

## **DIAGNÓSTICO Y PREVENCIÓN DE LA FATIGA CRÓNICA O DEL SÍNDROME DE SOBREENTRENAMIENTO EN EL DEPORTE DE ALTO RENDIMIENTO. UNA PROPUESTA DE MECANISMOS DE RECUPERACIÓN BIOLÓGICA**

Armando Enrique Pancorbo Sandoval  
Ministerio de Salud de Cuba  
Universidad de Caxias Do Sul, Brasil

**Resumen:** Desde este trabajo se propone un sistema de diagnóstico y prevención de la fatiga crónica o del síndrome de sobreentrenamiento, enmarcado en la dinámica del deporte de alto rendimiento, centrando dicho sistema de diagnóstico y prevención en los mecanismos de recuperación biológica. Para ello, se realiza un breve repaso sobre el concepto de fatiga, los tipos de fatiga, su etiología, y los mecanismos subyacentes, presentando el mecanismo de fatiga fisiológica como un mecanismo de protección, pasando posteriormente a analizar las características concretas de la fatiga crónica o síndrome de sobreentrenamiento desde el punto de vista biológico, para posteriormente presentar el tratamiento y la prevención del mismo.

**Palabras clave:** síndrome de sobreentrenamiento, fatiga, prevención, tratamiento, mecanismos biológicos y fisiológicos

**Abstract:** From this work he/she intends a system of diagnostic and prevention of the chronic fatigue or of the overtraining syndrome, framed in the dynamics of the sport of high yield, centering this system of diagnostic and prevention in the mechanisms of biological recovery. For it, he/she is carried out a brief review on the concept of fatigue, the types of fatigue, their ethiology and the underlying mechanisms, presenting the mechanism of physiologic fatigue as a protection mechanism, passing later on to analyze the concrete characteristics of the chronic fatigue or overtraining syndrome from the biological point of view, it stops later on to present the treatment and the prevention of the same one.

---

**Dirección de contacto:** Armando Enrique Pancorbo Sandoval. Ministerio de Salud de Cuba.  
O Rua Francisco Getulio Vargas, 1130. Barrio Petropolis, 1352, Caxias Do Sul, Brasil

---

**Key words:** overtraining syndrome, tires, prevention, treatment, biological and physiologic mechanisms

## **INTRODUCCIÓN**

El Deporte de Alto Rendimiento y su sistema de competición exigen, cada vez más del deportista, altos resultados, el mantenimiento de éstos y una rápida recuperación, ya que se encuentran sometidos muy frecuentemente a reiteradas competencias y a diferencias marcadas de horarios, climas, etc.

En ocasiones, el problema no radica en la cantidad de eventos internacionales, sino en las exigencias de las cargas del entrenamiento diario con una mala relación descanso, por unidad de entrenamiento, así como una alimentación no adecuada, unido a una sobre carga psicológica, etc.

De no existir una adecuada estrategia entrenamiento-competencia-recuperación, los deportistas están acumulando fatiga residual y se encuentran a un paso de la fatiga crónica o síndrome de sobreentrenamiento deportivo.

## **CONCEPTO DE FATIGA**

Es una sensación desagradable sentida y vivida por el sujeto que la refiere, asociada a una serie de características físicas y químicas objetivas. Nos podemos referir a 2 tipos de fatiga: fatiga subjetiva y fatiga objetiva. Esta última es la que podemos estudiar con garantía de precisión, a través de diferentes parámetros demostrables, no obstante los entrenadores e investigadores del deporte deben enseñar a sus atletas a evaluar la percepción subjetiva del cansancio, pudiéndose utilizar la escala Borg, la cual nos permite evaluar aspectos psicofisiológicos del entrenamiento y /o competencia.

Desde el punto de vista general, la fatiga se define como la imposibilidad física, psíquica u orgánica para continuar un trabajo al mismo ritmo que se venía realizando y que resulta reversible con el reposo (a diferencias de ciertas condiciones patológicas). Es evidente que el grado de fatiga soportado presenta diferencias entre las personas y depende, en gran medida, del grado de entrenamiento y de la condición física, del respaldo psicológico y motivación de cada deportista.”

## **FATIGA FISIOLÓGICA COMO MECANISMO DE PROTECCIÓN**

Es la imposibilidad de generar una fuerza requerida o esperada. Es una fase del fenómeno de adaptación que va a impedir la producción de lesiones irreversibles.

Existen términos fisiológicos en el deporte de competición que son normales, y que están relacionados a una no adecuada relación entrenamiento – recuperación, pudiendo conducir a la fatiga crónica, por acumulación de fatiga residual. Los términos en cuestión son:

Sobrecarga del entrenamiento. Es absolutamente normal y se relaciona con el incremento progresivo de las cargas del entrenamiento.

Fatiga de entrenamiento. Cansancio normal que sigue al entrenamiento, del cual el deportista se recupera antes de las 72 horas, en dependencia de las cargas.

Sobrefatiga. Estado de fatiga superior a la del entrenamiento, en condiciones fisiológicas normales y sin relación con las fluctuaciones del rendimiento. La recuperación puede excederse hasta 3 semanas.

## **ADAPTACIONES FUNCIONALES DEBIDAS AL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**

Los cambios morfofuncionales, provocados por el entrenamiento, permiten una mayor resistencia a la fatiga. Los síntomas de la fatiga guardan relación con la incapacidad para suministrar la energía requerida por unidad de tiempo. El entrenamiento consigue mejorar las vías de abastecimientos tanto de O<sub>2</sub> como de nutrientes e incrementa las reservas energéticas musculares, asegurando la disponibilidad de energía para determinado grado de actividad, o sea, de carácter aeróbico, anaeróbico láctico o anaeróbico alactáico. Los fenómenos de adaptación al entrenamiento, incluida la Supercompensación, permite al deportista desarrollar su potencial genético y colaborar en lograr la forma deportiva en un momento determinado de la temporada. Se expresa en la mejoría de indicadores morfológicos, funcionales, relacionados a los sistemas: cardiorrespiratorios, endocrinometabólicos, musculoesqueléticos, neuroinmuno, así como desde el punto de vista psicológico y como producto final en el rendimiento deportivo.

## **RENDIMIENTO DEPORTIVO. FACTORES LIMITANTES. FATIGA**

El Rendimiento Deportivo depende de la interacción de factores genéticos, morfológicos, fisiológicos, psicológicos y otros que se traducen en habilidades y capacidades físicas, técnicas y tácticas, específicas para cada disciplina deportiva. Estas cualidades son potenciadas a través del entrenamiento, desarrollado, principalmente, por las cargas físicas. El entrenamiento es un proceso continuo de estímulos de adaptación, con el objetivo de mejorar las capacidades del organismo, determinantes en el rendimiento. Se necesita de una adecuada relación trabajo-descanso, así como facilitar los procesos regenerativos del organismo, cuando las exigencias que imponen dichos estímulos exceden las posibilidades individuales de regulación y adaptación del hombre. Si se mantienen por más de 4 a 6 semanas, surge una respuesta inespecífica, inhibitoria, protectora, que frena la adaptación. Esto ocasiona alteraciones importantes a nivel del sistema nervioso, endocrinometabólico, locomotor, inmunológico, cardiorrespiratorio, y otros, además de que el deportista rinde menos. El proceso se conoce como síndrome de sobreentrenamiento por acumulación de fatiga crónica.

La etiopatogenia de la fatiga crónica, es atribuible en la mayoría de los casos, a errores en la planificación y/o dosificación de las cargas, lo cual se amplifica con un sistema competitivo elevado, así como violaciones reiteradas de principios fisiológicos, en particular, los concernientes a la relación temporal carga-recuperación y los procesos regenerativos. A lo anterior, se añaden las exigencias medioambientales, nutrición inadecuada, falta de tiempo libre, no dormir 8 horas, hábitos tóxicos, estrés por motivos del entrenamiento y de las competencias, así como problemas de salud, de estudios, económicos, etc. En realidad, este síndrome es, generalmente, la combinación de varias de las causas relacionadas anteriormente, pero donde siempre está la relación inadecuada carga-descanso. Es un fenómeno multifactorial.

Cuando se participa en muchos eventos, donde se exigen resultados decorosos y se dispone de poco tiempo entre uno y otro (una situación contemporánea), surge un medio idóneo para el sobreentrenamiento, cuya recuperación puede tardar varias semanas o meses. Por ello se

hace necesario aplicar nuevas estrategias para el diagnóstico precoz de la fatiga crónica, como son los estudios endocrinometabólicos e inmunológicos, los estudios de imagenología, perfeccionar los tests de campo médico-pedagógicos, etc; así como disponer de una reserva deportiva que permita alternar a los deportistas con un doble fin, asegurar el desarrollo de los mismos y garantizar la recuperación de los deportistas principales.

## CLASIFICACIÓN DE LA FATIGA SEGÚN LA DURACIÓN

Pueden existir 3 tipos de fatiga, según la duración en el tiempo del fenómeno:

- **Aguda:** Ocurre durante una sesión del entrenamiento o en la competencia, puede ser local o global. Es un sistema de protección orgánico ante el daño ocasionado por la propia contracción muscular, que generalmente está acompañada de lesión de tejido muscular y por los cambios metabólicos.
- **Sub-aguda:** También llamada sobrecarga. Ocurre posterior a uno o varios microciclos relativamente intensos, con poca recuperación y acumulación de fatiga residual. Bien planificado conduce a la supercompensación. Tiene efecto sistémico y puede llegar a ser patológica (por acumulación y malos mecanismos de recuperación del deportista) al pasar a la fatiga crónica.
- **Crónica:** Aparece después de varios microciclos (generalmente en más de 4 semanas) o durante un mesociclo. Pudiera ocurrir durante la combinación de 2 mesociclos, cuando no existe una buena relación entre los diferentes componentes del entrenamiento, la competencia y la recuperación, acumulándose la carga residual. Tiene consecuencias sistémicas y patológicas de deterioro orgánico global. Este tipo de fatiga podría ser un cuadro de Sobreentrenamiento. Se diferencia de la Subaguda en el cuadro de síntomas, en la duración y gravedad de los mismos y en el tiempo que se va a necesitar para su "curación".

## TIPOS DE FATIGA SEGÚN EL LUGAR DE APARICIÓN

Puede ser Central y Periférica.

### Fatiga Central

Se debe a cambios en algunos o varios de los escalones que van desde el cerebro hasta la fibra muscular. Se estima que los nervios no se fatigan, pero sí, la sinapsis, fundamentalmente, por el consumo de neurotransmisor químico, en este caso, la acetilcolina, que se secretaría a un ritmo menor del necesario e impediría la llegada del impulso nervioso (orden de contracción) a la placa motora. La consecuencia es que el músculo no responde al estímulo y deja de contraerse.

Lugares de aparición de la Fatiga Central:

1. Fallo en la activación neuronal
2. Inhibición aferente desde husos neuromusculares y terminaciones nerviosas.
3. Depresión de excitabilidad de la motoneurona.
4. Alteración en la transmisión del impulso nervioso.
5. Fallo pre-sináptico.

## **Fatiga Periférica o Fatiga Muscular**

Es un estado transitorio y de duración variable en el que existe una deficiencia en la capacidad de trabajo de la fibra muscular, debida, casi siempre, a un exceso previo de actividad física o a la realización de un esfuerzo extenuante.

Los cambios en la función muscular, asociados a la fatiga, pueden ser identificados mediante:

- Pérdida de fuerza.
- Retardo en la relajación.
- Cambios en las características contráctiles.
- Alteraciones en las propiedades eléctricas.

Lugares de aparición. Afecta a las estructuras por debajo de la placa motora, que intervienen en la contracción muscular:

1. Membrana postsináptica de la placa motora.
2. Sarcolema y Tubos en T (TT).
3. Acople entre TT y Retículo Endospásmico (RE).
4. Afinidad de Calcio ++ y troponina.
5. Los puentes de Actina-Miosina.

## **ETIOLOGÍA DE LA FATIGA MUSCULAR. MECANISMOS**

A esta situación se llega de una forma progresiva y por confluencia de diferentes factores, como son: fallos en el aporte energético y de O<sub>2</sub> con depleción de sustratos; alteración en la actividad enzimas Kinasas; desbalance electrolítico; desequilibrio ácido básico con acumulación de metabolitos; defectos en la homeostasis de macro y micronutrientes, etc.

Estos factores dependen, a su vez, de otras circunstancias como: la duración e intensidad del ejercicio, el tipo de contracción, la clase de fibras musculares participantes, el grado de entrenamiento, relación entrenamiento-descanso, mecanismos de recuperación biológica, estado de salud del deportista, etc.

De una forma breve, abordaremos algunos de estos aspectos.

### ***Mecanismos desencadenantes principales de la Fatiga***

- 1) Depleción de sustratos. El glucógeno constituye la principal reserva energética en el músculo, su pérdida constituye un factor determinante en la aparición de la fatiga, tanto en la fibra de contracción rápida como en la de contracción lenta y, sobre todo, en ejercicios de baja y moderada intensidad. La disminución de la reserva de creatin fosfato y de las grasas, así como la falta de O<sub>2</sub>, son factores que también colaboran a desencadenar la fatiga. La depleción de estos sustratos afecta las bombas de sodio/potasio y calcio y los puentes de actina – miosina, todo lo cual dificulta el trabajo muscular.
- 2) Aumento de la concentración de metabolitos. Cualquiera que sea el tipo de trabajo muscular, se originan residuos que interfieren en las vías metabólicas de obtención de energía, durante la contracción muscular.
  - Exceso de lactato y descenso del pH (acidosis). El incremento del ácido láctico interfiere con los procesos de producción de ATP, con la neurotransmisión y, en definitiva, con la

excitación muscular. El aumento de ácido láctico incrementa la osmolaridad celular y atrae agua hacia el músculo, que por ser un tejido encapsulado, va aumentando progresivamente su presión, llegando a restringir la circulación sanguínea.

- El aumento de los hidrogeniones provoca una alteración de los sistemas enzimáticos de la glucogenolisis hepática y de la glucolisis, con lo que se interrumpen las vías de obtención de energía rápida.
  - Incremento de amonio. Esto ocurre durante entrenamientos muy intensos y mantenidos, lo cual provoca alteraciones en los sistemas enzimáticos de obtención de energía, utilizándose el metabolismo de las proteínas. Puede reducir el número de fibras activas, así como, también, puede repercutir sobre el ciclo de Krebs.
- 3) Alteraciones hidroelectrolíticas. La afectación del volumen plasmático y los niveles de K, Na, Ca, Mg, afectan el potencial de membrana.
  - 4) Alteración de las enzimas kinasas. La fatiga crónica afecta al grupo de estas enzimas como las: hexokuinasas, creatinkinasas, Na/K ATPasa, Miosina/ATPasa, glicerolkinasa, todas las cuales están relacionadas con la producción del ATP.
  - 5) Alteración en la captación de aminoácidos ramificados (a.a.r). La pérdida de las reservas de sustratos (principalmente del glucógeno muscular y hepático, sobre todo del 1ro), producen cambios importantes en la función de los a.a.r., y en la relación a.a. intramuscular / plasmático, utilizándose los a.a.r. para la obtención de energía con la afectación del proceso anabolizante y reparativo de las proteínas en el organismo y a su vez con el incremento rápido a nivel sanguíneo de los productos finales proteicos. Todo lo cual conduce a la limitación del rendimiento deportivo.

La acción crónica de este cuadro produce un desequilibrio hormonal a favor de los procesos catabólicos.

### **Fatiga Crónica o Síndrome de Sobreentrenamiento Deportivo**

Son un conjunto de signos y síntomas que puede tener 2 cuadros: el principal, con predominio del Sistema Nervioso Simpático (SNS) y otro con predominio del Sistema Nervioso Parasimpático (SNP). Diferentes autores valoran que el SNP pudiera ser parte del mismo proceso del SNS con el deterioro y agotamiento total de la respuesta neuroendocrina, predominando finalmente el cuadro parasimpático. El Síndrome de Sobreentrenamiento Simpático es el más conocido, el más estudiado y el que más abunda.

Las manifestaciones principales del Síndrome de Sobreentrenamiento son: generales, psicológicas, bioquímicas, clínicas, así como sobre el rendimiento deportivo.

- Generales: cansancio, insomnio, pérdida del apetito, disminución de peso corporal, disminución de masa corporal activa, cefalea, dolores musculares, infecciones a repetición (inmunodepresión en ocasiones), trastornos digestivos, amenorrea u oligomenorrea en el sexo femenino, pudiendo ser parte de la tríada de la deportista, acompañándose de osteoporosis.
- Psicológicos: depresión, ansiedad, pérdida de autoestima, cambios en la personalidad, apatía, temor a la competición.
- Bioquímicas y hormonales en sangre:
  - Aumenta: urea, ácido úrico, amoníaco basal, cortisol, catecolaminas, ión potasio.
  - Acumulación de RLO.
  - Se incrementa el balance negativo del nitrógeno.

Disminuye: testosterona, índice testosterona/cortisol, hemoglobina, hierro, ferritina, captación total de la fijación del hierro. También disminuye los niveles de Zn, CO, CU, Al, Se, vitaminas E y C entre otras.

Cambios bioquímicos en orina: disminución del cociente 17 Ketosteroides/17 Hidrocorticosteroides, elevación marcada de la proteinuria.

Predomina el catabolismo, acompañándose de estrés oxidativo metabólico e inmunodepresión.

- Clínica - Funcional: cambios en la Frecuencia Cardíaca (FC) y Tensión Arterial (TA) en condiciones basal, durante el ejercicio y durante la recuperación, con un trabajo menos económico desde el punto de vista cardiorrespiratorio que el acostumbrado, predominando el incremento de la FC y de la TA en el sobreentrenamiento simpático. En caso a predominio vagal, puede existir caída de la FC y la TA.

En el electrocardiograma se puede observar onda T negativa y desplazamiento del segmento ST.

Disminución del VO<sub>2</sub>Máx. absoluto y relativo (VO<sub>2</sub> Máx. /Kg), con la aparición del Umbral Anaeróbico Respiratorio y Metabólico con respecto a un % menor del VO<sub>2</sub>Máx./kg, así como menos cantidad de producción de lactato durante el entrenamiento intenso.

En el sistema musculoesquelético: Marcada tendencia de lesiones por sobreuso. En los deportistas sobreentrenados, están deteriorados los procesos de reparación, cicatrización y regeneración de los tejidos, por lo que les resulta muy difícil restablecerse de los microtraumas a repetición, provocados por la práctica de la disciplina deportiva y del régimen de competencias. Esta situación actúa principalmente sobre las inserciones tendinosas, los propios tendones, músculos, huesos y estructuras articulares, siendo frecuente la afectación de los cartílagos con la aparición de la condromalacia. De ahí que las lesiones más atendidas sean las insercionitis, tendinitis, periostitis, condromalacia, y las fracturas por estrés. La afectación del sistema musculoesquelético es una de las señales principales de la fatiga crónica y de acción local por sobreuso y el médico del deporte y el entrenador deben estar alertas ante este tipo de situación. En ocasiones, se observa un % elevado de atletas lesionados de un mismo equipo deportivo durante una temporada y esto nos habla de la falta de armonía trabajo-descanso deportivo y de la no aplicación de un correcto programa personalizado del entrenamiento y de la recuperación biológica.

Cambios en el rendimiento deportivo: afectación de las capacidades funcionales motoras (fuerza, velocidad, resistencia), trabajo y recuperación en el entrenamiento menos económico, dificultad en el gesto deportivo, problemas en la coordinación, incremento de los errores técnicos, disminución de la capacidad de corrección de problemas técnicos y tácticos. Pérdidas de sesiones del entrenamiento deportivo. Poco aprovechamiento de las sesiones de entrenamientos. Disminución de los resultados deportivos y del rendimiento en el entrenamiento y la competencia. Retirada parcial durante la temporada o parte de ella o definitiva del deporte, dando al traste con la longevidad deportiva y su estabilidad en la Alta Competición.

### **Síndrome de sobreentrenamiento del sistema nervioso simpático. Principales características**

Incremento de la FC y TA basal durante el ejercicio y la recuperación, aumento del metabolismo basal, disminución del peso corporal, sudoración nocturna, inestabilidad emocional, balance del Nitrógeno (N<sub>2</sub>) negativo, incremento de la urea, incremento del cortisol, generalmente disminución de la testosterona, disminución del índice testosterona/cortisol, anormalidades ECG,

lesiones, infecciones a repetición, trastornos menstruales, disminución del rendimiento deportivo. Se observa en las diferentes disciplinas deportivas y en edades diferentes.

### **Síndrome de Sobreentrenamiento del SN Parasimpático (Vagal). Principales características**

Disminución de la FC y TA basal y durante el ejercicio, con una rápida recuperación del pulso, problemas digestivos, hipoglucemia (y poca reactividad a la hipoglucemia), anemia, disminución de cortisol y testosterona. Puede conducir al Síndrome de Addison. Puede estar acompañado de trastornos menstruales en la deportista, cuadro de inmunodepresión; el índice de lesiones musculares es menor.

El Síndrome Parasimpático se observa poco, siendo mayor su frecuencia en los deportes de resistencia y en atletas jóvenes. Puede ser también, la fase final del síndrome de sobreentrenamiento simpático. La Tabla 1 nos permite apreciar las diferencias hormonales entre ambas patologías, siendo característico, en el simpático, de forma general, la disminución de la testosterona y el aumento del cortisol y en la de predominio vagal existe una disminución por agotamiento en el organismo. El sobreentrenamiento a predominio vagal es muy poco frecuente.

Tabla 1. Evolución Hormonal en el Síndrome de Sobreentrenamiento

Variable	Simpático	Parasimpático
Cortisol	Aumentado	Disminuido
Testosterona	Disminuido o Normal	Disminuido
Ind. Testost./Cortisol	Disminuido	-----

### **Fatiga Crónica y su relación con estados no saludables como el Estrés Oxidativo Metabólico, la Inmunodepresión y la Tríada de la Deportista**

Existe una relación muy directa entre la fatiga crónica y estos estados de salud, ya que cuando existe una acumulación importante de fatiga residual está predominando la acumulación de radicales libres oxidativos en nuestro organismo sobre los agentes antioxidantes, así como existe, en muchas ocasiones, inmunodepresión y la tríada de la deportista, la cual puede ser, a la vez, uno de los factores desencadenantes de la fatiga crónica.

### **Estrés Oxidativo Metabólico y el Deporte de Alta Competición**

En el deporte de alta competición, al igual que en los programas de ejercicios físicos para la población, la resultante metabólica de los productos finales del ejercicio va acompañada de una producción de radicales libres oxidativos (RLO), lo cual es mayor a medida que el trabajo sea mas prolongado y/o intenso, como ocurre en el deporte de alto rendimiento; pero esto, a su vez, es respaldado por la producción de agentes antioxidantes (MDA) por el propio ejercicio realizado en el deporte de competición, como en los programas de actividad física de la población. La cantidad de antioxidantes circulantes se incrementa al llevar una relación trabajo del entrenamiento/descanso apropiada, con la producción endógena de agentes antioxidantes, así como una alimentación balanceada y saludable, la cual incorpora antioxidantes exógenos y también hábitos saludables de

vida. Cuando, en el deporte de competición, es deficiente el descanso con relación a las cargas de entrenamiento, y la alimentación es deficiente en cantidad y sobre todo en calidad, va a ocurrir una acumulación de RLO, rompiéndose el balance metabólico RLO/MDA, y existiría un predominio del Estrés Oxidativo Metabólico. Esta situación se incrementa cuando el deportista es fumador, ingiere bebidas alcohólicas, no duerme 8 horas diarias, se encuentra estresado, etc.

Diferentes autores sugieren que la elevación del consumo de oxígeno en el deporte de competición, durante el ejercicio intenso, induce a la producción de RLO y otras especies oxidantes.

El entrenamiento intenso y continuado se acompaña de la producción de RLO causantes de alteraciones de las membranas celulares. Ello puede originar un daño muscular, acompañado de un estado inflamatorio del músculo, que conduce a una disminución de la fatiga muscular con la liberación de enzimas musculares (creatin-kinasas, láctico deshidrogenasa), cambios histológicos evidentes y puede estar acompañado de dolor muscular. Como hemos visto a lo largo de este capítulo, el dolor muscular local, es un alerta y un mecanismo de defensa. Esto es parte del proceso del entrenamiento deportivo, lo cual está dirigido a producir una sobrecarga fisiológica con acumulación de fatiga residual, con la finalidad de obtener una supercompensación del organismo del deportista, e incrementar las capacidades funcionales.

Diferentes causas intervienen en estos cambios:

- El alto grado de estrés que causa el ejercicio intenso y prolongado.
- Alteraciones de la microcirculación.
- Producción de metabolitos tóxicos.
- Agotamiento intramuscular de los suplementos energéticos,

Este daño muscular inicial es seguido por unos cambios secundarios, entre los que se incluyen alteraciones electrolíticas del metabolismo mineral, de los reguladores metabólicos (vitaminas) y una respuesta inflamatoria celular.

Los cambios de la ultraestructura muscular que siguen a una respuesta inflamatoria, son reparados, habitualmente, a partir de la relación entrenamiento/recuperación, pero cuando las cargas del entrenamiento se mantienen muy por encima de la regeneración y no se instauran las terapias reparadoras pertinentes, conducen a la rabdomiolosis. Inicialmente, los focos de daño estructural se localizan en las microfibrillas y en el citoesqueleto.

La rabdomiolosis es la destrucción fisiológica de cierto porcentaje de células musculares, originadas por la inadecuada relación ejercicio/recuperación y es uno de los factores limitantes del esfuerzo prolongado, reflejándose en un sustancial incremento de enzimas musculares y proteínas musculares. En la rabdomiolosis se observa incremento de las enzimas musculares: creatin-kinasa (CK), láctico deshidrogenasa (LDH) y aumento de las proteínas musculares: mioglobulina y mioglobinuria. Si a este estado se añade cierto grado de deshidratación, aumenta el riesgo y las consecuencias de la rabdomiolosis. Además, se observan pérdidas de la estructuración celular en las células dañadas con una degradación de los lípidos y proteínas estructurales.

El rápido desarrollo del daño muscular de las fibras y del tejido conectivo se acompaña de una disfunción de los componentes intracelulares y exudan hacia los espacios intersticial y plasmático. Muchas de estas sustancias incluyen las prostraglandinas que atraen, como un fenómeno inmunológico, a los neutrófilos y monocitos.

Tanto las fibras musculares rápidas (tipo II) como las lentas (tipo I) se ven afectadas por el daño muscular que ocasionan los RLO, en particular en las del tipo II. Además, se conoce que uno de los efectos del daño muscular es el descenso de la organización sarcomérica normal, con retracción de las miofibrillas.

Factores desencadenantes del daño muscular:

- ❖ El alto grado de estrés que causa el ejercicio intenso y prolongado produce, posterior al ejercicio, un incremento en la producción de RLO y de peroxidación lipídica (LPO). Existe un aumento marcado del consumo máximo de oxígeno, de 10 a 15 veces superior que en condiciones de reposo, depleción de los substratos energéticos, la disminución de la cadena respiratoria, incremento de las catecolaminas, aumento de la temperatura corporal, autoxidación de las Hb, y la relativa isquemia que se produce durante la contracción muscular, incremento del ácido láctico, caída del pH, reoxigenación, están involucrados en el aumento de la LPO y de los RLO.
- ❖ Alteraciones de la microcirculación. Existe un incremento de exudado, a nivel intersticial, en los músculos, que dificulta la microcirculación y producen cambios metabólicos, con la liberación de RLO, que puede activar las enzimas proteolíticas.
- ❖ Estrés mecánico. Es uno de los factores dominantes que induce al daño muscular, ya que afecta todo el aparato contráctil. Existe daño mecánico en las bandas Z, en el retículo sarcoplásmico o en el mecanismo contráctil. Por otra parte, la acción lisosomal y la inflamación, también, es parte de este estrés mecánico. Todo esto también, conduce al incremento de RLO.
- ❖ Alteraciones Metabólicas secundarias:
  - a) Glucógeno. El proceso inflamatorio originado por la lesión muscular origina disminución del glucógeno, aunque también se ha observado disminución de la reserva de glucógeno sin inflamación local.
  - b) Calcio y Magnesio. Posterior al daño local por inflamación, se observa, a nivel del músculo, un aumento del Calcio sarcoplásmico y del Magnesio, lo cual interviene en los mecanismos de reparación como un mecanismo de defensa, pero cuando la situación se comporta de una forma crónica, conduce a una compleja serie de alteraciones bioquímicas, electrofisiológicas y morfológicas en las fibras musculares.
  - c) Enzimas musculares. La afectación muscular produce incrementos de los niveles plasmáticos de las enzimas creatín-kinasas (CPK) y láctico deshidrogenasa (LDH). El incremento de estas enzimas se viene utilizando como indicador de la permeabilidad celular resultante del daño muscular. En diferentes estudios, se han utilizado controles, posterior a las 72 horas de trabajo intenso, para conocer grado de recuperación o como un indicador de daño muscular. Otra enzima que está aumentada es la transaminasa glutámica oxalacética (TGP).

Como conocemos, en el deporte de alta competición, es necesario entrenar de forma extenuante, en determinadas sesiones de entrenamiento y en las competencias, necesitando el deportista obtener la energía necesaria, tanto en forma aeróbica como anaeróbica, a través de los diferentes sistemas de suministro de energía, según la intensidad y duración de las cargas, lo que finalmente produce, de forma elevada, RLO. En la actividad anaeróbica, a partir del pago de la deuda de O<sub>2</sub>, se produce un incremento de los RLO.

El músculo esquelético posee una capacidad especial de adaptación al EOM, lo que se debe a la facilidad de este tejido para incrementar los mecanismos antioxidantes, lo cual se estimula con la actividad física, incluso en las edades avanzadas de la vida, lo que supone, en definitiva, un buen sistema para la lucha contra el envejecimiento.

El entrenamiento estimula la producción endógena de enzimas antioxidantes, el superóxido dismutasa (SAD), catalasa y glutatión peroxidasa (GPX), las cuales se originan en las mitocondrias para combatir y neutralizar a los RLO. Durante el ejercicio aumenta, a nivel plasmático, la concentración de agentes antioxidantes, creándose un adecuado mecanismo de defensa antioxidante (MDA) como las Vitaminas E y C, Betacarotenos, Coenzima Q10, Selenio, con el fin de neutralizar los RLO. Una alimentación balanceada le ofrece al organismo una importante cantidad de antioxidantes exógenos. Resumiendo, se puede asegurar que el ejercicio físico con fines de alto rendimiento, de forma bien planificada, y también la actividad física en función de salud en la población, incrementa en ambas la producción de RLO, pero, a la vez, estimula los mecanismos que la combaten (MDA), por lo que el resultado final arroja resultados positivos para la salud y los resultados deportivos.

### ***Influencia de la actividad física sobre el Sistema Inmunológico***

Existe una diferencia marcada entre los efectos fisiológicos y el sistema inmunológico, entre un programa de condición cardiovascular dirigido a la población y el entrenamiento para deportistas de alto rendimiento sobre todo, a partir de un mal diseño en la relación carga/descanso. De forma breve, establecemos la diferencia entre ambas:

- ❖ La actividad física, de característica moderada, a predominio aeróbico (condición cardiorrespiratoria) se emplea en la prevención, corrección y rehabilitación de las enfermedades crónicas, produciendo beneficios en todo nuestro organismo, incluyendo el sistema inmunológico (en el capítulo 15 del Libro del Dr. Pancorbo, citado como el artículo # 12 de este trabajo, aborda sobre esta temática)
- ❖ En el deporte de Alta Competición, se realiza una actividad física elevada, producto de las cargas de entrenamiento (volumen + intensidad) y cuando la relación de las sesiones de entrenamiento y competencias con el descanso son buenas, se producen adaptaciones de nuestro organismo, desde el punto de vista fisiológico y psicológico, de forma positiva, y no se produce inmunodepresión. Cuando las cargas del entrenamiento son superiores a los mecanismos de recuperación (incluida una ingesta deficitaria de macro y micronutrientes), actuando esta situación de forma crónica, existen cambios desfavorables desde el punto de vista neuro-endocrino-metabólicos y cardiorrespiratorios, que provocan alteraciones inmunológicas y su repercusión negativa sobre el organismo del atleta.

Los efectos del ejercicio intenso sobre el sistema inmunológico el cual puede agotar nuestras defensas, cuando actúa de forma crónica al enfrentar los procesos de daño muscular producidos por la acción de los RLO.

### ***Mecanismos inmunitarios en la fatiga crónica***

La fatiga crónica conduce a la Inmunodepresión, debido a los siguientes mecanismos:

- Aumento de la producción del cortisol: Produce redistribución de linfocitos y suprime las funciones de los linfocitos T y B.
- Aumento de los niveles de adrenalina: Suprime las funciones del linfocito T, cambia las relaciones entre las sub-poblaciones de linfocitos y sus niveles de reproducción. Aumenta el número de células Agresoras Naturales (NK).

- Alteraciones en los niveles de endorfinas (neuropéptidos): Producen una supresión de anticuerpos y reduce la reproducción de células T, células killer y de interferón.
- Cuando disminuyen los niveles de glutamina: Ocasiona daños importantes, debido a que es un nutriente fundamental para los linfocitos (es el músculo el mayor productor de glutamina).

El “estrés” producido por el ejercicio físico intenso y prolongado, se acompaña de un aumento en la descarga de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), contribuye ampliamente a modificar la salud y el rendimiento del deportista, siendo un factor más en la modulación de la inmunidad. Las alteraciones de la función inmunológica se pueden acompañar de alteraciones generales y tisulares locales que cursan con patología inflamatoria. Como consecuencia del estado inflamatorio generado por el ejercicio, las alteraciones de la función inmune se siguen de modificaciones sistémicas, caracterizadas por hipertermia, astenia, predisposición a infecciones, fatiga y alteraciones tisulares, que conducen a un descenso del rendimiento deportivo.

La inmunodepresión nos lleva a padecer infecciones a repetición y facilita la actividad catabólica, actuando una sobre la otra, lo cual nos lleva a pérdida de sesiones de entrenamiento, declinación de nuestras capacidades morfológicas, fisiológicas y psicológicas, con la afectación de nuestros rendimientos deportivos e indicadores de salud.

Tal es así que hay células inmunocompetentes, que contienen una importante concentración de péptidos, hormonas y receptores, asociados clásicamente con el tejido neuronal y/o endocrino. La inmunodepresión nos conduce a un desbalance negativo en la mayoría de las células inmunocompetentes y de elementos, tan importantes, como son las hormonas, péptidos y receptores mencionados.

El proceso inflamatorio a nivel muscular es muy complejo e incluye la participación de numerosos factores fisiopatológicos: sanguíneos, inmunológicos, tisulares, metabólicos y vasculares.

Estas condiciones, son originadas por un importante estrés físico y psíquico, con una gran afectación muscular (inflamación y daño), se hace más patente a medida que el estado de fatiga se prolongue en el tiempo. Es decir, se refleja un proceso de afectación del sistema inmune, pues éste acaba siendo incompetente frente a los fenómenos inflamatorios mencionados. Esta situación de estrés origina una supresión de varios índices de la función inmunitaria. Tras el período de recuperación, la aparición retardada de hidroxipolina excretada y la liberación retardada de las enzimas CPK y LDH desde el músculo, sugiere que se ha producido una lesión en el tejido.

En el deporte de competición es normal que, en determinadas sesiones de entrenamiento, exista un incremento de la CPK, el cual se utiliza como una variable para el control del entrenamiento y conocimiento de acumulación de fatiga por el daño muscular. Cuando observamos que el incremento se mantiene o se eleva de forma marcada ante el entrenamiento, nos puede indicar un efecto importante de fatiga muscular. Si esta respuesta, la observamos con poca intensidad y/o duración de las cargas, es un alerta que los mecanismos internos se están agotando, predominando los procesos inflamatorios con daño, acompañados de un posible cuadro de inmunodepresión futura y de fatiga crónica.

La instauración de terapia con inmunomoduladores puede prevenir y ayudar la recuperación de la inflamación y daño tisular originado por el ejercicio intenso y mantenido; entre estos, destacamos, el ácido acetilsalicílico (Aspirina) y el glicofosfopeptical (Inmunoferon). En situaciones especiales, se pueden utilizar inmunoglobulina humana normal.

## **TRÍADA DE LA DEPORTISTA**

Esta patología en la deportista está compuesta por: trastorno en la alimentación, trastornos en la menstruación y osteoporosis y su etiología está relacionada a una deficiente alimentación, con una mala relación carga de entrenamiento /recuperación. Puede ser una de las causas, en el sexo femenino, de aceleramiento de la fatiga crónica. Existen factores de riesgo comunes entre la fatiga crónica y la tríada de la deportista, normalmente relacionadas con los trastornos en la alimentación, menstruales y en muchos casos, con la osteoporosis. Podemos afirmar que en el sexo femenino, la fatiga crónica se acompaña, en un porcentaje muy elevado, de la tríada de la deportista.

La Triada de la deportista, se encuentra abordado con amplitud en el capítulo 10 “Mujer y Deporte de Alto Rendimiento” en el Libro del autor de este trabajo, y que se encuentra reflejado en la bibliografía #12.

### ***Estrategia para evitar el Estrés Oxidativo Metabólico, la Tríada de la Deportista y la Inmunodepresión***

*De forma resumida, los elementos principales para evitar esto son:*

- ❑ Adecuada relación carga del entrenamiento y sistema competitivo con la recuperación biológica y psicológica del atleta. Control individualizado del entrenamiento.
- ❑ Nutrición balanceada y ayuda ergogénica, como parte de la estrategia de la recuperación. Inclusión en la ayuda ergogénica de agentes anti-oxidantes e inmunomoduladores.
- ❑ Hábitos saludables de vida.

## **TRATAMIENTO DEL SÍNDROME DE SOBREENTRENAMIENTO (SSE)**

Una vez instaurado el SSE o Fatiga Crónica se debe proceder de la siguiente forma:

### **Diagnóstico**

Se hace necesario conocer la causa específica desencadenante, tanto derivada del entrenamiento, de factores ambientales, o de una enfermedad subyacente o la sumatoria de todas o algunas de éstas.

### **Tratamiento del estado de salud que exista**

- A) Endocrinológico. Es importante detectarlo rápidamente, para que no avance el desarreglo hormonal, se debe realizar lo siguiente:
1. Si fuera necesario, aporte regresivo de corticoides, con el fin de evitar una insuficiencia suprarrenal.
  2. Restauración de los niveles de Testosterona que el propio organismo iría realizando durante el proceso de recuperación. Pudiendo ser:
    - a. Fisiológico. Reposo al inicio. Posteriormente, reajustar las cargas del entrenamiento, a predominio de la resistencia regenerativa en sus inicios; apoyado con una alimentación

- saludable; recuperación del sistema musculoesquelético; recuperación psicológica; ayuda ergogénica: vitaminas (sobre todo B,C, E), minerales , con un aporte importante de antioxidantes e inmunomoduladores, desintoxicantes hepáticos, aminoácidos de cadenas ramificadas.
- b. Fisiológicos y Farmacéuticos intensos. A lo explicado en el apartado anterior se le añaden tratamientos hormonales específicos, como es la dosis calculada de forma individual de testosterona.
  3. Control de los trastornos menstruales en la mujer. Importante la restauración del ciclo menstrual (ver capítulo 10 del Libro del Dr. Armando Pancorbo, bibliografía 12)
- B) Sistema músculo esquelético. Recuperación de la lesión o lesiones.
- C) Inmunológico. Estudio y tratamiento de los procesos infecciosos que existan por el cuadro de Inmunodepresión.
- D) Hematológico. Aporte de hierro, ácido fólico y vitamina B12 para facilitar la eritropoyesis.
- E) Nutrición. Importancia de una dieta individualizada a las necesidades del momento, que debe ser balanceada con un aporte importante de alimentos reguladores.
- F) Restauración del sueño. Mediante tratamientos específicos y medios de relajación.
- G) Recuperación Psicológica. Recuperar la autoestima y salir del estado depresivo.
- H) Uso de otras medidas como masaje, hidroterapia, sauna, sistemas de relajación.
- I) Planificación del entrenamiento. Reincorporación gradual. Al inicio, es importante el trabajo en la resistencia regenerativa, mediante el trote, la natación, ciclismo. De forma gradual, ir aumentando el volumen y la intensidad. Debe existir una adecuada relación carga progresiva del entrenamiento y recuperación. Ser cuidadoso con la incorporación competitiva.

### **PREVENCIÓN DEL SÍNDROME DE SOBREETRENAMIENTO (SSE)**

La prevención estaría en no romper el equilibrio de entrenamiento/recuperación. Hay que intentar diferenciar la fatiga "normal" que produce el entrenamiento, de la fatiga "residual" que se va acumulando de un entrenamiento a otro, la cual es necesaria para la supercompensación, ya que cuando se acumula notablemente la fatiga residual nos conduce a la fatiga crónica.

Es importante la realización de controles de campo y de laboratorio, así como el seguimiento del diario del deportista, con vistas a la prevención o diagnóstico preventivo de la fatiga crónica.

Cada deportista debe tener un programa individualizado de recuperación biológica y psicológica.

#### ***Diagnóstico Precoz del Síndrome de Sobreentrenamiento***

Se hace necesario la unión del trabajo del colectivo de entrenadores, médicos y personal de apoyo científico, estableciendo correlaciones en los controles endocrino-metabólicos con otros tests de campo y de laboratorio (incluir los estudios de imagenología que nos permiten conocer alteraciones musculoesqueléticas, antes que los síntomas clínicos, propios de la lesión), teniendo en cuenta el rendimiento del atleta durante el entrenamiento y la competencia, y su respuesta biológica.

El deporte de alta competición, en la actualidad, está abarrotado de calendarios deportivos competitivos e incluso en edades relativamente tempranas, por lo cual se hace necesario operar

cambios importantes en el diseño de los programas, evaluación y control del entrenamiento y de la competencia, para optimizarlo.

La eficiencia debe ser lo que prime y en ello jugará un papel principal la individualización del entrenamiento deportivo y los mecanismos de recuperación biológica. Han de perfeccionarse los métodos para valorar, desde el punto de vista médico-fisiológico, el monitoreo de la preparación del atleta, de manera que permitan conocer en detalles, su estado morfofuncional. Así, también, se detectaría la existencia de desbalances musculares en las articulaciones más importantes y los efectos residuales de las cargas. Con este último fin, se deben realizar estudios de locomoción de la marcha, con vistas a conocer el centro de gravedad del deportista y la utilización de calzados personalizados, estudios de imagenología, de biomecánica, etc.

Poner en práctica todo lo planteado daría paso a decisiones más exactas, relacionadas con la asistencia a una competencia determinada y se evitarían los riesgos de lesiones y otros problemas de salud. Ello unido a una política de desarrollo de las reservas deportivas, con lo cual nuevos talentos en desarrollo se alternarían con los deportistas de élite del momento. No siempre se puede aspirar a la victoria, lo importante es estar preparado para el evento principal de la temporada y cumplir en ella el pronóstico que se realizó. Si se sobrepasa mejor, siempre y cuando no comprometa el futuro de los deportistas.

Todo lo expresado nos permitirá obtener resultados deportivos planificados en el alto rendimiento con relativa estabilidad, y con la finalidad de que nuestros atletas alcancen la longevidad deportiva.

### ***Controles endocrino-metabólicos en deportistas élites como Prevención de la Fatiga crónica***

Son importantes ya que nos permiten conocer la respuesta de nuestro organismo a las cargas de entrenamiento que repercuten de forma aguda y pueden, o no, afectar el balance bioquímico y endocrino-metabólico del organismo del atleta. Si fuera necesario, nos garantizaría realizar una intervención en la planificación individual del entrenamiento y en los mecanismos de recuperación del deportista. Esta información se debe correlacionar con diferentes estudios de laboratorio y de campo; teniendo en cuenta el diario del deportista y los criterios del colectivo de entrenadores.

A continuación, algunos aspectos sobre este tipo de estudio:

Frecuencia: Entre 4 a 8 semanas. Diferentes aspectos intervienen en esto: disciplina deportiva, etapa de entrenamiento (relación carga/descanso, etapa competitiva) nivel del atleta, costo de los estudios.

Consideraciones: Realizar el estudio en ayunas y en condiciones de reposo, en el horario de la mañana. Garantizar que se realice en condiciones similares, en las diferentes ocasiones, como puede ser en el día posterior a un entrenamiento intenso y/ o posterior a varios días de entrenamiento intensos, que son partes de una secuencia de 2-3 microciclos de "choque" o al día siguiente de una competencia o de un partido intenso, como puede ser un juego fútbol. Por ejemplo, se pudiera planificar al día siguiente de los tests progresivos de lactato, que se realizan en diferentes deportes como la natación, atletismo, pudiéndose correlacionar la calidad del rendimiento y la respuesta biológica al test progresivo de lactato así como el estado endocrinometabólico del deportista al siguiente día del test. En realidad, ejemplos como este nos dan una información de primer nivel para la individualización del entrenamiento. Solo mediante un estudio sistemático, pudiéramos caracterizar individualmente a cada deportista. Si esto no se realiza así, con la estandarización y sistematización de los estudios, no vale la pena realizarlo. Lo ideal es realizar el

1er estudio de la temporada en la 1ra o 2da semana de iniciado el primer macrociclo, para ir conociendo el perfil del deportista desde el inicio de la temporada y con poca influencia de las cargas del entrenamiento. Antes de iniciar la temporada, debemos diseñar los diferentes estudios de laboratorio y de campo con el colectivo de entrenadores, en función de los objetivos de la temporada.

Rango de Referencia de estas Variables:

- Cortisol 7-25 mcg/dL.
- Testosterona (M) 150-180 nonig/ml. (F) < 100nonig/ml.  
(M) 1.5-8.2 ng/ml (F) 0.1-1 ng/ml
- Ind. Testosterona/Cortisol: caracterizar al atleta.
- Urea (M) 20-57 mg/L. (F) 15-50 mg/L.
- Creatin-Kinasa: 20-250 U/L
- Ferritina: (M) 30-300 ng/ml (F) 30-200 ng/ml

Ejemplo del seguimiento mediante los estudios endocrinometabólicos durante el 1er macrociclo de una temporada de 2 macrociclos de un deportista masculino de Canoa de 22 años de edad de Alta Competición

Ver Tabla 2. Algunos datos de interés

- La Temporada tiene comprendido 2 macrociclos, el primero de 26 semanas y el segundo de 22 semanas, para un total de 48 semanas o microciclos. Tendría, además, 4 semanas de período de transición al finalizar la temporada. En este ejemplo, las semanas coinciden con los microciclos de la temporada. Vamos a abordar el control sólo del 1er macrociclo.
- El 1er macrociclo tiene una planificación de 26 semanas, las 12 primeras de Preparación General (Básico), 12 de Preparación Especial-Específica (Específica) y las 2 finales, Competitivas.
- Se definen realizar los estudios endocrinometabólicos en 6 ocasiones, generalmente al día siguiente de actividades intensas y que preferentemente puedan ser medibles cuantitativa y cualitativamente en 6 diferentes microciclo. En la Tabla 2 observamos el seguimiento del deportista:
  - 1er estudio: en el primer microciclo, para caracterizar al deportista y por coincidir con el primer control de valoración funcional en el Kayaergómetro.
  - 2do estudio: en el microciclo 5, coincidiendo con controles de fuerza.
  - 3er estudio: en el microciclo 10 (culminando la preparación general), coincidiendo con test específico escalonado de campo de lactato.
  - 4to estudio: en el microciclo 16, donde coincide con el 2do control en el Kayaergómetro (último de este macro), valoración de fuerza y el 2do test específico escalonado de lactato de campo. En la semana 14 y 15 se trabajó a una intensidad muy elevada.
  - 5to estudio: en el microciclo 22 (antepenúltimo de la Especial-Específico) se realiza el 3er control y último del macrociclo de test escalonado de campo.
  - 6to estudio: al día siguiente de culminar el último evento competitivo del atleta, en la semana 26.

Tabla 2. Estudios Endocrinometabólicos durante el 1er Macro

Rango de Referencia		CRK 20-250 U/L	Urea 20-57 mg/L	Ferriti -na. 30-300 ng/ml	Testos-terona . 1.5-8.2 ng/ml	Corti-sol. 7-25 mcg/dl	Índice Test./Cort. 0.06-1.64
Estudio	Semana	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1	80	30	120	6.4	12	0.50
2	5	200	30	118	6.6	13	0.51
3	10	260	38	104	6.2	16	0.39
4	16	355	48	88	4.4	22	0.20
5	22	220	32	110	6.2	14	0.44
6	26	300	40	110	6.4	14	0.46
Rango de Referencia		CRK 20-250 U/L	Urea 20-57 mg/L	Ferriti -na. 30-300 ng/ml	Testos-terona . 1.5-8.2 ng/ml	Corti-sol. 7-25 mcg/dl	Índice Test./Cort. 0.06-1.64
Estudio	Semana	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1	1	80	30	120	6.4	12	0.50
2	5	200	30	118	6.6	13	0.51
3	10	260	38	104	6.2	16	0.39
4	16	355	48	88	4.4	22	0.20
5	22	220	32	110	6.2	14	0.44
6	26	300	40	110	6.4	14	0.46

Breve comentario.

- El 4to estudio, el cual coincidió con el microciclo 16, fue donde el deportista presentó mayor acúmulo de fatiga, lógico por el microciclo en cuestión y la acumulación anterior, lo cual coincidió con las diferentes variables medibles del entrenamiento y de la respuesta biológica. Esto, no obstante, fue un alerta, para intervenir en la recuperación biológica del atleta y tener determinadas consideraciones con el entrenamiento, tanto en la planificación como en el control e incrementar la recuperación
- En el 6to control y último del macro (micro 26), observamos como el deportista llegó en óptimas condiciones, en cuanto a sus reservas y en franco proceso anabólico, a la competencia principal del macrociclo.

¿Qué NO estamos haciendo bien que en ocasiones facilita la aparición de la Fatiga Crónica? En realidad, son múltiples causas, entre éstas se destacan:

- No adecuada relación trabajo/descanso durante el entrenamiento deportivo y régimen competitivo. No adecuado Principio de Individualización del Entrenamiento.
- No realizar un trabajo educativo integral con el deportista.
- No llevar un diario médico-pedagógico. Falta de conocimiento del problema médico-entrenador-atleta-medio ambiente.
- Restarle importancia a los indicadores de salud del atleta y al estrés emocional mantenido.
- Una no adecuada atención psicológica especializada.
- Control médico del entrenamiento y de laboratorio que no permiten una Valoración Funcional eficiente. Falta de introducción de nuevas técnicas de procedimiento y de estandarización y sistematicidad de los estudios.
- Deficientes hábitos de alimentación en calorías, y en calidad, de forma habitual, incluido durante el entrenamiento y días previos a la competencia y posterior.

- No adecuada: hidratación, reposición hidromineral y energética durante el entrenamiento y en la competencia.
- No utilizar convenientemente la ayuda ergogénica.
- Estrategia no adecuada para obtener el peso corporal. Pésimas estrategias para disminuir de peso corporal.
- No poseer un plan individual de restablecimiento musculoesquelético. Importancia del plan profiláctico.
- No disponer de un calzado adecuado a sus características, que permita desarrollar óptimamente el centro de gravedad y evitar lesiones deportivas.
- No aplicar entrenamiento de resistencia regenerativo.
- Falta de una dirección de recuperación biológica y psicológica individual de una forma integral.

Toda esta situación o algunas de ellas, de forma mantenida, nos puede conducir a la Fatiga Crónica ó Síndrome de Sobreentrenamiento Deportivo.

Mencionaremos a uno de las principales causas, el cual está relacionado a los principales errores con respecto a la alimentación por su importancia:

- ✓ Dietas no saludables con déficits de frutas, vegetales, pescados. La no ingestión o deficiente de productos lácteos y en exceso, o pobre, en cármicos.
- ✓ Dietas hipocalóricas erróneas, para la disminución de peso corporal
- ✓ Cenar temprano y con bajos % de hidratos de carbono.
- ✓ Entrenar sin ingerir alimentos en las primeras horas de la mañana.

### IMPORTANCIA DE LOS MECANISMOS DE RECUPERACIÓN BIOLÓGICA

Se hace necesario realizar una estrategia individual para la recuperación del deportista. De forma breve, nos referiremos a una serie de acciones que son fundamentales para la recuperación biológica en el deporte de alta competición:

- Alimentación saludable y distribución calórica adecuada en los deportistas con referencia a la cantidad y calidad

	*Normal	*Días precomp.(24-72h.)
Hid. de Carbono	60-70%	70-75%
Lípidos	20-27%	15-20%
Proteínas	12-15%	10-12%

Esta distribución garantiza una adecuada reserva de glucógeno y balance nutricional y energético, con el adecuado aporte de macronutrientes y micronutrientes.

- *Reposición de líquidos y electrolitos*
  - Junto a los HC es el componente de la dieta más importante.
  - Necesidad de ingerir 1L de agua x 1000 cal. consumidas.
  - Durante el entrenamiento o competencia es importante reponer líquidos cada 15-20minutos, una cantidad aproximada de 50-200 ml. Importancia de ingerir bebidas isotónicas.
  - No esperar la sensación de sed.

- *Ayuda Ergogénica*

Tiene como objetivo colaborar en mantener el equilibrio endocrino-metabólico, a predominio anabólico y evitar la depleción de sustratos importantes, mediante el aporte de suplementos nutricionales, de una forma individualizada con un enfoque científico y saludable, y estando siempre alerta en la no ingestión de sustancias prohibidas (dopage), en el capítulo 8 de nuestro libro también abordamos sobre el tema.

- *Entrenamiento de Resistencia Aeróbica Regenerativa*

Objetivos: Interviene como un mecanismo de recuperación biológica, se conoce como resistencia regenerativa

Se utiliza como parte del entrenamiento o al día siguiente de un entrenamiento muy intenso o a las 24 horas posterior a un evento deportivo.

Intensidad: 60-70% FC Máx.

Duración: 20-30'.

El organismo obtiene la energía para darle respuesta a este entrenamiento del metabolismo lipídico, garantizando la no utilización de las reservas de glucógeno. Cuando deseamos que un atleta disminuya de peso corporal, extendemos la duración a 40-50 minutos, con una frecuencia de 3-6 v/semana, dependiendo de las posibilidades del atleta, etapa del entrenamiento y no interferir con las capacidades a desarrollar en el entrenamiento.

- *Recuperación del Sistema Musculoesquelético*

Mediante la utilización de la crioterapia, masaje corporal, hidromasaje, etc. Se hace necesario realizar un plan profiláctico, de forma personalizada para evitar lesiones del deporte.

- *Salud y Estilo de Vida Saludable*

Mantener los indicadores de salud es muy importante, así como llevar un modo de vida sano, como es no ingerir alcohol, no fumar, dormir 8 horas, etc.

- *Atención Psicológica*

El estrés psicológico tiene una repercusión psicofisiológica, como todos conocemos, por lo cual, no podemos hablar de un programa de recuperación biológica, sin tener en cuenta el estado psicológico del deportista y de un programa adecuado en esta tan importante esfera.

- *Planificación Individual del Entrenamiento*

Una óptima relación carga del entrenamiento/descanso, la cual es la base fundamental del rendimiento deportivo y de la recuperación del deportista. Es importante realizar los controles del entrenamiento de campo y de laboratorio, así como exigir y controlar el diario individual del atleta. Es fundamental la relación colectivo de entrenadores-colectivo médico-deportistas para lograr la recuperación del deportista.

Si cumplimos con el programa de recuperación, podremos obtener los siguientes Resultados:

- Salud integral óptima, incluido el equilibrio endocrino-metabólico y la reserva de los sustratos para garantizar las diferentes funciones de nuestro organismo (plástica, energética, reguladoras); así como los sistemas cardiorrespiratorio, musculoesquelético, neuroinmunológico, etc.
- Disminución de los efectos residuales crónicos del entrenamiento y su repercusión negativa, incluyendo mala recuperación, lesiones del deporte, infecciones, pérdidas de sesiones del entrenamiento y el no cumplimiento del pronóstico deportivo del macrociclo y/o temporada.

- Desarrollo esperado, desde el punto de vista morfológico de las capacidades motoras funcionales, estabilidad psicoemocional, desarrollo de los aspectos técnico-tácticos, garantizando una adecuada recuperación biológica y el cumplimiento del pronóstico y/o incremento de los resultados deportivos.
- Longevidad deportiva y maestría atlética.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astrand, P.O., Rodahl, K. (1995). *Fisiología del Trabajo Físico*. Ed. Médica Panamericana.
- Bove, A.A. y Lowenthal, D.T. (1987) Trastornos endocrinos-metabólicos y ejercicio físico. En *Medicina del Ejercicio, Principios Patológicos y Aplicaciones Clínicas*. Ed El Ateneo, Buenos Aires, 277-291.
- Córdova, A., Alvarez Mon, M. (1999). El sistema Inmune I y II. Revista *Archivos de Medicina del Deporte*. No. 69 y No 70.
- Fernández, J.M., Diego, A.M. (1992). Hormonas y Ejercicios. En González Gallego, J.: *Fisiología de la Actividad Física*. Ed. Interamericana MacGraw-Hill, 95-128.
- Fry, R. W., Morton, A. R. Kerts, D. (1991). Overtraining in Athletes. *Sports Medicine* 12 (1): 32-65.
- Fernández García, B., Terrados Cepeda, N. (1993). La Fatiga Deportiva: Sobrecarga y Sobreentrenamiento. *Master en Alto Rendimiento*, COE.
- Lamb, D. R. (1989) *Fisiología del Ejercicio*. Ed. Augusto Pila, 2da edición, 281-301.
- Marín Fernández, B. (1990). *Dependencia Psicofisiológica al Ejercicio. Energía, Nutrición y Rendimiento*. Ed. Alianza.
- Marín Fernández, B. y colab. (1996). El Sobreentrenamiento del deportista. Capítulo del Libro *Olimpismo y Medicina Deportiva*. Ed. Santonja, 159-174.
- Mc. Arde, D.M., Katch, F.L., Katch, V.L. (1990). *Fisiología del Ejercicio. Energía, Nutrición y Rendimiento*. Ed. Alianza.
- Moned, H. y Flandrosis, R. (1986). *Manual de Fisiología del Deporte*. Ed. Masson.
- Pancorbo Sandoval, A.E. (2002). " *Medicina del Deporte y Ciencias Aplicadas al Alto Rendimiento y la Salud* ". EDUCS- Editora Universidad Caxias do Sul, Brasil.
- Stone, N.H. et al: Overtraining (1991). A Review of the Signs, Symtoms and Possible Causes. *J. Appl. Sports Sci Res*. 5: 35-50.