

Evaluación de la potencia aeróbica máxima en el equipo nacional cubano de basketball femenino durante la etapa de preparación física general

Evaluation of maximal anaerobic potency in the cuban national team of femenine basketball during the general stage of physical preparation

Zonia Izquierdo Miranda, MD, MS¹ ; Hilda Obregón Rodríguez, MD²; Aida Vidal González, MD³; Víctor M Cabrera Oliva, DrC⁴

¹ Médico Especialista de Segundo Grado en Medicina Deportiva, Maestra en Ciencias en Control Médico del Entrenamiento Deportivo, Profesora Auxiliar del Instituto de Medicina del Deporte

² Médico Especialista de Primer Grado en Medicina Deportiva

³ Médico, Especialista de Primer Grado en Medicina Deportiva, Maestra en Ciencias en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. vcabrera@infomed.sld.cu

⁴ Bioquímico, Doctor en Ciencias en Biológicas, Investigador Titular

RESUMEN

El nivel de excelencia en el desempeño deportivo se basa generalmente en una preparación física óptima, maestría técnica y un adecuado estado de salud, pero el baloncesto exige además un alto nivel de coordinación motora, velocidad y destreza. Los entrenadores, preparadores físicos y médicos han tratado de encontrar procedimientos prácticos y confiables para evaluar el nivel de preparación física alcanzado por los jugadores de baloncesto. Uno de los métodos utilizados con mayor frecuencia es la determinación de la Potencia Aeróbica Máxima como expresión directa del Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂máx). Como herramienta para estimar esta magnitud directamente durante el entrenamiento o las competencias se ha utilizado la prueba de terreno para esfuerzo físico de Leger.

Palabras Claves: Potencia aeróbica, Leger, baloncesto

ABSTRACT

A study was undertaken to assess the maximal anaerobic potency in women integrating the national cuban selection of femenine basketball. The level of excellence in the sports performance is based on generally a physical optimal preparation, technical mastery and an adequate status of health, but basketball demands besides a tall level of motive coordination, velocity and skillful action. The trainers, physical assistants and doctors have tried to find practical and reliable procedures to evaluate the level of physical preparation attained by the players of basketball. One of methods utilized with bigger frequency is the determination of Aerobic Maximum potency like direct expression of Oxígeno's Consumption Máximo (VO₂máx). Like tool to estimate this magnitude directly during the workout or the test of plot of land for physical effort of Leger has utilized competitions itself.

Keywords: Maximal aerobic potency, Legar, Basketball, women

Objetivo

Aplicar la prueba de Leger en la Selección Nacional de Baloncesto femenino para evaluar los efectos individuales y colectivos de los entrenamientos realizados durante la etapa inicial y final de la Preparación Física General.

Métodos

Al universo compuesto por las 17 jugadoras de la Selección cubana de baloncesto femenino se le aplicó la Prueba de terreno de Leger para determinar la Potencia Aeróbica Máxima como indicador del estado de entrenamiento durante las etapas inicial y final de la preparación física general. Las variables estudiadas fueron la Potencia Aeróbica Máxima ($VO_{2m\acute{a}x}$) y la frecuencia cardiaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$).

Resultados

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos etapas de la preparación física general ($p \leq 0.05$) para el $VO_{2m\acute{a}x}$ del equipo en su conjunto: (52.50 ± 2.50 vs 55.67 ± 3.60 ml.min⁻¹.kg⁻¹), $FC_{m\acute{a}x}$ (197.80 ± 3.49 vs 187.26 ± 9.20 lat/min) y % de Recuperación (%Rec) al tercer minuto (28.01 ± 1.08 vs 32.29 ± 2.30) y quinto minuto (59.70 ± 2.30 vs 68.5 ± 11.3), respectivamente. Los valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ y $FC_{m\acute{a}x}$ con respecto a las posiciones también mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Conclusiones: La aplicación de la prueba de Leger demostró que es de utilidad práctica para el control del entrenamiento deportivo en el baloncesto femenino y que revela los cambios significativos que producen los modelos de preparación sobre las variables estudiadas durante la etapa inicial y final de la Preparación Física General. La aplicación de la prueba permite evaluar el desempeño físico tanto de las jugadoras en forma individual como del equipo en su conjunto.

INTRODUCCIÓN

La elevada calidad física de los atletas mejora la calidad del baloncesto como deporte y la mejor preparación física individual de los jugadores prolongan su alto nivel de rendimiento a corto y largo plazo. De ahí la importancia de la preparación física en el baloncesto moderno.

Uno de los principales parámetros utilizados en el entrenamiento deportivo para medir el nivel de preparación física y el nivel de desempeño de los deportistas, es la Potencia Aeróbica Máxima o Consumo Máximo de Oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$) [1]. La Potencia Aeróbica Máxima es el pico máximo de consumo de Oxígeno que una persona puede alcanzar durante el desarrollo de un ejercicio dinámico, utilizando los grupos de los grandes músculos durante un corto periodo de tiempo y a nivel del mar, y es el resultado final de la interacción de un conjunto de mecanismos bioquímicos que determinan la capacidad del organismo para realizar tareas físicas que implican gastos energéticos significativos. La Potencia Aeróbica Máxima es la expresión directa de la capacidad física de trabajo y se describe como la capacidad del organismo para transportar y utilizar el Oxígeno durante la actividad física; es una variable que se correlaciona directamente con la frecuencia cardiaca y declina con la edad a una tasa aproximada del 1 % anual [2]. Para poder ajustar el entrenamiento y alcanzar los mejores resultados es necesario conocer la Potencia Aeróbica Máxima de las atletas.

Una de las herramientas más utilizadas por muchas disciplinas deportivas individuales o de deportes colectivos para determinar la Potencia Aeróbica Máxima, ha sido la prueba de esfuerzo físico de Leger [3], debido a que es una prueba de terreno que puede ser aplicada directamente en el lugar de competencia o entrenamiento, no requiere de grandes recursos y es fácilmente comprensible por los deportistas.

El análisis multilateral del juego es de gran importancia para la estructura de la preparación física en el baloncesto, pues se trata de un deporte complejo, con numerosos factores que influyen en forma definitiva sobre el resultado final de la competencia. En este deporte es un requisito obligatorio analizar primeramente el rendimiento y la preparación física de cada jugador en forma individual, pero es indispensable conocer en forma conjunta cuál es el perfil de la preparación física del equipo y elaborar planes de preparación en los cuales se incluyan los programas de preparación física individuales y colectivos [4].

Una etapa importante en la valoración del estado de la preparación física de los jugadores de baloncesto es el análisis del desempeño de la capacidad motora y energética, de la composición corporal y del estado general de salud. Todas estas cualidades deben mejorarse dentro de los programas de preparación física y hacerse más versátiles, básicas y específicas [5]. En la medida que el nivel de los jugadores de baloncesto sea más elevado, mayores y más concretas deberán ser las tareas que se incluyan en los programas de preparación física [6].

En los jugadores de baloncesto existen tres eventos que necesariamente deben ser identificados: el sobreentrenamiento, desentrenamiento y subentrenamiento. Si los programas de preparación física consiguen solucionar todos los factores que determinan estos tres estados, posiblemente se consigan mejores niveles de rendimiento deportivo y una disminución significativa de las posibilidades de que se produzcan lesiones [6].

La estrategia de los programas de preparación física para los jugadores de baloncesto debe dirigirse a optimizar las condiciones neuromusculares y energéticas que son fundamentales para mejorar la calidad de las competencias. En estos programas se deben incluir los diferentes tipos de ejercicios y variación de las cargas de trabajo, que deberán ser similares a las demandas y características del propio juego. Los programas de preparación física para los jugadores de baloncesto deben incluir cinco objetivos principales: desarrollar la capacidad física y la destreza, mejorar la preparación específica y situacional, eliminar la fatiga, aumentar la velocidad de recuperación y prevenir las lesiones [7]

El Baloncesto es un deporte colectivo con un alto nivel de exigencia física, técnica y táctica.

El dominio de estos factores permite a los entrenadores, preparadores físicos y médicos establecer los lineamientos y métodos de entrenamiento en una forma más efectiva, racional y completa, capaz de producir resultados prácticos [8]. Para diseñar modelos específicos de entrenamiento útiles para el equipo deportivo o que resulten comúnmente aplicables a todos los deportes colectivos, es necesario conocer las demandas físicas, fisiológicas y energéticas de cada uno de los jugadores que componen el equipo [9,10]

El Baloncesto se clasifica como un deporte aeróbico-anaeróbico alternativo, pero clásicamente el juego se considera como aeróbico, intercalando periodos frecuentes de acciones anaeróbicas [11]. Cuanto más datos se tengan sobre las demandas energéticas y del perfil fisiológico de los jugadores de baloncesto, mayores serán

las posibilidades de aumentar su rendimiento, pues estos datos aportan información relevante para determinar el tipo de entrenamiento, la intensidad de las cargas y la selección de los propios atletas, así como para evaluar la eficiencia de los programas de preparación física en particular [12,13]

De acuerdo con los criterios de diferentes autores, [11,14] la Potencia Aeróbica Máxima se ha considerado como uno de los aspectos más importantes de la condición física de los jugadores de Baloncesto y de otras disciplinas deportivas, para obtener el mayor rendimiento físico y deportivo [15,16]. Algunos autores consideran que para obtener los mejores resultados, los atletas deben tener una Potencia Aeróbica Máxima mínima que les permita desarrollar su juego sin ningún tipo de limitaciones y con un nivel aceptable de preparación física. Inclusive, muchos autores han llegado a la conclusión de que si el atleta quiere mantener un alto nivel de juego, nunca podrá situar sus niveles de Potencia Aeróbica Máxima por debajo de 50 ml. min⁻¹.kg⁻¹ [17,18].

La preparación física es uno de los elementos principales que conforman la metodología del entrenamiento aplicable a todas las disciplinas deportivas. Consiste en el desarrollo del potencial funcional del deportista y de sus cualidades físicas hasta los niveles más elevados posibles. Estas cualidades, o bien todas o bien algunas de ellas, se entrenan en función del deporte practicado, del sujeto que lo practica y de su grado de entrenamiento. La preparación física es el conjunto de actividades que preparan al deportista para la competición, representa el aspecto físico del entrenamiento con un fin eminentemente competitivo y con un carácter específico. Su finalidad es mejorar las cualidades físicas del deportista para alcanzar rendimientos posteriores más elevados [19].

El objetivo de la presente investigación fue aplicar la prueba de terreno de Leger en la Selección Nacional de Baloncesto femenino para evaluar los efectos de los entrenamientos realizados durante la etapa inicial y final de la preparación física general sobre la Potencia Aeróbica Máxima como máxima expresión del grado de excelencia en la capacidad física para asegurar un desempeño deportivo individual y colectivo óptimo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sujetos y tipo de estudio:

Se desarrolló un estudio de intervención para el cual el universo estuvo compuesto por las 17 jugadoras de la preselección del equipo nacional de Baloncesto de Cuba. A las mismas se les informó sobre los objetivos del estudio y se les solicitó su consentimiento por escrito para participar en la investigación. Todas las jugadoras se mantuvieron siempre bajo la observación de sus entrenadores. La edad cronológica promedio de las jugadoras fue de 23.1±1,60 años y la edad deportiva fue 11.8±0.8 años. El presente estudio fue aprobado por el Comité de ética institucional.

Diseño Experimental:

Todas las deportistas fueron evaluadas en el campo de entrenamiento mediante una prueba progresiva de ida y regreso (Prueba de Leger) [3], en dos momentos de la Preparación Física General: al inicio (un día antes de comenzar la aplicación del programa de ejercicios de preparación) y al final (un día después de concluir la aplicación del programa de ejercicios de preparación). Las variables estudiadas en el presente estudio fueron las siguientes: la Potencia Aeróbica Máxima (VO₂máx), la Frecuencia Cardíaca Máxima (FCmáx) y el por ciento de recuperación (%Rec),

que se determinó a los minutos tercero y quinto posteriores a la terminación de la prueba, tanto para las jugadoras según sus posiciones dentro de la competencia, como para el total del equipo.

De acuerdo con sus características, la prueba de Leger es progresiva, triangular, máxima, indirecta y colectiva y consiste en recorrer el máximo tiempo posible un tramo de 20 metros en doble sentido, de ida y vuelta, siguiendo el ritmo impuesto por una señal sonora. Esta señal está calibrada de manera que la velocidad inicial de la carrera impuesta sea de 8 km/h y se incrementa en 0.5 km/h en intervalos de 1 minuto. Cada vez que se produzca el sonido de la señal, el sujeto debe encontrarse en uno de los extremos del recorrido de 20 metros. Esta prueba se basa en el principio de que el tipo de fuerza, por su intensidad y duración, está limitado principalmente por el metabolismo aerobio.

La Potencia Aeróbica Máxima ($VO_2máx$), se estimó de forma indirecta, considerando el costo energético medio de la velocidad de la carrera alcanzada en la última carga completada, consistente en la ejecución del circuito descrito (denominado estadio o palier) y la edad del sujeto de acuerdo con la siguiente fórmula [20]:

$$VO_2máx = [31.025 + (3.23 \times V)] - [(3.248 \times E) + (0.1536 \times V \times E)].$$

Donde:

$VO_2máx$ = Potencia Aeróbica Máxima ($ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$)

V = Velocidad máxima, correspondiente al último medio completado (km /h)

E = Edad del sujeto (en años)

La Frecuencia Cardíaca Máxima ($FCmáx$) (lat/min) se determinó al finalizar la prueba de Leger con la ayuda de un Pulsómetro Polar (Sport Tester, Estados Unidos). El por ciento de recuperación de la frecuencia cardíaca normal de cada deportista se calculó al tercer y quinto minuto después de haber realizado la prueba de esfuerzo físico de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Recuperación} = [FCmáx - FC(\text{en el minuto de observación})] / [FCmáx - FC(\text{en reposo})] \times 100$$

Los resultados de las variables medidas se muestran gráficamente en forma de media y desviación estándar ($X \pm DS$).

Análisis estadístico. Los datos obtenidos se analizaron aplicando Estadística Descriptiva del Programa SPSS (v 11.5). Para determinar las diferencias entre todas las variables por posición en el juego y entre los momentos seleccionados de la Preparación Física General, se aplicó la Prueba no Paramétrica de Wilcoxon, empleando un nivel de significación de $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Tabla 1: Características generales del universo estudiado por posiciones individuales y por equipo.

	PIVOTS	DELANTERAS	DEFENSAS	EQUIPO
	MEDIA \pm DS	MEDIA \pm DS	MEDIA \pm DS	MEDIA \pm DS
Edad Cronológica (años)	24.10 \pm 5.20	23.20 \pm 3.40	22.00 \pm 2.00	23.10 \pm 1.60
Edad Deportiva (años)	13.10 \pm 3.40	11.60 \pm 3.13	11.20 \pm 1.90	11.90 \pm 0.80
Masa Corporal (kg)	81.12 \pm 8.60	78.90 \pm 5.90	67.30 \pm 4.34	75.77 \pm 7.40
Altura (cm)	189.20 \pm 4.03	182.20 \pm 3.27	177.60 \pm 4.00	183.00 \pm 5.10

Potencia Aeróbica Máxima (VO₂máx)

La Figura 1A muestra el comportamiento de los niveles de la Potencia Aeróbica Máxima (VO₂máx) obtenidos por las jugadoras en la posición de pivots al inicio (I) y el final (II) de la Preparación Física General, que fueron los menores (49.95 \pm 3.76 vs 52.75 \pm 3.17 ml.min⁻¹.kg⁻¹ respectivamente). Para las jugadoras en la posición de defensa, se encontraron los mayores resultados de VO₂máx al inicio y al final de la Preparación Física General (54.80 \pm 3.25 y 58.02 \pm 4.06 ml.min⁻¹.kg⁻¹ respectivamente), mientras que los resultados para las jugadoras delanteras se situaron entre los valores intermedios observados para las otras dos posiciones (51.90 \pm 4.64 vs 56.24 \pm 2.36 ml.min⁻¹.kg⁻¹). Por otra parte, los valores de Potencia Aerobia Máxima encontrados para la para el equipo completo, antes y después, fueron de 52.50 \pm 2.50 vs 55.67 \pm 3.60 ml.min⁻¹.kg⁻¹ respectivamente y mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$). Los resultados encontrados de acuerdo con las posiciones ocupadas dentro del equipo para las variables estudiadas, también mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Frecuencia Cardíaca Máxima (FCmáx)

Los resultados obtenidos han mostrado que como regla general, las deportistas presentan valores inferiores de FCmáx durante el segundo momento de aplicación de la prueba de Leger (Fig 1B). Las pivots presentaron valores mucho más elevados al inicio (202.7 \pm 18.17 vs 187.8 \pm 10.8 lat/min), seguidas por las defensas (199.6 \pm 18.0 vs 186.4 \pm 15 lat/min), mientras que para las delanteras se observaron los menores resultados (191.2 \pm 4.76 y 187.6 \pm 11.63 lat/min). Para el equipo total, los valores fueron 197.80 \pm 3.49 lat/min al inicio y 187.26 \pm 9.20 lat/min al final. Las diferencias encontradas entre los resultados obtenidos en un momento y otro de la Preparación Física General, fueron estadísticamente significativas en todos los casos ($p \leq 0.05$).

Por ciento de recuperación (% Rec)

El análisis del por ciento de recuperación (%Rec) al tercer minuto mostró que las delanteras presentaron valores más elevados durante el primer momento (29.20 \pm 11.12 vs 32.80 \pm 8.34), mientras que los valores encontrados para las pivots y defensas, fueron similares o inferiores (27.00 \pm 6.16 vs 33.80 \pm 12.11 y 27.85 \pm 12.99 vs 30.28 \pm 10.37) respectivamente.

Cuando se consideró al equipo completo, los resultados para el %Rec al tercer minuto estuvieron representados por valores intermedios (28.01 \pm 1.08 vs

32.29±2.30) y estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$). Como se muestra en la Figura 2A, los valores más altos encontrados, correspondieron a la posición de defensa, durante la segunda etapa de la Preparación Física General.

El %Rec al minuto quinto (Figura 2B), para la posición de pivots, mostró valores más pequeños, (57.71±11.91 vs 69.00±19.26), mientras que para las posiciones de defensa y delantera durante la primera y segunda etapa de la Preparación Física General, se encontraron resultados similares (60.60±7.70 vs 68.60±11.30 y 60.80±10.52 vs 71.20±13.29 respectivamente). Cuando se analizó el comportamiento del %Rec al minuto quinto para el equipo completo, los valores encontrados durante la primera y segunda etapa de la Preparación Física General, fueron 58.9±23 vs 68.5±11.3 respectivamente, que mostraron diferencias estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$).

DISCUSIÓN

La preparación física no constituye un fin por sí sola, sino que se destina a mejorar la eficiencia del jugador; por este motivo, debe respetar ante todo la salud del individuo. El entrenador y el equipo técnico son quienes decidirán el nivel de preparación física en función de las cualidades del jugador.

Los resultados encontrados en este estudio establecen claramente que las variables que se han analizado pueden alcanzar valores diferentes, los cuales se relacionan tanto con las características propias de este deporte, como de las posiciones en las cuales se desempeñan las jugadoras, pero que estos valores además pueden tener un comportamiento que depende de las etapas de la Preparación Física General en que se encuentren las deportistas.

Durante el desarrollo del presente estudio se encontraron aumentos en los niveles de Potencia Aeróbica Máxima durante las dos etapas de la Preparación Física General que se relacionaron tanto con las posiciones en las cuales se desempeñan las jugadoras como de forma general dentro del equipo.

Los resultados encontrados sugieren que estas diferencias estadísticamente significativas pudieran estar asociadas con una mayor capacidad aeróbica alcanzada por las jugadoras, debido al hecho de que utilizan los tres procesos metabólicos sistémicos, especialmente la resistencia aeróbica y anaeróbica [21]. Las diferencias encontradas pudieran además estar relacionadas con un mejor entrenamiento, basado en el criterio de que el baloncesto se puede definir como un deporte fundamentalmente de fuerza y velocidad y por esta razón es de mucha importancia para el jugador el desarrollo de su potencia anaeróbica aláctica y en menor medida de su capacidad anaeróbica aláctica. Las acciones emprendidas durante el juego de baloncesto se corresponden con el metabolismo anaeróbico aláctico, que difícilmente conducen al agotamiento (se necesitan 20 segundos para recuperar el 50% de esta fuente energética), por lo que parece evidente que el jugador utilice preferentemente esta fuente energética, ya que después de los 7-8 segundos de práctica vendrá un tiempo de pausa que favorecerá el regreso a un ritmo aeróbico, permitiendo recuperar el sistema anaeróbico aláctico. De aquí, que la potencia aeróbica sea necesario desarrollarla con dos objetivos: (1), para poder soportar los 40 minutos de partido y retrasar la aparición de la fatiga; y (2), para favorecer la recuperación del jugador.

Los esquemas de entrenamiento diseñados y conducidos en esta dirección preparan a las jugadoras para obtener energía mediante la ruta del metabolismo aeróbico y por lo tanto un aumento en la capacidad de mantener el rendimiento a la máxima

intensidad, en concordancia con las exigencias del juego para cada una de las posiciones establecidas.

Para esta disciplina deportiva se ha establecido en forma general, que valores de Potencia Aeróbica Máxima inferiores a 50 ml.min⁻¹.kg⁻¹, son insuficientes, que entre 50-55 ml.kg⁻¹.min⁻¹ son normales, entre 55-60 ml/kg/min son buenos y aquellos que se encuentran en niveles superiores a los 60 ml.min⁻¹.kg⁻¹, son excelentes [13,22,23]. De acuerdo con los resultados encontrados en la presente investigación, los valores de Potencia Aeróbica Máxima (VO₂máx), que se encontraron para el equipo en su totalidad, estuvieron dentro de los rangos normalmente esperados; sin embargo, las delanteras y las defensas obtuvieron los mejores niveles de VO₂máx al final de la Preparación Física General.

Dentro del equipo de baloncesto las jugadoras en la posición de pivots, deben ocuparse principalmente de recuperar los balones que no entran en las canastas, y esta función la realizan en un espacio muy limitado, sin grandes desplazamientos sobre el tabloncillo. Estas jugadoras no tienen un gasto energético elevado en comparación con el resto del equipo, por lo cual la misma estructura del juego determina que las mismas no necesitan alcanzar altos niveles de Potencia Aeróbica Máxima.

Los resultados obtenidos con el desarrollo de la presente investigación sugieren que cuando las jugadoras logran resultados altos de Potencia Aeróbica Máxima, están en mejor disposición de mantener niveles más elevados de intensidad en el juego y podrán economizar y racionalizar en forma más efectiva su capacidad para mantener un mayor ritmo a lo largo del partido.

Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación con los publicados por otros autores en los cuales se han determinado los niveles de Potencia Aeróbica Máxima, observamos que la mayoría de los datos se han obtenido a partir de estudios realizados en el sexo masculino y los que corresponden al sexo femenino se han basado en el estudio de equipo y no en el de posiciones individuales. Aunque se puede considerar que se han producido cambios significativos en la evolución del Baloncesto a partir de los resultados informados por Laplaud [11], y las revisiones hechas por Franco y Cols.[24], se puede observar que los valores encontrados en el presente estudio son superiores a los reportados por otros autores [4,15] y similares a los que se han publicado para el sexo masculino [17,18,25], aunque es posible que las diferencias se encuentren relacionadas, posiblemente, con la utilización de distintas metodologías del entrenamiento [26,27] e incluso, a problemas asociados con la evolución física, como también se ha señalado en la presente investigación.

Con relación a los resultados de la Frecuencia Cardíaca Máxima encontrados a lo largo de esta investigación durante la segunda etapa de la Preparación Física General, los mismos han demostrado su similitud con los reportados por otros autores [17,21,25].

El Control de la Frecuencia Cardíaca Máxima es un indicador funcional de carga de entrenamiento que tiene un alto valor metodológico, el cual se utiliza frecuentemente en la planificación del entrenamiento deportivo [17]. Resulta interesante destacar en forma general, que los valores de Frecuencia Cardíaca Máxima mostraron una disminución entre los dos momentos de la prueba de Leger y que este resultado fue similar al observado para las jugadoras de acuerdo con sus posiciones en el equipo durante la Segunda Etapa de la prueba. Esta variable debe mostrar un comportamiento o fluctuaciones individuales debido a que el nivel de condición física influye en forma determinante sobre la jugadora.

Los resultados del por ciento de Recuperación (% Rec) obtenidos al tercer y quinto minuto reflejan un aumento al final de la Preparación Física General en todas las jugadoras, lo cual se correlaciona directamente con una mejoría en la preparación física durante esta etapa que coincide con la aplicación de la prueba. Durante esta etapa de la Preparación Física General, también se puso en evidencia una mejoría significativa en el estado cardiovascular de todas las integrantes del equipo. Los resultados encontrados en la presente investigación son similares a los reportados por Calderón et al. [28], en un estudio de esfuerzo fraccionado y sugieren que la Frecuencia Cardíaca durante el proceso de recuperación después de un esfuerzo físico, constituye el parámetro fundamental para valorar las cargas de tipo intervalo y la condición cardiovascular del deportista.

Cuando la condición del deportista para recuperar rápidamente su condición física se extrapola a las condiciones que realmente predominan durante la competencia, se debe considerar que existe una relación directamente proporcional entre la velocidad de recuperación y una mayor capacidad para eliminar y sintetizar de novo, los productos de desecho como el ácido láctico y otros generados por las diferentes vías metabólicas cuando entran en acción los procesos de recambio de energía [29]. El aumento en la velocidad de recuperación posibilita la ejecución seguida de un nuevo esfuerzo en un menor intervalo de tiempo.

Al final de un partido, este proceso de retroalimentación e intercambio posibilita que se acometan nuevos esfuerzos con niveles superiores de intensidad. Por otra parte, cuando las jugadoras se encuentran en un nivel óptimo de entrenamiento y este se corresponde con los máximos niveles de Potencia Aeróbica Máxima, tendrán mayor oportunidad de recuperarse durante los cortos intervalos de descanso que estipulan las reglas de este juego, así como de realizar con mayor intensidad las acciones de regateo, gardeo y esquivas características de esta disciplina deportiva.

Una de las limitaciones inherentes al presente estudio, fue que no se determinaron las concentraciones de lactato paralelamente con la aplicación de la prueba de terreno.

Las concentraciones de ácido láctico en sangre expresan la fatiga muscular y son el marcador por excelencia del grado de recuperación del músculo y sus posibilidades para realizar nuevos esfuerzos, sin embargo, en ocasiones resulta complejo y traumático para las deportistas tomar muestras sanguíneas en medio del entrenamiento o en las competencias y en tal situación la medición de la frecuencia cardíaca es el recurso más práctico.

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados durante el desarrollo de la presente investigación sugieren que es posible aplicar la prueba de terreno de Leger a la Selección Nacional de Baloncesto femenino para evaluar los efectos de los entrenamientos realizados durante las etapas inicial y final de la preparación física general sobre la Potencia Aeróbica Máxima (VO₂máx). La determinación de la frecuencia cardíaca de reposo al tercer y quinto minuto posteriores a la aplicación de una prueba de Leger es un criterio aceptable para medir los niveles de recuperación tanto para cada una de las jugadoras en forma individual y por posiciones dentro de la competencia, como para valorar el desempeño físico alcanzado por el equipo completo. Los cambios positivos observados en la Frecuencia Cardíaca Máxima y en el por ciento de recuperación de la frecuencia cardíaca normal son indicadores de la mejoría ocurrida en la capacidad aeróbica y un indicador de las posibilidades de las jugadoras para recuperarse en forma rápida y aumentar su efectividad durante el juego.

El aumento significativo de los niveles de Potencia Aeróbica Máxima en correspondencia con las diferentes etapas de la Preparación Física General es la expresión práctica de la efectividad de los tipos de entrenamientos utilizados y demuestran que las jugadoras que se desempeñan en la posición de defensa, alcanzan los mejores resultados, lo cual les permite mantener un mayor gasto energético a lo largo del juego.

RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de realizar investigaciones similares tomando como universo de estudio las preselecciones nacionales juveniles y los equipos de mayores correspondientes a esta disciplina deportiva e incluir en el estudio las determinaciones de lactato como marcador metabólico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Castagna C, Manzi V, D'Ottavio S. Relation Between Maximal Aerobic Power and the Ability to Repeat Sprints in Young Basketball Players. *J Strength Cond Res.*2007;21(4):1172-76
- 2- Weiss EP, Spina RJ, Holloszy JO, Ehsani AA. Gender differences in the decline in aerobic capacity and its physiologic determinants during the later decades of life. *J Applied Physiol.* 2006;101(3):938-944
- 3- Leger LA, Seliger V, Brassard L. Backward extrapolation of VO₂max values from the O₂ recovery curve. *Med Sci Sports Exerc.*1980;12:24-27.
- 4- Geithner CA, Lee AM, Bracko MR. Physical and Performance Differences Among Forwards, Defensemen, and Goalies in Elite Women's Ice Hockey. *J Strength Cond Res.* 2006;20(3):500-505.
- 5- González-Haro C, Galilea PA, Drobnic F, Escanero J F. Validation of a field test to determine the maximal aerobic power in triathletes and endurance cyclists. *Br J Sports Med.* 2007;(3)41:174-79.
- 6- Hoffman JR. Physiology of basketball. En: McKeag DB, editor. *Handbook of Sport Medicine and Science: Basketball.* Published on line: 10 March 2008; Print ISBN:9780632059126, Online ISBN:9780470693896, (accedido 23 Agosto 2008)
- 7- Sallet P, Perrier D, Ferret JM. Physiological differences in professional basketball players as a function of playing position and level of play. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45:291-4.
- 8- Blanco NA. 1000 ejercicios de preparación física. inicial, prepuberal, puberal. Disponible ISBN: 978-84-8019-182-1 Librerías Deportivas Esteban Sanz S.L Última actualización: 01 de octubre de 2008. Disponible ISBN: 978-84-8019-182-1.(Accedido 14 Sep 2008).
- 9- Matthew MT, Rowe D A Practical Guidelines for Valid and Reliable Youth Fitness Testing. *Measur Phys Educ & Exerc Sci.* 2008;12(3):126-145
- 10- Ricardo DR, de Almeida MB, Franklin BA, Araujo CG. Initial and final exercise Heart rate transients: influence of gender, aerobic fitness, and clinical status. *Chest.* 2005 Jan;127(1):318-27.

- 11- Laplaud D, Hug F, Menier R. Training-induced changes in aerobic aptitudes of professional basketball players. *Int J Sports Med.* 2004;25:103-8.
- 12- McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, McKenna MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci.* 1995;13:387-97.
- 13- Franco BL. Physiology of the basketball. *Medicine files of the Sport (FEMEDE).* 1998; XV: 471-77.
- 14- Kasikcioglu E, Arslan A, Topcu B, Sayli O, Akhan H, Oflaz H, et al. Cardiac fatigue and oxygen kinetics after prolonged exercise. *Int J Cardiol.* 2006;108:286-8.
- 15- Ramsbottom R, Kinch RFT, Morris MG, Dennis AM. Practical application of fundamental concepts in exercise physiology. *Advan Physiol Edu.* 2007;31:347-51.
- 16- Bogdanis GC, Michalis VZ. Effects of two different short-term training programs on the physical and technical abilities of adolescent basketball players. *J Sc Med Sport.* 2007 April;10(2):79-88
- 17- Vaquera AJ, Rodriguez JA, Villa JG, García JC, Avila OR, Calleja J. Physiological Profile of the player of basketball. *Digital Magazine; Buenos Aires.* 2002;8(47):1-16 (Accedido 23 de Marzo, 2008) Disponible en: [http://www. efdeportes.com/](http://www.efdeportes.com/)
- 18-Apostolidis N, Nassis GP, Bolatoglou T, Geladas ND. Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *J. Sports Med and Phys. Fitness.* 2004;44:157-63.
- 19-Tessitore A, Tiberi M, Cortis C, Rapisarda E, Meeusen R, Capranica L. Aerobic-Anaerobic Profiles, Heart Rate and Match Analysis in Old Basketball Players. *Gerontology.* 2006;52:214-222.
- 20- Vaquera JA, Rodríguez-Marroyo JA, García López J, Ávila Ordás C, Morante Rábago JC, Villa VJG. Consumo máximo de oxígeno en baloncesto; influencia del sexo y del puesto específico. *Arch Med Deport.* 2003;95:205-212.
- 21-Castagna C, Abt G, Manzi V, Annino G, Padua E, D'Ottavio S. Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *J strength Cond Res.* 2008;22(3):923-29
- 22-Coast IA. Physical and Physiological Characteristics of the Players of Basketball. *PubliCE Standard. I articulate* 2005. Pid: 466. (Accedido 5 de Mayo 2008).
- 23-Marine F, Cardona OM. Behavior of VO₂max in national Soccer equipment Room and Basketball in Spain. *Files of Sport Medicine. Publication of the Spanish Medicine Federation of Sport Associations Federation* 2002; IX : 501-10
- 24-Franco BL, Rubio FJ. Anthropometrical Valuation and functional by specific posts. *Feminine Basketball Spanish honor division, VII National Medicine Congress of the Sport (FEMEDE): Valladolid.* 1997.
- 25-Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, D'Ottavio S, Manzi V. The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. *J Sci Med in Sport.* 2008 April;11(2):202-208

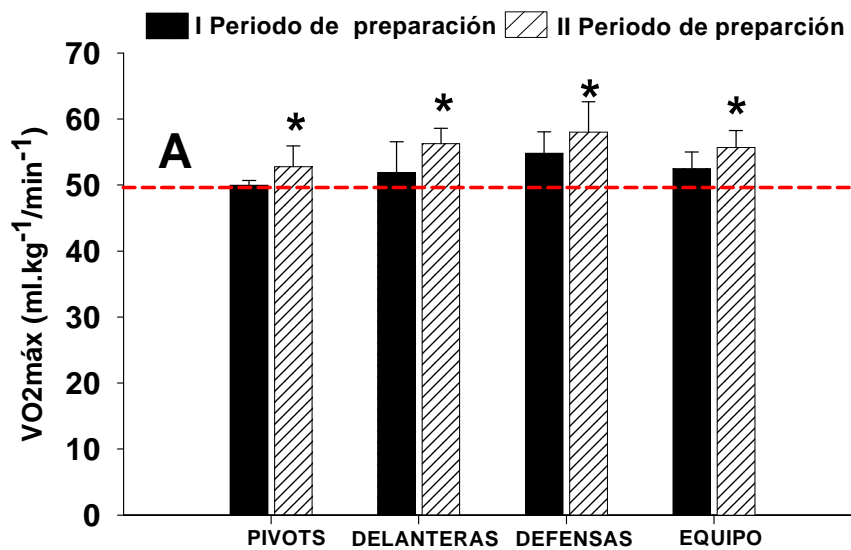
26-Santos-Silva PR, Fonseca AJ, de Castro AW, D`Andrea JM, Hernandez AJ. Reproducibility of maximum aerobic power (VO₂máx) among soccer players using a modified HECK protocol. Clinics. 2007;62(4):391-6

27-Kasikcioglu E, Arslan A, Topca B, Sayli O, Okhan H, Oplaz H et al. Cardiac fatigue and Oxygen kinetics after prolonged exercise. Int J Cardiol. 2006;108:286-8.

28-Calderón FJ, González COR. Study of the recovery in three forms of intermittent efforts. Aerobic and anaerobic threshold. Apunts. 1999;55:14-19.

29-Cormery B, M Marcil M, M Bouvard M. Change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period. Br J Sports Med. 2008;42:25-30.

ANEXOS



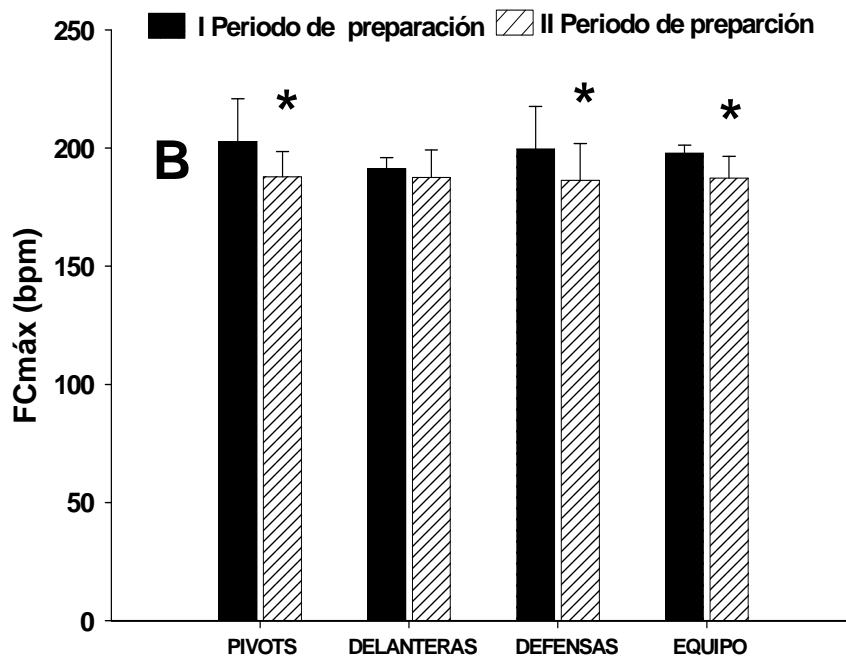


Figura 1: El panel superior A, representa los valores de Potencia Aeróbica Máxima (VO_2 máx) obtenidos para las jugadoras en las posiciones de pivots, delanteras, defensa y equipo durante los periodos I y II de la Preparación Física General. Las barras representan la Media \pm DS. Los asteriscos denotan las diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$). La línea punteada indica los niveles a partir de los cuales la Potencia Aeróbica Máxima se considera aceptable para la etapa competitiva. En el panel B se representan los resultados de la determinación de Frecuencia Cardiaca Máxima (Expresados en latidos por minutos).

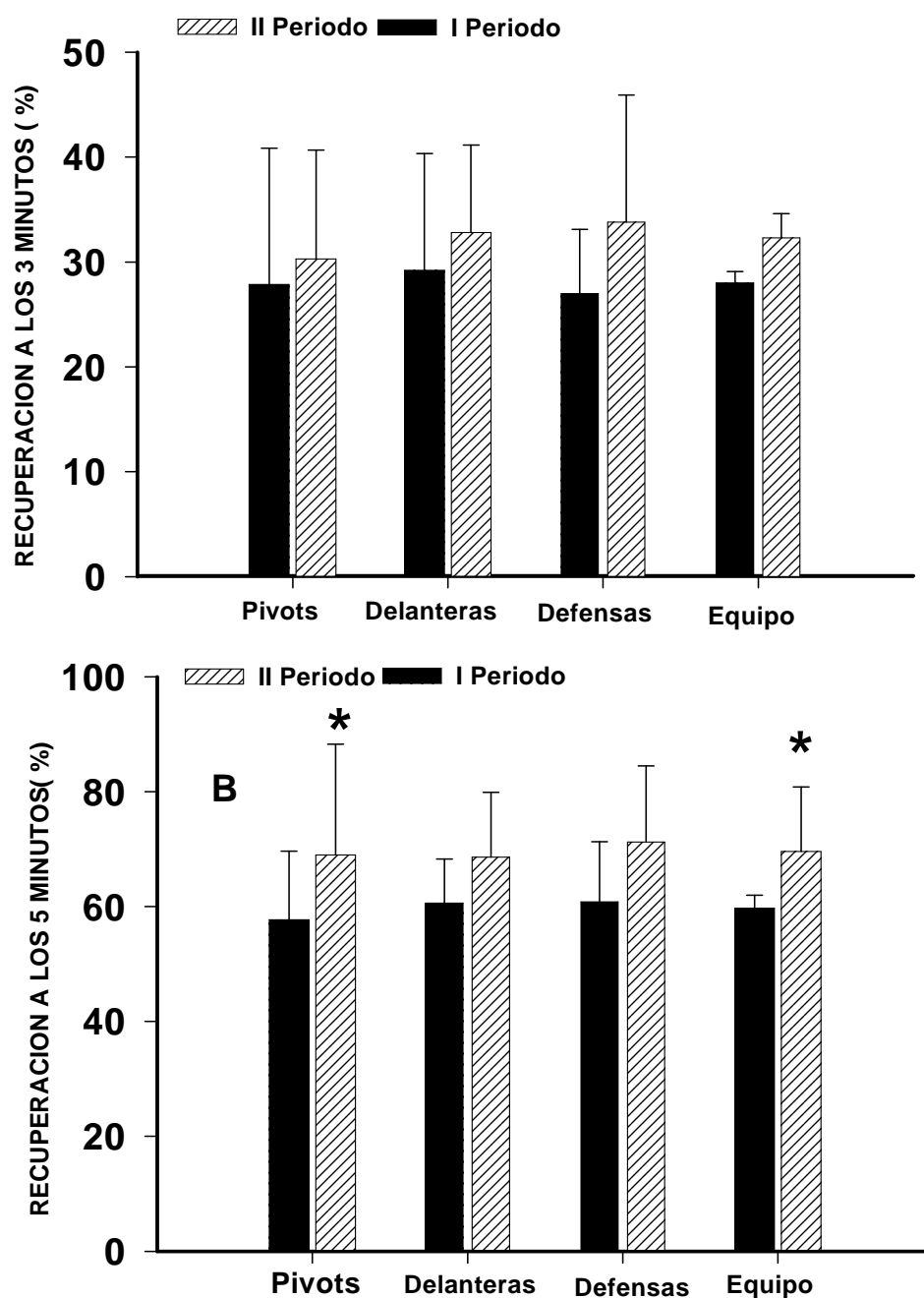


Figura 2: En el panel superior se representan los por cientos de recuperación a los tres minutos obtenidos para las jugadoras en las posiciones de pivots, delanteras, defensa y equipo durante los periodos I y II de la Preparación Física General. Las barras representan la Media \pm DS. Los asteriscos denotan las diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$). En el panel B se representan los resultados de los por cientos de recuperación a los cinco minutos.

