

**MODIFICACIONES DE LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO  
DEPORTIVO DURANTE LA TEMPORADA COMPETITIVA DEL AÑO  
2002, EN JUGADORES DE LA CATEGORÍA PRIMERA A PROFESIONAL  
DE LA ASOCIACIÓN DEPORTIVO CALI**

**HERNANDO ARIAS LONDOÑO**

UNIVERSIDAD DEL VALLE

INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN ÉNFASIS: FISIOLOGÍA DEL DEPORTE

SANTIAGO DE CALI

2010

**MODIFICACIONES DE LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO  
DEPORTIVO DURANTE LA TEMPORADA COMPETITIVA DEL AÑO  
2002, EN JUGADORES DE LA CATEGORÍA PRIMERA A PROFESIONAL  
DE LA ASOCIACIÓN DEPORTIVO CALI**

**HERNANDO ARIAS LONDOÑO**

Tesis de grado para optar al título de  
Magíster en Educación Énfasis: Fisiología del Deporte

**DIRECTOR:**

JAIME HUMBERTO LEYVA DE ANTONIO Ph.D

UNIVERSIDAD DEL VALLE

INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN ÉNFASIS: FISIOLOGÍA DEL DEPORTE

SANTIAGO DE CALI

2010

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Santiago de Cali, Mayo 2010

<b>AUTOR</b>	<b>ARIAS</b>	<b>LONDOÑO</b>	<b>HERNANDO</b>
	Primer Apellido	Segundo Apellido	Nombre

**TITULO:**

**MODIFICACIONES DE LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO DEPORTIVO,  
DURANTE LA TEMPORADA COMPETITIVA DEL AÑO 2002, EN  
JUGADORES DE LA CATEGORÍA PRIMERA A PROFESIONAL DE LA  
ASOCIACIÓN DEPORTIVO CALI**

**DESCRIPTORES, MATERIAS O TEMAS QUE TRATA EL ESTUDIO:**

Control del entrenamiento deportivo

Pruebas para la valoración morfo - funcional del futbolista

Control bioquímico del entrenamiento

Santiago de Cali, Mayo 2010

## DEDICATORIA

*A mis seres más queridos LUZ MARINA, JUAN DAVID y ALEXANDER,  
que soportan mis largas ausencias.*

*A mis padres, que me guiaron por el camino del conocimiento.*

## AGRADECIMIENTOS

Para la culminación de este trabajo muchas personas contribuyeron y apoyaron mi esfuerzo:

El Profesor JAIME HUMBERTO LEYVA, aparte de ser mi tutor, se convirtió en un apoyo permanente y fue riguroso para que se culminara un buen trabajo.

Los jugadores HERMAN GAVIRIA y GEOVANNY CÓRDOBA, que participaron del estudio y murieron haciendo lo que más disfrutaron en sus vidas: JUGAR AL FÚTBOL.

A la ASOCIACIÓN DEPORTIVO CALI, una gran institución, que me ha permitido desarrollar mi labor profesional por muchos años y han apreciado mis aportes.

Al Profesor GASTÓN MORAGA PAREDES, que siempre ha sido mi guía profesional e incomparable amigo.

Al Doctor JAIME ALFREDO ALBARRACIN, amigo y compañero, que me ha acompañado en la locura de medir futbolistas.

Al Doctor JUAN ANDRÉS MOSQUERA, otro gran profesional que me ha colaborado en el intento de buscar datos.

A todos los amigos y colegas de la gran familia del Fútbol que me han compartido tantas experiencias durante esta larga carrera, creándome siempre nuevas expectativas y manteniendo encendida esa llama de la investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	12
JUSTIFICACIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
CAPITULO I	
MARCO TEÓRICO	17
1.1 ANTECEDENTES	17
1.2 TEORÍAS BÁSICAS	32
1.2.1 Control y evaluación del entrenamiento	32
1.2.2 Concepto de evaluación	32
1.2.3 Evaluación y dirección del proceso de entrenamiento	33
1.2.4 Importancia de la evaluación en el proceso de entrenamiento	34
1.2.5 Normas para evaluar	35
1.2.7 Batería de test para futbolistas	38
1.2.9 Selección de los test	40
1.2.10 Caracterización fisiológica del fútbol	40
1.2.11 Características físicas del futbolista	51



1.2.12 La preparación física del futbolista	61
1.2.13 Metodología global del entrenamiento del futbolista	68
1.2.14 Demandas fisiológicas del futbolista moderno	69
1.2.15 Exigencias físicas del futbolista	71
1.2.16 Mediciones fisiológicas durante los partidos	74
1.2.17 Cualidades físicas	77
CAPITULO II	
2.1 OBJETIVOS, MÉTODOS Y ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	80
2.1 OBJETIVO GENERAL	80
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	80
2.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	80
2.3.1 Tipo de investigación	80
2.3.2 Población	81
2.3.3 Variables empleadas para el estudio	81
2.3.4 Técnicas de recolección de la información	83
CAPITULO III	
3.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	94
3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN	94
3.2 COMPOSICIÓN CORPORAL	97
3.2.1 Índice de masa corporal	97
3.2.2 Peso libre de grasa	98

3.2.3 Porcentaje de grasa	100
3.2.4 Porcentaje de agua corporal	102
3.3 RESISTENCIA	103
3.3.1 VO2 Máximo	104
3.3.2 Lactato sanguíneo	107
3.3.3 Frecuencia cardiaca máxima	109
3.3.4 Recuperación post-esfuerzo (recuperación 1´)	111
3.3.5 Distancia alcanzada en el test yo-yo resistencia intermitente	113
3.3.6 Rendimiento en test 504 metros	114
3.4 POTENCIA	116
3.4.1 Potencia unipodal	117
3.4.2 Potencia bipodal	119
3.4.3 Déficit bilateral	120
3.5 VELOCIDAD	122
3.5.1 Test 30 metros	124
3.5.2 Test velocidad de reacción	125
3.6 TÉCNICA	129
3.7 CONTROL BIOQUÍMICO	134
3.7.1 Testosterona	135
3.7.2 Cortisol	137
3.7.3 Relación testosterona/cortisol	139

3.8 ANÁLISIS COMPONENTES PRINCIPALES	140
CONCLUSIONES	149
RECOMENDACIONES	152
BIBLIOGRAFIA	153

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Importancia de la evaluación en futbolistas y entrenadores	32
Tabla 2: Valores de referencia para la intensidad a partir de la frecuencia cardiaca	40
Tabla 3. Niveles de intensidad a partir de la frecuencia cardiaca de reserva	41
Tabla 4. Concentraciones de ácido láctico en el fútbol	55
Tabla 5: Valores de referencia para el componente morfológico en futbolistas de diferente nivel.	67
Tabla 6. Sistema de valoración del % DBL para futbolistas.	77
Tabla 7. Valores de referencia para el test de 504 metros, futbolistas	80
Tabla 8. Periodos de evaluación	87
TABLA 9. Promedio edad jugadores ligas profesionales de diferentes países 2006	89
Tabla 10. Promedio estatura jugadores ligas profesionales de diferentes países 2006	90
Tabla 11. Características jugadores profesionales Deportivo Cali temporada 2002	91
Tabla 12. Promedio masa corporal jugadores ligas profesionales diferentes países	92
Tabla 13. Promedio IMC jugadores ligas profesionales diferentes países	98

Tabla 14. Composición corporal jugadores profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	95
Tabla 15. Resistencia jugadores profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	102
Tabla 16. Potencia miembros inferiores jugadores profesionales Deportivo Cali, temporada 2002	122
Tabla 17. Velocidad jugadores profesionales Deportivo Cali, temporada 2002	130
Tabla 18. Velocidad de reacción ante estímulo acústico y óptico, velocistas de diferente nivel	138
Tabla 19. Técnica de conducción de balón jugadores profesionales Deportivo Cali, 2002	139
Tabla 20. Niveles séricos de testosterona, cortisol y relación T/C jugadores Profesionales Deportivo Cali, 2002	146
Tabla 21. Niveles de Testosterona, Cortisol y relación T/C, en Deportistas de alto rendimiento de Canoa y Fútbol, 2003.	149
Tabla 22. Volumen entrenamiento Periodo Preparatorio, Deportivo Cali, Temporada 2002.	161
Tabla 23. Volumen entrenamiento Primer periodo competitivo, Deportivo Cali, Temporada 2002.	161
Tabla 24. Volumen entrenamiento Segundo periodo competitivo, Deportivo Cali, Temporada 2002.	162
Tabla 25. Análisis componentes principales de preparación Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	171

Tabla 26. Matriz rotada de componentes principales relacionados con la preparación Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	172
Tabla 27. Matriz rotada de componentes principales relacionados con la preparación integral Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	174

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Pista para la realización del test de 504 metros.	80
Figura 2. Diagrama del test de conducción de balón	84
Figura 3. Peso libre de grasa Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	97
Figura 4. Porcentaje de Grasa por método Yuhasz, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	98
Figura 5. Porcentaje de Agua Corporal Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	100
Figura 6. Consumo Máximo de Oxígeno, por yo-yo test, Futbolistas Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002.	105
Figura 7. Lactato sanguíneo obtenido post yo-yo test, Futbolistas Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	108
Figura 8. Frecuencia Cardiaca máxima alcanzada en yo-yo test, Futbolistas Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002.	111

Figura 9. Recuperación un minuto post-esfuerzo Jugadores Deportivo Cali, Temporada 2002	114
Figura 10. Distancia recorrida (m), test yo-yo de resistencia intermitente jugadores Deportivo Cali, Temporada 2002	117
Figura 11. Test 504 metros Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002.	119
Figura 12. Test de salto unipodal con pierna izquierda Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	123
Figura 13. Test de salto unipodal con pierna derecha Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	124
Figura 14. Test de salto bipodal Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	126
Figura 15. Déficit Bilateral (DBL) Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	128
Figura 16. Velocidad en 30 metros, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	132
Figura 17. Velocidad de reacción con mano derecha ante estímulo visual, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	134



Figura 18. Velocidad de reacción con mano izquierda ante estímulo visual, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	135
Figura 19. Velocidad de reacción ante estímulo auditivo, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	136
Figura 20. Conducción de balón Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	140
Figura 21. Conducción de balón en slalom, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	141
Figura 22. Carrera en slalom, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	143
Figura 23. Diferencia slalom sin y con balón, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	144
Figura 24. Niveles séricos de Testosterona, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	147
Figura 25. Niveles séricos de Cortisol, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	153
Figura 26. Relación Testosterona/Cortisol, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002	158

Figura 27. Porcentaje de entrenamiento por periodos, Deportivo Cali, Temporada 2002	163
Figura 28. Volumen de entrenamiento de fuerza en minutos, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002.	164
Figura 29. Volumen de entrenamiento de resistencia en minutos, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002.	165
Figura 30. Volumen de entrenamiento de velocidad en minutos, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002.	166
Figura 31. Volumen de entrenamiento específico de fútbol en minutos, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002.	167
Figura 32. Volumen de entrenamiento técnico-táctico-estratégico en minutos, Jugadores Profesionales Deportivo Cali, Temporada 2002.	168
Figura 33. Volumen de entrenamiento Equipo Profesional Deportivo Cali, Temporada 2002.	169
Figura 34. Análisis de componentes principales preparación Deportivo Cali, Temporada 2002	173
Figura 35. Análisis de componentes principales, preparación Deportivo Cali, Temporada 2002	175

## RESUMEN

Se realizó una investigación descriptiva de tipo transversal, en jugadores de fútbol profesional de la Asociación Deportivo Cali. Se estudiaron variables de tipo antropométrico, condicional y bioquímico. A través de la temporada se realizaron seis evaluaciones en diferentes momentos, utilizando metodología científica con instrumentos confiables y pruebas válidas, a 18 jugadores con edad promedio de  $23,9 \pm 2,2$  años. La estatura promedio fue de  $177,50 \pm 4,1$  cm., con una masa corporal de  $73,6 \pm 5,7$  kg. y un Índice de Masa Corporal de  $23,35 \pm 1,38$ .

El % de agua corporal al inicio de la temporada fue de 63,67% y vario significativamente hasta 66,81% al final de la temporada. El % de grasa por el método Yuhasz se mantuvo estable durante la temporada, entre 8,68% y 9,04% en promedio. El  $VO_2$  Máx. se calculó indirectamente a través del yo-yo intermitente test y se mantuvo en valores estables a través del torneo entre 65,34 y 68,33 ml/kg/ min<sup>-1</sup>. Los valores de lactato sanguíneo se situaron en promedio al inicio de temporada en  $10,09 \pm 1,64$  mMol/l<sup>-1</sup> (Máx. 13,10 y Mín. 7,10). La frecuencia cardiaca máxima no vario mucho en los diferentes momentos y fue alrededor del 95% de la máxima estimada, promedio 184,94 p/min. (máximo 197 y mínimo 171 p/min.).

La potencia de miembros inferiores se valoró mediante el test Abalakov en plataforma electrónica y por posición se destacaron los Arqueros que mejoraron de 53,37 a 61,88 cm. en promedio. La velocidad en la distancia de 30 metros no se modificó a través de los seis momentos evaluados y los promedios se situaron alrededor de 3,50 Seg.

Como variables bioquímicas se midieron los valores séricos de Testosterona y Cortisol. Los niveles séricos de Testosterona al inicio de la temporada fueron de  $6,37 \pm 1,85$  ng/ml y al

final de la temporada fueron de  $5,85 \pm 1,05$ , diferencia que no resultó ser significativa ( $p < 0,005$ ). Entre los diferentes momentos evaluados, sí se presentaron variaciones significativas. Se encontró que los niveles séricos de Cortisol durante la temporada 2003, fueron muy variables y contrarios a los niveles de testosterona. El cortisol se comportó de manera muy similar durante los tres primeros momentos, pero se presentó un aumento significativo y dramático ( $p < 0,001$ ) en la segunda parte del año.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación parte de la concepción que el fútbol es un deporte colectivo de mucha complejidad en el entrenamiento y que demanda altos rendimientos. Los entrenadores, preparadores físicos y médicos deportivos se enfrentan a la situación de tener que brindar resultados positivos cada vez que el equipo juega y los futbolistas son sometidos a esa presión permanentemente. ¿Cómo entrenar adecuadamente un futbolista? Es el cuestionamiento diario de los encargados del entrenamiento. Pero, ¿De qué parámetros se pueden valer para planificar cargas de entrenamiento que garanticen una adecuada preparación y, más aún, que permitan obtener buenos resultados siempre?

En el estudio que es de enfoque cuantitativo, no experimental, descriptivo de tipo transversal, se buscó conocer las características del rendimiento de futbolistas profesionales a través de la temporada competitiva del año 2002. Se trató de un estudio exploratorio al considerar un problema poco estudiado en nuestro medio y sobre el que no se encontraron parámetros de referencia para futbolistas colombianos. En Colombia, hasta el momento, los parámetros usados provienen de otras latitudes: España, Argentina, Italia, Brasil, principalmente. Se trata, por lo tanto, de aportar conocimiento que sirva de referencia para el desarrollo de nuestro fútbol.

El objetivo del presente estudio, es observar los cambios que sufre el futbolista a través del proceso de entrenamiento, durante la temporada competitiva del fútbol

profesional colombiano 2003. Este torneo, es atípico y por sus características, no se acoge al calendario internacional de otras ligas profesionales de Latinoamérica o Europa. Se realizó el seguimiento a los jugadores de la Asociación Deportivo Cali que compitieron durante toda la temporada. De los 28 jugadores inscritos para el campeonato, 19 cumplieron con seis controles realizados a través del año y son quienes finalmente participaron del estudio.

El Deportivo Cali es una institución, perteneciente a la organización del fútbol colombiano, que reúne características especiales y es pionera en aspectos organizativos y locativos para formación de jugadores profesionales de fútbol y ha promovido un número significativo de futbolistas al fútbol internacional de alta competencia. El estudio, por las características de la población investigada, puede inferirse al fútbol colombiano en general o por lo menos a grupos de futbolistas de características similares a las del grupo objeto del estudio

## JUSTIFICACIÓN

El fútbol es un deporte colectivo que integra toda una gama de movimientos técnicos que le hacen imprevisible. Pero, además, requiere de una gran preparación atlética que permita ejecutar esas variadas dotes técnicas durante un periodo de tiempo prolongado. El hecho de que se necesite vencer a un contrario exige también una organización de tipo táctico y estratégico. Aunque el fútbol tiene un reglamento bien establecido por una organización rectora en el ámbito mundial, por jugarse en casi todo el mundo, lleva a que el jugador se desempeñe en diferentes ambientes, con altitudes, temperaturas y terrenos diversos.

Lo anterior nos lleva a pensar que el futbolista es un atleta que tiene que ser preparado bajo la óptica de múltiples factores y que reúne unas características muy especiales. El futbolista no es tan rápido como un velocista, pero tiene que ser veloz; no es tan resistente como un atleta de largo aliento, pero tiene que mantener su rendimiento durante 90 minutos; no es tan fuerte como un levantador de pesas, pero tiene que poseer una gran potencia. Y hay que agregar que tiene que tener una técnica específica y una aplicación táctica especial. Es decir, el futbolista se desempeña en un deporte complejo y que cada día exige más, por la connotación sociológica que tiene.

En nuestro medio, aunque el fútbol ha alcanzado un desarrollo importante y a nivel mundial, en categorías juveniles, se han alcanzado algunos resultados importantes, también es cierto que no hemos podido consolidar un rendimiento que nos permita

ser considerados como de la elite mundial, a pesar de que algunos de nuestros futbolistas se desempeñan con éxito en los mejores clubes del mundo.

El presente trabajo se justifica por cuanto estudió la evolución en el rendimiento que experimentó un grupo que representa a uno de los clubes colombianos de mayor prestigio y que ha tenido importantes desempeños a nivel internacional. Se observaron algunos cambios que sufrieron los futbolistas a través del proceso de entrenamiento, para de esta manera, conocer las variables que fueron determinantes para el rendimiento del jugador y poder plantear estrategias metodológicas para el entrenamiento.

La investigación intenta ofrecer un aporte para el medio colombiano en el sentido de ofrecer algunas herramientas de carácter científico, que permitan orientar a los futbolistas de una manera más objetiva y no seguir obedeciendo solo a la impresión subjetiva.

Otro aporte para el medio, es ofrecer parámetros de valoración de futbolistas que permitan evaluar el rendimiento de los jugadores con más objetividad y de esta manera, generar ahorros en tiempo y recursos. Carecemos de parámetros verdaderamente confiables y aplicables a nuestra población y es sin duda uno de los problemas a los que se enfrentan los entrenadores para tomar decisiones a la hora de escoger jugadores para su equipo. El estudio abre la posibilidad de poder tomar decisiones más acordes con las necesidades puntuales del entrenador.



Otro aspecto importante al realizar pronósticos sobre el rendimiento en determinado momento de la preparación del futbolista es, poder individualizar más el entrenamiento y ajustarse a las necesidades específicas de cada jugador y de esta manera, cualificarlo mejor para el desempeño en competencia.

Se trata, por lo tanto, de aportar elementos para comprender mejor este fenómeno del fútbol, entendiendo que, si no se sabe lo que hay que mirar, resultará imposible descubrir algo. Para encontrar se necesita buscar, pues como afirmaba Heráclito, “cuando se tiene la sabiduría de mirar, la realidad se llena de bellos espectáculos, pero si no esperamos lo inesperado, será difícil reconocerlo cuando llegue”. Comprender los fenómenos ayuda a intervenir sobre ellos y es una de las justificaciones del presente estudio.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El torneo de fútbol profesional colombiano ha tenido a través de la historia constantes modificaciones y aún, en la actualidad, no hay unidad en torno a la organización del torneo. Justamente durante el año 2002 se introduce una nueva modificación y se juegan dos campeonatos al año. El del primer semestre se inicia a comienzos del mes de febrero, con finalización hacia mediados del mes de junio. Casi de inmediato, iniciando el mes de Julio comienza un nuevo campeonato, que finaliza el mes de diciembre. En la confección de este tipo de campeonato, prima los intereses de directivos, más de tipo económico, que los deportivos.

En la federación colombiana no hay una comisión técnica que sugiera la organización de un torneo que considere aspectos de rendimiento y que se ajuste a los calendarios internacionales de las ligas de primer nivel. La preparación de un equipo profesional en Colombia representa una dificultad enorme para los entrenadores y preparadores físicos, dado que no hay el tiempo mínimo necesario para que un deportista como el futbolista profesional se prepare adecuadamente. Tampoco el futbolista profesional cuenta con el tiempo de descanso entre temporadas para reponer fuerzas y, por lo tanto, se tiene un jugador saturado de competencia y entrenamientos y que apenas sí alcanza a prepararse de un torneo a otro.

La organización de los clubes profesionales en Colombia tampoco es la mejor y con contadas excepciones, los clubes no cuentan con la infraestructura y la logística necesaria para preparar un jugador para la alta competencia. Esto lleva a que la continuidad de los llamados Cuerpos Técnicos no se garantice y los procesos de

preparación se interrumpen constantemente. Prácticamente un entrenador y sus colaboradores no pueden realizar planificaciones a largo plazo, sino para unos pocos partidos y con suerte, logra algún resultado importante y puede prolongar un poco su proceso.

A nivel del fútbol profesional colombiano resulta muy complicado para un grupo técnico realizar seguimiento de la preparación de su grupo, dadas las escasas condiciones con que cuenta para tal fin y la exagerada competencia a que es sometido un jugador, quedando poco espacio de tiempo para realizar valoraciones sistemáticas y confiables. Los controles se limitan a mediciones antropométricas y algunas de tipo médico. Otro aspecto a considerar, es que el jugador colombiano no tiene la cultura de “ser medido” y se resisten a este tipo de valoraciones y consideran todo tipo de evaluación como mecanismos de vigilancia y no son conscientes de la utilidad de la evaluación del rendimiento.

El problema a resolver es, por lo tanto, ¿Cómo realizar controles sistemáticos del rendimiento del jugador de fútbol profesional del Deportivo Cali, que sirvan para mejorar las estrategias metodológicas de intervención en el entrenamiento y como control del estado de forma?

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 ACERCA DE LAS GENERALIDADES DEL CONTROL Y EVALUACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**

El control y evaluación del entrenamiento constituyen dos elementos fundamentales del proceso de entrenar sin los cuales sería imposible proyectar hacia el futuro la mejora del rendimiento y la capacidad de cualquier individuo (Ekblom, 1986: Lima, 2002). El control del proceso de entrenamiento refiere al hecho de supervisar continuamente los avances del deportista permitiendo corregir posibles errores o en su caso asegurar de que lo planificado marcha correctamente (Morales, 2005).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que, aunque forman parte de un mismo proceso los términos “control” y “evaluación” en el contexto de la planificación del entrenamiento hacen referencia a aspectos diferenciados. Por un lado, el control afecta a las medidas y el test es el instrumento de medida básico, bien sea escrito, oral, con ayuda mecánica o de cualquier otro tipo. Por otro, la evaluación determina el estado de calidad, de bondad o de ajuste a los objetivos de aquello que se ha medido e implica asumir la toma de decisiones, constituyendo por ello, una fase decisiva del proceso de entrenamiento (Córdova, 2000).

El desarrollo del campo de la evaluación y el control del entrenamiento ha seguido una línea paralela a la evolución de los propios sistemas de planificación, así como de las innovaciones y mejoras tecnológicas puestas al servicio de la creación de nuevos y sofisticados aparatos de medición. Cada vez más, el entrenamiento deportivo se está convirtiendo en un proceso riguroso y sistematizado, donde el control del mismo cobra una relevancia muy importante en lo que a la calidad del proceso se refiere. Las Ciencias del Deporte crecen y evolucionan y toman aspectos de otras ciencias afines como la Fisiología, Psicología, Biomecánica, etc. (García Manzo y Col., 1996).

Por otra parte, cuando se habla de control y evaluación del entrenamiento se está haciendo referencia a diversos ámbitos de actuación a través de los cuales se puede obtener la información necesaria. Así, el control del entrenamiento se puede realizar en los ámbitos médicos, biomecánicos, técnicos, condicionales o psicológicos. Es decir, en todos los campos que colaboran en la obtención de unas mejoras en el rendimiento (Córdova, 2000).

De hecho, los deportistas son objeto de múltiples mediciones, sin embargo, el hecho de que se esté calculando determinado aspecto de la preparación, no significa que esa valoración constituya un control del entrenamiento. Es errado el concepto que entre más pruebas se realicen mayor información se puede recolectar, dado que el control no se puede entender como un objetivo en sí mismo sino como un medio para ayudar a los entrenadores y deportistas a optimizar el entrenamiento.

VIRU (2001) plantea que el control del entrenamiento deportivo debe regirse bajo cinco principios: aumentar la eficacia del entrenamiento; registrar los cambios registrados de los deportistas en las diversas fases del entrenamiento, bajo la influencia de los principales elementos de las actividades deportivas; específico, dado que depende del tipo de competencia, el nivel de preparación y resultados, la edad y el género del deportista; debe proporcionar información fiable relacionada con la tarea que está siendo controlada; ser comprensible y ser científicamente válido para poder realizar las necesarias correcciones en el diseño del entrenamiento.

Cuando se habla de carga de entrenamiento se refiere a una actividad funcional aumentada del organismo, como consecuencia de un ejercicio de entrenamiento (Matveiev, 2001). Todo proceso de entrenamiento es una sucesión de cargas de entrenamiento y períodos de recuperación que, si presentan una buena correlación, van a dar como resultado una mejora progresiva del rendimiento deportivo. Para llevar a cabo correctamente esta sucesión, es preciso controlar, cuantificar la carga de entrenamiento para poder establecer así correctamente los períodos de recuperación, ya que depende no sólo de la cantidad sino también de la calidad e incluso de la densidad.

El fútbol es una disciplina deportiva de situación que contempla mucha complejidad para el entrenamiento, dado que son múltiples las características a entrenar y el éxito depende -en gran medida- de la armonización de esos diferentes aspectos de la preparación. Específicamente el objetivo del control del entrenamiento y de la competición es conocer la efectividad de la planificación y programación para poder hacer modificaciones oportunas si no se llega a los objetivos de rendimiento previstos.

Muchos autores y profesionales que trabajan en diseños de metodologías integradas no admiten la conveniencia de los test porque se aleja de la razón íntima de la filosofía estructuralista que desvirtúa esos procesos analíticos (utilización de test condicionales), para entender que el deportista como ser humano solo progresa cuando evolucionan equilibradamente todas las estructuras que lo confieren - cognitiva, socio-afectiva, condicional, etc., Seirulo 2004, afirma que el entrenamiento no puede ser controlado desde la comparación con modelos externos al sujeto sino que lo que se debe evaluar es el nivel de auto-organización de cómo el deportista es capaz de interpretar sus actuaciones en función de la interacción y retroacción de esas estructuras. Es común la interpretación parcial de un aspecto del juego (test aislado) utilizado para generalizar y enjuiciar la totalidad del rendimiento. (Sampedro, 1999).

Albert Roca, al contrario, aun teniendo en cuenta la significación de la teoría de Seirulo, realiza un análisis diferente, otorgando mucha importancia a la interpretación de los datos cuantitativos y considera que hay que apoyarse en ellos para valorar, aún mejor, el proceso de entrenamiento.

Justamente, es la consideración que se tiene para el presente trabajo, al aceptar que es sumamente complejo evaluar el rendimiento del futbolista de manera integrada y se hace necesario, recurrir a pruebas que permitan tener un valor para cada tipo de condición que se expone en este deporte. El dilema radica en escoger aquellas pruebas que, aun teniendo en cuenta que se alejan del ideal estructuralista, pueden ser susceptibles de valorar el estado de forma del jugador en un momento determinado de la temporada (García Manso, 1996). Por supuesto, posteriormente

se hace necesario interpretar los resultados teniendo en cuenta que algunas circunstancias externas (estrés, entorno, motivación, etc.), pueden modificarlos.

### **1.1.2. IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN Y DIRECCIÓN DEL PROCESO DE ENTRENAMIENTO**

La evaluación puede conceptualizarse como un proceso dinámico, continuo y sistemático, enfocado hacia los cambios de las conductas y rendimientos, mediante el cual se verifican los logros adquiridos en función de los objetivos propuestos. Como afirma Blázquez (1990), la evaluación no siempre expresa una medida exacta, sino una aproximación cualitativa y cuantitativa

La evaluación adquiere sentido en la medida que comprueba la eficacia y facilita el perfeccionamiento de la acción pedagógica. Lo que destaca un elemento clave de la concepción actual de la evaluación: no evaluar por evaluar, sino para mejorar los programas, la organización de las tareas y la transferencia a una más eficiente selección metodológica.

La evaluación le permite al entrenador dirigir correctamente el proceso de preparación del deportista, dado que permite conocer las modificaciones ejercidas por el efecto de la carga de entrenamiento en el organismo del atleta. Con la evaluación del deportista se busca comparar los objetivos definidos y los resultados que las actividades producen. Puesto que el entrenamiento es un proceso abierto, es necesario que el entrenador no se fije sólo en la evolución de los resultados, sino que considere igualmente los objetivos definidos, y las oportunidades creadas, para que



los objetivos puedan ser alcanzados con el rendimiento del atleta en toda la temporada deportiva (Vasconcelos, 2000).

*Tabla 1. Importancia de la evaluación en futbolistas y entrenadores*

<b>Futbolistas</b>	<b>Entrenadores – Educadores</b>
Elemento de motivación	Detección de talentos deportivos
Retroalimentación (puntos fuertes y débiles)	Estudio de evolución – progresión de jugadores
Análisis objetivo de progresión	Autoevaluación feedback sobre propia
Establecimiento de objetivos	programación y planificación

GARCIA MANZO Y Cols. 1996

La planificación, el rendimiento y la evaluación del practicante constituyen una unidad necesaria para la correcta gestión del programa de preparación de cualquier atleta. Se podría coincidir en que el contenido general que se ha de evaluar es la suma de lógica interna y externa del deporte, bien entendido que ambas tienen una dificultad bien diferenciada (Sampedro, 1999).

Para alcanzar el éxito deportivo, es necesario proceder, con una frecuencia regular, a la evaluación de los resultados de la preparación que se está realizando. Como afirma Teotonio Lima, “la evaluación tendrá que hacerse con oportunidad, para posibilitar la corrección de errores eventualmente cometidos, o de los desvíos provocados en la planificación” (Lima, 2002).

Con este escenario el entrenador puede convertir el entrenamiento deportivo un proceso realmente dirigido, ya que se podrá tomar decisiones considerando los resultados de las evaluaciones objetivas. El control y la evaluación comienzan por la medición, pero no terminan en ella. Es igualmente necesario que el entrenador conozca cómo medir, sepa seleccionar los indicadores más informativos y, por último, pueda dominar los métodos de control.

Zatsiorski (1989) considera que es indispensable evaluar durante el proceso de entrenamiento el estado general del atleta (actitud, estado psicológico), la información en cuanto a tareas de entrenamiento (ejecución, eficacia, errores), datos sobre el efecto inmediato del entrenamiento (progresión hacia la carga del entrenamiento) y la información sobre el efecto acumulativo del entrenamiento (variaciones en la preparación del atleta).

Solo es posible una buena dirección del entrenamiento si se ha conservado a lo largo de toda la temporada deportiva una combinación armónica de los indicadores objetivos y subjetivos, que permita tomar decisiones correctas para la elaboración de los programas de entrenamiento.

La evaluación del atleta a través de las pruebas (test), permite al entrenador la posibilidad de tener informaciones con múltiples aplicaciones. Posibilita la elaboración más precisa de los programas de entrenamiento, permite observar la evolución (progreso en las adaptaciones) del atleta con la comparación de los resultados de las pruebas, lo motiva a mejorar su rendimiento y permite una mejor

orientación del atleta para el tipo de prueba más compatible con sus características fisiológicas (Hoff, 2005 y Platonov, 1993).

Así pues, por todos es conocida la importancia que tiene en cualquier proceso de enseñanza o entrenamiento la utilización de los test. Son las herramientas que permiten al responsable de este proceso conocer la evolución de los deportistas que siguen sus enseñanzas, el grado de acercamiento a los objetivos propuestos, así como el nivel de calidad que presenta cada atleta.

La evaluación deberá hacerse, tanto en los entrenamientos como en las competiciones, de forma objetiva y que permita la “numeración adecuada de los factores que establecen una correlación coherente y positiva con las metas y objetivos de los objetivos de la planificación general de la preparación (T. Lima, 2002).

Para cumplir estos fines, es necesario que la evaluación reúna las condiciones que garanticen su eficacia, es decir, que está subordinada a un conjunto de normas orientativas: que sea sistemática, que está integrada en la preparación, que considere el carácter individual del deportista y que las pruebas se seleccionen correctamente (Gaitanos, 1993).

Platonov (1993) recomienda que la selección de las pruebas corresponda a las siguientes condiciones: Dar información objetiva y precisa de las aptitudes exploradas; ser comprensivas, tanto para los que soportan la prueba como para los que recogen información; y estar insertadas armoniosamente en el proceso de entrenamiento, sin perturbar el horario ni imponer cargas no habituales.

Según Zintl (1989) una prueba de evaluación de la condición motora del practicante es “un procedimiento realizado en condiciones estándar, de acuerdo con criterios científicos para la medición de una o más características limitables empíricamente del nivel individual de la condición. El objetivo de la medición es una información lo más cuantitativa posible acerca del grado relativo de manifestación individual de las facultades motoras condicionales”. Además, las pruebas deben realizarse en condiciones estandarizadas, que es una condición necesaria para que se puedan comparar los resultados obtenidos con las de otro grupo, o con valores de referencia para la estandarización de la técnica de administrar los instrumentos de medida.

Las características específicas del fútbol (como deporte global y complejo en el que inciden de forma relacionada diversos aspectos –técnica, táctica, cualidades físicas y condiciones psicológicas-), dificultan aún más el hecho de determinar “objetivamente” ese nivel de calidad real y la proyección profesional de un jugador.

Sampedro (1999) considera que el entrenador de fútbol se encuentra con graves problemas para encontrar una serie de pruebas que midan de forma objetiva e integral la capacidad del futbolista, toda vez que no se conocen test específicos normalizados, y mucho menos parámetros de valoración que sirvan de referencia para evaluar los comportamientos tácticos y técnicos.

Se trata de una situación a solucionar, ya que la utilización de una batería de test estandarizada, y con un alto grado de aplicación al fútbol, permite además obtener de los beneficios propios de cualquier test, una serie de conclusiones de gran utilidad como: establecer niveles de calidad para cada etapa de formación, objetivar los

criterios a utilizar en proceso de selección, objetivar el nivel de calidad global de cada uno de los jugadores.

La obtención de una valoración objetiva que nos defina el nivel de calidad global de un jugador no podemos considerarla como un dato infalible de la proyección profesional del mismo. Debemos tener en cuenta que el éxito final en el proceso de formación (ser jugador profesional), está condicionado no en pocos casos, de la calidad del jugador, por aspectos como: necesidades puntuales del equipo profesional en el momento de “promocionar un jugador”, particulares formas de entender el fútbol de cada entrenador, características propias del equipo en el que el jugador puede proyectarse y oportunidades concedidas a los jugadores (Gómez Pirriz, 2002).

### **1.1.3 EL CONTROL DURANTE EL PROCESO DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**

Cuando se habla de carga de entrenamiento normalmente se refiere a una actividad funcional aumentada del organismo, como consecuencia de un ejercicio de entrenamiento (Matveiev, 1995). Todo proceso de entrenamiento es una sucesión de cargas de entrenamiento y períodos de recuperación que, si presentan una buena correlación, van a dar como resultado una mejora progresiva del rendimiento físico.

Para llevar a cabo correctamente esta sucesión, es preciso controlar, cuantificar la carga de entrenamiento para poder establecer así correctamente los períodos de recuperación. Se trata de una tarea compleja ya que depende no sólo de la cantidad sino también de la calidad e incluso profundizando más se puede hablar de la densidad (García Manso, 1996).

Zaparozmanov V. A. (1988); Planovov y Bulatova (1993-2007)), consideran que en la preparación deportiva se deben practicar tres formas de control: por etapas, corriente y operativo.

- El control por etapas caracteriza la modificación de la condición física del deportista bajo la influencia de la larga preparación, durante el año, del microciclo o periodo de preparación. Este tipo de control permite trazar orientaciones generales de la preparación física y del periodo siguiente de entrenamiento.
- El control corriente se basa en la evaluación de los estados físicos dominantes de las cargas de distintos microciclos y regímenes de entrenamiento. Esta forma control casi siempre tiene un carácter selectivo y los índices que se utilizan en ella deben proporcionar información para determinar la orientación de los entrenamientos y las cargas de los ejercicios para los próximos días partiendo de las posibilidades reales del deportista.
- El control operativo consiste en revelar las reacciones inmediatas del organismo del deportista durante la realización de diferentes ejercicios y, sobre esta base, elegir el régimen óptimo de los entrenamientos.

El conocimiento de la carga de entrenamiento se puede realizar mediante la utilización de índices externos, pero por otro lado se intenta ver la repercusión que tiene el entrenamiento sobre el organismo mediante los índices internos.

### *Parámetros externos*

En cuanto a los índices externos para valorar el volumen e intensidad de entrenamiento se pueden utilizar diferentes magnitudes que cambian según el tipo de deporte realizado. Entre las más utilizadas está el tiempo, la distancia y la velocidad, aunque en otras disciplinas deportivas también son importantes la potencia y la altitud.

El tiempo: Es una de las magnitudes más utilizadas para valorar el volumen de entrenamiento, sobre todo cuando se trata de deportes de equipo como el fútbol, donde se hace complicado medir cargas como trabajos en espacio reducido, prácticas de fútbol, trabajos técnico-tácticos, etc.

Bompa (2003) establece una relación entre el volumen de entrenamiento anual (en horas) para obtener un rendimiento deportivo aceptable en competiciones de diferente nivel, relacionando el tiempo de entrenamiento y la obtención de rendimiento físico. Para los mejores del mundo 1000 horas de entrenamiento anual; deportistas de nivel internacional 800 horas: deportistas de nivel nacional 600 horas y deportistas de nivel regional 400 horas de entrenamiento anual.

Distancia: Hay deportes en los que supone la principal medida de volumen, como es el caso del ciclismo, el atletismo y la natación. En estos deportes y especialidades es incluso frecuente hacer referencia al número de kilómetros recorridos

semanalmente o por año. Es una medida muy sencilla de hacer en los deportes de tiempo y marca. En los deportes de conjunto como el fútbol, con la aparición de las nuevas tecnologías como el GPS, que utiliza una red de satélites geoestacionarios para mediante un pequeño receptor dar, cada vez con mayor exactitud, la posición en la que nos encontramos, y lógicamente los cambios que se van produciendo de forma continua.

Velocidad: Es un parámetro relacionado con la intensidad en todos los deportes en los que se realiza una distancia importante. Así se considera un factor esencial a la hora de valorar la carga de entrenamiento en deportes de tiempo y marca e incluso en algunos deportes de equipo como el fútbol. Dado que la medida del tiempo es sencilla, todos aquellos deportes en los que se pueda valorar la distancia son susceptibles de utilizar también la velocidad. Con la tecnología GPS se está calculando la velocidad de los jugadores de fútbol en todos los esfuerzos que realiza durante un partido.

### *Los índices internos.*

El ejercicio físico provoca múltiples cambios y adaptaciones en el organismo, por lo que hay cantidad de parámetros que se modifican con el entrenamiento. Por ello se puede considerar que hay multitud de índices internos relacionados con el entrenamiento. En el presente estudio se realizaron mediciones de frecuencia cardiaca, se calculó indirectamente el consumo de oxígeno y parámetros bioquímicos y hormonales (Lactato, Testosterona y Cortisol). Otros índices internos como temperatura corporal, tensión arterial, ventilación, etc. no fueron considerados en la investigación.



La frecuencia cardiaca: Es un índice interno que marca la intensidad de trabajo. La relación existente entre la Frecuencia Cardiaca y el Gasto Cardíaco, entre el gasto Cardíaco y el Consumo de Oxígeno y entre el Consumo de Oxígeno y la Intensidad de Ejercicio, hacen que exista una buena correlación entre la Frecuencia Cardiaca y la Intensidad de Entrenamiento.

Dada esta relación entre la Intensidad de Entrenamiento y la Frecuencia Cardiaca, se han postulado por diferentes autores tablas de correlación entre Intensidad y Ritmo Cardíaco, como por ejemplo la propuesta de Nikiforov, para deportistas de rendimiento entre 20 y 30 años de edad:

*Tabla 2: Valores de referencia para la intensidad a partir de la frecuencia cardiaca*

Intensidad	Frecuencia Cardiaca
Baja	120 – 150 pul/min
Media	150 – 170 pul/min
Alta	170 – 185 pul/min
Máxima	> 185 p/min

NIKIFOROV

Hay otras propuestas en las que se utilizan porcentajes de la Frecuencia Cardiaca Máxima, en un intento de personalizar más los resultados. Siendo más precisos, se utiliza el concepto de Reserva de Frecuencia Cardiaca (RFC), que es la diferencia entre la Frecuencia Cardiaca Máxima y la Frecuencia de Reposo del deportista. A la hora de establecer entrenamientos con base en porcentajes de la RFC, se calcula dicho porcentaje y se le suma la Frecuencia de Reposo. Ese resultado será el que se utilice realmente en el entrenamiento. Utilizando dicho concepto, se pueden establecer los siguientes niveles de intensidad:

*Tabla 3. Niveles de intensidad a partir de la frecuencia cardiaca de reserva*

TIPO DE ENTRENAMIENTO	INTERVALO
Recuperación	40 y el 50 % de la RFC.
Aeróbico de Base	50 y el 70 % de la RFC.
Aeróbico Extensivo	el 60 y el 80 % de la RFC.
Aeróbico Intensivo	80 y el 90 % de la RFC.
Anaeróbico	90 % de la RFC

BOMPA (2003)

En la actualidad, con la utilización de los medidores de frecuencia cardiaca, se hace más práctico y preciso realizar mediciones de frecuencia cardiaca en entrenamiento e incluso en competencia con la aparición de la tecnología de mediciones telemétricas.

### **El control del entrenamiento en fútbol**

La tecnología y la metodología específica ocupan un lugar importante en el logro de la optimización del rendimiento del futbolista. Los métodos de control permiten ajustar los procesos de calidad del entrenamiento, orientados hacia la individualización y el potenciamiento de las capacidades físicas condicionantes de fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad, específicas del futbolista.

Identificar con precisión el nivel de forma física de los jugadores, permite adecuar las propuestas de trabajo hacia las necesidades de cada uno, permitiendo el ahorro tiempo y disminuyendo el número de lesiones por sobreuso.

El control del entrenamiento del futbolista tiene como objetivos principales: Elevar el nivel condicional específico de los futbolistas; diseñar estrategias de entrenamiento que respeten la individualidad y potencialidad pura de cada futbolista, priorizar el desarrollo de las capacidades musculares como la potencia, la fuerza explosiva y la velocidad y, por último, disminuir la incidencia de lesiones musculares y tendinosas por sobreuso.

Las herramientas de evaluación utilizadas no deben alterar la estructura del trabajo semanal, deben ser bien recibidas por el futbolista y significar un agente motivador.

Existen controversias alrededor del control del entrenamiento en el futbolista, de un lado están aquellos autores y profesionales que trabajan en diseños de metodologías integradas, los cuales no admiten la conveniencia de los test por que se alejan de la razón íntima de la filosofía estructuralista que desvirtúa estos procesos analíticos (utilización de test condicionales), por entender que el deportista como ser humano sólo progresa cuando progresan equilibradamente todas las estructuras que lo confieren (cognitiva, socio afectiva, creativo-expresiva, condicional, etc.). Así por ejemplo, SEIRULO (2000), afirma que “el entrenamiento no puede ser controlado, evaluado desde la comparación con modelos externos al sujeto sino que lo que se debe evaluar es el nivel de auto-organización de cómo el deportista es capaz de interpretar sus actuaciones en función de la interacción y retroacción de esas estructuras”.

Otros autores como Arjol (2002) y Valencia (2007), aun teniendo en cuenta la significación de esa teoría, otorgan un análisis diferente a este apartado ya que no desea menoscabar la interpretación de datos cuantitativos, sino que pretende apoyarse en ellos para valorar, aún mejor, el proceso de entrenamiento. En este

sentido, la propuesta del presente estudio se quiere asemejar más a la segunda concepción de la evaluación del futbolista, que intentan mediante registros fisiológicos controlar la carga de entrenamiento. El dilema radica en escoger aquellas pruebas que, aun teniendo en cuenta que se alejan del ideal estructuralista, puedan ser susceptibles de valorar el estado de forma del jugador en un momento determinado de la temporada.

Teniendo en cuenta las circunstancias externas que puedan modificar los resultados (stress, entorno, motivación, etc.). Realizar una propuesta de trabajo facilita, poder acometer con mayor precisión todo aquello que concierne el proceso de entrenamiento. Tener clarificado el guión del mismo posibilita, por una parte, entender mejor el plan a seguir, y por otra, organizarlo de manera que resulte mucho más efectivo (Roca, 2008).

## **1.2 SOBRE LA INCIDENCIA DEL CONTROL BIOQUÍMICO EN EL FÚTBOL**

El control bioquímico del entrenamiento puede ser considerado como un medio complejo pero eficaz para conseguir una correcta dirección del entrenamiento deportivo mediante la utilización de la información obtenida en los análisis. Los cuales para llevarse a cabo valoran diversos metabolitos y sustratos presentes en la sangre, la orina, la saliva o el sudor. El objetivo principal del control bioquímico del entrenamiento es ayudar a los entrenadores a conseguir el rendimiento máximo y evitar el sobreentrenamiento (Grosser, 1989).

El control bioquímico lo integran todas las mediciones bioquímicas realizadas después de aplicación de cargas acumuladas caracterizadas por su alta intensidad y volumen, con el fin de evaluar la capacidad de recuperación, el estado de adaptación

o detectar tempranamente el over reaching o sobre entrenamiento. Pueden medirse parámetros de química sanguínea, parámetros hematológicos y parámetros hormonales que midan el estado anabólico o catabólico (relación testosterona cortisol).

Es bastante útil realizar pruebas bioquímicas cada vez que se cambie el periodo de entrenamiento, para comprobar si se han producido adaptaciones. En alto rendimiento, como mínimo deben realizarse tres controles durante la temporada, controles: Al Inicio de temporada, para comprobar el estado de forma inicial, al inicio y final de la fase competitiva.

También es útil realizar pruebas bioquímicas cuando el deportista consiga su mejor nivel de rendimiento, para así contar con niveles de referencia. Hay que tener en cuenta que cada técnica analítica tiene sus valores de referencia, por lo que hay que intentar repetir las analíticas siempre en los mismos centros o con los mismos procedimientos.

En el F.C. Barcelona de España se realizan 10 controles a lo largo de la temporada con un protocolo establecido y cuyo objetivo es el de facilitar al preparador físico el resultado de las valoraciones, con lo que se tiene un perfil fisiológico como orientador desde el principio hasta el final de la temporada (Roca, 2008).

Las variables de tipo bioquímico que se evalúan se agrupan en tres apartados que brindan información pertinente (ROCA, 2008): Variables que indican una variación en la absorción del volumen al entrenamiento (Urea, amonio, magnesio, hematocrito, leucocitos, CPK, hierro y ferritina, triglicéridos y colesterol). Variables

que indican la adaptación de la intensidad al entrenamiento (amonio, ácido úrico, CPK, cortisona, noradrenalina, hemoglobina, glóbulos rojos, LDH, testosterona/cortisol) y variables que indican una modificación de la anemia (hierro, ferritina, glóbulos rojos, hematocritos, hemoglobina, transferrina, MCHC, CHOM, VCM).

Estos controles ayudan a llevar un seguimiento más exhaustivo de cada jugador para individualizar sus cargas en función de los resultados. Así se pueden establecer tres grupos de trabajo diferenciado: los que presentan algún problema de anemia se les reducirá el trabajo general de resistencia; los que presentan deficiencias de hierro se les reducirá el volumen de trabajo; los que tengan problemas de intensidad se les disminuye el trabajo de resistencia a la velocidad.

La programación de las cargas de trabajo y específicamente del microciclo semanal futbolístico, se rige normalmente dando un día de descanso al finalizar el mismo, si se realiza un partido a la semana, para luego dar inicio con el subsiguiente microciclo (García, Navarro, Ruiz, 1996). No obstante, no se sabe con exactitud si dicho día de descanso es suficiente para que el futbolista se haya recuperado físicamente (específicamente del daño muscular y a su vez se haya restituido del gasto proteico ocasionado por la competencia), y por lo tanto, su organismo esté en disposición muscular y metabólica energética para recibir cargas significativas de trabajo físico –incluso en el orden técnico/táctico– al inicio del próximo microciclo (CANO MORENO, 2009).

Se acostumbra en Colombia, al inicio de un nuevo microciclo de entrenamiento realizar mediciones indirectas sobre el estado de recuperación física del futbolista tales como, la toma del peso y frecuencia cardiaca basal, la opinión del mismo jugador sobre su estado y la misma justificación del día de descanso. Y de acuerdo

a los resultados de estas valoraciones, así se determina la carga de entrenamiento de la sesión diaria, como la semanal.

Sobre este tema, la literatura especializada coincide y generalmente recomienda un día de descanso después del término de un ciclo semanal y sobre todo si se da dentro del período competitivo (García y otros, 1996). Sin embargo, esta regla generalizada no contempla elementos específicos endógenos y exógenos, que de una u otra manera inciden en el proceso de recuperación física post-competencia.

Para tratar de esclarecer ese grado de incertidumbre sobre la recuperación física real del deportista, y así dilucidar la interrogante sobre una adecuada distribución de cargas físicas en un microciclo de entrenamiento, muchos investigadores han realizado estudios orientados a valorar la recuperación física en deportistas de élite (Brancaccio, Limongelli y Maffulli, 2006; Hartman y Mester, 2000; Mougios, 2007; Calderón, Benito, Meléndez y González, 2006; Fallon, 2006), y para ello recurrieron a los análisis bioquímicos en sangre.

Sobre este mismo tema se recomienda y plantea que la carga de entrenamiento debe programarse dependiendo del diagnóstico bioquímico de la fatiga, y además agregan, que el control del entrenamiento puede darse a través del diagnóstico bioquímico y que específicamente, esté relacionado con la acumulación sérica de la dinámica de la urea en sangre, y otros componentes bioquímicos. Por último, se expresa, que el diseño del entrenamiento va a depender de los valores registrados durante la mañana de un nuevo microciclo pues, son los más importantes.

Muchos estudios como los de; Smith (2000), Fallon, Fallon y Boston (2001), Plante y Houston (1984), Calderón y otros (2006), Fallon y otros (2006), Suzuki, Umeda,

Nakaji, Shimoyama, Mashiko y Sugawara (2004), Smith, Garbutt, López y Turnstall (2004), entre otros, demostraron que a través del control bioquímico de las cargas físicas producidas por el entrenamiento o competencia, no sólo se puede determinar el grado de intensidad de las cargas de trabajo físico, sino también, los niveles de recuperación física. Para Viru y Viru (2003) dicho control consiste en obtener parámetros metabólicos y/u hormonales que permiten contar con una información más profunda sobre los procesos adaptativos en el organismo del deportista, y que a su vez pueden ser de utilidad para la solución de las tareas que intervienen en el control del entrenamiento. Además, los cambios bioquímicos asociados después de dos días deben considerarse como fatiga crítica.

También, refiriéndose aún más sobre el diagnóstico y valoración de la fatiga, autores como Calderón y otros (2006), y Viru y Viru (2003), expresan que una exagerada acumulación -entre otras sustancias- de urea y creatinquinasa, pueden servir como una valoración del estado de fatiga.

Específicamente sobre la dinámica de la urea y creatinquinasa sanguínea, (Viru y Viru, 2003), Hartman y Mester (2000), Gómez del Valle, Rosety, Ordóñez, y Ribelles (2002), Smith (2000), Plante y Houston (1984), Calderón et.al. (2006), Fallon (2006), Smith et.al. (2004), entre otros, realizaron investigaciones en diversos tipos de deportistas de élite, tanto de deportes individuales, como de conjunto. Dichos estudios estaban relacionados con cargas de entrenamiento y ejercicios, observación de los tiempos de recuperación física, y para ello utilizaron la actividad sanguínea de urea y creatinquinasa como parámetros de medición. Del mismo modo, estos estudios demostraron que determinados ejercicios y su intensidad de ejecución, pueden provocar un incremento significativo en la concentración de urea y creatinquinasa sérica.



Sobre este tema, Liu (1999), realiza una revisión bibliográfica sobre investigaciones de la CK y los factores del entrenamiento deportivo que influyen sus niveles de concentración, de los últimos 40 años. Al final de su revisión concluye que el incremento en la actividad sérica, está relacionado con la intensidad del entrenamiento deportivo y que a su vez es un indicador sensible para valorar la carga física. Además, la dinámica de la urea y creatinquinasa sérica, pueden ser unos de los índices más utilizables para el control de la recuperación pos ejercicio (Virus y Virus, 2003).

Por lo tanto, se puede denotar, que a través de los análisis bioquímicos sanguíneos de ciertas sustancias metabólicas inducidas por el ejercicio (como la urea y creatinquinasa), se podría dilucidar de una manera más científica, la incertidumbre de que si verdaderamente los jugadores de fútbol de primera división, se habrían recuperado del daño muscular y gasto proteico post-competencia, y por tanto, estarían en disposición fisiológica óptima para recibir cargas de trabajo físico significativas, que se dan normalmente al inicio del ciclo semanal de entrenamiento.

Se han identificado algunas variaciones bioquímicas para calificar el tipo de fatiga que puede generar un tipo de sobreentrenamiento de intensidad o simpático o sobreentrenamiento de volumen o parasimpático (Candel, 2005).

En el sobreentrenamiento simpático se produce: disminución de los niveles de testosterona, aumento de los niveles de cortisol, aumento del ratio testosterona cortisol, disminución noradrenalina urinario nocturna, aumento de la CPK, aumento de la LDH, disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos,

aumento del amonio, del ácido úrico, de la urea y del ácido láctico, disminución de la glutamina y de los aminoácidos ramificados, aumento del triptófano, disminución de la Hb, del hematocrito, del hierro, de la ferritina y del número de hematíes, ligera leucopenia, disminución de la relación T4/T8 y de las gammaglobulinas (Candel, 2005).

El sobreentrenamiento parasimpático está asociado a la disminución de la frecuencia cardiaca de reposo, aumento de la velocidad de recuperación de la frecuencia cardiaca tras un esfuerzo, disminución de la concentración de lactato en cargas submaximales, disminución de la máxima producción de lactato durante cargas máximas, facilidad de cansancio, hipoglucemias durante el ejercicio, comportamiento alterado o depresión, alteraciones analíticas más marcadas en lo referente a los cambios hormonales, enzimáticos y metabólicos (Candel, 2005).

La diferenciación entre un tipo u otro de sobreentrenamiento tiene gran interés ya que el pronóstico y el tratamiento serán sustancialmente diferentes. El de volumen tardará más tiempo en recuperarse, incluso puede necesitar de 6 meses, mientras que el de Intensidad puede durar de 2 a 3 meses (Candel, 2005).

### **Lactato sanguíneo**

El lactato sanguíneo es el resultado de la diferencia entre la producción de Ácido Láctico y su neutralización, eliminación y utilización. Existe una alta correlación entre el lactato sanguíneo y el lactato muscular y, por tanto, es un buen índice interno para valorar la intensidad de entrenamiento (Stallknecht, Vissing y Galbo, 1998).

Al igual que sucede con la frecuencia cardiaca, el avance tecnológico en los métodos de análisis ha traído consigo la aparición de analizadores de lactato que combinan una gran portabilidad (mínimo peso), facilidad de uso, exactitud de los resultados y un costo económico de más fácil alcance. Todo ello hace cada vez más asequible la utilización del lactato sanguíneo como parámetro regulador del control y valoración de la intensidad de entrenamiento y competición, y se está produciendo un desarrollo significativo en el software dedicado específicamente al tratamiento de estos datos y a la obtención de niveles de intensidad aplicables al entrenamiento (Brooks et al (1999)).

El ácido láctico es un producto intermedio del metabolismo, principalmente del ciclo de los carbohidratos y deriva principalmente de las células musculares. Es un producto orgánico que ocurre naturalmente en el cuerpo de cada persona. Además de ser un producto secundario del ejercicio, también es un combustible para ello. Se encuentra en los músculos, la sangre y varios órganos.

Cuando se inicia una actividad física y se activa la quema de glucosa, cada molécula de glucosa se convierte en dos de ácido pirúvico. Si los requerimientos energéticos son muy altos (intensidad alta del ejercicio) esta molécula pasa a la glucólisis anaeróbica y da como resultado ácido láctico, en cambio si tenemos poca exigencias puede pasar junto con el oxígeno al ciclo de Krebs donde es convertida en energía.

La profesionalización del fútbol y la importancia de los resultados deportivos han obligado a integrar, en estos últimos años, estudios más precisos de valoración funcional de los futbolistas que trabajan en los clubes de primera división de las ligas profesionales de diferentes países del mundo. Por ello, a parte de una valoración funcional a través de un reconocimiento médico-deportivo, es necesario aplicar otras

técnicas más precisas y sobre el terreno en la valoración del futbolista profesional (Edwards, M., Clark, N., Macfadyen, 2006).

En el deporte, el sujeto hace trabajar a su organismo en los entrenamientos con el objetivo de llevar los límites de su capacidad de esfuerzo un poco más lejos, y así rendir cada vez más en las competiciones. Para ello es necesario un entrenamiento, entendido como un proceso planificado y complejo; en el caso del ejercicio, consiste en organizar la cantidad y la intensidad del ejercicio para que las cargas progresivas estimulen los procesos fisiológicos de supercompensación del organismo, y favorezcan el desarrollo de las diferentes capacidades, promoviendo y consolidando así el rendimiento deportivo.

Esta adaptación biológica, fruto del entrenamiento, va a ejercer unos efectos en el organismo humano tanto de forma inmediata (variaciones bioquímicas y morfofuncionales después de la ejecución del ejercicio), como de forma permanente, o bien como efectos acumulativos (variaciones que aparecen después de un largo periodo de entrenamiento), que son múltiples y abarcan tanto al individuo en general como a diferentes sistemas cardiovasculares, musculares, metabólicos, etc.

La medición y valoración de estas modificaciones en el organismo es complicada y difícil. La medicina deportiva como parte de la medicina que "investiga la influencia del ejercicio, el entrenamiento y del deporte en las personas sanas y enfermas, así como en los deportistas", juega un importante papel, ofertando un servicio de atención al deportista e integrado dentro de un grupo multidisciplinar formado por técnicos, entrenadores, preparadores físicos, etc. Todos estos actos médicos pueden ser concebidos durante la realización de un reconocimiento médico deportivo periódico, pero será ampliamente mejorado si además de realizar dicho

reconocimiento médico deportivo se incluye un seguimiento médico-deportivo supervisado global incluido en el terreno de juego.

Uno de los sistemas para valorar la capacidad física de un futbolista profesional es la determinación de ácido láctico en el terreno de juego (Edwards, M., Clark, N., Macfadyen, 2006). El ácido láctico se produce en el cuerpo en ausencia de oxígeno en los tejidos. Su determinación, como componente del umbral anaeróbico, mediante la valoración del nivel de lactacidemia en laboratorio, ha mejorado mucho en los últimos años.

Como el umbral anaeróbico, se delimitan dos zonas de entrenamiento bien definidas, que son el entrenamiento aeróbico y el anaeróbico, y que van a ser de indudable valor para la determinación de las intensidades óptimas de entrenamiento (problema clave con el que se enfrenta el entrenador a la hora de programar el trabajo de un deportista). Diferentes trabajos de investigación como los de Taylor y Cabrera (1999) han evidenciado que los sujetos entrenados presentan una acumulación de lactato más tardía, en relación con los no entrenados, para una misma intensidad de ejercicio.

Así, se ha podido observar que la curva del lactato va a sufrir un desplazamiento hacia la derecha y hacia abajo, proporcional a la mejora en la capacidad aeróbica del atleta (Taylor y Cabrera, 1999). En este sentido, se considera que a la hora de valorar el entrenamiento aeróbico de un deportista en el campo de juego, el ácido láctico proporciona una mejor información que la determinación del consumo máximo de oxígeno, con los llamados test de campo.

La determinación del ácido láctico ha evolucionado y se hace más práctica en estos últimos años, a través de aparatos de medida por método enzimático, mejorando los previos sistemas en membrana que requerían mucho tiempo de calibración entre muestra y muestra. La determinación de ácido láctico en el terreno de juego necesita una medida precisa y rápida, con obtención de valores casi simultáneos a su realización. Estos nuevos métodos ayudan a conseguirlo.

Su cuantificación permite diagnosticar los diversos niveles de condición física, determinar umbrales aeróbicos-anaeróbicos y mediante estos planificar el entrenamiento y calcular y/o ajustar las cargas de trabajo. Es un parámetro fundamental e indispensable en el manejo del deportista de alto rendimiento.

Di Prampero estima, con base en la revisión de una larga serie de estudios propios y de otros autores, que el tiempo máximo de explotación del mecanismo anaeróbico aláctico a su máxima potencia es de 6 a 7.7 segundos (Okura y Tanaka, 2000). El fútbol es un deporte aerobio-anaerobio alternado ya que la intensidad de las acciones cambia constantemente desde períodos de calma relativa hasta carreras cortos pero de muy alta intensidad que son energizados por el metabolismo anaerobio aláctico, cabe recordar que la mayoría de las acciones que definen un partido están dentro de este marco cosa que apoya aún más el interés de los pedagogos por alcanzar un alto nivel de dicha cualidad, durante el proceso de entrenamiento (Scoot, 2000 y Hugson, 2001).

Algunos autores (Smaros, 1980; Nowacki, 1988; Bangsbo et al, 1994; Reilly, 1994), han utilizado en sus estudios muestras de sangre para observar la concentración de lactato de los futbolistas durante la competición. Los datos obtenidos varían mucho entre sí, y es que como bien afirma Ekblom (1986), los valores de concentración de

lactato obtenidos varían significativamente entre sí dependiendo de la intensidad de la actividad que se estaba realizando pocos minutos antes de tomar la muestra de sangre. A pesar de esto, Ekblom (1986), mostró que los niveles de lactato tomados en el descanso y tras la finalización de los partidos eran mayores en futbolistas de élite (1ª División de Suecia) que en futbolistas de menor categoría.

Los datos mostrados por los diferentes autores son muy dispares entre sí. Ekblom (1986), da un intervalo de resultados que va desde los 5 mMol hasta los 13 mMol, por lo que no es muy cierto, que tomar muestras de sangre para observar la concentración de lactato, sea el método más adecuado para obtener la carga interna del fútbol (Montes, 2008).

### **Testosterona Libre (T)**

Puede ser un buen marcador a largo plazo debido a un mayor poder anabólico. Niveles bajos pueden conducirnos a medio plazo a un estado de sobreentrenamiento. Esta hormona nos da medios de control del volumen de la carga y del sobreentrenamiento.

*Tabla 4. Concentraciones de ácido láctico en el fútbol*

Autor	Ácido Láctico	Observaciones
Bangsbo et al (1991)	2,1 – 6,9 mMol	Tomado al final del partido en futbolistas suecos de élite
Gerisch et la (1988)	12,4 mMol	Liga amateur alemana
Rohde and Espersen (1988)	3 – 6 m	1ª División danesa, tomando muestras al descanso y final
Smith et al (1991)	11,6 mMol	Partido universitario
Ekblom (1986)	5 – 13 mMol	1a división sueca

ROBERTO MONTES GARCIA, 2008.

La testosterona se produce a partir del colesterol en las células de Leydig de los testículos y en menor cantidad en la corteza suprarrenal y en los ovarios (Fry, 1997). Es transportada en el plasma, unida a una proteína (globulina beta), que fija del 97 al 99% de la testosterona plasmática. La tasa de secreción diaria es de 4 a 9 mg (13,9 a 31,2 mMol) en varones adultos sanos. Su secreción tiene un ritmo circadiano, siendo menor en la mañana que en la tarde.

La mayoría de sus funciones las realiza mediante la interacción con un receptor citosólico en el tejido blanco. El complejo ligando-receptor va al núcleo donde regula la transcripción del ADN (Fry, 1997).

Ejerce acción sobre los caracteres sexuales y un efecto anabólico sobre las proteínas (Griggs, 1989). Sus niveles elevados, además de estimular la síntesis proteica, aumentan también la síntesis de glucógeno y los depósitos de fosfocreatina y la eritropoyesis (Fernández, 1992).

La T puede ejercer un importante papel en la expresión de la fuerza muscular al influenciar factores neurales y la posible transición de las fibras tipo II en un perfil más glucolítico (Meyer, 1985; Malina y Boychard, 1991). Además de la secreción de hormona del crecimiento por la testosterona aumenta la producción de somatomedinas (IGF) y puede ayudar a producir varias propiedades anabólicas atribuidas a la T. por ello, la influencia de la T en la estructura y función muscular puede deberse en gran parte a la interacción con muchos tejidos, como el tejido nervioso y otras hormonas como la GH (Kraemer, 1999).

En esfuerzos submáximos y máximos sus niveles aumentan como respuesta aguda. En ejercicios hasta el agotamiento, el aumento inicial se sigue a un marcado descenso



en sus niveles. Es posible que, durante los ejercicios extenuantes, la redistribución del flujo sanguíneo afecte el flujo testicular, siendo el responsable de la reducción de los niveles plasmáticos de T (Fernández, 1992). Otra causa posible es la disminución de la secreción de la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) por el hipotálamo, con la consiguiente reducción en la secreción de hormona luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH) por la hipófisis. Este fenómeno se ha descrito en deportistas sobreentrenados. Esto reduciría la síntesis y liberación de testosterona y la recuperación de los niveles previos al esfuerzo puede tardar varios días (Fernández, 1992).

Se ha sugerido que la adaptación de las capacidades de síntesis o de secreción de esteroides por las células de Leydig puede ser responsable de las respuestas de T inducidas por el ejercicio (Fry, 1997). Parece ser que los niveles basales de T se afectan por el ejercicio de resistencia crónico antes que por otras variables endocrinas. El mecanismo exacto responsable de las adaptaciones no se conoce. Estos niveles reflejan el cambio en el entrenamiento, siendo negativamente relacionados a los aumentos en el volumen de trabajo. Los niveles hormonales pueden ser alterados con el ejercicio de resistencia muscular a largo plazo, aunque estos cambios son generalmente muy sutiles (Fry, 1997).

La T ha sido usada como un marcador fisiológico para evaluar el estado anabólico del cuerpo. Generalmente los velocistas y pesistas, ostentan niveles de Testosterona Libre mayores que los fondistas (Kraemer et al, 1992; Hedrick y Wada, 2008).

## **Cortisol (C)**

Es una hormona esteroide que se origina principalmente en la zona fasciculata y reticularis de la corteza adrenal. Funciona como regulador de sistemas fisiológicos como el hepático, muscular, adiposo y óseo. Como la testosterona, actúa a través de receptores citosólicos, los cuales interactúan a nivel nuclear con el ADN. Favorece el almacenamiento de glucógeno por el hígado y el músculo, descendiendo la utilización tisular de glucosa. Favorece la gluconeogénesis por su acción proteolítica, siendo pues hiperglucemiante (Fry, 1997).

La cortisolemia está sometida a un ritmo circadiano, con valores mayores hacia las 6 a.m. En ejercicios de poca intensidad se aumenta débilmente. Si la intensidad es mayor del 60% de la potencia aeróbica, se aumenta directamente proporcional con la intensidad. Lesiones deportivas que implican un dolor agudo, aumentan las concentraciones de C (Fry, 1997).

En general los niveles de cortisol basal reflejan la respuesta al entrenamiento a largo plazo (mayor o igual a un mes). Los aumentos en el volumen e intensidad del entrenamiento de resistencia muscular y de resistencia aeróbica producen grandes aumentos en los niveles basales de C. esta respuesta puede contribuir a la restitución de los depósitos de sustratos, así como asistir al proceso de remodelación del tejido muscular (Fry, 1997).

Varios mecanismos fisiológicos pueden contribuir a las variaciones en las concentraciones séricas de hormonas, como son las variaciones en: la síntesis y almacenamiento de la hormona, los mecanismos de transporte, las tasas de aclaramiento hepático y extrahepático, la degradación, desviación de fluidos corporales, interacciones con el receptor y cambios intracelulares (Fry, 1997).

El cortisol es considerado como una hormona catabólica en el músculo esquelético, actuando como una de las mayores influencias catabólicas a nivel molecular, produciendo efectos como la conversión de aminoácidos a carbohidratos, aumento en las enzimas proteolíticas, inhibición de la síntesis proteica, con mayores efectos sobre las fibras de contracción rápida (Fry, 1997).

En la actividad deportiva el trabajo muscular provoca un estrés en el organismo, aumentando la producción de corticoides por la corteza suprarrenal, proporcional al grado de estrés. Durante la competición se da el máximo grado de producción. Niveles altos de C, parecen indicar que el entrenamiento no está siendo bien asimilado por parte del deportista, por lo que se debe revisar el plan de trabajo.

### **Relación testosterona cortisol (T/C)**

Se ha sugerido la relación T/C como una relación del estado anabólico-catabólico del individuo. Si se presenta una disminución de la T y un aumento del C, indica una incapacidad del individuo para soportar el ritmo de entrenamiento (Bosco, 1996). Cuando se aumenta la intensidad y el volumen del entrenamiento de resistencia muscular, la relación T/C disminuye. Se ha establecido que una reducción igual o mayor al 30% en la relación, indica un estado de sobreentrenamiento, aunque estas características han sido observadas en atletas de fondo sin evidencia clínica de sobreentrenamiento. Es probable que la respuesta a estos marcadores endocrinos no sea aplicable a todas las modalidades deportivas (Maffetone, 1999).

El uso de C sérico y la relación T/C no ha tenido mucho éxito para predecir o monitorizar cambios en las capacidades de fuerza. Agudamente el C puede reflejar

el estrés metabólico del ejercicio y en aspectos crónicos estar involucrado con la homeostasis tisular que involucra el metabolismo de proteínas (Fry, 1997).

La determinación de los niveles de testosterona y cortisol en futbolistas, y en general, en deportes de equipo, no ha sido casi evaluada. La mayoría de los trabajos sobre las respuestas hormonales han sido llevados a cabo en deportes relacionados ya sea con la resistencia aeróbica o con la resistencia muscular. En un estudio con atletas sobreentrenados, 77% estaban en deportes con altos niveles de fuerza, velocidad o coordinación. Sin embargo, el sobreentrenamiento es difícil de alcanzar en estudios científicos controlados tanto de resistencia aeróbica como muscular (Fry, 1997).

El fútbol es un deporte que requiere una combinación de fuerza, coordinación, velocidad y una base aeróbica adecuada, lo cual hace que haya sido difícil definir el perfil fisiológico y el modelo biomecánico del jugador (Bosco, 1996). Todo esto hace que no se puedan aplicar al fútbol los resultados obtenidos en deportistas de resistencia muscular ni de resistencia aeróbica.

Gran parte de los datos disponibles sobre el sobreentrenamiento en trabajos de resistencia muscular han sido extrapolados de escenarios donde no se ha presentado alteración en el rendimiento o se ha recuperado en pocos días. Según Fry y Kramer, el sobreentrenamiento se define como un aumento en el volumen e intensidad del entrenamiento que provoca una disminución del rendimiento a largo plazo (varias semanas, meses o más). Los mismos autores hablan también de que puede ocurrir un estado inicial de sobreentrenamiento (overreaching), a corto plazo (varios días), que a menudo es planeado.

La respuesta neuroendocrina puede diferir según la intensidad de trabajo que se esté realizando. En un estudio con pesistas con trabajos de alta intensidad hasta alcanzar un sobreentrenamiento se evidenció una disminución en el rendimiento deportivo, sin encontrar cambios significativos en los niveles de T, C ni en la relación T/C, indicando que en este tipo de trabajo físico, estas determinaciones no permiten un monitoreo adecuado del sobreentrenamiento.

Filaire y colaboradores (2001), examinaron los niveles de T y C en saliva en 17 deportistas después de un programa de entrenamiento de alta intensidad, encontrando que, a pesar de haber un incremento en el catabolismo según la respuesta hormonal, presentaban unos niveles altos en el estado anímico, junto con un porcentaje alto en los resultados deportivos. Estos autores sugieren que una disminución en la relación T/C no lleva a una disminución en el rendimiento deportivo o a un estado de sobreentrenamiento.

En un estudio de Albarracín, Arias y Mosquera (2005), fueron evaluados un grupo de 19 futbolistas, varones de un equipo profesional de fútbol de Colombia, con edad promedio de  $23,26 \pm 2,11$  años, masa corporal de  $76,4 \pm 5,45$  Kg, estatura de  $1,78 \pm 0,03$  m y un porcentaje de grasa de 8,1% (método Yuhasz). Los futbolistas fueron sometidos a determinaciones de los niveles séricos de T total y C, la tercera semana después de inicio de una temporada deportiva, precedida de un periodo de vacaciones de 12 días. Hacia el final de la temporada competitiva (semana 21), se realizó una segunda determinación de los niveles séricos de T/C. Al inicio de la temporada siguiente, después de un periodo de vacaciones de 18 días, se hizo una tercera determinación de las mismas hormonas.

Los valores de T al inicio de la temporada fueron de  $6,89 \pm 1,94$  ng/ml. Como efecto del trabajo físico y la competencia a lo largo de la temporada deportiva se evidenció un descenso significativo a  $4,46 \pm 0,93$  ng/ml ( $p < 0,05$ ), mientras que, al inicio de la temporada siguiente, después del periodo de vacaciones, los niveles séricos se aumentaron nuevamente a  $6,81 \pm 1,89$  ng/ml ( $p < 0,05$ ). No se presentó diferencia significativa en los niveles de la primera muestra con respecto a los de la tercera muestra.

El cortisol presentó un comportamiento contrario al de la T, mostrando un nivel sérico promedio en la primera muestra de  $135,63 \pm 35,7$  ng/ml, en la segunda aumentó a  $204,01 \pm 31,53$  ng/ml ( $p < 0,05$ ) y en la tercera muestra los niveles fueron de  $132,68 \pm 24,97$  ng/ml. Al igual que lo sucedido con la T, el C mostró diferencias significativas entre la primera y la segunda muestra y entre la segunda y la tercera muestra ( $p < 0,05$ ), sin mostrar diferencia significativa entre la primera y la tercera muestra.

La relación T/C al inicio de la temporada fue de  $0,054 \pm 0,021$ . Con el descenso de los niveles séricos de T y el aumento en los niveles del C, como resultado del entrenamiento y la competencia, la relación al final de la temporada fue de  $0,022 \pm 0,005$ . Con el periodo de vacaciones y el retorno de los niveles de T y C a valores basales similares a los de la primera muestra, la relación al inicio de la siguiente temporada fue de  $0,052 \pm 0,013$ . La comparación del balance anabólico-catabólico a través de las tres mediciones mostró una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), entre la primera y la segunda muestra, entre la segunda y la tercera muestra, pero no entre la primera y la tercera muestra. De esta manera se encontró una relación T/C del  $53,6 \pm 19,2\%$ , como consecuencia de las cargas de entrenamiento y competición, con una recuperación de los niveles con el descanso posterior a la finalización del torneo.

Esta disminución es grande, teniendo en cuenta que se acepta en la literatura que una disminución igual o mayor al 30% en la relación T/C indica sobreentrenamiento.

Aparentemente, el cambio en las hormonas evaluadas podría preceder a la aparición del síndrome de sobreentrenamiento. Otra posibilidad sería que los deportistas del estudio mencionado, podrían estar acercándose a dicho síndrome al final de la temporada deportiva, criticada en muchos casos por el alto número de partidos de competencia (en promedio más de uno por semana). Por lo tanto, los resultados del estudio pueden sugerir que estos futbolistas al final de la temporada parece que se acercan más al nivel de overreaching, sugerido por Fry y Kramer (1997).

### **1.3. CONTROL Y EVALUACIÓN DEL COMPONENTE MORFOLÓGICO**

El estudio de las características morfológicas (talla, el peso, la composición corporal, sumatoria de pliegues cutáneos, somatotipo, entre otras) de los jugadores profesionales de fútbol ha aumentado de forma considerable en los últimos años, realizando aportes significativos para el entrenamiento deportivo, la selección deportiva, la didáctica y pedagogía de la educación física y del deporte. Rienzi y Mazza (1998) consideran que el conocimiento de las características corporales de los futbolistas permite orientar a los jugadores en la posición de juego más apropiada para cada uno.

El método más empleado para la evaluación del componente morfológico es la antropometría física, está es la disciplina que estudia las mediciones del cuerpo humano y su relación con el movimiento, además, analiza el tamaño, la forma, la

proporcionalidad, la composición, maduración y el rendimiento deportivo (Padilla Pérez et al, 2004; Malina R., 1997; Garrido Chamorro et al, 2005).

Acero (2002) afirma que la antropometría es una especialidad científica que se relaciona con la medición del hombre en una diversidad de perspectivas morfológicas y su aplicación al movimiento. Así mismo, considera que los métodos antropométricos son aquellos que emplean la medición de los parámetros corporales estimados a partir de normas previamente estandarizadas y validadas por organismos internacionales.

Así mismo, la antropometría es considerada como un complejo de métodos para medir y observar las variaciones en el cuerpo humano. Es decir, es una técnica que no se puede considerar como una ciencia en sí, no obstante, los resultados de las mediciones y observaciones ayudan a obtener buenas conclusiones sobre las características de un sujeto. La realización de mediciones antropométricas sistemáticas durante el desarrollo de un plan de entrenamiento o de una clase de Educación Física, brinda la posibilidad de hacer evaluaciones sobre las cargas que se imparten y de ser necesaria corregir las mismas por la aplicación de diferentes métodos, una vez analizados los resultados (Mazza, 2003).

### **1.3.1 Aspectos generales de las características morfológicas de los futbolistas**

Según EKBLÖM (1986), las características de peso y talla no son esenciales para jugar bien al fútbol. Ello se debe a que no existen unas características específicas del futbolista, debido a que el rango de valores observados es muy amplio. CASAJUS et



al (1991) concluye que la talla media de los futbolistas masculinos de alto nivel es de 176 cm, con un rango muy amplio (entre 167 y 186 cm) (Casajús, 1991).

La estatura es una variable que está cobrando importancia en el fútbol moderno y aunque en el fútbol internacional de alta competencia encontramos jugadores de muy diferente estatura, la tendencia es a preferir jugadores de buena estatura. Lo que sí es reconocido es que para los arqueros y defensores centrales la estatura debe superar los 180 cm. (Arias, 2007).

Rienzi concluye que, para los jugadores sudamericanos de fútbol, a pesar de que hay un gran rango de edad, experiencia profesional y tamaño corporal, existe una considerable similitud y distribuciones limitadas en los somatotipos por posiciones de juego, excluyendo a los Arqueros.

En lo referente al peso corporal, los valores medios de los hombres futbolistas son de 76 kg (rango entre 64 y 86 kg). Es probable que esta gran amplitud del rango pueda ser debida a que las sollicitaciones exigidas en el fútbol son distintas en función de la posición ocupada en el campo (Withers, et al, 1982). Distintos trabajos han estimado el porcentaje de grasa corporal de los futbolistas masculinos de alto nivel (Whiters, 1982). Los valores medios observados son cercanos al 9.5% del peso corporal, siendo también el rango muy variable (entre el 8 y el 13%). La gran variabilidad observada en el porcentaje graso puede ser debida a que se han utilizado diferentes métodos y fórmulas para su cálculo en diferentes investigaciones.

El problema es que no es fácil definir con precisión los valores a partir de los cuales una futbolista tiene excesiva o poca grasa, porque dependen del método utilizado

para medir el porcentaje de grasa corporal y de factores individuales. Por lo tanto, solamente se pueden dar unas orientaciones generales al respecto (Arias, 2007).

Un estudio encontró que en cuanto a estatura el futbolista boliviano es más bajo en todas las posiciones a excepción de los defensores. En cuanto a masa corporal los futbolistas bolivianos presentan mayor masa, pero a expensas de la masa grasa y la masa muscular es muy inferior a la referencia de futbolistas argentinos y suramericanos de elite.

En Venezuela se estudió la composición corporal y el somatotipo de 220 jugadores pertenecientes a los diez equipos del fútbol profesional venezolano en el torneo apertura 2004-2005. Se empleó la metodología de tres pliegues cutáneos de Hoeguer (2003) para calcular el porcentaje de grasa y el de Heath y Carter para determinación del somatotipo. Se encontró que la edad promedio de los futbolistas estudiados fue de 24,54 años, la estatura promedio de 176,64 cm, la masa corporal promedio de 75,03 kg, el % de grasa promedio de 8,28 y el somatotipo 3-2-5 calificándose como meso endomórfico.

En un estudio de la Liga Española, se evaluó la distribución corporal de tejido graso en 150 futbolistas, divididos por igual en las categorías profesionales (2ª A División), semiprofesionales (2ªB División) y no profesionales (3ª División). Se valoró peso, talla y 9 pliegues cutáneos grasos, además de la sumatoria de 6 y 9 pliegues, relación grasa troncal / extremidades y porcentaje de grasa (Carter). Los resultados muestran que a medida que disminuye la categoría profesional los jugadores tienen una mayor acumulación de tejido adiposo corporal, que se manifiesta en un mayor porcentaje de grasa corporal, indicando una tendencia a aumentar su depósito en

las extremidades respecto al tronco. La preparación deportiva y la exigencia física son directamente proporcionales a la categoría profesional.

En Colombia se tiene referencia del análisis de determinados parámetros cineantropométricos en los futbolistas profesionales del Club Atlético Popayán de primera B. Se encontró que el mayor peso y talla se presentó en los porteros con 79.3 kg y 185 cm. respectivamente, y el menor en los defensas laterales (67 kg. y 173 cm.). El índice de masa corporal oscila entre 22.43 y 23.76 kg/m<sup>2</sup>, con un promedio de 23.22 kg/m<sup>2</sup>, y no se observaron variaciones significativas en las diferentes posiciones.

El análisis comparativo de las variables peso, talla e índice de masa corporal entre futbolistas profesionales del Deportivo Cali y los encontrados en la población estudiada, los datos no muestran diferencias significativas en la composición corporal entre los dos equipos de diferentes regiones del país, esto permitiría inferir que la composición corporal del futbolista profesional colombiano se puede aproximar a los parámetros encontrados en el presente estudio.

*Tabla 5. Valores de referencia para el componente morfológico en futbolistas de diferente nivel.*

Estudio y Autores	n	Edad (Años)	Talla (cm)	Peso (kg)	Endo	Meso	Ecto
Bratistava, Estatal 1970-71 (Chovanova & Zruback, 1972; Zruback & Hrcka, 1976)	20	23,5	178,4	74,9	2,5	4,5	2,5
Hungría, Estatal (Farmosi, 1988)	14	25,2	178,7	74,5	2,1	5,3	2,4
España, Nacional (Casajus & Aragonés, 1997)	16	26,1	177,8	77,3	2,2	5,1	1,9
España, Nacional (Casajus & Aragonés, 1997)	67	25,6	177,3	75,3	2,3	4,9	2,1
Sudáfrica, Club (Modiba y Cols., 1994)	95	23,6			2,5	3,2	2,8
Nigeria, Club, 1984 (Toriola y Cols., 1985)	15	25,5	169,3	64,8	2,5	4,7	2,9
India, Nacional, 1987 (Sidhu y Cols., 1989)	9	26,8	168,7	60,6	2,5	3,2	2,8
Australia del Sur, Estatal (Withers y Cols., 1986)	12	25,3	178,3	75,2	2,3	5,6	2,4
Brasil, Club (Pinto, 1978)	29	25,1	173	69,3	2,8	4,2	2,1
Brasil, Club (Matsudo, 1986)	25	25	174,3	70,9	2,2	4,8	2,3
Brasil, Prof. 1ª Div. (Guimaraes y Cols., 1975)	17	23,5	178	75,3	3	5	3
Río, 1ª Div., Campeón 1994 (Gomes, no publicado)	16*	21,6	176,5	74,1	3	4,6	2
Río, 1ª Div., Campeón 1995 (Gomes, no publicado)	19*	22,8	176,2	73,6	1,7	4,9	2,2
Brasil, Copa Mundo, 1994 (Gomes, no publicado)	19*	27,1	178,9	78,5	2,1	4,4	2
Cuba, 1976-80 (Rodríguez y Cols., 1986)	19	23	174,5	70,2	2,1	5,2	2,4
Juegos Bolivarianos, 1981 (Brief, 1986)	29	21,8	169,2	68,9	2,3	5,4	1,7

(\*) excluyendo Arqueros; M= Media; DS= Desviación estándar