

DISEÑO Y APLICACIÓN DEL TEST DE CAMPO TIVRE-BASKET PARA LA VALORACIÓN DE LA RESISTENCIA AERÓBICA DEL JUGADOR DE BALONCESTO

Vaquera, A., Morante, J. C., García-López, J., Rodríguez-Marroyo,
J. A., Ávila, C., Mendonca, P.R., Villa, J.G.

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León.

RESUMEN

Considerando al baloncesto como un deporte acíclico y discontinuo, se ha diseñado y validado un test de campo interválico (TIVRE-Basket) para la valoración de la resistencia específica del jugador de baloncesto que permite identificar el umbral anaeróbico y analizar su capacidad de recuperación. Un total de 18 jugadores profesionales de baloncesto realizaron un test de laboratorio en tapiz rodante mediante protocolo en rampa, con medición de VO_2 máx y determinación del umbral anaeróbico ventilatorio (VT2), y 48 horas después realizaron el test de campo TIVRE-Basket con pulsómetro. No hubo diferencias significativas entre el test en tapiz y el TIVRE-Basket en la $FC_{máx}$ (189.2 ± 1.3 vs. 189.6 ± 1 ppm) ni el FC -umbral anaeróbico (175.2 ± 8 vs. 176.5 ± 7 ppm), pero sí en la velocidad máxima (17.58 ± 0.1 vs. 14.2 ± 1.2 km/h) y en la velocidad umbral anaeróbica (12.9 ± 0.4 vs. 10.34 ± 0.1 km/h). Se obtuvieron correlaciones significativas ($p < 0.01$) entre el VO_2 máx y las velocidades máximas en tapiz y TIVRE-Basket. También se encontraron diferencias significativas sólo por debajo del umbral anaeróbico interválico en las frecuencias cardíacas máximas de cada intervalo de esfuerzo y la mínima en cada recuperación. El TIVRE-Basket resultó útil y específico en la valoración de la resistencia aeróbica y capacidad de recuperación del jugador de baloncesto.

Palabras clave: Baloncesto. Consumo máximo de oxígeno. Umbral anaeróbico. Recuperación. Test de Campo

ABSTRACT

Considering basketball as an acyclic and discontinuous sport it has been designed and validated a field test (TIVRE-Basket) for the evaluation of the specific resistance of the basketball player who allows to identify the anaerobic threshold and to analyze his capacity of recovery. 18 professional basketball players realized a treadmill test (PowerJog M30), with measurement of VO_2 máx and determination of the anaerobic ventilatory threshold (VT2). 48 h later realized the field test TIVRE-Basket with heart rate monitors (Polar Vantage NV). There were neither significant differences between the treadmill test and the TIVRE-Basket neither in the maximum HR (189.2 ± 1.3 vs. 189.6 ± 1 bpm) nor the HR-anaerobic threshold (175.2 ± 8 vs. 176.5 ± 7 bpm), but if in the maximum speed (17.58 ± 0.1 vs. 14.2 ± 1.2 km/h) and in the anaerobic threshold speed (12.9 ± 0.4 vs. 10.34 ± 0.1 km/h). Nevertheless there were obtained significant interrelations ($p < 0.01$) between the VO_2 max and the maximum speeds in the treadmill and TIVRE-Basket. Also significant differences were only below the intervallc anaerobic threshold in the cardiac maximum frequencies of every interval of effort and the minimum in every recovery. The TIVRE-Basket is useful and specific in the evaluation of the aerobic resistance and capacity of recovery of the basketball players.

KEY WORDS: Basketball, Maximum Consumption of Oxygen, Anaerobic Threshold, Recovery, Field test.

Correspondencia:

Alejandro Vaquera Jiménez

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León.

Campus de Vegazana s/n 24071 León

a.vaquera@unileon.es

Fecha de recepción: 09/04/2007

Fecha de aceptación: 28/05/2007

INTRODUCCIÓN

Durante las dos últimas décadas se han ido desarrollando diversas aplicaciones informáticas y tecnológicas orientadas a la valoración funcional del deportista y al control del esfuerzo y del rendimiento del sujeto, tanto en pruebas de laboratorio como en test de campo -en situaciones construidas (entrenamiento) o reales (competición)-. Estas innovaciones tecnológicas, muy impulsadas por convocatorias del Consejo Superior de Deportes, han contribuido notablemente a la producción de conocimientos en las Ciencias del Deporte, al permitir monitorizar, objetivar, medir y controlar el esfuerzo de un deportista (Moore, 1981; Morante, 2000) y utilizarse como instrumentos de monitorización y feedback en diferentes tests fisiológicos, biomecánicos,... (Moore, 1981; Oña y cols., 1994) que se emplean para valorar las capacidades funcionales del deportista y determinar su estado de forma o capacidad de rendimiento en un momento determinado de la temporada, constatar su evolución con el entrenamiento, detectar lagunas en su preparación física, monitorizar el esfuerzo del deportista, e incluso en la captación temprana de talentos deportivos (Pepper y cols., 1992; García-López y cols., 2002). Hoy en día se ha generalizado su uso en un elevado número de disciplinas deportivas, entre las cuales se encuentran disciplinas de carácter «abierto» como el fútbol, el tenis, o el baloncesto (Morante y cols., 2002).

En la bibliografía especializada existen numerosas referencias que destacan la trascendencia del metabolismo aeróbico en los deportes colectivos en general, y en el baloncesto en particular (Colli y Faina, 1987; Häkkinen, 1993; Terrados y cols, 1995; Berg y cols, 2000; Villa y Vaquera, 2006) fundamentadas en que los partidos de baloncesto implican una duración de esfuerzo prologado (cuatro tiempos de diez minutos) en los que se combinan acciones físicas de baja y alta intensidad propias del metabolismo tanto aeróbico como anaeróbico, siendo determinante la capacidad de realizar el mayor número de acciones acíclicas intensas o muy intensas sin que medie la fatiga (Franco, 1998; Hoffman y cols, 1999).

En el baloncesto las acciones más decisivas del juego dependen directamente del metabolismo anaeróbico, tanto aláctico como láctico, dado que su ejecución implica intensidades máximas durante 40 min de tiempo real (Hoffman y col., 1999; Leónidas, 2003; Gram. y cols, 2003). Demandas energéticas que en el baloncesto han resultado ser más altas de lo esperado al alcanzarse frecuencias cardiacas medias de 160-180 ppm (80%-97% de la frecuencia cardiaca máxima) y corresponden al 70-80% del VO_2 máx (Franco, 1998; Mc Innes y cols, 1995; Rodriguez Alonso y cols 2003; Villa y Vaquera, 2006). Acciones anaeróbicas sustentadas en una importante capacidad de

recuperación (se ha estimado que el 80% de las pausas que ocurren durante el juego son < a 30 seg) en la que el metabolismo aeróbico es conocido que juega un papel primordial (Astrand y Rodahl, 1985; Mc Innes y cols, 1995; Berg y cols, 2000). En consecuencia, la resistencia anaeróbica, entendida como la capacidad para realizar el mayor número de acciones de máxima intensidad con escasos periodos de recuperación, es primordial para identificar la condición física óptima del jugador de baloncesto, estando aún pendiente por establecer su relación con la recuperación. (García y cols, 2003; Graham y cols, 2003).

Hasta el momento, los parámetros identificados como indicadores más fiables de la resistencia aeróbica son el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$), y el umbral anaeróbico como indicador de resistencia aeróbica (López y Legido., 1991; Conconi, 1982 y 1996; Delgado y Fetiche, 1996), cuya medición ha estado vinculada a tests de laboratorio que atienden a protocolos de esfuerzo en tapiz rodante (Mc Innes y cols, 1995; Terrados y cols, 1995; Vaquera y cols, 2003), llevándose a cabo con implicaciones físicas y con un tipo de esfuerzo cíclico con los que no están familiarizados los jugadores de baloncesto, lo que siempre ha dado lugar a crear dudas razonables en los entrenadores sobre la posible transferencia al entrenamiento y el rendimiento de esos datos provenientes del laboratorio clínico médico deportivo.

También se han valorado realizando test de campo que los estiman, ya sea el test de Course Navette o el Test de Cooper para conocer el $VO_{2m\acute{a}x}$ (Vaquera, y cols, 2001), o el Test de Conconi para el umbral anaeróbico (Conconi y cols, 1982 y 1996). Tests de campo validados en deportes individuales de esfuerzos cíclicos y continuos, y que se aplican de forma inespecífica en deportes colectivos como el baloncesto (caracterizados por esfuerzos acíclicos, discontinuos e interválicos).

El Baloncesto se considera un deporte acíclico, interválico y discontinuo que requiere de la participación simultánea de los sistemas anaeróbico y aeróbico para realizar con garantías los esfuerzos máximos (sprints, saltos,...) y submáximos (carrera moderada) (Colli y Faina, 1988; López Calbet, 1997; Mc Innes y cols, 1995; Zaragoza, 1996; Leónidas, 2003). Y aunque los valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ y de umbral anaeróbico son menores que en deportes de resistencia, la valoración de la resistencia aeróbica tiene gran importancia, incluso más durante la recuperación que durante el propio esfuerzo (Mc Innes y cols, 1995; Berg y cols, 2000; Rodríguez-Alonso y cols., 2003; Vaquera, y cols, 2006).

En las disciplinas de resistencia el umbral anaeróbico y el $VO_{2m\acute{a}x}$ sirven para discriminar entre deportistas de mayor y menor nivel de condición física y/o de rendimiento deportivo, pero en los deportes de equipo, aunque se aplica

con este cometido, no se han podido aún describir claramente estas diferencias, siendo objeto de discusión entre los diferentes autores (Rahkila y Luhtanen 1991). Para ello, en el baloncesto, resulta evidente que se precisan test más específicos que analicen parámetros más sensibles a la dinámica del entrenamiento, como puede ser la resistencia específica a dichos esfuerzos y el análisis de la capacidad de recuperación a diferentes intervalos de esfuerzo, lo que podría estar en relación con el capacidad aeróbica ($VO_2máx$), el umbral anaeróbico (resistencia aeróbica) y el rendimiento en las acciones anaeróbicas determinantes del éxito deportivo, además de obtenerse información de cómo se modifican a lo largo del entrenamiento y la competición.

En este sentido, el Grupo de Investigación en Valoración Funcional del Dpto. de Educación Física y Deportiva de la Universidad de León ha diseñado y validado una aplicación tecnológica, gracias a un proyecto subvencionado por el C.S.D. (convocatoria de 2005), que permite realizar un nuevo test de campo interválico progresivo y máximo (TIVRE-Basket) para valorar la resistencia específica del jugador de baloncesto (mediante la identificación del umbral anaeróbico o ATi) y valorar la capacidad de recuperación ante diferentes niveles de fatiga y/o intervalos de esfuerzo; con lo que se pretende disponer de una valoración integral de su cualidad aeróbica.

MÉTODO

Aplicación tecnológica TIVRE-Basket

Tras un análisis del esfuerzo acíclico y discontinuo propio del baloncesto (Mc Innes y cols., 1995; Zaragoza, 1996; Leónidas 2003), se ha procedido a crear un software que permita estandarizar la aplicación del test TIVRE-Basket (Test Interválico para la Valoración de la Resistencia Específica en Baloncesto) (Morante y cols., 2003), que consiste en un test de esfuerzo interválico (alternancia de periodos de carrera, con periodos de recuperación o pausas de 30 seg), progresivo (la velocidad de desplazamiento se incrementa en cada periodo de esfuerzo) y maximal (los sujetos permanecen realizando la prueba hasta el agotamiento), en el que el jugador realiza desplazamientos específicos (cambios de ritmo y dirección) que pretenden simular las exigencias de competición.

Para la aplicación del test se ubica inicialmente un jugador en la posición que determina cada cono; el *software* (TIVRE-Basket) permite estandarizar con precisión el ritmo de carrera en cada uno de los estadios de esfuerzo del test mediante la emisión de estímulos sonoros y/o luminosos que han de coincidir con la llegada de los jugadores a cada una de las balizas, lo que posibilita que hasta 12 jugadores puedan ser valorados simultáneamente (Figura 1).

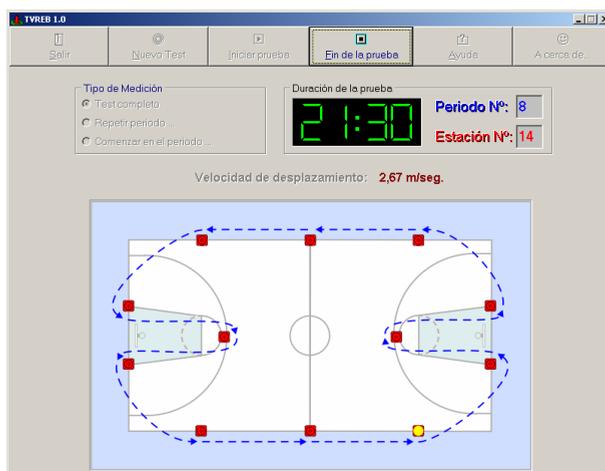


FIGURA 1. Software TIVRE-Basket. Interface gráfica de comunicación con el usuario.

El test consiste en la realización de un circuito de 96 m, marcado con 12 balizas separadas a una distancia de 8 m, y que se ubican de forma rápida y sencilla en referencias universales de la cancha de baloncesto (Figura 2), de forma que para completar un estadio o intervalo de esfuerzo los sujetos deben dar 3 vueltas al circuito (288 m).

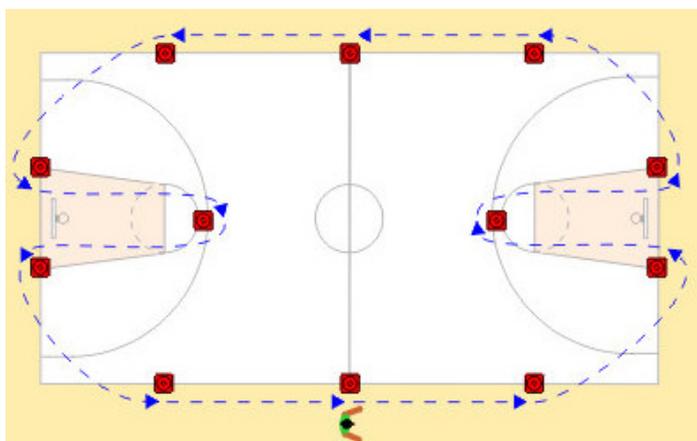


FIGURA 2. Representación gráfica de la ubicación de las balizas (conos) sobre las líneas y referencias del campo de baloncesto.

Para la categoría senior masculina con la que se ha realizado el presente estudio, la velocidad inicial del test es de 7,8 km/h aumentándose 0,6 km/h cada estadio (Tabla 1), hasta que el sujeto no es capaz de mantener la velocidad fijada, momento en el cual quedará eliminado de la prueba registrándose el número de periodos completados. Una vez completadas 3 vueltas al circuito,

cada jugador termina el estadio o periodo en la misma baliza donde lo comenzó. Tras la finalización de cada uno de los periodos de esfuerzo, se inicia un tiempo de recuperación de 30 segundos, que también será controlado y monitorizado a través del software TIVRE-Basket (Morante y cols., 2003).

TABLA 1.

Parámetros del protocolo de esfuerzo definidos en el test TIVRE-Basket para jugadores de categoría senior.

HOMBRES (Categoría Senior)			
Periodo (Nº)	Velocidad (Km/h)	Distancia Total (m)	Tiempo Total (mm:ss)
1	7,8	288	02:42
2	8,4	576	05:15
3	9,0	864	07:40
4	9,6	1.152	09:58
5	10,2	1.440	12:09
6	10,8	1.728	14:15
7	11,4	2.016	16:15
8	12,0	2.304	18:11
9	12,6	2.592	20:03
10	13,2	2.880	21:51
11	13,8	3.168	23:36
12	14,4	3.456	25:18
13	15,0	3.744	26:57
14	15,6	4.032	28:33
15	16,2	4.320	30:07
16	16,8	4.608	31:38

Metodológicamente el software diseñado y desarrollado presenta las ventajas de estandarizar la aplicación del protocolo propuesto con el fin de procurar la máxima objetividad en la valoración; incrementar la fiabilidad y precisión de las mediciones/registros; economizar el esfuerzo, al permitir llevar a cabo un test específico de manera sencilla y rápida (se realiza en la propia cancha de baloncesto, pudiendo participar simultáneamente 12 jugadores, la duración máxima del test no supera los 30 minutos, la ubicación de las balizas acústico-luminosas no precisa cableado ni alimentación externa, ...); y permitir la inmediatez en el conocimiento del resultado (Morante y cols., 2002; García y cols., 2002).

Sujetos

En el presente estudio participaron 18 jugadores de baloncesto profesionales pertenecientes al C.B. León (27,64±6,39 años de edad, 89.74±3.60 krs de peso, 194.11±3.33 cms de talla; 10.26±0.37 % de grasa según ecuación de Pollock (1990), y 68.21±3.90 mms de sumatorio de 6 pliegues tomados con

adipómetro Harpenden) de entre 5 y 12 años de experiencia en competiciones oficiales, selecciones nacionales y algunos con experiencia internacional y ligas de la máxima categoría: 11 competían en Liga LEB 2005-06 (Baloncesto León S.A.D., equipo campeón de la liga regular durante la temporada 05-06) y 7 en Liga EBA, y que entrenaban semanalmente una media de 10 sesiones técnico-tácticas y 2 sesiones físicas, más el partido de competición.

Diseño experimental

Los sujetos participantes en el estudio realizaron 2 test de esfuerzo triangulares, progresivos y máximos al inicio de la temporada. El 1º fue una prueba de esfuerzo sobre un tapiz rodante (PowerJog M30), con pendiente constante del 1%, atendiendo a un protocolo en rampa, comenzando a una velocidad de 6 km/h que se aumentó en 0.5 km/h cada 30 seg hasta llegar a la extenuación), momento en el que no se podía mantener la velocidad de carrera correspondiente (López y Legido, 1991; Villa y cols, 1992). Los sujetos mediante mascarilla facial estaban conectados a un analizador de gases respiración a respiración (Med Graphics CPX Plus) con control electrocardiográfico (Schiller AT12), además de llevar un pulsómetro (Polar Vantage NV®, Polar Electro OY, Finland) para conocer la frecuencia cardiaca e identificar la FC_{máx} (Figura 3).

Se consideró como VO₂máx, el VO₂máx pico obtenido en los momentos finales del esfuerzo a través del software Breeze (Medical Graphics Corporation, St. Paul, MN). Se identificó el umbral anaeróbico atendiendo al criterio del incremento del equivalente ventilatorio del oxígeno con un incremento paralelo del equivalente ventilatorio del CO₂ para hallar el umbral ventilatorio-2 (VT2) o umbral anaeróbico (AT) (Davis, 1985; López y Legido, 1991).



FIGURA 3. Test de laboratorio en tapiz rodante.



FIGURA 4. Test TIVRE-Basket en cancha de Baloncesto.

A las 48-72 horas realizaron un 2º test, el test de campo TIVRE-Basket en la propia pista de baloncesto (Figura 4), iniciándose a 7,8 km/h. Todos ellos portaban el mismo pulsómetro (Polar Vantage NV®, Polar Electro OY, Finland). Se identificó el umbral anaeróbico (ATi) atendiendo a la metodología propuesta por Probst (1989) y García y cols. (2003), en la que se traza las rectas tangentes que pasen por el mayor número de frecuencia cardiaca máxima (FCmáx) de cada escalón y se determina el punto de inflexión en el que se rompe la linealidad en la progresión de la recta en el registro de la frecuencia cardiaca en función de la velocidad de desplazamiento (Conconi, 1982; Probst, 1989; García y cols, 2003) a través de un software específico (Polar Precision Performance. Versión 3.01, Polar Electro Oy, Finland) (Figura 5). Este procedimiento fue realizado por dos investigadores, consultándose la opinión de un tercero cuando no hubo coincidencia en el análisis de éste.

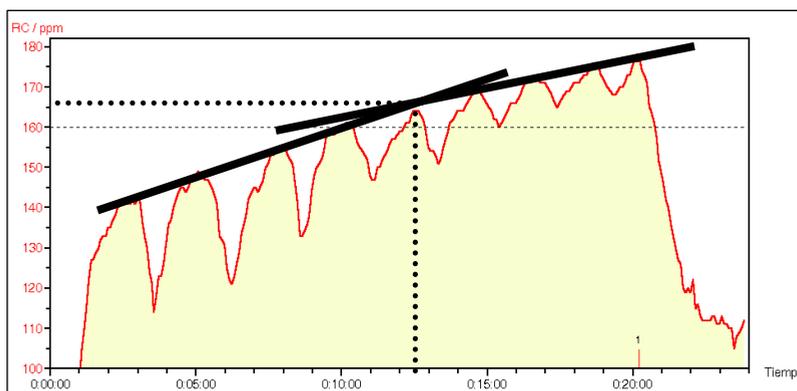


FIGURA 5. Determinación del umbral anaeróbico "interválico" (ATi)

(Probst, 1989; García y cols, 2003)

En el test de campo TIVRE-Basket además de medir la FCmáx alcanzada, se determinaron los periodos o intervalos máximos completados (Pmáx), la velocidad máxima (Vmáx) y el tiempo de duración del test (Tmáx). Si los sujetos no completaban el último estadio la Vmáx se determinó a través de la siguiente fórmula: $V_{máx} = V_{periodo} + (D \times 0,6 / 288)$ (donde, $V_{periodo}$, es la velocidad del último periodo completado; D , es la distancia recorrida en el estadio no acabado, determinada por el número de balizas recorridas multiplicado por 8, que es la distancia entre cada baliza; 0,6, es el incremento de velocidad en cada escalón y 288, son los metros recorridos en cada estadio). Igualmente se determinaron los valores de aquellos parámetros submáximos correspondientes al momento de su identificación: frecuencia cardiaca en el umbral (FC-ATi), periodo o intervalo de esfuerzo (P-ATi) y velocidad (V-ATi).

Tratamiento estadístico

Para determinar las diferencias existentes entre los parámetros analizados en los distintos escalones del test con el inmediatamente anterior y la comparación entre las variables submáximas halladas en el umbral anaeróbico determinado por la inflexión de la frecuencia cardiaca y a través de parámetros ventilatorios, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos apareados. El coeficiente de correlación de Spearman se utilizó para determinar las relaciones existentes entre las variables analizadas. Para este análisis se usó la Hoja de Cálculo Excel V7.0 y programa de estadística SPSS versión 14.0 para Windows

RESULTADOS

En la Figura 6 se muestra la evolución de la frecuencia cardiaca media de cada uno de los periodos e intervalos de esfuerzo realizados en los 18 tests de campo TIVRE-Basket del estudio, así como las diferencias significativas observadas cuando se compara la frecuencia cardiaca máxima de un periodo con la del periodo inmediatamente inferior o precedente. Igualmente se ha procedido con las frecuencias cardiacas mínimas durante la recuperación. La intersección de las líneas identifica el punto de inflexión en la progresión frecuencia cardiaca vs velocidad de desplazamiento que determinaría el umbral anaeróbico (Probst, 1989; García y cols, 2003).

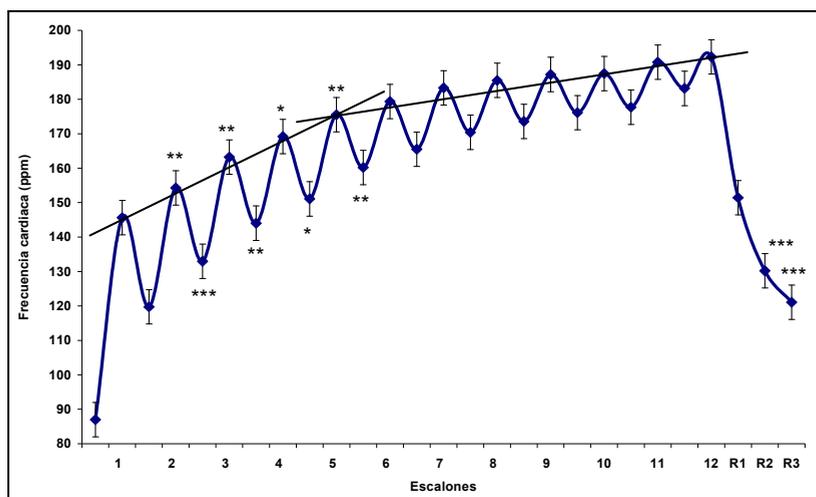


FIGURA 6. Evolución de la frecuencia cardiaca durante la realización del test. Datos expresados como media±SEM. Diferencias significativas con el escalón anterior: *= $p<0.05$; **= $p<0.01$); ***= $p<0.001$.

Los valores máximos, y los correspondientes a la intensidad identificada como umbral anaeróbico, obtenidos en los 18 jugadores de baloncesto tanto al realizar el test de laboratorio en tapiz rodante como el test de campo TIVRE-Basket se muestran en la Tabla 2, conjuntamente con las diferencias significativas encontradas en función del protocolo realizado (laboratorio vs campo). Se observan diferencias significativas sólo en el tiempo de duración del test y en la velocidad de desplazamiento, tanto máxima como a nivel umbral, pero no el porcentaje de la velocidad de desplazamiento en el umbral respecto de la velocidad máxima alcanzada en el test (alrededor del 73%).

TABLA 2.

Valores máximos y a la intensidad umbral anaeróbico registrados en el test de laboratorio en tapiz rodante y en el test de campo TIVRE_Basket. Valores medios±EEM. Significación estadística: *= $p<0.05$; ***= $p<0.001$.

	TAPIZ RODANTE	TIVRE-BASKET
VALORES MAXIMOS:		
FCmax (ppm)	189.25±1.3	189.66±1
%FCmáx teórica	98.38%	98.59%
VO ₂ máx (ml/kg/min)	54.1±8.9	
Velocidad máxima (km/h)	17.58±0.12	14.2±1.21***
Tiempo en el test (min)	12.03±0.12	25.80±1.21***
Periodos completados (nº)		12.49±0.20
VALORES UMBRAL ANAEROBICO:		
VO ₂ -AT(ml/kg/min)	39.8±9.5	
FC-AT (ppm)	175.22±8	176.5±7
% FCmax	92.58±0.67	93.06±0.36
Velocidad AT (km/h)	12.9±0.43	10.34±0.11*
% Velocidad máxima	73.37±1.01	72.81±0.52
Periodo umbral anaeróbico		5.23±0.19

Como puede apreciarse en la Figura 7 no se han observado diferencias significativas en cuanto la FCmáx obtenida en ambos test de (189.2 ppm en laboratorio vs 189.6 ppm en el TIVRE-Basket) (Figura 7), alcanzando en ambos el 98% de su FCmáx teórica (220-edad). Tampoco en la frecuencia cardiaca correspondiente a la intensidad identificada como umbral anaeróbico (FC-AT) (Figura 7), lo que ocurre en el test de laboratorio a 175.2 ppm y a un VO₂ de 39.8 ml/kg/min (es decir, al 74,5±19,1% de su VO₂máx), y en el test TIVRE-Basket a 176.5 ppm

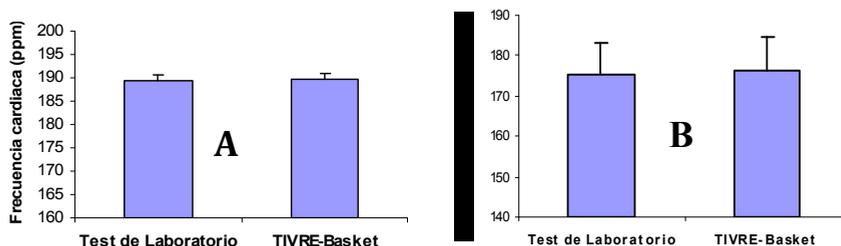


FIGURA 7. Comparación de Frecuencias cardiacas máxima (A) y a intensidad umbral anaeróbico (B) obtenidas en el test de laboratorio en tapiz rodante y en el TIVRE-Basket.

En la Tabla-3 se presentan las correlaciones, y su nivel de significación, obtenidas entre valores máximos del test de laboratorio en tapiz rodante y del test de campo TIVRE-Basket. Se observan altas y significativas correlaciones entre la FCmax obtenida en el tapiz rodante y el TIVRE. Así como entre la Vmáx en el tapiz y el número de periodos completados (Pmax) en el TIVRE-Basket. Y además correlaciones significativas entre el VO₂máx obtenido en el tapiz rodante con la Vmáx del mismo y con la alcanzada en el TIVRE-Basket (Figura 8).

TABLA 3.

Correlaciones de Spearman entre parámetros medidos en el test de laboratorio en tapiz rodante y en el test de campo TIVRE-Basket.

CORRELACIONES PEARSON:	"r"	"p"
VO ₂ máx tapiz vs Vmáx TIVRE (Figura 8)	0.705	P<0.01
VO ₂ máx tapiz vs Vmáx tapiz	0.816	P<0.001
VO ₂ máx tapiz vs Pmáx tapiz	0.691	P<0.01
Vmáx tapiz vs Vmáx TIVRE	0.629	P<0.01
Vmáx tapiz vs Pmáx TIVRE	0.627	P<0.01
FCmáx tapiz vs FCmáx TIVRE	0.803	P<0.01

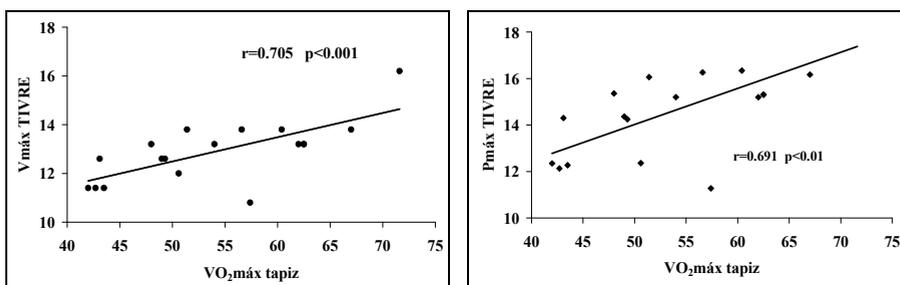


FIGURA 8. Correlación de Spearman entre VO₂máx en tapiz rodante y la velocidad máxima (Vmáx) y número de periodos completados (Pmáx) en el TIVRE-Basket. Significación estadística: **=p<0.01.

DISCUSIÓN

Software TIVRE-Basket

Entre los entrenadores o técnicos deportivos se ha observado en los últimos años un notable incremento del uso y de las demandas de herramientas informáticas en el desarrollo de su actividad profesional (Guterman, 1998). Para tal fin, el software ha de tener un “propósito específico” (Morante, 2002), por lo que tomando como referencia un estudio realizado en el fútbol, donde se diseñó un test de campo específico (TVREF) (Villa y cols., 2000; García y cols, 2003), se ha diseñado para el baloncesto un Test Intervalico para la Valoración de la Resistencia Específica en Baloncesto (TIVRE-Basket) (Figura 1) para identificar tanto el umbral anaeróbico ante esfuerzos interválicos progresivos, y que hemos denominado umbral anaeróbico interválico (ATi), como evaluar la capacidad de recuperación en cada uno de dichos intervalos de esfuerzo.

Este se propone como otro método indirecto de campo para la valoración de la cualidad aeróbica mediante el registro continuo de la frecuencia cardiaca, de carácter no-invasivo y escaso coste, que se fundamenta en la pérdida de relación lineal que hay entre la velocidad de carrera (estímulo de trabajo) y la frecuencia cardiaca a altas cargas (Conconi, 1982 y 1996, McDougall y cols, 1991, Villa, 1999). De hecho el protocolo de esfuerzo maximal del TIVRE-Basket es parecido al test de Conconi (incrementos continuos de 0,5 km/h cada 200m) (Conconi y cols, 1996), o al test de Probst aplicado al fútbol (incrementos de 0,6 km/h cada 280 m con pausas de 30seg) (Probst, 1989; Villa y cols, 2000; García y cols, 2003), ya que en el TIVRE-Basket es de 0,6 km/h cada 288 m con pausas de 30 seg de recuperación tras cada periodo o intervalo de esfuerzo. Metodología discontinua de esfuerzo propia para deportes acíclicos, como el baloncesto, caracterizado por más de 210 acciones de intensidad alta (saltos, carreras de menos de 20m,...) con continuas aceleraciones, paradas, cambios de ritmo y dirección (McInnes y cols, 1995; Leónidas, 2003), y que el TIVRE-Basket pretende simular a diferentes intensidades para valorar la implicación de la cualidad aeróbica en su sustento.

Determinación del VO₂máx en jugadores de baloncesto

Mediante un test de laboratorio en tapiz rodante con análisis de gases espirados se determinó la capacidad aeróbica de los jugadores de baloncesto de élite midiendo un VO₂máx medio de 54.1 ml/kg/min, alto valor que está en el rango de lo publicado en jugadores profesionales de baloncesto: 55-60 ml/kg/min o 5.5-6 L/min, ya sea medido en tapiz rodante (McInnes y cols, 1995; Rodriguez-Alonso y cols., 2003; Apostolidis y col., 2003; Sallet y col., 2005) o estimado mediante test de campo (Leónidas, 2003; Vaquera, y cols,

2001 y 2006). Valores que estos autores reflejan que son más alto de lo esperado para un deporte acíclico e interválico donde las acciones anaeróbicas son las determinantes, pero que parecen sustentarse en una importante cualidad aeróbica. Valores de VO_2 máx que son lógicamente inferiores a los que se obtienen en disciplinas de resistencia (atletas de fondo y mediofondo, ciclismo, remo,...) (Astrand, 1986; Villa y García, 1998; Berg y cols, 2000).

Este tipo de protocolo seguido en laboratorio para su determinación permite, en su progresión continua, medir en relativo poco tiempo (12 min) el VO_2 máx, alcanzándolo con una FC máx de 189 ppm, lo que representa que llegan al 98,2% de la FC máx teórica. Ello confirma, conjuntamente con un $RER > 1.1$, que el esfuerzo llega a ser máximo (López y Legido, 1991; Rodríguez F.A., 1992; Villa 1999), llegando a una velocidad máxima de 17.58 km/h. Cuando realizan el test de campo TIVRE-Basket, también alcanzan una FC max similar, de 189.6 ppm (lo que representa igualmente el 98,2% de la FC máx teórica); es decir, una progresión discontinua también permite alcanzar el máximo de esfuerzo, si bien las pausas durante el mismo y la mayor duración de los estadios hace que la duración del mismo sea significativamente mayor, necesitándose el doble de tiempo (27.8 min) para llegar al agotamiento, alcanzando una velocidad máxima de 14.2 km/h, lo que corresponde el haber realizado o completado un máximo de 12.5 periodos o intervalos de esfuerzo.

Protocolos distintos que dan lugar a que se acumule significativamente un mayor tiempo de esfuerzo en el TIVRE-Basket (27.8min) que en el tapiz rodante (12 min) (Lopez y Legido, 1991; García-López y cols., 2003). Tiempo de duración del test que está en el rango máximo de lo aceptable en valoración funcional (McDougall y cols, 1991; Rodríguez F.A., 1992; George y cols, 1996; Villa, 1999), pero que al permitir valorar a 12 jugadores a la vez, en realidad conlleva una gran ahorro y eficiencia, ya que se precisarían entre 6 y 10 h para obtener una valoración similar en un tapiz rodante de laboratorio.

Velocidad máxima en el TIVRE-Basket que resulta ser un 19.2% significativamente inferior a la alcanzada en el tapiz rodante (17,58 vs 14.2 km/h). La razón de ello está tanto en el tipo de esfuerzo: discontinuo vs continuo; como en el protocolo realizado: estadios en el TIVRE-Basket progresivamente decrecientes en duración (desde 2.2min a 7.8 km/h a 1.2min a 14.2 km/h), frente a estadios en el tapiz de constante duración (0.5min). Tipos de esfuerzos diferentes, pero que no condicionan que quién alcance más velocidad máxima en el tapiz también la alcance en el TIVRE-Basket, ya que ambas se correlacionan muy significativamente ($r=0.629$; $p<0.01$), al igual que lo hacen las frecuencias cardiacas máximas alcanzadas en ambos tests ($r=0.803$; $p<0.01$).

Ahora bien, aquellos que recorrieron un mayor número de balizas o distancia son, lógicamente, quienes mayor número de periodos máximos completan en el TIVRE-Basket y, por lo tanto, son quienes más velocidad máxima alcanzan en tanto en el mismo (Villa y cols, 2000; Morante, 2002; García-López y cols, 2003), como en el test de laboratorio en tapiz rodante, ya que hemos mostrado su alta y muy significativa correlación ($r=0.627$; $p<0.01$). Pero a su vez, quienes alcanzan las mayores velocidades en el tapiz rodante son aquellos que obtienen los mayores valores de VO_2 máx ($r=0.816$; $p<0.001$), lo que nos induce a pensar que quienes completen un mayor número o periodos en el TIVRE-Basket también deberían ser lo que más VO_2 máx tienen. De hecho hemos observado una alta y significativa relación entre el VO_2 máx de los jugadores de Baloncesto y el número de periodos completados ($r=0.691$; $p<0.01$) o la velocidades máxima ($r=0.705$; $p<0.01$) en el test TIVRE-Basket.

Relación que, tal y como acontece con otros test valoración funcional, podría llegar a determinar la ecuación que estimara el VO_2 máx mediante el test TIVRE-Basket en función de la distancia recorrida (o de la velocidad alcanzada) en los intervalos de esfuerzos realizados, lo que refrendaría su validez como test de campo para valorar la capacidad aeróbica máxima del jugador de baloncesto. Fundamento éste que sustenta a diferentes tests válidos y estandarizados para utilizar una ecuación que estime el VO_2 máx, como el test Course-Navette en función del número de paliers completados (Léger y cols, 1988; Mora, 1994), el test de Cooper en función de los metros recorridos (Cooper, 1977; McDougall y cols, 1991), el test de Velocidad Aeróbica máxima (Léger y cols, 1989; Mora, 1994), el test de la milla (George y cols, 1993), Test de Bangsbo (Kulstrup y cols, 2003).

Umbral anaeróbico "interválico" en jugadores de Baloncesto

Planteada su relación y posible utilidad para determinar la capacidad aeróbica del jugador de Baloncesto, el test TIVRE-Basket se diseñó para identificar la resistencia aeróbica específica del jugador de baloncesto. Diferentes publicaciones han mostrado la validez de un test similar para valorar la resistencia específica del futbolista (TVREF-v1.0) mediante la identificación de este umbral anaeróbico interválico (Figura 1) entorno al 90% de los casos: un 89.6% % atendiendo a la metodología matemática de Tomakidos y Legar, y un 94.% por mitología manual (Villa y cols, 2000; García y cols, 2003); porcentaje similar al publicado para el validado test de Conconi (Conconi y cols, 1982 y 1996). Ello permitiría conocer el nivel o grado de resistencia aeróbica específica del jugador de baloncesto, correspondiéndose con un periodo o intervalo de esfuerzo determinado.

El 94,5% de los TIVRE-Basket realizados (todos menos 1) han permitido identificar el que hemos denominado umbral anaeróbico interválico, coincidiendo en el periodo 5.2 y correspondiendo, por lo tanto, a una velocidad de desplazamiento de 10.2 km/h (velocidad que supone el 72.8% de su V_{max} del test), y en la que el jugador está a una frecuencia cardiaca de 176.5 ppm. Frecuencia cardiaca que no difiere significativamente con la correspondiente al umbral anaeróbico VT2 en el test de laboratorio en tapiz rodante, por lo que su identificación mediante el test de campo podría considerarse válida, pero sobre todo más específica. No obstante las velocidades de desplazamiento que implican difieren significativamente, siendo menor en el TIVRE-Basket (12.9 vs 10.3 km/h), al igual que lo es la velocidad máxima alcanzada (17.5 vs 14.2 km/h).

No obstante, las velocidades en el umbral anaeróbico suponen respecto a las velocidades máximas alcanzadas en ambos tests unos porcentajes que no difieren (73.3% en tapiz rodante vs 72.8% en TIVRE-Basket); lo que unido al hecho de que el VO_2 en el umbral anaeróbico VT2 (39.8 ml/kg/min) determinado en el tapiz rodante acontece al 74.5% del $VO_{2máx}$, nos permite pensar que son intensidades umbral ya que están en el rango de lo publicado por Apostolidis y cols. (2004), que hacen referencia al umbral anaeróbico a un % $VO_{2máx}$ del $77,6 \pm 7\%$ en jugadores profesionales de baloncesto.

Por ello las diferencias en la velocidad umbral observadas pensamos se deben a los diferentes protocolos seguidos, y pensamos que el del TIVRE-Basket es más específico, aunque implique una velocidad correspondiente al umbral anaeróbico interválico un 20% inferior a la determinada en el tapiz rodante. Quedaría pues por demostrar la tendencia a sobrestimar la velocidad de desplazamiento que podrían tener los test en tapiz rodante al ser más inespecíficos, conllevar esfuerzos cíclicos y continuos, y al correr sobre una cinta que se mueve (McDougall y cols, 1991; Tavino y cols, 1995; Villa, 1999). Igualmente habría que demostrar que esta velocidad en el umbral anaeróbico interválico es realmente indicadora del nivel de resistencia aeróbica, para lo cual el software TIVRE-Basket permite seleccionar y mantener un ritmo determinado de desplazamiento (Villa y cols, 2000; Morante, 2002; García y cols, 2003) que permitiría comprobar, en función del tiempo de carrera y de las tasas de lactacidemias, que es la intensidad umbral anaeróbico (Rodríguez-Alonso, 2003).

Hoy día al umbral anaeróbico se le considera un parámetro válido para evaluar la capacidad de resistencia en trabajos de mediana (10-30 minutos) y larga duración (más de 30 minutos), por lo que es muy usado para planificar y programar las cargas de entrenamiento (Smith y Thomas, 1991; Sanchis y cols, 1996; Rodríguez Alonso y cols, 2003). Su trascendencia estriba en que, como

indicador de la resistencia aeróbica específica de cada especialidad deportiva, es un parámetro muy sensible, capaz de diferenciar a los sujetos en función de su nivel de condición física (Navarro, 1998). De hecho la aplicación de un test interválico similar en otro deporte colectivo, el fútbol, (Villa y cols, 2000; García y cols, 2002 y 2003) ha demostrado que es una herramienta útil para interpretar las modificaciones debidas al entrenamiento de resistencia y mostrarse más sensible a identificar los cambios inducidos por el entrenamiento de pretemporada que otros tests como el Course Navette (Villa y cols, 2000, García y cols, 2002 y 2003, Vaquera y cols, 2005).

Intervalos de esfuerzo y de recuperación en el TIVRE-Basket

Cuando se analizan las diferencias significativas entre la frecuencia cardiaca máxima de cada periodo o intervalo de esfuerzo del TIVRE-Basket con la del periodo inmediatamente inferior o precedente (Figura 5) observamos que sólo se observan diferencias significativas en los periodos submáximos, en concreto hasta el periodo 5, coincidente con la inflexión de su comportamiento, lo que se utiliza como criterio para identificar el umbral anaeróbico interválico (Conconi y cols, 1982 y 1996; Probst, 1989; Villa y cols. 2000; García y cols, 2003). A partir de dicho periodo la frecuencia cardiaca máxima de cada intervalo o periodo aumenta, pero ya sin reflejar estas diferencias estadísticas, lo que se relaciona con el aplanamiento en la evolución del comportamiento a intensidades progresivas de la frecuencia cardiaca descrito por diferentes autores en esfuerzos continuos (Conconi y cols, 1982 y 1996) o discontinuos (Probst y cols, 1989; García y cols, 2003) para identificar el umbral anaeróbico, y que en nuestro trabajo coincide a partir de dicho periodo 5 o periodo umbral anaeróbico interválico.

El mismo comportamiento se puede observar en el comportamiento de la menor frecuencia cardiaca registrada durante las pausas o periodos de recuperación. Se puede observar en la Figura 5 como estas frecuencias de recuperación son significativamente menores a medida que la intensidad del periodo o intervalo de esfuerzo es mayor, pero sólo hasta llegar al periodo coincidente con el umbral anaeróbico, periodo 5.23, a partir del cual la frecuencia cardiaca de recuperación ya no difiere significativamente respecto del periodo anterior.

Es decir, de los 12 periodos completados, los 5 primeros y previos a la intensidad o periodo identificado como umbral anaeróbico interválico, se caracterizan por tener una frecuencia cardiaca máxima significativamente mayor y una de recuperación significativamente menor que en el periodo o intensidad de esfuerzo precedente. En cambio este comportamiento desaparece

coincidentalmente con el periodo o intensidad de esfuerzo identificada como umbral anaeróbico interválico, pudiendo llegar hasta completar 7 escalones más. Por ello determinar el nivel de resistencia aeróbica específica, el número de periodos o intervalos de esfuerzo que realizan antes y después de la intensidad umbral, así como la recuperación de los mismos (Hofmann y cols, 2000), es importante en el baloncesto porque la rapidez con la que los jugadores se reponen de los esfuerzos es un factor crítico determinante del rendimiento en los partidos, al ser un deporte aeróbico con frecuentes acciones anaeróbicas donde reside esta diferenciación entre jugadores (Dalmonte y col., 1987; Zaragoza, 1996; López-Calbet, 1997; Hofmann y cols, 2000; Gram. y cols, 2003). De hecho la aplicación de su proceder metodológico en otros deportes colectivos como el fútbol ha demostrado que los efectos del entrenamiento de pretemporada conlleva una mejora en la condición física aeróbica sustentada en la mejora (incremento) del umbral anaeróbico interválico, en un mayor número de periodos completados, y en la mejora de la recuperación cardiaca de cada periodo o estadio (García y cols, 2003).

Estos métodos de valoración indirecta del metabolismo aeróbico en general, y de la resistencia aeróbica (umbral anaeróbico) en particular, son de gran uso y utilidad en el control tanto de esfuerzos cíclicos y continuos, para los que se han validado, como en deportes colectivos (Villa y cols, 2000; Morante y cols, 2002; García y cols, 2003; Villa y Vaquera, 2006). No obstante, siguen estando criticados por su reproducibilidad, por la no aparición evidente del punto de ruptura en un porcentaje variable de casos, y por la correlación que ha de haber entre el punto de inflexión con el umbral anaeróbico (Lacour y cols, 1998; López Calbet, 1997, Hofmann y cols, 1994 y 2000). De aquí aún la duda razonable que se ha de tener, a expensas de más estudios, cuando sus resultados se pretenden aplicar o utilizar en esfuerzos acíclicos y discontinuos como los que caracterizan a deportes colectivos como el baloncesto.

REFERENCIAS

- APOSTOLIDIS, N.; NASSIS, G.P; BOLATOGLOU, T.; GELADAS, N.D. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young players. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 43 (2):157-163.
- ASTRAND, P.O. Y RODAHL, K. (1985). *Fisiología del Trabajo Físico*. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires.
- BERGH, U.; EKBLUM, B.; ASTRAND, P.O. (2000). Maximal oxygen uptake "classical" versus "contemporary" viewpoints. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32(1): 85-88.
- BERGH, U.; EKBLUM, B.; ASTRAND, P.O. (2000). Maximal oxygen uptake "classical" versus "contemporary" viewpoints. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32 (1): 85-88.

- COLLI, R. Y FAINA, M. (1987). Investigación sobre el rendimiento en basket. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. 1(2): 3-10.
- CONCONI F, GRAZZI G, CASONI I, GUGLIELMINI C, BORSETTO C, BALLARIN E, MAZZONI G, PATRACCHINI M, MANFREDINI F. (1996). The Conconi test: methodology after 12 years of application. *International Journal of Sports Medicine*. 17(7):509-19
- CONCONI, F.; FERRARI, M.; ZIGLIO, P.G.; DROGHETTI, P.; CODECA, L. (1982). Determinación of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology*. 52(4): 869-873.
- DALMONTE, A., GALLOZI, C., LUPO, S., MARCOS, E., MENCATRINELLI, C. (1987). Evaluación Funcional del Jugador de Baloncesto y Balonmano. *Apunts*, 24:243-251.
- DAVIS, J.A. (1985). Anaerobic threshold: review of the concept and direction for further research. *Med. Sci. Sports Exerc*. 17: 6-18.
- FERICHE, B. Y DELGADO, M. (1996). Evolución y aplicación práctica del umbral anaeróbico en el entrenamiento deportivo. *Rev. Motricidad. European Journal of Human Movement* 2: 39-53.
- FRANCO, L. (1998). Fisiología del baloncesto. *Archivos de Medicina del Deporte* 15(68): 471-477.
- GARCÍA-LÓPEZ, J.; RODRÍGUEZ, J.A.; MORANTE, J.C.; VILLA, J.G. (2002). Creación y aplicación del software TVREF-v1.0 para la valoración de la Resistencia Aeróbica del futbolista mediante el Test de Probst. <http://www.RendimientoDeportivo.com/N001/artic004.htm>
- GARCÍA-LÓPEZ, J.; RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A.; MORANTE, J.C.; GONZÁLEZ, J. L.; MORA, J.; VILLA, J.G. (2004). Validity of lactic acid in an interval stress test (probst test) to determine a soccer player's anaerobic threshold. *Internacional Journal of Soccer and Science*. 2 (1): 3-17.
- GARCÍA-LÓPEZ, J.; VILLA, J.G.; RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A.; MORANTE, J.C.; DEL PALACIO, E.A.; JOVER, R. (2003). Aplicación de un test de esfuerzo intervalito (Test de Probst) para valorar la cualidad aeróbica en futbolistas de la liga española. *Apunts*, (71): 80-88.
- GEORGE, J.D., FISHER, A.G., VEHR, P.R. (1996). *Tests y pruebas físicas*. Ed. Paidotribo, colección fitness, Barcelona.
- GEORGE, J.D.; VEHR, P.R.; ALLSEN, P.E.; FELLINGHAM, G.W.; FISHER, A.G. (1993). VO₂máx estimation from a submaximal 1-mile track jog for fit college-age individuals. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 25 (5): 643-647.
- GRAHAM, J; DOUGLAS, J.; HUNSKOR, M.J.; HOWELL, D.C. (2003). Effect of active vs. passive recovery on repeat suicide run time. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 17 (2): 338-341.
- GUTERMAN, T. (1998). *Informática y Deporte*. INDE Publicaciones, Barcelona.
- HÄKKINEN, K. (1993) Changes in physical fitness profile in female basketball players during the competitive season. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 33 (1):19-26.
- HOFFMAN, J.R.; EPSTEIN, S.; EINBINDER, M.; WEINSTEIN, Y. (2000). Comparison between the wingate anaerobic power test to both vertical jump and line drill test in basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 14(3): 261-264

- HOFFMAN, J.R.; EPSTEIN, S.; EINBIDER, M.; WEINSTEIN, Y. (1999). The influence of aerobic capacity on anaerobic performance and recovery indices in basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 13(4): 407-411
- HOFMANN, P.; POKAN, R.; PREIDLER, K.; LEITNER, H.; SZOLAR, D.; EBER, B.; SCWABERGER, G. (1994). "Relationship between heart rate threshold, lactate turn point and myocardial function". *Int. J. Sports Med*. 15(5): 232-237.
- KULSTRUP P.; MOHR M.; AMSTRUO T.; RYSGAARD T.; JOHANSEN J.; STEENBERG A.; PEDERSEN P.; BANGSBO J. (2003). "The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity". *Med. Sci. Sports Exerc* 35, 4: 697-705.
- LACOUR, J.R.; MONTMAYEUR, A.; DORMOIS, D.; GACON, G.; PADILLA, S.; VIALE, C. (1989). "Validation de l'épreuve de mesure de la vitesse maximale aérobie (VAM) dans un groupe de coureurs de haut niveau". *Science et Motricité* 7: 3-8.
- LACOUR, J.R.; PADILLA, S.; DENIS, C. (1988). "La inflexión de la curva frecuencia cardiaca-potencia no es un indicador del umbral anaeróbico". *Apunts* 25: 71-74.
- LEGER, L.A., MERCIER, D., GADOURY, C., LAMBERT, J. (1988) The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*. London
- LEÓNIDAS, A. (2003). Análisis descriptivo del básquetbol. Tiempos de juego, pausa y distancias recorridas. *Lecturas: Educación Física y Deporte*, 9. efdeportes.com
- LÓPEZ DE VIÑASPRE, P. (1993) Entrenamiento de la resistencia en Baloncesto. *Apunts* nº 34 60-67.
- LÓPEZ, J.L. Y LEGIDO, J.C. (1991). *Umbral anaerobio: bases fisiológicas y aplicación*. Ed. Interamericana Mcgraw-Hill, Madrid.
- LÓPEZ-CALBET, C.; Y LÓPEZ-CALBET, F. (1997). Estudio de la frecuencia cardiaca en jugadores de categoría cadete en partidos oficiales. *Apunts*. (48): 62-67.
- LÓPEZ-CALBET, J.A. (1999). Evaluación de la potencia y de la capacidad de salto. En González, J.J. y Villegas, J.A. *Valoración del deportista. Aspectos biomédicos y funcionales*. FEMEDE. Pamplona.
- LÓPEZ-CALBET, J.A.; CHAVARREN, J.; DORADO, C. (1997). Fractional use of anaerobic capacity during a 30- and a 45-s Wingate test. *European Journal of Applied Physiology* 76 (3): 308-313.
- MACDOUGALL, J.D.; WENGER, H.A.; GREEN, A.J. (1991). *Physiological testing of the high-performance athlete*. Ed. Human Kinetics, Champaign.
- MCINNES, S.E., CARLSON, J.S., JONES, C.J., MCKENNA, M.J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports and Sciences*, 13: 387-397.
- MOORE, M. (1981). Computerisation of sports medicine. *Physician and Sports Medicine*, 9: 118-123.
- MORA, J. (1994). "Test de course navette y test de Leger en pista". *Actualizaciones en fisiología del ejercicio* 2(2): 61-90.
- MORANTE, J.C. (2000). Elaboración y validación de un programa informático interactivo de apoyo al entrenamiento deportivo. *Tesis Doctoral inédita*. Universidad de León.
- MORANTE, J.C.; VILLA, J.G. (2001). La formación de Técnicos deportivos a través de medios informáticos. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 7 (42), <<http://www.efdeportes.com/efd42/inform.htm>>

- MORANTE, J.C.; VILLA, J.G. (2002). Valoración técnico-táctica y control del entrenamiento a través de programas informáticos. <<http://www.RendimientoDeportivo.com/N001/Artic001.htm>>
- MORANTE, J.C.; VILLA, J.G.; GARCÍA-LÓPEZ J. (2002). El uso de aplicaciones tecnológicas en la valoración fisiológica y biomecánica del rendimiento deportivo. *Archivos de Medicina del Deporte*, XIX (92): 479-484.
- MORANTE, J.C.; VAQUERA, A.; RODRÍGUEZ, J.A.; GARCÍA-LÓPEZ, J.; VILLA, J.G. (2003). *TIVRE-Basket Test Interválico para la Valoración de la Resistencia Específica en el Baloncesto*. Desarrollo de Software Deportivo, S.L., León.
- NAVARRO, F. (1998). *La Resistencia*. Ed. Gymnos, Madrid.
- OLIVERA, J. TICO, J. (1991). Las cualidades motrices básicas en el jugador de baloncesto moderno. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. Volumen V, nº 5, 38-46.
- OÑA, A.; MARTÍNEZ, M.; MORENO, F. (1994). Descripción de un sistema informatizado de procesamiento automático para la optimización del rendimiento deportivo basado en el control de la información. *Revista Motricidad. European Journal of Human Movement*, 1: 57-69.
- PEPPER, M.L., HOUSH, T.J., JOHNSON, G.O. (1992). The accuracy of the critical velocity test for predicting time to exhaustion during treadmill running. *International Journal of Sports Medicine*, 13 (2): 121-124.
- POLLOCK M.L.; WILMORE J.H.; FOX, S.M. (1990). Exercise and Health and Disease. Evaluation and Prescription for Prevention and Rehabilitation. Philadelphia: Saunders College Publishing.
- PROBST, H. (1989). Test par intervalles pour footballeurs. *Revue Macolin* 5: 7-9.
- PROBST, H.; COMMINOT, C.H.; ROJAS, J. (1989). Conconi-test auf dem fahrradergometer. *Schwiz Sportmed* 37: 141-147.
- RABADAN, M., GONZÁLEZ, M, UREÑA, R., CANDA, A., GUTIÉRREZ, F., RUBIO, S. (1991) Estudio de la capacidad aeróbica y anaeróbica en deportes de equipo. *Archivos de Medicina del Deporte*. Libro de comunicaciones. IV Congreso de la Federación de Medicina del Deporte (FEMEDE) VIII: 18-19.
- RAHKILA, P.; LUHTANEN, P. (1991). Physical fitness profile of finnish national soccer teams candidates. *Science & Football*, 5: 30-34.
- RODRÍGUEZ, F.A., ARAGONÉS, M.T. (1992). Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico. En González-Gallego, J. *Fisiología de la actividad física y del deporte*. Ed. Interamericana McGraw-Hill, Madrid: 237-278.
- RODRÍGUEZ-ALONSO M.; FERNÁNDEZ, B.; PÉREZ-LANDALUCE, J.; TERRADOS, N. (2003). *Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball*. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. (43): 432-436.
- RODRÍGUEZ-ALONSO M., TERRADOS, N., PÉREZ-LANDALUCE, J., FERNÁNDEZ, B., GARCÍA-HERRERO, F. (1998) Déficit máximo acumulado de oxígeno en baloncesto femenino. *Archivos de Medicina del Deporte*. XV, Nº 64, 115-122.

- SALLET, P.; PERRIER, D.; FERRET, J.M.; VITELLI, V.; BAVEREL, G. (2005). Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 45 (3):291-294.
- SANCHIS, C., VALVERDE, M.J., BARBER, M.J., MORA, J. (1996). Umbral de compensación respiratoria (ucr) como perfil de jugadores de baloncesto". *Archivos de Medicina del Deporte*, XIII, 56: 421-425.
- SMITH, H., Y THOMAS, S.G. (1991). Physiological characteristics of elite female basketball players. *Canadian Journal of Sport Sciences*. 16 (4):289-295.
- TAVINO, L.P.; BOWERS, C.; ARCHER, C.B. (1995). Effects of basketball on aerobic capacity, anaerobic capacity and body composition of male college players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 9(2): 75-77
- TERRADOS, N.; FERNÁNDEZ, B.; PÉREZ-LANDALUCE, J.; RODRÍGUEZ, M.; COLOMA, M.; BUCETA, J.M. (1995). Physiological aspects of women's basketball. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. S24, 142.
- VAQUERA, A., RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A., VILLA, J.G., GARCÍA-LÓPEZ, J., AVILA M.C., VEGA, M. (2001) Correlación entre pruebas directas e indirectas para determinar el consumo máximo de oxígeno en baloncesto. Libro de *Actas II Congreso de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. Volumen II, 405-411.
- VAQUERA, A.; RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A.; GARCÍA-LÓPEZ, J.; AVILA, C.; MORANTE, J.C.; VILLA, J.G. (2003). Consumo máximo de oxígeno en baloncesto; influencia del sexo y del puesto específico. *Archivos de Medicina del Deporte*, Vol. XX (95): 205-212.
- VAQUERA, A.; RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A.; GARCÍA-LÓPEZ, J.; VILLA, J.G.; AVILA, C.; MORANTE, J.C. (2003). La potencia anaeróbica en el baloncesto. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 9 (66).
- VAQUERA, A.; RODRÍGUEZ MARROYO J.A.; MORANTE, J.C.; GARCÍA-LÓPEZ, J.; MENDONÇA, P.R.; AVILA, M.C. (2006). Test interválico para la valoración de resistencia específica del jugador de Baloncesto (TIVRE-Basket). En *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto*. Fernando Jiménez y cols. Edit.. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 377-378
- VILLA, J.G. (1999). Valoración funcional del metabolismo aeróbico. Métodos Indirectos. Test de laboratorio. En González, J.J. y Villegas, J.A. *Valoración del deportista. Aspectos biomédicos y funcionales*. Ed. FEMEDE, Pamplona: 343-425.
- VILLA, J.G. Y GARCÍA-LÓPEZ, J. (1998). *Valoración de la cualidad aeróbica del deportista (VO₂máx y umbral anaeróbico)*. Curso De Verano 98 Del Inef de Castilla y León. Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura.
- VILLA, J.G. Y VAQUERA, A. (2006). Valoración Fisiológica del jugador de baloncesto: tests específicos. En *Novedades en Medicina y Traumatología del Deporte: Baloncesto*. Fernando Jiménez y cols. Edit.. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 83-128.
- VILLA, J.G.; DE PAZ, J.A.; GONZÁLEZ-GALLEGO, J. (1992). Bases para la evaluación de la condición física y la preparación deportiva. En *Libro Olímpico de Medicina Deportiva*. Santonja, R. Ed. C.O.E., Madrid: 23-34.

- VILLA, J.G.; GARCÍA-LÓPEZ, J.; MORANTE, J.C.; SAN ROMÁN, Z. (2000). Validación del test de resistencia específico de Probst en futbolistas profesionales. *Archivos de Medicina del Deporte* 17(76): 185-186.
- ZARAGOZA, J. (1996). Análisis de la actividad competitiva en baloncesto. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. 10(2):21-25.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado gracias a un proyecto de investigación subvencionado por el Consejo Superior de Deportes (C.S.D., BOE, 25 de junio de 2005) titulado: Innovación tecnológica para controlar el ritmo de esfuerzo, la resistencia específica y el rendimiento deportivo en el baloncesto mediante un test de campo interválico. (Ref.: 26/UP10/05).