



CAPITULO 10 – RESISTENCIA INTERMITENTE

La resistencia en los deportes acíclicos

Los deportes tradicionalmente se dividen en cíclicos y acíclicos. En los acíclicos se alternan diferentes tipos de movimientos en cuanto a intensidad, duración, frecuencia y características cinéticas. Esto llevó a muchos investigadores a realizar un análisis independiente de cada forma de movimiento, y definirlos energéticamente como aeróbicos-anaeróbicos alternados.

Pero esta alternancia de sistemas metabólicos diferentes genera estas preguntas:

- *¿Es la verdadera respuesta que el sistema bioenergético muscular presenta durante la resíntesis de ATP en la mayoría de los deportes?*
- *¿La sucesión casi interminable de acciones cortas de intensidad relativamente alta del voleibol lo convierte en un deporte aláctico donde la vía ATP-CP es requerida de manera extraordinaria?*
- *¿Cuando un jugador realiza un movimiento cualquiera a moderada intensidad, su sistema metabólico cambia absolutamente su modelo energético?*
- *¿Es imposible en estas condiciones encontrar alguna forma de continiun energético?*
- *¿Se debe entrenar por separado cada uno de los modelos de movimiento por intensidad, duración, etc.?*
- *¿Únicamente se puede aumentar los perfiles metabólicos y fisiológicos de trabajo con entrenamiento continuo e intervalado, dejando otros tipos de actividad para el perfeccionamiento técnico-táctico?*
- *¿Se puede explicar el entrenamiento durante competencias o juegos aplicativos de cada deporte específico desde la concepción fisiológica del entrenamiento intervalado?*
- *El entrenamiento de la resistencia surgido de la experiencia de los deportes cíclicos, de la carrera continua, ¿tiene utilidad para los deportes acíclicos?*

Ejercicio intermitente

El ejercicio intermitente implica momentos cortos de esfuerzo con o sin elemento. Presenta pausas que por lo menos tienen una relación entre 1:2 y muchísimo más con respecto al esfuerzo.

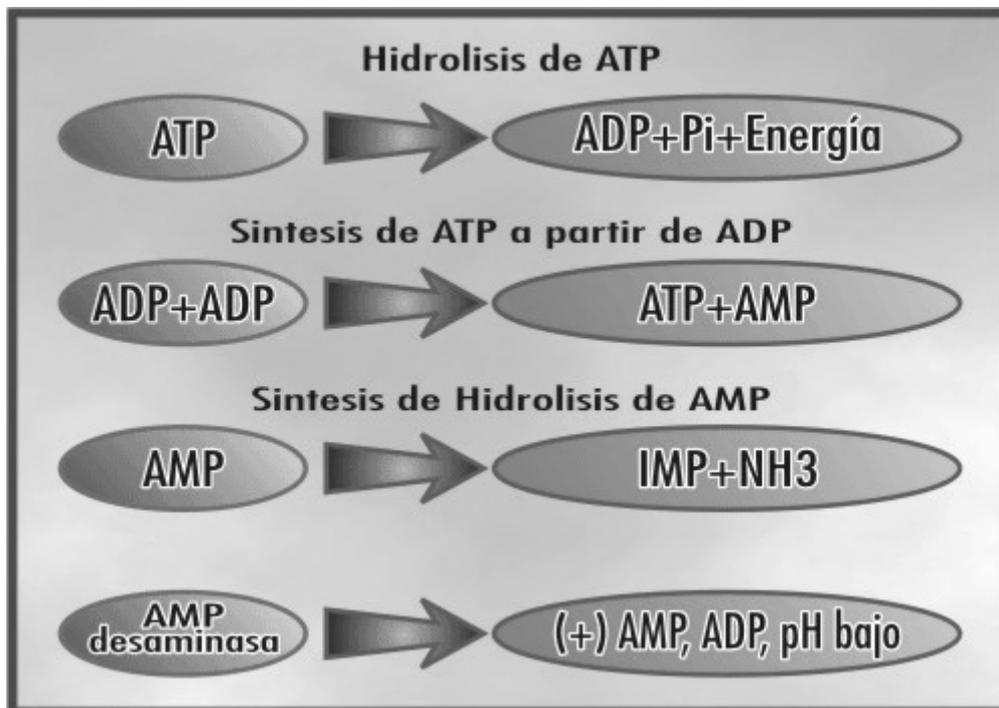
El ejercicio intermitente tiene características de respuesta metabólica que se diferencian a lo tradicional dentro de lo que es el esquema pedagógico de tres sistemas energéticos. (Alactásido, lactásido y aeróbico), clásicamente descripto para deportes cíclicos.

De la interrelación de las diferentes formas de reconstitución de ATP surge un nuevo modelo de interpretar la bioenergética en el campo deportivo. Esta forma de interpretación intenta superar las dificultades de las diferencias entre interpretación científica de los esfuerzos y su aplicabilidad al entrenamiento diario en el campo.

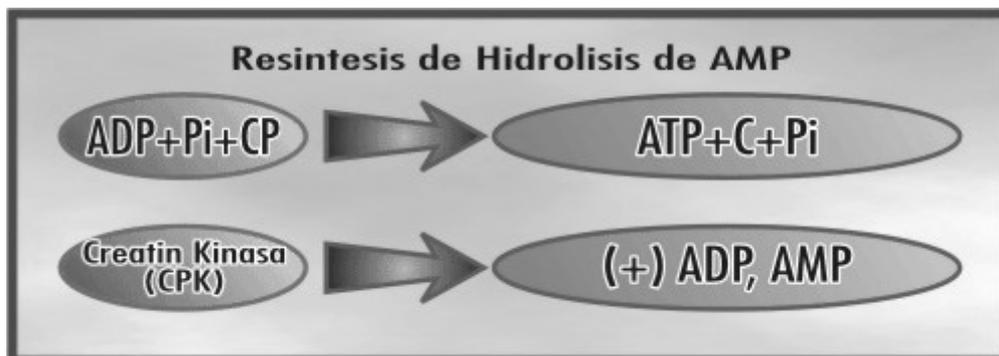
Bioenergética del ejercicio intermitente

El músculo, como productor de energía cinética durante el movimiento, necesita obtener combustible que le permita generar su acción. Biológicamente en la práctica existe una sola sustancia capaz de entregarle esa energía que es el adenosín trifosfato (ATP). El ATP utilizado debe recuperarse inmediatamente para que la contracción muscular sea mantenida en el tiempo.

Al comienzo de un ejercicio el ATP degradado durante la contracción muscular, se resintetiza por hidrólisis (ruptura) de la fosfocreatina (PC) y glucólisis rápida o anaeróbica, hasta que después de un período variable de tiempo la fosforilación oxidativa (glucólisis lenta o lipólisis) se convierte en el mayor contribuyente de resíntesis de ATP.



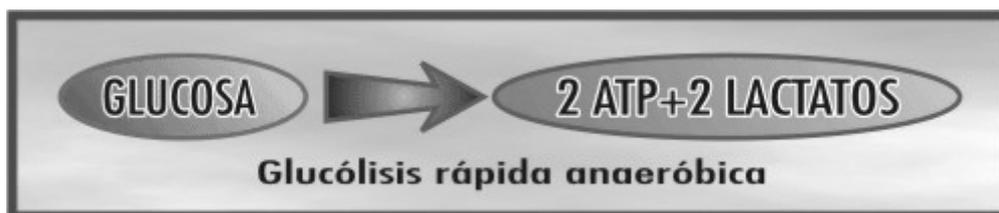
Prácticamente al mismo tiempo que se inicia el ejercicio, el ATP es resintetizado a partir de CP, dejando por consiguiente una molécula de creatina y una de Pi.



Durante el ejercicio intenso el IMP se relaciona a la disminución de CP, y se ha sugerido que la deficiencia energética con una mayor acumulación de IMP, es una gran causa de fatiga.

Belstron plantea que a partir de los 2-3 segundos de ejercicio máximo la glucólisis aporta el 50% de la resíntesis de ATP. Un rápido aumento de ADP estimula la hidrólisis de CP, que va disminuyendo rápidamente su tasa de resíntesis de ADP.

Esto sería por una disminución en la disponibilidad de CP ya que la refosforilación mitocondrial de CP no es suficiente, haciendo hincapié que la resíntesis de CP depende exclusivamente de la fosforilación oxidativa. El calcio activador de la contracción más los productos de hidrólisis del ATP (ADP, AMP, IMP, NH₃ y Pi) actúan como poderosos estimuladores de la glucólisis.



Producción de Fatiga

Tradicionalmente se cree que la acumulación de ácido láctico y la disminución del pH son causa de fatiga, estas circunstancias no son corrientes por ejemplo en el voleibol, donde resulta muy improbable la aparición de concentraciones importantes de lactato. Se ha sugerido que la fatiga podría estar relacionada a una capacidad disminuida de refosforilar el ADP.

La fatiga en el ejercicio intermitente prolongado también ha sido tradicionalmente asociada a la depleción glucogénica. Pero se ha encontrado que fibras que presentaban alteración de la performance no habían llegado a nivel de agotamiento de glucógeno. Después de 1 hora de trabajo intermitente se ha encontrado por un lado una disminución del aporte de citrato y por lo tanto una disminución del ciclo de Krebs, con una marcada disminución de CP y aumento de IMP. Incluso algunos estudios plantean una alteración del sistema reticular con un nivel muy bajo de captación de Ca y esto se asocia a disminución de contracción voluntaria máxima y del tiempo medio de relajación.

Fosfocreatina como energía aeróbica en el ejercicio intermitente. (Paradoja Metabólica). Suplementación

Solo aquellos que aumentaron su nivel de CP en un 25% tuvieron mayor nivel de recuperación de CP posterior a esfuerzos máximos.

Este efecto estaría dado por una mayor resíntesis de ATP durante este tipo de esfuerzos, inclusive con ingestión de CP disminuye el NH₃ y las hipoxantinas en sangre (marcador de pérdida de nucleótidos). También se ha demostrado la reducción de la pérdida de ATP en series subsiguientes de 30 segundos máximos, encontrando básicamente un aumento de contenido de CP en fibras II con un aumento consiguiente de la resíntesis de ATP.

En las fibras II la CPK mitocondrial depende de una buena cantidad de CP. Como se planteó antes, durante series repetidas de ejercicio la resíntesis de ATP, depende del pool de CP, que es resintetizado exclusivamente en la refosforilación aeróbica. El nivel de producción de ácido láctico dependerá del nivel de resíntesis de CP. Y este dependerá a su vez del pool de creatina, del nivel de puesta en marcha del sistema enzimático mitocondrial, y de la relación tiempo de esfuerzo, intensidad de este y tiempo de pausa.

Durante trabajos submáximos una tasa de regeneración de ATP es necesaria para mantener la función contráctil, y dentro de ciertos límites la demanda de ATP y su concentración es mantenida a expensas de los depósitos de CP.

Hay que recordar -según se ha explicado en los apartados anteriores referentes a los sistemas energéticos- que todo el metabolismo aeróbico se produce dentro de una organela subcelular denominada **mitocondria**. Dentro de esta (donde penetra a través de un transportador específico el ácido pirúvico) se desarrolla tanto el **ciclo de krebs** como la **cadena transportadora de electrones**, verdadera usina formadora de energía a través de la resíntesis de ATP. En el ciclo de Krebs el grupo acetylo se degrada en dióxido de carbono (CO₂), y H⁺ que reducen el NAD a NADH. La cadena transportadora de electrones es un proceso de varios pasos enzimáticos donde se va extrayendo lentamente la energía contenida en los H⁺ sintetizando ATP, y donde el último aceptor es el oxígeno, con la formación de agua.



Ingreso de acetylos provenientes de glucosa para energía aeróbica.

Pero este ATP formado dentro de la mitocondria es incapaz de traspasar la membrana hacia el citoplasma muscular que es donde se encuentran las proteínas contráctiles. Por lo tanto, dentro de la mitocondria se cataboliza a ADP para esta energía liberada formar CP a partir de C y Pi . El CP formado es el transportador de energía hacia fuera de la mitocondria para resintetizar ATP nuevamente cerca de las proteínas contráctiles y que este pueda ser utilizado en el proceso contráctil. Esto se produce durante todo el período de entrenamiento intermitente.

Por eso la utilización de CP marca el máximo stady state posible de esfuerzo puramente aeróbico, donde sino no hay suficiente para la resíntesis de ATP se comienza a utilizar energía anaeróbica (glucolisis rápida).

En virtud de lo anteriormente explicado, una de las formas de aumentar el pool de creatina es a través de su suplementación. Si aumentamos el ingreso de Creatina vamos a aumentar el nivel de resíntesis de CP durante ejercicio intermitente y por lo tanto aumentar la capacidad y potencia aeróbica durante este tipo de esfuerzo. Esto actúa como una **paradoja metabólica**, al funcionar la CP como un metabolito de utilización de energía aeróbica en ejercicios intermitentes.

Rico-Sanz plantea en un estudio randomizado en 14 hombres durante ejercicio con series alternantes de 3 minutos al 90% por 3 minutos al 30% de la máxima potencia de trabajo. El grupo suplementado con creatina tuvo un aumento de alrededor del **10% del consumo de oxígeno**, una disminución significativa de ácido úrico y NH₃, y un aumento del tiempo de agotamiento de un 20% en el grupo suplementado con respecto al grupo placebo, relacionando estos hallazgos con un aumento de la fosforilación aeróbica y un mayor flujo del sistema de la CPK.

Tipo de fibras musculares y su respuesta al ejercicio intermitente

Aparentemente, existe un "continuum" entre las fibras rápidas y las fibras lentas. Las fibras rápidas presentan una rápida utilización de ATP anaeróbico con baja resistencia con una mayor cantidad de CP y presentan una mayor declinación de este durante ejercicios de fuerza repetidos. La relación en la glucogenólisis en ejercicio intermitente (1.6 seg/1.6 seg) en ambos tipos de fibras es que mientras en las fibras rápidas la tasa es alta en cualquier condición, en las fibras lentas solo es alta en condiciones de oclusión del flujo en sprint, pero nunca alcanza la tasa de las fibras rápidas.

Cuando los periodos de reposo disminuyeron a 0.8 seg o durante isquemia, la glucogenolisis aumentó debido a que la resítesis de ATP no fue suficiente y el aumento de AMP estimuló la activación de fosforilasa y por lo tanto de glucólisis.

Esto enfatiza la importancia del "duty cycle" que define la respuesta metabólica a la contracción, donde varía considerable a una tasa determinada de trabajo si se varía el tiempo de recuperación entre las sucesivas contracciones. La recuperación de CP es básicamente dependiente del flujo de oxígeno.

En las fibras I se produce un mayor recuperación de CP con respecto a las II, debido a su mayor metabolismo aeróbico (Tesch). En este mismo tipo de trabajo la degradación de CP se mantiene en las fibras I mientras disminuye en las tipo II. El ejercicio intermitente recluta en una mayor proporción las fibras II, pero con una tasa de oxidación de grasas similar al continuo a una intensidad mayor.

Entrenamiento intermitente

Ya *Astrand* planteaba en 1960, que a las mismas intensidades de trabajo mientras en forma continua no se podía mantener el esfuerzo por más de unos pocos minutos, esta misma intensidad realizada en forma intermitente permitía ejercitarse a valores más bajos de ácido láctico en sangre y por tiempos prolongados inclusive a valores tan bajos como 2 mM (10 segundos de ejercicio por 20 de pausa). Dependiendo del tiempo de ejercicio y pausa los valores de ácido láctico son intermedios. Inclusive con un aumento del consumo máximo de oxígeno.



Esto se debería a una mayor dilatación sanguínea, una gran utilización de la reserva de oxígeno unido a la mioglobina que a su vez se recupera durante los períodos de pausa. La producción de ácido láctico y deplección glucogénica durante el intermitente fue mucho menor, mientras la oxidación grasa fue mucho mayor.

Esto podría estar explicado por una contribución aeróbica más importante en el ejercicio intermitente por el oxígeno ligado a la mioglobina y la hemoglobina a la salida de cada serie. Los niveles de lactato dependen tanto de la duración del ejercicio como de la pausa entre las repeticiones teniendo gran variación en la relación 15/15 con respecto al 15/30, y 10/10, 20/20 con respecto a 30/30 y 60/60, las diferencias se relacionaron con diferencias en la concentración de CP.

Doderty planteo que en ejercicios intermitente a una velocidad promedio entre velocidad de VO₂ máximo y velocidad umbral anaeróbico obtenida de test progresivo incremental. Durante ejercicio intermitente se alcanzó valores mayores de VO₂ máximo y a menores niveles de ácido láctico en sangre.

En otro estudio Christmas vió que a niveles de alrededor del 70% de VO₂ máximo, comparando ejercicio intermitente entre series de 6"/9" y 24"/36", en la segunda forma tuvieron 3 veces menos de oxidación de grasas, 1/3 más de oxidación de carbohidratos, un 62% más de ácido láctico en sangre, con mayores concentraciones de piruvato (40%) y menores de glicerol (25%).

Tipos de ejercicios intermitentes

Podríamos definir cinco tipos de Ejercicios Intermitentes.

1. Ejercicios Intermitentes Metabólicos

Es el típico ejercicio aeróbico intermitente. En general, dentro de parámetros de 6/6, 6/10, 10/20, 10/10, 15/15, 15/20 etc. Relación ejercicio/pausa de 1/1, 1/2, con series de entre 6 y 15 minutos y volúmenes cercanos a 60-90 minutos. Su velocidad es entre el 90% y 110% de la velocidad máxima aeróbica. Se realizan distancias de carrera totales similares al método intervalado. Debe ser de intensidad creciente intrasesión, recordando que en general; cuanto más corto es el esfuerzo, más alta es la intensidad por la mayor cantidad y calidad de aceleraciones. (ej: 10x 10 es más intenso que 15 x 15: proceso inverso al intervalado).

2. Ejercicios Intermitentes Neuromusculares

Su "madre" es el entrenamiento intermitente metabólico y su padre el circuito de pesas. El intermitente neuromuscular se compone de ejercicios de alta intensidad de esfuerzos de fuerza-potencia o fuerza explosiva, en la que la clave es la **velocidad de ejecución con menor carga**. (40-60% de un RM). Se mantendrán ejercicios de corta duración, alta intensidad (en altamente entrenados se acercara a máxima velocidad en ejercicios de fuerza explosiva) con la alternancia permanente de ejercicios, para no fatigar ninguna unidad motora en particular. Se realizan habitualmente con ejercicios de saltos o velocidad e aceleración, sin posibilidad de realizar este tipo de trabajo repitiendo el gesto motor más de dos o tres series cortas. Es necesario cambiar permanentemente de ejercicio, pudiendo volver al mismo ejercicio después de pasar por otros ejercicios.

3. Ejercicios Intermitentes Metabólicos-Neuromusculares

La rápida adaptación enzimática y coordinativa al ejercicio intermitente genera que el entrenamiento metabólico alcance en semanas el volumen e intensidad deseado. En este caso la intensidad se ira aumentando paulatinamente produciendo agregados de esfuerzos neuromusculares al ejercicio metabólico. Mayor numero de frenos, saltos, idas y vueltas etc. será la manera entonces de aumentar la intensidad en este tipo de ejercicios. Recordar que un ejercicio neuromuscular cada 50 metros aumenta la intensidad en un valor cercano al 10 %. Por el gran componente de fuerza de estos tipos de ejercicios generalmente se trabaja a frecuencias cardíacas menores.

4. Ejercicios Intermitentes Metabólico-técnicos

En algunos deportes, la mayor cantidad de tiempo del entrenamiento es de características técnicas o tácticas. En estos deportes, cuando se acerca la competencia, el preparador físico adquiere prácticamente una función de evaluador de los esfuerzos realizados. La interpretación de estos esfuerzos como intermitentes, permite una real evaluación del volumen e intensidad del esfuerzo realizado. Hay que tener en cuenta algunos elementos: Uno, que en general la pausa es mas larga, por lo que el esfuerzo debe ser considerado levemente inferior que lo que marca la velocidad de carrera. En segundo término, que la intensidad nunca deberá superar aquella que el jugador puede resolver con su técnica. Y finalmente, debido a que hay esfuerzos neuromusculares por los permanentes cambios de dirección y frenados, la intensidad debe ser considerada mayor. Para aquellos sin gran experiencia suele ser difícil la interpretación de la intensidad del esfuerzo y entonces la frecuencia cardiaca (tomando intensidad y duración de cada intensidad) es una herramienta de gran utilidad.

5. Ejercicios Intermitentes de fuerza lactácido

La realización de esfuerzos de alta intensidad en fuerza localizada lactásida, tipo 30 x 30 segundos o un minuto por un minuto ha sido planteada como alternativa para el trabajo con obesos. En personas de difícil deambulacion o de gran obesidad la realización de estos ejercicios localizados puede ser gran utilidad. Es sin lugar a dudas de mayores beneficios que el ejercicio continuo para este tipo de personas. (Saavedra). No debe ser utilizado con deportistas.

Evaluación y prescripción de Ejercicio Intermitente

Hay muchos modelos de prescripción y formas de evaluación de ejercicio intermitente. Citaremos algunos que creemos que son de mayor nivel de correlación con la prescripción de ejercicio intermitente.

En primer lugar muchos investigadores han demostrado que no se puede prescribir actividad intermitente en campo a partir de mediciones de laboratorio. Algunos profesionales prescriben intensidades a partir de porcentajes de velocidad en tests máximos para la distancia propuesta para el entrenamiento. El porcentaje de la máxima velocidad para ser utilizada como resistencia aeróbica intermitente es muy variable de acuerdo a características fisiológicas de los jugadores. Aquellos deportistas de características explosivos deberían manejar porcentajes menores que aquellos de características de resistente o fibras lentas.

Este tipo de porcentajes son útiles para entrenamientos intervalados de velocidad pero no de resistencia intermitente. El ejercicio intermitente se puede planificar a partir de muchos tests de campo aeróbicos (Cooper, 1000 metros etc), pero hoy existen test específicos para su desarrollo.

Las investigaciones del Dr. Jens Bangsbo

El Dr. Jens Bangsbo, del Instituto August Krogh de Dinamarca, clasificó el trabajo aeróbico en tres categorías de entrenamiento, que cubrían aspectos de rendimiento y regeneración en el futbolista: el entrenamiento de recuperación, el entrenamiento de baja intensidad y el entrenamiento de alta intensidad.

El entrenamiento de recuperación.

Su objetivo es conseguir la capacitación física y psicológica tras un partido o sesión intensa. Los efectos provocados por la actividad intensa deben regenerarse antes de continuar con el trabajo principal, ya que sólo así podremos obtener un rendimiento óptimo. La carrera suave, los juegos de intensidad moderada, etc., permiten la recuperación del dolor muscular, roturas de tejidos, inflamaciones musculares locales o incluso subsanar posibles estados de sobreentrenamiento.

La intensidad será del 65 % de la FC máx. El entrenamiento puede adoptar la forma de ejercicio continuo o intermitente. En este último caso, los periodos de trabajo deben ser mayores de 5 minutos.

El entrenamiento aeróbico de baja intensidad.

Su función es permitir la realización de esfuerzos durante un tiempo prolongado, así como mejorar las posibilidades de recuperación después de acciones de considerable intensidad. Un jugador recorre aproximadamente 11 kilómetros en un partido, por lo tanto es importante que los futbolistas tengan una elevada capacidad de resistencia. Con este trabajo pretendemos prepararle para afrontarlo y además posibilitarle hacer frente a los muchos otros esfuerzos de alta intensidad que se intercalan a través de una correcta recuperación tras cada uno de ellos.

La intensidad será de 80% de la FC máx., bien en forma continua o bien interválica; en esta última forma de trabajo, con esfuerzos de más de 5 minutos.

El entrenamiento aeróbico de alta intensidad.

Pretende mantener durante largo tiempo una elevada intensidad de carga, así como mejorar la recuperación tras los esfuerzos intensos.

La intensidad será cercana al 90% de la FC máx. En la puesta en práctica de este trabajo debemos evitar traspasar la barrera oxidativa y entrar en el campo de la vía glucolítica a través de trabajo de "resistencia a la velocidad", ya que esto evitará mantener la intensidad adecuada durante tiempos prolongados.

Bangsbo plantea diversas formas de entrenamiento intermitente en los que fija los tiempos de trabajo y los de recuperación (siempre activa):

Ejercicio	Recuperación	Ritmo cardiaco
30 segundos	30 segundos	90-100 %
2 minutos	1 minuto	85-95 %
4 minutos	1 minuto	80-90 %

Y según la tabla de Bangsbo de 1997, éstas serían las tres áreas del entrenamiento aeróbico, junto con sus frecuencias cardiacas:

Ritmo cardiaco				
	% de la FC máx		pulsaciones por minuto	
	Media	Intervalo	Media*	Intervalo*
Entrenamiento Recuperación	65 %	40-80 %	130	80-160
Entrenamiento Baja intensidad	80 %	65-90 %	160	130-180
Entrenamiento Alta intensidad	90 %	80-100 %	180	160-200

* Si la FC máx. es de 200 pulsaciones por minuto

El Test de Resistencia Intermitente (Yo-Yo test)

El Dr. Bangsbo ha desarrollado una serie de tests de características intermitentes que se basan en test de velocidad progresiva donde esta aumenta cada minuto. El deportista recorre una distancia de 20 metros ubicada entre dos conos, en ida y vuelta permanente. La velocidad que debe desarrollar es marcada por una cinta de audio que a través de un bip indica en que momento el atleta debe llegar hasta cada cono, frenar y volver inmediatamente hasta el cono opuesto.

El Dr. Bangsbo diseñó tres tests.

a) **El YoYo Test de Resistencia**, donde el deportista realiza el movimiento ininterrumpido de ida y vuelta, aumentando la velocidad por minuto como se lo indica la cinta audible.

b) **El YoYo Test de Resistencia Intermitente**, que tiene características similares a la anterior, solo que cada 40 metros (20 de ida y 20 de vuelta) el deportista espera en la línea de salida 5 segundos, convirtiendolo en un ejercicio intermitente, con pausas completas intermedias simulando las pausas del juego.

c) **El YoYo Test de Recuperación Intermitente**, similar al anterior, pero con pausas de 10 segundos cada 40 metros. Debido a que el aumento de velocidad producido por la cinta audible es mucho más rápido, se convierte en un test de características anaeróbicas.

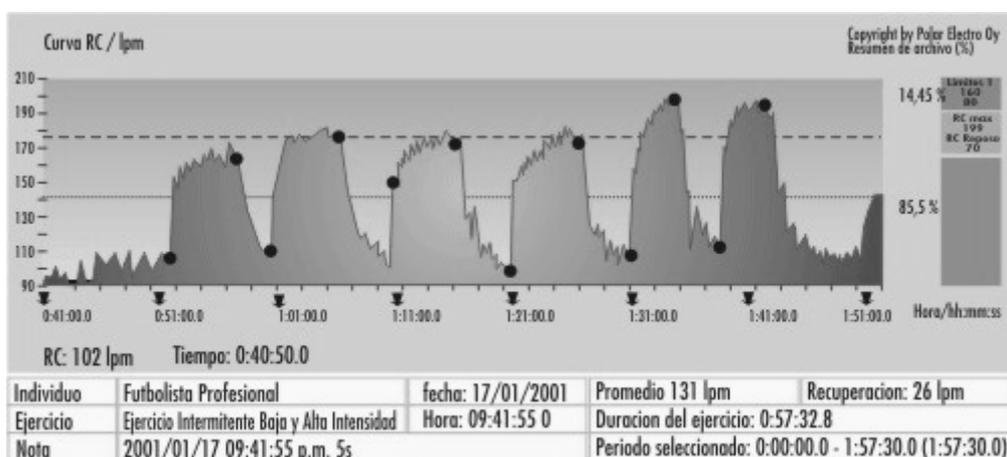
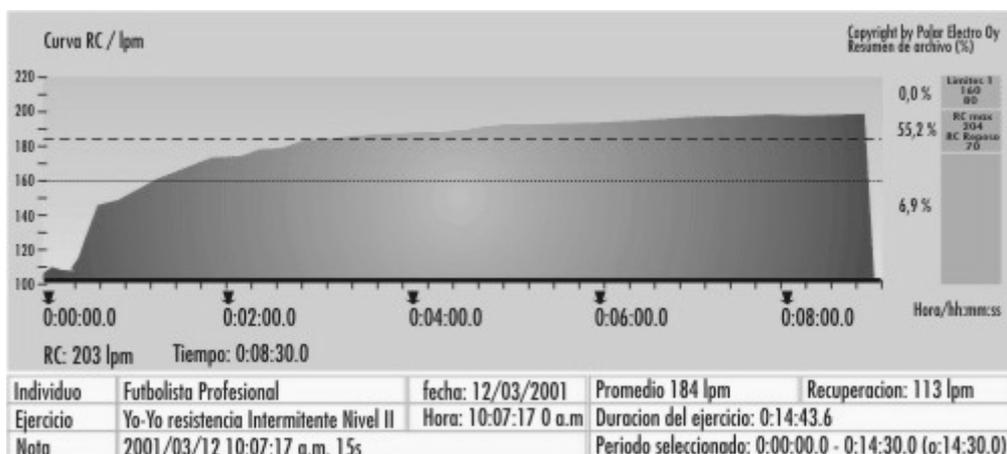
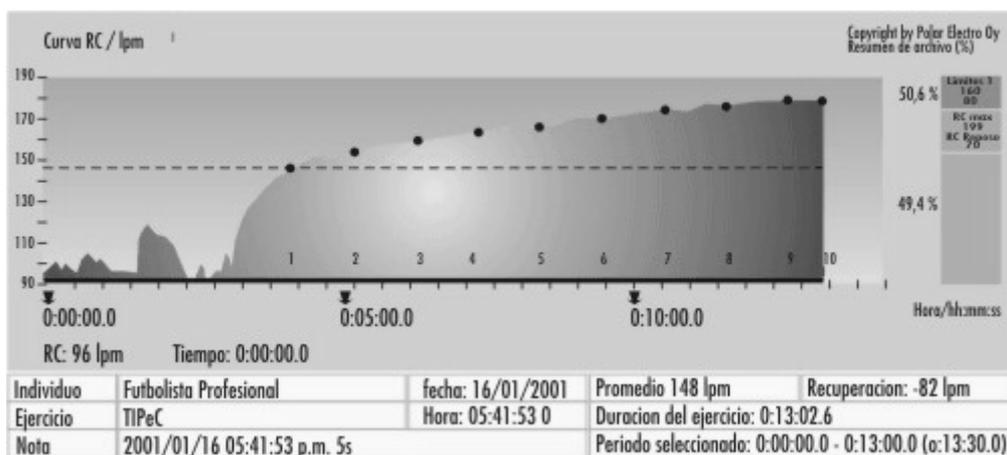
Estos tests, a diferencia de los tests de campo tradicionales, no presentan una intensidad de esfuerzo constante. Aumentan la intensidad, y el atleta recorre metabólicamente todas las áreas funcionales, lo que hace importante que se pueda evaluar a lo largo de todo el esfuerzo. Es **indispensable** la utilización de monitores de ritmo cardiaco (del tipo Polar) que nos permiten observar desde la frecuencia cardiaca en que momento aparece una dificultad para resolver el esfuerzo. Desde esta intensidad hacia abajo será el área a trabajar para mejorar los aspectos de resistencia aeróbica.

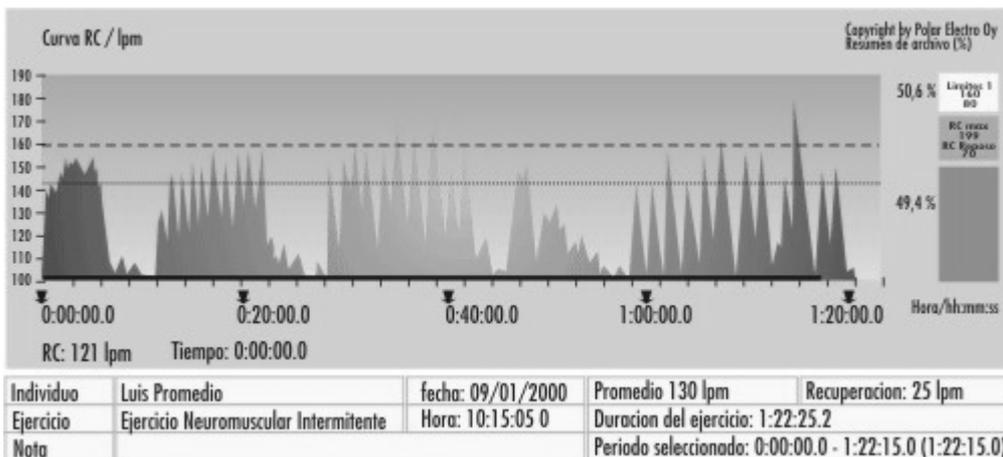
Cómo planificar a partir del resultado del test

La planificación del ejercicio intermitente se puede realizar de dos maneras.

a) A partir de la medición de la velocidad desarrollada en la etapa final. Obteniendo la velocidad en metros por segundo, (ej. 4 m/seg), se la lleva entre el 100% y el 130% (4 - 5.2 m/s) y se planifica de allí la distancia para 10 o 15 segundos. (para 10 segundos entre 40-52 metros).

b) A través de la curva de **frecuencia cardíaca**, donde podemos detectar el quiebre de la misma o en que momento se dispara. Esa será el área donde deberemos realizar gran volumen de trabajo intermitente.

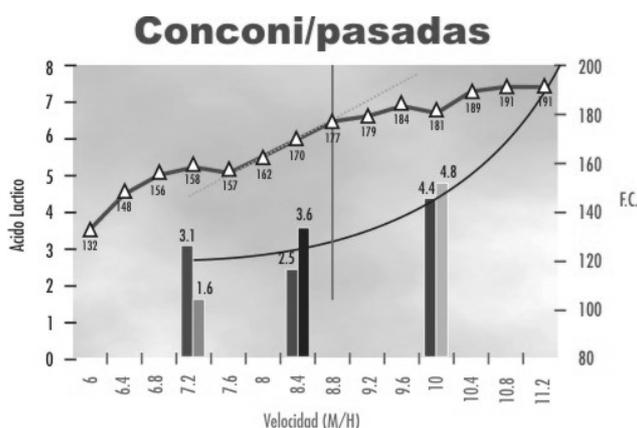




Una de las alternativas que utilizamos es realizar un test de intensidad progresiva en campo (TIPeC). Para ello, se construye una pista de 200 metros marcada con conos cada 20 metros y utilizando el cassette del yoyo test de resistencia, le pedimos al deportista que acompañe cada cono con el bip de la cinta audible. Va a presentar un aumento de velocidad cada minuto, pero eliminando el componente neuromuscular del freno y arranque continuo del yoyo. Grabando la frecuencia cardíaca en cualquiera de los **Monitores Polar®** de la línea profesional (*Xtrainer, Vantage, Accurex, Coach*), podremos incorporar al sistema informático a través de la interface Accurex o Vantage, la curva total de frecuencia cardíaca realizada durante el test, además de marcar automáticamente la FC al final de cada etapa.

De esta forma, a través del método de Conconi, podremos obtener dos intensidades de trabajo, **umbral anaeróbico** por quiebre de FC y **velocidad final**.

En futbolistas juveniles (datos no publicados) se realizaron exámenes en tres días diferentes separados cada uno durante 48 hs. El primer día se realizó el test incremental en treadmill, comenzando a 6 millas por hora y aumentando 0.4 millas cada minuto hasta agotamiento (test de Conconi modificado). Se evaluó frecuencia cardíaca (monitoreo de FC Polar® Vantage NV, Accurex y Xtrainer plus), al final de cada etapa y ácido láctico a 7.2 m/h, 8.4m/h, 10m/h e inmediatamente final. Las mismas evaluaciones se realizaron en pasadas de 6 minutos a esas mismas 3 velocidades, durante el segundo día. Se correlacionó punto de quiebre de frecuencia cardíaca con curva de ácido láctico en las dos condiciones.

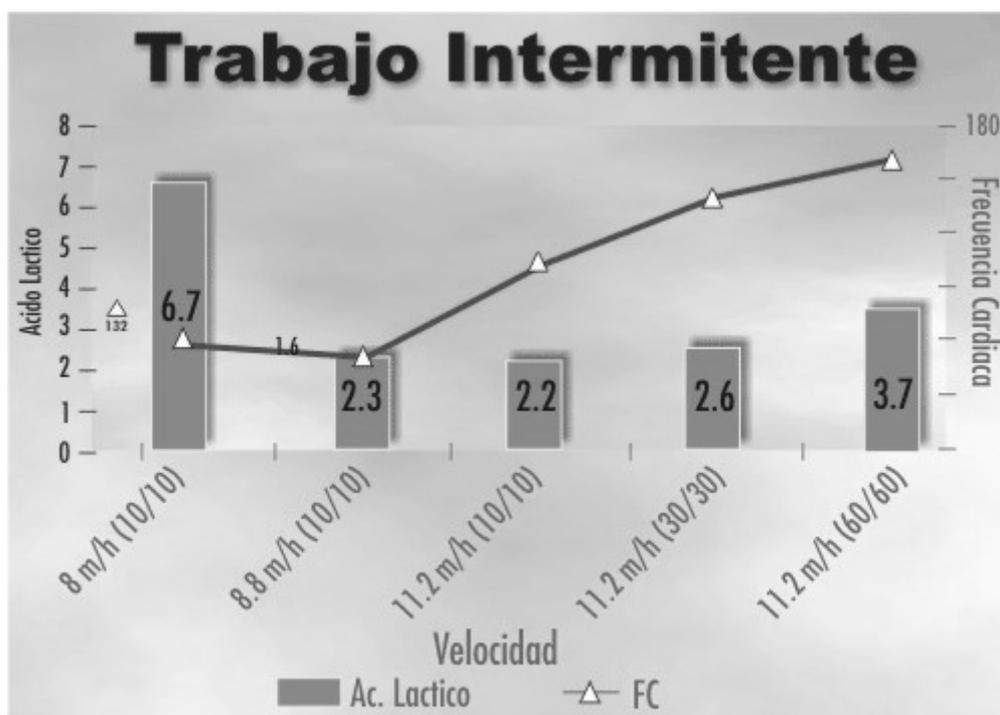


Medición de frecuencia en test progresivo en treadmill, con monitoreo de frecuencia cardíaca, y ácido láctico. Las barras blancas marcan ácido a la misma velocidad en pasadas continuas en futbolista juvenil. Durante el tercer día se evaluó el ejercicio intermitente. Después del mismo protocolo de entrada en calor de los días anteriores, (15 minutos de trote más 3 series de 50 metros al 90% por 150 metros al 50%, 5 minutos de trote y elongación final), se realizó ejercicio intermitente durante series de 6 minutos.

La intensidad se prescribió según el test incremental. La primera serie a velocidad baja (8 m/h) 10 segundos de trabajo por 10 segundos de pausa; segunda serie a velocidad umbral 10/10 (8.8 m/h); tercera serie velocidad final (11.2 M/h) 10/10, cuarta a la misma velocidad 30/30 y quinta a la misma velocidad 60/60.

En ejercicio intermitente, presentó menores valores de ácido láctico para las mismas velocidades de ácido láctico en continuo y de aumento progresivo. En la medida que progresaba el ejercicio iba tolerando mayores tasa de esfuerzo (en intensidad y duración del ejercicio) con niveles de ácido láctico que no aumentaban proporcionalmente. La correlación frecuencia cardíaca se mantuvo por debajo de la observada para el quiebre de la curva según el método Conconi, mientras que el ácido láctico no superó el valor teórico de los 4 mmol excepto al comienzo del esfuerzo, donde el ácido láctico en general aumento más allá de niveles supuesto por percepción subjetiva de esfuerzo, frecuencia cardíaca o nivel de intensidad.

La prescripción de ejercicio intermitente se puede realizar utilizando la capacidad máxima de trabajo en cualquiera de los yoyo tests, o utilizando velocidades del test de intensidad progresiva en campo (TIPeC). Por las características de los tests intermitente, y debido a su compromiso neuromuscular estos tests son ideales para prescribir intensidad de trabajo con pelota utilizando un porcentaje de la velocidad máxima utilizada durante el tests. (En general entre el 100 y el 130% de su máxima velocidad). En el caso del TIPeC es muy útil la velocidad delta 50% (vd50) que es la velocidad promedio entre la velocidad en el umbral anaeróbico por FC y la final.



Medición de FC y ácido láctico en ejercicio intenso en futbolista juvenil.

Utilizando esta metodología se realizó TIPeC en campo en jugadores de fútbol profesional. Se obtuvo la vd50 y se planificó 6 series de trabajo de intensidad y duración que aumentaban progresivamente. 1era serie, 10 segundos de trabajo por 20 de pausa a una intensidad igual a la vd50. 2da serie, 10/10 a la misma velocidad. 3era serie, 15/15 a la misma velocidad. Se realizó una macropausa y después 3 series más respetando el mismo tiempo de esfuerzo y pausa, pero a una velocidad igual al 120% de la velocidad vd50. Divididos en 3 grupos cada uno desarrolló la velocidad planificada para cada grupo en series de 6 minutos.

Fig 8: Frecuencia cardíaca medida en Monitor Polar ventaja durante ejercicio intermitente en jugador de fútbol profesional.

Para mejor comprensión se desarrolla un ejemplo:

Es un jugador profesional de fútbol internacional donde en el TIPEc desarrolló una intensidad máxima de 3,92 m/seg (se detuvo en el estadio del YoYo de resistencia) y una velocidad umbral de 4,58 m/seg (estadio del YoYo de resistencia). El promedio de velocidad fue m/seg. Por lo que se planificó 6 series de 10"/20", 10"/10", 15"/15", y nuevamente 10"/20", 10"/10", 15"/15", recorriendo 42 metros, 42 mts., 63 mts., 50 mts., 50 mts., 75 mts., respectivamente en cada serie. En las figuras 7 y 8 se presenta la grabación de la FC tanto del test como del ejercicio. Observe como se delimita el trabajo aeróbico de baja intensidad de las primeras 3 series y el trabajo aeróbico de alta intensidad de las últimas tres.

Control del ejercicio intermitente

Gullstrand, en un trabajo intermitente de 15"/15" concluyó que en entrenamiento de remo en todas las series de trabajo tanto el consumo de oxígeno, la frecuencia cardíaca y el ácido láctico en sangre se mantuvieron constantes en un 78%, 89% y 32% de su nivel máximo respectivamente.



En este tipo de trabajo el control de frecuencia cardíaca con **monitores Polar®**, fue de gran utilidad para el control de las intensidades de ejercicio. Se correspondió tanto con aumento de intensidades, con percepción subjetiva del esfuerzo, y a medida que el trabajo fue aumentando de duración también lo hizo con el ácido láctico en sangre.

En nuestra experiencia el ácido láctico presentó gran variabilidad intraindividual en las primeras etapas del esfuerzo, como interindividual al final de todos los tests. No hubo correlación entre el ácido láctico final de cualquiera de los tests y la capacidad de trabajo en ejercicio intermitente. Rieu planteaba que la relación entre la concentración de lactato/intensidad de ejercicio, para la mayor parte de un ejercicio parece representar la acumulación de lactato en las primeras etapas de un ejercicio intermitente progresivo. Bangsbo demostró que en ejercicio intermitente de 10 y 15 segundos a diferentes tasas de trabajo, la frecuencia cardíaca presentó igual correlación con el Vo2 máximo que en trabajo continuo.

Un parrafo a parte requiere el análisis de trabajos denominados de transferencia de fuerza o de potencia, o de estímulos neuromusculares. Hoy son muy utilizados los trabajos considerados como circuitos de potencia (trineos, potencia en arena, vallas, "pliometría baja" etc.). Este tipo de trabajo también podrían considerarse metabólicamente como intermitente.

Pero por sus características de compromiso neuromuscular deben considerarse tiempos de ejercicio menor, no superior a 7-8 segundos con mayores tiempos de pausa (1:3, 1:4). La frecuencia cardíaca es también útil para el control de este tipo de esfuerzos. Se recomienda alcanzar menores niveles de frecuencia cardíaca en este tipo de ejercicios. Fig 9: Fc cardíaca medida en Monitor Polar Vantage durante ejercicio de circuito de potencia en jugador de futbol profesional.

Para finalizar, es interesante echar un vistazo a la conclusiones **del Dr. Rubén Argemí** respecto del ejercicio intermitente:

1	El trabajo intermitente, por las características del esfuerzo, es el tipo de trabajo que más se asemeja a los deportes denominados acíclicos o con pelota.
2	El trabajo intermitente nunca desarrolla intensidades máximas. En general se realiza entre el 90% y el 115% de la velocidad máxima aeróbica. (No velocidad pura). El trabajo intermitente cuando finaliza el estímulo esta en condiciones de continuar el ejercicio a esa intensidad. Los tiempos de recuperación no superan al doble del esfuerzo (a veces los trabajos con pelota por su planificación la otorgan mas tiempo).
3	La acción metabólica entre fatiga y estímulo esta separada por un delgado limite. Los "desechos" metabólicos del ATP (AMP, IMP, NH ₃ y Pi) actúan como poderosos estimulante metabólicos. Estos mismos metabolitos, (básicamente el IMP y NH ₃) en presencia de medio ácido (los H ⁺ provenientes del ácido láctico) actúan como potentes inhibidores del metabolismo muscular. En concreto el esfuerzo intermitente debe llegar a los niveles de catabolismo de ATP, en ADP, AMP y este en IMP y NH ₃ , si a estos niveles estimuladores de la glucolisis se suma un aumento del ácido láctico se produce una inhibición de la misma.
4	El elemento (pelota) exige al jugador la máxima precisión y si se supera la exigencia tolerable, el jugador automáticamente disminuye la intensidad para "acomodarse" a su necesidad técnica. Por lo que es más difícil que presente lesiones por exceso de trabajo, ya que no debe responder a las exigencias de un cronómetro (a veces demasiado para él) sino a las exigencias de su "cronometro biológico".
5	El trabajo intermitente no solo permite sino que exige mayores volúmenes de trabajo. Es probable que entrenamientos menores de 90 minutos produzcan a mediano plazo disminución de la capacidad y potencia aeróbica.
6	El ejercicio intermitente requiere mayor tiempo de ejecución para desarrollar la capacidad y potencia aeróbica que el ejercicio intervalado.
7	La frecuencia cardíaca es un excelente indicador de esfuerzo para el control del ejercicio intermitente
8	El ejercicio intermitente recluta mayor número de fibras rápidas y estimula el consumo grasas.
9	La planificación de distancia en trabajos con pelota, o trabajos de potencia (arena, trineos, vallas, aros etc.) requiere de evaluaciones que comprometan capacidades neuromusculares.
10	El ejercicio intermitente debe complementarse con entrenamientos continuos e intervalados de acuerdo a criterio de cada entrenador a lo largo de los diferentes macrociclos de trabajo.