0,888 de Pearson), esta se encuentra entre una relación positiva considerable y muy fuerte, lo que resulta de alta incidencia de la fuerza máxima relativa en el arranque de los 10 primeros metros en BMX.

Cabe notar que el corredor que más aceleró no fue el que mayor fuerza máxima relativa desarrolló, sin embargo se tiene en cuenta que este corredor tiene mayor experiencia, tanto en tiempo como en eventos internacionales, por lo cual cuenta con una técnica más depurada y estabilizada, y aún más de adaptabilidad a diferentes tipos de partidador. Este aspecto es muy importante ya que la fuerza máxima relativa es aprovechada en mayor medida cuando el deportista de BMX, tiene un nivel especialización alto, dado por el fogueo en eventos internacionales, y tiempo compitiendo en la categoría mayores

El segundo deportista (Samuel Chavarría) aceleró mejor que los 2 siguientes deportistas, Walter Pérez y Rubén Murillo; estos dos últimos deportistas son menores y tienen menos experiencia.

Walter Pérez ha asistido a 2 campeonatos mundiales, mientras que el deportista Rubén Murillo no ha participado sino en un evento latinoamericano.

Gráficas



Gráfica 1. Resultados generales

De esta gráfica nos resulta de mayor valor la línea de tendencia y la ecuación de estimación la cual da de acuerdo a los resultados una aproximación a resultados según alguna de las dos variables, por ejemplo cuanta aceleración debe desarrollar un deportista de acuerdo a determinada fuerza máxima o viceversa. Se tiene en cuenta que el resultado es de mayor valor cuando el valor (R^2) se aproxima más a 1. Este resultado es un porcentaje de aproximación a la realidad ($1=100\%$).

Confiabilidad: 0,78 = 78%

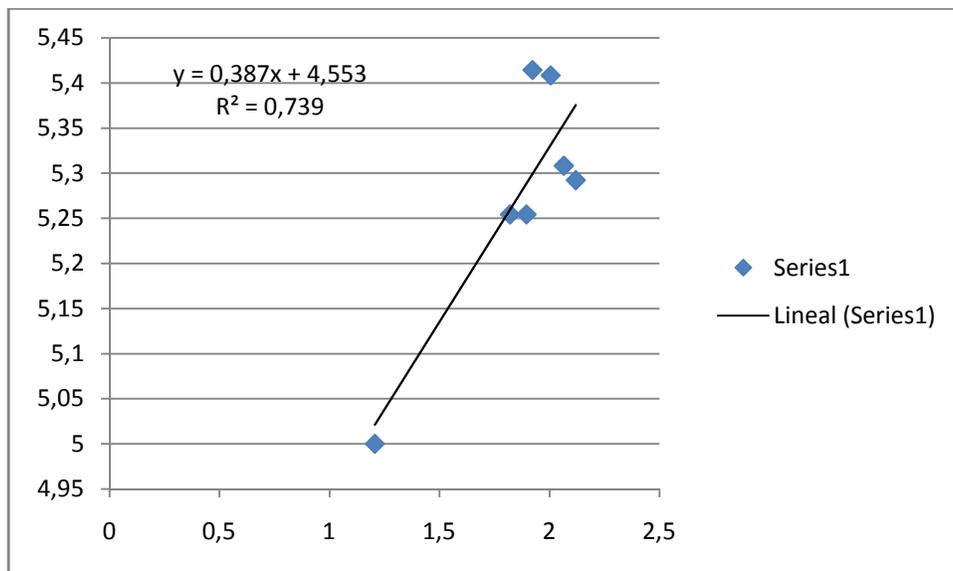
| ESTIMACIÓN SEGÚN VARIABLES | | | |
|---|-------------|---|------------------------|
| ESTIMAR FUERZA MÁXIMA SEGÚN ACELERACIÓN | | ESTIMAR ACELERACIÓN SEGÚN FUERZA MÁXIMA | |
| FUERZA MÁXIMA RELATIVA | ACELERACIÓN | ACELERACIÓN | FUERZA MÁXIMA RELATIVA |
| 1 | 4,367 | 5 | 1,629224652 |
| 1,2 | 4,5682 | 5,1 | 1,728628231 |
| 1,4 | 4,7694 | 5,2 | 1,828031809 |
| 1,6 | 4,9706 | 5,3 | 1,927435388 |
| 1,8 | 5,1718 | 5,4 | 2,026838966 |
| 2 | 5,373 | 5,5 | 2,126242545 |

| | | | |
|-----|--------|-----|-------------|
| 2,2 | 5,5742 | 5,6 | 2,225646123 |
|-----|--------|-----|-------------|

Tabla 2 tabla de estimación

Para que los resultados se acercaran más a la realidad y se realizara un mejor análisis se determinó separar los resultados por género, lo cual arrojó resultados muy similares, pero con una inclinación de incidencia mayor para las mujeres que para los hombres.

Para cada caso en particular dio como resultado una ecuación diferente y muestra un acercamiento a 1 más en las mujeres que en los hombres, lo que quiere decir que en las mujeres evaluadas se encontró mayor incidencia de la fuerza máxima relativa que en los hombres, sin embargo se debe tener en cuenta la edad de las mujeres, esta no tiene un rango tan amplio como la de los hombres. Rangos de edad: mujeres 17 a 19 años, hombres: de 17 a 29 años.



Gráfica 2. Resultados hombres

Tabla de estimación (hombres) confiabilidad: 0,739 73,9%

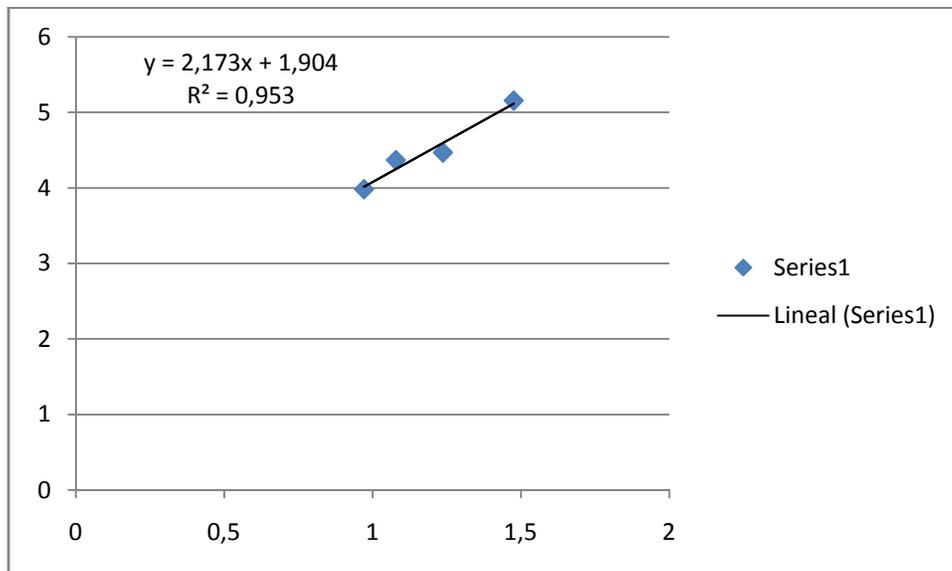
| ESTIMAR FUERZA MÁXIMA SEGÚN ACELERACIÓN | | ESTIMAR ACELERACIÓN SEGÚN FUERZA MÁXIMA | |
|---|-------------|---|------------------------|
| FUERZA MÁXIMA RELATIVA | ACELERACIÓN | ACELERACIÓN | FUERZA MÁXIMA RELATIVA |
| 1 | 4,94 | 5 | 1,15503876 |
| 1,2 | 5,0174 | 5,1 | 1,413436693 |
| 1,4 | 5,0948 | 5,2 | 1,671834625 |
| 1,6 | 5,1722 | 5,3 | 1,930232558 |

| | | | |
|-----|--------|-----|-------------|
| 1,8 | 5,2496 | 5,4 | 2,188630491 |
| 2 | 5,327 | 5,5 | 2,447028424 |
| 2,2 | 5,4044 | 5,6 | 2,705426357 |

En el caso particular de las mujeres se encontró una especial particularidad y es en la ecuación de estimación, la cual tomando los mismos datos de los hombres dio como resultado que si una mujer desarrollara 2,2 de fuerza máxima relativa aceleraría mejor que los hombres, por lo que se adentró más en este análisis y se determinó que la confiabilidad de los datos es mayor y la línea de tendencia tiene más cercanos los puntos de intersección de los resultados.

Como explicación a este fenómeno se puede decir que las mujeres que desarrollaron mejor aceleración tienen una mejor técnica (aprovechan más su fuerza) mientras que las que no obtuvieron una buena aceleración tenían características adversas, lo que da como resultado una línea de tendencia más vertical a la de los hombres.

También es importante aclarar que ninguna mujer desarrolló una fuerza máxima mayor a 1,7 o 2.0 por lo cual no sería una base para indicar que este fenómeno podría darse.



Grafica 3. Resultados mujeres

Los datos subrayados en rojo son los datos que se estimó podrían desarrollar las mujeres en un caso particular, de acuerdo a la fuerza máxima ó aceleración, sin

embargo observe como el comportamiento de estas es desbordado con relación a la realidad de los resultados generales (tabla 2)

| ESTIMAR FUERZA MÁXIMA SEGÚN ACELERACIÓN | | ESTIMAR ACELERACIÓN SEGÚN FUERZA MÁXIMA | |
|---|---------------|---|--------------------|
| FUERZA MÁXIMA | ACELERACIÓN | ACELERACIÓN | FUERZA MÁXIMA |
| 1 | 4,077 | 5 | 1,424758399 |
| 1,2 | 4,5116 | 5,1 | 1,470777727 |
| 1,4 | 4,9462 | 5,2 | 1,516797055 |
| 1,6 | 5,3808 | 5,3 | 1,562816383 |
| 1,8 | 5,8154 | 5,4 | 1,608835711 |
| 2 | 6,25 | 5,5 | 1,654855039 |
| 2,2 | 6,6846 | 5,6 | 1,700874367 |

Tabla de estimación: confiabilidad

9. CONCLUSIONES

La fuerza máxima relativa en la sentadilla media en ciclistas de BMX, resultó ser de vital importancia para el desarrollo de una mejor aceleración.

La salida es de vital importancia para obtener títulos en competencias de BMX, por la cual se requiere mejorar la fuerza máxima relativa en los corredores, llegando a superar los valores de 2 veces su peso de acuerdo a su masa corporal.

Los entrenadores y atletas de BMX deben de tomar más conciencia respecto al desarrollo de fuerza máxima, ya que es un determinante principal para el desarrollo de la fuerza explosiva y la potencia.

10. COMPROMISOS

Se presentará en el Auditorio de la Ciudadela Robledo de la Universidad de Antioquia en el evento semestral ExpoMotricidad.

Se pretende difundir esta investigación a médicos, metodólogos de Indeportes Antioquia, la Comisión Departamental de BMX, la Liga de Ciclismo en donde los entrenadores, deportistas, dirigentes y padres de familia se enteren del resultado del proyecto.

Seguir generando inquietudes que lleven a una creación de nuevas investigaciones en el BMX.

10.1 ESTRATEGIAS DE DIVULGACIÓN

Como principal escenario de divulgación de presentara la investigación en el evento: Expo motricidad 2008, evento que presenta los mejores trabajos de grado de cada semestre y tiene como fin evaluar y aprobar esta investigación.

Entregar copia de la investigación a la Biblioteca del Instituto Universitario de Educación Física.

Se pretende exponer este también a la Liga de Ciclismo de Antioquia, Indeportes Antioquia y a la Comisión Departamental de BMX.

Publicación en la biblioteca virtual del Instituto, VIREF.

11. ADMINISTRACIÓN Y COORDINACION DEL PROYECTO

11.1. CRONOGRAMA

| SEMANAS | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | | | | | 4 | | | | |
|-------------------------------------|-----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|
| | 4 - 8 FEB | | | | | 11 - 15 FEB | | | | | 18 - 22 FEB | | | | | 25 - 29 FEB | | | | |
| ACTIVIDADES | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V |
| ASESORIAS | | | | X | | | | | | X | | | | | X | | | | | X |
| ELABORACIÓN DEL PROYECTO | X | | | X | | X | | | X | | X | | | X | | X | | | X | |
| BUSQUEDA BIBLIOGRAFICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEST DE CAMPO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DE TABLAS DE RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISIS DE LOS DATOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DEL INFORME | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| SEMANAS | 5 | | | | | 6 | | | | | 7 | | | | | 8 | | | | |
|-------------------------------------|-----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|
| | 3 - 7 MAR | | | | | 10 - 14 MAR | | | | | 24 - 28 MAR | | | | | 31 MAR - 4 ABR | | | | |
| ACTIVIDADES | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V |
| ASESORIAS | | | | X | | | | | | X | | | | | X | | | | | X |
| ELABORACIÓN DEL PROYECTO | X | | | X | | X | | | X | | | | | | | | | | | |
| BUSQUEDA BIBLIOGRAFICA | | | | | | | | | | | X | | | X | | X | | | X | |
| TEST DE CAMPO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DE TABLAS DE RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISIS DE LOS DATOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DEL INFORME | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| SEMANAS | 9 | | | | | 10 | | | | | 11 | | | | | 12 | | | | |
|-------------------------------------|------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|
| | 7 - 11 ABR | | | | | 14 - 18 ABR | | | | | 21 - 25 ABR | | | | | 28 ABR - 2 MAY | | | | |
| ACTIVIDADES | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V |
| ASESORIAS | | | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BUSQUEDA BIBLIOGRAFICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEST DE CAMPO | | | | | | | | | | | X | | X | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DE TABLAS DE RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISIS DE LOS DATOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DEL INFORME | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | X | |
| PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| SEMANAS | 13 | | | | | 14 | | | | | 15 | | | | | 16 | | | | |
|-------------------------------------|-----------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|--------------|---|---|---|---|
| | 5 - 9 MAY | | | | | 12 - 16 MAY | | | | | 19 - 23 MAY | | | | | 26 - 30- MAY | | | | |
| ACTIVIDADES | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V |
| ASESORIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BUSQUEDA BIBLIOGRAFICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEST DE CAMPO | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DE TABLAS DE RESULTADOS | | | | | | X | | X | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISIS DE LOS DATOS | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | | |
| ELABORACIÓN DEL INFORME | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X |

| SEMANAS | 13 | | | | | 14 | | | | | 15 | | | | | 16 | | | | |
|-------------------------------------|-----------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|
| | 2 - 6 JUN | | | | | 9 - 13 JUN | | | | | 16- 20 JUN | | | | | 23- 27 JUN | | | | |
| ACTIVIDADES | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V | L | M | W | J | V |
| ASESORIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BUSQUEDA BIBLIOGRAFICA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEST DE CAMPO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DE TABLAS DE RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISIS DE LOS DATOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACIÓN DEL INFORME | X | X | | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | |

12 REFERENCIAS

Cappa Darío (2000), Entrenamiento de la potencia muscular. Argentina: Dupligráf.

García Manso, Juan Manuel (1999). La fuerza. Fundamentación, valoración y entrenamiento. Madrid: Gymnos.

Hernández Sampieri C. Roberto; Fernández Collado, Carlos (2001). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana.

Historia del BMX. Internet:

<http://www.uci.ch/templates/UCI/UCI1/layout.asp?MenuId=MTUxMzg>

Kostas Gianikellis, Alonso Bote, Juan J. Pantrigo, José A. Tena. Análisis Biomecánico de la técnica de la salida en la carrera de bmx. España: Laboratorio de Biomecánica del Movimiento Humano y de Ergonomía, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura. Internet:

<http://www.unex.es/eweb/cienciadeporte/congreso/04%20val/pdf/c184.pdf>

Mateo March, Manuel; Zabala Díaz, Mikel (2007). Optimización del rendimiento en la salida ciclista de BMX mediante la técnica *slingshot*. Lecturas Educación Física y Deportes, Revista Digital, 12(111). Internet:

<http://www.efdeportes.com/efd111/optimizacion-del-rendimiento-en-la-salida-ciclista-de-bmx.htm>

Montoya Cuervo, Mauricio; Zapata Agudelo, Wilfer (2007) Fundamentos del Bicycross. Medellín: Industrias Graficas Colombia.

Ramírez Lechuga, Jorge y otros (2008). Desarrollo de un protocolo simple para evaluar el rendimiento físico específico del piloto de BMX.

Lecturas Educación Física y Deportes, Revista Digital, 12(116). Internet:

<http://www.efdeportes.com/efd116/rendimiento-fisico-especifico-del-piloto-de-bmx.htm> .

Union Cycliste Internationale UCI (2008). Reglamento de la salida. Internet:

<http://www.uci.ch/Modules/BUILTIN/getObject.asp?MenuId=MTkzNg&ObjTypeCode=FILE&type=FILE&id=34594&>