



**INDEPORTES
ANTIOQUIA**

CONTROL BIOMÉDICO del entrenamiento deportivo



GRUPO DE MEDICINA DEPORTIVA Y
Ciencias aplicadas al deporte



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

© Indeportes Antioquia
© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana
Vigilada Mineducación

Control biomédico del entrenamiento deportivo

ISBN: 978-958-764-770-9

ISBN: 978-958-764-778-5 (versión digital)

DOI: <http://doi.org/10.18566/978-958-764-778-5>

Primera edición, 2019

Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín:

Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General:

Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

Vicerrector Académico:

Álvaro Gómez Fernández

Editor:

Juan Carlos Rodas Montoya

Compilador:

Felipe Eduardo Marino Isaza

Coordinación de Producción:

Ana Milena Gómez Correa

Diseño y Diagramación:

Mauricio Morales Castrillón

Corrección de Estilo:

Delio David Arango

Fotografía:

Rodrigo Mora Quiroz - Indeportes Antioquia

Dirección Editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2019

Correo electrónico: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57)(4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1575-08-05-17

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana y de Indeportes Antioquia.

JUNTA DIRECTIVA INDEPORTES ANTIOQUIA

Luis Pérez Gutiérrez
Gobernador

Baltazar Medina
*Presidente Comité Olímpico Colombiano
Representante de Coldeportes*

Néstor David Restrepo Bonnett
*Secretario de Educación Departamental
Representante del Sector Educativo*

Henry Palacios Valencia
*Gerente Inder Apartadó
Representante de los entes deportivos municipales*

Héctor Alonso Monroy Escudero
*Director Ejecutivo Liga Antioqueña de Tenis de Campo
Representante de las Ligas Deportivas de Antioquia*

Lisana Sofía Sánchez Ledesma
*Gerente de Indeportes Antioquia
Invitada*

Mariola González Villa
*Jefe Oficina Jurídica Indeportes Antioquia
Secretaria*

COMITÉ DE GERENCIA

Lisana Sofía Sánchez Ledesma
Gerente de Indeportes Antioquia

William de Jesús Moncada Ospina
Subgerencia de Fomento y Desarrollo Deportivo

Alpidio Betancur Zuluaga
Subgerencia Administrativo y Financiero

Luis Eduardo Cuervo Tafur
Subgerencia de Deporte Asociado y Altos Logros

Catalina Pérez Zabala
Asesora de Gerencia

Lina María Galeano Zapata
Oficina de Talento Humano

Óscar Mario Cardona Arenas
Oficina de Medicina Deportiva

Lucrecia Londoño Builes
Oficina de Control Interno

Álvaro Alonso Villada García
Oficina de Sistemas y Apoyo Financiero

Fredy Rodríguez Agudelo
Oficina Asesora de Planeación

Diana Milena Jaramillo Pérez
Oficina Asesora de Comunicaciones

Mariola González Villa
Oficina Jurídica

CON TROL

**BIOMÉDICO
EN EL CICLISMO DE PISTA
DE VELOCIDAD**



Control biomédico en el **CICLISMO DE PISTA** de velocidad

Luis Eduardo Contreras Vergara, *MD. Esp.*

Generalidades de las **PRUEBAS DE PISTA**

Al ciclismo de pista es regido en el mundo por la Unión Ciclista Internacional (UCI), que es la asociación de las federaciones nacionales de ciclismo. La UCI es una asociación internacional no gubernamental sin fines lucrativos, con sede en Suiza.

El *ciclismo de pista* es un concepto genérico para todos los eventos que se llevan a cabo en la pista de un velódromo que normalmente tiene una longitud de 333 metros o menos. El ciclismo de pista se puede dividir en dos grandes categorías: velocidad (<1000 metros) y carreras de resistencia o semifondo (>1000 metros). En este texto vamos a referirnos solamente a la primera de ellas. Las categorías de los corredores que se exponen a continuación han sido extractadas de la sección Regulaciones, Parte 3, Carreras de Pista, de la página web de la UCI.

Categorías de **LOS CORREDORES**

Las categorías de los corredores en el plano internacional están determinadas por la edad de los practicantes, que se define por el año de nacimiento. Solamente los corredores de 17 años o más, a los que se les entregue una licencia para una de las categorías internacionales que se exponen a continuación, tienen el derecho a participar en las pruebas del calendario internacional. A continuación se presentan las distintas categorías de acuerdo al sexo del ciclista.

Hombres: Se consideran las siguientes categorías:

1. Jóvenes: A esta categoría pertenecen los corredores con 16 años o menos. Este ciclismo se rige exclusivamente por las federaciones nacionales.
2. Juniors: Esta categoría acoge a los corredores de 17 y 18 años.
3. Menos de 23 años (sub-23): Esta categoría cubre a los corredores de 19 a 22 años. Un corredor de esta categoría que forme parte de un grupo deportivo UCI Pro Team será calificado inmediatamente como élite. En caso de que ese corredor deje de pertenecer al equipo Pro Team, en virtud de lo cual estaba clasificado como élite, será reclasificado nuevamente como sub-23.
4. Élite: Esta categoría designa a los corredores de 23 años y más.
5. Máster: De esta categoría hacen parte los corredores de 30 años y más que elijan este estatuto. A dicha elección no podrán optar los corredores que formen parte de un grupo deportivo registrado ante la UCI.
6. Paraciclistas: A esta categoría pertenecen los corredores con discapacidad, según lo especificado por la clasificación funcional de la UCI.

Mujeres: Se consideran las siguientes categorías:

1. Jóvenes: Esta categoría incluye a las corredoras con 16 años o menos. Este ciclismo se rige exclusivamente por las federaciones nacionales.
2. Juniors: A esta categoría pertenecen las corredoras de 17 y 18 años.
3. Élite: Esta categoría designa a las corredoras de 19 años y más.
4. Máster: Incluye a las corredoras de 30 años y más que elijan este estatuto. La escogencia del estatus de máster no les es permitida a las corredoras que pertenezcan a un equipo registrado por la UCI.

5. Paraciclistas: A esta categoría pertenecen las corredoras con discapacidad, según lo especificado por la clasificación funcional de la UCI.

Los corredores de la categoría sub-23 pueden tomar parte en competiciones de los élite. Los juniors con edad de 18 años pueden tomar parte en competiciones de las categorías sub-23 y élite.

Tipos de pruebas de ciclismo de **PISTA DE VELOCIDAD**

La prueba de 200 metros lanzados

Consiste en cubrir en el menor tiempo posible la distancia de 200 metros en la pista. Para ello el corredor va aumentando la velocidad progresivamente a lo largo de una distancia previa que depende de la longitud del velódromo. Esta prueba se usa para seleccionar a los participantes y su clasificación para la carrera del *sprint*.

El *sprint* (la velocidad)

Es una carrera entre dos y cuatro corredores sobre dos o tres vueltas. La competencia del *sprint* inicia con la prueba de 200 metros lanzados; durante la Copa del Mundo clasifican los 16 mejores corredores, en el Campeonato Mundial los mejores 24 y en los Juegos Olímpicos, 18. La competencia se lleva a cabo mediante enfrentamientos entre los corredores, y los ganadores van pasando a instancias sucesivas hasta llegar a la final por los lugares quinto y octavo, a las finales por el tercer y el cuarto puesto, y a las finales por el primer y el segundo lugar, de acuerdo a un procedimiento previa y claramente establecido por la UCI.

Carrera del kilómetro y quinientos metros contrarreloj

Son carreras individuales contrarreloj con partida detenida. Durante la Copa del Mundo y el Campeonato del Mundo los hombres recorren una distancia de 1000 metros y las mujeres de 500 metros. La carrera se corre directamente como final a tiempos, y obviamente el lugar ocupado estará determinado por el tiempo invertido en cubrir la distancia.

El keirin

Es una carrera de *sprint* entre varios corredores después de completar un número determinado de vueltas detrás de un motociclista que marca el paso (*pacer*) y quien abandona la pista 600-700 metros antes de la línea de meta. La competencia incluye como mínimo doce corredores, una ronda de clasificación (dos series de seis corredores), una final por los puestos 7 a 12 y una final por los puestos 1 a 6. La UCI tiene definido un procedimiento muy preciso que reglamenta la competición dependiendo del número de corredores.

El *pacer* corre dentro de la denominada línea del *sprinter* (esta es de color rojo y se encuentra marcada 85 centímetros hacia afuera del borde interior de la pista), empezando a 30 km/h y aumentando la velocidad progresivamente hasta 50 km/h, y finalmente abandona la pista por orden de los comisarios de la carrera, 600-700 metros antes del final. Para el caso de las mujeres junior y las mujeres élite las velocidades respectivas serán 25 km/h y 45 km/h. La competencia del *keirin* se rige por las reglas de la carrera del *sprint*.

La velocidad por equipos

Es una carrera entre dos equipos rivales enfrentados, en la que cada corredor debe conducir durante una vuelta. El evento de hombres se corre sobre tres vueltas de la pista con un equipo de tres ciclistas y el de mujeres sobre dos vueltas con un conjunto de dos miembros.

Esta competencia se organiza en dos series:

1. La fase de clasificación para seleccionar los cuatro mejores equipos sobre la base de sus tiempos
2. Las finales, en las que los equipos que hayan realizado los mejores tiempos correrán por el primer y el segundo lugar; los otros dos disputarán la final por el tercer y el cuarto puesto

Procedimiento de la carrera

La salida del equipo se hace en la mitad de la recta del velódromo y los corredores se alinean uno al lado del otro o escalonados en un ángulo de 45° detrás de la línea de partida, conservando una distancia igual y entre 1.5 y 2 metros. El corredor que se ubica en la parte interna

de la pista se mantiene sostenido por un partidador y se le denomina corredor líder. Cuando se inicia la competencia conduce la primera vuelta, seguido por los otros compañeros; al terminarla se dirige hacia afuera de la pista y luego la abandona sin obstaculizar al otro equipo. En la prueba masculina el corredor que salió en la segunda posición conduce la siguiente vuelta y luego se retira de la misma manera que el líder, y el tercer corredor realiza la última vuelta solo. En la prueba femenina la segunda corredora realiza sola la segunda vuelta.

Exigencias corporales del ciclismo **DE PISTA DE VELOCIDAD**

A diferencia del ciclismo de ruta, el de pista de velocidad, requiere que el corredor exija el máximo tanto del sistema aeróbico como del anaeróbico. Las relaciones entre los diferentes eventos del ciclismo de pista de velocidad, y las fuentes primarias de energía utilizadas que se han propuesto dependen de la duración de la prueba, asumiendo que se realiza

Tabla 1. Récorods mundiales actuales para eventos de ciclismo pista, velocidad, estimaciones de las contribuciones de los sistemas energéticos e intensidades estimadas de trabajo. Los récorods del mundo que se presentan son los vigentes en 2014.

Evento	Récord del mundo (min:seg)	Contribución de los sistemas energéticos (%)			Intensidad del trabajo (%VO2 Max)
		Aláctico	Anaeróbico glicolítico	Aeróbico	
200m sprint					
Hombres	0:09.347	40	55	5	280
Mujeres	0:10.384	40	55	5	235
Velocidad por equipos (hombres)					
1ª posición	0:41.871	40	55	5	355
2ª posición		30	60	10	290
3ª posición		20	40	40	245
Carreras contrarreloj					
1000m (Hombres)	0:56.303	10	40	50	180
500m (Mujeres)	0:29.481	20	45	35	245

Fuente: Adaptado de Craig N. y Norton K. 2001.

un esfuerzo máximo durante ese tiempo. Aunque las diversas investigaciones han mostrado resultados muy variables en pruebas de ciclismo de pista menores de 4000 metros, en la tabla 1 se presentan estimaciones de las contribuciones de los sistemas energéticos a los eventos de velocidad.

Características antropométricas de los ciclistas de **PISTA DE VELOCIDAD**

En distintas investigaciones se ha encontrado que los corredores de velocidad son más pequeños, más pesados y tienen perímetros de tórax, brazo, muslo y pantorrilla más grandes que los ciclistas de resistencia. En la figura 1 se presentan los perfiles de tamaño corporal correspondientes a todos los corredores de ciclismo de pista que competieron en los Juegos Olímpicos de Sidney 2000. En ella se muestran los valores medios de cada variable en cada uno de los eventos (●), los promedios de los ciclistas que ocuparon los primeros cuatro lugares (○), los promedios de los restantes (□), y la línea de mejor ajuste entre las disciplinas (—). Para cada evento existen unas formas corporales óptimas y los ganadores tienden a ser más grandes en eventos de 4000 m o menores.

En lo que se refiere a la composición corporal, se ha visto que mientras menor es la duración de la prueba de ciclismo de pista, mayor es la importancia de la mesomorfia; por el contrario, a mayor longitud de la prueba más relevante es la ectomorfia.

En el ámbito de los deportes se acepta, en general, que un porcentaje bajo de grasa corporal es deseable para el desempeño exitoso en casi cualquier modalidad. Con respecto al ciclismo de pista, el incremento de la masa grasa tiene un triple efecto sobre la disminución del rendimiento, dado que ello aumenta el costo de la aceleración, la resistencia del rodamiento de la bicicleta contra el piso y la fricción del aire debido a la mayor área de superficie frontal. Como es entonces de esperar, los valores de porcentaje de grasa de los ciclistas de pista de élite, tanto hombres como mujeres, se encuentran dentro de los más bajos de los deportes.

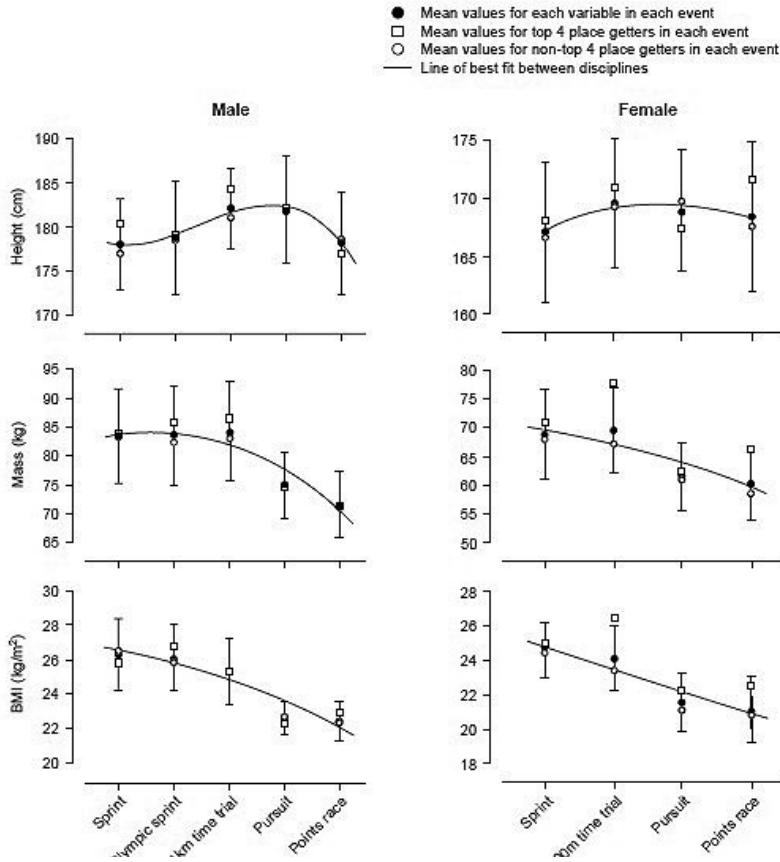


Figura 1. Perfiles de tamaño corporal de todos los ciclistas de pista que compitieron en los Juegos Olímpicos de Sidney 2000.
Fuente: Adaptado de Craig y Norton, 2001.

Características fisiológicas y bioquímicas de los CICLISTAS DE PISTA DE VELOCIDAD

Potencia y capacidades alácticas

Debido a la corta duración de las pruebas, el ciclismo de pista de velocidad requiere que se produzca la máxima cantidad de energía posible y una elevada tasa de su resíntesis. En particular, y tal como se expresó en la tabla 1, la prueba de 200 m lanzados y la de velocidad son eventos que duran entre diez y doce segundos y en los cuales la

vía metabólica dominante es la del sistema anaeróbico aláctico. Este sistema energético es también relevante en la partida de los 500 m y los 100 m contrarreloj.

En la fisiología del ejercicio corrientemente se denomina capacidad anaeróbica aláctica al trabajo total realizado durante esfuerzos máximos de diez segundos de duración (expresado en Kilojoules, KJ), y potencia anaeróbica aláctica máxima a la mayor producción de energía por segundo obtenida durante ese tipo de esfuerzos (expresada en Watts, W). Para el caso del ciclismo de pista de velocidad, los valores de capacidad y de potencia se suelen expresar en términos absolutos (KJ, W) o escalados a la masa corporal (M, M¹) o al área de superficie frontal (ASF, m²). Esta última se suele calcular de acuerdo a la ecuación de McLean:

$$\text{Área de Superficie Frontal (ASF, m}^2\text{)} = 0.00215 \cdot \text{Masa corporal (kg)} + 0.18964 \cdot \text{Estatura (m)} - 0.07961.$$

En la tabla 2 se presentan los valores de capacidad y potencia anaeróbicas alácticas en ciclistas de pista de velocidad de alto rendimiento obtenidos durante un test máximo en cicloergómetro de diez segundos de duración (Craig, Walsh, Martin, et al., 2000).

Tabla 2. Valores de potencia máxima y capacidad anaeróbicas alácticas en ciclistas de pista de velocidad de alto rendimiento. Los valores se expresan como Media ± DE

Variable	Hombres mayores	Mujeres mayores
Potencia máxima (W)	1701 ± 163	1072 ± 66
Potencia máxima (W/kg)	18.56 ± 2.28	14.63 ± 0.42
Potencia máxima (W/ASF)	3805 ± 256	2668 ± 106
Capacidad (KJ)	13.9 ± 1.3	8.8 ± 0.6
Capacidad (J/kg)	157.1 ± 31.1	119.6 ± 5
Capacidad (KJ/ASF)	31.1 ± 1.9	21.8 ± 1.2

Fuente: Adaptado de Craig, Walsh y Martin, 2000.

En el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antioquia la potencia anaeróbica aláctica máxima se evalúa mediante un test máximo en cicloergómetro Monark Ergomedic-894^E con cargas de cinco segundos de duración; no se suele medir la capacidad anaeróbica aláctica.

róbica aláctica. En la tabla 3 se presentan los valores correspondientes a ciclistas de pista de velocidad de la selección nacional de Colombia de la categoría mayores.

Tabla 3. Valores de potencia anaeróbica aláctica máxima en ciclistas de pista de velocidad de la selección nacional de Colombia (datos obtenidos en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antioquia). Los valores se expresan como Media \pm DE

Variable	Hombres mayores	Mujeres mayores
Potencia máxima (W)	1530 \pm 116.3	986 \pm 95.2
Potencia máxima (W/kg)	18.3 \pm 1.8	16.4 \pm 1.5
Potencia máxima (W/ASF)	3430 \pm 291.3	2785 \pm 255.9

Fuente: Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia. 2010.

Consumo máximo **DE OXÍGENO (VO₂ MAX)**

Como se ilustró en la tabla 1, la contribución del sistema aeróbico a la producción de energía en las distintas pruebas de ciclismo de pista de velocidad oscila entre el 5% en el *sprint* y el 50% en la prueba de 1000 m masculina. En comparación con los ciclistas de ruta, en los de pista de velocidad existe una menor información con respecto a los valores de VO₂ Max. Craig, Norton, Bourdon, *et al.* (1993) encontraron valores de VO₂ Max. de 62.4 mls/kg/min en ciclistas de género masculino de *sprint* y 71.5 mls/kg/min en los de pista de semifondo.

Sistema anaeróbico **GLICOLÍTICO**

Tal como se presentó en la tabla 1, el metabolismo anaeróbico contribuye con la mayor parte de la producción de energía durante las pruebas de ciclismo de pista de velocidad. Distintos investigadores han estimado la participación del sistema anaeróbico glicolítico en esos eventos a partir de los valores de lactato obtenidos al final de las distintas pruebas. Se ha encontrado que los mayores valores promedio se presentan en la prueba de mil metros contrarreloj; se observan también cifras significativamente elevadas con respecto al reposo en

competencias de velocidad (de alrededor de once segundos de duración). En la tabla 4 se presentan los valores de lactato sanguíneo luego de distintos eventos de ciclismo pista; estos valores fueron obtenidos de vena antecubital cinco minutos después de terminado el esfuerzo, luego de un pedaleo suave durante 1-2 minutos y de permanecer sentados otros 3-4 minutos (Burke, 1981). Es de notar que los tiempos que en la actualidad realizan los ciclistas en esos eventos son sustancialmente más cortos, razón por la cual los valores de lactato sanguíneo podrían ser distintos.

Tabla 4. Valores máximos de lactato sanguíneo (mM/L) obtenidos en competición en distintos eventos de ciclismo de pista

Lactato sanguíneo	Persecución por equipos	Enfrentamientos de velocidad	Persecución individual	1 kilómetro contrarreloj
Promedio ± DE	12.08 ± 2.17	13.65 ± 1.45	15.18 ± 1.67	16.94 ± 0.87
Rango	1.80 - 2.23	11.40 - 15.11	13.55 ± 17.31	15.69 ± 18.22
Tiempo promedio (seg)	288.0	11.0	303.1	70.9

Fuente: Adaptado de Burke L., (1981).

Habilidades atléticas avanzadas **EN LOS CICLISTAS DE PISTA DE VELOCIDAD**

Basándonos en la conceptualización y la terminología presentadas en el capítulo sobre el control biomédico del entrenamiento, en el ciclismo de ruta se presentan a continuación las distintas habilidades atléticas avanzadas que exhiben los ciclistas de pista velocidad (Bartoli y Fagioli, 1996):

Ciclistas de velocidad (*sprint*):

- Fuerza-máxima
- Resistencia a la velocidad con predominio de la velocidad
- Fuerza-velocidad con predominio de la velocidad
- Carrera del kilómetro y quinientos metros contrarreloj:
- Fuerza-máxima

- Fuerza-velocidad con predominio de la fuerza
- Fuerza-velocidad con predominio de la velocidad
- Resistencia a la velocidad con predominio de la resistencia

Control biomédico del entrenamiento **EN EL CICLISMO DE RUTA**

Control de etapa

Evaluación médica del estado de salud

En el primer control de etapa de preparación del período anual se realiza una evaluación médica completa con varios propósitos: 1) realizar un diagnóstico del estado de salud, 2) determinar clínicamente la recuperación de eventuales traumas o lesiones que se presenten, 3) determinar la presencia de factores de riesgo de enfermarse o lesionarse, y 4) hacer un diagnóstico de idoneidad o aptitud para el entrenamiento y la competición. En los siguientes controles del ciclo anual de la evaluación médica se realiza una actualización de lo acontecido en el estado de salud.

Cuando se evalúan ciclistas menores de edad o en fases de crecimiento y desarrollo es de particular importancia la determinación de la edad biológica, con el fin de realizar una adecuada consejería para la correcta prescripción de las cargas de entrenamiento.

Evaluación de la salud oral

Considerando la posibilidad de diseminación de infecciones a partir de focos sépticos en la cavidad oral, las frecuentes molestias en la cara y el cuello debidas a síndromes de mala oclusión, la cada vez más mencionada asociación entre las infecciones de la boca y las lesiones deportivas, la frecuencia con la cual se presentan urgencias odontológicas en los atletas durante las competiciones, que afectan nocivamente el desempeño, durante el control de etapa se lleva a cabo una evaluación odontológica completa con el propósito de resolver oportunamente todas las alteraciones.

Evaluación cardiovascular

Se lleva a cabo mediante el EKG de reposo y la prueba ortostática. Cuando se detectan situaciones patológicas, o al menos sospechosas, se remiten los atletas a centros especializados en donde se realizan los estudios complementarios pertinentes.

Laboratorio clínico

En los controles de etapa se lleva a cabo una detallada valoración, que se ha agrupado de la siguiente manera:

- Hematología: Hemoleucograma completo
- Metabólica: Glicemia, colesterol total y fracciones, triglicéridos, urea, ácido úrico
- Hepática: Transaminasas AST y ALT, proteínas totales en la sangre, albúmina en la sangre, glicemia
- Renal: Creatinina, urea, proteínas totales, albúmina, citoquímico de orina, ácido úrico
- Muscular: CPK total, transaminasa AST, creatinina
- Ósea: Proteínas totales, albúmina
- Cardíaca: CPK, transaminasa AST
- Vías energéticas: Ácido úrico, urea
- Fatiga y sobreentrenamiento: Albúmina, CPK total, urea

Otros en casos especiales o en atletas considerados de élite, según la UCI: Recuento de reticulocitos, gama glutamil transferasa, fosfatasa alcalinas, bilirrubinas total y directa, cortisol total, testosterona libre, ferritina, TSH.

Evaluación fisioterapéutica

Se llevan a cabo las siguientes valoraciones:

- Evaluación de la flexibilidad y la movilidad articular
- Evaluación postural
- Evaluación clínica
- Evaluación sistematizada mediante el Sistema de Análisis Postural Bipodal por Imagenología Computarizada (software APIC)

- Evaluación en la bicicleta estática o en movimiento
- Evaluación del apoyo plantar estática

Evaluación cineantropométrica

Parámetros específicos a determinar en los deportes de bicicleta:

- Estatura y peso corporal
- IMC e índice AKS
- Superficie corporal y área de superficie frontal
- Índice córmico
- Porcentaje de grasa corporal según los métodos apropiados (niños, adolescentes y adultos)
- Áreas musculares y perímetros corregidos (brazo, muslo, pierna)

Evaluación nutricional

Persigue dos objetivos fundamentalmente:

- Ofrecer al atleta asesoría en la adecuada alimentación, antes, durante y después del entrenamiento y la competencia
- Realizar la modelación de una composición corporal óptima de acuerdo a la modalidad

Evaluación psicológica

En la evaluación psicológica se realizan diversos abordajes a través del tiempo, de la siguiente manera:

- Primer abordaje: Perfil psicológico para el alto rendimiento deportivo (Test de Loher)
- Segundo abordaje: Empleo de estrategias cognitivas mediante el Cuestionario de Estrategias Cognitivas para el deporte (CECD)
- Tercer abordaje: Profundización en la motivación, la autoconfianza, el control emocional y el perfil para el alto rendimiento (BTPS-D)

Laboratorio de Fisiología del Ejercicio

La evaluación funcional que se realiza a los ciclistas de pista de velocidad en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antio-

quia va encaminada principalmente a la determinación de la potencia máxima de los miembros inferiores y al estudio de las relaciones entre la fuerza y la velocidad.

Con tal propósito se llevan a cabo las siguientes evaluaciones:

1. Determinación de la potencia máxima de los miembros inferiores a partir del salto vertical, empleando la metodología de Bosco: salto a partir de sentadillas (squat jump), salto con contramovimiento (countermovement jump) y salto con la ayuda de los brazos.
2. Curva fuerza-velocidad: Además de determinar la potencia máxima (en watts), persigue valorar las relaciones entre la fuerza y la velocidad, la fuerza y la potencia, y la velocidad y la potencia. Se lleva a cabo en la forma descrita en la sección "Potencia y capacidades alácticas".

Los valores de potencia máxima que se han encontrado en ciclistas de pista de velocidad de la selección nacional de Colombia, en evaluaciones que se han realizado en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antioquia, se presentaron en la tabla 3.

De otro lado, y como fue mencionado antes, la potencia se suele determinar tanto en términos absolutos (watts) como en relación con el área de superficie frontal. El análisis de la potencia relativa al área de superficie frontal permite tener un mejor conocimiento fisiológico del ciclista de pista de velocidad, pues esta valoración estima la producción de potencia por cada unidad de área corporal que entra en contacto con la fricción del aire, considerando que esta última es el elemento más importante, responsable del gasto energético en el ciclismo de pista a grandes velocidades.

En la figura 2 se compara la potencia expresada en términos absolutos (watts) y la fuerza de varios ciclistas de selección nacional de pista de velocidad, y en la figura 3 esas mismas relaciones pero en términos relativos.

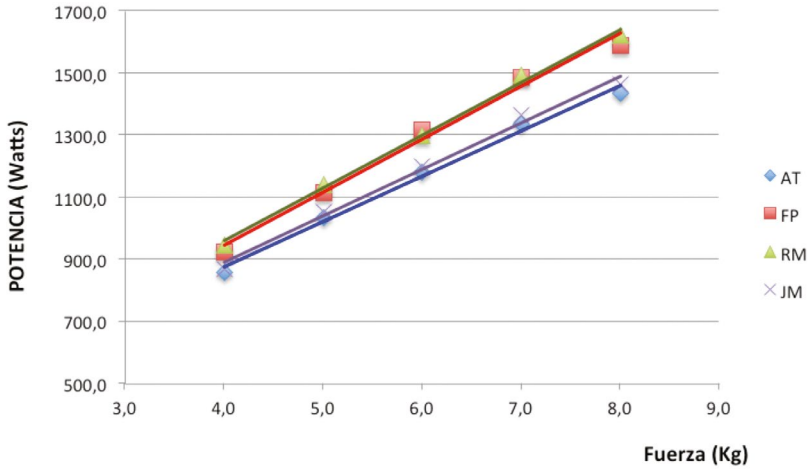


Figura 2. Relaciones entre la potencia (watts) y la fuerza (Kg) en términos absolutos en ciclistas de pista de velocidad de la selección nacional de Colombia (datos obtenidos en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antioquia).

Fuente: Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia. 2010.

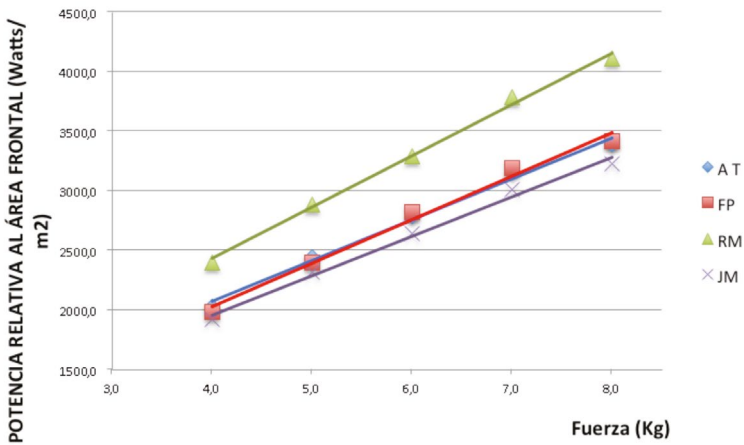


Figura 3. Relaciones entre la potencia relativa al área de superficie frontal (watts/m²) y la fuerza (Kg) en ciclistas de pista de velocidad de la selección nacional de Colombia (datos obtenidos en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antioquia).

Fuente: Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia. 2010.

En la figura 4 se presenta la relación entre la velocidad (rpm) y la fuerza (Kg) en un ciclista de pista de velocidad de la selección nacional de Colombia (datos obtenidos en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antioquia), y en la figura 5 la relación entre la potencia absoluta (watts) y la fuerza (Kg) en el mismo corredor.

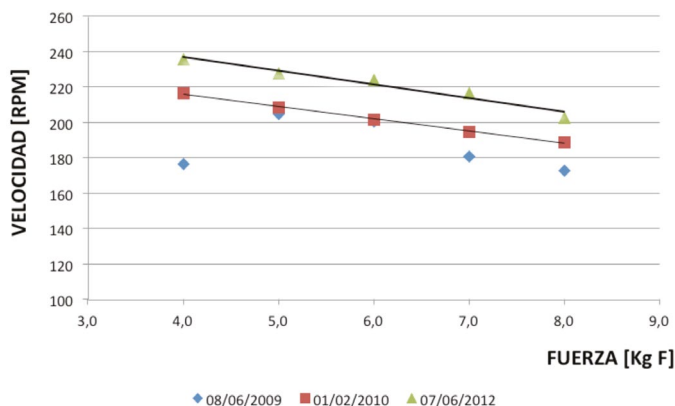


Figura 4. Relación entre la velocidad (rpm) y la fuerza (Kg) en un ciclista de pista de velocidad de la selección nacional de Colombia (datos obtenidos en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antioquia).

Fuente: Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia. 2010.

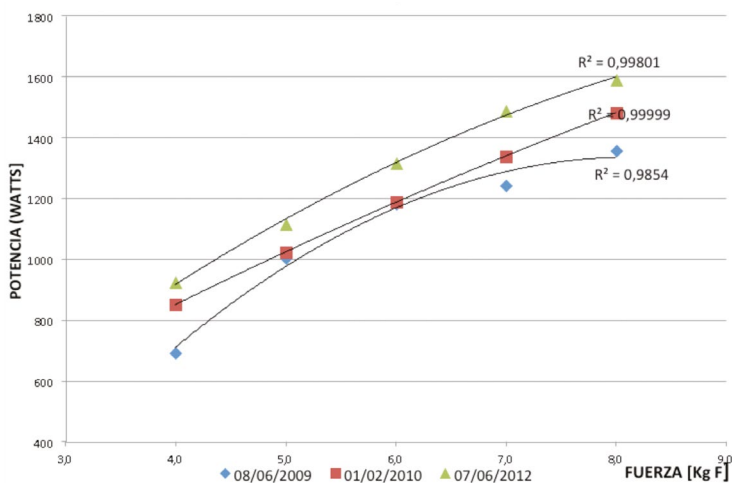


Figura 5. Relación entre la potencia absoluta (watts) y la fuerza (Kg) en un ciclista de pista de velocidad de la selección nacional de Colombia (datos obtenidos en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antioquia).

Fuente: Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia. 2010.

Análisis metodológico del mesociclo o de la etapa de preparación

Son mesas de trabajo en las que se analizan los resultados de las distintas evaluaciones llevadas a cabo durante los controles, con la participación de entrenadores, asesores metodológicos y el equipo de trabajo de Medicina y de las ciencias aplicadas al deporte (médicos especialistas en Medicina del Deporte, nutricionistas, psicólogos, entre otros).

Control cotidiano o puntual

El control cotidiano se puede llevar a cabo mediante valoraciones subjetivas, por métodos fisiológicos y bioquímicos, y utilizando cargas-tests.

Evaluación mediante métodos subjetivos. Corrientemente se analizan el estado general, el ánimo, el sueño, el apetito, el peso, los deseos de entrenar y la autopercepción frente a la asimilación de las cargas de trabajo y de la recuperación de la fatiga, entre otros factores.

Evaluación por métodos fisiológicos. Análisis de parámetros como la medición cotidiana de la frecuencia cardíaca basal y su respuesta con el cambio de posición (prueba ortostática), la presión arterial y la frecuencia respiratoria, entre otros.

Evaluación por métodos bioquímicos, hematológicos y hormonales. Se establece principalmente mediante la determinación de los siguientes parámetros:

- Urea sérica
- Creatinquinasa sérica
- Citoquímico de orina (para la búsqueda de hematuria y proteinuria)
- Hemoglobina y hematocrito
- Cortisol sanguíneo total
- Testosterona libre total

Control operativo

El control operativo del impacto de la carga de trabajo sobre el organismo de los ciclistas se realiza a partir de los siguientes parámetros:

- Frecuencia cardíaca
- Lactato sanguíneo
- Desarrollo de la bicicleta
- Velocidad de desplazamiento
- Frecuencia de pedaleo (rpm)
- Potencia externa generada (Watts)

Retroalimentaciones y ajustes al **CONTROL DEL ENTRENAMIENTO**

El control del entrenamiento deportivo se considera un eslabón necesario del sistema de regulación del proceso de entrenamiento, pero independiente y objetivo, que permite optimizar el plan de trabajo y la interacción deportista-entrenador. A partir de la evaluación concienzuda de las cargas de trabajo realizadas, del conjunto del plan de entrenamiento ejecutado y de los resultados de los controles llevados a cabo, de índole tanto particular como general, se podrá corregir el trabajo y formular nuevas estrategias para las siguientes etapas de preparación. De este modo, como resultado de los controles operativos, puntuales y de etapa, se generan retroalimentaciones inmediatas para el entrenador que permitirán ajustar oportunamente el plan de entrenamiento. Por lo anterior, un correcto control médico del trabajo implica la permanente y activa intervención de diferentes especialistas, tanto de medicina deportiva como de ciencias aplicadas al deporte, en todo el proceso de entrenamiento, y su participación en el análisis y la discusión de los resultados observados.

REFERENCIAS

- Astrand, P., y Rodahl, K.** (1986). *Textbook of Work Physiology*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Bartoli, L., y Fagioli, F.** (1998). *Entrenamiento de pretemporada*. Madrid: Dorleta.
- Batterham, A., George, K., Whyte, G., Sharma, S., y McKenna, W.** (1999). Scaling Cardiac Structural Data by Body Dimensions: A Review of Theory, Practice, and Problems. *Int J Sports Med*, 20, 495-502.
- Bompa, T.** (1994). *Theory and methodology of training*. Dubuque: Kendall/Hunt.
- Burke, E.** (1992). *Cycling health and physiology*. Brattleboro: Vitesse Press.

- Burke, E.** (1992). The physiology of cycling. En E. Burke. (Editor). *Science of cycling*, pp. 1-19, Champaign: Human Kinetics.
- Burke, E., Fleck, S., y Dickson, T.** (1981). Post-competition blood lactate concentrations in competitive track cyclists. *Brit J. Sports Med*, 15(4), 242-245.
- Cavanagh, P., y Sanderson, D.** (1986). The biomechanics of cycling: Studies of the pedalling mechanics of elite pursuit riders. En E. Burke. (Editor). *Science of cycling*, pp.91-122. Champaign: Human Kinetics.
- Craig, N., Norton, K., Bourdon, P., et al.** (1993). Aerobic and anaerobic indices contributing to track endurance cycling performance. *Eur J Appl Physiol*, 67, 150-158.
- Craig, N., Walsh, Ch., Martin, D., et al.** (2000). Protocols for the Physiological Assessment of High-Performance Track, Road, and Mountain Cyclists. En C. Gore. (Editor). *Physiological tests for elite athletes/Australian Sports Commission*, pp. 258-277. Champaign (Il): Human Kinetics.
- Craig, N., y Norton, K.** (2001). Characteristics of Track Cycling. *Sports Med*, 31(7), 457-468.
- Foley, J., Bird, S., y White, J.** (1989). Anthropometric comparison of cyclists from different events. *Br. J. Sports Med*, 13(1), 30-33.
- Mishenko, V., y Monogarov, V.** (1995). *Fisiología del deportista*. Barcelona: Paidotribo.
- Neumann, G.** (1988). Special performance capacity. En A. Dirix, H. Knuttgen y K. Tittel. (Editores). *The Olympic Book of Sports Medicine*, pp.97-108. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Norton, K., et al.** (1996). Anthropometry and sports performance. En K. Norton y T. Olds. (Editores). *Anthropometrica*, pp.287-364. Sidney: Unsw press.
- Polishuk, D.** (1993). *Ciclismo. Preparación, teoría y práctica*. Barcelona: Paidotribo.
- Swain, D.** (1994). The influence of body mass in endurance bicycling. *MSSE*, 26(1), 58-63.
- Swain, D., Coast, R., Clifford, P., Milliken, C., y Stray-Gundersen, J.** (1987). Influence of body size on oxygen consumption during bicycling. *J Appl. Physiol*, 62(2), 668-672.
- Swain, D., y Wilcox, J.** (1992). Effect of cadence on the economy of uphill cycling. *MSSE*, 24(10), 1123-1127.
- Union Cycliste Internationale.** (2014, 7 de mayo). *UCI cycling regulations. Part 3. Track races*. Recuperado de <http://www.uci.ch/Modules/BUILTIN/getObject.asp?MenuId=MTY2NjU&ObjTypeCode=FILE&type=FILE&id=OTQ3OTY&LangId=1>.
- Welsman, J., Armstrong, N., Nevill, A., Winter, E., y Kirby, B.** (1996). Scaling peak VO₂ for differences in body size. *MSSE*, 28(2), 259-265.