

Article

El Entrenamiento de Alta Intensidad, Una Herramienta para la Mejora del Rendimiento en los Deportes de Perfil Intermitente

Highintensity Training, A Tool To Improve Performance In Intermittent Sports

Jaime Fernández Fernández Fernandez

Facultad de Ciencias del Deporte, Unidad de Ciencias del Ejercicio y el Entrenamiento. Universidad Ruhr-Bochum (Alemania).

RESUMEN

El ejercicio intermitente de alta intensidad es una de las formas de actividad más frecuente en la mayor parte de los deportes de equipo (fútbol, rugby) y en algunos individuales (tenis o bádminton), también definidos de una forma más genérica como deportes intermitentes. Parece que está claro que un aspecto fundamental a desarrollar en estos deportistas es su habilidad para ejecutar esfuerzos de alta intensidad de manera repetida. Para ser capaces de eso los deportistas van a necesitar de un alto nivel de condición física aeróbica así como de una alta capacidad para repetir sprints ("repeated sprint ability", RSA), que les permita ejecutar esos esfuerzos a intensidades mas alta y recuperarse eficientemente entre esfuerzos. En el siguiente artículo se revisan los efectos del entrenamiento de alta intensidad tanto a nivel fisiológico como de rendimiento, en deportes intermitentes. Además, se intenta proporcionar una visión práctica del uso de los distintos tipos de entrenamiento de alta intensidad que se pueden implementar dentro del programa de entrenamiento de deporte intermitente.

Palabras Clave: entrenamiento, alta intensidad, deportes intermitentes, aeróbico, anaeróbico

ABSTRACT

Highintensity intermittent exercise is one of the most common forms of activity in most of the team (football, rugby) and some individual sports (tennis or badminton), and also defined in a more generic way, intermittent sports. It seems that a fundamental aspect to develop in these sports is the ability to perform highintensity efforts repeatedly. Intermittent sports athletes will require high levels of aerobic fitness as well as repeated sprint ability, in order to generate and maintain power output during repeated highintensity efforts and to recover quickly in between. The following article reviews the effects of high intensity training in both, physiological and performance characteristics, of intermittent sports. In addition, the author attempts to provide a practical vision of how to use different training strategies which can be implemented within the training program of an intermittent sport.

Keywords: training, highintensity, intermittent sports, aerobic, anaerobic

INTRODUCCIÓN

El ejercicio intermitente de alta intensidad es una de las formas de actividad más frecuente en la mayor parte de los deportes de equipo (fútbol, baloncesto, rugby) y en algunos individuales (tenis o bádminton), también definidos de una forma más genérica como deportes de perfil intermitente. La naturaleza acíclica de estos deportes en los que se intercalan fases de ejercicios a diferente intensidad con pausas de recuperaciones activas e incompletas durante un espacio de tiempo más o menos prolongado, se hace evidente a través de las frecuencias de movimiento que se observan durante el juego, superando en ocasiones las 1000 acciones de tipo intermitente [17].

La distancia total recorrida durante los partidos en estos deportes sugiere que se necesita disponer de una base aeróbica bien desarrollada, especialmente en deportes como el rugby o el fútbol [811]. La intensidad media de juego durante estos deportes parece que es constante, estableciéndose por debajo del umbral de lactato (UL) (ej., entre el 8090% de la frecuencia cardiaca pico (FCpico), o el 7080% del consumo de oxígeno pico (VO2pico) [12]. Sin embargo, cuando se definen zonas de intensidad (ej., baja, media, alta), las diferencias entre los diferentes deportes de perfil intermitente son claras. Los jugadores de rugby y fútbol parece que pasan una mayor parte del tiempo de juego en zonas de intensidad bajas (8085% del tiempo), mientras que los jugadores de baloncesto o hockey sobre hierba pasan una menor parte del tiempo a estas intensidades (~ 50%) y más tiempo a intensidades moderadas (~ 40%). Hay que aclarar que existen grandes diferencias en los estudios que han reportado el patrón de actividad en los deportes de perfil intermitente, lo que puede ser debido a varias razones: (1) al uso de diferentes metodologías para clasificar la intensidad, que a veces es inconsistente; (2) el número de partidos analizados, que puede llevar a una sobre o subestimación de las duraciones de los diferentes periodos de intensidad; (3) el nivel de condición física de los jugadores analizados, que puede afectar al tiempo que pasan en periodos de alta intensidad; y (4) el nivel de oposición, que puede incrementar o disminuir los periodos de alta intensidad desarrollados [12,13]. Teniendo esto en cuenta, parece que la cantidad de ejercicio de alta intensidad que se lleva a cabo durante la mayor parte de deportes de equipo es consistente, siendo aproximadamente el 1519% de la distancia total recorrida durante un partido, o el 1015% del tiempo de juego [12,1416]. De todas formas, dependiendo de los niveles de fatiga, el nivel de oposición, la importancia del partido o incluso si el equipo o jugador están perdiendo o ganando, la cantidad de ejercicio de alta intensidad ejecutada varía mucho de partido a partido [7, 14,17].

A nivel fisiológico todos estos deportes de perfil intermitente se han descrito como deportes de sprints múltiples [18], donde el metabolismo energético va a depender de la duración del ejercicio realizado, del número de repeticiones y del tiempo de recuperación entre los esfuerzos [19]. En este tipo de deportes parece que existe una compleja interacción entre los tres sistemas de obtención de energía: ATP/PCr; glucólisis anaeróbica y sistema aeróbico. Así, y de forma resumida (se recomienda al lector las revisiones de Glaister [16], Spencer y cols. [15], 2005; Girard y cols. [20], y Bishop y cols. [21]), podemos decir que a medida que aumenta el tiempo de ejercicio y número de sprints, existe un aumento de la participación aeróbica y una disminución importante de la glucólisis anaeróbica, aunque se constata una elevada participación del metabolismo de la fosfocreatina (PCr) durante la repetición de esfuerzos breves e intensos relacionada con ese descenso en la glucólisis anaeróbica [15].

IMPORTANCIA DEL DESARROLLO DE LA CONDICIÓN FÍSICA AERÓBICA EN LOS DEPORTES DE PERFIL INTERMITENTE

Aunque los atletas participantes en este tipo de deportes se pasan la mayor parte del tiempo en intensidades que pueden ser consideradas como bajas a moderadas, el éxito de sus acciones (ofensivas, defensivas) va a depender de las acciones de alta intensidad que hemos mencionado anteriormente (combinaciones de sprints, cambios de dirección, golpes, saltos, etc.). Estas acciones de alta intensidad están relacionadas metabólicamente con los procesos de aprovisionamiento de energía anaeróbicos, aunque también van a depender en gran medida del sistema aeróbico, que permitirá básicamente la recuperación entre esfuerzos durante los partidos, así como la recuperación entre sesiones de entrenamiento y/o partidos. Desde el punto de vista fisiológico, parece que las adaptaciones que se producen en el metabolismo a través de una mejora de la condición física aeróbica (mayor capacidad respiratoria mitocondrial [22], cinética del consumo de oxígeno (O₂) más rápida [23], mayor umbral de lactato y mayor consumo máximo de O₂ (VO₂max) [24,25] se han asociado a una mejora en la habilidad para resistir la fatiga durante esfuerzos cortos de alta intensidad. Así, se han reportado correlaciones

moderadas ($0.62 < r < 0.68$; $p < 0.05$) entre el VO_{2max} y la capacidad para repetir sprints de forma repetida (RSA o "repeated sprint ability") en deportes como el hockey sobre hierba, rugby o fútbol [23, 25,26]. Además se ha visto que los deportistas con mayores valores de VO_{2max} mostraban una mayor capacidad para resistir la fatiga durante ejercicio de sprints repetidos, especialmente durante las últimas repeticiones en tests de RSA [27]. Esto sugiere que la habilidad del cuerpo para transportar y utilizar O_2 durante esfuerzos de alta intensidad y la recuperación entre los mismos es importante [28]. En el caso del fútbol existen estudios que han mostrado que los jugadores con mayores niveles de potencia aeróbica eran capaces de recorrer mas distancia durante un partido [29,30]. Por otro lado, también existen estudios que han mostrado que el VO_{2max} es un indicador pobre del estado de forma en los deportes intermitentes [31], no se relaciona con el nivel de rendimiento en esfuerzos intermitentes de corta o larga duración y no determina la distancia total recorrida durante un partido de fútbol [30, 32,33]. En sujetos bien entrenados y participantes en deportes de equipo, Bishop y cols. [33] reportaron que la capacidad de repetir sprints no estaba correlacionada con los niveles de VO_{2max} ($r = 0.30$; $p > 0.05$). Hay que tener en cuenta que las diferencias metodológicas entre los diferentes estudios, como pueden ser los niveles de los jugadores, la naturaleza de los partidos jugados (amistosos, de entrenamiento), los diferentes tests usados, o los sistemas de análisis de patrón de actividad usados, pueden estar relacionadas con estas diferencias.

Además de lo mencionado anteriormente, las mejoras en la cinética del VO_2 como resultado del entrenamiento aeróbico han sugerido un incremento en la eficiencia metabólica durante la recuperación, lo que ayudaría en el retraso de la aparición de la fatiga [34]. Debido a las cortas recuperaciones que se observan en los deportes de dinámica intermitente (< 30 seg) [5, 6,15], una respuesta más rápida del VO_2 ayudaría a la reposición de los depósitos de PCr, lo que mejoraría la ejecución de múltiples esfuerzos de alta intensidad [23,35]. Algo que sería positivo en los deportes de tipo intermitente es poseer una mayor capacidad de resíntesis de PCr y un incremento en la habilidad para eliminar iones de hidrógeno (H^+) del músculo esquelético, algo que se ha observado en deportistas que presentan una mayor capacidad muscular oxidativa [26, 36,37].

EL ENTRENAMIENTO DE ALTA INTENSIDAD

Dada la importancia que parece que tiene el desarrollo aeróbico en los deportes intermitentes a la hora de mejorar el rendimiento durante la competición, la literatura específica se ha centrado en los últimos años en analizar los medios más efectivos para esta mejora. Son varias las aproximaciones que se han usado para la mejora de la condición física aeróbica del jugador, y como veremos más adelante, para la mejora de su capacidad de repetir esfuerzos intermitentes de alta intensidad. De esta forma no estaremos hablando exclusivamente del entrenamiento de tipo aeróbico, sino también del entrenamiento de tipo anaeróbico (resistencia a la velocidad, RSA), por lo que de una forma más genérica hablaremos del entrenamiento de alta intensidad. Basándose en la contribución del sistema de aprovisionamiento de energía dominante, el ejercicio de alta intensidad se puede dividir entre aeróbico y anaeróbico. Esto se correspondería con intensidades por debajo, cercanas (aeróbico) y por encima (anaeróbico) del VO_{2max} [38]. El entrenamiento aeróbico de alta intensidad provoca incrementos en parámetros cardiovasculares como el tamaño del corazón, flujo sanguíneo, o distensibilidad arterial [39,40]. Estos cambios mejorarán la capacidad del sistema cardiovascular para transportar O_2 lo que resultara en una cinética más rápida del VO_2 a nivel muscular y pulmonar y un mayor VO_{2max} [10, 41,42]. De esta forma, una mayor cantidad de energía puede ser proporcionada de forma aeróbica, permitiendo al jugador la realización de esfuerzos intensos de manera prolongada, así como recuperarse más rápidamente entre las fases de alta intensidad que se producen durante el juego [43]. El entrenamiento anaeróbico, relacionado con ejercicios de resistencia a la velocidad y también de sprints repetidos, incrementa la actividad de algunas enzimas anaeróbicas, como la creatinquinasa, fosfofructoquinasa, mioquinasa, y glucógenofosforilasa [44]. Una mayor tasa de producción de energía a través de las vías anaeróbicas podría mejorar la habilidad para producir más potencia de forma continuada durante esfuerzos cortos y de alta intensidad [45]. Además, este tipo de entrenamiento está relacionado con la mejora en factores limitantes de los esfuerzos cortos de alta intensidad, como pueden ser la regulación del pH, el incremento de la expresión de la bomba sodio potasio (Na^+ , K^+), o la mejora en algunos casos de la capacidad tampón del músculo [45,46]. Estos cambios producirían un efecto inhibitorio de los H^+ dentro de la célula muscular, preservando la excitabilidad de la misma y el desarrollo de fuerza, y explicaría en cierta forma la mejora sobre el rendimiento a través de este tipo de entrenamiento [20,48].

Entrenamiento aeróbico de alta intensidad y mejora sobre el rendimiento en deportes de perfil intermitente

Parece que en los últimos años se acepta el entrenamiento interválico a intensidades cercanas al VO_{2max} como el método más efectivo para la mejora del VO_{2max} [12, 20,21]. Se cree que son los niveles reducidos de O_2 en los músculos durante el entrenamiento los que provocan el incremento del VO_{2max} [48]. El hecho de que a medida que el nivel de O_2 en los músculos desciende, con incrementos en la intensidad que exceden el 100% del VO_{2max} , pero no desciende una vez se ha excedido este punto, sugiere el uso de entrenamientos interválicos a esas intensidades frente al uso de entrenamientos de

tipo continuo [4850]. Además, el uso de entrenamientos de tipo interválico tiene otras ventajas sobre el entrenamiento continuo, como son el desarrollo simultáneo de la capacidad tampón en la musculatura o la tasa de resíntesis de PCr [46]. El objetivo general del trabajo interválico es el de acumular la mayor cantidad de estímulo de entrenamiento a altas intensidades en comparación con el que puede ser tolerado en una serie de ejercicio continuo [34]. A día de hoy existen evidencias científicas que nos permiten clasificar el entrenamiento aeróbico de alta intensidad en varios tipos, con intensidades que oscilan entre el 85% hasta las intensidades cercanas al 100% del VO₂max [51,52]. La prescripción de este tipo de entrenamiento va a depender de unas variables fundamentales, que serán el volumen e intensidad de trabajo, volumen e intensidad de la recuperación, y el volumen total de entrenamiento.

Los primeros estudios que abordaron el entrenamiento aeróbico de alta intensidad en los deportes de perfil intermitente, basados fundamentalmente en el trabajo de carrera en línea con muy pocos cambios de dirección, han reportado mejoras individuales tanto en el estado de forma aeróbico, como a nivel de rendimiento [10,5364]. Uno de los primeros trabajos científicos relacionados con el entrenamiento de alta intensidad y el rendimiento en deportes de perfil intermitente es el de Helgerud y cols.[10], en el que tras un entrenamiento de 8 semanas de duración basado en carrera (4 series de 4 min, al 9095% de la frecuencia cardiaca máxima (FC_{max}), con 3 min de recuperación al 5060% de la FC_{max}), los jugadores mejoraron su VO₂pico un 10.8% . Los valores de umbral de lactato y economía de carrera también se vieron incrementados en 16.0% y 6.7%, respectivamente ($p < 0.05$), aunque no se tuvieron en cuenta las dos sesiones de entrenamiento “extra” (técnico/táctico; fuerza, sprints) que los jugadores realizaron. A nivel de rendimiento durante un partido, los autores reportaron que los jugadores se pasaron más tiempo a altas intensidades (% FC_{max}), con un incremento significativo en el número de sprints realizados de aproximadamente un 100%, y un aumento del 20% en la distancia total recorrida. Aunque las limitaciones de este estudio tanto a nivel de número de sujetos (19) como de análisis sobre el rendimiento específico (solo un partido analizado después de la intervención) son evidentes, ha marcado el “gold standard” que han seguido los diferentes autores desde entonces. En la tabla 1 se pueden observar los diferentes estudios que han estudiado los efectos de un entrenamiento aeróbico de alta intensidad basado en carrera sobre diferentes cualidades de los deportistas. En general, y aunque la magnitud de los cambios varía en función de los estudios, todos muestran que este tipo de entrenamiento conlleva incrementos en el VO₂max (510%), así como una menor acumulación de lactato sanguíneo durante el ejercicio submáximo, o una mejora en la economía de carrera (37%). Además, estos periodos de entrenamiento conllevaron también mejoras en el rendimiento específico (~1015%) durante partidos simulados, partidos oficiales, o tests de rendimiento específico, como puede ser el test Yo Yo [61].

Estudio	Deporte	Sujetos	Intervención			Adaptaciones fisiológicas	Cambios en el rendimiento	
			Duración (semanas)	Sesiones x semana	Modo			
Balabinis y cols. [53]	Baloncesto	7 H	7	4	Carreras de 100-500 m cada 30-60 seg	85-90% FCmax	> VO2max 7%	
Helgerud y cols. [10]	Fútbol	19 H	8	2	4 x 4 min; 3 min rec; carrera	85-90% FCmax; recuperación: 50-60% FCmax	> VO2max 10.8% ; > UL 16%	+ 20% Distancia total recorrida partido; +100% número de sprints
Ferrari Bravo y cols. [60]	Fútbol	13	8	2	4 x 4 min; 3 min rec; carrera	90-95% FCmax; recuperación: 50-60% FCmax	> VO2max 11% ; > velocidad UL 21.6% ; > EC 6.7%	+ 12.5% test Yo-Yo
Impellizzeri y cols. [59]	Fútbol	15 H	12	2	4 x 4 min; 3 min rec; carrera en circuito	90-95% FCmax; recuperación: 50-60% FCmax	> VO2max 8.3% ; > velocidad UL 12.9%	+ 6.9% Distancia total partido; + 22.8% periodos de alta intensidad partido; + 14.3% mejora en test de Bangsbo
Sporis y cols. [58]	Fútbol	11 H	8	3	4 x 4 min; 3 min rec; carrera en circuito	90-95% FCmax; recuperación: 50-60% FCmax	> LA max 14.1%	+ 2.2 % test de 300 yardas
Buchheit y cols. [64]	Balónmano	17 H 8 M	10	2	2 x 14 x 15 seg -15 seg rec pasiva; Carrera intermitente	92% Vmax test 30:15	—	< mejor sprint test RSA 4% ; < 4% sprint medio test RSA; > 8% Vmax test 30:15
Fernandez-Fernandez y cols. [63]	Tenis	11 H	6	3	3 x (3 x 90 seg); 180 seg rec activa; Carrera + desplazamientos específicos	90-95% FCmax; rec: 70% FCmax	> 6% VO2max	> 20% test de resistencia específico (Hit & Turn)

Tabla 1.

Efectos de un entrenamiento aeróbico de alta intensidad basado en carrera sobre diferentes cualidades de los deportistas. H: hombres; M: mujeres; FCmax: Frecuencia cardiaca máxima; VO2max: consumo máximo de oxígeno; Vmax: velocidad máxima; UL: umbral de lactato; EC: economía de carrera; LA: lactato; RSA: capacidad de repetir sprints.

En los últimos años también se ha investigado sobre el entrenamiento aeróbico de alta intensidad mediante el uso de ejercicios específicos, como son los juegos en espacios reducidos en el fútbol (ej., de 2 vs 2 a 6 vs 6) (Tabla 2) [62]. La mayor parte de los estudios muestran cómo es posible alcanzar las intensidades “deseables” (90-95% FCmax) para obtener adaptaciones específicas a nivel aeróbico, a través del uso de ejercicios en pista (en el caso del tenis) [63], o con el uso de la pelota (en el caso del fútbol o balonmano) [62,64]. En cambio aún son pocos los estudios que han investigado los efectos de un periodo de entrenamiento mediante el uso de estos ejercicios, sobre el rendimiento tanto a nivel fisiológico como a nivel de cambios durante la competición. En el caso del fútbol, los estudios han seguido el formato de entrenamiento diseñado por Helgerud y cols.[10] (4 x 4 min - 90-95% FCmax; rec: 3 min 70% FCmax), pero incluyendo juegos en espacios reducidos o circuitos con ejercicios específicos (ej., “dribblings” con el balón) (Figura 1) [55,60,61]. Se reportaron mejoras en el VO2max (79%), economía de carrera (310%) tras intervenciones en las que se entrenaba de esta manera dos días por semana. Algunos de los estudios compararon el entrenamiento con pelota, con el entrenamiento en carrera, reportando que ambos modos de entrenamiento eran igualmente efectivos en la mejora de parámetros fisiológicos (ej., VO2max) o rendimiento físico durante un partido (ej., distancia recorrida).

Estudio	Deporte	Sujetos	Intervención				Adaptaciones fisiológicas	Cambios en el rendimiento
			Duración (semanas)	Sesiones x semana	Modo	Intensidad		
Chamari y cols.[56]	Fútbol	18 H	8	2	4 x 4 min; 3 min rec; Circuito de driblings; 4vs4	90-95% FC _{max}	> VO ₂ max 7.5%	+ 9.6% Distancia recorrida en un test continuo de 10 min
Hill-Haas y cols.[62]	Fútbol	10 H	7	2	2vs2 a 7vs7: 3-6 x 613 min; rec: 1-2 min	>80% FC _{max} ; recuperación: 50-60% FC _{max}	> VO ₂ max 10.8% ; > UL 16%	+ 17% test Yo-Yo; No cambios en RSA; sprint 5 m y 20 m
Impellizzeri y cols.[59]	Fútbol	14 H	12	2	3vs3; 4vs4; 5vs5; 4 x 4 min, rec: 3 min	90-95% FC _{max}	+ 7.1 VO ₂ max; + 9.7 velocidad UL	+ 25.5% Actividad alta intensidad en partido; + 4.5% Distancia total partido; ~ 6% mejora en test específico
Rampinini y cols.[17]	Fútbol	20 H	32	2	3 x (4 x 3 min), rec: 3 min	>85% FC _{max}	—	+7% Test intermitente Yo-Yo; + 44% test resistencia Yo-Yo
Reilly y White [66]	Fútbol	18 H	6	2	5vs5; 6 x 4 min, rec: 3 min	85-90% FC _{max} ; recuperación: 50-60% FC _{max}	Mantenimiento de niveles de VO ₂ max	Mantenimiento de resultados en CMJ, 10-30 m Sprint y 6 x 30 m sprint
Dellal y cols.[68]	Fútbol	8 H	6	1-2	1vs1, 2vs2	90-95% FC _{max}	—	+6.6% en el test Vameval; +5.8% en test 30:15
Buchheit y cols.[64]	Balonmano	15 H	10	2	Juegos específicos: 2 a 4 x 2-min, 30 seg a 4-min	~90% FC _{max}	—	Mejora en RSA (4 %); + 6.3% en test 30:15
Fernandez-Fernandez y cols.[63]	Tenis	4 H 4M	-	-	4 x 2 min; rec: 90 seg	90-95% FC _{max}	—	—

Tabla 2. Efectos del entrenamiento aeróbico de alta intensidad mediante el uso de ejercicios específicos. H: hombres; M: mujeres; FC_{max}: Frecuencia cardiaca máxima; VO₂max: consumo máximo de oxígeno; Vmax: velocidad máxima; UL: umbral de lactato; EC: economía de carrera; LA: lactato; RSA: capacidad de repetir sprints. CMJ: salto en contramovimiento.

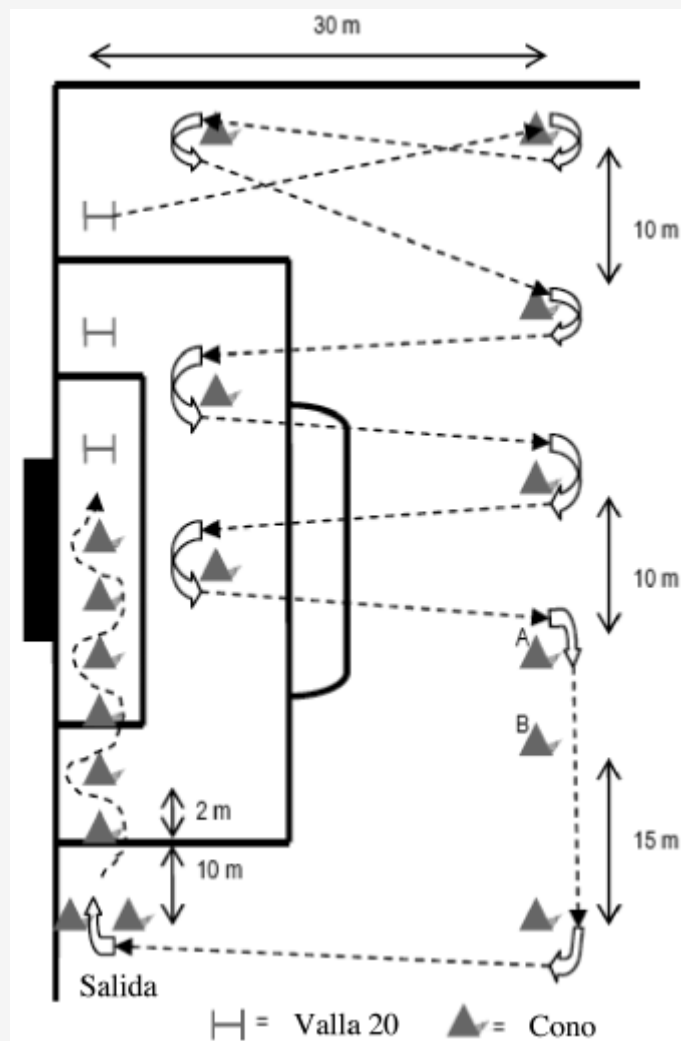


Figura 1. Representación esquemática del circuito de entrenamiento "Hoff Track" (Helgerud y cols. [10]).

Como hemos mencionado anteriormente, hay que tener precaución a la hora de interpretar estos resultados, sobre todo en relación al rendimiento durante el partido, ya que la mayor parte de los estudios se ciñen a un partido celebrado después del periodo de entrenamiento, por lo que se necesitarían estudios que examinasen los efectos de este tipo de entrenamiento a medio plazo. Lo que sí parece claro es que este tipo de entrenamientos que incluyen juegos en espacios reducidos o circuitos/ejercicios con movimientos y tareas específicas, presentan una mejor transferencia al "ambiente" competitivo de los deportes intermitentes. Además, estas situaciones de entrenamiento representan una oportunidad para el desarrollo de habilidades como la toma de decisiones bajo condiciones de stress físico y/o psíquico. Por último, presentan una mejor respuesta a nivel psicológico por parte de los deportistas (ej., motivación).

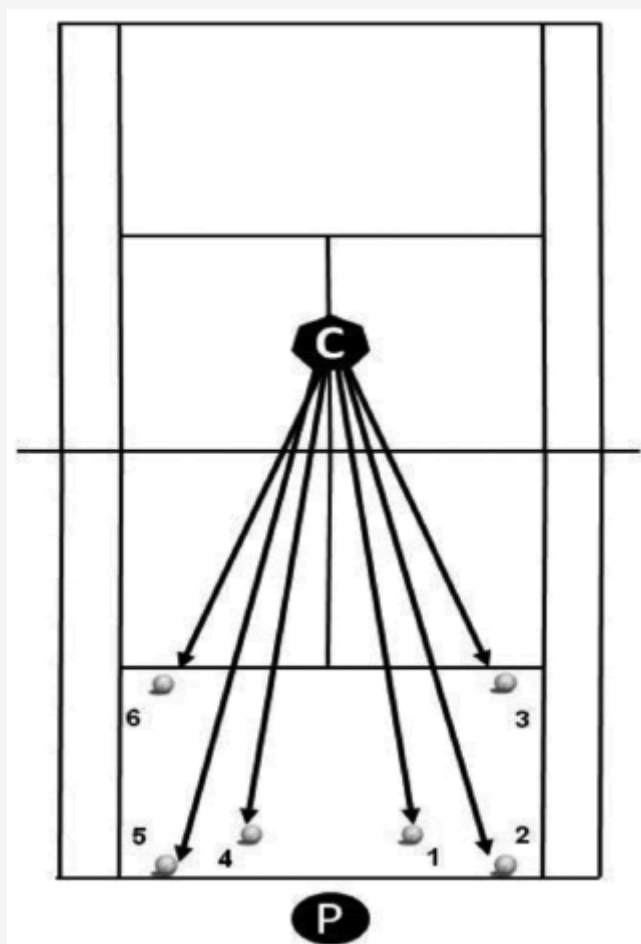


Figura 2. Representación esquemática del ejercicio interválico específico utilizado por Fernandez- Fernandez y cols. [63].

Entrenamiento genérico vs específico

Como se ha visto, en los últimos años ha habido un incremento en el uso del entrenamiento mediante el uso de ejercicios específicos (ej., juegos en espacios reducidos), y en este sentido, ha habido investigaciones que han cuestionado la efectividad de estos ejercicios específicos comparándolos con entrenamientos tradicionales [60,63,67]. Por lo general, los resultados muestran que los ejercicios específicos proporcionan tanto estímulos lo suficientemente intensos como cambios a nivel aeróbico o relacionados con el rendimiento, de igual manera que los métodos de entrenamiento tradicionales. Por ejemplo, en un estudio llevado a cabo con jugadores de tenis de alto nivel [64], se observó que con un protocolo de trabajo intervalito en pista (4 x 2 min; 90% 95% de FCmax; 90 seg de recuperación pasiva) se obtenían las mismas respuestas a nivel fisiológico (FC; VO₂; lactato sanguíneo) como a nivel perceptivo (percepción subjetiva del esfuerzo, RPE) que con un protocolo de las mismas características, pero desarrollado en carrera lineal. La conclusión de este estudio es que el entrenamiento específico se puede llevar a cabo con el objetivo de optimizar tanto las habilidades físicas como específicas relacionadas con el juego.

En el caso del fútbol, aunque el entrenamiento específico (ej., juegos en espacios reducidos con todas sus variantes) se ha venido usando de forma muy habitual en los últimos años, son pocos los estudios que han comparado este tipo de entrenamiento con un entrenamiento tradicional [60,67,68]. Los resultados muestran que con el entrenamiento específico se consiguen las mismas respuestas a nivel fisiológico y de rendimiento que con entrenamientos tradicionales (ej., series de carrera de 1000 m), aunque las diferencias son mínimas, por lo que se resalta la necesidad de más estudios a medio largo plazo donde se combinen estas dos formas de entrenamiento. En rugby [66,69], el uso de entrenamiento específico (ejercicios para el desarrollo del pase, desplazamientos específicos, técnica de placaje, juego de apoyo, etc.) conllevó mejoras similares en la condición física aeróbica que entrenamientos tradicionales (ej., carrera, potencia). En cambio, en términos de rendimiento, los jugadores que siguieron el entrenamiento específico ganaron más puntos y concedieron menos por partido que el grupo que siguió un entrenamiento tradicional. Estos estudios también sugieren que para alcanzar unos niveles más altos de rendimiento habría que buscar una combinación óptima entre los modelos tradicionales

o el uso de ejercicios específicos [12,63]. Estudios previos muestran que la condición física aeróbica disminuye durante el periodo competitivo si esta no se entrena puntualmente, por lo que una de las prioridades en los deportes de perfil intermitente será la de mantener estos niveles. Parece que los ejercicios de tipo específico serían recomendables durante la temporada competitiva, especialmente cuando el tiempo disponible entre competiciones es corto. Por otro lado, los métodos más tradicionales podrían utilizarse en periodos de pretemporada. Aunque los beneficios de los ejercicios específicos parecen claros, hay que tener precaución a la hora de su uso durante un programa de entrenamiento, ya que son muchas las características que pueden afectar a los mismos, como el nivel físico del jugador, número de jugadores en el campo (caso de los deportes de equipo), dimensiones utilizadas, modificación de reglas, o la propia motivación del jugador.

Entrenamiento anaeróbico

Como se ha mencionado anteriormente, el entrenamiento anaeróbico, relacionado con ejercicios de velocidad o sprint, resistencia a la velocidad y también de sprints repetidos, es otra de las “estrategias” de entrenamiento de alta intensidad que se han venido llevando a cabo en los últimos años en los deportes de perfil intermitente. Dentro de este “entrenamiento anaeróbico”, entendido como aquel en el que la intensidad del ejercicio esta por encima del VO₂max y donde el objetivo principal es el de estimular la producción de energía por vía anaeróbica [38], nos encontramos con diferentes variantes.

La capacidad para repetir sprints (“repeated sprint ability”, RSA)

La capacidad para repetir sprints de forma intermitente se define como la realización de esfuerzos máximos o casi máximos (al menos dos) de menos de 10 segundos de duración, que son reproducidos intermitentemente e intercalados con periodos de recuperación incompleta (típicamente menos de 90 segundos) [20]. Aunque el entrenamiento mediante el uso de sprints repetidos se ha hecho muy popular en los últimos tiempos, especialmente en los deportes de perfil intermitente, existe aun mucha controversia acerca de su utilización y sus posibles beneficios (para más información ver las revisiones de Girard y cols.[20] y Bishop y cols.[21]). El uso de sprints repetidos tiene como objetivo principal el de la mejora de la RSA, en comparación con otro tipo de entrenamientos de tipo genérico (ej., entrenamiento interválico). Hasta la fecha son muy pocos los estudios que han comparado este tipo de entrenamientos, lo que hace complicado el poder establecer conclusiones solidas sobre los efectos del entrenamiento de sprints repetidos en comparación con entrenamientos más clásicos. Lo que si parece claro es que el entrenamiento de sprints repetidos es capaz de mejorar la condición física aeróbica (VO₂max). Hasta la fecha, los estudios llevados a cabo muestran que con intervenciones de sprints repetidos (en comparación con entrenamientos de tipo interválico) de 5 a 12 semanas de duración, se pueden obtener incrementos del 56% en los valores de VO₂max [61, 70,71], valores similares a los obtenidos por los grupos de entrenamiento interválico de estos estudios. Una de las ventajas que se le otorga al entrenamiento de sprints repetidos sobre el interválico es que el primero no solo consigue adaptaciones positivas a nivel aeróbico, sino que también las consigue a nivel de capacidad de repetir sprints, e incluso sobre el rendimiento sobre un solo sprint. Por ejemplo, en el estudio de Fernandez Fernandez y cols. [71], llevado a cabo con jugadores de tenis, y donde se comparaban dos tipos de entrenamiento (sprints repetidos vs interválico), se vio que el grupo que realizó sprints repetidos fue el único que obtuvo una mejora significativa en el test de RSA, con una reducción del tiempo medio de sprint de un 3.8%. En el caso del fútbol, FerrariBravo y cols.[61], reportaron resultados similares tras un periodo de entrenamiento de 8 semanas mediante el uso de sprints repetidos (3 x (6 x 40 m) rec: 20 seg / 3 min), con unas mejoras no solo a nivel fisiológico (+5% en VO₂max), sino con mejoras significativas (28%) en el rendimiento sobre un test de recuperación intermitente (YoYo test IR1), y una mejora del 2% en un test de RSA. De todas formas se necesita más investigación en relación a las adaptaciones fisiológicas producidas por el entrenamiento de sprints repetidos (ej., cambios en la regulación iónica, capacidad anaeróbica, resíntesis de PCr, etc...). Por ejemplo, la poca evidencia al respecto sugiere que, comparado con el entrenamiento de sprints repetidos o intermitente, el entrenamiento interválico produce incrementos superiores en la capacidad tampón del músculo y en el contenido de la isoforma de la bomba Na⁺/K⁺ [70,72], características importantes para la generación de esfuerzos de alta intensidad de manera repetida. Aunque el entrenamiento de sprints repetidos ha reportado grandes mejoras en el mejor tiempo de sprint, y tiempo medio de sprint durante un test de RSA en comparación a un entrenamiento interválico, este parece que es superior en el descenso (o mejora) del índice de fatiga (Porcentaje de disminución del trabajo realizado durante la prueba de RSA) [21, 70, 72,73]. Es difícil hacer recomendaciones prácticas en este sentido dados los problemas que existen en relación a la interpretación de cambios en el índice de fatiga, ya que en la literatura existen diferentes procedimientos para el cálculo del mismo [38, 73,74]. Así, mientras parece que el entrenamiento interválico puede ser superior a la hora de minimizar el descenso de rendimiento durante los sprints repetidos (posiblemente debido a las mayores adaptaciones fisiológicas que produce), el entrenamiento de sprints repetidos es superior a la hora de mejorar el rendimiento en un solo sprint [21]. La combinación de los dos métodos de entrenamiento (sprints repetidos para mejorar el rendimiento sobre un sprint, más el entrenamiento interválico para mejorar la recuperación entre los mismos) parece que es la mejor estrategia para mejorar el rendimiento en la capacidad para repetir sprints. Evidentemente, se necesita más investigación acerca del volumen optimo de entrenamiento necesario para obtener mejoras significativas.

Entrenamiento de velocidad o resistencia a la velocidad

El entrenamiento de velocidad (“speed training”) consiste en la ejecución de periodos de actividad máximos y de corta duración (210 seg), seguidos de periodos de largos periodos de recuperación (50100 seg) [38]. El denominado entrenamiento de resistencia a la velocidad (“speedendurance training”) se ha usado para describir el resto de modalidades de entrenamiento anaeróbico, y se ha dividido en entrenamiento de “producción” y de “mantenimiento” [38,75]. En el entrenamiento de “producción”, los periodos de ejercicio duran menos de 40 seg y se ejecutan a intensidades cercanas a la máxima, mientras que los tiempos de recuperación son relativamente largos (45 veces la duración del esfuerzo) con el objetivo de realizar el siguiente esfuerzo a intensidad máxima. El entrenamiento de “mantenimiento” incluye periodos de ejercicio que oscilan entre 5 y 90 seg, con tiempos de recuperación menores entre los intervalos (3 veces la duración del esfuerzo), resultando en una intensidad ligeramente menor y una progresiva acumulación de fatiga durante el transcurso del entrenamiento [76]. Dadas las mejoras que se producen en el rendimiento de sprints tras la realización de entrenamientos mediante el uso sprints repetidos o intermitente, una cuestión que ha surgido en los últimos años es si se pueden obtener estas mejoras mediante un entrenamiento más tradicional, como el mencionado anteriormente (sprints de corta duración, con periodos de recuperación completa [44]). En una serie de estudios llevados a cabo con jugadores de fútbol de alto nivel se encontró que tras periodos de entrenamiento de resistencia a la velocidad (“speed endurance”) de 2 a 10 semanas (1 a 3 sesiones por semana), estos mejoraron de manera significativa su capacidad para repetir sprints (8.1%), y su rendimiento sobre el test YoYo IR1 (2228%) [55, 77,78]. En este sentido, Thomassen y cols. [77] reportaron mejoras en la capacidad para repetir sprints, así como un incremento en la expresión de algunas proteínas musculares relacionadas con la homeóstasis iónica, tras un periodo de entrenamiento de resistencia a la velocidad (10-12 x 25-30 seg, “a tope”) en jugadores de fútbol. Estos autores sugieren que este tipo de entrenamientos puede ser beneficioso para jugadores entrenados, ya que se mejora la habilidad de recuperarse rápidamente después de fases intensas durante un partido, además de conseguir mejoras en el rendimiento sobre tests específicos, como el YoYo IR1.

CONCLUSIONES

El ejercicio intermitente de alta intensidad es una de las formas de actividad más frecuente en la mayor parte de los deportes de equipo (fútbol, baloncesto, rugby) y en algunos individuales (tenis o bádminton), también definidos de una forma más genérica como deportes de perfil intermitente. Parece que esta claro que un aspecto fundamental a desarrollar en estos deportistas es su habilidad para ejecutar esfuerzos de alta intensidad de manera repetida. Dada la complejidad de los deportes intermitentes no se puede recomendar una única estrategia de entrenamiento para la mejora del rendimiento, ya que este va a depender de factores metabólicos (ej., capacidad oxidativa, resíntesis de PCr, capacidad tampón de la musculatura) y neurales (ej., activación muscular), entre otros [20]. Además, aun se sabe muy poco acerca de las posibles sinergias e interferencias de los distintos tipos de entrenamiento sobre los factores metabólicos, neurales y mecánicos que determinan el rendimiento en este tipo de deportes [79], por lo que recomendar contenidos de entrenamiento a lo largo de una temporada resulta complicado. Basándonos en la presente revisión, y en la literatura existente se puede sugerir que a la hora de mejorar la habilidad para recuperarse entre esfuerzos repetidos de alta intensidad (mejora de la resistencia a la fatiga) se debería incluir trabajo interválico en el proceso de entrenamiento. El entrenamiento de alta intensidad con orientación aeróbica (8090% VO₂max), con periodos de recuperación menores que los de esfuerzo (ej., series de 2 min, con 1 min de recuperación), parece que es eficiente a la hora de mejorar la habilidad para recuperarse entre esfuerzos de alta intensidad [21]. Además, dependiendo del momento de la temporada en la que se encuentre el deportista, se pueden diseñar ejercicios específicos (ej., juegos en espacios reducidos) que soliciten estas intensidades, con el objetivo de trabajar sobre aspectos técnico/tácticos y coordinativos bajo condiciones de fatiga [63]. Por otro lado, el entrenamiento de alta intensidad con orientación anaeróbica deberá incluirse con el objetivo de mejorar el rendimiento sobre un las cualidades de sprint (mejora de la velocidad máxima, media, y del índice de fatiga). Esto se podrá llevar a cabo mediante el uso de sesiones de entrenamiento de sprints cortos repetidos a intensidades máximas y con recuperaciones incompletas, y de forma ocasional mediante el trabajo a intensidades máximas (> VO₂max) con recuperaciones completas, para la mejora de la capacidad anaeróbica (ej., esfuerzos de 30 seg “a tope”, con ~10 min de recuperación) [76]. No debemos olvidarnos del entrenamiento de la fuerza y potencia, que también serán claves en este tipo de deportes, aunque estas cualidades están fuera del objetivo de la presente revisión. Por otro lado, todos estos tipos de entrenamiento deberán ser incorporados dentro de la temporada competitiva de una forma racional, detectando las fortalezas y debilidades del deportista en este sentido, e incidiendo en aquellas cualidades que puedan limitar su rendimiento competitivo.

REFERENCIAS

1. Abdelkrim NB, El Fazaia S, y El Ati J. (2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Br J Sports Med*; 41(2): 69-75.
2. McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, et al. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci*; 13(5): 387-97.
3. Deutsch MU, Maw GJ, Jenkins D, et al. (1998). Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *J Sports Sci*; 16:561-70.
4. Duthie G, Pyne D, y Hooper S. (2005). Time motion analysis of 2001 and 2002 super 12 rugby. *J Sports Sci*; 23 (5): 523-30.
5. Bangsbo J, Norregaard L, y Thorso F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*; 16(2): 110-6.
6. Bloomfield J, Polman R, y O'Donoghue P. (2007). Physical demands of different positions in FA premier league soccer.. *J Sports Sci Med*; 6: 63-70.
7. Mohr M, Krusturup P, y Bangsbo J. (2003). Match performance of highstandard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*; 21 (7): 519-28.
8. Gabbett T, King T, Jenkins D. (2008). Applied physiology of rugby league. *Sports Med*; 38(2):119-38.
9. Gabbett TJ. (2005). Science of rugby league football: a review. *J Sports Sci*; 23(9):961-76.
10. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, et al. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*; 33 (11): 1925-31.
11. Bangsbo J, Mohr M, y Krusturup P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Sports Sci*; 24 (7): 665-74.
12. Stone NM, y Kilding AE. (2009). Aerobic conditioning for team sport athletes. *Sports Med*; 39(8):615-42.
13. Stone NM. (2007). Physiological responses to sport-specific aerobic interval training in highschool male basketball players. *Tesis de Master; AUT University*.
14. Mohr M, Krusturup P, y Bangsbo J. (2005). 2005 Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci*; 23 (6): 593-9.
15. Spencer M, Bishop D, Dawson, B, y Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med*; 35(12):1025-44.
16. Glaister M. (2005). Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med*; 35(9):757-77.
17. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, et al. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *J Sports Sci*; 25 (6): 659-66.
18. Hamilton AL, Nevill ME, Brooks S, et al. (1991). Physiological responses to maximal intermittent exercise: differences between endurance-trained runners and games players. *J Sports Sci*; 9:371-82. 19. Dawson B, Fitzsimons
19. Dawson B, Fitzsimons M, Ward D. (1993). The relationship of repeated sprint ability to aerobic power and performance measures of anaerobic work capacity and power. *Aust J Sci Med Sports*; 25:88-93.
20. Girard O, Mendez-Villanueva A, Bishop D. (2011). Repeated-sprint ability -part I: factors contributing to fatigue. *Sports Med*; 41(8):673-94.
21. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. (2011). Repeated-sprint ability -part II: recommendations for training. *Sports Med*; 41(9):741-56.
22. Thomas A, Dawson B, y Goodman C. (2006). The yo-yo test: reliability and association with a 20-m shuttle run and VO2max. *Int J Sports Physiol Perform*; 1:137-149.
23. Dupont G, Millet GP, Guinhouya C, y Berthoin, S. (2005). Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. *Eur J Appl Physiol*; 95:27-34.
24. Rampinini E, Sassi A, Azzalin A, Castagna C, y cols. (2010). Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *Eur J Appl Physiol*; 108(2):401-9..
25. Bishop D, Edge J, y Goodman C. (2004). Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated-sprint ability in women. *Eur J Appl Physiol*; 92(45):540-547.
26. McMahon S, y Jenkins D. (2002). Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise. *Sports Med*; 32: 761-84.
27. McGawley K, y Bishop D. (2008). Anaerobic and aerobic contribution to two, 5 x 6-s repeated-sprint bouts. *Coaching and Sport Science Journal: Book of Abstracts from the Verona-Ghirada Team- Sport Conference*; 3(2):52.
28. Bogdanis GC, Nevill ME, Boobis LH, et al. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol*; 80 (3): 876-84.
29. Bangsbo J. (1994). 1994 Physiological demands of soccer. *Ekblom B, editor. Football (soccer). London: Blackwell Scientific*; 43-59.
30. Krusturup P, Mohr M, Ellingsgaard H, et al. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Med Sci Sports Exerc*; 37: 1242-8.
31. Edwards AM, Clark N, Macfayden AM. (2003). Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. *Sports Sci Med*; 2: 23-9.
32. Bangsbo J, Lindquist F. (1992). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Int J Sports Med*; 13 (2): 125.
33. Bishop D, Lawrence S, Spencer M. (2003). Predictors of repeated sprint ability in elite female hockey players. *J Sci Med Sport*; 6 (2): 199-209.
34. Tomlin DL, Wenger HA. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med*; 31 (1): 1-11.
35. Phillips SM, Green HJ, MacDonald MJ, et al (1995). Progressive effect of endurance training on VO2 kinetics at the onset of

- submaximal exercise. *J Appl Physiol*; 79 (6):1914-20.
36. Neya M, Ogawa Y, Matsugaki N, et al. (2002). The influence of acute hypoxia on the prediction of maximal oxygen uptake using multistage shuttle run test. *J Sports Med Phys Fitness*; 42 (2): 158-64.
 37. Takahashi H, Inaki M, Fujimoto K. (1995). Control of the rate of phosphocreatine resynthesis after exercise in trained and untrained human quadriceps muscles. *Eur J Appl Physiol*; 71: 396-404.
 38. Bangsbo J. (2003). Fitness training in soccer: a scientific approach. *Spring City (PA): Reedswain Publishing*.
 39. Rakobowchuk M, Stuckey MI, Millar PJ, Gurr L, et al. (2009). Effect of acute sprint interval exercise on central and peripheral artery distensibility in young healthy males. *Eur J Appl Physiol*; 105(5):787-795.
 40. Laughlin MH, Roseguini B. (2008). Mechanisms for exercise training-induced increases in skeletal muscle blood flow capacity: differences with interval sprint training versus aerobic endurance training. *J Physiol Pharmacol*; 59:71-88.
 41. Bailey S, Wilkerson D, Dimenna F, Jones A. (2009). Influence of repeated sprint training on pulmonary O₂ uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. *J Appl Physiol*; 106(6):1875- 1887.
 42. Krstrup P, Hellsten Y, Bangsbo J. (2004). Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. *J Physiol*; 559:335-345.
 43. Iaia FM, Rampinini E, Bangsbo J. (2009). High-intensity training in football. *Int J Sports Physiol Perform*; 4(3):291-306.
 44. Ross A, Leveritt M. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. *Sports Med*; 31(15):1063-82.
 45. Iaia F, Thomassen M, Kolding H, Gunnarsson T, et al. (2008). Reduced volume but increased training intensity elevates muscle Na⁺-K⁺ pump alpha-subunit and NHE1 expression as well as short-term work capacity in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*; 294(3):966-974.
 46. Edge J, Bishop D, Goodman C. (2006). The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *Eur J Appl Physiol*; 96(1): 97-105.
 47. McKenna M, Schmidt T, Hargreaves M, Cameron L, Skinner SL, Kjeldsen K. (1993). Sprint training increases human skeletal muscle Na⁽⁺⁾-K⁽⁺⁾-ATPase concentration and improves K⁺ regulation. *J Appl Physiol*; 75 (1):173-180.
 48. Daussin FN, Zoll J, Ponsot E, Dufour SP, et al. (2008). Training at high exercise intensity promotes qualitative adaptations of mitochondrial function in human skeletal muscle. *J Appl Physiol*; 104(5):1436-41.
 49. Helgerud J, Hoydal K, Wang E, et al. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*; 39: 665-71.
 50. Eversten F, Medbo JL, Bonen A. (2001). Effect of training intensity on muscle lactate transporters and lactate threshold of crosscountry skiers. *Acta Physiol Scand*; 173: 195-205.
 51. Billat LV. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle-and long-distance running - part I, aerobic interval training. *Sports Med*; 31 (1): 13-31.
 52. Billat LV. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middleand long-distance running - part II, anaerobic interval training. *Sports Med*; 31 (2): 75-90.
 53. Balabinis CP, Psarakis CH, Moukas M, et al. (2003). Early phase changes by concurrent endurance and strength training. *J Strength Cond Res*; 17 (2): 393-401.
 54. Helgerud J, Kemi OJ, Hoff J. (2003). Pre-season concurrent strength and endurance development in elite soccer players. En: Hoff J, Helgerud J, editors. *Football (soccer): new developments in physical training research.. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology*, 55-66.
 55. Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. (2004). The effects of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res*; 18 (3): 584-9.
 56. Chamari K, Hachana Y, Kaouech F, et al. (2005). 2005) Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *Br J Sports Med*; 39: 24-8.
 57. Hoff J, Wisloff U, Engen LC, et al. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *Br J Sports Med*; 36: 218-21.
 58. Sporis G, Ruzic L, Leko G. (2008). The anaerobic endurance of elite soccer players improved after a high-intensity training intervention in the 8-week conditioning program. *J Strength Cond Res*; 22(2):559-566.
 59. Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, et al. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med*; 27 (7): 483-92.
 60. Ferrari Bravo D, Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, et al. (2008). Sprint vs. interval training in football. *Int J Sports Med*; 29(8):668-674.
 61. Krstrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, et al. (2003). The yoyo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc*; 35(4):697-705.
 62. Hill-Haas SV, Dawson B, Impellizzeri FM, Coutts AJ. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Med*; Mar 1;41(3):199-220.
 63. Fernández-Fernández J, Sanz-Rivas D, Sanchez-Muñoz C, de la Aleja Tellez J, et al. (2011). Physiological responses to on-court vs running interval training in competitive tennis players. *J Sports Sci Med*; 10:540-545.
 64. Buchheit M, Laursen PB, Kuhnle J, Ruch D, et al. (2009). Gamebased training in young elite handball players. *Int J Sports Med*; 30(4):251-8.
 65. Gabbett TJ. (2006). Performance changes following a fieldconditioning program in junior and senior rugby league players. *J Strength Cond Res*; 20 (1): 215-21.
 66. Reilly T, White C. (2004). Small-sided games as an alternative to interval training for soccer players [abstract]. *J Sports Sci*; 22 (6): 559.
 67. Sassi R, Reilly T, Impellizzeri F. (2004). A comparison of smallsided games and interval training in elite professional soccer players [abstract]. *J Sports Sci*; 22 (6): 562.
 68. Dellal A, Varliette C, Owen A, Chirico E, et al. (2011). Small-sided games vs. interval training in amateur soccer players: effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *J Strength Cond Res*; Nov

69. Gabbett TJ. (2005). Changes in physiological and anthropometric characteristics of rugby league players during a competitive season. *J Strength Cond Res*; 19 (2):400-8.
70. Schneiker K, Bishop D. (2008). The effects of high-intensity interval training vs intermittent sprint training on physiological capacities important for team sport performance. En: Burnett A, editor. Science and nutrition in exercise and sport. Melbourne (VIC): Exerc Sport Sci Aust.
71. Fernandez-Fernandez J, Zimek R, Wiewelhove T, Ferrauti A. (2012). High-intensity interval training vs. repeated-sprint training in tennis. *J Strength Cond Res*; 26(1):53-62.
72. Mohr M, Krstrup P, Nielsen JJ, Nybo L, et al. (2007). Effect of two different intense training regimens on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*; 292:R1594-R1602.
73. Buchheit M, Mendez-Villanueva A, Quod M, Quesnel T, et al. (2010). Improving acceleration and repeated sprint ability in well-trained adolescent handball players: speed versus sprint interval training. *Int J Sports Physiol Perform*; 5(2):152-64.
74. Fitzsimons M, Dawson B, Ward D, et al. (1993). Cycling and running tests of repeated sprint ability. *Aust J Sci Med Sports*; 25:82-7.
75. Wragg CB, Maxwell NS, Doust JH. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer specific field test of repeated sprint ability. *Eur J Appl Physiol*; 83:7783.
76. Iaia FM, Bangsbo J. (2010). Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scand J Med Sci Sports*; 20 Suppl 2:11-23.
77. Thomassen M, Christensen PM, Gunnarsson TP, Nybo L, et al. (2010). Effect of 2 weeks intensified training and inactivity on muscle Na⁺/K⁺ pump expression, phospholemman (FXD1) phosphorylation and performance in soccer players. *J Appl Physiol*; 108: 898-905.
78. Bangsbo J, Gunnarsson TP, Wendell J, Nybo L, et al. (2009). Na⁺-K⁺ pump α 2-subunit expression as well as short-and long-term work capacity in humans. *J Appl Physiol*; 107:1771-80.
79. Coffey VG, Jemiolo B, Edge J, et al. (2009). Effect of consecutive repeated sprint and resistance exercise bouts on acute adaptive responses in human skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*; 297: R1441-51.