



**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
DEL ENTRENAMIENTO
EN LA MODALIDAD
DE CROSS COUNTRY
DEL CICLOMONTAÑISMO**



Control biomédico del
entrenamiento en la modalidad de

CROSS COUNTRY del ciclomontañismo

Luis Eduardo Contreras Vergara, MD. Esp.

Caracterización del **CROSS COUNTRY**



El ciclomontañismo moderno comenzó en los Estados Unidos de Norteamérica en los años setenta, las competencias oficiales comenzaron a principios de los ochenta, y fue incluido como un deporte olímpico oficial en los Juegos Olímpicos de Atlanta en 1996.

En la literatura en lengua inglesa los términos *mountain biking* y *off-road cycling* se usan indistinta e intercambiamente para referirse al ciclomontañismo.

El ente que regula en el ámbito internacional el deporte de ciclomontañismo es la Unión Ciclista Internacional (UCI). En la actualidad la Unión Ciclista Internacional establece tres tipos de competencias de ciclomontañismo: *cross country*, *downhill*, *four cross* y carreras por etapas.

Demandas fisiológicas de las **COMPETICIONES DE *CROSS COUNTRY***

Este capítulo versará solamente sobre la modalidad de *cross country*, y en el texto emplearemos esta denominación inglesa porque se encuentra altamente difundida en todo el mundo.

Características de la **CARRERA DE *CROSS COUNTRY***

Una carrera de *cross country* es una competición de resistencia que se realiza en grupo, que consiste en ejecutar (y completar) varias vueltas de un circuito, en su gran mayoría por fuera de la carretera. De acuerdo con las reglas de la UCI, el recorrido deberá usar un diseño atractivo, idealmente en forma de "hoja de trébol" para facilitar la visualización por parte de los espectadores y el cubrimiento televisivo. Según esas mismas disposiciones, el trayecto debe incluir una variedad de terrenos, tales como segmentos de carretera, recorridos por bosques, campos abiertos, caminos de tierra o grava, e incluir importantes cantidades de ascensos y descensos; en todo caso, la cantidad de recorrido por carreteras asfaltadas o pavimentadas no puede exceder el 15% del total.

En las carreras de *cross country* de formato olímpico de primera clase (Juegos Olímpicos, Copa del Mundo, campeonatos mundiales, campeonatos continentales) la longitud de las vueltas debe estar entre cuatro y seis kilómetros y la duración total de la competencia debe estar entre 1:00 y 1:15 horas para ciclistas junior (hasta 18 años de edad), 1:00 y 1:30 para sub-23 (entre 19 y 22 años de edad), y 1:30 y 1:45 para élites.

La salida de la competencia se hace en grupo pero los ciclistas se ubican en líneas de acuerdo a un sistema de puntos. Esta regla permite que los mejores ciclistas partan en el frente y no sean obstaculizados por corredores de menor nivel.

A diferencia del ciclismo de ruta, durante las carreras de *cross country* los corredores no pueden recibir ninguna asistencia mecánica. Por ello, los problemas mecánicos que ocurren durante la competencia a menudo causan retrasos que influyen negativa e irremediablemente en el desempeño final.

Perfil de intensidad DEL EJERCICIO

Los eventos de *cross country* se caracterizan por ser actividades en las que se realizan esfuerzos de elevada intensidad y en forma intermitente. En algunos estudios se ha encontrado que la frecuencia cardiaca promedio durante una carrera es del 90% de la máxima (correspondiente al 84% del consumo máximo de oxígeno en esas investigaciones) y se alcanzan valores de potencia entre 250 y 500 w durante las fases de ascenso. Con respecto a la intensidad del ejercicio en términos metabólicos, algunas investigaciones han mostrado que alrededor del 44% de la carrera se realiza a intensidades por encima del umbral anaeróbico individual (IAT), pero con grandes oscilaciones de la potencia generada (coeficiente de variación del 69%).

Cuando se comparan las carreras de *cross country* con las de ciclismo de ruta se hace evidente que la intensidad del ejercicio es más alta en esta modalidad del ciclomontañismo, con excepción de la de los ciclistas de ruta profesionales altamente motivados durante las competencias de contrarreloj individual. Esta diferencia puede ser explicada fácilmente por la mayor duración de las competencias de ruta y las diversas situaciones tácticas en el ciclismo de carretera. Adicionalmente, durante las competencias de ruta se puede reducir el gasto energético, disminuyendo la fricción del aire corriendo detrás de otros, lo cual es menos frecuente en el *cross country*. Otros factores también pueden contribuir a la elevada intensidad del ejercicio durante el ciclomontañismo: los repetidos ascensos y descensos en carreteras de grava, la superficie irregular del terreno que ocasiona mayor fricción de las llantas contra el piso, la gran cantidad de contracciones musculares isométricas de brazos y piernas que se requieren para absorber el impacto y la vibración causada por las condiciones del terreno, entre otras.

Influencia del paso de competición sobre la INTENSIDAD DE LA CARRERA DE *CROSS COUNTRY*

A diferencia de las carreras contra el reloj individuales del ciclismo de ruta, en las que un paso uniforme es lo más ventajoso para obtener resultados exitosos, en las de *cross country* se emplea una estrategia diferente. En efecto, la observación de las competencias y las conclusiones

de diversos estudios han mostrado que la parte inicial de la carrera se desarrolla a intensidades mucho más elevadas, pues los competidores procuran ubicarse en las posiciones de adelante desde el comienzo, con el fin de evitar quedar retrasados y ser obstaculizados por los demás rivales cuando el recorrido del circuito se estrecha; esta estrategia es crucial para el resultado final. En tal sentido, algunas investigaciones han mostrado que la frecuencia cardíaca durante la primera parte de la carrera es cercana a la máxima desde el mismo comienzo. Del mismo modo, en otros estudios se han encontrado valores de lactato sanguíneo de 10.0-11.0 mmol/L al término de los primeros 45 minutos de la carrera, y de solo 4.0-4.5 mmol/L en los últimos 20 minutos. De todo lo anterior se concluye que la contribución del metabolismo anaeróbico durante la producción de energía en las carreras de *cross country* es muy importante, sobre todo al comienzo del circuito.

Perfil antropométrico y fisiológico de los corredores **DE CROSS COUNTRY (GÉNERO MASCULINO)**

Características antropométricas

Diversos estudios han mostrado que la estatura promedio de los ciclistas de *cross country* de nivel internacional varía entre 175.0 y 180.0 cm, y la masa promedio entre 64.0 y 72.0 kg. Sin embargo, lo que parece más importante (que la estatura y el peso) es la composición corporal. En efecto, se ha reportado que el porcentaje de grasa corporal promedio de ciclistas de *cross country* de alto nivel se encuentra por debajo del 6.4%, lo cual sugiere una asociación entre la composición corporal y el nivel competitivo. Lo anterior se explicaría porque tener baja masa corporal inerte representa una ventaja para ascender las cuestas características de los circuitos de *cross country*.

Consumo máximo de oxígeno (VO2 Max)

En la literatura se ha encontrado que los corredores de *cross country* presentan valores altos de VO2 Max, usualmente entre 66.5 y 78 mL/kg/min; usualmente se considera como un prerrequisito para el desempeño exitoso de alto nivel disponer de valores superiores a 70 mL/kg/min.

Umrales ventilatorios y de lactato

Tal como se ha expresado atrás, el perfil de intensidad del ejercicio de las carreras de *cross country* requiere que los corredores de esta disciplina posean la habilidad de soportar exigencias de elevada intensidad durante períodos prolongados de tiempo. En efecto, en algunos estudios se han encontrado intensidades a nivel del LT (definido como el punto en el cual el lactato se incrementa en forma exponencial por encima de la línea de base) y del OBLA (intensidad del trabajo correspondiente a un valor de lactato de 4 mmol/L), correspondientes al 75%-77% y 85%-89% del VO₂ Max respectivamente. Asimismo, otras investigaciones han reportado valores de umbral ventilatorio 2 correspondientes al 87% del VO₂ Max en corredores de *cross country* de elevado nivel. Los valores anteriores son similares a los que se encuentran en corredores profesionales de ciclismo de carretera.

Aún considerando las diferencias metodológicas de los distintos estudios, lo cierto del caso es que todos ellos demuestran que los ciclistas de *cross country* pueden utilizar un porcentaje alto de su potencia aeróbica máxima para producir las elevadas y prolongadas ratas de trabajo que se requieren en esa disciplina.

Potencia anaeróbica máxima

Aunque este asunto no ha sido muy analizado, los pocos estudios llevados a cabo, en los que se ha medido la potencia anaeróbica en una serie de tests máximos en bicicleta de diez segundos de duración, han mostrado que los corredores de *cross country* de nivel nacional presentan valores de potencia anaeróbica máxima entre 14.2 y 14.9 W/kg.

Comparación de los corredores de *cross country* CON LOS DE CICLISMO DE RUTA

En diversas investigaciones en las que se han comparado las características fisiológicas y de potencia, tanto máximas como submáximas, de los corredores de *cross country* y de los de ruta no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas cuando dichas variables se han medido en términos absolutos (VO₂ Max, % del VO₂ Max en niveles submáximos de trabajo, potencia en watts en indicado-

res máximos y submáximos). Sin embargo, cuando esos parámetros se han escalado a la masa corporal, se ha encontrado que los corredores de *cross country* presentan valores significativamente más altos que los de ruta, y adicionalmente, poseen menores valores de grasa corporal. Todas esas características hacen similares en términos fisiológicos y antropométricos a los ciclistas de *cross country* y los ruteros escaladores.

Otras investigaciones que han comparado a los ciclistas de *cross country* de élite con los de ruta profesionales, pero subdivididos estos últimos en escaladores, todoterreno y especialistas en el terreno plano, han mostrado que la masa corporal, el VO₂ Max, la potencia máxima de trabajo expresada tanto en términos absolutos como relativos de los corredores de *cross country* son similares a los de los escaladores y a los de los todoterreno, pero significativamente diferentes a los de los especialistas en terreno plano.

De este modo, los resultados de la literatura sugieren que los ciclistas de *cross country* presentan características fisiológicas similares a las de los de ruta escaladores y todoterreno, lo cual es importante y debe ser tenido en consideración cuando los deportistas deseen alternar o cambiar de modalidad entre el ciclomontañismo y el ciclismo de ruta.

Perfil antropométrico y fisiológico de las corredoras **DE CROSS COUNTRY (GÉNERO FEMENINO)**

Son pocos los estudios publicados sobre los aspectos antropométricos y funcionales de las corredoras de *cross country*. Los valores promedio que se han encontrado en las distintas investigaciones en corredoras de nivel nacional o internacional han variado de la siguiente manera: 26 a 30 años de edad, 162.0 a 167.0 cms de estatura, 52.5 a 57.5 kg de peso, VO₂ Max entre 57.4 y 57.9 mL/kg/min, potencia máxima absoluta entre 306 y 313 W, y potencia máxima relativa entre 5.4 y 5.9 W/kg. En conjunto, estos datos son similares a los que han reportado ciclistas de ruta de élite de género femenino, y demuestran que las mujeres también necesitan poseer potencias aeróbicas máximas (absolutas y relativas al peso corporal) elevadas para competir con éxito en las pruebas de *cross country*.

Relaciones entre los resultados en los tests fisiológicos y **EL DESEMPEÑO EN LAS CARRERAS DE *CROSS COUNTRY***

La validez de la utilización de las evaluaciones fisiológicas para determinar el rendimiento exitoso en las carreras de *cross country* ha sido demostrada en diversos estudios. En resumen, se han encontrado dos conclusiones grandes:

En corredores con grandes diferencias en su rendimiento se ha observado una elevada correlación entre VO₂ Max, potencia máxima en vatios, potencia en vatios en el LT y potencia en vatios en el OBLA durante un test incremental en bicicleta en el laboratorio y el tiempo empleado durante un circuito oficial de *cross country*. Sin embargo, estas correlaciones son mucho más fuertes si esos parámetros fisiológicos se normalizan con respecto al peso corporal.

En ciclistas de *cross country* de elevado nivel y con pocas diferencias en el rendimiento los parámetros fisiológicos máximos no se correlacionan en forma importante con el desempeño en competición; por el contrario, los únicos tests fisiológicos asociados con el tiempo gastado durante una carrera son la potencia en vatios y el VO₂ en el umbral ventilatorio 2, relativos a la masa corporal (o a la masa corporal elevada a la potencia de 0.79).

Estos dos estudios confirman que: 1) la potencia aeróbica alta y la habilidad de utilizar un porcentaje elevado de ella (umbrales metabólicos y ventilatorios cercanos al rendimiento máximo) son prerequisites para competir exitosamente en carreras de *cross country*, y 2) los tests que valoren estos dos parámetros fisiológicos son válidos para evaluar a los corredores de esta modalidad del ciclomontañismo, sobre todo cuando son normalizados con respecto al peso corporal. Debido a lo anterior, los tests mencionados atrás son la base de las evaluaciones que se llevan a cabo en el área de Medicina Deportiva de Indeportes Antioquia.

Control biomédico del entrenamiento **EN EL CROSS COUNTRY**

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, fosfatasas 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 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 de 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

En la evaluación funcional que se realiza en el Laboratorio de Fisiología del Ejercicio de Indeportes Antioquia se cuenta con la posibilidad de practicar tanto valoraciones metabólicas con mediciones de lactato, empleando diversos tests y protocolos, como ergoespirométricas, con

determinaciones instantáneas de parámetros cardíacos y respiratorios (como la frecuencia cardíaca, la ventilación, la producción de CO₂, el consumo de O₂, y el cálculo de otros indicadores derivados de los anteriores).

Ergometría con tomas de lactato

Determinación de parámetros máximos

- VO₂ Max absoluto y relativos (a la M¹, a la M^{0.79})
- PWCmax absoluto y relativos (a la M¹, a la M^{0.79})
- Lactato
- Frecuencia cardíaca

Determinación de parámetros en el umbral anaeróbico

- VO₂
- PWC absoluto y relativos (a la M¹, a la M^{0.79})
- Lactato
- Frecuencia cardíaca

Ergoespirometría con medición directa de gases respiratorios

Determinación de parámetros máximos y en el umbral anaeróbico

- VO₂
- PWC absoluto y relativos (a la M¹, a la M^{0.79})

Frecuencia cardíaca

Tests de potencia anaeróbica máxima

Medición de la potencia anaeróbica máxima en un Test de Wingate de treinta segundos, o mediante una serie de cargas máximas de diez segundos de duración (test de fuerza-velocidad).

Test de remoción de lactato (toma de lactato en los minutos 1, 3, 5, 7, 12 y 20, luego de un esfuerzo anaeróbico láctico máximo).

Controles integrales de terreno en bicicleta con medidores de potencia

Tienen como objetivo estudiar las posibilidades de los distintos sistemas orgánicos que determinan el nivel de desarrollo de las principales cualidades físicas del deportista. Con este propósito, en los controles de terreno se utilizan diversos métodos de investigación, tomados de la fisiología, la bioquímica, la biomecánica, la cineantropometría y la psicología, entre otras disciplinas. Una justificación de valor incalculable de estos controles es que permiten confrontar los resultados obtenidos en las condiciones del laboratorio (de Fisiología del Ejercicio) con las condiciones reales de entrenamiento y competición de los ciclistas.

Los principales controles de terreno que se realizan en esta disciplina son los siguientes:

- Tests de potencia aeróbica máxima en el terreno (de duración y características similares a los "prólogos" en el ciclismo de ruta)
- Tests de umbral anaeróbico (de duración y características similares a las pruebas contra el reloj individuales en el ciclismo de ruta)

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 de la asimilación de las cargas de trabajo y de la recuperación de la fatiga, entre otros aspectos.

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.

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

Utilización de cargas-tests. Consiste en utilizar el entrenamiento como un instrumento de evaluación, en el que el contenido de la sesión es un componente de la evaluación, con la ventaja adicional de que se realiza en las condiciones naturales de trabajo. En ese caso, los índices fisiológicos y/o bioquímicos convenientemente escogidos de control puntual (frecuencia cardíaca y concentración de lactato en la sangre) permiten determinar, a partir de sus transformaciones, el estado del organismo de los deportistas.

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 DE 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 las ciencias aplicadas al deporte, en todo el proceso de entrenamiento, y su participación en el análisis y la discusión de los resultados observados.

REFERENCIAS

- Wilber, R., Zawadzki, K., Kearney, J., et al.** (1997). Physiological profiles of elite off-road and road cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(8), 1090-1094.
- Baron, R.** (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of off-road cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(8), 1387-1393.
- Lee, H., Martin, D., Anson, J., Grundy, D., y Hahn, A.** (2002). Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 20(12), 1001-1008.
- Impellizzeri, F., Sassi, A., Rodríguez-Alonso, M., Mognoni, P., y Marcora, S.** (2002). Exercise intensity during off-road cycling competitions. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 34(11), 1808-1831.
- Impellizzeri, F., Rampinini, E., Sassi, A., Mognoni, P., y Marcora, S.** (2005). Physiological correlates to off-road cycling performance. *Journal of Sports Sciences*, 23(1), 41-47.
- Impellizzeri, F., Marcora, S., Rampinini, E., Mognoni, P., y Sassi, A.** (2005). Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. *Br J Sports Med*, 39(10), 747-751.
- Impellizzeri, F., Marcora, S.** (2007). The Physiology of Mountain Biking. *Sports Medicine*, 37(1), 59-71.
- Prins, L., Terblanche, E., y Myburgh, K.** (2007). Field and laboratory correlates of performance in competitive cross-country mountain bikers. *Journal of Sports Sciences*, 25(8), 927-935.

