



FISIOLOGÍA DEL ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO

© Kirol Eskola, octubre 2023

EDITA:

Kirol Eskola
Avda los Chopos, 64
48992 Getxo
tlf. 944032866
e-mail: kiroleskola@euskadi.eus

AUTORES:

Raul Celdran
Javier Sola

Fotografías con licencia de libre uso.

- ○ ○ ● ● ● Este módulo contiene la información necesaria para que el alumno seleccione y analice los factores fisiológicos que influyen en el alto rendimiento deportivo, colabore en la prescripción de ayudas ergogénicas y programe y dirija la preparación del deportista teniendo en cuenta los principios del entrenamiento y las condiciones especiales del mismo.



FISIOLOGÍA DEL ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO



ÍNDICE

1 Analiza los principales conceptos del metabolismo energético y del sistema neuromuscular reconociendo las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento más importantes	9
1.1 Metabolismo, transporte y almacenamiento de nutrientes: Principales conceptos	9
1.2 Principales vías metabólicas	9
1.2.1 Sistema de los fosfágenos (ATP-fosfocreatina). Tradicionalmente conocida como Anaeróbica aláctica	9
1.2.2 Sistema glucolítico. Tradicionalmente conocida como vía anaeróbica láctica o glucólisis anaeróbica	10
1.2.3 Sistema oxidativo o Fosforilación oxidativa	10
1.3 Adaptaciones funcionales a corto plazo y a largo plazo	10
1.4 Adaptaciones funcionales en el entrenamiento deportivo: Aparato circulatorio, respiratorio, aparato locomotor y neuroendocrino. Diferencias por razón de sexo	11
1.4.1 Aparato circulatorio y respiratorio	11
1.4.2 Aparato locomotor	11
1.4.3. Sistema neuroendocrino	12
1.4.4. Diferencias por razón de sexo	13
1.5 Zonas metabólicas y umbrales de entrenamiento: Conceptos, características e identificación	15
1.5.1 Concepto	15
1.5.2 Características e identificación de umbrales	15
1.5.3 Identificación de umbrales y de la potencia y capacidad aeróbica máxima	16
1.5.4 Valoración de las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento	16
1.5.5 Modificaciones hormonales con el entrenamiento de la fuerza	16
1.5.6 El sarcómero: concepto y características	17
1.5.7 La 1RM: Concepto, características e identificación	18
1.5.8 Fuerza isométrica máxima: Concepto, características e identificación	18
1.5.9 Potencia muscular máxima: Concepto, características e identificación	18
1.5.10 Curva fuerza-tiempo: Concepto, características e identificación	19
1.5.11 Medición y valoración de la fuerza dinámica e isométrica máxima y la potencia máxima	19
1.5.12 Los usos musculares y los OTG: Concepto y características	20
1.5.13 Flexibilidad y elasticidad: Concepto, características y diferenciación	20
1.5.14 Medición y valoración de la flexibilidad y elasticidad específica deportiva	20
2 Selecciona al deportista para la alta competición analizando los factores fisiológicos que influyen en el alto rendimiento	21
2.1 Principales factores limitantes del entrenamiento	21
2.2 Factores fisiológicos en el alto rendimiento	22
2.3 Tecnología para la valoración fisiológica del deportista (laboratorio y campo)	23
2.4 Principales condicionantes fisiológicos en deportistas con discapacidad (física, intelectual y sensorial)	26
2.5 Consideraciones en la prescripción de ejercicio en relación con las personas con discapacidad	27
2.6 Evaluación fisiológica y funcional en personas con discapacidad	28
2.7 Determinación de métodos avanzados para el alto rendimiento deportivo	30

ÍNDICE

2.7.1 El "darwiniano" o sistema piramidal generalizado	30
2.7.2 Sistema selectivo intensivo	31
2.8 Interpretación de resultados de valoraciones funcionales	33
2.8.1 Curva de lactato	33
2.8.2 Análisis de Gases	34
2.8.3 Perfil fuerza - velocidad	35
2.9 Determinación de la composición corporal, mediante la medición de pliegues cutáneos, diámetros óseos y perímetros musculares	36
2.10 Equipos de trabajo y aceptación de roles en el desarrollo de los entrenamientos en alto rendimiento deportivo	39
2.10.1 La dirección deportiva (<i>Head of Performance</i>)	39

3 Colabora con el especialista en la determinación de la dieta y en la prescripción de ayudas ergo nutricionales analizando los principales conceptos de nutrición deportiva y los efectos nocivos de las sustancias dopantes para la salud

45

3.1 "Ayuda ergogénica"	45
3.1.1 Determinación de la necesidad de prescripción de ayudas ergogénicas	46
3.2 Composición corporal: Componentes, métodos, aparatos e interpretación de resultados	46
3.3 Determinación de la composición corporal de los deportistas: Determinación de los aspectos a evaluar con relación a la composición corporal, selección de Tests o medios de valoración, aplicación de test o medios de valoración. La variable sexo como elemento diferenciador	47
3.4 Estado nutricional: Componentes, métodos, aparatos e interpretación de resultados	49
3.5 Constitución, tamaño y composición corporal. Peso corporal	49
3.6 Necesidades dietéticas y de hidratación en la práctica deportiva	50
3.7 Hidratación en la práctica deportiva	50
3.8 Bases de la nutrición deportiva	51
3.8.1 Bases del trabajo con los especialistas del ámbito (nutricionista). Funciones	52
3.8.2 Control del estado nutricional de los deportistas: Determinación de los aspectos a evaluar, selección de tests o medios de valoración, aplicación de tests o medios de valoración	52
3.8.3 Colaboración con el especialista en la realización de dietas y ayudas ergo nutricionales	52
3.8.4 Elaboración de dieta precompetitiva, competitiva y postcompetitiva	53
3.8.5 Aceptación del trabajo con el especialista	53
3.9 El dopaje: Concepto, efectos nocivos sobre la salud. Lista de sustancias prohibidas	54
3.9.1 El control antidopaje: Organismos y métodos	56
3.9.2 Toma de conciencia de la importancia y la incidencia del dopaje en la salud de los deportistas	58

4 Dirige la preparación del deportista relacionando los principios de la carga y el control del entrenamiento y comparando los principales medios y métodos de recuperación deportiva

61

4.1 Fatiga, sobrecarga y sobreentrenamiento: Concepto, tipos, mecanismos de producción, indicadores y formas de prevención	61
4.2 ¿Qué es el sobreentrenamiento? Causas e indicadores	61
4.3 Efectos de la fatiga en el sistema neuromuscular, endocrino e inmunológico	62
4.4 La recuperación: Concepto, pautas de recuperación, técnicas de recuperación activa y pasiva	62

4.5 Métodos de control y valoración del entrenamiento en el alto rendimiento deportivo	63
4.6 El control del entrenamiento y la competición en el alto rendimiento deportivo: Funciones y características	64
4.7 La valoración de las capacidades condicionales y coordinativas en el alto rendimiento deportivo	65
4.8 Instrumentos para la evaluación del proceso y de los resultados en el alto rendimiento deportivo	66
4.9 Determinación de las cargas de entrenamiento y su progresión en función del nivel de los deportistas	67
4.10 Selección de métodos y medios de entrenamiento en función de los objetivos del entrenamiento y la competición en el alto rendimiento deportivo, de las características de los deportistas y su adaptación al esfuerzo	68
4.10.1 Métodos avanzados	69
4.11 Identificación de los indicadores de fatiga, recuperación y sobreentrenamiento	70
4.11.1 Marcadores psicológicos	71
4.11.2 Marcadores biológicos	71
4.12 Determinación del proceso y del objeto de la evaluación en el entrenamiento y la competición	72
4.13 Diseño y selección de los instrumentos y los recursos para la evaluación y el control del entrenamiento y la competición propios del alto rendimiento deportivo. (Diarios de entrenamiento, tests físicos, tests fisiológicos)	72
4.14 Valoración la necesidad de una constante utilización de los métodos de observación y control como mejora del proceso de entrenamiento y de la competición	73
4.15 Valoración de la importancia de la adecuada recuperación de la fatiga	74
5 Programa y dirige el entrenamiento en condiciones especiales identificando las bases y sus características más importantes	75
5.1 Condiciones ambientales y entrenamiento	75
5.1.1 Entrenar en situación de estrés térmico	79
5.1.2 Beneficios de entrenar en el calor	79
5.1.3 Consecuencias potenciales del entrenamiento inseguro en condiciones calurosas	79
5.1.4 La importancia de un programa de entrenamiento de aclimatación al calor	79
5.1.5 Creación de un programa efectivo de entrenamiento de aclimatación al calor	80
5.1.6 Más consejos para entrenar con seguridad en el calor	80
5.1.7 ¿Quién puede tener más dificultades para entrenar en el calor?	81
5.1.8 Qué hacer si ocurre una enfermedad por calor o un golpe de calor	81
5.1.9 Agregar entrenamiento de aclimatación al calor a sus regímenes de entrenamiento	81
5.2 Los fundamentos, beneficios y límites del entrenamiento en altura	81
5.2.1 La teoría detrás del entrenamiento en altura	82
5.2.2 Las dificultades de vivir en la altura	83
5.2.3 ¿Dónde entrena la gente en altura?	83
5.2.4 ¿Existen alternativas al entrenamiento en altura?	83
5.2.5 Efectos de la gran altitud en el rendimiento deportivo	83
5.2.6 Aplicaciones prácticas entrenamiento en altura	84
5.3 Factores ambientales que influyen en el entrenamiento de alto rendimiento: La altitud, el estrés térmico, el cambio horario, la humedad	87
5.3.1 Jet Lag y rendimiento	87
5.3.2 Jet lag y el atleta	88
6 Bibliografía	95



1 ANALIZA LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO Y DEL SISTEMA NEUROMUSCULAR RECONOCIENDO LAS ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL ENTRENAMIENTO MÁS IMPORTANTES

1.1 Metabolismo, transporte y almacenamiento de nutrientes: Principales conceptos

La fuente de energía utilizada durante la actividad física ha sido de gran interés científico durante al menos dos siglos.

En relación con su uso durante el ejercicio, a cada uno de los tres macronutrientes principales, proteínas, carbohidratos y grasas, se le ha dado diferente importancia durante la historia. Hasta la década de 1860 se consideraba que la proteína era el único combustible utilizado durante el ejercicio. Después los carbohidratos y la grasa alternativamente se consideraron como combustibles principales.

Desde hace algún tiempo ya se sabe que la energía necesaria para la contracción muscular proviene de una mezcla de carbohidratos, grasas e incluso pequeñas cantidades de proteína, y esta mezcla va variando en proporción según la intensidad y duración del ejercicio y las características individuales (estado nutricional, condición física, etc) de cada sujeto.

Es importante entender que, aunque el metabolismo de sustratos durante el ejercicio es actualmente entendido con más detalle que nunca, no fue hasta bien avanzado el siglo XX donde se empezó a comprender en profundidad esta materia.

El metabolismo energético intenta explicar la parte del metabolismo celular destinada a almacenar y consumir combustible para cubrir las necesidades energéticas del organismo. El principal uso de combustibles se da en el músculo para soportar la contracción de las fibras musculares durante el ejercicio físico y en el tejido adiposo para producir calor cuando se requiere.

1.2 Principales vías metabólicas

En bioquímica, una ruta metabólica o vía metabólica es una sucesión de reacciones químicas donde un sustrato inicial se transforma y da lugar a productos finales, a través de una serie de metabolitos intermediarios. De acuerdo con un criterio bioenergético podemos distinguir tres tipos de rutas metabólicas: catabólicas, anabólicas o anfóblicas. En este apartado vamos a tratar las rutas catabólicas que son aquellas en las que los nutrientes orgánicos se oxidan, vulgarmente "se queman" y se degradan a unos productos finales con el propósito de obtener energía.

La energía necesaria para la contracción muscular proviene en gran parte de los nutrientes ingeridos. Estos pueden ser metabolizados de inmediato, almacenándose la energía liberada de los enlaces químicos en ATP, fosfocreatina y otros compuestos de alta energía. Esta energía puede ser utilizada más tarde para trabajo mecánico.

1.2.1 Sistema de los fosfógenos (ATP-fosfocreatina). Tradicionalmente conocida como Anaeróbica aláctica

Es el sistema que se utiliza principalmente para obtener la energía de manera más inmediata en ejercicios de corta duración y de muy alta intensidad. En el músculo hay una muy pequeña cantidad de ATP disponible para su uso inmediato. Además del ATP, el músculo almacena fosfocreatina (PCr) que cuando es necesario se descompone en creatina y fosfato inorgánico (Pi), liberando energía para la resíntesis de ATP. Las reservas de ATP y PCr pueden mantener las necesidades energéticas de los músculos de hasta aproximadamente un máximo de 12 a 15 segundos en ejercicios de alta intensidad, como por ejemplo durante un sprint máximo.

1 ANALIZA LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO Y DEL SISTEMA NEUROMUSCULAR RECONOCIENDO LAS ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL ENTRENAMIENTO MÁS IMPORTANTES

1.2.2 Sistema glucolítico. Tradicionalmente conocida como vía anaeróbica láctica o glucólisis anaeróbica

La glucosa nos permite obtener energía de manera muy rápida convirtiéndola en piruvato o lactato, mediante una serie de reacciones denominadas glucólisis. Ante altas demandas energéticas por parte de las fibras musculares, el glucógeno almacenado en el músculo o las moléculas de glucosa provenientes del exterior, se degradan completamente hasta lactato. Este proceso lleva asociado la producción de protones (H+) que conlleva la acidificación del medio en el que se produce. Este proceso se activa fuertemente en pocos segundos y proporciona suficiente energía para soportar esfuerzos intensos, como aceleraciones, sprints, movimientos sostenidos de alta intensidad, etc, de duraciones de hasta muchos segundos.

1.2.3 Sistema oxidativo o Fosforilación oxidativa

Tradicionalmente conocido como metabolismo aeróbico que incluye la, mal llamada, glucólisis aeróbica, beta-oxidación y oxidación proteínas.

Cuando la demanda de energía es sostenida y moderada el sistema oxidativo es el que se encarga de proporcionar potencia energética. Requiere la presencia obligatoria de oxígeno. Sin embargo, su capacidad de producir energía es ilimitada ya que utiliza como sustratos o combustibles químicos la glucosa, ácidos grasos y proteínas. Ocurre en la mitocondria, por eso, también, algunos autores lo denominan vía o sistema mitocondrial.

Las actividades en las que predomina este sistema son las que incluyen esfuerzos de intensidad moderada y de larga duración, por ejemplo: carreras de fondo, maratones, trails, natación de media y larga distancia, deportes colectivos, algunos deportes de lucha, etc.

Es importante destacar que los sistemas energéticos no funcionan independientemente ni se activa o desactiva uno u otro, sino que se ajustan a las demandas de energía y funcionan de forma continua y solapada en el tiempo, predominando unos y otros según sea la cantidad de ATP que se precisa en cada momento. Este fenómeno se conoce como "*continuum energético*".

1.3 Adaptaciones funcionales a corto plazo y a largo plazo

Las adaptaciones son los cambios que se producen en los distintos órganos y sistemas cuando se hace ejercicio de forma regular y que tienen un doble objetivo. Por un lado, reducen el trabajo y el estrés físico del organismo cuando realiza un esfuerzo determinado y, por otro, aumentan la potencia y la cantidad máxima de trabajo efectivo que se pueden realizar.

Las adaptaciones funcionales (o fisiológicas) se centran en los procesos y funcionamientos internos del organismo.

Entre las adaptaciones funcionales que se producen en el organismo después del ejercicio y la recuperación vamos a distinguir entre las que se producen a corto plazo y a largo plazo.

Las adaptaciones a corto plazo, podemos decir que son las reacciones que se producen en el organismo, o los cambios funcionales inmediatos consecuencia de haberse producido un estímulo de entrenamiento. Un ejemplo de estas adaptaciones a corto plazo es la activación de los sistemas funcionales, donde se aumenta la frecuencia cardíaca, se produce una deuda de oxígeno, hay un aumento del VO_2 , se aumenta la concentración de lactato, etc.

Por otro lado, nos encontramos las adaptaciones funcionales a largo plazo. Estas se podrían definir como las adaptaciones que se producen por la exposición crónica al ejercicio y que, en general, mejoran la capacidad del individuo y la eficacia ante el ejercicio. Ejemplos de estas adaptaciones pueden ser el fortalecimiento los músculos, el aumento de la capacidad funcional de corazón y pulmones, el incremento de la capacidad de resistencia, etc.



1.4 Adaptaciones funcionales en el entrenamiento deportivo: Aparato circulatorio, respiratorio, aparato locomotor y neuroendocrino. Diferencias por razón de sexo

Las adaptaciones funcionales que produce el ejercicio físico están relacionadas con diferentes respuestas en órganos, sistemas y tejidos. Algunas de estas respuestas son:

- Aumento de la fuerza de contracción. Aunque es variable según el modelo de entrenamiento, la edad y la musculatura reclutada, es proporcionalmente superior en términos relativos.
- Mejora de la señal eléctrica, en la transmisión del impulso nervioso. Se producen mejoras en la frecuencia de disparo neuronal, en la velocidad del ciclo estiramiento-acortamiento y en el reclutamiento de unidades motoras. Todo esto podría resumirse como una mejora en la contractilidad de las fibras y un aumento en la velocidad de respuesta.
- Mejora de la resistencia a la fatiga.
- Aumento de los reflejos musculares.
- Disminución de la sensibilidad propioceptiva.

Acorde a *Hughes y cols. (2017)* tanto el entrenamiento de resistencia como el de fuerza permite mejorar el rendimiento en las personas. La capacidad de adaptación a través del entrenamiento permite a las personas optimizar su entrenamiento deportivo y no sólo eso, sino que les mejora la condición física y la salud a lo largo de la vida.

En los siguientes apartados se tratan de manera más específica las adaptaciones de los diferentes sistemas y aparatos.

1.4.1 Aparato circulatorio y respiratorio

Las principales adaptaciones producidas en el aparato circulatorio son:

- **Ventrículo izquierdo:** aumento del peso, volumen y grosor de la pared, aumento del tamaño de la cámara. Esto principalmente como resultado de un entrenamiento de resistencia.
- **Incremento global del volumen sistólico.** Se conoce como volumen sistólico al volumen de sangre que el corazón expulsa en cada contracción o sístole. Como curiosidad se expresa en mililitros de sangre por latido cardíaco. Este volumen sistólico aumenta en reposo después del entrenamiento de fondo, durante la realización de ejercicios a nivel submáximo y durante la ejecución de ejercicios a máximo nivel.
- **Mayor contractilidad del ventrículo izquierdo.** Esto principalmente como consecuencia del entrenamiento de resistencia.

- **Frecuencia cardíaca en reposo:** reducción considerable.
- **Frecuencia cardíaca durante el ejercicio submáximo:** disminuye, generalmente entre 10 y 30 pulsaciones por minuto. Sin embargo, la frecuencia cardíaca máxima permanece invariable o se reduce levemente en el entrenamiento.
- **Gasto cardíaco:** aumento considerable durante ejercicio de niveles máximo. Sin embargo, permanece invariable o se reduce levemente después del entrenamiento, en reposo y durante la realización de ejercicios de nivel submáximo.
- **Capilarización:** aumento de la cantidad de capilares que irrigan los tejidos, especialmente importante en los músculos. En cuanto al riego sanguíneo de los músculos, se incrementa por el entrenamiento de fondo como consecuencia de la nombrada mayor capilarización, mayor apertura de los capilares existentes y redistribución más efectiva de la sangre.
- **Incremento del volumen sanguíneo.** Aumenta el plasma, aumento del número de glóbulos rojos.

En cuanto al aparato respiratorio se refiere, las principales adaptaciones producidas son:

- Incremento de la ventilación pulmonar en los esfuerzos máximos después del entrenamiento.
- Aumento de la difusión pulmonar, a ritmos de esfuerzos máximos se incrementa.
- Aumento de la diferencia arteriovenosa de O_2 , especialmente a niveles máximos.

1.4.2 Aparato locomotor

El aparato locomotor, también denominado aparato musculoesquelético, está constituido por huesos, músculos, tendones y ligamentos.

Las adaptaciones del sistema locomotor se producen como resultado de la práctica continua y sistemática de la actividad física.

Dentro del aparato locomotor, el sistema esquelético es una colección de huesos, tejido cartilaginoso y ligamentos que los fortalecen.

El hueso posee propiedades estructurales y mecánicas únicas. El esqueleto es un órgano metabólicamente activo que experimenta una remodelación continua a través de la vida, necesaria para mantener su integridad estructural y para cumplir con las funciones metabólicas como lugar de almacenamiento del calcio y el fósforo.

1 ANALIZA LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO Y DEL SISTEMA NEUROMUSCULAR RECONOCIENDO LAS ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL ENTRENAMIENTO MÁS IMPORTANTES

El tejido óseo está muy vascularizado y presenta una alta capacidad para la auto repararse y es capaz de cambiar sus propiedades y configuración en respuesta a las demandas mecánicas que recibe. Las modificaciones en la estructura del hueso vienen dadas por la edad y las diferencias sexuales y conllevan cambios en su respuesta mecánica. Este hecho requiere que se tenga en cuenta al programar actividades físicas y deportivas para los distintos grupos poblacionales.

Una de las ventajas de practicar actividad física continuada, en particular, realizar ejercicios repetitivos con carga de peso es el mantener la densidad ósea. El hueso se adapta a la carga y estimula el crecimiento de nuevo tejido óseo, ralentizando la pérdida ósea.

Llevar una vida sedentaria es perjudicial para el sistema óseo. El hueso es tejido vivo y como tal se adapta a la actividad que realiza el cuerpo. Igualmente se adapta, también, a la inactividad. Al dejar de hacer ejercicio durante un tiempo, los huesos reciben el mensaje de que no necesitan ser fuertes, ya que rara vez, cuando no se hace ejercicio, se requieren para soportar todo el peso del cuerpo. La "desadaptación" en este caso es la pérdida progresiva de masa ósea. Al contrario, las personas activas tienen mayor masa ósea que las personas sedentarias, haciendo que su sistema óseo goce de una mejor salud.

Un ejemplo claro de la necesidad de hacer ejercicio y someter a tensión y carga para los huesos se tiene en los astronautas durante los viajes al espacio, ya que las condiciones de ingravidez son ideales para promover la pérdida de masa y densidad ósea. Por este motivo los astronautas en sus viajes al espacio deben realizar ejercicio físico continuado.

Con respecto a los cartílagos y estructuras tendinosas, al realizar actividad física, se producen adaptaciones fundamentalmente para darle más consistencia a todas estas estructuras.

El cartílago hialino es un tipo de tejido conectivo que se localiza en múltiples partes del cuerpo, y que está formado por células que no necesitan de irrigación ni de inervación para poder mantenerse funcionando correctamente. El grosor de este cartílago hialino aumenta ante ejercicios dinámicos para darle mayor capacidad de carga de compresión y amortiguación.

En cuanto a los discos intervertebrales y meniscos, estos modifican su estructura fibrosa según la dirección de las cargas aplicadas para igualmente darle mayor consistencia y resistencia ante cargas.

Sobre el sistema muscular, dependiendo de la naturaleza del estímulo, la respuesta adaptativa puede tomar diferentes formas. La naturaleza del estímulo se refiere al tipo, frecuencia, intensidad y duración. Sin entrar en detalles, lo importante es entender que tanto el entrenamiento de fuerza como el de resistencia produce diferentes modificaciones tanto en el tamaño como en el perfil metabólico de las fibras musculares.

En cuanto a los tendones también aumentan de grosor y se modifica la estructura de las fibras tendinosas a nivel de inserción periostio-hueso, aumentando así la capacidad de sujeción y tracción.

1.4.3 Sistema neuroendocrino

El sistema neuroendocrino se encarga de producir y secretar hormonas cuya función es regular la actividad de las células y los órganos. Está formado por neuronas y glándulas encargadas de sintetizar las diferentes hormonas que controlan el crecimiento del cuerpo, el metabolismo, el desarrollo y la función sexual.

Las adaptaciones al ejercicio del sistema neuroendocrino están relacionadas con la mejora en la carga de trabajo con una menor activación simpático-adrenal, es decir, se va necesitando cada vez una menor cantidad de activación hormonal para una carga de trabajo dada.

Las adaptaciones en cuanto al ejercicio de resistencia las podríamos resumir como:

- Un menor nivel de catecolaminas para la misma intensidad del ejercicio.
- Menor respuesta del eje Renina-Angiotensina-Aldosterona con un marcado descenso de la tasa de filtración glomerular asociada al ejercicio principalmente a intensidad moderada.
- Reducción de la hormona de crecimiento y cortisol para igual intensidad del ejercicio.
- En cuanto a la regulación hormonal de la glucemia también se observa una menor hipoglucemia ante ejercicio prolongado.

Las hormonas anabolizantes como por ejemplo la testosterona y la hormona del crecimiento (GH, del inglés *growth hormone*), tienen efectos de modelación de las fibras musculares a nivel metabólico y celular. Estos efectos son similares a los observados en el músculo cuando se entrena la fuerza. En cuanto a las adaptaciones al ejercicio de fuerza.

- Durante las sesiones de entrenamiento de fuerza existe un aumento de las hormonas anabólicas, como la testosterona, GH y factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1, del in-

glés *insulin-like growth factor* 1) consecuencia de una mayor utilización por el tejido muscular.

- Cuando se entrena fuerza o se deja de entrenar, se observa que las mejoras y/o pérdidas de producción de fuerza se acompañan de un aumento y/o disminución de las tasas basales de hormonas anabólicas (testosterona, GH, etc).

1.4.4 Diferencias por razón de sexo

Entre niños y niñas las diferencias respecto a la masa magra no existen antes de la adolescencia (Wilmore y Costill, 2010). Sí existen diferencias importantes en el tamaño y la composición corporal entre niños y niñas a partir de la pubertad. En la pubertad, debido a los estrógenos y la testosterona, la composición corporal comienza a cambiar notablemente. Los estrógenos ocasionan una mayor acumulación de grasa en las mujeres, especialmente en las caderas y los muslos, así como un mayor crecimiento de los huesos, alcanzando su longitud final antes que los hombres.

En general a nivel muscular, para la misma cantidad de músculo no hay diferencias de fuerza entre sexos. Sin embargo, debido a la menor cantidad de músculo de las mujeres, estas poseen menos fuerza.

Las mujeres poseen un menor volumen sistólico debido a que su ventrículo izquierdo es menor y a que su volumen sanguíneo también es menor al tener menor tamaño corporal. Así pues, podemos decir que al 50% del VO_2 máx., el gasto cardíaco, el volumen sistólico y el consumo de oxígeno de una mujer son generalmente inferiores, siendo la frecuencia cardíaca ligeramente más elevada que la del hombre. Dicho consumo de oxígeno inferior está relacionado con la cantidad extra de grasa corporal de las mujeres y, en menor medida, con sus menores niveles de hemoglobina. El volumen respiratorio es también generalmente inferior en las mujeres.

● Eficiencia y economía energética

No se debe confundir el término eficiencia, generalmente referido a eficiencia gruesa (del inglés *Gross Efficiency*) con el de economía, generalmente referido a la economía de carrera.

El concepto eficiencia gruesa o eficiencia metabólica se puede definir como el ratio entre la producción de energía mecánica y el gasto de energía en los músculos de nuestro motor humano. Es decir, de la energía que se consume en el organismo, cuánta se transforma trabajo mecánico. En la literatura científica se encuentran valores entre el 18 y el 25% aproximadamente.



Por poner un ejemplo, si un deportista consume 100kJ y tiene una eficiencia gruesa de 25%, podrá producir 25kJ de trabajo mecánico, los otros 75kJ se “pierden” en forma de calor principalmente.

En la eficiencia gruesa influyen factores externos e internos, incluido el clima, condiciones, técnicas, regímenes de entrenamiento, y la estructura fisiológica del deportista (Artexe y col. 2019). En ciclistas, además, influyen diversas cuestiones biomecánicas, incluyendo las medidas de la bicicleta y la técnica de pedaleo. En los estudios sobre eficiencia gruesa, especialmente en ciclistas, se ve que para que esta mejore, se necesitan muchas horas y años de entrenamiento.

● Capacidad y potencia aeróbica máxima: Concepto y características

Para cualquier actividad física, el organismo necesita energía que permita la contracción muscular y el movimiento de los músculos. En muchos de los procesos de obtención de energía además de sustratos energéticos, “el combustible”, se necesita oxígeno (en adelante O_2). Es cierto, además, que a mayor intensidad del ejercicio más demanda de O_2 hay por parte de los músculos. Esta demanda de oxígeno es finita y limitada por la máxima capacidad que tenga el organismo de introducir oxígeno en el aparato respiratorio, la capacidad que tenga el corazón y sistema circulatorio de repartirlo y la capacidad que tengan los músculos de extraer el oxígeno de la sangre.

1 ANALIZA LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO Y DEL SISTEMA NEUROMUSCULAR RECONOCIENDO LAS ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL ENTRENAMIENTO MÁS IMPORTANTES

De estos argumentos se pueden desarrollar dos conceptos, el concepto de potencia aeróbica máxima y el concepto de capacidad aeróbica.

La potencia aeróbica máxima se describe como la máxima capacidad funcional del sistema cardiorrespiratorio y se define como la tasa máxima a la que se puede utilizar el oxígeno para producir energía (ATP) durante un periodo específico, generalmente durante el ejercicio intenso. Es una función tanto del rendimiento cardiorrespiratorio como de la máxima capacidad para extraer y utilizar el oxígeno de la sangre.

En la práctica y popularmente este término se conoce como VO_2 máx. Para medirlo se necesita hacer un test en un laboratorio donde dispongan de un analizador de gases.

Por otra parte, la capacidad aeróbica hace referencia a la competencia para mantener una determinada intensidad de trabajo durante un tiempo prolongado, y de ahí deriva la definición de capacidad aeróbica máxima como la mayor intensidad de trabajo físico que soporta el organismo durante un tiempo prolongado.

● Transición metabólico-fisiológica

Como se ha descrito en anteriores apartados, el músculo en ejercicio obtiene la energía necesaria para la contracción muscular de diferentes sustratos energéticos mediante diferentes vías. La participación de los diferentes sustratos y vías depende tanto de la intensidad como de

la duración del ejercicio. En un esfuerzo aislado de alta intensidad de pocos segundos, predominará la vía de los fosfágenos, si se aumenta la duración y disminuye la intensidad predominará la glucólisis y si se aumenta aún más la duración, disminuyendo por tanto la intensidad, el predominio será de la fosforilación oxidativa. Es importante tener claro que, en casi cualquier duración e intensidad, para la obtención de energía (ATP) se utilizan en distintas proporciones las diferentes vías metabólicas y sustratos energéticos.

● Valoración del metabolismo, de la capacidad aeróbica y anaeróbica

En los apartados anteriores ya se ha explicado que pese a la inexactitud de la nomenclatura "aeróbica" y "anaeróbica", se siguen usando estos términos de manera habitual.

A lo largo de la historia de la fisiología del ejercicio se han desarrollado diferentes procedimientos para conseguir hacer una valoración lo más exacta posible de la respuesta y adaptación del organismo al entrenamiento e intentar, así, poder monitorizar los cambios que se producen en el deportista en el tiempo asociados a la práctica deportiva.

Los métodos o procedimientos para la determinación de distintos hitos fisiológicos se pueden dividir en:

- **Métodos ergo espirométricos:** referidos a los que se obtienen mediante diferentes parámetros del intercambio gaseoso. Un ejemplo

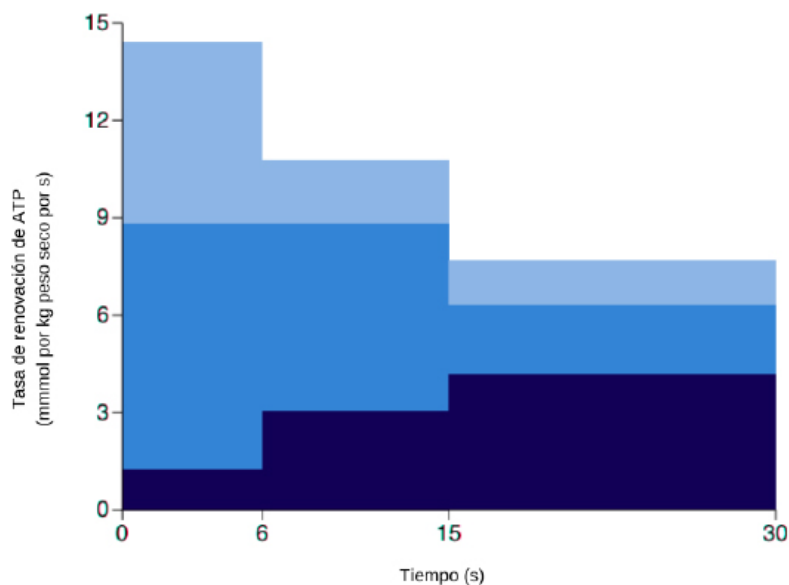


FIGURA 1. Metabolismo energético muscular durante ejercicio intenso. Contribución de tasa de renovación de ATP durante ejercicio máximo de alta intensidad de 30 segundos. PCr (azul claro), glucólisis (azul) y fosforilación oxidativa (azul oscuro). Adaptado de Spriet, 2020.

de este método sería un test incremental con análisis de gases para determinar los umbrales ventilatorios y la potencia aeróbica máxima.

- **Métodos no ergo espirométricos:** se obtienen los datos a través de diferentes parámetros de potencia o mediante análisis de sangre, músculo u otros líquidos orgánicos. Ejemplo de estos métodos serían los test de lactato para determinar el máximo estado estable de lactato o un *test Wingate* para determinar varios parámetros, como potencia máxima, potencia máxima relativa, índice de fatiga, etc.

1.5 Zonas metabólicas y umbrales de entrenamiento: Conceptos, características e identificación

1.5.1 Concepto

Cualquier forma de movimiento en el ser humano, incluyendo cualquier práctica deportiva, podría ser descrita como un evento energético con liberación y aprovechamiento de la energía para el rendimiento. El ATP (adenosín trifosfato) es la molécula de intercambio de energía para producir contracciones musculares y otro tipo de trabajos dentro de la célula. Las células, tejidos, órganos y sistemas corporales están diseñados para mantener las concentraciones de ATP celulares constantes, aunque la tasa de utilización de este ATP esté siendo muy elevada. El término homeostasis de ATP se refiere a que la cantidad de ATP en la célula permanece constante a pesar de su elevada tasa de renovación. Brooks, 2019. Como resumen, se podría decir que, inde-

pendientemente de la intensidad del ejercicio (recuérdese que, a mayor intensidad del ejercicio, mayor uso de ATP), el sistema siempre tiende a tener constante la concentración de ATP, para lo cual éste debe ser re-sintetizado por las diferentes vías que se han tratado en apartados anteriores, fosfágenos, glucólisis y fosforilación oxidativa (respiración mitocondrial).

1.5.2 Características e identificación de umbrales

Como se ha explicado anteriormente, en cualquier tipo de ejercicio físico los diferentes sistemas energéticos actúan de forma conjunta, pero dependiendo del tiempo y la intensidad predominará un tipo u otro de sistema energético. De manera práctica podrían definirse varios umbrales metabólicos. Estos umbrales serían un rango de intensidad donde comienza a predominar mas un sistema energético sobre los otros. De manera meramente educativa se va explicar a continuación el modelo trifásico desarrollado por *Skinner* y *McLellan* en los años 80. En este modelo se definen tres zonas metabólicas separadas por dos umbrales. Una zona 1 donde hay una cuasi perfecta estabilidad metabólica hasta que se llega a un primer umbral. La zona 2 entre el primer y segundo umbral donde comienza la inestabilidad metabólica y una zona 3, a partir del segundo umbral. Como se ha visto en apartados anteriores se pueden utilizar diferentes métodos para determinar distintos umbrales. En general los más utilizados son las pruebas de esfuerzo con análisis de gases y lactato que estimarían umbrales ventilatorios y lácticos, según diferentes métodos de cálculo.

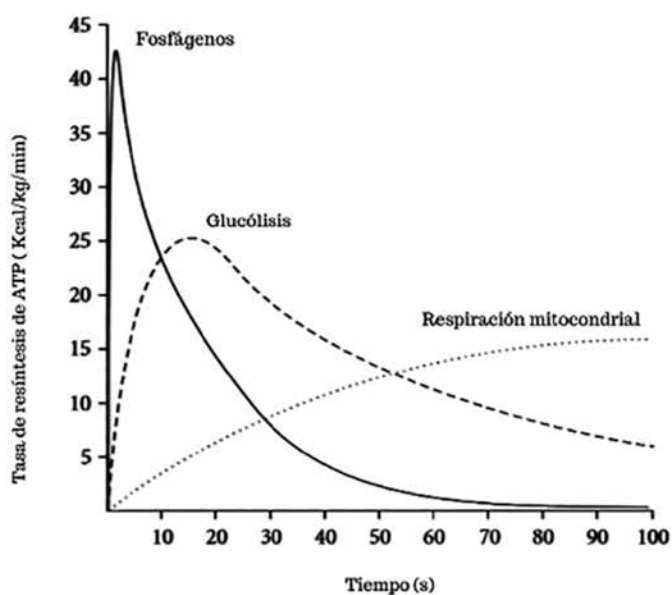


FIGURA 2. Tasa de resíntesis de ATP. Adaptado de Baker, 2010.

1 ANALIZA LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO Y DEL SISTEMA NEUROMUSCULAR RECONOCIENDO LAS ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL ENTRENAMIENTO MÁS IMPORTANTES

1.5.3 Identificación de umbrales y de la potencia y capacidad aeróbica máxima

Para identificar la capacidad aeróbica máxima, ya sea bien expresada en potencia aeróbica máxima (PAM) o bien en velocidad aeróbica máxima (VAM) y los umbrales ventilatorios, VT1 y VT2 (a veces también llamado RPC, del inglés *respiratory compensation point* o *RCT respiratory compensation Threshold*), es necesario hacer una prueba incremental en rampa pedaleando en un cicloergómetro o corriendo en un tapiz rodante donde, además, el deportista está conectado mediante una máscara a un analizador de gases.

Del mismo modo, es decir, mediante una prueba incremental en rampa, pero analizando lactato capilar durante diferentes estadios de la prueba, se pueden determinar umbrales de lactato.

1.5.4 Valoración de las adaptaciones fisiológicas al entrenamiento

● Diferencias por razón de sexo

Wilmore y Costill (2007) proponen que la función fisiológica básica en reposo y durante el ejercicio cambia sustancialmente con el entrenamiento. A continuación, vamos a realizar un repaso de las principales adaptaciones fisiológicas que se producen con el entrenamiento y las posibles diferencias entre hombres y mujeres en esas adaptaciones.

● Composición corporal

Se ha comprobado cómo con el entrenamiento de fuerza tanto hombres como mujeres experimentan cambios en su composición corporal, tales como pérdida de masa corporal total, pérdida de masa grasa y ganancia de masa magra. En este sentido es importante destacar que las mujeres generalmente ganan menos masa

magra que los hombres, en parte debido a factores hormonales.

● Fuerza

Hasta hace no mucho, se pensaba que la fuerza no se podía programar en niños y mujeres, ya que no se los creía capaces de desarrollar fuerza (en sus diferentes manifestaciones), mientras que con los hombres sí se había demostrado (en función de su entrenamiento) una mejora en las diferentes manifestaciones de la fuerza (hipertrofia, fuerza máxima, etc). No obstante, se ha demostrado que las mujeres pueden experimentar importantes aumentos de fuerza (del 20 al 40%) como consecuencia del entrenamiento resistido, y que la magnitud de estos cambios es similar a la observada en hombres.

● Función cardiovascular y respiratoria

El entrenamiento de la capacidad cardiorrespiratoria va acompañado de importantes adaptaciones cardiovasculares y respiratorias, que no se ha demostrado que puedan depender del sexo en cuestión, sino de las características del entrenamiento.

● Función metabólica

Se ha estudiado cómo con el entrenamiento las mujeres experimentan el mismo aumento relativo de VO_2 máx. que el que se ha observado en los hombres. Se sabe que los niveles de lactato disminuyen, aumentando el umbral de lactato. El entrenamiento de fondo, además, provoca cambios en la utilización de sustratos, mejorando la capacidad de uso de ácidos grasos.

Como conclusión podríamos indicar que (salvo alguna excepción) las mujeres responden al entrenamiento de la misma manera que los hombres.

1.5.5 Modificaciones hormonales con el entrenamiento de la fuerza

El sistema endocrino forma una parte importante en el complejo de la manifestación y cambios a corto y largo plazo en la producción de fuerza y el sistema neuromuscular.

Las hormonas son mensajeros químicos que se sintetizan y almacenan y son liberados por glándulas endocrinas, además de por otras células especializadas. Las razones de la importancia del sistema hormonal son que:

- Las hormonas anabolizantes (por ejemplo: testosterona, en adelante T, u hormona del crecimiento, en adelante GH, del inglés *Growth hormone*) tienen efectos de modelación de las fibras musculares a nivel metabólico y celular,



similares a los observados en el músculo después del entrenamiento de fuerza.

- Durante las sesiones de entrenamiento de fuerza existe un aumento de las hormonas anabólicas, como las T, GH, consecuencia de una mayor utilización del tejido muscular.
- Se observa que las mejoras y/o pérdidas de producción de fuerza durante la actividad física crónica se acompañan de un aumento de las tasas basales de hormonas anabólicas (T, GH) y/o de un descenso de las tasas de hormonas catabólicas, como el cortisol.

Cuando se realiza una sesión aguda de entrenamiento de la fuerza, se produce una fuerte liberación de hormonas a la sangre. Esto permite que interactúen con los receptores celulares específicos. De este modo, el entrenamiento con cargas parece ser anabolizante, y favorece los procesos de reparación y remodelación de tejidos. Las modificaciones hormonales varían de acuerdo con la intensidad, el volumen y el tiempo de pausa utilizado durante el entrenamiento.

● **La fibra y miofibrilla muscular: Características y tipos**

La característica fundamental de los músculos es su capacidad de contracción, hecho que permite producir movimiento en todas las partes del cuerpo. La fibra muscular es una célula con capacidad de contracción y de la cual está compuesto el tejido muscular.

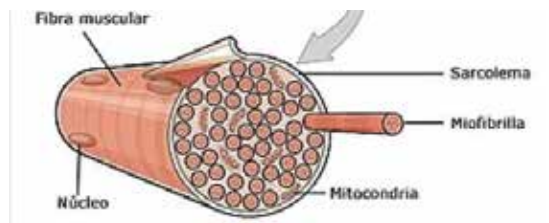


FIGURA 3. Fibra muscular. Fuente: Wikipedia.

Cada fibra muscular individual contiene entre varios centenares y varios miles de miofibrillas. Estas son los elementos contráctiles de los músculos esqueléticos y aparecen como largos filamentos de subunidades todavía más pequeñas: los sarcómeros.

1.5.6 El sarcómero: concepto y características

Como hemos visto en el punto anterior, la membrana recibe el nombre de sarcolema y el citoplasma es denominado sarcoplasma. En el interior de este existe una gran cantidad de haces finos de fibrillas, denominadas miofibrillas, que ocupan la práctica totalidad del volumen cito-

plasmático. Estas miofibrillas están constituidas a su vez por fibras aún más delgadas denominadas miofilamentos.

Las miofibrillas están divididas en una serie de unidades repetidas longitudinalmente llamadas sarcómeros, estas subunidades se alinean a lo largo de la miofibrilla. Cada sarcómero está delimitado por unas regiones conocidas como discos o líneas Z. El sarcómero de una miofibrilla es la unidad funcional del músculo estriado.

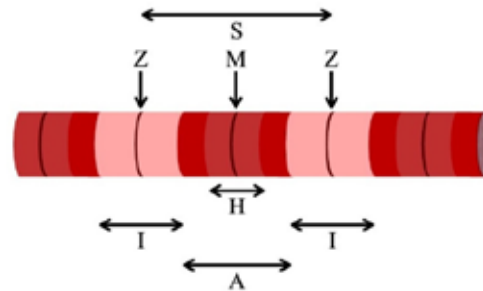


FIGURA 4. El sarcómero. S = sarcómero, A = banda-A, I = banda-I, H = zona-H, Z = línea-Z, M = línea-M.

Extendiéndose en ambas direcciones desde los discos Z, hay numerosos miofilamentos delgados que se intercalan entre los miofilamentos gruesos. La disposición intercalada de estos filamentos da lugar a la aparición de unas bandas o segmentos de diferente coloración al microscopio. La banda A, es una franja ancha y oscura. Esta se alterna con bandas claras o bandas I. La banda A es el segmento del sarcómero que recorre toda la longitud de los miofilamentos gruesos, mientras que en la banda I se encuentra parte del trayecto o longitud de los miofilamentos finos. En el centro de la banda A hay una zona más clara llamada banda H, que corresponde a la región media de los miofilamentos gruesos donde no se superponen con los finos. En el centro de esta banda H se encuentra la línea M.

● **La unidad motriz: Concepto y características.**

Para que una fibra muscular se contraiga necesita un impulso nervioso. Este impulso nervioso se encarga de mandarlo una neurona motora o motoneurona.

Las neuronas motoras o motoneuronas son las células nerviosas que conducen los impulsos nerviosos hacia el exterior del sistema nervioso central. Su función principal es controlar los órganos efectores, principalmente los músculos esqueléticos y la musculatura lisa de glándulas y órganos.

1 ANALIZA LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO Y DEL SISTEMA NEUROMUSCULAR RECONOCIENDO LAS ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL ENTRENAMIENTO MÁS IMPORTANTES

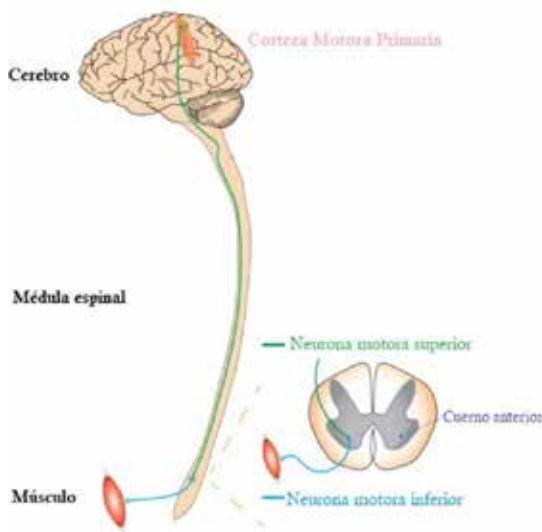


FIGURA 5. Neurona motora superior y neurona motora inferior.

Las características morfológicas de las motoneuronas y su distribución a nivel medular son variables: existe una relación directa entre el número de fibras musculares que componen una unidad motora y el tamaño de las motoneuronas que la inervan.

Cada fibra muscular está inervada por un solo nervio motor, que finaliza, generalmente, cerca de la mitad de la fibra muscular. El único nervio motor y todas las fibras musculares a las que inerva reciben el nombre de unidad motora. Esta conexión o sinapsis entre un nervio motor y una fibra muscular se denomina unión neuromuscular. Es el lugar donde se produce la unión entre los sistemas nervioso y muscular.

En cada actividad participan motoneuronas específicas, según la zona del cuerpo implicada, la fuerza desarrollada, el tipo de fibra muscular y el movimiento a realizar.

1.5.7 La 1RM: Concepto, características e identificación

La 1RM o una repetición máxima de una persona, para un ejercicio específico, es la máxima cantidad de peso que puede levantar en no más de una repetición completa de ese ejercicio.

Tradicionalmente, el método de valoración de una repetición máxima ha sido uno de los más aceptados y utilizados para evaluar la fuerza. Para calcular el 1RM se utilizan métodos directos e indirectos.

El método directo consiste en ir añadiendo poco a poco peso a la carga con la que se está haciendo el ejercicio hasta comprobar que no es posible mover ese peso o realizar el ejercicio con una técnica correcta. Actualmente este método no se aconseja a cualquier deportista por el estrés que supone y porque además se necesita estar muy familiarizado con el entrenamiento con pesos y con la técnica de cada ejercicio para valorar.

Métodos indirectos para el cálculo del 1RM:

- **Estimación mediante ecuaciones.** Se calcula en función del peso levantado y el número de veces.
- **Cálculo basado en la velocidad de ejecución.** La velocidad con la que se ejecuta un ejercicio es proporcional al % sobre el 1RM de ese ejercicio. Para medir la velocidad con la que se ejecuta un ejercicio existen varios métodos. Liderado por el profesor González-Badillo, desde hace décadas se ha investigado sobre este concepto.

1.5.8 Fuerza isométrica máxima: Concepto, características e identificación

La fuerza isométrica máxima es la máxima fuerza que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer con contracción voluntaria contra una resistencia insuperable. También conocida como fuerza máxima estática. El pico máximo de fuerza que se mide cuando no hay movimiento es el valor de fuerza isométrica máxima o fuerza estática máxima.

Si se cuenta con los instrumentos adecuados, la medición de esta fuerza dará lugar a la curva fuerza-tiempo isométrica o estática. Esta fuerza se mide en newtons, ya que la medición de la fuerza isométrica máxima en kilogramos como la menor resistencia que sería imposible desplazar, aparte de ser muy imprecisa, no aportaría información sobre la fuerza producida.

1.5.9 Potencia muscular máxima: Concepto, características e identificación

La potencia muscular máxima, tradicionalmente conocida como potencia anaeróbica se define como la capacidad de un músculo de ejercer fuerzas elevadas durante una contracción rápida.

Esta manifestación de la fuerza se caracteriza por desarrollarse a una alta intensidad y corta duración de tiempo.

1.5.10 Curva fuerza-tiempo: Concepto, características e identificación

Toda manifestación de fuerza se produce de acuerdo con unas características determinadas, que evolucionan en el tiempo de forma diferente, pero pasando por las mismas fases hasta llegar a su máxima expresión. La relación entre la fuerza manifestada y el tiempo necesario para ello se conoce como la curva fuerza-tiempo.

El porcentaje de fuerza máxima conseguida y el tiempo necesario para ello son dos puntos de referencia a tener en cuenta a la hora de planificar y controlar el entrenamiento de fuerza.

Dentro de la curva fuerza-tiempo se distinguen tres fases:

- **Fuerza inicial:** habilidad para manifestar fuerza en el inicio de la tensión o contracción muscular.
- **Fuerza explosiva:** zona en la que se establece una mejor relación entre el incremento de la fuerza aplicada y el tiempo empleado para ello.
- **Fuerza máxima:** puede ser isométrica (si la resistencia es insuperable) o dinámica (si existe desplazamiento del punto de aplicación de la fuerza).

1.5.11 Medición y valoración de la fuerza dinámica e isométrica máxima y la potencia máxima

La valoración de la fuerza, en cualquiera de sus manifestaciones, es una inquietud y una necesidad en el contexto de la actividad física y del deporte desde hace décadas, y sus mediciones han ido adquiriendo importancia para el control y la prescripción del entrenamiento.

Como recordamos, podemos definir la fuerza máxima como la mayor expresión de fuerza que el sistema neuromuscular puede aplicar ante una resistencia dada. Dicha manifestación de fuerza puede ser estática (fuerza máxima estática), cuando la resistencia a vencer es insuperable; o dinámica (fuerza máxima dinámica), si existe desplazamiento de dicha resistencia. Cuando la expresión de fuerza manifestada no alcanza el máximo de su expresión podemos hablar de la llamada fuerza submáxima, que también posee una modalidad estática (isométrica) o dinámica, y que viene expresada normalmente en términos de porcentaje sobre la fuerza máxima. Dentro de la fuerza submáxima existe una relación muy importante entre las magnitudes de intensidad y duración del esfuerzo. Por su parte, *Rodríguez García* (2008) define la potencia como el área bajo la curva que se sucede de la relación entre



1 ANALIZA LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DEL METABOLISMO ENERGÉTICO Y DEL SISTEMA NEUROMUSCULAR RECONOCIENDO LAS ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS AL ENTRENAMIENTO MÁS IMPORTANTES



fuerza y potencia. Cuando esta manifestación alcanza su pico máximo estamos hablando de potencia máxima.

1.5.12 Los husos musculares y los OTG: Concepto y características

Las terminaciones musculares son mecano-receptores de la sensibilidad del tejido profunda, que detectan una deformación mecánica. Los músculos y tendones tienen una cantidad abundante de dos tipos especiales de receptores: los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi (OTG).

El huso muscular es un receptor/sensor localizado en el músculo que percibe en qué medida se halla extendido dicho músculo. Estos proporcionan información sensitiva al *Sistema Nervioso Central* (SNC) con respecto a la longitud del músculo y a la velocidad de cambio de esa longitud, permitiendo que este (SNC) controle la actividad muscular.

Características:

- Cada huso mide aproximadamente de 1 a 4 mm de longitud.
- Está rodeado por una cápsula fusiforme de tejido conectivo.
- Dentro de la cápsula se encuentran las fibras musculares intrafusales (6 a 14).
- Las fibras musculares comunes situadas por fuera de los husos se denominan fibras extrafusales.

Los órganos tendinosos de Golgi (OTG) son unos órganos receptores sensoriales propioceptivos que se encuentran en la inserción de las fibras del músculo esquelético en los tendones de dicho tipo de músculo. Estos husos proporcionan al SNC información sensitiva con respecto a la tensión de los músculos.

1.5.13 Flexibilidad y elasticidad: Concepto, características y diferenciación

La flexibilidad es la facultad de desplazar los segmentos óseos que forman parte de las articulaciones. Esta facultad depende fundamentalmente de la elasticidad de los músculos y sus tendones y de la de los ligamentos. A mayor flexibilidad, mayor amplitud de movimientos articulares. Dentro de la flexibilidad podemos distinguir dos tipos:

- **Flexibilidad estática:** es una medida de la amplitud total de movimiento de una articulación.
- **Flexibilidad dinámica:** es una medida del rango de fuerza de torsión o resistencia desarrollada durante el estiramiento en toda la amplitud del movimiento articular.

La elasticidad es la capacidad del músculo para deformarse y recuperar rápidamente la posición. Por lo tanto, flexibilidad y elasticidad no deben usarse como sinónimos.

1.5.14 Medición y valoración de la flexibilidad y elasticidad específica deportiva

Para evaluar la flexibilidad de una persona se deben elegir distintas pruebas, dada la naturaleza específica de la flexibilidad. Por lo general, existen pruebas directas que se usan para medir la amplitud de rotación de una articulación en grados, así como pruebas indirectas que miden la flexibilidad estática en unidades lineales.

Para la evaluación directa de la flexibilidad estática se debe medir la rotación de la articulación en grados con un goniómetro, flexómetro o inclinómetro.

Como pruebas indirectas que miden la flexibilidad se encuentran multitud de test para diferentes musculaturas: sit and reach, flexión de tronco, prueba de alcance posterior de las manos, etc.

2 SELECCIONA AL DEPORTISTA PARA LA ALTA COMPETICIÓN ANALIZANDO LOS FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL ALTO RENDIMIENTO

2.1 Principales factores limitantes del entrenamiento

Según la actividad física que realicemos en su duración, carga e intensidad encontraremos distintos limitantes desde la fuente predominante de producción de energía así como el tipo de fibras musculares empleadas como muestra el siguiente cuadro adaptado de Navarro.

Duración	Porcentaje del máximo de un ciclo de movimiento	Limitantes de la potencia de la carga	Limitantes de resistencia de la carga
10 segundos o menos	Alrededor de 100-75	Reserva de ATP, fosfocreatina y sus enzimas Características de potencia de la excitación Masa, composición y propiedades metabólicas de los músculos	Estabilidad del mecanismo de excitación Agotamiento de ATP, rapidez de su recuperación
30-40 segundos	Alrededor de 50	Características metabólicas de los músculos: potencia de la glucólisis; reserva de glucógeno muscular; lactato máximo y magnitud reducida del pH en los músculos en el punto de fallar en el trabajo, soportable	Resistencia muscular local Fenómenos de acidosis Agotamiento de la reserva de ATP y fosfocreatina Limitación de la capacidad de la glucólisis para volver a sintetizar ATP de modo suficientemente rápido Acción autodestructora del lactato que deprime la acción de las enzimas de la glucólisis
2-10 minutos	Alrededor de 20-30	Potencia aeróbica: potencia de factores circulatorios sistémicos y eficacia de distribución de la sangre; capacidad máxima de la sangre para transportar el oxígeno, etc. Potencia del sistema de eliminación de metabolitos, compensación respiratoria de acidosis metabólica y amortiguación de la acidosis y acumulación de CO ₂ Potencia de los factores musculares locales (peso específico de fibras lentas y capilaridad, etc.)	VO ₂ máx.; productividad aeróbica; capacidad para mantener VO ₂ máx.; capacidad para realizar la potencia aeróbica en condiciones concretas de carga; rapidez de desarrollo de las respuestas; carácter económico del metabolismo y las funciones Capacidad del sistema de amortiguación buffer de la acidemia Sensibilidad de las enzimas respiratorias y de la glucólisis al lactato y la acidosis
20-30 minutos	Sobre 20	Potencia aeróbica Composición, características metabólicas y potencial de oxidación del tejido muscular, eficiente Aptitud para mantener por mucho tiempo un 90% del VO ₂ máx.	Fenómenos hipóxicos Estabilidad de la circulación, la ventilación y del intercambio gaseoso Agotamiento de las reservas de glucógeno en el organismo Cambios de aferentación y regulación de funciones viscerales, disminución de la sensibilidad al CO ₂ , su retención Limitación de la radiación térmica, sensibilidad al aumento de la temperatura del cuerpo Deshidratación del organismo e hipovolemia

2 SELECCIONA AL DEPORTISTA PARA LA ALTA COMPETICIÓN ANALIZANDO LOS FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL ALTO RENDIMIENTO

Duración	Porcentaje del máximo de un ciclo de movimiento	Limitantes de la potencia de la carga	Limitantes de resistencia de la carga
2-3 horas	Menos de 15	<p>Disminución de la reactividad general del cerebro</p> <p>Potencia aeróbica</p> <p>Capacidad para mantener un 70-80% del VO₂ máx.</p> <p>Reservas de sustratos de oxidación</p> <p>Actividad y volumen de sistemas fermentativos de metabolismo lipídico</p> <p>Recursos del metabolismo de agua y sales</p> <p>Estabilidad de la temperatura</p>	<p>Agotamiento hasta niveles críticos de las reservas de los sustratos de oxidación, disminución del nivel de glucosa en la sangre; del control del SNC debido a la monotonía de trabajo. Imposibilidad de conservar la motivación para efectuar el trabajo</p> <p>Agotamiento de los recursos del metabolismo de agua y sales, deshidratación, disminución del volumen, modificaciones de las características reológicas de la sangre, su distribución</p> <p>Cambios de la regulación, aferentación, reducción de la tonicidad de los grandes vasos, eficacia de la bomba muscular, disminución de la sensibilidad al CO₂, su retención</p> <p>Intensificación de la redistribución gravitacional de la sangre</p> <p>Alteración de la homeostasis de la temperatura</p>

2.2 Factores fisiológicos en el alto rendimiento

Teniendo en cuenta los factores fisiológicos principales que limitan el rendimiento, podemos decir cuáles son los factores fisiológicos en alto rendimiento, pues cada uno de ellos está describiendo los factores que inciden en conseguir los mejores resultados a alto nivel. Es por ello por lo que, de una manera pragmática, *Hawley y Burke (2000)* nos indican que tras diferentes investigaciones científicas sobre corredores, ciclistas, nadadores, esquiadores de fondo y triatletas, los requisitos fisiológicos mínimos para que un deportista compita a alto nivel y de forma continuada en pruebas de resistencia e intensidad de moderada a alta con una duración superior a 30 minutos son:

- Elevado VO₂ máx, por encima de 60 ml/kg/min en las mujeres y superior a 65 ml/kg/min en los hombres.
- Elevada potencia en relación al peso.
- Bajo nivel de grasa corporal.
- Capacidad para entrenar y correr con un porcentaje elevado de VO₂ máx (o un porcentaje alto de frecuencia cardíaca máxima) durante periodos prolongados.
- Elevada producción de potencia o velocidad dentro del umbral anaeróbico. Capacidad para mantener producciones altas de potencia o velocidad absoluta y para resistir el inicio de la fatiga muscular.
- Técnica eficaz y económica.

- Capacidad para utilizar la grasa como energía durante el ejercicio sostenido con un ritmo de trabajo alto para ahorrar las reservas de hidratos de carbono del cuerpo.

● Sistemas avanzados para el desarrollo de las capacidades físicas condicionales y coordinativas

Para desarrollar las capacidades físicas condicionales y coordinativas existen diferentes métodos que nos permiten optimizar el desarrollo de las mismas, utilizando aquel o aquellos que consideremos que se corresponden más exactamente con las exigencias del deporte o con nuestro objetivo a alcanzar. Así pues, para el desarrollo de la fuerza, los métodos a utilizar son (*Platonov, 2001*):

- Método isométrico.
- Método concéntrico.
- Método excéntrico.
- Método pliométrico.
- Método isocinético.
- Método de la resistencia variable.

Para el desarrollo de la resistencia, los métodos a utilizar son (*Mirella R., 2001*):

- Método continuo.
- Método interválico.
- Método de la carrera continua con variación de la velocidad (CCW) de C. Bosco.
- Método de competiciones.
- Método de la reducción de las pausas.

Para el desarrollo de la flexibilidad, podemos utilizar algunos de los tres grupos metodológicos (Bompa, 2007):

- Método activo, que comprende un método estático y un método balístico.
- Método pasivo.
- Método combinado o de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP).

La velocidad podemos desarrollarla a través de los siguientes métodos:

- Método de repeticiones (velocidad de acción).
- Condiciones facilitadas (velocidad cíclica).
- Aplicación "obligada" de frecuencia supra-máxima (ergómetro de motor, cinta rodante; velocidad cíclica).
- Derrumbamiento de la barrera de velocidad (velocidad acíclica). Extinción de la barrera de velocidad (velocidad acíclica).
- Ejecución de los mismos ejercicios que en competición (velocidad gestual).

Por último, respecto a las capacidades coordinativas, indicar que podemos distinguir los siguientes tipos (Platonov, 2001):

- Capacidad para valorar y regular los parámetros dinámicos y espaciotemporales de los movimientos.
- Capacidad para mantener una posición (equilibrio).
- Sentido del ritmo.
- Capacidad para orientarse en el espacio.
- Capacidad para relajar voluntariamente los músculos. Coordinación de los movimientos.

2.3 Tecnología para la valoración fisiológica del deportista (laboratorio y campo)

● Pulsómetros

Tradicionalmente la frecuencia cardíaca (FC) ha sido uno de los parámetros fisiológicos más utilizados para registrar y modular la intensidad del entrenamiento en todas las especialidades deportivas, y se recomienda su monitorización especialmente en periodos de sobrentrenamiento (Pichot et al., 2002). La investigación desarrollada con este marcador no es concluyente, y presenta resultados contradictorios. La razón de esta falta de paridad en los resultados posiblemente se deba a la disparidad de diseños utilizados donde, por ejemplo, un distinto tiempo de exposición a las cargas puede motivar una sollicitación metabólica diferenciada. El hecho de que exista una relación entre FC e intensidad del ejercicio, ha hecho que estos aparatos se

popularicen, de forma que hoy e día están muy extendidos en todos los segmentos de la población. Los pulsómetros son aparatos que miden la FC detectando la onda de pulso, es decir, están dotados de un sensor que capta las variaciones eléctricas del corazón y un contador de tiempo. Los pulsómetros constan: de un emisor con dos electrodos que se sitúa en el pecho, a ambos lados del corazón, y de un receptor que dispone de un potente procesador que integra las señales eléctricas y el tiempo

● GPS

Posibilitan combinar el registro de la FC con la posición, la velocidad, la pendiente o la altitud a la que se encuentra un deportista en pleno esfuerzo. Es conocido que en la carrera de resistencia, la velocidad se relaciona directamente con el consumo de oxígeno y la economía del esfuerzo (Di Prampero, Atchou, Brueckner y Moia, 1986) Tiene especial interés en aquellas modalidades en las que ha sido difícil obtener medidas objetivas y fiables del rendimiento (esquí, carre-



ra de orientación, remo y piragüismo en aguas abiertas, windsurfing, parapente, paracaidismo, montañismo, ciclismo etc.). Para que un GPS tenga suficiente precisión debe constar de: al menos 9 canales, gran capacidad de memoria para almacenar posición, distancia acumulada y velocidad, además sería deseable que tuviera la capacidad de grabar una posición cada segundo. Debe estar provisto de un interface para permitir la descarga de los datos a un PC para análisis, capacidad de conectarse a un receptor diferencial para mayor precisión, posibilidad de colocarle una antena externa, para mejor visibilidad de los satélites, y por último que sea pequeño y ligero.

● Medidor portátil de gases

Uno de los indicadores de rendimiento en la mayoría de los deportes, sobre todo en las disciplinas cíclicas de larga duración, es el VO_2 max (consumo máximo de oxígeno). Este indicador hace referencia, a la máxima cantidad de oxígeno que nuestro organismo puede utilizar por unidad de tiempo. Los valores de este parámetro pueden establecerse en valores absolutos o relativos a la masa del sujeto. Se establecen a partir de diversas pruebas de esfuerzo (PE) en laboratorio o campo. Es más útil utilizar el VO_2 relativo, ya que de esta manera permite una comparación significativa de las intensidades de entrenamiento de deportistas con diferentes características. Para estudiar el comportamiento de la cinética de los gases implicados en el ejercicio (O_2 y CO_2), ante esfuerzos progresivamente crecientes, así como para realizar valoraciones acerca del consumo de oxígeno (VO_2) y de la producción de anhídrido carbónico (VCO_2) se hace necesario un aparataje específico. Si el estudio se realiza en el hábitat natural del deportista, es necesario utilizar los analizadores portátiles de gases (tipo *COSMED K4 b2*, *K5 AeroSport* o *Vo2master*) los cuales permiten desplazarse por la superficie específica de práctica, estableciendo protocolos de esfuerzo adaptados y visualizar directamente en la pantalla del ordenador el proceso y los resultados.

● Analizador de lactato portátil

Igual que los analizadores portátiles de gases nos ayudan a realizar una valoración ventilatoria del deportista, estableciendo en base a ello los rangos o umbrales de intensidad del esfuerzo; los analizadores portátiles de láctico son utilizados para realizar una valoración metabólica del esfuerzo del deportista. Concretamente, se centran en la obtención de las concentraciones de lactato en sangre, para a partir de ahí extrapolar el cálculo del umbral anaeróbico (UAN), es decir, la zona de transición entre los procesos

aeróbicos y anaeróbicos. El UAN es el punto en el cual el ácido láctico comienza a acumularse en la sangre produciendo una acidosis metabólica y reduciendo notablemente el rendimiento de los deportistas. Este parámetro de control viene siendo estudiado y reflejado en la bibliografía especializada desde la década de los 60 hasta la actualidad (*Hollmann (1961)*, *Wasserman (1964)*, *Londeree y Ames (1975)*, *Mader (1976)*, *Kindermann (1979)*, *Ivy (1980)* y *Sjodin (1981)*, *Davis (1985)*). Desde el típico establecimiento del umbral anaeróbico en una cantidad de 4 mmol/l (milimoles por litro), se ha evolucionado hacia el concepto de UAN individual (*Keith y cols.1992*; *McLellan y cols.1991*). Este valor ya no sería homogéneo para toda la población, si no que dependería de las características el individuo. Hasta el último lustro, el cálculo del UAN individual era bastante engorroso y escasamente realizado en el ámbito natural del deportista. Hoy en día se utilizan los analizadores portátiles de lactato los cuales han reducido considerablemente sus tamaños y costes, al mismo tiempo que han simplificado el proceso. Basta con pegar el reactivo durante 3 segundos a una gota de sangre de la punta del dedo o el lóbulo de la oreja, la tira absorbe la sangre y ofrece una lectura en 15 segundos máximo.

● Análisis de video

El uso del análisis cinemático permite, indudablemente, incidir sobre la capacidad de análisis del sujeto, que puede comprobar a través de su propia imagen su repertorio de movimientos, los cuales podrá recordar la próxima vez que los realice, mejorándolos al observar dónde se producen los fallos durante la ejecución, con la ayuda de su entrenador. Así, esta es una herramienta muy útil a la hora de corregir errores y mejorar los movimientos del sujeto, los cuales son parte de las capacidades coordinativas, como hemos visto anteriormente. Además, de cara al entrenador permite evaluar a los deportistas y el entrenamiento programado, concluyendo si este es adecuado o no para la mejora de la coordinación. En esta línea, *Silvatti et al. (2012)* emplearon un análisis cinemático 3D para comprobar si el entrenamiento de natación en nadadores expertos producía diferencias coordinativas respecto a nadadores principiantes. Y, en efecto, a través de este sistema, estos autores mostraron la coordinación del tronco durante las respiraciones en los nadadores, que resultó ser mayor en los expertos que en los principiantes. Esta conclusión es lógica si tenemos en cuenta que, como hemos mencionado antes, un deportista de alto nivel puede ver un análisis cinemático de su ejecución en el propio medio de práctica, lo cual a lo largo del tiempo le permite ir mejorando en la coordinación de sus movimientos, los cuales probablemente en origen no eran tan

diferentes a los del nadador amateur. Algunos software para el análisis de video son *Kinovea* (gratuito) o *Dartfish* (versión de pago).

● Metrónomos

El uso de metrónomos u otros aparatos sonoros, es muy útil cuando la mejora de un determinado movimiento es muy compleja, o bien este se realiza correctamente desde el punto de vista técnico, pero su desarrollo no es uniforme. Por ejemplo, José es un corredor de 5.000 metros cuya técnica de carrera es prácticamente perfecta, pero su problema reside en la continuidad de la misma, ya que en ocasiones corre demasiado rápido y otras veces muy lento. Su problema está en el ritmo, en este caso de carrera, que es una parte fundamental dentro de las capacidades coordinativas. Si empleamos un metrónomo y le indicamos la correspondencia del sonido con su zancada, aprenderá e interiorizará ese ritmo, coordinando perfectamente sus zancadas, lo cual le ayudará a obtener un mayor rendimiento. Por último, si nos centramos en la aplicación a un deporte y un elemento concreto, podemos referirnos al tenis, en el que en muchas ocasiones no logramos mejorar nuestra coordinación para impactar correctamente a la bola. En ese caso, es útil emplear un elemento externo que nos ayude a realizar una correcta ejecución y mejore nuestra coordinación de movimientos aunque prácticamente no seamos conscientes de ello. Posteriormente, esta mejora coordinativa nos permitirá interiorizar la secuencia correcta y realizarla.

● Encoders portátiles

Un encoder es un dispositivo de detección que proporciona una respuesta. Los Encoders convierten el movimiento en una señal eléctrica que puede ser leída por algún tipo de dispositivo de control en un sistema de control de movimiento, tal como un mostrador o PLC. El encoder envía una señal de respuesta que puede ser utilizado para determinar la posición, contar, velocidad o dirección. Se ha convertido en una herramienta fundamental en el rendimiento deportivo para el trabajo de fuerza basado en la velocidad

Existen cuatro tipos de dispositivo diferentes para medir la velocidad de ejecución en los trabajos de fuerza:

1. Sistemas de filmación en 3D (*OptiTrack V120 Trio*).
2. Encoder (*T-Force, Chronojump, Speed4lifts*, etc...).
3. Acelerómetros (*Push Band, Beast Sensor*, etc...).
4. Apps móviles (*My Lift, iLoad*, etc...).

	T-FORCE	CHRONOJUMP	SPEED4LIFTS	PUSHBAND 2.0	BEAST SENSOR	MY LIFT
TIPO	ENCODER	ENCODER	ENCODER	ACELERÓMETRO	ACELERÓMETRO	APP
VALERÍA Y FIABILIDAD	****	****	****	***	**	*
Peso	1000	1000	1000	1000	200	En función de iPhone
DATOS	VH, VP, VMP, VL, WFL, W, Gines F.T y F.V	VH, VP, VMP, VL, WFL, W, Gines F.T y F.V	VH, VP, VMP, W	VH, VP	VH, VP	VM
PORTABILIDAD	**	**	****	****	****	****
CONDICIÓN	PC	PC	CONSUMERO	CONSUMERO	CONSUMERO	DS
FEEDBACK	ANIMADO	ANIMADO	ANIMADO	ANIMADO	ANIMADO	RETARDADO
USABILIDAD	**	**	****	****	****	**
PRECIO	200€	400€	30€	11€	27€	100€

FIGURA 6. Dispositivos diferentes para medir la velocidad de ejecución.

● Plataformas de fuerza y contacto

Una plataforma de fuerza está diseñada para medir las fuerzas y los momentos aplicados a su superficie superior cuando un sujeto se para, pisa o salta sobre ella. Las plataformas de fuerza generalmente se usan en estudios clínicos y de investigación del equilibrio, la marcha y el desempeño deportivo. Los niveles de fuerza del tren inferior por lo general se miden por medio de los saltos SJ (*Squat Jump*) y CMJ (*Counter movement Jump*).

A diferencia, de las plataformas de fuerza, las plataformas de contacto hacen una estimación de la fuerza por medio de los tiempos de contacto y de vuelo del sujeto.

La plataforma de salto o de contacto permite obtener datos relacionados con las cualidades físicas, tales como la fuerza explosiva o la resistencia a la fuerza, como así también datos relacionados con la biomecánica, como lo son el tiempo de vuelo y contacto, o el coeficiente de calidad (Q).

● Medidores de potencia

Un medidor de potencia es un dispositivo electrónico que mide la potencia, o torque, que el ciclista genera cuando gira los pedales.

Los medidores de potencia miden el torque usando lo que se llaman galgas extensiométricas. Un extensómetro es un dispositivo electrónico diminuto cuya resistencia eléctrica varía dependiendo de cuánta resistencia se les aplica. En el caso de un medidor de potencia instalado en el brazo de la biela, el calibre extensométrico

2 SELECCIONA AL DEPORTISTA PARA LA ALTA COMPETICIÓN ANALIZANDO LOS FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL ALTO RENDIMIENTO

mide cuánto se está flexionando el brazo de la biela al presionar los pedales.

Usando la electrónica localizada dentro del medidor de potencia, el calibrador de tensión convierte esta flexión en una resistencia eléctrica. Basado en la cantidad de resistencia eléctrica, el medidor de potencia puede calcular cuánto par está generando el ciclista. Las medidas de par se multiplican por la cadencia (velocidad de pedaleo) para calcular la potencia que se mide en vatios.

Estos medidores son frecuentes verlos en ergómetros como estimadores de potencia para la carrera a pie.

2.4 Principales condicionantes fisiológicos en deportistas con discapacidad (física, intelectual y sensorial)

El entrenamiento regular es importante. Esto no significa necesariamente deportes competitivos, sino actividades deportivas en general. La actividad física y el deporte se correlacionan con una mayor calidad de vida, porque las personas activas son más independientes y más móviles. Esto influye en las oportunidades para una mayor participación en la vida social de mane-

ra positiva. Para todos los grupos de personas con discapacidad existe evidencia científica de que el entrenamiento tiene un impacto positivo en el sistema respiratorio, el sistema sensorial y el sistema musculoesquelético enfatizando la resistencia, la fuerza muscular y la movilidad. El entrenamiento prevendrá o reducirá las enfermedades cardiovasculares, el sobrepeso, hipertensión o diabetes. Además de esto, se puede lograr un impacto positivo en la autoeficacia al participar en actividades deportivas.

● Deporte es participación

Además de ser un espacio de participación en sí mismo, existe una correlación significativa entre la participación en el deporte de forma regular y la capacidad de participar en otros aspectos de la vida. Las experiencias del deporte se transforman en la vida cotidiana, lo que conduce a beneficios psicosociales que empoderan a las personas con discapacidad para entrar y participar en otros contextos, como el entorno laboral o el tiempo libre.

Es necesario abordar los siguientes temas para implementar y mejorar los beneficios mencionado anteriormente:

1. La rehabilitación es el punto de partida

Todos los proveedores de servicios de rehabilitación deben asegurarse de que una persona que



se somete a se introduce la rehabilitación y se somete a una variedad de actividades deportivas adecuadas como parte de su proceso de rehabilitación.

2. Participación en lugar de segregación

Los clubes deportivos y otros proveedores de actividades deportivas deben estar abiertos a todos, con un diseño universal y un alto grado de accesibilidad. Por inclusión en deportes regulares de clubes, se incrementa la elección de diferentes tipos de deportes y las distancias a los deportes se acortan las instalaciones y se reducen los problemas de transporte.

3. La información y la conciencia pública son cruciales

Para encontrar el deporte adecuado o un club deportivo accesible o un proveedor de actividades deportivas, las personas con discapacidad deben conocer los lugares adecuados o las oportunidades para realizar actividades. Esta información debe estar disponible para todos y ser fácil de encontrar. Para promover la información sobre las instalaciones deportivas sin barreras y el deporte en general es importante para crear oportunidades de actividad o eventos, donde la gente puede venir y probar actividades sin obligación contractual.

4. Participación en la toma de decisiones

La Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD), artículo 30, el apartado 5 exige oportunidades para las personas con discapacidad no sólo para hacer deporte, sino también para participar en el desarrollo de actividades y organizaciones deportivas. Se necesitan estructuras y sistemas de apoyo para alcanzar la meta de que las personas con discapacidad puedan superar.

5. El éxito sostenible necesita tiempo

Los clubes deportivos inclusivos y los proveedores de actividades deportivas necesitan profesionales cualificados y comprometidos. Las actividades deportivas deben organizarse de manera coherente y regular para satisfacer las demandas y necesidades de los participantes. La frecuencia debe ser alta y suficiente para mantener el impulso y el compromiso de los participantes.

6. La prevención de lesiones y enfermedades es fundamental

Para mantener la capacidad de hacer deporte y mantenerse activo durante toda la vida, medidas preventivas son fundamentales. Las repeticiones monótonas y el uso excesivo de músculos y articulaciones deben evitarse. Las medidas más importantes son el tiempo de descanso su-

ficiente y la salud continua y su supervisión. Después de una lesión o enfermedad, es crucial un tiempo de recuperación suficiente.

2.5 Consideraciones en la prescripción de ejercicio en relación con las personas con discapacidad

Para entender este capítulo, es necesario establecer las consideraciones en la prescripción de ejercicio físico basadas en diferenciar tres grandes grupos de discapacidad: intelectual, física y visual.

● Consideraciones generales para la prescripción de ejercicio físico en personas con discapacidad intelectual

Hemos de tener en cuenta que cualquier actividad física que realicemos con personas con discapacidad intelectual va a resultar muy beneficiosa para su salud. Recordemos que son personas que en un principio, por sus características, son sedentarias y con bajo nivel de condición física. Una de las consideraciones que hemos de tener en cuenta es la comprensión de los ejercicios, que en algunas ocasiones lleva más tiempo del deseado. Por ello, algunos tipos de entrenamiento, como los llevados a cabo con aparatos o máquinas, exigen una gran dedicación de tiempo. Por tanto, se deben realizar entrenamientos que no exijan una gran dedicación de tiempo y que además no sean excesivamente complejos.

Se recomienda:

- **Trabajar la resistencia cardiorrespiratoria:** cualquier tipo de ejercicio desde caminar hasta nadar. En este sentido, la música puede ser un gran recurso. Cuando se practican actividades de impacto bajo, se recomienda combinarlos con otros de mayor intensidad e impacto, para provocar el refuerzo de la masa ósea. Se recomienda un trabajo de 3-4 días por semana y de 20 a 60 minutos de duración. Trabajo de la fuerza muscular: se recomienda trabajar grandes grupos musculares, 2 días por semana y 3 series de 8 a 12 repeticiones, con intensidad del 70-80%.
- **Flexibilidad:** esta debe trabajarse en personas con discapacidad intelectual, pero nunca en personas con síndrome de Down, puesto que es una de sus mayores características. Se recomienda trabajo de 2-3 días por semana, supervisado.

● Consideraciones generales para la prescripción de ejercicio físico en personas con discapacidad física

En relación a las personas con discapacidad física, hemos de tener en cuenta que son muy numerosas las posibles discapacidades físicas, por lo tanto hemos de atender a cada sujeto de manera específica en función de su discapacidad. A continuación presentamos unas pautas generales en la prescripción de ejercicio físico para algunas de las discapacidades físicas más comunes.

A) Parálisis cerebral

Recomendaciones:

- Calentamiento prolongado, con estiramientos mantenidos de 40 a 60 segundos.
- Evitar acciones que provoquen movimientos involuntarios.
- Introducir intervalos de descanso.
- Ante la falta de equilibrio, proponer ejercicios sentados o tumbados.
- Trabajar de forma asimétrica, con ambos lados por separado.
- Para el trabajo aeróbico, buscar la opción de ejercicio que más se adapte a cada sujeto. Se recomienda trabajo al 40-85% de VO₂ max, de 3 a 5 días por semana y entre 20-40 minutos de práctica.
- Entrenamiento de fuerza: desarrollar trabajando con peso libre.

B) Esclerosis múltiple

Recomendaciones:

- **Entrenamiento aeróbico:** elegir la modalidad más adecuada a cada sujeto (bicicleta, natación... si son ambulantes, o propulsiones si usan una silla de ruedas). Intensidad de 60-85% de FC max., de 3 a 5 días por semana de trabajo y 30 minutos por sesión.
- **Entrenamiento de fuerza:** realizar entre 1 y 2 series de trabajo, de 8 a 15 repeticiones al 50%, 2-3 días por semana.
- **Flexibilidad:** trabajar a diario, manteniendo 30-60 segundos y realizando dos repeticiones.

C) Lesión medular

Recomendaciones:

- **Entrenamiento aeróbico:** puede entrenarse mediante el uso de ergómetros de brazo, especiales para sillas de ruedas, atletismo en silla de ruedas... Se aconseja de 3 a 5 días por semana en sesiones de 20 a 60 minutos.
- **Entrenamiento de fuerza:** es necesario trabajar el músculo útil. Se recomienda trabajar de 2 a 4 veces por semana realizando 2-3 series de 8 a 12 repeticiones.

- **Flexibilidad:** trabajar a diario, manteniendo 30-60 segundos y realizando dos repeticiones, especialmente en la musculatura que no esté afectada por la lesión.

● Consideraciones generales para la prescripción de ejercicio físico en personas con discapacidad sensorial

Siguiendo a *Sarasa Oliván (2012)*, en general la práctica de actividad física obliga a estas personas a enfrentarse a problemas específicos, lo que supone una dificultad añadida a su propia discapacidad. Las recomendaciones de actividad física en este grupo de población podríamos resumirlas en:

- **Entrenamiento aeróbico:** elegir la modalidad más adecuada a cada sujeto (bicicleta, natación... si son ambulantes, o propulsiones si usan silla de ruedas). Intensidad de 70-85% de FC max, de 3 a 5 días por semana de trabajo y 30-60 minutos por sesión.
- **Entrenamiento de fuerza:** realizar entre 2 y 3 series de trabajo, de 8 a 15 repeticiones al 50-80%, 2 o 3 días por semana.
- **Flexibilidad:** trabajar a diario, manteniendo 30-60 segundos y realizando dos repeticiones.

2.6 Evaluación fisiológica y funcional en personas con discapacidad

● Métodos alternativos de valoración funcional de la condición física y el rendimiento deportivo en personas con discapacidad

Respecto a la valoración funcional de la condición física, hemos de tener en cuenta la descripción de la validez y fiabilidad del instrumental utilizado. Partimos de la premisa de que muchos de los instrumentos utilizados en la investigación en AFA proceden de otras disciplinas, por lo que resulta importante establecer el grado de validez y de fiabilidad de ese mismo instrumento con una población especial cualquiera. Por ejemplo, es común la aplicación de protocolos desarrollados para la valoración ergométrica sobre tapiz rodante o cicloergómetro, que luego son transferidos a la valoración ergométrica manual en personas con discapacidad de las extremidades inferiores. Al margen de estos problemas, de una índole más metodológica, existen otros de tipo económico, por el alto coste de material específico para poblaciones con discapacidad, debido al menor mercado existente al efecto.



Evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria.

Para la evaluación de la capacidad aeróbica en personas con discapacidad se debe: Proporcionar suficiente tiempo de familiarización con el laboratorio. Mostrar los ejercicios con ejemplos. Reforzar verbalmente continuamente. Proporcionar suficientes medidas de seguridad. Se debe utilizar un protocolo en tapiz rodante en el que puedan caminar sin necesidad de correr. Cuando la persona no pueda caminar se usa un cicloergómetro adaptado. Las fases de trabajo durarán entre 1 y 2 minutos. Siempre debe haber un profesional cualificado mientras se realiza la prueba de evaluación cardiorrespiratoria.

- **Evaluación de la fuerza:** Se recomienda usar protocolos de repeticiones máximas, nunca de peso libre, pues puede haber exceso de motivación o de entendimiento.
- **Evaluación de la flexibilidad:** Normalmente se usa el test de *sit and reach*. Sin embargo, hasta la fecha este test no ha sido validado en esta población.

2.7 Determinación de métodos avanzados para el alto rendimiento deportivo

Antes el deportista “nacía”. Hoy, teniendo en cuenta los avances en el rendimiento deportivo, hace falta como base el talento natural pero además hace falta un trabajo duro y cuidadosamente planificado que se verá muy facilitado si se dispone de un sistema deportivo racionalmente estructurado y bien organizado.

Dos enfoques enfrentados: el “darwiniano” y el “selectivo-intensivo”.

2.7.1 El “darwiniano” o sistema piramidal generalizado

Su propuesta: “a más masa practicante más campeones”. Propone mucha gente en la base y mediante un proceso de selección-eliminación llegan unos pocos a la cúspide.

Presenta problemas:

- Esa cúspide puede no corresponderse con el máximo nivel deportivo.
- Países con poca población escasas probabilidades.
- Hoy la base no tiene objetivo competitivo sino participativo.
- Según estudios sólo 1 de cada 10.000 Tiene talento deportivo.
- Sólo una pequeña minoría reúne las condiciones de conjunto necesarias para llegar a ser campeón.
- Un intento de progreso de rendimiento aplicado a la mayoría no surtiría efectos positivos (acción errónea e ineficiente).
- Necesita una inversión económica ingente imposible de realizar con los recursos actuales.
- La inversión personal del deportista (siempre limitada) en la mayoría resulta insuficiente.
- La inversión posible aplicada a un gran número ofrecería condiciones insuficientes (condiciones de entrenamiento insuficientes a un mayor número de deportistas) y por lo tanto dispersión de recursos económicos.
- Supone un inversión claramente desperdiciada para las instituciones y un pérdida de tiempo y esfuerzo para el deportista.



FIGURA 7. Sistema piramidal generalizado.



FIGURA 8. Características del sistema generalizado.

2.7.2 Sistema selectivo-intensivo

Parte de un análisis crítico del sistema piramidal y, en concreto, de los límites e insuficiencias comprobadas en los países del antiguo bloque del este europeo.

● Principios que aportan soluciones a la problemática del modelo tradicional

Frente a una acción inicial del sistema indiscriminada y poco selectiva se impone un principio de identificación-selección-captación de los individuos que manifiesten un talento deportivo más allá de lo habitual para así iniciarlos cuanto antes en el entrenamiento específico hacia el rendimiento en competición. Aplicación del concepto de "selección temprana" que no debemos

confundir con el de "especialización precoz". Este principio permite ganar en eficiencia en dos frentes: por una parte se enfoca hacia un colectivo más pequeño y mucho más dotado ganando en efectividad y por otra parte no se expone a una gran cantidad de individuos a esfuerzos y frustraciones innecesarias. La selección de talentos será tanto más efectiva, aunque no indispensable, cuanto más numeroso sea el grupo sobre el cual esté hecha. Para el adecuado desarrollo del ARD es conveniente disponer de un sistema en el que se lleve adecuadamente e el proceso de identificación-detección (no confundirlo con el de selección-captación). Es fundamental optimizar este proceso al máximo. Usualmente se ha basado en una prospectiva sobre parámetros somáticos, fisiológicos o bien de mero rendimiento deportivo observable pero debe dar lugar a

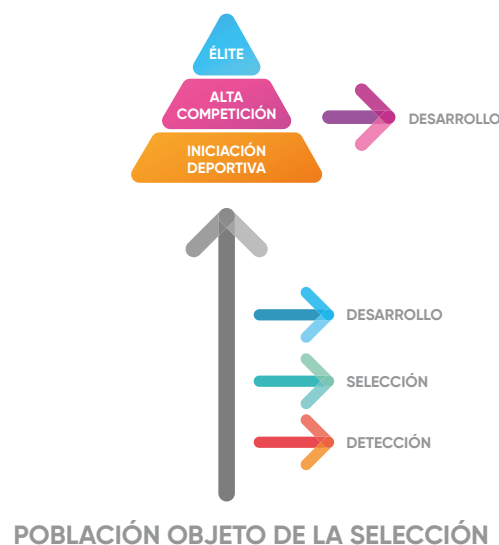


FIGURA 9. El sistema selectivo - intensivo.

2 SELECCIONA AL DEPORTISTA PARA LA ALTA COMPETICIÓN ANALIZANDO LOS FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL ALTO RENDIMIENTO

planteamientos más avanzados fundamentados en la retrospectiva, la aplicación del paradigma experto novato y la inclusión de parámetros de tipo socio-ambiental (importantes en el contexto sociocultural de Euskadi).

A continuación abordamos el segundo principio fundamental de este sistema: el de la concentración de recursos. Ante la dispersión de recursos que se suele dar en el sistema piramidal es importante responder a la pregunta ¿con cuántos deportistas podemos trabajar en condiciones adecuadas a partir de los recursos disponibles? Por lo tanto el proceso de selección deberá estar fundamentado en los recursos económicos y materiales disponibles que aseguren unas condiciones adecuadas de entrenamiento a los posibles talentos.

Otro principio fundamental de este sistema es que lleva consigo una preparación basada en un trabajo progresivo y de calidad fundamentado en una planificación a largo plazo personalizada en muchos aspectos. Esta da lugar a condiciones importantes en el contexto general de la vida del deportista. El deportista debe aportar una considerable inversión de su tiempo. El sistema deberá aportar medios materiales y las condiciones de organización adecuadas para que sea rentable para el deportista esa inversión. El proceso de captación, precedido necesariamente por el de identificación, detección y selección, de los posibles talentos deportivos debe realizarse en base a una oferta muy bien ajustada, que ofrezca una compensación suficiente al individuo en función de la dedicación y el esfuerzo que supone el sometimiento a las condiciones del entrenamiento deportivo orientado al ARD (dedicación prioritaria al entrenamiento deportivo que no exclusiva, cualquier

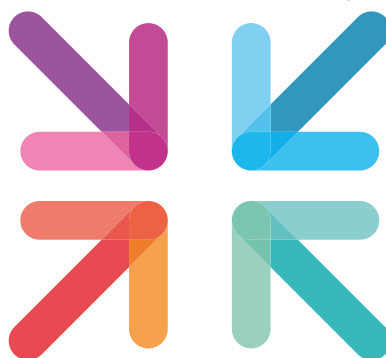
otra dedicación supeditada al entrenamiento y la competición). Los efectos de una determinada compensación económica al deportista es diferente si se trata de un deportista altamente profesionalizado (puede no significar mayor dedicación) o un deportista no profesionalizado (puede significar el no abandono del entrenamiento). A pesar de que este sistema parte de un grupo selecto y relativamente reducido a lo largo de su desarrollo se puede dar otro proceso de selección en función del grado creciente de dificultad en las competiciones. La planificación a largo plazo no supone que lo importante es llegar antes sino llegar lo más lejos posible. En la planificación se debe tener cuidado en no anticipar resultados prematuramente y en caer en el efecto apresuramiento que lleva a quemar etapas y que impide sacar el mejor partido posible a la reserva de mejora del deportista.

No se debe confundir la selección temprana con la precocidad. No se debe orientar otorgando prioridad a la precocidad sino a los factores que a largo plazo van a proporcionar una mayor posibilidad de progresión y mejora en el rendimiento. Por ello, la detección temprana supone fundamentalmente, la posibilidad de disponer de más tiempo para la construcción, sin prisas, a largo plazo del campeón.

Otro principio que resulta fundamental es el de control de los parámetros que tienen una mayor influencia en el rendimiento del deportista. Este control es costoso y no puede hacerse con todos los deportistas, y por tanto sólo se debe hacer dentro de este sistema. Habrá que valorar desde la evaluación exhaustiva de procesos y productos del aprendizaje y la adaptación al esfuerzo del deportista, hasta la alimentación del deportista, la prevención de lesiones, la detección de

Detección y selección temprana de talentos

Concentración de los recursos en los talentos deportivos



Aplicación de una planificación a largo plazo del entrenamiento

La élite surge a través de un proceso sistemático científicamente controlado

FIGURA 10. Características del sistema selectivo - intensivo.

la fatiga, el sobreentrenamiento etc. Y reconducir adecuadamente. Para todo esto el sistema deberá disponer de centros adecuados para la evaluación de la evolución del rendimiento y su estado de salud, que cuenten con personal altamente especializado y equipamiento.

Para hacer efectivo este principio se hace necesaria una organización y gestión muy bien coordinada de los recursos humanos y materiales.

2.8 Interpretación de resultados de valoraciones funcionales

A continuación vamos a desarrollar de manera general cómo interpretar algunas de las pruebas funcionales que nos parecen relevantes para el rendimiento. Los test de lactatos, los análisis de gases y el perfil fuerza velocidad.

2.8.1 La curva lactato

Es una de las maneras de determinar los umbrales de los deportistas por medio de los incrementos del lactato en sangre. Existen diferentes protocolos y formas de determinación pero en la mayoría de los casos someteremos al individuo a una serie de palieres entre 4 y 10 min con incrementos de velocidad o potencia. Es recomen-

dable en cada uno de los palieres tomar nota de la FC, el lactato evidentemente y la percepción subjetiva del sujeto.

Con respecto a la determinación de los distintos umbrales, existen distintas metodologías descritas siendo quizá las más comunes las siguientes:

- 2 mmol para el LT1 y 4 mmol para el LT2 (Heck y col. 1985)
- LT1 como incremento de 1 mmol respecto del valor basal y LT2 como el momento en el que lactato deja de tener un incremento estable y se produce de manera exponencial.

A pesar de parecer una metodología sencilla, sin embargo, muchas veces el análisis de los datos obtenidos en un test de este tipo resulta engorroso para el entrenador de campo, ya que ha de calcular los puntos exactos que más le interesen de esa corta (e.g. LT1, LT2, LT+1, LT+1.5, LT+2, D_{max} , D_{max} modificado, OBLA, potencia en 2 mmol/L...) y luego relacionarlo con otros parámetros como la frecuencia cardíaca, potencia etc.

El objetivo final de un proceso de entrenamiento consiste en desplazar la curva de lactato a la derecha tras un ciclo de entrenamiento, de manera que vamos a garantizar un incremento de los distintos umbrales

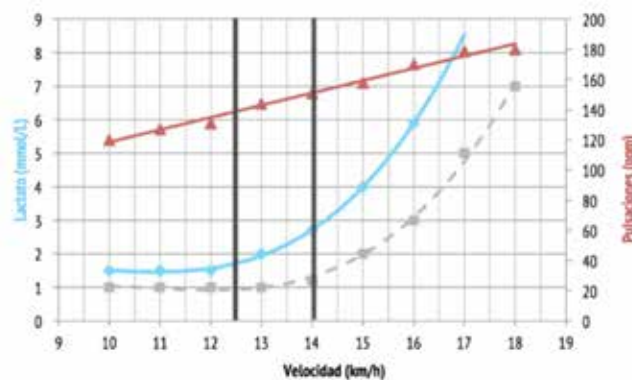


FIGURA 11. Determinación de los distintos umbrales de la curva de lactato. Imagen extraída de GSE.

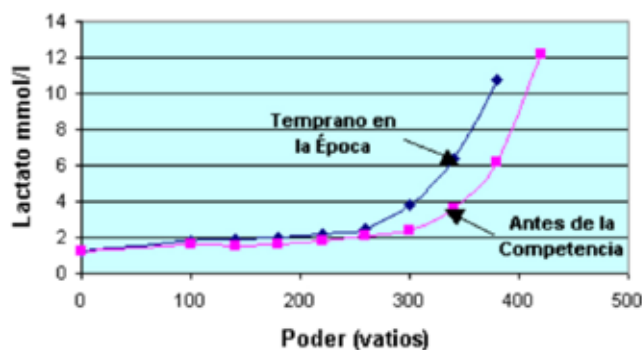


FIGURA 12. Comparación de perfiles de lactato en el ciclismo. Imagen extraída de GSE.

2.8.2 Análisis de Gases

Se trata de una prueba incremental máxima con medidor de gases que tiene como objeto como la determinación de los umbrales por medio de los mismos.

Características de la prueba:

- Prueba incremental "en rampa".
- Incrementos 25w/min.
- Calentamiento adecuado ajustado a las necesidades del deportista o PAP, 10' P constante, 10' contrastes de cadencia...
- Mentalización prueba "all-out".
- Más experiencia, mejores pruebas.

Aspectos a determinar:

- VT_1 (Umbral Aeróbico).
- VT_2 / RCP (Umbral Anaeróbico).
- PAM (potencia aeróbica máxima).
- PPO (potencia pico).

La prueba **ideal** (incremental en rampa):

- Ciclista con experiencia en pruebas de esfuerzo.
- Su bici, su sillín, sus pedales.
- Rodillo.
- Incrementos cortos 5w/12sg.
- Mascarilla ajustada a su tamaño de cara.
- Calentamiento consensuado o sugerido por el deportista.
- Todo el rato sentado.

- Cadencia (70-90 rpm). Si durante más de 10 seg. se baja de 70 rpm la prueba se da por concluida.
- RPE VT_1 = 5-6.
- RPE VT_2 = 8-9.
- RPE final 10.

Criterios de **maximalidad** en PE al acabar:

- Meseta del VO_2 .
- RER por encima de 1,10.
- %FCmax mayor o igual del 95%.

● Prueba de esfuerzo con análisis de gases: VT_1

¿Qué ocurre?

- Aumento del equivalente ventilatorio del O_2 (VE/VO_2). Suele ser el punto más bajo de esta serie de datos.
- El equivalente ventilatorio del CO_2 (VE/VCO_2) se mantiene constante.
- Cambio de tendencia en la ventilación (VE).

● Prueba de esfuerzo con análisis de gases: VT_2

¿Qué ocurre?

- Aumento repentino de los equivalentes ventilatorios del O_2 y del CO_2 (VE/VO_2 y VE/VCO_2).
- Caída de la presión parcial del CO_2 ($PETCO_2$).
- Segundo cambio de tendencia en la ventilación (VE).

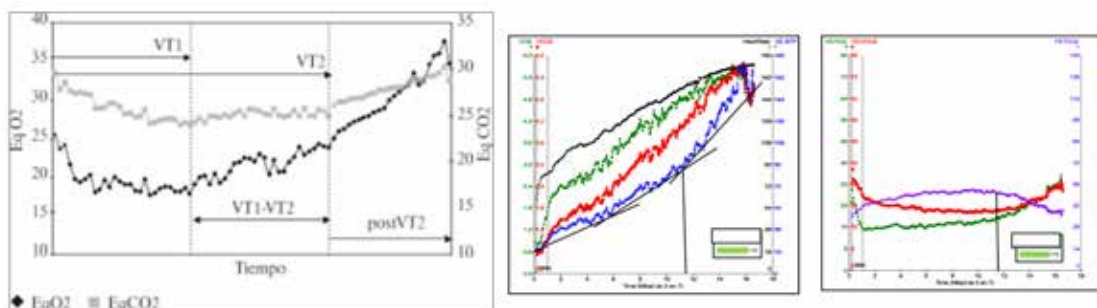


FIGURA 13. Prueba de esfuerzo con análisis de gases: VT_1 .

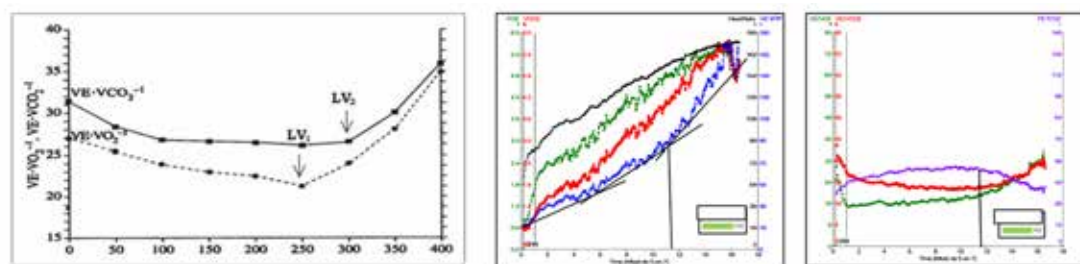


FIGURA 14. Prueba de esfuerzo con análisis de gases: VT_2 .

● **Prueba de esfuerzo con análisis de gases: PAM y VO₂max**

- Es la PO asociada al VO₂max.

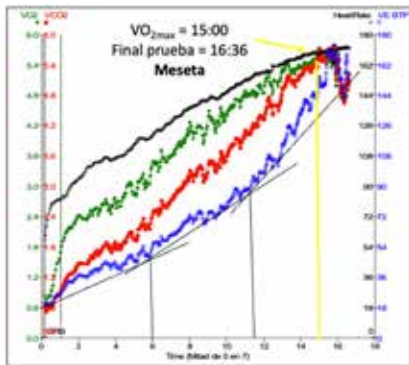


FIGURA 15. Prueba de esfuerzo con análisis de gases: PAM y VO₂max.

● **Prueba completa con umbrales calculados**

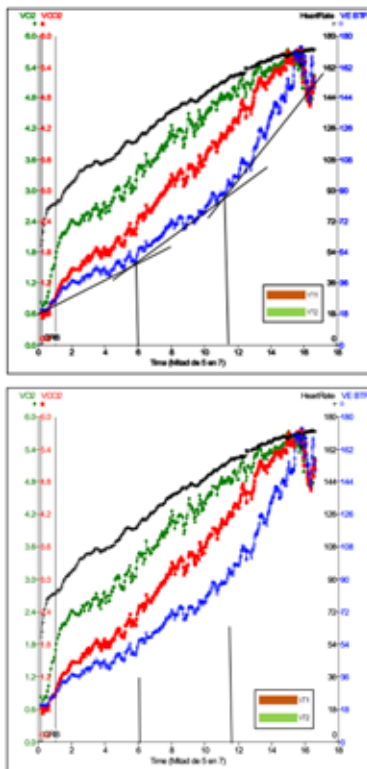


FIGURA 16. Prueba completa con umbrales calculados.

2.8.3 Perfil fuerza - velocidad

El perfil de **F-V (Fuerza - Velocidad)** es un método de evaluación del rendimiento neuromuscular de los deportistas, que consigue mirar más allá de la potencia máxima, ofreciéndonos una explicación extra de cómo ese deportista produce fuerza. Viendo de esta manera si existe un

predominio de la fuerza o de la velocidad. Hablar de la **curva fuerza velocidad** es lo mismo que hablar de fuerza explosiva (resultado de la relación entre la fuerza producida y el tiempo necesario para ello) o RFD (proporción, tasa o velocidad de desarrollo o producción de fuerza en relación con el tiempo)

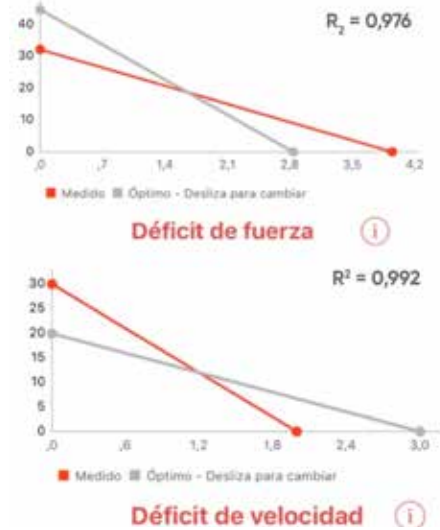


FIGURA 17. perfil de F-V (Fuerza - Velocidad). Imagen extraída de Strengthlimit.com.

Por medio de un encoder lineal vamos a determinar dicho perfil y nos servirá para prescribir y monitorizar el trabajo de fuerza de ellos deportistas, en el caso que lo queramos realizar en base al salto por medio de saltos necesitaremos una plataforma de fuerza o de contacto

El procedimiento es sencillo. Hacemos un test incremental en el que determinamos la curva de carga-velocidad (es decir, la velocidad a la que se desplaza cada carga) para un determinado ejercicio (sentadilla, peso muerto, ...) y así establecemos el perfil de fuerza de nuestro deportista. De esta forma, podemos saber exactamente cuáles son sus fortalezas y los déficits sobre los que actuar durante el ciclo de fuerza que propongamos.

Uno de los conceptos más novedosos es que, como sabemos exactamente donde intervenir, la aplicación de estímulos y por tanto el número de sesiones serán las mínimas necesarias para potenciar o corregir lo detectado en los tests.

Por otro lado, por medio de plataformas de fuerza o de contacto podemos realizar dicho perfil utilizando distintos tipos de saltos. *Squat Jump* (SJ), *Countermovement jump* (CMJ), o *Drop Jump* (DJ)

2.9 Determinación de la composición corporal, mediante la medición de pliegues cutáneos, diámetros óseos y perímetros musculares

La composición corporal se refiere a los distintos porcentajes de grasa, huesos, agua y músculos que conforman el cuerpo humano. La composición corporal de cada individuo es totalmente diferente y dos personas del mismo sexo con el mismo peso pueden verse totalmente distintas porque su composición corporal no es la misma

Para determinar la composición corporal de los deportistas disponemos de distintos métodos que describiremos a continuación:

● Índice de masa corporal

El Índice de Masa Corporal (IMC o BMI en inglés), es una de las medidas antropométricas más utilizadas en la práctica médica diaria. A través de una sencilla fórmula matemática, pretende definir cuáles son los parámetros más saludables de masa y expresar a través de un simple número el grado de delgadez o gordura de una persona.

Su cálculo reside en dividir la altura al cuadrado del sujeto entre el peso.

$$(1,86 \times 1,86) / 86 \text{ kg} = 19,5$$

Para individuos con una composición corporal media, el IMC se interpreta como sigue: 18,5-25, peso óptimo; inferior a 18,5, bajo peso y por debajo de 17,5, desorden alimenticio como anorexia; superior a 25, sobrepeso y superior a 30 obesidad. Un IMC mayor de 40 implica obesidad mórbida y una expectativa de vida notablemente acortada.

Este método presenta ciertas limitaciones al no ser capaz de discernir en el peso del sujeto la cantidad de grasa, músculo o óseo.

● Antropometría

El método antropométrico es uno de los más habitualmente utilizados, debido a su carácter no invasivo así como la facilidad de adquirir los datos requeridos en el trabajo campo. En función del resultado que se quiera obtener, se utilizan no sólo las medidas de los pliegues cutáneos sino como también diámetros, perímetros, peso y talla, que se introducen en las numerosas expresiones matemáticas que existen hoy en día y han sido desarrolladas con este propósito y que por lo general son específicas para cada población, sexo e intervalo de edad (Serrano, Beneit et al. 2007).

Las normas antropométricas internacionales detalladas a continuación son las aplicadas por la *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría) (ISAK).



Para llevar a cabo las mediciones de una manera precisa y acertada se requiere de las siguientes herramientas

● Herramientas

- **Estadiómetro;** este instrumento se utiliza para la medición de la estatura y talla sentado del sujeto. Generalmente se adosa a una pared para que el sujeto se pueda alinear verticalmente de manera apropiada. El estadiómetro debe tener una capacidad de medida mínima de 60 a 220 cm y precisión de 0,1 cm.
- **Balanzas (báscula o pesa);** el instrumento tradicional preferido es la báscula con precisión mínima de 100 g. No obstante, se está generalizando el uso de la balanza electrónica y la precisión de estas balanzas es mayor que la de la báscula
- **Cinta antropométrica;** para la medición de perímetros se recomienda una cinta de acero flexible con una longitud mínima de 1,5 m de largo. Debe estar calibrada en centímetros con gradación milimétrica
- **Plicómetro;** para la medición de pliegues cutáneos se requiere una presión de cierre constante de 10 g/mm² en todas las mediciones. Idealmente, deberían estar calibrados hasta 40 mm como mínimo con divisiones de 0,2 mm y deben ser calibrados regularmente
- **Antropómetro;** se utiliza para medir alturas y longitudes, bien sea directa o indirectamente. El instrumento también puede ser utilizado para medir longitudes de segmentos corporales en forma directa, diámetros óseos grandes, diámetros no óseos, así como estatura y talla sentado.
- **Calibre móvil grande;** este instrumento puede ser el segmento superior del antropómetro o un dispositivo específico. Posee dos ramas rectas que permiten la medición de diámetros óseos grandes. Estas ramas están acopladas a una escala rígida, ya que es necesario ejercer una presión considerable al medir las dimensiones óseas. La distancia entre las ramas debe ser verificada para asegurar que el calibre ha sido armado correctamente.
- **Calibre móvil pequeño;** este calibre se utiliza para medir los diámetros Biepicondilar del húmero y Bicondilar del fémur, así como los diámetros de otros huesos pequeños. Debe tener ramas de 10 cm de largo como mínimo, una cara de 1,5 cm de ancho y una precisión mínima de 0,05 cm. Sus ramas largas proporcionan suficiente profundidad para abarcar el ancho del fémur y del húmero
- **Cajón antropométrico,** el cajón deberá tener aproximadamente 40 cm de (alto) por 50 cm de (ancho) por 30 cm de (profundidad). Se debe conocer el alto exacto del cajón utili-

zado en el laboratorio y éste debe estar registrado en el mismo. Uno de sus lados debe tener una sección recortada para permitir que el sujeto coloque sus pies debajo del mismo durante la medición de la longitud ilioespinal.

● Lugares de medición

En la siguiente imagen extraída de Isaak se indican los lugares de medición para los distintos pliegues cutáneos.

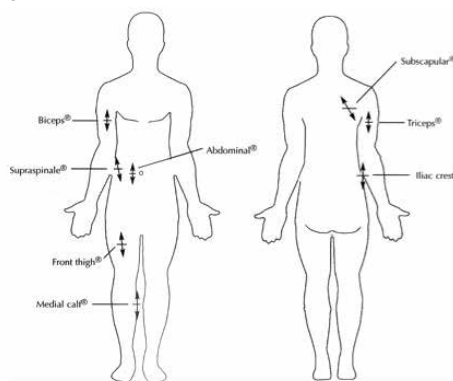


FIGURA 18. lugares de medición para los distintos pliegues cutáneos.

El resultado final del sumatorio de pliegues para determinar el porcentaje de grasa o músculo, dependerá en gran medida del método utilizado.

Por otro lado se tomarán los siguientes perímetros:

- **Cintura:** correspondo al menor contorno del abdomen, suele estar localizado en el punto medio entre el borde costal y la cresta iliaca.
- **cadere:** es el contorno máximo de la cadere, aproximadamente a nivel de la sínfisis púbica y cogiendo el punto más prominente de los glúteos.
- **Muslo:** el contorno del muslo, tomando la media del muslo.
- **Pierna:** es el máximo contorno de la pierna. Para medirlo cogemos la parte más sobresaliente del gemelo.

Y los siguientes diámetros:

- **Bicondileo de fémur:** es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. El sujeto estará sentado, con una flexión de rodilla de 90°, y el antropometrista se coloca delante de él. Las ramas del calibre miran hacia abajo en la bisectriz del ángulo recto formado por la rodilla.
- **Biepicondileo de húmero:** es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del humero. El sujeto deberá ofrecer al antropometrista el codo en supinación y manteniendo en el misma una flexión de 90°. Las ramas del calibre apuntan

2 SELECCIONA AL DEPORTISTA PARA LA ALTA COMPETICIÓN ANALIZANDO LOS FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL ALTO RENDIMIENTO

hacia arriba en la bisectriz del ángulo formado por el codo. La media es algo oblicua, debido a que la epitroclea suele estar en un plano algo inferior al epicóndilo.

● Perfiles antropométricos

Una vez recopilada toda la información, se puede determinar en una somatocarta cual es el perfil predominante en el sujeto: tendencia a ectomorfia. Mesomorfia o endomorfia.

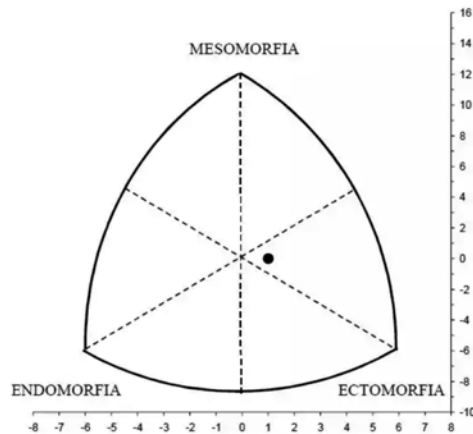


FIGURA 19. Perfiles antropométricos

Ectomorfo

Los **ectomorfos** son altos y delgados, con poca grasa corporal y poco músculo. representa la linealidad relativa o delgadez de un físico, haciendo referencia a formas corporales longilíneas propias de disciplinas como el salto de altura y el voleibol.

Mesomorfo

Los **mesomorfos** son atléticos, sólidos y fuertes. Representa la robustez o magnitud músculo-esquelética relativa, siendo característica predominante en velocistas, halterófilos, powerlifters.

Endomorfo

Los **endomorfos**, tienen mucha grasa corporal, mucho músculo, aumentan de peso fácilmente, pero no necesariamente tienen que tener sobrepeso. Representa la adiposidad relativa y hace referencia a formas corporales redondeadas propias de disciplinas como el sumo o los lanzamientos de peso en atletismo.

● Bioimpedancia

La bioimpedancia es una técnica simple, rápida y no invasiva que permite la estimación del agua corporal total (ACT) y, por asunciones basadas en las constantes de hidratación de los tejidos, además se obtiene la masa libre de grasa y, por derivación, la masa grasa (MG), mediante una

simple ecuación basada en dos componentes ($MLG \text{ kg} = \text{peso total kg} - MG \text{ kg}$).

Los aparatos utilizados, ohmnímetros, miden la resistencia y la reactancia parámetros a partir de los que se calcula la impedancia, teniendo en cuenta la edad, sexo, peso y talla. Este procedimiento ha experimentado un gran desarrollo en los últimos años y hoy en día se dispone de aparatos sencillos de manejar, económicos y de fácil transporte que mediante un programa integrado calculan el porcentaje de grasa como el porcentaje de músculo esquelético de forma inmediata (Serrano, Beneit et al. 2007).

A tener en cuenta en su uso:

- Evitar mediciones tras realizar un ejercicio vigoroso, ya que la pérdida de líquidos que conlleva puede alterar los resultados finales.
- **Estado de hidratación:** puede afectar directamente a la medición ya que la conductividad de la masa libre de grasa depende de su contenido en agua. La cafeína, el alcohol, los diuréticos... causan deshidratación, por lo que pueden dar porcentaje de masa grasa corporal más elevada de lo real.
- **Ingesta:** el consumo de alimentos parece no alterar los resultados de bioimpedancia, pero durante la digestión puede existir una acumulación de agua en el área del estómago y afectar a los resultados de la prueba.
- **Temperatura corporal:** las temperaturas anormales (fiebre) pueden alterar las lecturas de la prueba por bioimpedancia. También se debe controlar la temperatura de la sala donde se vaya a hacer la medición.



- **Consumo de líquidos y de alimentos:** no tomar aproximadamente 3 – 4 h antes de la prueba, no beber alcohol las 24 h antes de la prueba. No tomar diuréticos una semana antes de la prueba.
- Orinar media hora antes de hacer la prueba.
- Si es posible, hacer la prueba por bioimpedancia fuera de los días del ciclo menstrual.
- No hacer la prueba recién levantado, es mejor esperar 2 horas para que se distribuyan los líquidos corporales.
- Es conveniente tener las revisiones a la misma hora, día de la semana y con la misma ropa, misma posición corporal, así la bioimpedancia será más exacta.

● Métodos avanzados

- **Dexa:** Absorciometría de rayos X de energía de absorción dual, permite la identificación de tres componentes (excepto el componente visceral) con un error menor del 1% y con niveles de radiación 0,02% del límite anual. Sistema de gran precisión con la inconveniencia del precio.
- **Pletismografía:** En la pletismografía por desplazamiento de aire se estima la composición corporal indirectamente a través del volumen de aire que desplaza dentro de una cámara cerrada. La relación inversa entre presión y volumen, basada en la *ley de Boyle* para determinar el volumen corporal. Una vez que este volumen es determinado, es posible establecer la composición corporal por medio de los principios de la densitometría.
- **La Resonancia Magnética:** La RMN es una técnica que puede proporcionar imágenes de los componentes corporales y la composición química de los tejidos. Así mismo, puede utilizarse para conocer la composición corporal total o de un área concreta.

- **Tomografía axial** computarizada. La TAC se basa en el uso de un escáner de emisión de rayos-X que traspasan al sujeto. Esta técnica fue la primera que se utilizó para determinar el área muscular de sección transversal (AST) y la grasa abdominal en 1979 y 1982 respectivamente. La intensidad de salida del rayo-X es monitorizada por una serie de detectores que codifican la señal para producir una imagen visual de 10 mm de grosor aproximadamente. Así pues, la transmisión de salida se utiliza para calcular el coeficiente de atenuación media a lo largo de la longitud del haz de rayos-X.

En la tabla 1 se indican los distintos métodos a modo resumen con cada una de sus especificaciones.

2.10 Equipos de trabajo y aceptación de roles en el desarrollo de los entrenamientos en alto rendimiento deportivo

2.10.1 La dirección deportiva (Head of Performance)

Dentro de un departamento de rendimiento deportivo hay roles clave (Director de alto rendimiento, Entrenador atlético jefe, Director de medicina deportiva, Jefe de I+D, Director de ciencias del deporte, Científico deportivo...) y no mucha gente entiende los matices entre esos diversos roles y respectivas responsabilidades. Los roles y responsabilidades también pueden variar según el nivel del club y los deportes, lo que se suma a la complejidad y la confusión. En el análisis, brindaremos una descripción general de esas funciones laborales clave con algunas recomendaciones de los principales ejecutivos de rendimiento deportivo de la MLS, la NBA, la Premier League, Laliga, etc.

Método	Accesibilidad	Especificidad	Precisión	Reproductibilidad	Radiación
TAC	Muy baja	Muy alta	Muy alta	CV 1,2-4,3%	Si (6-10mSv)
RMN	Muy baja	Muy alta	Muy alta	CV 1,2-6,5%	No
DXA	Baja	Baja	Alta	CV<1-4%	Si (0,003-0,06mSv)
Pletismografía	Baja	Media	Alta	CV adultos 1,7-4,5% Niños 25% Niños 44%	No
Impedancia bioeléctrica	Alta	Baja	Media	CV 4-9,8%	No
Antropometría	Muy alta	Baja	Baja	Muy variable	No

TABLA 1. Métodos avanzados. Tabla extraída de *Moreira et al.*, 2015.

2 SELECCIONA AL DEPORTISTA PARA LA ALTA COMPETICIÓN ANALIZANDO LOS FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL ALTO RENDIMIENTO

El número de roles de director de rendimiento en los clubes ha crecido exponencialmente a lo largo de los años. "Rendimiento" se ha convertido en una de las "palabras" más utilizadas en el mundo del deporte de élite.

En los últimos años hemos visto un crecimiento explosivo en términos de la cantidad de roles de desempeño deportivo. Paralelamente, el término "rendimiento" se ha convertido en una de las palabras más utilizadas en el mundo del deporte de élite. *Martin Buchheit*, jefe de investigación de inteligencia de rendimiento en *Kitman Labs* y cofundador de *HIIT Science*, quien realizó un estudio sobre los roles de rendimiento deportivo en 2019, explicó con más detalle en su estudio: "Los entrenadores de fuerza ahora se llaman "entrenadores de rendimiento", los analistas, Los "analistas de rendimiento" y los nutricionistas se han convertido en "nutricionistas de rendimiento". "Performance: en última instancia se refiere al verbo "to perform", que tiene dos significados: 1) el acto de hacer algo (irrelevante en el presente contexto) y 2) qué tan bien se hace algo o qué tan exitoso es, con el término "alto rendimiento" refiriéndose a niveles aún más altos de logro. El segundo aspecto de la definición probablemente esté más relacionado con el tema del presente escrito y, a su vez, puede traducirse en ganar juegos y trofeos. Pero en este caso, ¿no deberían ser los entrenadores, e incluso los jugadores, también considerados/renombrados como entrenadores de rendimiento y jugadores de rendimiento? Todo se vuelve muy confuso en cuanto a quién es responsable de qué, e incluso su responsabilidad por el resultado. De hecho, debemos pensar más allá de los resultados finales (por ejemplo, ganar juegos y trofeos) y también considerar los procesos generales en torno al entrenamiento y la planificación. Los problemas comunes en estructuras con una gran cantidad de personal y departamentos son la tendencia a trabajar en silos, líneas de comunicación poco claras y jerarquía entre el personal y la falta de una visión común y compartida. De hecho, se han creado tipos de roles de Jefes de rendimiento, Gerentes de alto rendimiento, Director de medicina deportiva y rendimiento atlético para eliminar la configuración segregada de los diferentes departamentos y mejorar las comunicaciones entre el personal. líneas de comunicación y jerarquía poco claras entre el personal y la falta de una visión común y compartida. De hecho, se han creado tipos de roles de Jefes de rendimiento, Gerentes de alto rendimiento, Director de medicina deportiva y rendimiento atlético para eliminar la configuración segregada de los diferentes departamentos y mejorar las comunicaciones entre el personal a través de líneas de comunicación y jerarquía poco claras entre el personal y la falta de una

visión común y compartida. De hecho, se han creado tipos de roles de Jefes de rendimiento, Gerentes de alto rendimiento, Director de medicina deportiva y rendimiento atlético para eliminar la configuración segregada de los diferentes departamentos y mejorar las comunicaciones entre el personal.

Buchheit clasificó los diversos roles de rendimiento deportivo según varios niveles:

- **Nivel 1:** Esto incluye roles como Physios, Masseurs.
- **Nivel 2:** Esto incluye roles como el jefe de fisio, el jefe de Fuerza y Acondicionamiento (S&C), el jefe de ciencias del deporte y el jefe de I+D.
- **Nivel 3:** Esto incluye roles como el jefe médico y el jefe de desempeño.
- **Nivel 4:** Esto incluye funciones como gerente de alto rendimiento, director de medicina deportiva y rendimiento atlético.

Según *Buchheit*, existen variaciones extremadamente grandes en los títulos de trabajo para roles similares y viceversa. Por ejemplo, los gerentes de rendimiento (Nivel 3 y 4) tienen un papel importante para eliminar la configuración segregada de los diferentes departamentos, mejorar la comunicación entre el personal, las operaciones y los procedimientos a largo plazo del club y, a su vez, los resultados de los jugadores y del equipo. En general, la mayoría de las decisiones son compartidas por todos y especialmente con el personal técnico, siendo los gerentes de alto rendimiento de nivel 4 el rol en el que los profesionales tienden a tomar la mayor proporción de las decisiones finales por su cuenta (50% de ellos tomando >70% de las decisiones finales), según el estudio citado. En el mismo estudio, también representó en el gráfico de la estructura típica de un club y el nivel de intervención de los diferentes roles laborales, desde el director general, el entrenador en jefe y el personal, el jefe de rendimiento hasta los jugadores. El nivel de estabilidad suele variar entre los roles. Dentro de un club, normalmente hay un módulo central de "jugador", rodeado por el "módulo de entrenador/personal de transición", rodeado además por el módulo "personal central del club" y luego el "módulo estratégico". " en el exterior. El "personal central del club" generalmente está compuesto por doctores, pasantes, nutricionistas, científicos deportivos, jefe de ciencias del deporte, jefe de fortalezas y acondicionamiento y el jefe de rendimiento. Por otro lado, el personal estratégico suele estar formado por el responsable de I+D/innovación, el director general, el director de operaciones, el consejo de administración y los directivos de alto rendimiento. Se observa que cuando el Gerente se va, se reemplaza el "Módulo de transición", pero para mantener la co-

herencia de la práctica, la cultura y los datos del club, el "Módulo principal del club" proporciona un puente y una transición al nuevo "módulo de personal de transición". Los roles de rendimiento deportivo a menudo se otorgan a sí mismos. No hay correlación entre los roles de rendimiento deportivo y el nivel de educación. Curiosamente, no parece haber correlación entre el nivel de educación y los roles de rendimiento deportivo. De hecho, según el estudio de Buchheit, hubo variaciones increíblemente grandes en los roles para un título determinado y viceversa. El autor cree que *"Esto puede estar relacionado con el hecho de que todavía no hay consenso sobre cómo se debe nombrar a esos profesionales y, lo que es más importante, que muchos de estos títulos de trabajo a menudo se dan a sí mismos. En otros términos, todos quieren ser únicos, por lo que nadie lo es"*. En su estudio, también señaló que no existe ninguna correlación entre la educación y los niveles laborales, lo que sugiere que los procesos de contratación pueden estar más relacionados con la red de personas y la experiencia que con la educación per se. Por último, en su estudio también observó la gran variación en el número de empleados gestionados entre los mismos puestos (por ejemplo, la DE media del número de empleados gestionados era n=9) y la falta de una relación coherente entre los niveles de trabajo y el número del personal gestionado (por ejemplo, Jefe de Rendimiento de Nivel 3 y Jefe de Ciencias del Deporte de nivel 2, mostrando ambos una media de 6 empleados gestionados).

Cuanto más grande sea el club, mayor será el número de empleados y mayor la especificidad de las funciones. En los clubes más pequeños, los roles de rendimiento deportivo son más generalistas. No es sorprendente que, cuanto más alto sea el nivel del club, mayor será el número de empleados y mayor la especificidad en términos de roles y descripción del trabajo. Por el contrario, para los equipos con menos personal, los roles eran más generalistas. Por ejemplo, mientras que en estructuras grandes, se puede encontrar trabajando al lado del Jefe de Fuerza y Acondicionamiento, el Jefe de Ciencias del Deporte y el Nutricionista (nivel alto de especialización). El Jefe de Fuerza y Acondicionamiento puede estar haciendo un poco de Ciencias del Deporte y Nutrición en una estructura más pequeña (tipo de rol más generalista). Si bien es probable que más personal con altos niveles de especialización aumente el conocimiento general a disposición de los jugadores, "más" no siempre equivale a "mejor" (rendimiento) cuando las cosas no están bien organizadas.

A. Director de alto rendimiento

Según el programa de la UF, los directores de alto rendimiento se pueden distinguir de los entrenadores regulares por su enfoque de la formación. Estos entrenadores utilizan un enfoque integrado que incluye una combinación de entrenamiento físico, mental y psicológico. La concepción es que estos entrenadores solo trabajan con deportistas de élite, pero no es así. Los entrenadores de alto rendimiento trabajan con diferentes niveles de atletas, ayudándolos a jugar lo mejor posible, tanto individualmente como (cuando corresponda) en equipo. Los entrenadores de alto rendimiento combinan la fisiología, la kinesiólogía y la psicología en su formación y, a menudo, sirven como modelos a seguir, mentores, maestros y líderes comunitarios. También trabajan con un equipo de especialistas que incluye fisioterapeutas y nutricionistas. Además, los entrenadores de alto rendimiento se aseguran de que sus atletas tengan acceso a los mejores recursos y equipos disponibles. Los entrenadores tienen una lista diversa de responsabilidades cuando se trata de cuidar a sus atletas, incluida la comunicación, la prevención de lesiones, la gestión de riesgos, el establecimiento de objetivos, el desarrollo y la nutrición de los atletas.



2 SELECCIONA AL DEPORTISTA PARA LA ALTA COMPETICIÓN ANALIZANDO LOS FACTORES FISIOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL ALTO RENDIMIENTO

B. Entrenador atlético principal

Los seis dominios del entrenamiento atlético son la prevención de lesiones, la evaluación y el diagnóstico clínicos, la atención inmediata, el tratamiento, la rehabilitación y el reacondicionamiento, la organización y la administración y la responsabilidad profesional. Estos son ejemplos de responsabilidades del entrenador atlético principal que representan las tareas típicas que probablemente realizarán en sus roles.

- Administrar y realizar servicios de rehabilitación isocinética y servicios de pruebas Biodex.
- Coordinar las comunicaciones con los proveedores de atención médica externos, incluidos los cirujanos ortopédicos, los médicos de la sala de emergencias y los fisioterapeutas.
- Mantener registros precisos de las lesiones y enfermedades, el progreso del tratamiento y la rehabilitación, la información del historial médico y los datos médicos de emergencia.
- Desarrollar programas de rendimiento deportivo para diversos deportes.
- Cuidar y rehabilitar a los jugadores.
- Coordinar todos los servicios médicos para el equipo.
- Administrar y realizar servicios de rehabilitación isocinética.

C. Director de Medicina Deportiva

El director de medicina deportiva supervisa el trabajo de los médicos deportivos y se asegura de que los atletas sean tratados correctamente. También trabajan con trastornos del sistema musculoesquelético. Si se requieren imágenes de diagnóstico o pruebas de laboratorio, también lo supervisan.

D. Director de Ciencias del Deporte

Estos son ejemplos de responsabilidades del director de Ciencias del Deporte que representan tareas típicas que es probable que realicen en sus funciones.

- Aprovecha las ciencias de datos y el análisis predictivo para identificar oportunidades de crecimiento futuro.
- Colaborar con el responsable de TI para administrar todos los datos que se recopilan diariamente en una estructura de datos centralizada (base de datos, servidor o plataforma AMS);
- Administrar todo el software de visualización de datos, incluidos: todos los datos físicos/de seguimiento, datos técnicos y datos de reclutamiento. Dichas visualizaciones se pueden crear mediante el uso de dichas herramientas (p. ej., *Tableau*, *Power-BI* o código *R/Python*).



- Gestionar todos los datos y tecnología de seguimiento (GPS).
- Administrar la entrega en el campo de todos los datos de seguimiento y carga al director de alto rendimiento y al entrenador en jefe para optimizar la toma de decisiones.
- Responsable de todas las visualizaciones de datos creadas diariamente y compartidas con el personal médico y técnico de alto rendimiento.
- Liderar debates con el director de alto rendimiento y el director deportivo sobre las futuras tecnologías de las ciencias del deporte que debería adquirir la organización.
- Trabajar con el director de alto rendimiento para crear visualizaciones e informes que evalúen la preparación de los atletas y el control de la fatiga de todos los atletas; y
- Crear una forma integral de almacenar y visualizar todas las pruebas físicas realizadas por los jugadores del primer equipo y los jugadores de la academia.
- Servir de enlace con el personal médico para crear informes durante el proceso de rehabilitación para ayudar en el proceso de toma de decisiones para la transición de los atletas de rehabilitación a reacondicionamiento.
- Impulsar iniciativas de innovación e investigación dentro del club deportivo y representar a la organización en conferencias de investigación y ciencia del deporte.

E. Científico deportivo

- Un científico deportivo brinda asesoramiento experto y apoyo a atletas y entrenadores para ayudarlos a comprender y mejorar el rendimiento deportivo; Por lo general, también adoptan prácticas basadas en evidencia y de calidad asegurada para evaluar y desarrollar estrategias o intervenciones efectivas en el entrenamiento y/o la competencia. Más específicamente pueden:
- Proporcionar apoyo al rendimiento según lo solicite el director de rendimiento deportivo y el cuerpo técnico, incluido el desarrollo y el apoyo a los sistemas y datos de seguimiento del rendimiento.
- Proporcionar, mantener y supervisar los informes según sea necesario, específicamente con respecto al entrenamiento de los jugadores.
- Administrar y desarrollar la base de datos física y de bienestar utilizando la última tecnología. Además, se requerirá viajar y realizar pruebas de desempeño y talleres educativos para la organización.
- Asegúrese de recopilar los más altos estándares de datos e información de los jugadores

de acuerdo con los requisitos del director de rendimiento deportivo y el cuerpo técnico.

- Asistir en la realización de talleres educativos, incluidos seminarios web continuos y difusión de temas de investigación relevantes. Desarrollar recursos y brindar apoyo en relación con las estrategias continuas de rehabilitación, prevención de lesiones, recuperación, nutrición, viajes, medio ambiente y acondicionamiento.
- Ayudar al departamento con investigaciones sobre rendimiento y medicina.
 - Apoyar el desarrollo de los recursos internos requeridos dentro del departamento de rendimiento deportivo.
 - Apoyar, administrar y desarrollar asociados de alto desempeño.

F. Jefe de I+D

El jefe de Investigación y Desarrollo (I+D) suele ser responsable de:

- Supervisar las diversas investigaciones y estudios dentro de una organización deportiva.
- Interactuar con el director de rendimiento, medicina deportiva, ciencias del deporte para comprender sus necesidades en términos de tecnologías e investigación.
- Búsqueda e interacción con una gran variedad de empresas deportivas en áreas como rendimiento deportivo, prevención de lesiones, tecnología del sueño, AMS, etc.
- Programa de incubación líder y centro tecnológico dentro del club.
 - Mejores prácticas para convertirse en un exitoso profesional del rendimiento deportivo
- Aquí hay algunas recomendaciones de los principales ejecutivos de rendimiento deportivo sobre las mejores prácticas:
- Tener múltiples antecedentes en todos los componentes del rendimiento (S&C, AT, etc.) junto con un conocimiento de entrenamiento, junto con un conocimiento de entrenamiento y psicología (entrenadores y jugadores) debe ser parte de un perfil ideal para convertirse en un director de alto rendimiento:

Pierre Barrieu, director de alto rendimiento de Toronto FC (MLS) y experto en alto rendimiento de la FIFA, explicó con más detalle durante una entrevista: " Cualquiera que tenga la ambición de convertirse en director de HP debe tener un enfoque holístico para una multitud de áreas. La experiencia es imprescindible, pero son recomendables múltiples antecedentes en todos los componentes del rendimiento (S&C, AT, etc.) junto con un conocimiento de entrenamiento y psicología (entrenadores y jugadores) deben ser parte de un perfil ideal".



3 COLABORA CON EL ESPECIALISTA EN LA DETERMINACIÓN DE LA DIETA Y EN LA PRESCRIPCIÓN DE AYUDAS ERGO NUTRICIONALES ANALIZANDO LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DE NUTRICIÓN DEPORTIVA Y LOS EFECTOS NOCIVOS DE LAS SUSTANCIAS DOPANTES PARA LA SALUD

3.1 "Ayuda ergogénica"

"Ayuda ergogénica" se define como la aplicación de cualquier método o maniobra (ya sea de tipo nutricional, físico, mecánico, psicológico o farmacológico) que se realiza con el fin de mejorar la capacidad de realizar un trabajo físico determinado o el rendimiento deportivo. *Silver* en 2001 lo definió como cualquier medio para mejorar la utilización de la energía, incluida la producción, el control y la eficiencia de ésta.

Los deportistas usan con frecuencia ayudas ergogénicas para mejorar su rendimiento y aumentar sus posibilidades de ganar cuando compiten.

Los suplementos dietético-nutricionales y ayudas ergogénico-nutricionales son productos que se utilizan mucho en el deporte, no obstante, a veces no está claro si estos productos resultan realmente eficaces o es el efecto placebo el que ayuda a los deportistas. Los suplementos dietético-nutricionales, tiene como objetivos suplir ciertas carencias que se dan en el deporte. Las ayudas ergogénico-nutricionales, no obstante, tienen como objetivo la mejora del rendimiento o recuperación del deportista. La eficacia de los suplementos y ayudas ergo nutricionales se muestran según los grados de evidencia científica que hay. Según el acuerdo marco del instituto australiano del deporte (AIS) de referencia internacional, los suplementos y ayudas nutricionales se pueden dividir en cuatro grupos, A, B, C y D acorde a la evidencia científica que hay sobre su uso y a la legalidad.

Tenemos ayudas ergonutricionales del grupo A, con las cuales hay consenso científico de las instituciones internacionales para su uso y eficacia. Por otra parte hay ayudas del grupo B, donde la evidencia ha mostrado que pueden ser eficaces, pero se necesitan más estudios para poder generalizar su eficacia. Estas del grupo B están en

fase de investigación, y pueden ser integrados en las de la evidencia A tarde o temprano.

Con las sustancias incluidas en el grupo C la evidencia científica no respalda el beneficio para el uso entre los atletas o no hay investigaciones suficientes para tener una opinión formada. Como curiosidad, aunque su uso no está científicamente recomendado suele recomendarse en algunos campos su utilización por parte de atletas. En este grupo podemos encontrar sustancias como magnesio, ácido alfa lipoico, vitamina E, probióticos, BCAA, leucina, HMB o tirosina.

Dentro del grupo D, se encuentran sustancias prohibidas o con alto riesgo de contaminación con sustancias que podrían conducir a una prueba de dopaje positiva. Su uso está terminantemente prohibido. Aquí se encuentran estimulantes, hormonas y prohormonas, péptidos estimuladores de hormona de crecimiento, moduladores metabólicos etc.

Ante cualquier duda sobre una sustancia lo ideal es acudir a la página de la agencia mundial antidopaje. <https://www.wada-ama.org/en>.

Siguiendo las recomendaciones actuales del instituto australiano del deporte a continuación se detallan los suplementos y ayudas nutricionales del grupo A. Se dividen en nutrición-suplementación deportiva, suplementos médicos y suplementos para el rendimiento.

● Nutrición-suplementación deportiva

Son productos especiales que proporcionan una fuente de nutrientes y se utilizan para cuando es complejo por las características de la práctica deportiva consumir alimentos. En este grupo nos encontramos: bebidas deportivas, geles, confitería deportiva (barritas, gominolas etc), electrolitos, aislados de proteína, suplementos de mezclas de macronutrientes.

● Suplementos médicos

Suplementos utilizados para prevenir o tratar problemas clínicos, incluidas las deficiencias de nutrientes diagnosticadas. Deben usarse dentro de un plan supervisado bajo la guía de expertos, como médicos o nutricionista deportivo acreditado. En este grupo tenemos: hierro, calcio, multivitamínicos, vitamina D, zinc y algunos probióticos.

● Suplementos para el rendimiento

Estos son suplementos o sustancias que pueden apoyar o mejorar el rendimiento deportivo. Se utilizan mejor bajo protocolos individualizados y específicos para cada deportista y eventos. Idealmente deben estar prescritos bajo la guía experta de un nutricionista deportivo acreditado. En este grupo encontramos: cafeína, beta-alanina, creatina, nitratos, zumo de remolacha, bicarbonato de sodio, creatina, glicerol.

3.1.1 Determinación de la necesidad de prescripción de ayudas ergogénicas

La necesidad de utilizar una ayuda ergogénica por un deportista debe ser determinada siempre por personal especializado (idealmente un médico especialista en deporte), orientada por un nutricionista y vigilada por el entrenador, el propio deportista y su entorno familiar (en niños).

En principio, si el entrenamiento está bien planificado y adaptado a las características del deportista y no existen carencias nutricionales, una buena alimentación e hidratación debería ser la mejor ayuda ergogénica del rendimiento deportivo.

No obstante, se puede determinar la necesidad de prescribir algún tipo de ayudas cuando:

- Se realicen actividades físicas prolongadas (entrenamiento y competición) con gran exigencia.
- Existan déficits nutricionales comprobados.
- Sea necesario ayudar a la recuperación del organismo después de grandes esfuerzos físicos o mentales.
- Sea necesario adaptar el tipo de ingesta durante la competición o antes de la misma. Por ejemplo, en ciertas competiciones es imposible, con únicamente comida, llegar a los requerimientos de ingesta de carbohidratos.
- Se requiera una regulación hídrica y de la temperatura corporal.

Cuando se tiene la sospecha de que puede haber algún déficit antes de suplementar lo ideal es hacer analíticas específicas para compro-

bar si de verdad es necesario o no suplementar. Como ejemplo, es muy común entre deportistas de resistencia tomar de manera crónica hierro, aún sin tener diagnosticado ningún déficit.

● El dopaje: Concepto, efectos nocivos sobre la salud. Lista de sustancias prohibidas

- El control antidopaje: Organismos y métodos.
- Toma de conciencia de la importancia y la incidencia del dopaje en la salud de los deportistas.

3.2 Composición corporal: Componentes, métodos, aparatos e interpretación de resultados

● Composición corporal

La composición corporal es la forma en que está compuesto el cuerpo humano (hueso, músculo, agua, grasa, tejidos blandos y residuales). Wang *et al.* (1992) la definen como aquella rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación in vivo de los componentes corporales, las relaciones cuantitativas entre los componentes y los cambios cuantitativos en los mismos. En este sentido, el análisis de la composición corporal constituye una parte fundamental de la valoración del estado nutricional.

El agua constituye más de la mitad (50-60%) del peso del cuerpo, y en su mayor parte (75-80%) se encuentra en los tejidos metabólicos.

Además del agua, otros dos son los componentes fundamentales:

- **Tejido magro o masa libre de grasa**, en el que se incluyen todos los componentes funcionales del organismo implicados en procesos activos metabólicamente. En este sentido, dos son los principales componentes que constituyen la masa libre de grasa: masa ósea y masa muscular.
- **Tejido graso**: tejido formado por adipocitos, metabólicamente inactivo. Podemos diferenciar dos tipos: subcutáneo y visceral.

● Métodos, aparatos e interpretación de resultados

Para llevar a cabo un adecuado análisis de la composición corporal será necesario delimitar la composición del cuerpo humano en función de sus diferentes componentes. Los métodos más utilizados para evaluar la composición corporal son: cineantropometría, bioimpedancia y densitometría ósea.



Los instrumentos usados en cada caso son:

- **Antropometría:** tallímetro, báscula, paquímetro, cinta métrica y plicómetro. Consiste en la medición de diferentes pliegues y a partir de ahí se calcula la masa grasa.
- **Bioimpedancia:** para evaluar la impedancia eléctrica se usa un bioimpedómetro. La conducción eléctrica a través de los tejidos entre los electrodos depende de la distribución del agua y de los electrolitos en este tejido. La masa magra contiene casi toda el agua y los electrolitos conductores del cuerpo. En consecuencia, la corriente eléctrica se mueve mucho más rápida a través de la masa magra. La masa grasa tiene una impedancia mucho mayor, lo cual quiere decir que es mucho más difícil que la corriente pase a través de la masa grasa, por lo que la cantidad de flujo de corriente a través de los tejidos refleja la cantidad relativa de grasa contenida en ese tejido.
- Para evaluar la composición corporal mediante densitometría ósea el instrumental más utilizado es el **DEXA**. La densitometría supone medir la densidad del cuerpo, valor que es utilizado mediante las correspondientes fórmulas para calcular la cantidad de grasa corporal. A su vez, los métodos se dividen en dos: directos (DEXA) e indirectos (bioimpedancia y antropometría).

El análisis de la composición corporal constituye una parte fundamental en la valoración del estado nutricional. Según diversos autores, el estudio de la composición corporal resulta imprescindible para comprender los efectos que tienen por ejemplo la dieta o el ejercicio físico en nuestro organismo. En este sentido, la interpretación de resultados irá en función del objetivo planteado en un programa (dieta o ejercicio) y de las características específicas de cada sujeto.

3.3 Determinación de la composición corporal de los deportistas: Determinación de los aspectos a evaluar con relación a la composición corporal, selección de Tests o medios de valoración, aplicación de test o medios de valoración. La variable sexo como elemento diferenciador

Todos los métodos descritos anteriormente (antropometría, densitometría ósea y bioimpedancia) han sido utilizados para determinar la composición corporal en deportistas. No obstante, en función de cada situación específica se seleccionará un método u otro.

3 COLABORA CON EL ESPECIALISTA EN LA DETERMINACIÓN DE LA DIETA Y EN LA PRESCRIPCIÓN DE AYUDAS ERGO NUTRICIONALES ANALIZANDO LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DE NUTRICIÓN DEPORTIVA Y LOS EFECTOS NOCIVOS DE LAS SUSTANCIAS DOPANTES PARA LA SALUD

● Selección de test o medios de valoración

Desde su nacimiento, el estudio de la composición corporal es un área básica dentro de la valoración del rendimiento o la condición física del deportista. La mayor parte de las ocasiones la valoración antropométrica (en este caso) es llevada a cabo para el estudio de la composición corporal. Como se ha comentado anteriormente, resulta un método fiable y válido, además de económico y fácilmente aplicable. Por tanto, y en función de los medios económicos, la selección más idónea sería la realización de pliegues cutáneos, perímetros musculares y diámetros óseos, para mediante fórmulas adecuadas realizar el cálculo de la composición corporal. Además de ello, esta técnica nos proporciona información acerca del somatotipo del deportista, muy utilizado en la determinación del talento deportivo.

● Aplicación de test o medios de valoración

Condiciones generales para la toma de pliegues cutáneos.

Siguiendo los manual de antropometría, las condiciones generales para la toma de pliegues son:

- Sujetar el pliegue con los dedos índice y pulgar: pellizco moderado sin causar dolor.

- Colocar el plicómetro de forma perpendicular a la cresta del pliegue.
- Las ramas del plicómetro se colocan de 1-2 cm en forma distal al pellizco.
- Realizar la lectura 2-3 segundos después de que las ramas del plicómetro ejerzan libremente la presión sobre el pliegue.
- La lectura se realiza en milímetros.
- La lectura se realiza inmediatamente por arriba de la zona de sobre posición de la aguja.
- Se debe retirar el plicómetro abriendo las ramas de este y posteriormente retirar los dedos.

Medidas a realizar:

- **Pliegues:** tricipital, bicipital, subescapular, suprailíaco, pliegue del muslo y de la pantorrilla.
- **Diámetros:** bicondileo de fémur, biépicondileo de húmero y biestiloideo (muñeca).
- **Perímetros:** perímetro del brazo, del muslo, de la cintura y de la cadera.

Determinación de la composición corporal:

- A través de diferentes fórmulas, y conociendo los datos anteriormente expuestos (en Medidas a realizar), podremos conocer el % grasa, % óseo, % muscular y el % residual.



Determinación de la composición corporal:

- Como se ha explicado en anteriores apartados, a través de diferentes fórmulas, y conociendo los datos anteriormente expuestos (en Medidas a realizar), podremos conocer el % graso, % óseo, % muscular y el % residual.

● La variable sexo como elemento diferenciador

La literatura científica refleja desigualdades en la composición corporal de hombres y mujeres. Cuestionándose el porqué de estas desigualdades es necesario acudir a tópicos como las hormonas. La testosterona, más presente en hombres, provoca un desarrollo muscular mayor que el de las mujeres (a su vez con más presencia de estrógenos, lo que hace que se vea aumentada la presencia de porcentaje graso).

3.4 Estado nutricional: Componentes, métodos, aparatos e interpretación de resultados

La primera pregunta que el profesional ha de hacerse es: ¿Cómo se conoce el estado nutricional del deportista? A este respecto, cinco son las pautas fundamentales que hemos de seguir:

- Entrevista con el deportista.
- Evaluación del estado nutricional.
- Establecimiento de las necesidades energéticas del deportista.
- Confección de la dieta.
- Seguimiento y educación del deportista.

● Componentes

La valoración del estado nutricional del deportista se debe hacer desde varias perspectivas:

- Adecuación del peso y de la composición corporal.
- Determinación de la ingesta de nutrientes.
- Evaluación bioquímica del estado nutricional.

Asimismo, del conjunto de estos estudios se pueden detectar qué deficiencias y errores alimenticios se están cometiendo, tanto desde un punto de vista cualitativo como desde un punto de vista cuantitativo. Además, el conocimiento del estado nutricional del deportista permite orientar al mismo en el conocimiento de sus limitaciones nutricionales, tanto por defecto como por exceso.

● Métodos, aparatos e interpretación de resultados

En la valoración nutricional se pueden diferenciar diversos métodos, y su elección dependerá de los objetivos que se persigan y de la importancia que deba tener la valoración dentro del ámbito global del rendimiento físico o deportivo. Los diferentes métodos podemos clasificarlos en:

3.5 Constitución, tamaño y composición corporal. Peso corporal

La forma, el tamaño y la composición corporal vienen determinados en gran medida por la dotación genética. Esto no implica que puedan ser modificados. Al menos, y en mayor medida, es más sencillo modificar parámetros relativos a la composición corporal. Los métodos ya han sido descritos con anterioridad.

- **Constitución:** la mayor parte de los sistemas científicos de clasificación de la constitución corporal han identificado tres componentes: muscularidad, linealidad y adiposidad. La complexión de cada deportista es una combinación única de estos tres componentes. Los deportistas de ciertos deportes muestran un predominio de uno sobre los otros dos.
- **Tamaño corporal:** hace referencia a la relación entre la altura y el peso del individuo.

Con relación al peso y la talla se establece el índice de masa corporal (IMC). Los valores de IMC son meramente orientativos y están dirigidos principalmente a la población no deportista:

- $IMC = \text{peso (kg)} / \text{talla (cm}^2\text{)}$.
- Valores indicativos de IMC y clasificación del tipo de obesidad.
- **Bajo peso:** $< 18,5 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$.
- **Normopeso:** $< 25 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$.
- **Sobrepeso:** $25 \text{ (kg/cm}^2\text{)} < IMC < 30 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$.
- **Obesidad:** $> 30 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$.

Es importante comprender que el IMC no es representativo con deportistas de determinadas características. Por ejemplo, deportistas muy fuertes y musculados, por ejemplo en deportes de lucha o remeros, o tienen con frecuencia valores de IMC mayores a 30 y no por esto hay que considerarlos obesos, y en la otra punta del espectro hay deportistas con IMC muy bajos, por debajo de $18,5 \text{ kg/cm}^2$ sin que haya que considerarlos como bajo peso, como por ejemplo, atletas de fondo, ciclistas escaladores o gimnastas féminas.

● Composición corporal

La composición corporal se refiere a los distintos porcentajes de grasa, huesos, agua y músculos que conforman el cuerpo humano tal y como se ha explicado ya en otros apartados

● Peso corporal

Un peso adecuado ya es un indicador de un buen estado nutricional, siendo el defecto y el exceso del mismo indicadores de anomalía en el estado nutricional del deportista. Con relación al peso y la talla se establece el IMC que se ha explicado con anterioridad

3.6 Necesidades dietéticas y de hidratación en la práctica deportiva

Las necesidades nutricionales para la realización de la práctica deportiva varían en función de la actividad a realizar, donde modalidades deportivas diferentes requieren cantidades diferentes de calorías, en función también del metabolismo basal del deportista. En este sentido, existen numerosos deportes que según sus características técnicas se agrupan en pruebas, y cada una de ellas se caracteriza por: tiempo, músculos y órganos movilizados, ambiente, etc. Todas estas circunstancias condicionan el gasto energético, que puede ser muy variable. Dependiendo del propio deportista y la práctica deportiva podría ir desde 300-400 kcal/h para un ciclista recreativo entrenando a moderada intensidad hasta las 900-1000 kcal/h de un remero ejercitándose a alta intensidad.

El aporte calórico para soportar esos gastos es suministrado por los diferentes alimentos ingeridos en la dieta. Es importante la cantidad de aporte calórico diario que deben proporcionar los diferentes macronutrientes en la dieta diaria. Como recomendaciones muy generales, se utiliza la siguiente proporción de los diferentes macronutrientes en la dieta:

- **Hidratos de carbono:** 55-60% de la energía total de la dieta; más del 50% de la dieta total tienen que ser HC complejos; 10% azúcares.
- **Proteínas:** 10-15% de la energía total de la dieta; en adultos se recomienda que esté más cerca del 10%.
- **Lípidos:** 30%, de los cuales 15% monoinsaturados (oleico); 7-8% saturados y 7-8% poliinsaturados, además de la proporción 6:1 de W6-W3.

Estas recomendaciones son muy generales y para pautar la dieta a cada deportista, el nutricionista ha de tener en cuenta el entrenamiento de cada día, y en función de la intensidad y duración, prescribir mayor o menor cantidad de macronutrientes. En deportes donde varía mucho la intensidad y duración del entrenamiento cada día, actualmente se recomienda prescribir la cantidad de macronutrientes (especialmente hidratos de carbono y proteínas) en gramos de macronutriente por kilo de peso corporal, en lugar de en porcentajes.

3.7 Hidratación en la práctica deportiva

A la hora de contabilizar calorías, el agua no se tiene en cuenta en las tablas porque no aporta energía. En principio se considera parte de la alimentación no esencial ya que no aporta nutrientes.

Aunque no es esencial, es el nutriente más importante que necesitamos antes que cualquier alimento.

La cantidad de agua en el organismo es más o menos estable, es aproximadamente un 60% del peso. Así, a 75 kg le corresponden 45 kg (l) de agua.

La mayor parte de esa agua (2/3) está dentro de las células (musculares, hepáticas y nerviosas son las que más cantidad tienen); así pues, hígado, cerebro y músculo son los que más agua tienen, y por eso son más sensibles a la deshidratación.

La parte restante es extracelular y está en sangre (4 l); líquido intersticial (11-12 l) y demás fluidos: saliva, lágrimas, líquido cefalorraquídeo, etc.

Tradicionalmente se ha dicho que durante la práctica deportiva el organismo no debe deshidratarse más de un 4%. Sin embargo los estudios actuales y la propia experiencia con distintos deportistas de diferentes categorías, lo que propugnan es que el umbral de deshidratación es individual para cada deportista y depende, no solo de sus características individuales, sino también, de la particularidad de cada deporte o tarea a realizar. Parece ser que no afecta igual la deshidratación a la resistencia, la fuerza, las tareas cognitivas o el control motor (*Cheuvront et al., 2014*).

3.8 Bases de la nutrición deportiva

Para comprender la base de la nutrición del deportista, previamente es necesario comprender las bases de la nutrición y algunos conceptos. Así, es necesario definir los conceptos de alimentación y nutrición.

- **Alimentación:** es el acto de proporcionar al cuerpo alimentos e ingerirlos. Es un proceso voluntario y consciente.
- **Nutrición:** es el conjunto de procesos por los cuales el organismo recibe, transforma y utiliza las sustancias químicas contenidas en los alimentos (nutrientes). Es un proceso involuntario e inconsciente.

● Clasificación de los nutrientes

Según la cantidad:

- Macronutrientes (gr).
- Micronutrientes (mg, mg).

Según la función en el organismo:

- **Energéticos** (hidratos de carbono, lípidos y proteínas).
- **Plásticos:** utilizados por el organismo para el crecimiento o formación de estructura (proteínas, también algunos minerales).
- **Reguladores** (proteínas, minerales y vitaminas).
- **Agua.**

Según la necesidad de su ingestión:

- **Nutrientes esenciales.** Aquellos que obligatoriamente deben ser ingeridos en la dieta. Requisitos para que sean esenciales:
 - Esenciales para la vida.
 - La no ingestión de toda la cantidad necesaria de nutrientes esenciales da lugar a enfermedades carenciales.
 - Si se suministran en cantidades adecuadas, desaparecen esas enfermedades carenciales.
- **Nutrientes no esenciales.** Son aquellos que pueden ser sintetizados por el organismo.
- **Nutrientes de esencialidad condicionada.** Son aquellos que para la mayor parte de las personas son no esenciales, pero que en determinadas enfermedades o situaciones se convierten en esenciales, por ejemplo, niños prematuros.
- **Nutrientes deseables.** Son aquellos que sin ser esenciales hacen que el estado nutritivo sea mejor.
- **Antinutrientes.** Son sustancias químicas presentes naturalmente en los alimentos que actúan provocando una pérdida de nutrientes esenciales o bien interfieren en la digestión y metabolización de esos nutrientes, por ejemplo:
 - Inhibidores enzimáticos.
 - Antivitaminas.
 - Antiminerales.



3 COLABORA CON EL ESPECIALISTA EN LA DETERMINACIÓN DE LA DIETA Y EN LA PRESCRIPCIÓN DE AYUDAS ERGO NUTRICIONALES ANALIZANDO LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DE NUTRICIÓN DEPORTIVA Y LOS EFECTOS NOCIVOS DE LAS SUSTANCIAS DOPANTES PARA LA SALUD



3.8.1 Bases del trabajo con los especialistas del ámbito (nutricionista). Funciones

Cualquier deportista debe de conocer los aspectos básicos relacionados con su nutrición. El profesional encargado de formar al deportista en estos aspectos es el nutricionista especialista en nutrición deportiva.

Las funciones del nutricionista deportivo son:

- Analizar comportamiento alimentario del deportista.
- Analizar las necesidades nutricionales del deportista en función de las demandas de sus entrenamientos y competiciones.
- Elaborar dietas y pautas nutricionales adaptadas a cada deportista de manera individual.

3.8.2 Control del estado nutricional de los deportistas: Determinación de los aspectos a evaluar, selección de tests o medios de valoración, aplicación de tests o medios de valoración

A modo de resumen es importante recordar (tal y como ya se ha señalado durante todo el capítulo) que para un correcto estado nutricional es necesario determinar cuáles son los puntos para valorar y cómo hacerlo. Así, y en relación con estos aspectos, tenemos como puntos importantes la valoración de la composición corporal, la ingesta de alimentos y la valoración bioquímica del deportista.

3.8.3 Colaboración con el especialista en la realización de dietas y ayudas ergo nutricionales

Las dietas y las ayudas ergonutricionales forman parte de la preparación de los deportistas.

Una dieta equilibrada proporciona al deportista los nutrientes necesarios para realizar su trabajo. Para su elaboración, lo ideal es contar en el equipo multidisciplinar con un experto en nutrición, que valore de modo individual o colectivo al deportista o al equipo deportivo. Igualmente, y en colaboración con los técnicos y demás componentes del equipo de trabajo, estudiará el tipo, momento e importancia de la competición, el gasto energético previsto y todos aquellos otros factores que influyan en la composición de la dieta y en la utilización de las ayudas ergonutricionales.

En este tema no se desarrolla cuáles son las fuentes de energía que necesita el deportista, pero sí es necesario recordar que una dieta debe estar compuesta de una manera equilibrada por diferentes nutrientes que tienen como objetivo final la obtención de energía proveniente de la utilización de los ácidos grasos y la glucosa almacenados. La glucosa se almacena en el hígado y en los músculos en forma de glucógeno. Cuando disminuyen los depósitos de glucógeno, el rendimiento disminuye y aparece la fatiga. El tejido adiposo almacena los ácidos grasos. Proveen casi el 80% de las necesidades energéticas de los atletas de alto rendimiento. Sin embargo, los músculos no pueden trabajar

eficazmente solo con ácidos grasos, necesitan simultáneamente glucosa.

Un plan de alimentación para un deportista es similar al de cualquier otra persona, en cuanto a variedad y tipo de nutrientes, pero las necesidades de energía sí se deben incrementar.

3.8.4 Elaboración de dieta precompetitiva, competitiva y postcompetitiva

Acorde a publicaciones de diversos autores, como *Rothschild* (2020), *Jeukendrup* (2017) y *Murray et al.*, (2018) las pautas nutricionales a seguir por los deportistas dependen de muchos factores entre los que se pueden citar:

- Objetivo del entreno.
- Demandas de la competición.
- Necesidades de recuperación entre entrenamientos y/o competiciones.

De manera general para cualquier práctica deportiva se puede dividir la dieta de un deportista en función de la fase de la competición en la que se encuentre este. Así, tendremos fundamentalmente tres fases.

● Fase precompetitiva

La dieta precompetitiva, especialmente para entrenamientos o competiciones que se realizan a primera hora del día, debe servir para reponer el máximo de las reservas de glucógeno hepático, lo que supone ingerir una comida que aporte, en general, entre 100 y 150 g de hidratos de carbono unas horas antes de iniciar el esfuerzo. Se puede concretar un poco más para competiciones, eventos o entrenos que sean de elevada intensidad y duración. En estos casos particulares se recomienda la ingesta de 2, 3 o 4 gramos de hidrato de carbono por kilo de peso corporal para ingestas 2, 3 o 4 horas antes del evento. Por ejemplo, para un ciclista de 75 kg que se enfrenta a una carrera de larga duración e intensidad, no sería descabellado pautar un desayuno que incluya 300gr de hidratos de carbono 4 h antes de la carrera.

Además, se debe además aprovechar esta ingesta para conseguir el máximo grado de hidratación posible.

● Fase competitiva (inmediatamente antes y durante el ejercicio)

Durante este periodo de tiempo no se deben ingerir comidas pesadas. Se recomienda además que los atletas o deportistas (si la competición lo permite) tomen alimentos ligeros o soluciones que aporten glucosa, fructosa y sodio a lo largo de la prueba.

● Fase postcompetitiva

Tras el ejercicio, las reservas de glucógeno muscular deben ser repuestas, si dentro de las siguientes 24-36h se va a someter al organismo a un nuevo esfuerzo. Así, la restitución se lleva a cabo a razón de un 5% cada hora, por lo que se tardan menos de 20 horas en reponer casi todo el glucógeno muscular. Durante las primeras horas tras finalizar el ejercicio, se aconseja consumir carbohidratos a razón de aproximadamente 1g/kg/h durante las 4 a 6h posteriores al esfuerzo.

3.8.5 Aceptación del trabajo con el especialista

Un especialista es una persona que posee conocimientos técnicos en una materia y experiencia práctica en la aplicación de los mismos. Gracias a sus conocimientos, contribuye a aumentar las capacidades del equipo. Al dominar su área de conocimiento, los demás miembros del equipo podrán despreocuparse directamente de esa función, porque el especialista lo controlará con suficiencia. A cambio, es necesario concederle libertad de acción.

Cuando se constituye un equipo de trabajo se produce una delegación de competencias. Dentro del equipo se produce una delegación de competencias a favor de sus miembros, para que estos realicen su actividad.

Los expertos son los que mejor conocen la tarea a realizar (aspectos teóricos) y los que mejor saben aplicarlos a situaciones concretas (aspectos prácticos).

Dentro de un equipo de trabajo los expertos en cada área trabajarán mejor cuando se sientan valorados profesionalmente por sus compañeros, el líder y el club o la institución deportiva a la que pertenecen. Delegar funciones obliga a establecer límites. En cada equipo de trabajo es necesario que cada especialista del equipo conozca cuáles son los suyos, tanto para no interferir en los de otros miembros como para no olvidar los propios.

Si se quiere que el equipo funcione con agilidad es necesario delegar en los especialistas, que estos puedan tomar decisiones sobre la marcha, sin tener que consultar permanentemente al técnico superior. La delegación conlleva asumir la responsabilidad de la decisión tomada. Aquellos temas de mayor trascendencia serán los que se deban consultar con el entrenador principal o los que se expongan en las reuniones del equipo de trabajo. Por ello es muy importante delegar funciones, y no se debe olvidar que para ello hay que contar con verdaderos especialistas, pre-

3 COLABORA CON EL ESPECIALISTA EN LA DETERMINACIÓN DE LA DIETA Y EN LA PRESCRIPCIÓN DE AYUDAS ERGO NUTRICIONALES ANALIZANDO LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DE NUTRICIÓN DEPORTIVA Y LOS EFECTOS NOCIVOS DE LAS SUSTANCIAS DOPANTES PARA LA SALUD

parados en todos los órdenes: teóricos, prácticos y, en muchos casos, de relación social.

Quien delega no queda al margen de las decisiones que tome la persona en quien se ha delegado. Se trabaja en equipo.

Como técnico superior y máximo responsable del equipo de trabajo, hay que tener claras dos premisas:

- Rodéate de buenos especialistas, de los mejores, si realmente les vas a dar un cometido. Esto supone darles responsabilidad, autonomía, margen de maniobra y valorar públicamente su trabajo. Si no es así, mejor no hacerlo.
- Los aciertos y los errores son del equipo. Favorece el espíritu de equipo para que los miembros del mismo no antepongan su individualismo al interés general del equipo.
- Hay que tener presente que el éxito de un equipo de trabajo no va a depender de la genialidad individual de cada uno de sus miembros, sino de la coordinación de sus actividades, de saber apoyarse unos a otros.

3.9 El dopaje: Concepto, efectos nocivos sobre la salud. Lista de sustancias prohibidas

● Deporte Limpio: ¿Qué es el dopaje?

El dopaje es el uso intencionado o no intencionado por parte de un deportista de una sustancia o método prohibido por la Lista de Prohibiciones de la AMA. Es, además, la administración o intento de administración de cualquier sustancia prohibida o método prohibido a cualquier deportista.

El dopaje incluye otras formas de conducta indebida, como asistir, alentar, ayudar, incitar o encubrir una infracción de las normas antidopaje o de cualquier intento de infracción de las normas antidopaje, por parte de un deportista o un miembro de su entorno, como su médico, preparador, etc. El dopaje constituye un fraude por infracción de las normas del deporte. Un fraude cometido por personas que están sometidas a las normas del deporte, se trate de deportistas o de personal de apoyo a los deportistas.

El dopaje es una forma de robar el derecho de los deportistas limpios a participar en una competición justa, se produzca durante el evento, durante el entrenamiento, durante la selección del equipo o en cualquier otra fase del deporte.

El **artículo 2 del Código Mundial Antidopaje** establece las diez infracciones de las normas antidopaje.

- La presencia de una sustancia prohibida o de sus metabolitos o marcadores en la muestra de un deportista.
- Uso o intento de uso por parte de un deportista de una sustancia prohibida o de un método prohibido.
- Evitar, rechazar o incumplir la obligación de someterse a la recogida de muestras.
- Incumplimiento relativo a la localización/parradero del deportista/controles fallidos.
- Manipulación o intento de manipulación de cualquier parte del procedimiento de control del dopaje.
- Posesión de una sustancia prohibida o un método prohibido.
- Tráfico o intento de tráfico de cualquier sustancia prohibida o método prohibido.
- Administración o intento de administración en competición o fuera de ella a un deportista de una sustancia prohibida o método prohibido.
- Complicidad. El Código define esta conducta como el hecho de "asistir, alentar, ayudar, incitar, colaborar, conspirar o encubrir" intencionadamente una infracción de las normas antidopaje.
- Asociación prohibida. El Código prohíbe que un deportista trabaje con cualquier persona de apoyo, como médicos o entrenadores, que hayan sido sancionados o condenados por la comisión de una conducta relacionada con el dopaje.

El riesgo para la salud del deportista o para el aficionado a la actividad deportiva es evidente si además se tienen en consideración los siguientes aspectos:

- Las sustancias o los métodos que utilizan los deportistas que recurren al dopaje generalmente han sido desarrollados para pacientes con una patología bien definida y no están destinados a su uso por parte de personas sanas.
- Los deportistas que consumen sustancias prohibidas a menudo las toman en dosis significativamente mayores y con una frecuencia mayor, que las que se prescriben para fines terapéuticos, y a menudo las usan en combinación con otras sustancias, desconociéndose los efectos y las posibles interacciones a corto, medio y largo plazo, al no existir estudios científicos al respecto.
- Las sustancias que se venden a los deportistas como potenciadores del rendimiento son elaboradas en muchas ocasiones de forma ilegal, y por lo tanto, posiblemente contengan impurezas o aditivos que pueden causar serios problemas de salud o incluso, la muerte.

- Además, los riesgos para la salud se incrementan cuando el uso de sustancias o métodos implica inyecciones, como los derivados del uso de inyecciones no esterilizadas que aumentan el riesgo de infecciones.
- Por último, el uso de cualquier sustancia también puede llevar a una adicción, ya sea psicológica o fisiológica.

La primera Lista de Prohibiciones (en adelante, la Lista) fue publicada inicialmente en 1963 bajo el liderazgo del Comité Olímpico Internacional (COI). Desde el año 2004, y según el mandato del Código Mundial Antidopaje (CMA), la Agencia Mundial Antidopaje (AMA) es responsable de la preparación y la publicación de la Lista.

La Lista es un pilar fundamental de la lucha contra el dopaje, permitiendo la armonización del control del dopaje entre las distintas autoridades antidopaje, nacionales e internacionales, tales como COI, federaciones deportivas internacionales, organizadores de eventos deportivos y autoridades antidopaje nacionales.

La Lista se constituye en un estándar internacional que identifica sustancias y métodos prohibidos en el deporte, distinguiendo entre: sustancias y métodos prohibidos en todo momento (en competición y fuera de competición); sustancias y métodos prohibidos sólo en competición; y sustancias y métodos prohibidos sólo en determinados deportes.

Una sustancia o método será susceptible de inclusión en La Lista si la AMA (Agencia Mundial Antidopaje) conforme a su exclusivo criterio, determina que la sustancia o método cumple dos de los tres criterios siguientes:

Prueba médica o científica, efecto farmacológico, o experimento, conforme a los cuales la sustancia o método, solo o combinado con otras sustancias o métodos, tiene el potencial de mejorar el rendimiento deportivo.

Prueba médica o científica, efecto farmacológico o experimento, conforme a los cuales el uso de la sustancia o método plantea un riesgo real o potencial para la salud del deportista.

Determinación por parte de la AMA de que el uso de la sustancia o método vulnera el espíritu del deporte descrito en la introducción del Código Mundial Antidopaje.

Una sustancia o método será igualmente incluido en la Lista si la AMA determina que conforme a una prueba médica o científica, efecto farmacológico, o experimento, la sustancia o método tiene el potencial de enmascarar el uso de otras sustancias o métodos prohibidos.

Asimismo, puede haber sustancias que, utilizadas por sí solas, no estén prohibidas, pero que sí lo pueden estar si se utilizan en combinación con otras sustancias concretas. En las sustancias que se añaden a la Lista por la posibilidad de que mejoren el rendimiento sólo o en combinación con otra sustancia se hace constar esta indicación, y sólo se prohíben, si existen pruebas sobre los efectos de la combinación de ambas sustancias.

La determinación por parte de la AMA de las sustancias y los métodos prohibidos que se incluirán en la Lista, la clasificación de las sustancias en las categorías de dicha lista y la clasificación de una sustancia como prohibida siempre o solo en competición, es definitiva y no puede ser rebati-



3 COLABORA CON EL ESPECIALISTA EN LA DETERMINACIÓN DE LA DIETA Y EN LA PRESCRIPCIÓN DE AYUDAS ERGO NUTRICIONALES ANALIZANDO LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DE NUTRICIÓN DEPORTIVA Y LOS EFECTOS NOCIVOS DE LAS SUSTANCIAS DOPANTES PARA LA SALUD



da por ningún deportista u otra persona basándose en el hecho de que la sustancia o método no sea un agente enmascarante o no tenga el potencial de mejorar el rendimiento.

3.9.1 El control antidopaje: Organismos y métodos

La Agencia Mundial Antidopaje recomienda realizar controles fuera de competición porque son más eficaces que los que se realizan durante la competición. Hay algunas sustancias prohibidas que se utilizan con mayor frecuencia en los períodos de entrenamiento. Para llevar a cabo esos controles, es necesario conocer el paradero del deportista.

Los deportistas incluidos en el Grupo Registrado de Controles deben declarar trimestralmente su localización habitual, ocasional, lugares de entrenamiento, planificación de competiciones y planificación trimestral con los posibles paraderos y horarios, a efectos de control de dopaje.

Los controles, por la forma de selección de los deportistas sometidos a los mismos, podrán ser:

- **Dirigidos.** La selección de deportistas se hace sin base aleatoria, para practicar el control en un momento concreto, tomando en consideración los criterios contemplados en el Estándar Internacional de Controles e Investigaciones.
- **Por selección aleatoria ponderada.** La selección de los deportistas se llevara a cabo utili-

zando los criterios previstos en el Estándar Internacional de Controles e Investigaciones. De esta forma, se garantiza la selección de deportistas con un porcentaje más alto de riesgo.

- **Por selección aleatoria.** La selección de los deportistas se efectuará de una forma arbitraria, entre los que se encuentren dentro de una lista o grupo de nombres, realizándose un sorteo entre los mismos.

Los controles dirigidos deben ser una prioridad para cualquier OAD. Esto significa que una cantidad significativa de los controles realizados como parte del Grupo Registrado de Controles deben ser controles dirigidos de deportistas dentro de su grupo general.

Las OAD,s considerarán realizar controles dirigidos a las siguientes categorías de deportistas:

- Los deportistas que forman parte de equipos nacionales en deportes Olímpicos o Paralímpicos u otros deportes de gran prioridad nacional o que pudieran ser seleccionados para formar parte de estos equipos.
- Los deportistas que entrenan de forma independiente pero compiten a nivel Olímpico/Paralímpico o de Campeonato Mundial y que pudieran ser seleccionados para dichos eventos.
- Los deportistas que reciben financiación pública.
- Los deportistas de alto nivel que son ciudadanos de otros países pero que están presentes,



- ya sea viviendo, entrenando, compitiendo o de otra forma, en el país de la ONAD.
- Los deportistas que se encuentran en un período de no elegibilidad o suspensión provisional.
 - Los deportistas considerados de alta prioridad para los controles antes de retirarse del deporte y que ahora desean volver del retiro y participar activamente en el deporte.
 - Las infracciones de las normas antidopaje y los antecedentes de controles previos, incluido cualquier parámetro biológico anómalo.
 - Los antecedentes de rendimiento deportivo, incluidas en particular las mejoras importantes y repentinas en el rendimiento, y/o el alto rendimiento sostenido sin un récord de controles proporcional.
 - Los repetidos Incumplimientos con los requisitos sobre el paradero.
 - Los patrones sospechosos de presentación de información sobre el paradero, como por ejemplo, las actualizaciones de último momento.
 - El mudarse a o entrenar en un lugar remoto.
 - La retirada o ausencia de una competición esperada.
 - La asociación con un tercero, como ser un compañero de equipo, entrenador o médico, con antecedentes de participar en dopaje.
 - Una lesión.
 - La edad o etapa de la carrera, como por ejemplo, avanzar de nivel juvenil a mayor, acercarse al final del contrato o acercarse al retiro.
 - Los incentivos financieros para mejorar el rendimiento, como ser premios en dinero u oportunidades de patrocinio.
 - La información confiable de un tercero, o inteligencia desarrollada por o compartida con la OAD.

La OAD debe determinar en qué grado cada uno de los siguientes tipos de controles es necesario para detectar y desalentar las prácticas de dopaje de forma inteligente y efectiva:

- Controles en competición y controles fuera de competición:
 - En los deportes y disciplinas evaluados como de alto riesgo de dopaje durante los períodos fuera de competición, se priorizarán los controles fuera de competición, y una parte importante de los controles disponibles se realizarán fuera de competición. Sin embargo, igualmente se debe llevar a cabo una cantidad concreta de controles en competición.
 - En los deportes y/o disciplinas evaluados como de bajo riesgo de dopaje durante los períodos fuera de competición se priorizarán los controles en competición, y una parte importante de los controles disponibles se realizarán en competición. Sin embargo, igualmente se llevarán a cabo algunos controles fuera de competición, proporcionales al riesgo de dopaje fuera de competición en dicho deporte/disciplina. En casos muy excepcionales, es decir, en el pequeño número

3 COLABORA CON EL ESPECIALISTA EN LA DETERMINACIÓN DE LA DIETA Y EN LA PRESCRIPCIÓN DE AYUDAS ERGO NUTRICIONALES ANALIZANDO LOS PRINCIPALES CONCEPTOS DE NUTRICIÓN DEPORTIVA Y LOS EFECTOS NOCIVOS DE LAS SUSTANCIAS DOPANTES PARA LA SALUD

de deportes y/o disciplinas donde se determina de buena fe que no hay riesgo concreto de dopaje durante los períodos fuera de competición, puede no haber controles fuera de competición.

- Controles de orina.
- Controles de sangre.
- Controles que incluyan el perfil longitudinal, es decir, el programa de ABP.
- Cabe mencionar que excepto en circunstancias excepcionales y justificables, todos los controles serán controles sin aviso previo:
- Para los controles en competición, la selección del sujeto se puede conocer de antemano. Sin embargo, la selección aleatoria no se revelará al deportista hasta que este sea notificado.
- Todos los controles fuera de competición serán controles sin aviso previo, excepto en circunstancias excepcionales y justificables.

3.9.2 Toma de conciencia de la importancia y la incidencia del dopaje en la salud de los deportistas

Según la Agencia Mundial Antidopaje, los gobiernos de todo el mundo se han puesto de acuerdo por primera vez para aplicar la fuerza del derecho internacional contra el dopaje. Este hecho es importante porque existen áreas específicas en las que sólo los gobiernos poseen los medios necesarios para promover la lucha contra el dopaje.

Además, la Convención contribuye a garantizar la eficacia del Código Mundial Antidopaje. Dado que éste es un documento no gubernamental aplicable únicamente a los miembros de organizaciones deportivas, la Convención proporciona el marco jurídico para que los gobiernos puedan abordar áreas específicas del problema del dopaje situadas fuera del alcance del movimiento deportivo. De esta forma, **"la Convención contribuye a formalizar las normas, políticas y directrices internacionales en el ámbito de la lucha contra el dopaje con el objetivo de ofrecer un entorno de participación sano y equitativo para todos los atletas"**.

En este sentido, las federaciones deportivas internacionales firmantes del Código, tal es el caso de la FIDE, están llamadas a respaldar la oferta de educación antidopaje entre sus atletas y la comunidad deportiva en general. Autoridades destacadas en el campo opinan que **"el sistema de prevención del dopaje en el deporte debe repensar su rol y función de una manera no coercitiva, sino preventiva y educativa; enseñando y ayudando a los atletas a que no se dopen, llegando, con la reflexión y la educación, a una comprensión duradera y permanente de**

los verdaderos riesgos éticos y para la salud que esta práctica implica, y no a través del miedo a un castigo".

En por lo anteriormente expresado que decir no al dopaje y a la trampa en el deporte no es suficiente; debemos trabajar inteligentemente y con nuevos enfoques, en la prevención de este fenómeno a través de estrategias de educación en valores.

● Identificación del problema

La Agencia Mundial Antidopaje, en tanto ente rector de la lucha contra el dopaje en el deporte sostiene que:

- La investigación en ciencias sociales en el campo de la lucha contra el dopaje ha tenido unos progresos considerables a lo largo de los últimos 10 años.
- Centrarse en los métodos de detección y disuasión limita la eficacia de los programas antidopaje.

De manera general, los deportistas y el personal de apoyo del deportista reciben muy poca formación estructurada de las medidas antidopaje. Esto da como resultado una mayor vulnerabilidad y predisposición al dopaje.

La educación basada en valores gracias a la toma de decisiones y al razonamiento moral son las estrategias más eficaces en materia de prevención de dopaje.

Es por ello y los resultados de importantes investigaciones en este campo es por lo que "la AMA y sus colaboradores se han comprometido a dedicar más recursos humanos y financieros a la educación basada en valores con el fin de mejorar la eficacia de los programas antidopaje en todo el mundo".

Por lo tanto, la prevención del dopaje mediante la educación debe ocupar un lugar más central en el sistema antidopaje y formar parte de todos los esfuerzos en el marco de la lucha contra el dopaje. Se trata de enseñar a los deportistas, los valores que fortalecen la capacidad de los deportistas y de su personal de apoyo en la toma de decisiones éticas a lo largo de su carrera deportiva.

Sin embargo, aunque dicha comisión ha cumplido con la tarea encomendada, existe la percepción de que tanto el deportista como el personal de apoyo al mismo recibió muy poca formación sobre el tema del dopaje y la trampa y, por extensión, las sanciones y las medidas antidopaje. Esta situación es especialmente preocupante en el caso de los entrenadores, árbitros, organiza-

dores, dirigentes y los padres de niños y jóvenes deportistas.

Adicionalmente y con el rápido avance de la tecnología, las trampas desde hace unos 20 años han comenzado a manifestarse en algunos torneos y campeonatos. En este sentido y siendo la *Wada* un órgano antidopaje, la misma debería vincularse más estrechamente con entes portadores de estrategias educativas que garanticen la mayor calidad y precisión en la información divulgada. De tal manera que como problema central de este proyecto puede ser planteado el siguiente: ¿cómo contribuir efectivamente a la Educación Antidopaje y Anti trampa de la comunidad deportiva?

Siendo el dopaje un comportamiento de gran complejidad, se hace necesaria la adopción de un enfoque sistémico en el cual se prioricen la cultura y los valores del deporte; esto, mediante la adopción de un programa de prevención con fuertes bases en contenidos educativos, morales y éticos.

● Objetivo general

Desarrollar cursos de prevención como estrategia efectiva para crear conciencia acerca de la necesidad de una Educación Antidopaje y Anti trampa, dirigida a los distintos miembros que conforman la comunidad deportiva.

● Propósito

Mediante su participación en cursos de prevención en Dopaje la comunidad ajedrecista podrá adquirir conocimientos básicos relativos al fenómeno del dopaje y el Código que lo regula; su definición, tipos, importancia e impacto en la sociedad; además del estado actual de la lucha antidopaje y anti trampa adelantada por Federaciones Internacionales; en tanto organismos afiliado a la AMA y al Comité Olímpico Internacional (COI).

● Objetivos específicos

Para lograr cumplir el objetivo general, del presente proyecto se han propuesto cinco (5) objetivos específicos, los cuales se enuncian a continuación:

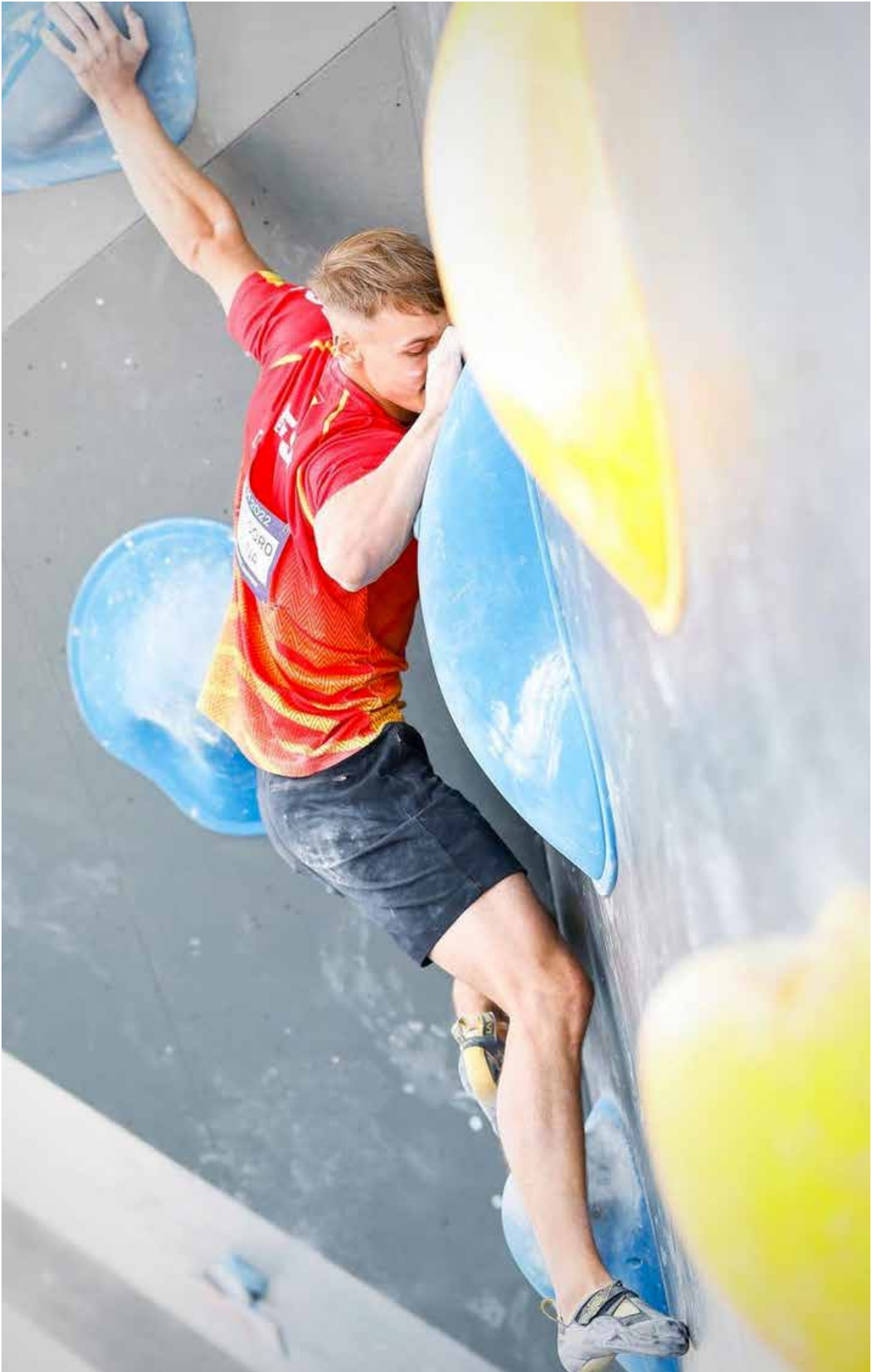
- Diseñar una estrategia de Educación Antidopaje y Anti trampa para los miembros de la comunidad deportiva.
- Organizar, en el marco de eventos regionales, continentales y mundiales, conferencias y talleres sobre dopaje y la trampa en el deporte.
- Diseñar, publicar y distribuir una guía básica en programas de prevención y educación antidopaje.

- Facilitar a la comunidad deportiva, las herramientas necesarias que contribuyan a una mejor comprensión y difusión de los principios de la lucha antidopaje en el deporte.
- Promover, entre las federaciones nacionales, la celebración de reuniones, cursos y conferencias sobre la temática del dopaje y la trampa en el deporte.

● Evaluación

La evaluación se realizará a lo largo del proyecto y considerará los siguientes elementos:

- **Cobertura:** referida a la cantidad de personas que participan en la implementación del proyecto y el número de beneficiarios (directos e indirectos).
- **Opinión de los participantes,** esto es información respecto a: organización de las actividades implementadas, calidad de presentación, concordancia con los objetivos establecidos, beneficio de los materiales, etc.
- **Índice de participación y deserción de los participantes** en las actividades propuestas en el proyecto.
- **Utilización racional del recurso financiero** con base en los aportes recibidos en relación con la programación inicial.
- **Composición corporal:** Componentes, métodos, aparatos e interpretación de resultados.
- **Determinación de la composición corporal de los deportistas:** Determinación de los aspectos a evaluar con relación a la composición corporal, selección de tests o medios de valoración, aplicación de tests o medios de valoración. La variable sexo como elemento diferenciador.
- **Estado nutricional:** Componentes, métodos, aparatos e interpretación de resultados.
- **Necesidades dietéticas y de hidratación** en la práctica de la actividad física.
- **Bases de la nutrición deportiva.**
- **Bases del trabajo** con los especialistas del ámbito (nutricionista). Funciones.
- **Control del estado nutricional de los deportistas:** Determinación de los aspectos a evaluar, selección de tests o medios de valoración, aplicación de tests o medios de valoración.
- **Colaboración con el especialista** en la realización de dietas y ayudas ergo nutricionales.
- **Elaboración de dieta** precompetitiva, competitiva y postcompetitiva.
- **Aceptación del trabajo** con el especialista.



4 DIRIGE LA PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA RELACIONANDO LOS PRINCIPIOS DE LA CARGA Y EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y COMPARANDO LOS PRINCIPALES MEDIOS Y MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DEPORTIVA

4.1 Fatiga, sobrecarga y sobreentrenamiento: Concepto, tipos, mecanismos de producción, indicadores y formas de prevención.

● ¿Qué es la fatiga?

Dependiendo de los diferentes parámetros de carga, después del entrenamiento deportivo se produce una fatiga más o menos acentuada, incluso un agotamiento. La fatiga precede al agotamiento y constituye una especie de mecanismo protector, que trata de impedir el agotamiento completo de las reservas propias del cuerpo.

El cuadro de la fatiga surge en un contexto de interacciones complejas entre fatiga periférica y fatiga central.

La **fatiga central** es aquella que se asocia a las alteraciones funcionales del sistema nervioso central (SNC), quedando afectadas las estructuras nerviosas responsables de la producción y del control de las contracciones de los músculos.

Se trata, por lo tanto, de un tipo de fatiga que se produce a nivel cerebral, produciendo una reducción en la contracción máxima voluntaria del músculo, lo cual afecta a la cadena de mando de la contracción muscular.

La **fatiga periférica** es aquella que se va a producir como consecuencia de las alteraciones del sistema nervioso periférico (SNP). Estas alteraciones son las que van a tener una incidencia a nivel muscular, por lo que a la fatiga periférica se le suele llamar también fatiga muscular.

4.2 ¿Qué es el sobreentrenamiento? Causas e indicadores

Por otro lado, definimos sobreentrenamiento como el fenómeno del descuido de la recuperación por el que pueden aparecer síndromes de sobrecarga crónica de naturaleza diferente, tanto en el ámbito físico como en el psíquico.

Entendemos por sobreentrenamiento una exigencia excesiva debida a la suma de estímulos excesivos: entrenamiento demasiado duro, sobrecarga en la vida laboral y privada, carencia de sueño, nutrición errónea y otras magnitudes de distorsión.

Se puede dar debido a:

- Incremento demasiado rápido de la cantidad y la intensidad del entrenamiento.
- Trabajo técnico forzado o excesivo de secuencias motoras difíciles.
- Unilateralidad pronunciada de los métodos y contenidos de entrenamiento.
- Acumulación de competiciones, con intervalos de recuperación insuficientes.

Y algunos de los indicadores que podemos encontrar en el deportista como fruto de ese estado son los siguientes:

- Ligera propensión a la fatiga.
- Excitación.
- Trastornos del sueño.
- Pérdida de apetito.
- Pérdida de peso corporal.
- Tendencia a la sudoración, sudoración nocturna, manos húmedas.
- Halo alrededor de los ojos, palidez.
- Tendencia al dolor de cabeza.
- Palpitaciones, presión intracardíaca, pinchazos en el corazón.
- Aceleración del pulso en reposo Metabolismo básico acelerado Temperatura corporal ligeramente elevada Dermografismo rojo marcado.
- Retraso en la recuperación de la frecuencia cardíaca normal después de la carga.
- Tensión arterial no característica.
- Hiperpnea anormal bajo carga.
- Hipersensibilidad frente a los estímulos sensoriales (sobre todo de tipo acústico).
- Secuencia motora poco coordinada, a menudo excesiva.
- Tiempo de reacción acortado, si bien muchas reacciones son erróneas.

4 DIRIGE LA PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA RELACIONANDO LOS PRINCIPIOS DE LA CARGA Y EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y COMPARANDO LOS PRINCIPALES MEDIOS Y MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DEPORTIVA

- Temblores.
- Retraso de la recuperación.
- Inquietud interior, ligera excitabilidad, irritación, depresión.

Las formas de prevención del sobreentrenamiento y la fatiga se deben basar prioritariamente en el control de la carga de entrenamiento de manera continua y manipulando la misma por medio de:

- Tipo.
- Duración.
- Intensidad.
- Alternancia y frecuencia.
- Todo ello teniendo siempre en cuenta el estado físico del deportista y los factores ambientales que le rodean.

4.3 Efectos de la fatiga en el sistema neuromuscular, endocrino e inmunológico

En el sistema neuromuscular, las zonas donde se concentra la fatiga son: la corteza motora, las estructuras control de las motoneuronas, la placa motora y el sarcolema. En este sentido, cuando determinadas motoneuronas están en estado de agotamiento, el sistema neuromuscular debe solicitar otras porciones musculares, las cuales manifiestan un umbral de excitación mayor que las anteriores, exigiendo así una mayor participación del sistema nervioso e incrementando aún más la fatiga del propio sistema. Por ese mismo motivo, la sollicitación de nuevas porciones musculares puede no producirse o realizarse de manera lenta o desequilibrada, afectando directamente a la coordinación muscular, ya que disminuyen los potenciales de las unidades motoras.

La descoordinación y la falta de precisión en los movimientos provocadas por la fatiga hacen que se incremente el riesgo de que el deportista sufra una lesión porque adopte modificaciones en su gesto deportivo, utilizando los recursos psicofisiológicos de los que dispone. Acciones habituales como los aterrizajes de saltos o los cambios de dirección pueden verse afectadas en situaciones de fatiga, ya que tanto los picos de fuerza en rodilla como los ángulos de flexión, rotaciones internas o abducciones y aducciones de tobillo y rodilla varían en un mismo sujeto en virtud de manifestar un estado de fatiga o no.

● Efectos sobre el sistema endocrino

A nivel endocrino, el ejercicio físico y la fatiga provocada por el mismo modifican, inciden en y

alteran los procesos endocrinos y hormonales en el organismo.

De esta forma, algunos de los efectos hormonales causados por la fatiga después del ejercicio físico pueden ser sensación de cansancio, fatiga general, dolor muscular y segregación diferenciada de ciertas hormonas respecto a los sujetos no fatigados.

Los grupos hormonales afectados son:

- Las catecolaminas (CA),
- la hormona del crecimiento (GH),
- la adrenocorticotropa (ACTH),
- la testosterona (T) o el cortisol (C).

● Efectos sobre el sistema inmunológico

El ejercicio físico moderado influye positivamente sobre el sistema inmunitario, mejorando la funcionalidad de la serie blanca. Esto no ocurre en sujetos que están en estado de fatiga o sobreentrenados, pues diferentes estudios han comprobado que el ejercicio físico intenso y prolongado, o sujetos que desarrollan el SSE, manifiestan una disminución significativa de los procesos inmunológicos. De esta manera, tenemos sin duda más información contrastada para ofrecer a los deportistas una planificación del entrenamiento deportivo detallada y adaptada a sus características, que evite los estados de fatiga prolongados y donde se produzca la adaptación del organismo a las cargas de entrenamiento. Los beneficios del ejercicio físico pueden verse mermados sin una programación adecuada, por lo que, como profesionales del entrenamiento, hemos de apuntar a controlar ciertos parámetros que nos proporcionen indicios de la no adaptación de los sujetos, pues las consecuencias pueden ser desastrosas para los deportistas.

4.4 La recuperación: Concepto, pautas de recuperación, técnicas de recuperación activa y pasiva

● ¿Qué es la recuperación?

La recuperación es el estado funcional del deportista una vez que concluye el trabajo, donde se restablecen las reservas energéticas y todas las sustancias que intervinieron durante la ejecución de la carga física, así mismo quedan restablecidas las diversas funciones del organismo, se recupera la capacidad física de trabajo y se produce un incremento gradual de la misma.

Dentro de las diferentes medidas de regeneración parece razonable subdividirlas en medidas

activas (p. ej., carrera de relajación) y pasivas (p. ej., masaje, sauna, baños, etc.), pues su eficacia tiene que valorarse de forma diferente. Se ha podido constatar que por ejemplo, un nivel elevado de lactato en sangre (por el efecto de tres carreras de velocidad constante) descendía, después de una pausa activa de media hora con carreras de relajación, de forma bastante más rápida que con un comportamiento de recuperación pasivo (reposo). Estos resultados subrayan la importancia de la carrera relajación después del entrenamiento o de la competición.

Sólo con una regeneración acelerada se puede efectuar varias sesiones de entrenamiento al día de forma óptima para mejorar la capacidad de rendimiento deportivo.

No obstante, las medidas pasivas se deberían utilizar a modo de complemento o con una indicación puntual (masajes de relajación, etc.). Las medidas de recuperación pasivas se necesitan sobre todo en casos de recuperaciones lentas, después de cargas agotadoras; en cualquier caso conviene prestar atención al aprovechamiento total del sueño nocturno, pues el restablecimiento se produce en él en su mayor parte por sí.

Todas estas medidas tienen como objetivo:

- Restauración de las reservas musculares de fosfógenos.

- Restablecimiento de la mioglobina con oxígeno.
- Reposición de las reservas de glucógeno muscular.
- Eliminación de sustancias tóxicas al organismo que se producen durante el trabajo físico y decrecer los niveles de acidez.

4.5 Métodos de control y valoración del entrenamiento en el alto rendimiento deportivo

La determinación de las cargas de entrenamiento es fundamental para conseguir una adaptación del organismo y mejorar su rendimiento deportivo. De esta manera, la carga debe determinarse según un objetivo y el nivel del deportista en cuestión.

Para ofrecer una determinación óptima de las cargas, la herramienta con la que cuenta el profesional de la actividad física es la planificación deportiva. Esta planificación debe ser flexible, o al menos, tener en cuenta tres criterios básicos.

- El primero es la carga planificada. En cualquier momento de la temporada, el entrenador debe saber qué carga de entrenamiento debe proponer a su deportista, con una intensidad, volumen, densidad (descansos) y frecuencia determinadas.



4 DIRIGE LA PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA RELACIONANDO LOS PRINCIPIOS DE LA CARGA Y EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y COMPARANDO LOS PRINCIPALES MEDIOS Y MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DEPORTIVA



- Carga prescrita para el día concreto de entrenamiento. En ocasiones no se corresponde cien por cien con la carga planificada.
- La carga realizada. Hemos de poder cuantificar dicha carga, pues realmente es la carga que ha llevado a cabo nuestro deportista.

Para determinar las cargas de entrenamiento, en primer lugar debemos realizar una evaluación del estado de forma del deportista, conociendo así su nivel actual y buscar un punto de encuentro con los objetivos planeados. Para ello disponemos de distintas herramientas:

- **Diarios.** Se trata de un registro del deportista sobre lo que ha hecho en cada entrenamiento.
- **Cuestionarios retrospectivos.** Se trata de información recogida tras el entrenamiento, y nos ofrece una visión subjetiva del deportista sobre lo que ha hecho. Es un método poco riguroso, ya que puede variar la veracidad de la información y alterar la realidad. Además, otro factor que influye sobre la información es la forma de realizar las preguntas, pues pueden reducir la información. A este método se le añade la observación externa del entrenador, quien aportará mayor información a la reportada por el deportista.
- **Observación directa.** Su valor máximo radica en aquellos aspectos cualitativos que pueden pasar desapercibidos a través de métodos cuantitativos.
- **Monitorización fisiológica.** Se trata del método de cuantificación de cargas de entrenamiento más utilizado en el alto rendimiento.

Para este último método se proponen:

- Determinación de umbrales ventilatorios (VT1-VT2).
- Determinación de umbrales de lactato, Frecuencia Cardíaca o de potencia.
- Determinación del VO_2 max.

- Porcentajes de Repetición Máxima (RM) o de la velocidad de ejecución.

Una vez conocidos, se puede cuantificar el rendimiento del deportista de manera continua y se pueden utilizar distintas unidades de cuantificación como los TRIMP, LuTRIMP (*Lucía Trimp*), TSS (*Training Stress Score*), etc..

4.6 El control del entrenamiento y la competición en el alto rendimiento deportivo: Funciones y características

Viru y Viru (2003) explican que, además de este objetivo prioritario ya comentado, el control del entrenamiento cumple con una doble función:

- Proporciona información de retroalimentación sobre los efectos del entrenamiento y la adecuación del diseño del mismo.
- Permite conocer el patrón de las posibilidades adaptativas de un deportista.

Por otro lado, y respecto al entrenamiento, el control de la competición realiza funciones similares, porque nos suministra información sobre el comportamiento del deportista durante la misma, por ejemplo sobre la efectividad de las estrategias de afrontamiento utilizadas ante la competición. De esta forma, el control de la competición cumple una función fundamental, porque permite que el deportista se enfrente a la misma de forma positiva en próximas ocasiones, a través de diferentes herramientas, por ejemplo, el recuerdo de una experiencia competitiva previa exitosa. Y ahí tenemos un importante papel como profesionales de la actividad física y el deporte, ya que debemos ofrecer al deportista esas herramientas necesarias para evitar que este experimente sensaciones poco deseables ante la competición, como falta de confianza, autointimidación ante un gran ambiente, tensión muscular, etc. Por ello, y para que el deportista conozca sus resultados de la manera más objetiva posible, cada vez se permite con mayor frecuencia la implementación de tecnología que controle al deportista durante la competición, como ocurre, por ejemplo, con el uso de receptores GPS en fútbol o de potenciómetros en ciclismo. Los primeros se han explicado en apartados anteriores, mientras que los segundos tienen como función principal evaluar las zonas de entrenamiento y la intensidad de carrera del ciclista de acuerdo con sus habilidades, permitiendo optimizar los programas de entrenamiento.

Por otra parte, *Viru y Viru* (2003) exponen algunas características básicas del control del entrenamiento, que en realidad son también aplicables a la competición:

- Se basa en los cambios registrados en los deportistas durante las diversas fases del entrenamiento o bajo la influencia de los principales elementos de las actividades deportivas (sesión de entrenamiento, competición, etc.).
- Es un proceso muy específico, que depende del evento deportivo, el nivel de resultados del deportista y las diferencias de edad/sexo. Así, los métodos de control del entrenamiento deben elegirse específicamente según las características del deportista y del entrenamiento o competición.
- Aporta información fiable relacionada con la tarea que se controla. De esta forma, cualquier método de control es válido si cumple con esta premisa.
- La información que aporta es científicamente válida, porque solo así se pueden realizar las correcciones necesarias en el diseño del entrenamiento.
- Cumple con el principio "prueba mínima – máxima información fiable".

4.7 La valoración de las capacidades condicionales y coordinativas en el alto rendimiento deportivo

Las capacidades condicionales (fuerza, resistencia, velocidad y amplitud de movimiento) y las capacidades coordinativas son fundamentales para conocer la condición física del deportista y comprobar su evolución a través del entrenamiento y la valoración de las mismas.

La valoración de la condición física tiene tres objetivos:

- Prescribir cargas de entrenamiento adaptadas al sujeto.
- Establecer referencias a partir de las cuales comprobar los efectos del entrenamiento.
- Control del entrenamiento.

Por otra parte, las capacidades coordinativas son la óptima relación entre el sistema nervioso y la musculatura esquelética. Facilita el aprendizaje de los gestos técnicos, favorece la eficiencia del movimiento, posibilita la adaptación del movimiento a las condiciones del entorno, acerca la acción real a la deseada, estimula la creatividad y potencia la individualidad.

Para evaluar las capacidades condicionales podemos emplear distintas pruebas o test. Así, podemos evaluar la fuerza dinámica máxima por distintos métodos de medición de RM como el de *Brzycki, Brown o Guynes et al.*

Brzycki (1993)

$$\% 1RM = 102,78 - 2,78 \times \text{reps}$$

Press banca. Brown et al. (1995)

$$1RM = (1,2991 \times 7 - 10RM) + 4,373$$

Sentadilla (mujeres) Guynes et al. (1995)

$$1RM = (1,0778 \times 5 - 10RM) + (2,242 \times \text{reps}) + 10,061$$

Por otro lado, es interesante medir el perfil de **F-V (Fuerza – Velocidad)** es un método de evaluación del rendimiento neuromuscular de los deportistas, que consigue mirar más allá de la potencia máxima, en liga ese lo cuantitativo, ofreciéndonos una explicación extra de cómo ese deportista produce fuerza. Si solamente analizamos la potencia máxima, o medidas de esa naturaleza, estaremos obviando información importante relacionada con la capacidad de éste de aplicar fuerza ante diferentes cargas, con diferentes cantidades de tiempo disponibles.

Por último, para evaluar la fuerza explosiva pueden emplearse saltos o lanzamientos, mientras que para valorar la fuerza resistencia se utilizan suspensiones o acciones repetitivas (número de repeticiones).

Por su parte, la capacidad glucolítica puede valorarse a través del tiempo empleado en carreras (de 100, 200 o 300 metros) o del *shuttle run*, mien-



4 DIRIGE LA PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA RELACIONANDO LOS PRINCIPIOS DE LA CARGA Y EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y COMPARANDO LOS PRINCIPALES MEDIOS Y MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DEPORTIVA

tras que la resistencia puede evaluarse a través del *Harvard Step Test* o test del escalón o de los conocidos *test de Cooper* y *Course Navette*.

La valoración de la velocidad puede realizarse a través de una carrera lanzada de 30 metros o a través de un test de carrera de 5 metros, en el que se realizarán 10 repeticiones, en el caso de la velocidad de desplazamiento.

Por último, la amplitud de movimiento podemos evaluarla a través de diferentes test, como por ejemplo el test dedos-suelo o el *sit and reach*, que indiquen la capacidad que tiene el sujeto de realizar movimientos de extensión

Por último, aunque las capacidades coordinativas, como se ha explicado anteriormente, son necesarias en la realización de prácticamente todas las acciones y gestos técnicos que se efectúan en los distintos deportes, también existen test específicos en función de la práctica deportiva. Estos sirven para cuantificar la habilidad coordinativa necesaria durante el entrenamiento y la competición en un determinado deporte. De esta manera, podemos diseñar distintos circuitos que integren todas estas capacidades, valorando así tanto el tiempo para su ejecución como la calidad de los movimientos en las mismas.

4.8 Instrumentos para la evaluación del proceso y de los resultados en el alto rendimiento deportivo

A la hora de realizar una evaluación del proceso de entrenamiento vamos a disponer de distintas herramientas e instrumentos (detalladas en un

epígrafe anterior) que nos ayudarán a obtener datos de los deportistas y distintos softwares que nos ayudarán a procesar la información.

Entre los instrumentos de medición más comunes podemos encontrar:

- **Cronómetros:** medición de tiempo con el correspondiente factor de error humano.
- **Células fotoeléctricas:** Mediciones de tiempo y distancias de manera más fiable sin el error humano correspondiente.
- **Cámaras de alta velocidad:** Permiten grabar movimientos realizados a gran velocidad, en los que será posible identificar los patrones que llevan a la obtención de buenos o malos resultados (detección de aciertos y errores en la ejecución).
- **Plataformas de contacto:** Permiten determinar la altura del salto vertical a partir del tiempo de vuelo, a través del cual es posible estimar la fuerza explosiva del tren inferior.
- **Plataformas de fuerza:** que miden de manera directa, y no estimada, la fuerza del tren inferior.
- **Encoders:** Permiten controlar la velocidad y potencia de ejecución experimentada en cada repetición, a través del desplazamiento lineal del dispositivo.
- **Dinamómetros:** miden los niveles de fuerza isométrica del deportista.
- **App móviles:** Cada vez existen más apps, algunas validadas para la valoración del rendimiento.
- **Medidores de potencia.** Con objeto de la medición de la fuerza aplicada (ciclismo, running, remo, etc).



- **Pulseras o anillos inteligentes** que registran variabilidad, parámetros del sueño, movimientos del día a día: *Mywhoop, Aura*.

Con respecto a distintos softwares podemos encontrar:

- Hojas Excel individualizadas para cada deporte.
- Softwares y APP para medición de fuerza – velocidad (*Ironpath, mylift, myjump, Spleeft*).
- Software para control de la carga de entrenamiento: *Trainingpeaks, Today's Plan, Endurance Tool*.
- Software para análisis de datos. *WKO, Golden Cheetah*.
- Software para análisis de video: *Kinovea, Dartfish*.
- APP relacionadas con variabilidad de frecuencia cardíaca: *hrv4training, elitehrv*.

4.9 Determinación de las cargas de entrenamiento y su progresión en función del nivel de los deportistas

● Principio del estímulo eficaz para el entrenamiento

El principio del estímulo eficaz para el entrenamiento expresa la necesidad de que el tiempo de carga supere un umbral determinado, lo cual permite el aumento del rendimiento. La cuantía necesaria del estímulo depende del estado de entrenamiento de cada deportista.

● Principio de la carga individualizada

Con el principio de la carga individualizada se busca que los estímulos de entrenamiento se correspondan con la capacidad de carga psicofísica, con la tolerancia individual y con las necesidades de cada deportista. Un estímulo de entrenamiento objetivamente igual puede suponer una exigencia escasa para un deportista y excesiva para otro. Un método de entrenamiento resulta idóneo para uno, mientras que para otro supone una carga adicional.

● Principio de la carga creciente

El principio de la carga creciente (progresiva) se deduce de la relación proporcional entre la carga, la adaptación y el aumento del rendimiento. Según este principio, las exigencias planteadas al deportista tienen que aumentar de forma sistemática dependiendo de la preparación física, coordinativa, técnica, táctica, intelectual y de la fuerza de voluntad (*Thiess/Schnabel/Bau-*

mann, 1980). Si las cargas de entrenamiento se mantienen constantes durante un periodo de tiempo prolongado, terminan perdiendo su eficacia para aumentar el rendimiento (se incumple el principio del estímulo eficaz para el entrenamiento). Por tanto, las cargas constantes contribuyen sólo a mantener la capacidad de rendimiento, no a mejorarla. El aumento de la carga tiene que darse en los momentos correspondientes, teniendo en cuenta la edad cronológica (la edad en relación con la fecha de nacimiento), la edad biológica (edad según el grado en que se manifiesten los rasgos biológicos específicos de la edad), la edad de entrenamiento (período desde el inicio de un entrenamiento regular) y el nivel de la capacidad de rendimiento deportivo.

● Tipos de incremento de la carga

La manera correcta de incrementar la carga, en función de la edad de entrenamiento, el nivel de rendimiento, el tipo de desarrollo del rendimiento, etc., es un factor decisivo para la organización eficaz del entrenamiento. Distinguimos entre incremento de la carga progresivo, discontinuo y variado.

- **Continuo:** El incremento progresivo de la carga se aplica sobre todo en el ámbito juvenil. Los procesos de crecimiento implican la posibilidad de daños específicos si se produce un incremento forzado de la carga; por tanto, los estímulos de carga en las edades infantil y juvenil deberían aumentar de forma estrictamente progresiva y acorde con la edad. No obstante, también en el deporte de élite interesa un incremento de la carga progresivo, mientras las reservas de rendimiento se puedan agotar de esta manera.
- **Incremento discontinuo de la carga:** Si en el transcurso de un proceso de entrenamiento a largo plazo con incremento continuo de la carga se llega a una evolución insatisfactoria del rendimiento o incluso a la aparición de fenómenos de estagnación, recomendamos aplicar un incremento discontinuo de la carga. Dicho incremento necesita una buena base de rendimiento ya existente. El incremento discontinuo de la carga –ya sea por un aumento súbito del volumen o de la intensidad del entrenamiento– produce, incluso en deportistas entrenados, una nueva alteración de la homeostasis (que modifica el equilibrio psicofísico del deportista y obliga al organismo a poner en marcha procesos de adaptación. Importante: después de estos “saltos de la carga”, el organismo necesita siempre un tiempo determinado para adaptarse al nuevo nivel de carga y estabilizarlo. Los síntomas asociados a este incremento de la carga pueden ser: inestabilidad del rendimiento, mayor

4 DIRIGE LA PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA RELACIONANDO LOS PRINCIPIOS DE LA CARGA Y EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y COMPARANDO LOS PRINCIPALES MEDIOS Y MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DEPORTIVA

predisposición a lesionarse y desajustes del equilibrio psíquico. La distancia temporal entre los sucesivos saltos de la carga tiene que establecerse de forma individual.

- **Principio de la carga variada:** En un cierto nivel de rendimiento, el incremento variado de la carga es un requisito imprescindible para la posterior mejora del rendimiento. Como ocurría en el caso del incremento discontinuo de la carga, se intenta aquí provocar, mediante modalidades de carga desacostumbradas, nuevas alteraciones de la homeostasis, con los consiguientes procesos de adaptación en el organismo del deportista. La carga variada (que se puede configurar mediante cambio de la velocidad en la realización motora, mediante cargas suplementarias específicas, cambio de la distribución de la carga y las pausas, cambio de los métodos de entrenamiento, etc.) debería aplicarse sobre todo cuando el incremento continuo de la carga no produce ya mejoras de rendimiento, o cuando queremos mantener o garantizar la forma deportiva en un nivel alto, bien durante un período de tiempo prolongado bien con varios puntos máximos a lo largo de la temporada.

● Principio de la alteración de la carga

El principio de la alteración de la carga interesa sobre todo en modalidades complejas, en las cuales cuentan varios factores físicos del rendimiento (p. ej., en decatlón). Para desarrollar la forma óptima y con la máxima economía las diferentes capacidades motoras relevantes para el rendimiento, necesitamos conocer en profundidad el heterocronismo de la recuperación después de la carga. Con este concepto damos a entender que las diferentes formas de carga (entrenamiento de fuerza, resistencia, coordinación, etc.) someten al organismo a desgastes de diferente tipo, y que la cuantía o la duración de la regeneración varían en función del tipo de carga. Así, por ejemplo, un entrenamiento de resistencia voluminoso desgasta principalmente las reservas energéticas del músculo; después de un estímulo de entrenamiento de este tipo se necesita un tiempo determinado para la repleción de estos depósitos, esto es, para recuperar la capacidad de rendimiento inicial.

● Principio de la relación óptima entre carga y recuperación

El proceso de desarrollo de los fenómenos de adaptación originados por el entrenamiento discurre en fases. Distinguimos la fase de carga y la fase de recuperación, incluida la supercompensación.

IMPORTANTE: el concepto de "supercompensación" se utiliza actualmente de muchas maneras, en contextos que no se corresponden con su sentido originario: aumento, condicionado por el entrenamiento, del potencial energético en forma de recarga – debido al incremento de la glucosa intracelular (glucógeno)– de las reservas energéticas musculares y hepáticas.

● Principio de la periodización de la carga

La carga no se puede mantener durante todo el año en la zona límite de la capacidad individual, esto es, el deportista no puede estar mucho tiempo en plena forma. Por este motivo la alternancia entre carga y descarga, entre aumento del volumen y descenso de la intensidad, etc., tiene que someterse a un ciclo periódico.

De esta forma se consigue la forma óptima en el momento idóneo (la competición importante), sin por ello abdicar del principio de la carga continua. La experiencia práctica nos aconseja dividir el proceso del entrenamiento en pretemporada, período de competición y período de transición. Una alternancia de este tipo permite evitar el "sobreentrenamiento" del deportista y alcanzar cotas máximas de rendimiento que serían imposibles con una carga elevada y continua.

4.10 Selección de métodos y medios de entrenamiento en función de los objetivos del entrenamiento y la competición en el alto rendimiento deportivo, de las características de los deportistas y su adaptación al esfuerzo

Para alcanzar los objetivos del programa de entrenamiento, es necesario definir los contenidos a tratar, que se desarrollarán seleccionando un conjunto de métodos y medios de entrenamiento que se adapten a las características de la modalidad deportiva, la edad del atleta, sus características psicológicas y las diferentes etapas de la temporada. Los medios son ejercicios físicos que imponen una carga funcional en el cuerpo del atleta para desarrollar su condición física. Los métodos son los instrumentos de los que disponen los entrenadores para desarrollar las capacidades motoras, técnicas y tácticas de los atletas.

Los medios de entrenamiento se asocian a los métodos en el plan de entrenamiento para lograr un desarrollo armonioso y completo del atleta. No se deben considerar como unidades

separadas sino que deben evaluarse y aplicarse en conjunto según las necesidades específicas de cada etapa del proceso de entrenamiento.

● Medios del entrenamiento

Los medios de entrenamiento son ejercicios físicos para estimular el cuerpo del atleta y desarrollar sus capacidades físicas según los objetivos y tareas del proceso de entrenamiento. Estos ejercicios se organizan en tres categorías:

- **Ejercicios de preparación general:** Su propósito es garantizar el desarrollo armonioso del organismo y proporcionar una base funcional que sirva de soporte a un buen resultado. Deben estar presentes durante toda la temporada de entrenamiento y permiten aumentar la capacidad de trabajo, mejorar la velocidad de recuperación, desarrollar los grupos musculares que no tienen una participación muy activa en la modalidad deportiva del atleta y proporcionar una influencia recreativa que evite fenómenos de saturación.
- **Ejercicios de preparación específica:** Son los ejercicios que reproducen aproximadamente los movimientos requeridos durante las competiciones. Debido a su estructura, intensidad y duración permiten desarrollar las capacidades motoras específicas de la modalidad deportiva del atleta así como los aspectos técnicos y tácticos de la misma.
- **Ejercicios de competición:** Son ejercicios directamente relacionados con las condiciones que los atletas encontrarán durante las competencias y con los reglamentos en vigencia en los eventos en los que participarán. Su propósito es simular en la medida de lo posible las condiciones de competición y su importancia relativa con respecto a los ejercicios de preparación general y específica aumenta conforme se aproxima una competición.

4.10.1 Métodos avanzados

Los métodos de entrenamiento son procedimientos sistemáticos utilizados para lograr los objetivos del proceso de entrenamiento. El entrenador los selecciona considerando factores como el sistema energético predominante en la modalidad (aeróbico o anaeróbico), las características del atleta (edad, factores psicológicos, capacidades motoras, etc.), las adaptaciones musculares y funcionales a estimular y las correcciones técnicas a introducir.

Existen varios métodos de entrenamiento, frecuentemente clasificados en los siguientes grupos:

- **Métodos continuos:** Se caracterizan por una duración prolongada de los esfuerzos (al menos 30 minutos) y procuran desarrollar la ca-



4 DIRIGE LA PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA RELACIONANDO LOS PRINCIPIOS DE LA CARGA Y EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y COMPARANDO LOS PRINCIPALES MEDIOS Y MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DEPORTIVA

pacidad aerobia mediante una absorción más eficiente del oxígeno. Entre estos se incluyen el método continuo, el método alternado y el método *fartlek*.

- **Métodos de intervalos:** Los métodos de intervalos alternan las fases de carga y recuperación de formas preestablecidas y seleccionadas según el objetivo del plan de entrenamiento. Estos métodos se enfocan principalmente en desarrollar los sistemas aerobio y anaerobio, los procesos de compensación, la capacidad de tolerancia y la motivación. Entre los métodos de este tipo se encuentran el método de carga de corta duración, el método de carga de media duración, el método de carga de larga duración, el método de carga extensiva, el método de carga intensiva y el método de repetición entre otros.
- **Métodos de pruebas y competición:** Estos métodos dosifican los estímulos de forma que los efectos en los atletas se correspondan con las condiciones que encontrarán en las competiciones. Buscan lograr efectos en todas las áreas del entrenamiento (física, mental, técnica y táctica) y deben usarse durante toda la temporada de entrenamiento.

4.11 Identificación de los indicadores de fatiga, recuperación y sobreentrenamiento.

● Niveles de catecolaminas

Las catecolaminas (CA) son hormonas que están en el torrente sanguíneo, y actúan como neurotransmisores del SNC. Son sustancias que incluyen la epinefrina (EPI), norepinefrina (NE) y dopamina. Su aparición provoca cambios en el organismo, de forma que prepara al cuerpo

para realizar ejercicio físico. Pero un decremento de CA puede ser signo de estar manteniendo un ejercicio físico intenso y prolongado en el tiempo, ya que es una respuesta inmunitaria del cuerpo ante la fatiga crónica.

La medición de las catecolaminas se realiza en orina nocturna. En sujetos con sobreentrenamiento los valores de EPI y NE disminuyen en niveles basales, acompañados de dolor muscular y fatiga.

● Respuesta androgénica: testosterona y cortisol

Tanto la concentración de Testosterona como la de cortisol sufren alteraciones con el ejercicio físico, considerándose respuesta simpático-suprarrenal del sobreentrenamiento. Dentro de su funcionalidad, la testosterona tiene una función anabólica, pues es la encargada de sintetizar proteínas contráctiles. En cambio, el Cortisol tiene una función catabólica, rompiendo los sustratos para la obtención de energía. La intensidad y duración del ejercicio físico también se relacionan con un incremento de la Testosterona. De esta manera, un ejercicio agudo incrementa la Testosterona y el Cortisol, no viéndose este efecto cuando el ejercicio es máximo o submáximo de larga duración, pues en esta ocasión la Testosterona disminuye. De hecho, estas dos hormonas representan un índice, el índice T:C, el cual es indicativo de sobreentrenamiento. En un análisis matemático del cociente T:C podemos afirmar que a mayores concentraciones de Cortisol respecto a las de Testosterona predominaría la función catabólica. El descenso de este índice por debajo del 30% sugiere que el deportista puede manifestar pérdida de masa muscular, del rendimiento, elevaciones de la urea plasmática y por llevar a ello el sobreentrenamiento.



4.11.1 Marcadores psicológicos

Es imprescindible tener en cuenta el aspecto psicológico del deportista, pues es un factor determinante tanto para la adaptación a las cargas de entrenamiento como para el mantenimiento de la forma deportiva. En lo referido a indicadores de fatiga o sobreentrenamiento existen varias formas de establecer pautas de actuación e intervención psicológica hacia el deportista.

- **Estado de ánimo del deportista:**

Se trata de un parámetro psicológico que varía en función del ejercicio físico, y que puede medirse a través del *Profile of Mood State* (POMS) (McNair et al., 1971). Este instrumento nos da información sobre seis factores fundamentales del estado de ánimo: tensión, depresión, ira, vigor, fatiga y confusión

- **Percepción Subjetiva del Esfuerzo:**

Otra información que puede obtenerse desde el prisma psicológico es la percepción subjetiva del esfuerzo realizado ante una carga de entrenamiento. Esta percepción ofrece una connotación interna del deportista, y proporciona un feedback interesante al entrenador. Para su medida se utiliza la Escala Subjetiva del Esfuerzo (RPE) o *Escala de Borg* (Borg, 1970). La escala por sí sola no representa un instrumento para evaluar la fatiga, por lo que utilizarla junto al análisis de lactato en sangre ha resultado ser una buena medida (Snyder et al., 1993). Para ello se propone el cociente Lactato: RPE x 100. Cuando el índice es menor que 100, el sujeto sufre riesgo de manifestar sobreentrenamiento. La otra manera es utilizar sRPE que trata de unificar el RPE x tiempo de la sesión.

4.11.2 Marcadores biológicos

- **Concentración de glucosa:**

Definida la gluemia como la concentración de glucosa en sangre, se estima que la glucosa no sufre variaciones durante el desarrollo de un ejercicio prolongado y que depende de distintos factores, como los dietéticos y sus depósitos hepáticos. Pese a esta invariabilidad de la glucosa cuando se realiza ejercicio físico, en sujetos con sobreentrenamiento. La disminución del porcentaje de glucosa puede representar hasta el 40% en concentraciones musculares tras varios días consecutivos de carga.

- **Concentración de creatina quinasa:**

La creatina quinasa (CK) es un sustrato metabólico cuya concentración se encuentra en el músculo en su mayor porcentaje (98%). Aunque su concentración depende de la dieta, de la actividad metabólica y endocrina y de su capacidad para ser degradada, altas concentraciones de CK suponen un buen indicador de sobreentrenamiento

- **Concentración de urea**

La concentración de urea es un excelente indicador de proteína catalizada, por lo que supone un marcador interesante para las cargas de entrenamiento físico. Un incremento de urea en sangre u orina será lógicamente incrementado para cualquier realización de ejercicio físico, pero también su recuperación o disminución justo después de realizar el esfuerzo, pues pasadas 24 horas debe volver a valores basales. De no ser así, nos encontramos ante un signo evidente de fatiga o sobreentrenamiento.

- **Otros marcadores: el sueño**

El sueño es considerado como un factor a tener en cuenta para el análisis de la fatiga o sobreentrenamiento. En la actualidad existen



4 DIRIGE LA PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA RELACIONANDO LOS PRINCIPIOS DE LA CARGA Y EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y COMPARANDO LOS PRINCIPALES MEDIOS Y MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DEPORTIVA

test específicos del sueño que permitirán evaluar el estado de sueño de los deportistas (*Uribe et al.*, 2000), ofreciendo al entrenador más información en el control de las cargas.

4.12 Determinación del proceso y del objeto de la evaluación en el entrenamiento y la competición

La evaluación en el proceso de entrenamiento ha de contestar siempre a las siguientes cuestiones:

- ¿Se han conseguido los objetivos planteados para la sesión o el bloque de entrenamiento?
- ¿Eran los objetivos planteados adecuados para la composición y para el estado de rendimiento del grupo de deportistas?
- ¿Se tuvieron en cuenta las condiciones de entrenamiento locales, y se aprovecharon suficientemente?
- ¿Resultó adecuada la elección de los ejercicios?
- ¿Se midió correctamente el volumen de los ejercicios y la intensidad de su realización?
- ¿Se mantuvo la secuencia temporal planificada y el énfasis sobre contenidos determinados?
- ¿Se eligió correctamente la relación entre carga y recuperación?

Las respuestas a estas preguntas, o a otras comparables, son un punto de apoyo para la planificación del entrenamiento a corto o a largo plazo. Si la evaluación del entrenamiento no se efectúa, o se hace de forma incompleta o sin el cuidado necesario, el proceso de entrenamiento no se podrá dirigir de forma selectiva ni corregir en una medida suficiente.

La problemática de la elaboración posterior y la evaluación del entrenamiento nos lleva a un punto central de la moderna metodología del entrenamiento, concretamente a la organización del entrenamiento.

Por otro lado, todo resultado de una competición se debe evaluar entre 1 y 2 días después de ésta, esto es, con una cierta distancia y de la forma menos emocional posible.

IMPORTANTE: todo análisis de una competición –con independencia del éxito obtenido– tiene que llevar a una actitud óptima ante el entrenamiento.

Los buenos resultados en competición confirman al deportista la validez del entrenamiento efectuado y le motivan para continuar el camino recorrido con éxito.

Los malos resultados piden un análisis minucioso de sus causas.

En el proceso de entrenamiento a largo plazo se debe capacitar gradualmente al deportista para el análisis autónomo de su rendimiento en competición y para sacar de dicho análisis las conclusiones necesarias.

Sólo quien reconoce sus errores y aprende de ellos consigue, sacando las conclusiones correspondientes, mejorar la capacidad de rendimiento deportivo personal.

4.13 Diseño y selección de los instrumentos y los recursos para la evaluación y el control del entrenamiento y la competición propios del alto rendimiento deportivo. (Diarios de entrenamiento, tests físicos, tests fisiológicos)

La evaluación del rendimiento es, junto con la planificación del entrenamiento, el requisito previo básico para la organización del entrenamiento.

- Encuesta, entrevista;
- Observación (a cargo del entrenador/preparador; con documentación, cuadrículas, vídeo/película, ordenador y similares);
- Tests deportivo-motores;
- Evaluaciones de la psicología deportiva;
- Evaluaciones de la medicina del deporte (cardiológicas, fisiológicas y bioquímicas);
- Evaluaciones anatomo-funcionales;
- Evaluaciones biomecánicas.

En primer lugar, el diario de entrenamiento es una excelente herramienta que posibilita la recogida de datos por parte del deportista, del preparador físico o del entrenador y que permite medir parámetros muy variados, por ejemplo la cuantificación de la carga que planifica el preparador físico o la percepción subjetiva del deportista respecto a la misma. Además, el propio deportista mejorará su autoconocimiento, adquiriendo autonomía para regular el entrenamiento. Adicionalmente, el desarrollo de los entrenamientos permite tanto al deportista como a su entrenador comprobar los progresos realizados, al anotar los resultados obtenidos en las sesiones de entrenamiento y en las competiciones disputadas. La realización de este tipo de diarios puede variar mucho, ya que deben ser específicos y adaptarse al deportista y a la práctica deportiva que este realice.

Por otro lado, hoy en día se disponen de distintas plataformas virtuales con *Training Peaks*, *Today's Plan*, *Intervals*, etc. que pueden ser vinculadas a dispositivos electrónicos (GPS, relojes, básculas...) y permiten automatizar toda la información que se recoge en los diarios de entrenamientos clásicos.

Por otro lado disponemos los test físicos. Existen multitud de ellos y están destinados a la medición de las cualidades físicas. De esta forma, para el cálculo de la fuerza isométrica máxima podemos emplear un test de dinamometría manual. Otra opción, en este caso para evaluar la fuerza explosiva, es la realización de saltos, entre los cuales destacan el *squat jump* (SJ), el *countermovement jump* (CMJ) y el *drop jump* (DJ). Podemos medir la RM del deportista en distintos movimientos olímpicos, medir la flexibilidad por medio de *Sit and Reach*. Medir la capacidad anaeróbica por medio de *Running-based Anaerobic Sprint Test* (RAST).

Por lo que respecta a los test fisiológicos, primero es necesario explicar que muchos de los test físicos ya aportan parámetros fisiológicos de reconocida importancia, como el volumen de oxígeno máximo ($VO_2 \text{ max}$). Los otros parámetros a obtener de gran relevancia en el proceso del entrenamiento serán el VT1, VT2 o la eficiencia.

Los test anatómico funcionales tienen como objetivo valorar la movilidad, tono muscular, niveles de fuerza y descompensaciones que puedan haber en la estructura musculoesquelética, pudiendo así prescribir con mayor precisión un trabajo compensatorio y profiláctico.

Los test biomecánico tienen como objetivo analizar la cinemática y la cinética, realizando en ocasiones intervenciones sobre la técnica del deportista si procediera el caso.

4.14 Valoración la necesidad de una constante utilización de los métodos de observación y control como mejora del proceso de entrenamiento y de la competición

La evaluación del rendimiento es un requisito previo de la organización del entrenamiento.

La planificación del rendimiento máximo individual del deportista a corto, medio y largo plazo sólo se puede efectuar, según *Nowacki* (1987, 505), sobre la base de un análisis deportivo-médico, detallado y específico de la modalidad, del estado de rendimiento real.



La evaluación del rendimiento consiste en el reconocimiento y la calificación del nivel individual de los componentes de un rendimiento deportivo o de un estado de rendimiento deportivo.

A la hora de efectuar los tests de evaluación del rendimiento se debe tener en cuenta, por una parte, los correspondientes criterios de calidad, y por otra, su factibilidad (practicabilidad, esfuerzo organizativo, posibles costes económicos). Desde el punto de vista científico distinguimos entre criterios de calidad principales (criterios de exactitud) –validez, fiabilidad y objetividad– y criterios de calidad secundarios (interesan sobre todo en relación con la puesta en práctica), como economía, posibilidades de establecer normas, utilidad y posibilidades de comparación. Para los criterios de calidad principales interesan las siguientes indicaciones:

La validez de una prueba indica el grado en que verdaderamente se registra lo que se debe registrar de acuerdo con la cuestión planteada.

La fiabilidad de una prueba indica el grado de exactitud con el que se mide la característica en cuestión (exactitud de medición).

La objetividad de una prueba expresa el grado de independencia entre el resultado de una prueba y la persona que estudia, evalúa y dictamina.

Los coeficientes de correlación para los criterios de calidad en los tests de condición física sirven, según *Grosser/Starischka* (1986), de ayuda orientativa para entrenador y deportista. De ser posible, se deberían escoger unos tests de condición física con coeficientes de calidad al menos aceptables.

Acerca de los criterios secundarios, *Grosser/Starischka* (1986) nos proporcionan las siguientes indicaciones.

4 DIRIGE LA PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA RELACIONANDO LOS PRINCIPIOS DE LA CARGA Y EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO Y COMPARANDO LOS PRINCIPALES MEDIOS Y MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DEPORTIVA

Se consideran económicos los procedimientos de evaluación del rendimiento:

- Realizables en un tiempo breve.
- Que no exigen mucho material ni muchos aparatos para el test.
- Sencillos de manejar.
- Aplicables como test en grupo,
- Con posibilidad de evaluación rápida y sin muchas exigencias de cálculo.

Se consideran normalizados aquellos tests que permiten clasificar los resultados individuales como magnitudes de referencia. Los valores normalizados establecidos de modo exacto y específicos de la edad, del sexo, del nivel de rendimiento, del grupo de entrenamiento, etc., racionalizan el trabajo inmediato de evaluación.

Existe posibilidad de comparar cuando disponemos de uno (o varios) test(s) paralelo(s) de un valor informativo similar con lo(s) cual(es) podemos relacionar el test elegido.

Consideramos test útil aquel que registra una capacidad psicofísica de cuyo conocimiento existe una necesidad práctica.

4.15 Valoración de la importancia de la adecuada recuperación de la fatiga

Tal y como señala *Halson* (2014) monitorizar la carga de entrenamiento de un atleta es considerado por muchos como algo importante para determinar si se está adaptando al programa de entrenamiento y minimizar el riesgo de excesos no funcionales (fatiga que dure semanas a meses), lesión o enfermedad (*Halson & Jeukendrup*, 2004). En la actualidad, la investigación en esta área es limitada y la mayoría de lo que se conoce sobre la monitorización proviene de experiencias personales e información anecdótica.

Como se mencionó previamente, existen numerosas razones del por qué el monitorizar la carga se ha vuelto una estrategia incrementalmente moderna y científica de entender a los atletas, las respuestas del entrenamiento y la preparación para las competencias. Aunque faltan datos publicados de atletas de alto rendimiento, el monitorizar la carga de entrenamiento puede aportar una explicación de los cambios en el rendimiento si se realizan utilizando principios científicos. Esto puede ayudar en mejorar la claridad y confianza sobre posibles razones de cambios en el rendimiento y minimizar el grado de incertidumbre asociada con estos cambios. De estos resultados, no sólo es posible exami-

nar en retrospectiva las relaciones de la carga y el rendimiento, sino también permite planificar apropiadamente las cargas de entrenamiento y competencias. El monitorizar la carga también sirve para tratar de reducir el riesgo de lesiones, enfermedades y sobrecarga no funcional. Los resultados también serán útiles para la selección de equipos y determinar aquellos atletas que están listos para las demandas de la competencia. Existen numerosos beneficios relacionados a la comunicación y construcción de relaciones con atletas, equipo de apoyo y entrenadores. Cuando los atletas se involucran en la monitorización, puede ayudar a mejorar su sentido de participación en el programa de entrenamiento y se sentirán facultados y con la sensación de propiedad de dicho programa. Los datos obtenidos de la monitorización del entrenamiento también pueden ser útiles para facilitar la comunicación entre el equipo de apoyo y el de entrenadores. Cuando se combinan, estos beneficios pueden ayudar a mejorar la confianza asociada con el programa de entrenamiento.

Cuando se monitoriza la carga de entrenamiento, las unidades de carga pueden ser pensadas como internas o externas. Tradicionalmente, la carga externa ha sido la base de la mayoría de los sistemas de monitorización. La carga externa se define como el trabajo realizado por el atleta medido independientemente de sus características internas (*Wallace et al.*, 2009). Un ejemplo de la carga externa en ciclismo de ruta puede ser la producción de energía alcanzada en un determinado tiempo (por ejemplo, 400 W por 30 min). Mientras que la carga externa es importante para entender el trabajo realizado y las aptitudes y capacidades del atleta, la carga interna, o el estrés fisiológico o psicológico relativo impuesto, también es crítico para determinar la carga de entrenamiento y la adaptación subsecuente. Ya que ambas cargas, interna y externa, tienen su peso para entender la carga de entrenamiento de los atletas, la combinación de ambas será importante para monitorizar el entrenamiento. De hecho, debe haber una relación entre las cargas externas e internas que ayuden a revelar la fatiga. Por ejemplo, utilizando la carga externa de pedaleo mencionada previamente, la potencia producida se puede mantener durante la misma duración; sin embargo, dependiendo del estado de fatiga del atleta, ésta puede ser alcanzada con una mayor o menor frecuencia cardíaca o a una mayor o menor percepción del esfuerzo. Esta separación o divergencia de las cargas externas e internas son las que pueden diferenciar entre un atleta fresco o uno fatigado (*Pyne & Martin*, 2011).

5 PROGRAMA Y DIRIGE EL ENTRENAMIENTO EN CONDICIONES ESPECIALES IDENTIFICANDO LAS BASES Y SUS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES

5.1 Condiciones Ambientales y Entrenamiento

El clima es la única variable omnipresente en el deporte. Desde vendavales inesperados en una carrera de ciclismo, hasta un mal funcionamiento del sistema de aire acondicionado que hace que un gimnasio de baloncesto sea insoponible, los atletas de todos los deportes deben entrenar y competir en condiciones ambientales menos que deseables. El éxito en la competición a menudo dependerá de la fluidez con la que el atleta haya podido incorporar los factores climáticos y otros factores previstos en las rutinas de entrenamiento diarias.

El clima, el tiempo y las condiciones ambientales son términos comúnmente utilizados para describir varios impactos externos en eventos deportivos y atletas: cada palabra tiene un significado distinto y separado de las demás. El clima es el registro y la tabulación de los datos

meteorológicos durante un período de tiempo. Este factor se usa para determinar las regiones climáticas de la Tierra, aquellos lugares que se dice que comparten un patrón común de clima. El tiempo es el estado de la atmósfera en un lugar determinado de la Tierra en un momento determinado; El clima incluye la temperatura, la humedad (tanto como porcentaje en el aire como el tipo y la severidad de las lluvias), el viento, la nubosidad, la presencia de fenómenos como tormentas y lecturas de presión barométrica. El clima por su naturaleza es una indicación de eventos atmosféricos presentes o eventos pronosticados a corto plazo.

Condiciones ambientales es el término con el significado más amplio en un contexto deportivo. El entorno puede ser cualquier condición exterior o interior que pueda afectar al rendimiento. El entorno incluirá las condiciones climáticas prevalecientes, la naturaleza física del lugar, como la topografía o la altitud, así como los factores creados por el hombre, como la



5 PROGRAMA Y DIRIGE EL ENTRENAMIENTO EN CONDICIONES ESPECIALES IDENTIFICANDO LAS BASES Y SUS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES

contaminación, el tráfico que impacta en eventos como el ciclismo o el ruido, como el ruido del estadio. Como observó con humor el maratonista estadounidense Alberto Salazar antes de la carrera olímpica de Los Ángeles de 1984, variaba su entrenamiento de sus habituales 160 km por semana o más en las carreteras a correr en su garaje, con el motor de su automóvil en marcha, y la puerta cerrada, para imitar mejor al famoso Los Ángeles smog que encontrarían los corredores en la pista olímpica.

La capacidad de un atleta para superar las condiciones ambientales está estrechamente ligada al concepto de entrenamiento de aclimatación, que requiere un enfoque de entrenamiento centrado en una condición específica que un atleta espera enfrentar en una próxima competencia o evento. La aclimatación tiene sus raíces en la capacidad inherente del cuerpo humano para adaptarse a su entorno a lo largo del tiempo en todas las circunstancias.

Las condiciones ambientales involucran una o más circunstancias diferentes, como una condición a enfrentar en un entrenamiento regular o como una condición anticipada que se encontrará en un momento futuro. Hay principios ge-

nerales de entrenamiento que deben emplearse para compensar o superar cada una de estas condiciones ambientales; algunos factores están presentes solo en ciertos tipos de deportes y, por lo tanto, exigen enfoques especializados para su resolución. Las condiciones ambientales incluyen clima cálido, clima frío, gran altitud, topografía accidentada, impactos provocados por el hombre en la calidad del aire, velocidad del viento, lluvia, cambios de zona horaria, condiciones atmosféricas interiores y ruido de multitudes.

El clima cálido, que a menudo va acompañado de una alta humedad, es probablemente el factor ambiental adverso más común que enfrentan los atletas. El clima cálido y la humedad también se adaptan fácilmente a través de una introducción gradual del cuerpo al calor no acostumbrado, tanto a través de la vida cotidiana en condiciones más cálidas como del entrenamiento. La mayoría de los programas de aclimatación al calor sugieren entrenar aproximadamente al 50 % de su capacidad durante los primeros cuatro a siete días del programa. La mayoría de los atletas lograrán una aclimatación al calor del 75 % dentro de los 10 días posteriores al comienzo, con una tolerancia del 100 % dentro de los 21 días. Todo entrenamiento de calor requiere



re una cuidadosa atención a la hidratación (el adulto promedio requiere un mínimo de 1 cuarto de galón (1 l) de reposición de líquidos por hora en temperaturas que superan los 75 °F (24 °C); el calor y la humedad aumentarán la producción de sudor del cuerpo, publicado como el sistema cardiovascular acerca la sangre a la superficie de la piel para que se enfríe.

El clima frío puede ir acompañado de nieve. A diferencia del clima cálido, que requiere la inmersión gradual del atleta en el ambiente hostil, las condiciones de clima frío requieren la creación de barreras protectoras que mantengan el ambiente fuera. La ropa en capas, con una capa interna de polipropileno que absorba o dirija el sudor lejos de la piel del atleta, es de vital importancia. Cuanto mayor sea la cantidad de agua en la piel, menor será la calidad térmica (calentamiento) de la piel y la ropa junto a ella. El entrenamiento en clima frío es menos importante para la aclimatación del cuerpo que el trabajo en clima cálido; el clima frío también puede presentar problemas de hidratación, ya que la energía generada en la actividad y el líquido perdido por la transpiración son menos evidentes pero igualmente impactan en el cuerpo.

Gran altitud es técnicamente cualquier altitud donde el oxígeno disponible para el cuerpo es menor que al nivel del mar; Generalmente se considera que las altitudes superiores a los 6.500 pies (2.000 m) presentan un desafío significativo para el rendimiento atlético máximo. A esta altura, el cuerpo se ve obligado a producir una mayor cantidad de eritrocitos (glóbulos rojos) para transportar oxígeno, para tratar de corregir el déficit de oxígeno. Muchos atletas durante un período de tres meses desarrollarán la capacidad física para lograr una mayor capacidad de oxígeno que la que podrían alcanzar al nivel del mar. El atleta conservará los beneficios del entrenamiento a gran altura, en niveles decrecientes, entre uno y tres meses después del cese del entrenamiento de alto nivel.

La topografía montañosa o accidentada para corredores y ciclistas, especialmente aquellos que están acostumbrados a terrenos llanos, requerirá un entrenamiento específico. El entrenamiento en pendientes a menudo se logra a través de una combinación de trabajo en intervalos o el uso de máquinas de ejercicios estacionarias que permiten al atleta ajustar el grado y la resistencia del entrenamiento.

Los impactos provocados por el hombre en la calidad del aire, a veces junto con una alta humedad, probablemente sean imposibles de replicar. Se cree que entrenar en condiciones de calor y humedad es la alternativa más segura.

La velocidad del viento puede presentar un elemento perturbador para los atletas que compiten en disciplinas donde las técnicas acostumbradas pueden verse alteradas por el viento. Correr, andar en bicicleta y los deportes de pelota que se practican en campos abiertos que están expuestos al viento son todos aquellos que requieren atención. Incluso el rendimiento de los competidores en un deporte como la vela, donde el viento es un elemento esencial de propulsión, puede verse afectado si el viento es significativamente diferente de las condiciones típicas experimentadas; los marineros acostumbrados a vientos fuertes pueden tener problemas con su forma y sus tácticas con brisas ligeras, y viceversa.

La lluvia, a menudo en combinación con el viento u otras inclemencias del tiempo, puede tener un impacto dramático en las tácticas y el resultado de casi cualquier deporte al aire libre. La lluvia alterará la superficie de juego de los campos, lo que requerirá que los atletas consideren cambios en el calzado, particularmente en la longitud de los tacos. Los equipos húmedos, como los balones de fútbol y de rugby, tienen características físicas diferentes que cuando están secos. Superar la lluvia, si es una condición que opera sola, es tanto una disciplina mental para un atleta como física. Aparte de aquellos atletas que, debido a su complexión (más bajos, con un centro de gravedad más bajo), pueden correr mejor en un campo embarrado, la lluvia es un ecualizador. Al igual que con el clima frío y la nieve, la lluvia es el factor para estar preparado con el equipo adecuado.

Los cambios de zona horaria y los efectos del horario de verano pueden dificultar aún más la competencia. La competencia internacional a menudo requerirá viajar a través de varias zonas horarias. Para un equipo de voleibol con sede en Nueva York que competirá en Hawái, habrá una diferencia horaria de cuatro horas; para el jugador de críquet de Bombay que se prepara para jugar en Inglaterra, hay una diferencia de seis horas. El cuerpo se acostumbra a un ritmo diario, a veces denominado reloj biológico, que está conectado con el amanecer, el atardecer y los patrones habituales de sueño. Viajar a una zona horaria, es decir, un número de horas adelantado o atrasado con respecto al que el atleta está acostumbrado puede causar alteraciones en el rendimiento. El impacto potencial de un cambio de zona horaria se puede abordar llegando al lugar varios días antes de la competencia.

Las condiciones atmosféricas interiores, incluidas las cálidas y húmedas, a menudo se pueden reproducir con fines prácticos.

5 PROGRAMA Y DIRIGE EL ENTRENAMIENTO EN CONDICIONES ESPECIALES IDENTIFICANDO LAS BASES Y SUS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES



El ruido de la multitud es un problema particular cuando los equipos visitantes viajan a un partido que se juega en un gran estadio cubierto o al aire libre, donde el equipo no puede escuchar sus propias señales. El fútbol americano, donde el mariscal de campo hace una serie de señales a sus compañeros de equipo antes del comienzo de una jugada, es el mejor ejemplo de posible interferencia a través del ruido de la multitud. Los equipos profesionales a menudo construyen grandes sistemas de sonido y dirigen ruido altamente amplificado al equipo para prepararlos para la sensación de jugar en tales condiciones.

La verdadera adaptación a una condición ambiental anticipada solo se logra cuando el atleta es capaz de tener éxito en la competición realizada con las condiciones previstas. Si bien los factores fisiológicos involucrados en llevar los sistemas muscular, termorregulador y cardiovascular a un estado de preparación para una carrera en un entorno diferente son el aspecto principal de dicho entrenamiento, la capacidad del atleta el día de la carrera para "resistir" en condiciones adversas. Las condiciones es una señal de identidad del campeón.

5.1.1 Entrenar en situación de estrés térmico

Al crear un programa de ejercicios, los entrenadores personales deben considerar muchos factores. Entre ellos se encuentran tipo de entrenamiento cardiovascular y de fuerza así como sus objetivos relacionados con la salud.

Otro factor para considerar es entrenar en el calor. Cuando se usa adecuadamente, esto puede proporcionar a los deportistas algunos beneficios distintos. ¿Qué ventajas ofrece un entorno de entrenamiento más caluroso?

5.1.2 Beneficios de entrenar en el calor

Los estudios han encontrado que hacer ejercicio en el calor ayuda a mejorar el rendimiento atlético. Esto es especialmente cierto para los atletas de resistencia.

Por ejemplo, la Universidad de Oregón realizó una investigación sobre 12 ciclistas altamente capacitados. El rendimiento de cada participante se evaluó antes y después de un programa de aclimatación al calor de 10 días. Después de este período de aclimatación, el rendimiento de los participantes mejoró en un siete por ciento respecto a un grupo de control.

Estas mejoras se transfieren a aquellos que también hacen ejercicio en condiciones climáticas más frescas. Según los investigadores, la aclimatación al calor ayuda al cuerpo a aprender cómo controlar mejor su temperatura corporal central. Esto es fundamental tanto en ambientes fríos como cálidos. La aclimatación también mejora el flujo sanguíneo de la piel y expande el volumen sanguíneo. Esto facilita que el corazón bombee sangre donde más se necesita.

matación al calor ayuda al cuerpo a aprender cómo controlar mejor su temperatura corporal central. Esto es fundamental tanto en ambientes fríos como cálidos. La aclimatación también mejora el flujo sanguíneo de la piel y expande el volumen sanguíneo. Esto facilita que el corazón bombee sangre donde más se necesita.

5.1.3 Consecuencias potenciales del entrenamiento inseguro en condiciones calurosas

Aunque entrenar en el calor ofrece algunos beneficios, también tiene inconvenientes. Existen evidencias de que hacer ejercicio en un ambiente de alta temperatura a veces puede provocar enfermedades relacionadas con el calor. Las enfermedades más comunes incluyen:

- **Calambres por calor:** son contracciones musculares dolorosas. Aunque son causados por un calor excesivo, también pueden ocurrir cuando la temperatura corporal es normal.
- **Síncope por calor:** si el deportista se siente mareado o se desmaya debido a la alta exposición al calor, es posible que exista un síncope por calor.
- **Agotamiento por calor:** esto ocurre cuando la temperatura central del cuerpo se acerca a los 40-41 grados Celsius. Los síntomas del agotamiento por calor incluyen náuseas, vómitos, dolor de cabeza y piel húmeda.
- **Golpe de calor:** si la temperatura corporal central supera los 41 grados, puede ocurrir un golpe de calor. Esto da como resultado sentimientos de confusión, problemas de ritmo cardíaco y problemas de visión. Se necesita atención médica inmediata para ayudar a preservar el cerebro y los órganos. Si no se trata, puede provocar la muerte.

El estrés por calor y las enfermedades relacionadas con el calor son una preocupación importante. Reduzca esta preocupación ayudando a los atletas a aclimatarse al calor y la humedad comunes en las sesiones de entrenamiento de verano.

5.1.4 La importancia de un programa de entrenamiento de aclimatación al calor

La fisiología revela que el cuerpo humano pasa por ciertos cambios cuando se ejercita en un ambiente caluroso. Nuestra temperatura corporal central aumenta, primero rápidamente y luego a un ritmo más lento. La tasa metabólica también aumenta, especialmente en condiciones de estrés por calor. El flujo de sangre se altera para transferir el calor de nuestro cuerpo interno a nuestra piel, donde se libera a través

5 PROGRAMA Y DIRIGE EL ENTRENAMIENTO EN CONDICIONES ESPECIALES IDENTIFICANDO LAS BASES Y SUS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES

de nuestro sudor. Estos cambios son necesarios para ayudar a evitar que el cuerpo se sobrecaliente.

Aunque el cuerpo humano es bueno para adaptarse a climas más cálidos, el entrenamiento de aclimatación al calor mejora esta respuesta. Esto permite a los clientes hacer ejercicio de manera más segura en ambientes calurosos. También mejora su rendimiento, como hemos visto.

5.1.5 Creación de un programa efectivo de entrenamiento de aclimatación al calor

Un estudio sobre atletas de resistencia encontró que, para aquellos que no estaban aclimatados al calor, el ejercicio de alta intensidad aumentaba la fatiga y debilitaba el rendimiento. Por lo tanto, se recomienda un régimen de entrenamiento de menor intensidad. Al menos hasta que el atleta se acostumbre al calor y la humedad.

Otra investigación señaló que se necesitan de 6 a 7 exposiciones a altas temperaturas para mejorar la adaptación. Cada uno debe tener al menos 30 minutos de duración.

Si el deportista vive en un área que no es particularmente calurosa o no es verano, hay algunas formas de agregar calor a una sesión de ejercicio. Estos incluyen usar una sauna o hacer ejercicio en una habitación caliente. Usar varias capas de ropa también elevará la temperatura interna del cuerpo.

Algunos gimnasios e instalaciones de acondicionamiento físico tienen una cámara térmica para entrenamiento. Esta es una habitación que le permite elevar el calor y la humedad a niveles específicos. También puede encontrar estas habitaciones en algunos laboratorios, universidades y colegios.

● **Microciclo de adaptación calor:**
6-7 sesiones a máximo calor con reducción de intensidad un 10-20% y volúmenes de 30 a 60 min.
Repite la primera sesión de control en la última de este micro y valora la diferencia de FC utilizada para ello.

5.1.6 Más consejos para entrenar con seguridad en el calor

Tal y como hemos visto, la aclimatación al calor ayuda a mejorar el rendimiento. Pero su objetivo número uno es ayudar a los deportistas a llegar a sus objetivos del modo más seguro posible además de evitar enfermedades por calor, ago-

tamiento por calor o el temido golpe de calor. Aquí hay algunos consejos de seguridad más que también te ayudarán a mejorar tu faceta técnica:

- **Beber mucha agua.** La deshidratación ocurre más rápido en ambientes cálidos porque el calor aumenta la tasa de sudoración. Esto hace que la hidratación sea fundamental cuando se hace ejercicio en climas cálidos. La evidencia sugiere consumir de 2 a 3 vasos de agua por hora si sudas mucho, por encima del medio litro.
- **Pero no se exceda en su consumo de agua.** También es importante tener en cuenta que se puede beber demasiada agua. Esto se llama intoxicación por agua y reduce el sodio en el torrente sanguíneo. Esto puede causar dolor de cabeza, náuseas y vómitos. En casos severos, la presión arterial aumenta, es más difícil respirar y el deportista se siente confundido.
- **Consume bebidas deportivas para entrenamientos prolongados.** Durante sesiones de entrenamiento más largas, el agua puede no ser suficiente. Debido a que su sudor contiene muchas sustancias químicas y sales, es necesario reemplazarlas. En este caso, las bebidas deportivas pueden reponer los electrolitos perdidos por el sudor excesivo (Sodio, potasio, magnesio, ...). Las bebidas deportivas también proporcionan un nivel limitado de carbohidratos. Esto le da a su cuerpo la energía que necesita para seguir trabajando.
- **Evite el ejercicio durante temperaturas extremadamente altas.** Si vive en un lugar donde el calor extremo es común, haga ejercicio cuando hace un poco más de frío afuera. Esto limita la probabilidad de que sufra una enfermedad por calor. ¿Cuál es el mejor momento del día para hacer ejercicio en este tipo de ambiente? Ya sea temprano en la mañana o más tarde en el día.
- **Presta atención a la humedad.** Cuando hace calor y humedad afuera, el cuerpo responde de manera diferente que en condiciones secas. Específicamente, la humedad aumenta la tasa de sudoración, lo que afecta la hidratación. Las recomendaciones generales sugieren no hacer ejercicio si la humedad supera el 80 por ciento y es de 80 grados o más.
- **Usa la ropa adecuada.** Tu cuerpo debe poder sudar para controlar mejor su temperatura interna. La ropa ligera ayuda con esto. También es preferible usar ropa de colores más claros, ya que no absorben tanto calor como los colores oscuros. Existen tejidos técnicos que facilitan la evacuación del calor en situaciones de estrés térmico y son altamente recomendables.
- **Controle su frecuencia cardíaca.** La frecuencia cardíaca aumenta 10 latidos por minuto



aproximadamente por cada grado que sube la temperatura corporal. Por lo tanto, usar un monitor de frecuencia cardíaca ayuda a los clientes a identificar mejor si su sistema cardiovascular está experimentando estrés por calor. Los monitores de frecuencia cardíaca más avanzados también pueden indicar con cierta precisión si existe deshidratación.

5.1.7 ¿Quién puede tener más dificultades para entrenar en el calor?

Los fisiólogos del ejercicio informan que algunas personas corren un mayor riesgo de agotamiento por calor cuando hacen ejercicio en condiciones de calor y humedad. Esto incluye a aquellos que crecieron en climas más templados. Las mujeres y las etnias blancas también tienden a enfrentar más problemas.

Por estas razones, es importante observar de cerca a los deportistas de estos grupos. Si comienzan a experimentar síntomas de malestar por calor, pueden ser necesarios pasos adicionales para ayudar a que su cuerpo regrese a una temperatura más saludable.

5.1.8 Qué hacer si ocurre una enfermedad por calor o un golpe de calor

Si ocurre una afección relacionada con el calor, se debe bajar la temperatura corporal. Haga que el atleta deje de hacer ejercicio. Quitese cualquier ropa adicional. Muévelo a un ambiente más fresco. Si es posible, sumerja su cuerpo en una tina de agua helada. De lo contrario, coloque toallas frías o bolsas de hielo en el cuello, la frente y debajo de los brazos.

Si el cliente no mejora después de unos 20 minutos, busque atención médica de emergencia. También busque atención si la temperatura corporal central del cliente supera los 41 grados. Si la temperatura está cerca de este número y no se reduce rápidamente después de los esfuerzos de enfriamiento, busque atención médica de emergencia.

5.1.9 Agregar entrenamiento de aclimatación al calor a sus regímenes de entrenamiento

Recuerda que ofrecer a los atletas un entrenamiento de adaptación al calor puede ayudar a mejorar su rendimiento. También reduce la probabilidad de sufrir enfermedades causadas por el calor.

También tenga en cuenta que el entrenamiento de aclimatación al calor no solo es importante cuando se trabaja con personas que viven en ambientes de clima cálido. También es útil cuando se trabaja con personas con mayor riesgo de agotamiento por calor y/o derrame cerebral.

5.2 Los fundamentos, beneficios y límites del entrenamiento en altura

Durante años, el entrenamiento en altura ha formado una parte importante del entrenamiento de muchos atletas de resistencia que lo mencionan como una parte fundamental de su temporada. Aquí desglosamos la teoría básica detrás de él, las dificultades que deben superar los atletas y los principales puntos para hacerlo.



Aunque existen diferentes definiciones de lo que constituye el entrenamiento en altura, consideraremos, en aras de la claridad, altitudes de 1.500 a 3.000 m sobre el nivel del mar. Altitudes inferiores apenas producen adaptaciones y las superiores pueden ser más perniciosas que beneficiosas.

5.2.1 La teoría detrás del entrenamiento en altura

En términos simples, el oxígeno inhalado del aire que respiran las personas afecta la energía que reciben sus músculos para realizar actividades físicas. El oxígeno se transporta por todo el cuerpo dentro de los glóbulos rojos y ayuda a las moléculas en los músculos a realizar sus funciones. Cuanto mayor es la altitud, menor es la presión atmosférica, lo que dificulta que el cuerpo transfiera el oxígeno a la sangre. Esta es la razón por la cual las personas a menudo pueden sentirse letárgicas en la altura. En respuesta a esta situación, el cerebro desencadena el aumento de la producción de la hormona eritropoyetina (EPO), lo que estimula al cuerpo a producir más glóbulos rojos para transportar mejor el oxígeno disponible. Esto significa que, con el tiempo, el cuerpo comienza a transportar el oxígeno limitado mejor que cuando llegó por primera vez a la altura. Cuando un atleta regresa al nivel del mar, este aumento en el nivel de glóbulos rojos, junto con la presión atmosférica más alta, significa que el cuerpo es más capaz de transportar oxígeno que antes y la capacidad aeróbica de un atleta aumenta.

El cuerpo, con el tiempo a nivel del mar, volverá a los niveles normales de producción de glóbulos rojos si el proceso no se repite, aunque el tiempo necesario para que esto suceda variará de un atleta a otro.

● ¿Cuánto tiempo entrena la gente en altura?

Toma tiempo para que el cuerpo se adapte a una mayor altitud y muchos de los efectos no ocurren hasta después de un período prolongado de tiempo. Varios estudios sugieren que no hay un aumento en el recuento de glóbulos rojos dentro de los primeros siete a 10 días, lo que significa que, por lo general, los atletas eligen pasar un mínimo de tres a cuatro semanas en la altura. Otras veces intercalan tiempos más breves: 2 estadias de 12 días con algunos días en normoxia intercalados.

Algunos atletas eligen estar a gran altura durante todo el año (por ejemplo, Sierra Nevada y el Teide en España, Boulder en Colorado, Bogotá en Colombia,), bajando al nivel del mar por períodos más cortos en el transcurso de una temporada de carreras.

5.2.2 Las dificultades de vivir en la altura

Al principio de cualquier estadía en la altura, es probable que las personas se sientan letárgicas a medida que su cuerpo responde a la presión atmosférica más baja. Otros efectos secundarios pueden incluir dolores de cabeza y dificultad para dormir, pero estos a menudo desaparecen a medida que el cuerpo se adapta lentamente a su nuevo entorno. Monitorizar la FC de reposo durante esos días, además de la presión de oxígeno, informa sobre la evolución de la adaptación cuando tienden a ser valores normales. En casos extremos y en las altitudes más altas (generalmente por encima de los 3000 m), las fallas graves en el ajuste pueden provocar el mal agudo de montaña (AMS) con una variedad de posibles efectos dañinos.

A los atletas también les resultará difícil replicar el ritmo que pueden correr al nivel del mar debido a la capacidad reducida de su cuerpo para transportar el oxígeno disponible. La intensidad de entrenamiento ha de ser recalculada en altura por la pérdida de rendimiento objetiva que se produce en él. Por lo tanto, muchos optarán por dirigirse a altitudes más bajas para realizar gran parte de su entrenamiento más intenso. Este enfoque generalmente se conoce como "vive alto, entrena bajo", pero es un enfoque solo posible cuando existen diferentes altitudes en las proximidades.

5.2.3 ¿Dónde entrena la gente en altura?

Hay una serie de lugares donde los atletas eligen entrenar en todo el mundo, pero algunos lugares son particularmente populares.

Europa alberga una serie de centros turísticos alpinos y pirenaicos, incluidos Sierra Nevada (1800m), Teide (2000) en España, Font Romeu (1850m) en Francia y St Moritz (1856m) en Suiza.

EE. UU. tiene varios centros de gran altitud, con Boulder (c. 1624 m) en Colorado, un gran centro del deporte norteamericano, así como Flagstaff (c. 2106 m) en Arizona y Albuquerque (c. 1619 m) en Nuevo México.

Otros lugares incluyen **Ciudad de México** (c. 2240 m), **Potchefstroom** (c. 1378 m) en Sudáfrica, **Falls Creek** (c. 1600 m) en Australia e **Ifrane** (c. 1660 m) en Marruecos. Todos los lugares vienen con sus diversos pros y contras, por lo que es importante investigar adecuadamente antes de cualquier viaje a la altura.

5.2.4 ¿Existen alternativas al entrenamiento en altura?

Algunos atletas optan por replicar la experiencia de vivir en estos lugares a través de una carpa de altura. Estas tiendas reducen la cantidad de oxígeno dentro de ellas y se pueden vivir y dormir sin necesidad de cambiar de ubicación. Algunos ven esto como una alternativa menos costosa y más pragmática a los viajes largos fuera de casa. Este sistema permite reproducir las horas de sueño de la altura y/o las sesiones de entrenamiento. Las investigaciones sugieren que este tipo de adaptaciones pueden sustituir a la hipoxia de altura con ventajas y desventajas logísticas.

5.2.5 Efectos de la gran altitud en el rendimiento deportivo

Los atletas normalmente experimentarán dos tipos diferentes de efectos sobre su capacidad para desempeñarse en lugares de gran altitud. El primero es fisiológico, determinado por la reacción del cuerpo a una atmósfera delgada y menos oxigenada. El segundo efecto son los impactos que son específicos del deporte pero igualmente pronunciados: cómo se alteran los componentes físicos de un deporte en particular en el rendimiento a gran altura.

Gran altitud es la descripción dada a cualquier lugar donde el atleta comienza a experimentar las limitaciones que un consumo reducido de oxígeno impone al cuerpo. Los científicos generalmente clasifican elevaciones de 2000 m como gran altitud debido a la pronunciada diferencia en el contenido de oxígeno; el efecto de la altitud puede experimentarse en elevaciones más bajas. El cuerpo humano tiene un mecanismo incorporado para contrarrestar los efectos del bajo nivel de oxígeno en la atmósfera inmediata. Cuando el cuerpo siente que no está recibiendo su nivel de oxígeno acostumbrado, determina que debe producir una mayor cantidad de eritrocitos (glóbulos rojos), que transportan oxígeno al torrente sanguíneo. El aumento de la capacidad de transporte significa que el cuerpo optimizará la cantidad de oxígeno disponible.

El proceso por el cual aumentan los eritrocitos comienza con la liberación de una hormona en los riñones conocida como eritropoyetina (EPO), que actúa como desencadenante de la producción de eritrocitos centrados en la médula ósea de los huesos largos del cuerpo, principalmente el fémur (muslo). La aclimatación del cuerpo a un ambiente reducido en oxígeno no es instantánea; las adaptaciones a gran altitud comienzan de inmediato. Un atleta estará hasta en un 75% acostumbrado al aire enrarecido dentro de los

7 a 10 días de exposición a las condiciones, con una aclimatación completa dentro de los 15 a 20 días. El entrenamiento en altitudes elevadas es una herramienta eficaz comprobada para mejorar el rendimiento, ya que la capacidad de un atleta para utilizar mayores cantidades de oxígeno respaldará naturalmente las capacidades mejoradas. Los beneficios fisiológicos del entrenamiento en altura continúan entre uno y tres meses después del regreso del atleta a las condiciones de entrenamiento a nivel del mar.

La física del rendimiento deportivo a gran altura y las ventajas que obtienen los competidores en tales lugares son tan variadas como enfáticas. Los Juegos Olímpicos de 1968 que se celebraron en la Ciudad de México fueron los primeros juegos organizados a gran altura (2300 m [7349 pies]), y el número de récords mundiales establecidos fue indicativo del impacto del aire más enrarecido en el rendimiento. El estadounidense Bob Beamon estableció un récord de evento de salto de longitud de 29 pies 2 pulgadas (9,3 m), que rompió el estándar existente en ese momento en más de 2 pies (0,6 m), en una disciplina donde los récords casi siempre se rompen en incrementos de fracciones de una pulgada. Lee Evans de los Estados Unidos estableció un récord mundial de 43,86 segundos en la carrera de 400 m, una marca que se mantuvo durante casi 20 años. Los récords cayeron en casi todos los eventos de pista desde los 100 m hasta los 1500 m; las distancias más largas plantearon dificultades para los atletas que no estaban del todo acostumbrados a los efectos de la gran altitud.

Una intensa investigación realizada a raíz de la embestida del récord mundial en la Ciudad de México confirmó que la resistencia reducida del viento y el arrastre sobre los cuerpos de los competidores en el aire enrarecido permitieron a los atletas moverse con mayor eficiencia. Siempre que el evento no implique una presión prolongada para el sistema de energía aeróbica y su dependencia de cantidades máximas de oxígeno, un atleta podría esperar mejores actuaciones en altitudes más altas. El cuerpo en movimiento no solo encuentra una resistencia reducida del aire, sino que cualquier objeto lanzado, como un disco o una jabalina, también tendería a viajar más lejos.

Los efectos de la gran altitud son bien conocidos en diferentes deportes de equipo profesionales. El equipo de fútbol visitante en lugares como la Ciudad de México y La Paz, Bolivia (donde la altura del estadio de más de 3.400 m [11 000 pies] es la más alta en el fútbol internacional), probablemente no podrá desempeñarse al máximo nivel a menos que ha entrenado en altura. En un grado menor pero medible, el *Mile High Stadium*

de Denver, Colorado, situado a 1700 m, ha sido considerado como un entorno competitivo difícil para los equipos de fútbol americano visitantes desde que se inauguró.

Las investigaciones realizadas en varios momentos han concluido que una pelota de béisbol viajará entre un 3% y un 7% más en el aire a estas altitudes que una pelota golpeada de manera similar al nivel del mar, suponiendo que la temperatura sea constante. Un objeto también viajará más lejos en aire más cálido y menos denso que en aire frío.

5.2.6 Aplicaciones prácticas entrenamiento en altura

Los atletas que comúnmente practican el entrenamiento en altura incluyen:

- Corredores.
- Ciclistas.
- Ciclistas De Montaña.
- Esquiadores De Fondo.
- Nadadores.

● Enfoque de 'Vive alto, entrena bajo'

Un método popular de entrenamiento a gran altura es el enfoque "vive alto, entrena bajo" (LHTL). Se trata de vivir a gran altura, lo que permite que su cuerpo se acostumbre a los bajos niveles de oxígeno. También puedes entrenar ligeramente a esta altitud. Sin embargo, haces un entrenamiento más intenso a bajas altitudes. El objetivo sería es obtener los beneficios de las adaptaciones a gran altitud mientras se mantiene una rutina de entrenamiento de alta intensidad.

● ¿Cuáles son los beneficios del entrenamiento físico en altura?

Aunque la investigación está en curso, existen varios beneficios del entrenamiento a gran altura:

1) Más flujo de oxígeno a los músculos

Cuando haces ejercicio, tu sangre lleva oxígeno a tus músculos. El oxígeno se utiliza para producir energía, lo que ayuda a que los músculos se muevan y realicen actividad. Pero a medida que continúe ejercitándose, su sangre no podrá satisfacer las demandas de oxígeno de sus músculos. Sus músculos eventualmente se fatigarán. Al comparar la efectividad del entrenamiento en altura con el entrenamiento a nivel del mar, se encontró que el entrenamiento en altura puede ayudar a la fatiga muscular al aumentar la producción de eritropoyetina (EPO). La EPO es una hormona que produce glóbulos rojos (RBC), que transportan oxígeno a varias partes del cuerpo.

Una mayor producción de EPO aumenta los glóbulos rojos, mejorando así el suministro de oxígeno. El aumento de la producción de EPO es la forma en que su cuerpo se adapta a los bajos niveles de oxígeno en altitudes elevadas. Según este mismo estudio, el efecto continúa a nivel del mar. Esto significa que puede beneficiarse de un mejor suministro de oxígeno mientras compite a nivel del mar.

2) Aumento de la capacidad aeróbica

Además de mejorar el flujo de oxígeno, el entrenamiento a gran altura también puede aumentar su consumo máximo de oxígeno o VO_2 máx. Esta es la mayor cantidad de oxígeno que su cuerpo puede consumir durante el ejercicio intenso. Cuanto mayor sea su VO_2 máx, mejor será su resistencia. Este efecto se observó en un estudio de 2013, en la que participaron siete corredores de fondo de élite. Después de 28 días de seguir el método LHTL, su VO_2 máx mejoró de forma significativa entre un 5 a un 10%. En otro ejemplo, 12 corredores experimentaron un aumento del VO_2 máx después de 11 días de entrenamiento en altura. Los investigadores además demostraron que esto podría aumentar el rendimiento a nivel del mar.

3) Mejor capacidad de ácido láctico

A medida que sus músculos usan oxígeno durante el ejercicio intenso, producen un subproducto llamado ácido láctico. El ácido

láctico puede acumularse e indirectamente provocar fatiga muscular. Como resultado, tendrás que dejar de hacer ejercicio o reducir la intensidad.

De acuerdo con la evidencia existente, el entrenamiento en altura podría aumentar su tolerancia al ácido láctico. Esto significa que su cuerpo puede manejar niveles más altos de ácido láctico antes de que sus músculos se cansen.

● ¿Funcionan las máscaras de altitud?

Las máscaras de entrenamiento de gran altura son máscaras faciales que usas durante el ejercicio. Disminuyen el flujo de aire a los pulmones, lo que lo obliga a esforzarse más para respirar. Supuestamente, esto imita el entrenamiento en altura, permitiéndote obtener los beneficios de la práctica mientras entrenas al nivel del mar. Sin embargo, las máscaras de elevación en realidad no simulan altitudes elevadas. No reducen la presión de oxígeno, que es necesaria para imitar el entrenamiento en altura. Las máscaras solo aumentan la resistencia del flujo de aire.

● Incorporar el entrenamiento de altura

Para aprovechar al máximo el entrenamiento en altura, podemos seguir estas técnicas de entrenamiento:



5 PROGRAMA Y DIRIGE EL ENTRENAMIENTO EN CONDICIONES ESPECIALES IDENTIFICANDO LAS BASES Y SUS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES

- **Aumentar la elevación gradualmente.** Permita que su cuerpo se acostumbre a las grandes altitudes y evite ir demasiado alto demasiado pronto. En caso de no ser posible, reducir la intensidad de entrenamiento los primeros 4-5 días, dejando al cuerpo que se adapte sin gran fatiga.
- **Reajustar la intensidad del ejercicio durante la altitud.** Debido a los bajos niveles de oxígeno, deberá reducir la velocidad y disminuir su intensidad mientras entrena a grandes altitudes. Esto te ayudará a adaptarte con seguridad y seguir entrenando duro a nivel del mar.
- **Regreso al entrenamiento a nivel del mar progresivamente.** Cuando regrese de elevaciones altas, comienza a entrenar para que su cuerpo se ajuste.
- **Practicar ejercicios de respiración.** Ejercitar regularmente ejercicios de respiración para mejorar su capacidad pulmonar puede facilitar la adaptación a la altitud y su optimización.

● ¿Existen posibles desventajas en el entrenamiento a gran altura?

Aunque el entrenamiento en altura puede beneficiar su rendimiento atlético, existen algunas desventajas potenciales.

Si entrenas demasiado duro demasiado pronto al llegar a la altura, puedes experimentar el mal de altura. Esto también puede suceder si se aumenta la elevación demasiado rápido.

Los síntomas del mal de altura incluyen:

- Dolor De Cabeza.
- Cansancio.
- Náuseas.
- Falta De Apetito.
- Vómitos.

En casos graves, el mal de altura puede provocar edema cerebral por altura (inflamación del cerebro) o edema pulmonar por altura (inflamación de los pulmones).

Para reducir el riesgo de mal de altura, siga estas precauciones:

- Reducir la intensidad del entrenamiento al llegar a la altura.
- Subir lenta y gradualmente.
- Mantenerse hidratado, ya que perderá más agua por el vapor.
- Consulta con un médico o dietista para corregir cualquier deficiencia de hierro antes del



entrenamiento. Los niveles bajos pueden afectar la hemoglobina, la proteína en los glóbulos rojos que transporta el oxígeno.

- *El entrenamiento a gran altura puede mejorar la resistencia durante el ejercicio intenso. Puede aumentar la capacidad aeróbica, la tolerancia al ácido láctico y el flujo de oxígeno a los músculos.*

- *10 a 28 días a 1600-22 metros*

Puede haber lapsos de días intermedios.

- *Vivir arriba, entrenar abajo es una técnica que maximiza la adaptación sin comprometer la calidad del entrenamiento.*

- *Las maquinas de hipoxia pueden suplir en gran medida la función de la altitud natural.*

5.3 Factores ambientales que influyen en el entrenamiento de alto rendimiento: La altitud, el estrés térmico, el cambio horario, la humedad

5.3.1 Jet Lag y rendimiento

Hoy en día, los atletas profesionales son viajeros frecuentes. Además, los cambios rápidos de zona horaria pueden plantear serios desafíos a su ventaja competitiva. Esta serie de 3 partes presenta estrategias para combatir los efectos del desfase horario en los atletas profesionales.

● Jet lag definido

Los seres humanos tienen una serie de procesos fisiológicos internos que normalmente están sintonizados con un ritmo de 24 horas bien sincronizado que está regulado por el tiempo de exposición a la luz solar. Cuando su horario es constante, en términos de despertarse por la mañana, actividad diurna y hora de acostarse por la noche, el tiempo de su cuerpo y el tiempo ambiental están estrechamente alineados y, por lo tanto, los ritmos de su cuerpo están en armonía. Sin embargo, cada vez que se cruzan 3 o más zonas horarias, los desacuerdos entre el





reloj interno del cuerpo (el sentido del tiempo de su cuerpo) y el reloj de la pared (las señales de tiempo en su nuevo entorno) pueden causar estragos si no se manejan adecuadamente. Dado que este es un fenómeno posible gracias al transporte aéreo moderno, se le ha denominado "jet lag". Además de cambiar las zonas horarias, todas las demás molestias que acompañan a viajar en avión (procedimientos de facturación, condiciones de los asientos,

● Síntomas del desfase horario

Los síntomas típicos del desfase horario incluyen interrupciones del sueño, alteración del estado de ánimo, pérdida de apetito, malestar estomacal, desorientación y malestar generalizado, todo lo cual puede atribuirse directamente a la desincronización de los ritmos internos del cuerpo. Y, por supuesto, cuanto más se cruzan las zonas horarias, más graves son los síntomas.

● Realidad o Ficción: la dirección del viaje marca la diferencia

El desfase horario es un problema mucho menor después de viajar en dirección oeste que en dirección este porque siempre es más fácil cambiar el horario del cuerpo a un horario posterior que uno anterior. Piénselo, las personas tienen pocas dificultades para permanecer despiertas un poco más de lo habitual (y dormir más tarde de lo habitual) en los días libres, y esto es exactamente lo que sucede cuando se viaja al oeste, donde todo ocurre más tarde que en su zona horaria local. Pero en el caso de los viajes hacia el este, obligarse a acostarse más temprano rara vez conduce a quedarse dormido antes de lo habitual, y despertarse a las 3:00 o 4:00 de

la mañana nunca es divertido. Dirigirse hacia el este cambia todo antes de lo previsto, y definitivamente al cuerpo no le gusta este cambio. En ambos casos, sin embargo, el reloj del cuerpo se resiste a cualquier interrupción y, por lo tanto, lleva tiempo reajustarse:

5.3.2 Jet lag y el atleta

Los atletas deben ser conscientes de un factor de desfase horario adicional que puede interferir especialmente con su rendimiento: la desalineación del tiempo. Además de la "desincronización interna del reloj corporal" descrita anteriormente, una desalineación entre la hora del reloj corporal y la hora de rendimiento del reloj local puede crear problemas incluso cuando los síntomas del desfase horario son mínimos. Este suele ser el caso cuando solo se cruzan 3 zonas horarias.

Hay un ritmo en el rendimiento deportivo que favorece las últimas horas de la tarde y las primeras horas de la noche, y alejar la competencia de estos horarios (según el reloj interno del cuerpo) puede conducir a resultados desfavorables. Esto explica por qué los equipos de la costa oeste tienen ventaja cuando juegan partidos nocturnos en la costa este. Un juego a las 9:00 p. m. en el este se lleva a cabo en el reloj corporal del equipo de la costa oeste de solo las 6:00 p. m., que es un momento del día en el que se mejora el rendimiento atlético. En un artículo sobre los ritmos circadianos, el rendimiento atlético y el desfase horario, el Dr. Roberto Manfredini y su equipo citan pruebas considerables de que el rendimiento deportivo alcanza su punto máximo entre las 1600 y las 2000 horas cuando el tiempo de reacción es más rápido, la fuerza de agarre y la espalda son más fuertes, la flexión es mayor,

el ejercicio la resistencia es más larga y la percepción del esfuerzo físico es más baja que al principio del día.

Por supuesto, no todo tipo de rendimiento es mejor más tarde en el pico del día en la noche. Si bien el tiempo de reacción tiende a ser más rápido en el momento de máxima capacidad física, la precisión, al menos en algunas tareas, es peor que mejor al principio del día. Por lo tanto, se sugiere que las horas más tempranas del día pueden ser mejores para los deportes que exigen precisión e implementación de estrategias competitivas y para la entrega y el recuerdo de las instrucciones de entrenamiento. Sin embargo, en general, el rendimiento físico es mejor cuando la temperatura corporal es relativamente alta o baja, y esto sucede temprano en la noche según el reloj interno del cuerpo.

Viajar puede ser contradictorio para los atletas debido a:

- Fatiga y estrés relacionados con el viaje.
- Desincronización relacionada con la zona horaria de los ritmos internos del cuerpo, y
- Desalineación relacionada con la zona horaria entre las capacidades máximas del cuerpo y el momento local de los requisitos de rendimiento.

La mala noticia es que no existe una "bala mágica" que pueda eliminar estos problemas. La buena noticia es que existen estrategias basadas en la ciencia para mitigar sus efectos.

En un esfuerzo por reducir la fatiga y minimizar los efectos del desfase horario, el Ministerio de la Unión de Deportes de la India tomó recientemente la decisión de enviar a sus atletas a Río para los Juegos Olímpicos de 2016 un mes antes de los Juegos. En juegos olímpicos anteriores, los atletas llegaban casi 2 días antes de sus eventos programados. Este enfoque en la sincronización del reloj corporal habla de los efectos del desfase horario en el rendimiento deportivo.

En la Parte 1 de esta serie de tres partes, nos enfocamos en definir el desfase horario, los mecanismos exactos involucrados y cómo afecta el rendimiento de un atleta. Esta publicación explorará algunas de las técnicas de intervención más efectivas diseñadas y probadas para ayudar a sobrellevar el desfase horario.

● Exposición a la luz

Uno de los factores que debe controlarse más de cerca es la exposición de un atleta a la luz cuando viaja a través de diferentes zonas horarias. En los humanos, la luz está fuertemente

vinculada con un estado de alerta o vigilia, y actúa como el desfasador circadiano más potente (*Cajochen, 2007*).

Hay dos tipos diferentes de cambios de fase: avance de fase (mover todo antes en el día del reloj biológico) y retraso de fase (mover todo más tarde en el día del reloj biológico). Como puede ver en la tabla a continuación, la exposición a la luz de un atleta dependerá de la dirección en la que viaja y la cantidad de zonas horarias que cruza.

Cuando un atleta viaja de oeste a este, su cuerpo pasa por un avance de fase, lo que significa que necesita cambiar a una zona horaria anterior. En este caso, el atleta debe estar expuesto a más luz por la mañana y menos luz por la tarde. Al viajar de este a oeste, el cuerpo pasa por un retraso de fase y cambia a una zona horaria posterior. Por el contrario, la luz debe minimizarse por la mañana y maximizarse por la tarde.

Existen varias estrategias para aumentar y disminuir la exposición a la luz durante viajes largos: los dispositivos de luz para trastornos afectivos estacionales (450–480 nm) a aproximadamente 1500 lux son perfectos para maximizar la exposición a la luz, y los anteojos que bloquean la luz se han creado para bloquear entre un 80 % y el 98% de la luz incidente en el rango azul funciona para minimizar la exposición a la luz (*Samuels, 2012*). Idealmente, estas intervenciones deberían implementarse 2 o 3 días antes del cambio de zona horaria.

● Impacto del jet lag en el rendimiento de los atletas Estrategias de intervención para el manejo de la fatiga

Melatonina

Los efectos de la melatonina en los atletas que viajan a través de múltiples zonas horarias están bien estudiados y se ha demostrado que tiene un efecto mitigador sobre los síntomas del desfase horario (*Manfredini, et al 1998*). La melatonina es una hormona que se conoce como droga cronobiótica, o una droga que afecta específicamente un aspecto de la estructura biológica del tiempo. Producida por la glándula pineal durante la oscuridad (y, por lo tanto, generalmente durante la noche), la melatonina es responsable de la sincronización de los ritmos circadianos.

Varios estudios han demostrado la eficacia de dosis bajas y oportunas de melatonina para superar los síntomas del desfase horario (*Cardinali et al. 2002, Manfredini et al. 1998, Parry 2002*). La mayoría de los expertos están de acuerdo en que < 1 mg es suficiente para cambiar los ritmos

humanos (más parece tener un efecto letárgico, no es algo que quieras inducir en atletas de alto nivel). La regla general es que la administración vespertina adelanta el reloj biológico (induce somnolencia) y la administración matutina lo retrasa (ayuda a mantenerlo despierto). El uso de melatonina para combatir el desfase horario funciona mejor si se consume 30 minutos antes/ después del ciclo normal de sueño/vigilia del atleta y se toma al menos tres días después del cambio de zona horaria (Samuels, 2012).

Cafeína

Así como la melatonina se usa para ayudar a inducir los ritmos naturales de sueño de un atleta, la cafeína se usa para ayudar a un atleta a mantenerse alerta cuando el reloj de su cuerpo les dice que es hora de dormir. En un estudio realizado por el Dr. Beaumont titulado "Efectos de la cafeína o la melatonina sobre el sueño y la somnolencia después de un viaje transmeridiano rápido hacia el este" (2004), se encontró que la cafeína de liberación lenta redujo la somnolencia durante unos días después del viaje y ayudó a aliviar los síntomas del desfase horario hacia el este.

La dosis recomendada de cafeína es de 100 a 300 mg cada cuatro horas y no debe tomarse demasiado cerca de la hora de acostarse (Caldwell, 2015). Algunas de las fuentes más efectivas de cafeína son: *NoDoz*® (100-200 mg de cafeína), café hecho en casa (100 mg por taza), *Red Bull*® (83 mg por lata), *5-Hour Energy*® (215 mg por botella) y *Coca Cola*® (34 mg por lata). Consulte la Tabla 1 para conocer la dosis recomendada de cafeína según la dirección del viaje y la cantidad de zonas horarias cruzadas.

Ambiente

La última intervención farmacológica utilizada para combatir el jet lag es Ambien. La dosis recomendada de Ambien (10 mg) tomada justo antes de la hora local estándar de acostarse puede ayudar a los atletas a conciliar el sueño cuando su reloj biológico interno les dice que permanezcan despiertos. Este medicamento para dormir es de acción breve, no produce efectos secundarios y puede usarse durante los primeros 2 o 3 días en una nueva zona horaria (Caldwell, 2015). Los atletas siempre deben consultar a un profesional médico para decidir si Ambien es adecuado para ellos o no.

Al igual que con otras técnicas de rendimiento deportivo, la modificación y la programación de estas técnicas de intervención deben adaptarse al estilo de vida, la composición corporal, la reactividad a los estimulantes y el historial médico del atleta. Aunque los síntomas del desfase horario son inevitables, el uso de técnicas de intervención integradas y personalizadas puede

ayudar significativamente a los atletas a sobrellevar los efectos no deseados.

En la Parte tres, delinearemos estrategias para el cambio de zona horaria y brindaremos consejos sobre el diseño de un plan integral de gestión de zona horaria. Específicamente, se analizarán las actividades previas al viaje, las actividades durante el vuelo y las actividades posteriores al vuelo, así como una muestra de una tabla de equivalencia de zonas horarias para ayudar a visualizar lo que implica un plan de gestión de zonas horarias.

● Historial de sueño previo al viaje

Idealmente, los atletas y el personal de apoyo tendrán la capacidad de controlar los horarios de sueño y la calidad del sueño al menos un mes antes del viaje. De esta manera, se pueden identificar los atletas que tienen problemas con el sueño y se pueden implementar programas e intervenciones más rigurosos.

Por ejemplo, una estrategia de gestión de la zona horaria para un atleta que naturalmente se duerme a las 11:00 p. m. y se despierta a las 7:00 p. se levanta varias veces durante la noche, y se levanta a las 9:00 am. Registrar el historial y los hábitos de sueño de un atleta puede ayudar al personal de apoyo a diseñar una estrategia de zona horaria eficiente y realista para el individuo.

● Adaptación previa al vuelo

Según el Dr. Charles Samuels, director médico del Centro para el Sueño y el Rendimiento Humano en Calgary, la adaptación previa al vuelo debe comenzar al menos 7 días antes de que ocurra el viaje (2012). Varias estrategias incluyen: reducir el volumen y la intensidad del entrenamiento, ajustar el entrenamiento a la zona horaria de destino y elegir un vuelo nocturno para viajar hacia el este (la luz reducida hará que sea más fácil para los atletas sincronizar sus ritmos con un avance de fase).

Samuels también señala que el entrenamiento de resistencia debe modificarse para reducir el volumen, la intensidad y la frecuencia, y que los entrenadores deben sopesar los beneficios y riesgos asociados con el entrenamiento antes de viajar.

● Actividades en vuelo

Se recomienda que los atletas cambien sus relojes a la hora de destino tan pronto como aborden el avión. Esto les ayuda a prepararse y adaptarse para el destino. El ambiente debe ser cómodo: usar almohadas y soportes mientras se

minimizan las distracciones es crucial. También se ha demostrado que la alimentación en los momentos adecuados puede mejorar drásticamente la adaptación circadiana (Reilly 2007). Los atletas deben comer de acuerdo con los horarios de destino y asegurarse de estar bien hidratados durante todo el vuelo.

Finalmente, este es el momento en el que los atletas y el personal de apoyo querrán comenzar a proporcionar intervenciones como viseras, tapones para los oídos, melatonina, cafeína o dispositivos emisores de luz (según la dirección del viaje y el plan de manejo de la zona horaria del atleta).

● Actividades posteriores al vuelo

Durante 2 a 4 días después del viaje, el personal de apoyo debe monitorear y planificar de cerca las actividades del atleta para garantizar un ajuste rápido a la nueva zona horaria. Su descanso, sueño, comidas, entrenamiento y recuperación deben tenerse en cuenta al desarrollar una estrategia posterior al vuelo. Como mencionamos en la Parte 2, se puede usar una

combinación de terapia de luz, evitación de la luz, cafeína, Ambien y melatonina durante estos primeros días de llegada para ayudar al atleta a adaptarse más rápido.

● Tablas de equivalencia de zonas horarias

Combinar todos estos elementos puede ser un poco complicado a veces. Pero, como menciona el Dr. Caldwell (2015), una de las ayudas más útiles para la adaptación circadiana son las tablas de equivalencia de zonas horarias. Estas tablas incluyen zonas horarias tanto para la ciudad de salida como para la ciudad de llegada, la hora del evento programado, un horario de sueño personalizado y cualquier intervención necesaria antes, durante y después del viaje. Puede ver una muestra de la tabla a continuación (tomada del artículo del Dr. Caldwell titulado "Estrategias para el ajuste de zona horaria para atletas").

En este ejemplo, un equipo de corredores de San Francisco viaja a Nueva York para una competencia. Puede ver las intervenciones establecidas y la estrategia para ayudarlos a adaptarse al



5 PROGRAMA Y DIRIGE EL ENTRENAMIENTO EN CONDICIONES ESPECIALES IDENTIFICANDO LAS BASES Y SUS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES

avance de fase. Estas intervenciones, combinadas con la cuidadosa planificación del personal de apoyo, ayudan a los corredores a adaptarse rápidamente a un turno de 3 horas para que no experimenten ningún problema de rendimiento.

La planificación de una estrategia de gestión de la zona horaria individualizada para cada atleta es fundamental para maximizar el rendimiento. Al observar de cerca el historial de sueño de un atleta y al monitorear cuidadosamente las actividades antes, durante y después del vuelo, el personal de apoyo y los entrenadores pueden minimizar drásticamente los efectos del desfase horario y aumentar significativamente el éxito durante el evento.

● Ejercicio en condiciones húmedas

¿Por qué se percibe mucho más difícil hacer ejercicio en condiciones húmedas que en climas cálidos pero secos? Todo tiene que ver con cómo funciona la termorregulación humana...

● Evaporación

Uno de los mayores desafíos que enfrenta su cuerpo cuando hace ejercicio es la producción de un exceso de calor como consecuencia de la contracción muscular. El cuerpo tiene solo un 20% de eficiencia; lo que significa que si emite 200 W en la bicicleta, ¡también se producen alrededor de 800 W en calor!

La temperatura corporal central debe mantenerse bajo control. Un aumento de solo 5-6 F sobre la línea de base puede ser desastroso, por lo que este exceso de calor debe descargarse al medio ambiente rápidamente para evitar que su cuerpo se "desborde".

Para los humanos, la principal forma en que perdemos calor cuando hacemos ejercicio es a través del sudor, o para ser más precisos, a través de la evaporación del sudor en el aire desde la piel, lo que se lleva una gran cantidad de calor.

Y aquí es donde la humedad se convierte en un gran problema.

Cuando el aire se describe como 0% húmedo, está totalmente seco. Si su cuerpo está tratando de evaporar la humedad en el aire, la situación es feliz para todos los involucrados porque hay un gran gradiente desde su piel a la atmósfera a través del cual puede tener lugar la evaporación.

Pero si la humedad ya está al 100% (es decir, el aire está tan saturado como es posible con agua; piense en una sala de vapor), es básicamente imposible que el sudor se evapore, por lo que simplemente se acumula en la piel y gotea. llevándose muy poco calor consigo en el proceso.

Por supuesto, los niveles de humedad de 0% y 100% en su totalidad son raros, pero hay un continuo entre ellos. Cuando la aguja sube mucho

De acuerdo con el cálculo del índice de calor, si la temperatura del aire es de 80 F (26,6 C) y la humedad relativa es un 35 % relativamente agradable, entonces la temperatura del índice de calor es la misma que la temperatura real del aire (es decir, 80 F / 26,6 C). Si la humedad sube al 70 %, la temperatura del índice de calor aumenta a 83 F (28 C).

Una calculadora de índice de calor en línea es una herramienta bastante útil si solo desea golpear algunos números y obtener un resultado de índice de calor relativo. Si juega con él, puede notar que a niveles de humedad muy bajos, la temperatura del índice de calor cae por debajo de la temperatura real del aire. Esto refleja el hecho de que el sudor se evapora muy fácilmente con una humedad relativa baja, por lo que puede hacer que se sienta más fresco como resultado.

El índice de calor da una idea de las temperaturas que requerirán cierto nivel de precaución o representarán un peligro real para los humanos, especialmente para aquellos que realizan actividad física.

Si bien esto se basa en una serie de suposiciones y cómo podría afectar a un cuerpo humano "promedio", sigue siendo una buena regla general para ayudar a evaluar el nivel de riesgo aproximado que plantean las diferentes combinaciones de calor y humedad.



por encima del 40 % (si se acompaña de temperaturas de aire cálidas o calientes), comienza a ser muy difícil que el sudor se evapore de manera efectiva; en ese punto, cualquier nivel de intensidad comienza a sentirse áspero porque la disipación de calor es deficiente.

● El índice de calor

Debido al efecto dramático que la humedad tiene sobre la temperatura 'efectiva' experimentada por su cuerpo, existen numerosas formas de combinar las lecturas de humedad con la temperatura del aire que se han inventado para proporcionar una temperatura 'sensible' más precisa.

Una temperatura de "sentirse como" se puede usar para ayudar a tomar decisiones prácticas, como qué tipo de ropa usar y si es sensato realizar una actividad física o deportiva en primer lugar.

El índice de calor es uno de los modelos más simples, ya que solo tiene en cuenta la temperatura del aire y la humedad relativa (otros, como la temperatura del globo de bulbo húmedo, también incluyen factores adicionales como la exposición al sol, el factor de sensación térmica, etc.). Sin embargo, es una guía muy útil y definitivamente ayuda a ilustrar el efecto dramático que el calor y la humedad pueden tener cuando se combinan.

● Índice de calor aplicado

Como los aspirantes a los Juegos Olímpicos de verano de 2021 probablemente ya saben, las lecturas promedio de temperatura y humedad para Tokio en agosto son ~82F (27.7 C) y 77%, lo que eleva la temperatura del índice de calor a 88F (31 C), llegando así al 'Extremo'. Área de precaución.

Si hace más calor y más humedad (como sucede a menudo), el índice de calor en Tokio podría superar los 100 con bastante facilidad. No es de extrañar que muchos de los equipos y atletas que se preparan para los juegos estén haciendo todo lo posible para descubrir cómo mitigar los riesgos que plantean estas condiciones, ya que seguramente tendrán un gran impacto en el resultado de muchos de los eventos al aire libre. .

● Cómo reducir los efectos del calor y la humedad

Si sabe que tendrá que entrenar o competir en algún lugar con un alto índice de calor o alta humedad, entonces hay algunas cosas que puede hacer para hacer su vida un poco más placentera y mejorar su rendimiento...

Aclimatarse

El primero de ellos es aclimatarse. Tu cuerpo es bastante hábil para acostumbrarse al calor si lo expones un poco. Las adaptaciones al calor incluyen:

- Un aumento en la tasa de sudoración (tal vez más en condiciones de alta humedad).
- Un aumento en el volumen de plasma sanguíneo (para ayudar con el enfriamiento y el suministro de sangre a la piel y los músculos).
- Comience a sudar antes (es decir, después de un aumento menor en la temperatura central).
- Temperatura central de referencia más baja

Una serie de otras adaptaciones metabólicas que ayudan a garantizar que se enfrente mejor al calor.

La aclimatación completa a un ambiente cálido generalmente toma alrededor de 14 días de exposición prolongada y los efectos se magnifican si también entrenas en el calor. Es por eso que todos los atletas de Tokio (y todos los que quieran hacerlo bien en Kona cada año) pasarán tiempo en campos de entrenamiento en el calor y la humedad durante las semanas previas al evento.

Las adaptaciones al calor llegan rápidamente, pero también desaparecen con relativa rapidez, por lo que los campamentos de aclimatación deben realizarse casi inmediatamente antes del evento principal para que los resultados no se pierdan cuando llegue el día de la carrera.

Si está presionado por el tiempo y los recursos (como la mayoría de nosotros que no somos atletas de tiempo completo), la buena noticia es que aproximadamente el 70 % de las adaptaciones que puede lograr a través de la aclimatación al calor total se pueden lograr en tan solo 5 días, o posiblemente incluso solo 5-8 sesiones prolongadas de ejercicio en el calor.

Por lo tanto, puede ser útil invertir un poco de energía para encontrar una cámara de calor para entrenar varias veces o simplemente subir los calentadores cuando entrenas en interiores. Incluso usar algunas capas adicionales de ropa cuando entrene en un ambiente más templado en la última semana antes de tener que competir en el calor puede brindarle beneficios significativos.

Una cosa clave sobre la aclimatación es que el plan óptimo a seguir sería hacer coincidir las condiciones de entrenamiento con aquellas en las que competirá (en términos de temperatura y humedad). Como era de esperar, tiende a obtener las adaptaciones más relevantes del tipo de preparación más específico.

5 PROGRAMA Y DIRIGE EL ENTRENAMIENTO EN CONDICIONES ESPECIALES IDENTIFICANDO LAS BASES Y SUS CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES

Una última palabra para los sabios aquí sobre el entrenamiento con calor (porque a los atletas les encanta desafiar los límites): siempre esté seguro y tenga cuidado con el entrenamiento de aclimatación al calor. Es muy fácil cocinarlo demasiado y la enfermedad por calor es un escenario muy serio y potencialmente mortal si no se tiene cuidado.

Siempre modere su ritmo (al menos un 15-20 % más lento de lo que normalmente haría para un entrenamiento determinado), comience con sesiones más cortas y livianas para empezar, no se esfuerce demasiado y asegúrese de que alguien lo esté supervisando directamente o al menos consciente de lo que estás haciendo para que puedan vigilarlo.

Hidratar

Claramente, cuando se suda más en condiciones de calor y humedad, la hidratación se vuelve más un problema que define el rendimiento. Siempre que esté entrenando para aclimatarse o planea competir en una situación con un índice de calor alto, es muy recomendable comenzar bien hidratado y beber adecuadamente para ayudar a mitigar la pérdida de líquidos, especialmente en las primeras etapas de una carrera o sesión más larga. También es un momento en el que es muy importante ajustar la ingesta de sodio de acuerdo con sus necesidades individuales.

En este blog puede encontrar cómo comenzar a calcular cuánto (y qué) beber para optimizar su propio plan de hidratación, por lo que vale la pena echarle un vistazo para obtener más detalles. No es un tema en el que haya una respuesta rápida de "talla única", eso es seguro.

Como un aparte interesante; He leído especulaciones de que específicamente en alta humedad, su tasa de sudoración total puede aumentar por encima de su tasa en condiciones cálidas y secas, ya que su cuerpo regula las respuestas de sudoración en áreas de la piel que normalmente no transpiran tanto en clima seco.

La teoría es que esto ayuda a aumentar el "área húmeda" general de la piel, lo que aumenta las posibilidades de que el sudor se evapore, si es posible. Si bien no estoy seguro de la magnitud de este efecto, parece plausible que el calor + la humedad equivalgan a más sudoración de la que causa el calor solo, ¡y ciertamente se siente así cuando corres en Florida!

Ir a tu ritmo

Una última cosa que es absolutamente crítica cuando se enfrenta a condiciones de calor y humedad es ser muy realista sobre el ritmo.

Como se describió anteriormente en este artículo, cuando hace ejercicio, una gran proporción de la energía producida se "desperdicia" en forma de calor, lo que hace que el cuerpo se caliente más rápidamente cuanto más rápido vaya.

Cuando se va duro en condiciones de frío, esto no es un gran problema, ya que es relativamente fácil para el cuerpo arrojar calor al entorno externo. Es por eso que cuando los investigadores estudiaron una gran cantidad de carreras de maratón en todo el mundo, esencialmente encontraron que en algún lugar entre ~39 F (~4 C) y ~49 F (~10 C) parece ser la temperatura ambiente óptima para correr rápido esa distancia, y el rendimiento se ve comprometido a medida que la temperatura sube por encima de eso.

Cuando las condiciones se vuelven "súper calurosas" y húmedas, la descarga de calor a través de la evaporación del sudor es muy ineficiente, por lo que a menudo hay una penalización terrible que pagar por un ritmo agresivo, especialmente al principio de una carrera. Puede causar un sobrecalentamiento que es muy difícil o imposible de revertir sin disminuir significativamente la velocidad o detenerse por completo.

Significa que ser más 'tortuga' que 'liebre' está a la orden del día.

Recuerdo haber visto una brillante entrevista con Jan Frodeno (campeón olímpico de triatlón y ganador del Campeonato Mundial de IRONMAN) hace unos años diciendo que su regla general es quitar un 15-20% de su potencia normal en la bicicleta en Kona para dar cuenta de la alto índice de calor que es tan a menudo una característica de la carrera.

Lo comparó con las carreras en altura en el sentido de que solo tienes que aprender a aceptar que no vas a generar el mismo tipo de potencia y ritmo que en condiciones más favorables. Ser lo suficientemente humilde como para respetar esto es una gran parte de tener éxito en condiciones ambientales muy difíciles.

Entonces, es un hecho simple que hacer ejercicio en el calor y la humedad presenta un escenario particularmente desafiante para el cuerpo humano. Es un poco más desafiante que simplemente hacer ejercicio en calor seco.

Dicho esto, con un enfoque sensato y premeditado para la aclimatación, la hidratación y el ritmo, ciertamente puede limitar sus pérdidas y, con suerte, dejar a algunos competidores menos preparados como resultado.

BIBLIOGRAFÍA

- Hughes, D.C., Ellefsen, S. y Baar, K. **Adaptation to endurance and strength training.** *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine* 8(6), 2017.
- Wilmore, J. y Costill, D. **Fisiología del esfuerzo y del deporte.** Barcelona: Paidotribo, 2010.
- Van Dijk Ron van Megen, Hans y van Megen, Ron. **The secrets of running.** Ed Engels. Paperback 781782551096
- Schoenfeld B. (2016). **Science Development Muscle Hypertrophy.** Human Kine. Lehman College, Bronx, New York.
- Van Dijk Ron van Megen, Hans y van Megen, Ron. **The secrets of cycling.** Ed Engels. Paperback 781782551096
- DeJong, Adam M.A., FACSM. **Maximal Aerobic Power: An Important Clinical and Research Measurement.** ACSM's Health & Fitness Journal: November/December 2011 Volume 15 - Issue 6 - p 43-45. Doi: 10.1249/FIT.Ob013e3182343299.
- Franchini E, Takito MY, Dal'Molin Kiss MA. **Performance and energy systems contributions during upper-body sprint interval exercise.** *J Exerc Rehabil.* 2016 Dec 31;12(6):535-541. doi: 10.12965/jer.1632786.393. PMID: 28119874; PMCID: PMC5227314.
- Laurent Jr., C. M., Meyers, M. C., Robinson, C. A., Green, J. M.: **Cross-validation of the 20-versus 30-s Wingate anaerobic test** *Eur J Appl Physiol* (2007) 100:645-651
- Baker, Julien & (McCormick) Grant, Marie Clare & Robergs, Robert. (2010). **Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise.** *Journal of nutrition and metabolism.* 2010. 905612. 10.1155/2010/905612.
- Skinner JS, McLellan TM. **The transition from aerobic to anaerobic metabolism [published correction appears in Res Q Exerc Sport.** 2013 Jun; 84(2):273. McLellan, T H [corrected to McLellan, T M]]. *Res Q Exerc Sport.* 1980;51(1):234-248. doi:10.1080/02701367.1980.10609285
- González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L, Ribas-Serna J, Rodríguez-Rosell D. **Toward a New Paradigm in Resistance Training by Means of Velocity Monitoring: A Critical and Challenging Narrative.** *Sports Med Open.* 2022;8(1):118. Published 2022 Sep 16. doi:10.1186/s40798-022-00513-z
- Silver MD. **Use of ergogenic aids by athletes.** *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;9(1):61-70. doi:10.5435/00124635-200101000-00007
- **Bases de la nutrición y ayudas ergonutricionales en el deporte.** Aritz Urdampilleta y Ana Sauló. Ed. Elikasport. 2016.
- **Sports Food and Supplements Guidelines Policy Template for Sport.** AIS. 2022
- Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, et al. *Br J Sports Med*- 2018;52:439-455
- Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. **The five-level model: a new approach to organizing body-composition research.** *Am J Clin Nutr.* 1992 Jul;56(1):19-28. doi: 10.1093/ajcn/56.1.19. PMID: 1609756.
- Cheuvront SN, Kenefick RW. **Dehydration: physiology, assessment, and performance effects.** *Compr Physiol.* 2014 Jan;4(1):257-85. doi: 10.1002/cphy.c130017. PMID: 24692140.
- Murray B, Rosenbloom C. **Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes.** *Nutr Rev.* 2018 Apr 1;76(4):243-259. doi: 10.1093/nutrit/nuy001. PMID: 29444266; PMCID: PMC6019055.
- Jeukendrup AE. **Periodized Nutrition for Athletes.** *Sports Med.* 2017 Mar;47(Suppl 1):51-63. doi: 10.1007/s40279-017-0694-2. PMID: 28332115; PMCID: PMC5371625.
- Rothschild JA, Kilding AE, Plews DJ. **What Should I Eat before Exercise? Pre-Exercise Nutrition and the Response to Endurance Exercise: Current Prospective and Future Directions.** *Nutrients.* 2020 Nov 12;12(11):3473. doi: 10.3390/nu12113473. PMID: 33198277; PMCID: PMC7696145.
- Weineck, J. (2019). **Entrenamiento total.** España: Paidotribo.





