



Revista Cubana de Medicina del Deporte v5n1 Enero-Abril 2010

ARTÍCULOS ORIGINALES

Rendimiento neuromuscular y de base anaerobia en deportistas cubanos de especialidades aeróbicas-anaerobias alternas

Neuromuscular performance of anaerobic base in Cubans sportsmen of aerobic-anaerobic alternating specialties

Lic. José R. Alonso Hernández¹
Dr. Antonio Iznaga Dapresa²

¹ Investigador Auxiliar de la Academia de Ciencias de Cuba.
Profesor Auxiliar de la Facultad de Ciencias Médicas
"Enrique Cabrerías"

² Especialista de Primer Grado en Medicina del Deporte.

avlopez43@inder.cu

RESUMEN

Se estudiaron 89 deportistas del sexo masculino en cuatro deportes durante un macrociclo de preparación. Se les evaluó el rendimiento en Potencia Muscular Pico (PMP), Potencia máxima de la Fuerza Explosiva (PMFE) y la Contribución del Ciclo Estiramiento-Acortamiento (CELAS), utilizando diferentes modalidades de Salto Vertical. Además, se valoró la Potencia Anaerobia de predominio aláctico (PALA) y láctico (PANA), así como la resistencia anaerobia (RANA), mediante la prueba del Ergosalto como indicadores del rendimiento neuromuscular y anaerobio en cuatro deportes de alto rendimiento. Se compararon los deportes y cambios ocurridos en tres momentos del macrociclo; Inicios de la Preparación Física General (IPFG),

finales de la misma (FPFG) y Finales de la Preparación Especial (FPE), a través del ANOVA de un factor y la prueba T de Student. El VOLE fue el deporte que presentó los valores mayores de PMP y PMFE, seguido por el BALC y con valores similares el FUTB y el BALM. La CELAS, presentó una tendencia a ser mayor en el VOLE, seguido por el FUTB y el BALM. El BALC tuvo valores menores que los demás deportes. La PALA y PANA no se diferenciaron significativamente entre estos deportes. La RANA fue significativamente mejor en el FUTB y el BALC, que en el VOLE y BALM.

Palabras claves: potencia neuromuscular, PALA, PANA, potencia muscular pico

ABSTRACT

In the present study were examined 89 masculine sportsmen belonging to four different sports during a macrocycle of preparation. The performance in Utmost Muscular Potency (PMP), Maximal Potency of Explosive force (PMFE) and the Contribution of the Stretching-Shortening Cycle (CELAS) were evaluated utilizing different formalities of vertical jump. Besides, The Alactic Anaerobic potency (PALA) and lactic predominance (PANA), as well as anaerobic resistance (RANA), by means of Ergo-jump's test as indicators of neuromuscular and anaerobic performance in four high-performance sports. The sports and changes occurred were compared in three moments into the macrocycle; Beginnings (IPFG) and endings (FPFG) of General Physical Preparation, and endings of Especial Preparation (FPE), through the ANOVA of a factor and T Student's test. The VOLE was the sports that presented the higher values of PMP and PMFE, followed by BALC, and with similar values FUTB and BALM. CELAS presented a tendency to be higher in VOLE, followed by FUTB and BALM. BALC showed smaller values than the rest of the sports. PALA and PANA did not showed a significantly difference between these sports. RANA was significantly better in FUTB and BALC, than in VOLE and BALM.

Keywords: Muscular Potency, PALA, PANA, Utmust
Muscular Potency

INTRODUCCION

El rendimiento neuromuscular y anaerobio es fundamental en el Fútbol (FUTB), Baloncesto (BALC), Voleibol (VOLE) y Balonmano (BALM), sin embargo, aún no se ha descrito el comportamiento de los indicadores de este tipo de rendimiento físico en estos deportes durante su preparación, así como las similitudes o diferencias que al respecto se presentan entre ellos.

Se estudiaron 89 deportistas del sexo masculino de estos cuatro deportes durante un macrociclo de preparación. Se les evaluó el rendimiento en Potencia Muscular Pico (PMP), Potencia máxima de la Fuerza Explosiva (PMFE) y la Contribución del Ciclo Estiramiento-Acortamiento (CELAS), utilizando diferentes modalidades de Salto Vertical. Además, se valoró la Potencia Anaerobia de predominio aláctico (PALA) y láctico (PANA), así como la resistencia anaerobia (RANA), mediante la prueba del Ergosalto. Se compararon los deportes y cambios ocurridos en tres momentos del macrociclo; Inicios de la Preparación Física General (IPFG), finales de la misma (FPFG) y Finales de la Preparación Especial (FPE), a través del ANOVA de un factor y la prueba T de Student.

En este estudio se presentan valores de referencia en PMP, PMFE, CELAS, PALA, PANA y RANA, como indicadores del rendimiento neuromuscular y anaerobio en cuatro deportes de alto rendimiento cubanos, lo que anteriormente no se había reportado. El VOLE fue el deporte que presentó los valores mayores de PMP y PMFE, seguido por el BALC y con valores similares el FUTB y el BALM. La CELAS, presentó una tendencia a ser mayor en el VOLE, seguido por el FUTB y el BALM. El BALC tuvo valores menores que los demás deportes. La PALA y PANA no se diferenciaron significativamente entre estos deportes. La RANA fue significativamente mejor en el FUTB y el BALC, que en el VOLE y BALM.

El BALC, presentó una mejoría de la PMP y la PMFE durante la preparación. La PALA y PANA incrementaron durante la PFG, pero disminuyeron durante la PFE, mientras que la RANA no varió. Para el VOLE, se encontró una mejoría de todos los indicadores neuromusculares y anaerobios durante el macrociclo. En el caso del BALM, no existieron cambios de significación en ninguno de ellos, excepto en la PMFE que disminuyó. El FUTB, presentó un comportamiento similar al VOLE, aunque en este caso la RANA no cambió.

En el VOLE y el FUTB, se demuestra que la preparación física para el desarrollo de estas características de rendimiento durante el macrociclo de entrenamiento, fue correcta. Llama la atención que en el BALM, la preparación física, no tuvo efecto notable en este sentido, lo que indica que se hace necesario el análisis de los sistemas de preparación específicos en este deporte. Por otra parte se observó, que la preparación para el desarrollo de la CELAS en el BALC durante el macrociclo no surtió efecto, y que el rendimiento anaerobio no se mantuvo en la etapa final de la preparación, PFE.

Todo ello demuestra, la importancia que tiene el evaluar sistemáticamente estos indicadores del rendimiento en Potencia Muscular y Anaerobia, durante la preparación de estos deportes.

En el grupo de los deportes en que la actividad es de tipo aerobia-anaerobia alternada, de acuerdo a la Clasificación Fisiológica de los Deportes y los Ejercicios Físicos (1,2), en el que se incluye el Fútbol, Baloncesto, Voleibol y Balonmano, se alternan de forma más o menos regular, codificada, casual o programada, fases de trabajo en que el predominio energético puede ser aerobio o anaerobio.

Muchas acciones fundamentales del juego en estos deportes, requieren como base para la producción del trabajo de las vías energéticas anaerobias, ya que son las que proveen la potencia necesaria para efectuar dichas

acciones, entre ellas están; la aceleración en las carreras de velocidad con o sin el balón, los cambios rápidos de dirección, los disparos de pase o para anotar puntos y los saltos o brincos. Superpuesto a este perfil, están los elementos de habilidad que incluyen: el toque, control, el pase, el dribbling y el saque entre otros (3).

Se plantea que las características de rendimiento físico fundamentales a desarrollar en el Fútbol, son: la resistencia aerobia dinámica, la potencia muscular y de base anaerobia aláctica y láctica; la rapidez y la velocidad de reacción; la fuerza explosiva; la flexibilidad y la coordinación neuromuscular (4). En este deporte, así como otros de los denominados de juegos deportivos, se requiere dentro de sus características de rendimiento físico, de manera fundamental, las de una alta capacidad de erogar potencia muscular pico y del rendimiento anaerobio, para un mejor desempeño deportivo, por lo que reviste una particular importancia, el poder conocer el desarrollo que se alcanza en estas características durante la preparación física en el entrenamiento.

Durante los períodos intensos de juego, se utilizan el ATP y el creatínfosfato (CP) presentes en los músculos, los cuales son resintetizados rápidamente (5). El resto de la energía anaerobia restante es suministrada a través de la glucólisis anaerobia, generando la producción de lactato, cuyos valores pueden llegar a ser durante un juego de hasta 10 mmol/L como promedio para el equipo (6,7).

A ello, debemos añadir la importancia de la contribución del ciclo estiramiento acortamiento (CESTACOR) o contribución elástica (CELAS), por la participación que tiene el mismo en la producción de potencia muscular durante la actividad en los deportes que se estudian en este trabajo (8, 9, 10, 11). Dado que, aún no existen criterios bien fundamentados del comportamiento de estas características de rendimiento durante la preparación de los atletas de este deporte y que así mismo, no se ha estudiado con profundidad lo referente al rendimiento neuromuscular en el Fútbol, en relación con otros deportes que se encuentran dentro del mismo grupo

fisiológico, nos propusimos analizar el comportamiento de las características de rendimiento neuromuscular y anaerobio durante un ciclo de preparación en los deportes antes mencionados. Este estudio fue aprobado por el Comité de Etica del Instituto de Medicina del Deporte de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra

Se incluyeron en el estudio 89 deportistas de las Preselecciones Nacionales de Fútbol (FUTB), Baloncesto (BALC), Balonmano (BALM) y Voleibol (VOLE) con un Edad, Peso Corporal y Talla tal y como aparecen en la Tabla 1. A ellos se les realizaron un total de 266 pruebas de Ergosalto distribuidas de la forma que se puede apreciar en esa misma Tabla. Las evaluaciones se efectuaron a Inicios de la Preparación Física General (IPFG), a Finales de la Preparación Física General (FPFG), y a Finales de la Preparación Especial (FPE) dentro de un macrociclo de entrenamiento.

Prueba de Saltabilidad

Aunque existen varias formas de medición de la Saltabilidad vertical, en este caso por motivos de confiabilidad y de orden práctico, se utilizó la valoración de la elevación del centro de gravedad del sujeto durante un salto, a través de la medición del Tiempo de vuelo (Tv) en el salto vertical sin impulso (2, 12, 13, 14).

El sistema utilizado para la medición de la Saltabilidad y por tanto para la estimación de la potencia mecánica pico erogada durante un salto vertical o de la anaerobia en una serie de saltos verticales, estuvo conformado por una plataforma de contacto acoplada a un computador personal, que operó con un software desarrollado al efecto por el autor y un grupo de colaboradores, el cual se denominó sistema ERGOAS (15).

El error en la medida del tiempo de vuelo por este sistema está en el orden de 0.0001 ms. (12).

Las mediciones se realizaron en tres modalidades de salto:

- ❖ Saltabilidad con ayuda de los brazos (SCAB): el sujeto se sitúa encima de la plataforma, realiza un salto vertical máximo con movimiento de flexión de las piernas y ayuda de los brazos y aterriza encima de la plataforma.
- ❖ Saltabilidad sin ayuda de los brazos y con movimiento contrario (SSAB): de igual forma que el anterior, pero el sujeto pone fijamente sus manos en la cintura durante todo el salto, para eliminar la contribución de los brazos en el proceso coordinativo durante la ejecución de este movimiento.
- ❖ Saltabilidad sin ayuda de los brazos y desde la posición de cuclillas (SDPC): igual que el anterior pero sin el movimiento de flexión de las piernas inicial. En esta modalidad, se evalúa la contribución de la Fuerza explosiva (FE), ya que se elimina la que tiene el ciclo estiramiento-acortamiento (CESTACOR) en la ejecución de saltos.

A partir de ellas se calculó el indicador:

- ❖ Contribución Elástica: (CELAS) = SSAB – SDPC. Con ello se estima precisamente, la contribución que tiene el CESTACOR en la ejecución del salto (8,10, 16).
- ❖ La Potencia Muscular Pico erogada durante el salto vertical máximo (SCAB), se estimó de acuerdo a la ecuación de Sayers (14):
$$W = 60.7 \times [(SCAB \text{ (cm.)} + 45.3 \times \text{Peso (kg.)}] - 2055 \text{ (Ecuación 1)}$$
- ❖ La producida básicamente por la FE (PMFE), según la ecuación 1 pero a partir de la SDPC.
$$W = 60.7 \times [(SDPC \text{ (cm.)} + 45.3 \times \text{Peso (kg.)}] - 2055$$

Para evaluar cualquiera de las modalidades se realizaron 3 saltos al máximo esfuerzo escogiéndose el de mayor valor, ya que ese sería el límite máximo que puede alcanzar el deportista en esta actividad.

Prueba del Ergosalto

El método utilizado para la realización de esta prueba fue básicamente el propuesto por Carmelo Bosco en 1983 (17). Esta prueba tiene una confiabilidad de 0.95 % (14,35). Ello se realizó con el sistema ERGOAS.

Con estas variables medidas, se calcula la Potencia Mecánica promedio erogada durante el T de trabajo que se valora, mediante la siguiente ecuación (17):

$$P \text{ (w/Kg.)} = \frac{G^2 \times Tv \times 45}{4 \times NS \times (45 - Tv)} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:

P = Potencia Mecánica promedio.

G = Aceleración de la gravedad.

T = Tiempo de duración de la prueba

Tv = Tiempo de vuelo acumulado en T.

Con estos datos se estimaron:

- ❖ Potencia de predominio aláctico (PALA en 15 segundos), según la ecuación (2) y con T= 5 s.
- ❖ Potencia Anaerobia de predominio láctico (PANA en 45 segundos), según la ecuación (2) y con T = 45 s y el TV acumulado para ese mismo período de tiempo.
- ❖ Índice de resistencia anaerobia (RANA). (18,19)
El sistema ERGOAS (15) nos permitió de manera automática, valorar la altura de cada salto durante la prueba, y a partir de ésta estimar la potencia mecánica producida en cada uno de ellos, se realizó la regresión lineal mediante el método de los mínimos cuadrados ($P = A - bT$), obteniéndose el valor de la pendiente (b) que,

como se ve en la ecuación, es negativa e indica la velocidad de disminución en la erogación de P, la cual es un indicador de la resistencia anaerobia (RANA).

RESULTADOS

Potencia Muscular Pico y de la Fuerza Explosiva

En el análisis comparativo efectuado se encontró que el VOLE presentó valores promedios mayores en la SCAB, PMP y la SSAB que el BALM, el BALC y el FUTB (Tabla 2). Así mismo la SDPC y la PMFE fueron mayores que las correspondientes al FUTB y BALM.

El FUTB, mostró valores promedios menores ($p < 0.05$) de la SCAB y la PMP que el resto de los deportes de este grupo (Tabla 2). Similares ($p < 0.05$) al grupo (excepto con el VOLE), en la SSAB, SDPC, PMFE y la CELAS.

Los valores promedios de la SDPC, PMFE, fueron mayores ($p < 0.05$) para el VOLE y el BALC que en el resto de los deportes de este grupo (Tabla 2). En el BALC la CELAS fue la menor de todas.

El análisis comparativo de estos deportes (Tabla 3), demostró que la PALA promedio fue algo menor para VOLE que para el resto de los deportes estudiados, aunque no difirió significativamente ($p < 0.05$) entre ellos. La PANA no se diferenció entre ninguno de los deportes analizados ($p < 0.05$). Es de señalar sin embargo, que el valor promedio de la RANA, fue menor ($p < 0.05$) para el BALC y el Fútbol que para el VOLE y BALM (Tabla 3).

Análisis por etapas del Macro ciclo

Al analizar el BALC por etapas (Tabla 4), se encontró que a FPFG los indicadores de la PALA y la PANA fueron mayores que a IPFG y FPE ($p < 0.05$). Los valores de estos indicadores para FPE son similares que a IPFG, lo que indica una disminución durante la PFE. La RANA, aunque presentó

una ligera tendencia a mejorar (Tabla 4), no cambió significativamente ($p < 0.05$) durante la preparación, en el período analizado. En este deporte, se notó un incremento significativo ($p < 0.05$) en el SCAB, en la SSAB y la SDPC de IPFG a FPE mientras la CELAS no cambió significativamente (Tabla 4, Figura 3), aunque tuvo una tendencia al incremento (12 %).

En el VOLE, se encontraron cambios significativos de la PALA, PANA y RANA de IPFG a FPFG y FPE (Tabla 5). Otro tanto ocurrió para la SCAB, PMP, SSAB, SDPC PMFE y el CELAS. (Tabla 5).

Para el BALM (Tabla 6), no se encontraron variaciones significativas de la PALA, PANA, SCAB, PMP, CELAS y RANA ($p < 0.05$) y si una disminución de la SSAB, SDPC y PMFE en la PFE ($p < 0.05$).

En el FUTB, se encontró un incremento ($p < 0.05$) para la PALA, la PANA y aunque la RANA no cambió significativamente ($p < 0.05$), se notó una tendencia a su mejoría durante toda la preparación (Tabla 7). La SCAB, PMP, SSAB, SDPC y PMFE cambiaron significativamente durante la preparación ($p < 0.05$); la CELAS también mejoró de IPFG a FPE (Tabla 7).

DISCUSION

Los resultados encontrados para el VOLE (Tabla 2), muestran que en este deporte se requiere, para la mayoría de las acciones de competencia, un mayor desarrollo de la fuerza explosiva y de la coordinación neuromuscular. Muy probablemente estos deportistas entrenen más para ello a través de métodos específicos, tales como los reactivos con pesos para el desarrollo de la fuerza explosiva. Así mismo, los movimientos específicos del VOLE, en las acciones de saque, bloqueo y remate, implican una mayor coordinación neuromuscular brazos-tronco-piernas que en el resto de los deportes (20, 21, 22).

Aunque sería lógico esperar que el BALC tuviera valores más cercanos al VOLE, dada la influencia que tiene la Saltabilidad y la PMP en el rendimiento deportivo de este deporte, los resultados no lo demostraron, muy probablemente relacionado a lo señalado anteriormente acerca de los métodos de entrenamiento y de las acciones de movimiento específicas de cada uno de estos dos deportes (21, 23, 24). Quizás en este resultado haya influido también, la diferencia de nivel de desarrollo deportivo entre estos deportes.

El resultado encontrado para el FUTB al compararlo con los demás deportes (Tabla 2), parece estar motivado más por dificultades en la coordinación neuromuscular brazos-tronco-piernas que con la fuerza explosiva o la contribución elástica durante la ejecución del SCAB, en estos deportistas.

La comparación de la SDPC y la CELAS (Tabla 2) indica que en el VOLE la preparación se dirige tanto al desarrollo de la fuerza explosiva, como de las características elásticas de los músculos participantes por medio del entrenamiento de tipo pliométrico, como los saltos de profundidad y de rebote con y sin sobrepeso (21,25). Al parecer en el BALC para este sexo, se realiza un énfasis mayor en el desarrollo de la fuerza en las piernas, que para la utilización del CESTACORT por métodos de entrenamiento específicos.

Los resultados observados en los valores de estos indicadores de Saltabilidad, que expresan la capacidad de erogar potencia muscular en función de la fuerza explosiva, la contribución del ciclo estiramiento-acortamiento y la coordinación neuromuscular, demuestran que el VOLE tiene un mayor desarrollo de estas características que los demás deportes de este grupo (Tabla). Esto está claramente relacionado, al tipo de entrenamiento realizado y al nivel de los deportistas que es mayor en el VOLE que en el resto de los deportes del grupo, y donde además de un entrenamiento específico con pesas para el desarrollo de la fuerza explosiva en las piernas, se realizan entrenamientos pliométricos de calidad con este fin (20,21). Precisamente, la baja CELAS del BALC masculino, puede estar relacionada a la incorrecta realización de este tipo de entrenamiento, que desarrolla específicamente esta característica del rendimiento muscular.

El análisis de los indicadores del rendimiento anaerobio indica, que además de que aunque la Potencia Anaerobia fue similar entre estos deportes, en el caso del BALC y el FUTB, su resistencia anaerobia fue mejor (Tabla 3), lo cual implica sin dudas, un mejor rendimiento neuromuscular de base anaerobio. Esto podría relacionarse, con el hecho de que en el BALC y el FUTB las acciones de movimiento requieren de un gran desarrollo de este aspecto del rendimiento físico para la ejecución deportiva, muy probablemente mayor que para el VOLE, ya que en el BALC y el FUTB, los desplazamientos son más largos, continuos y rápidos durante la competencia (23,24). Ello no explica sin embargo, el hecho de que el BALM presentara un valor menor que el BALC en el indicador de resistencia anaerobia (RANA), ya que en este caso las acciones de movimiento son muy parecidas, excepto en los saltos, pudiera ser que los métodos utilizados para el desarrollo de esta característica sean diferentes en ambos deportes.

En los futbolistas muchas acciones fundamentales del juego que definen el resultado, tales como; el pique con el balón, la aceleración y desaceleración en las carreras cortas,

saltos para cabecear, cambios rápidos de dirección y el lanzamiento del balón hacia delante, requieren de una gran potencia que depende fundamentalmente de las vías anaerobias alácticas (ATP y CP) que se resintetizan rápidamente (6, 26, 27). No obstante, ello no quiere decir que la producción de energía por la vía anaerobia láctica no sea importante, al igual que en el resto de los deportes del grupo estudiado, reportándose valores de hasta 10 mmol/L de lactato en plasma para un juego (7), por lo que consideramos que en este deporte debían presentarse valores promedios mejores, para este indicador.

Todo estos resultados nos muestran, que las características de rendimiento energético de base anaerobia en estos deportes son bastante similares, lo que confirma el agruparlos juntos fisiológicamente como deportes aerobios-anaerobios alternos, en los cuales el rendimiento físico aerobio es básico mientras que el de base anaerobia aláctica y láctica, es fundamental en la ejecución. Aunque las acciones de movimiento difieren entre ellos, los requerimientos fundamentales para la producción del trabajo se basan en la obtención de energía de rápida utilización para producir mayor potencia para las acciones principales del rendimiento deportivo específico, por lo que no es difícil concluir que su desarrollo transcurre de manera similar. Quizás en el caso del BALC y en el BALM, por las características de sus acciones de juego, los requerimientos sean algo mayores, ya que las acciones ocurren de forma más continua y prolongada (28).

En el BALC, los cambios ocurridos la PALA, la PANA y la RANA durante el macrociclo, indican que el desarrollo alcanzado en el rendimiento anaerobio durante la PFG se perdió, muy probablemente asociado al entrenamiento que se realizó. Ello demuestra, que la preparación realizada en el desarrollo de las características de rendimiento anaerobio no fue el adecuado, para llegar a la competencia en las condiciones físicas necesarias. Los resultados que mostró este deporte, en los indicadores de PMP y PMFE, señalan que en este caso se logró un desarrollo mantenido de la fuerza explosiva durante la PFE, aunque el trabajo para el

desarrollo de la contribución del CESTACOR no fue el adecuado, lo que se corroboró al comparar este deporte con el resto del grupo.

En el caso del VOLE, en que se encontró un incremento de la PALA y la PANA, así como una mejoría de la RANA durante la PFG (Tabla 5), que se mantuvo hasta finales de la PFE, todo parece indicar que la preparación realizada para el desarrollo de las características del rendimiento neuromuscular anaerobio, fueron las adecuadas y que se realizó un trabajo para el mantenimiento de estas características del rendimiento físico durante la etapa de PFE. Así mismo, el desarrollo de los indicadores de PM, PMFE y la CELAS durante la PFG y en la PFE con relación a IPFG, señala que el desarrollo en fuerza explosiva y de la contribución del CESTACOR durante la preparación, produjeron un incremento de la capacidad de erogación de potencia muscular pico para producir un mejor resultado del salto vertical (8, 10, 21, 25).

Los resultados del BALM, indican que en este deporte en el período analizado, la preparación realizada para el desarrollo de estas características del rendimiento físico neuromuscular y de base anaerobio, no fue efectiva, relacionado a una pérdida de las posibilidades de rendimiento en fuerza explosiva (reflejado en la disminución de la SSAB, SDPC y PMFE) y en el no cambio de la contribución del CESTACOR (reflejado en la conducta de la CELAS), así como en el desarrollo de las vías energéticas de base anaerobia (PALA, PANA y RANA).

Está claro, que la mejoría de la PALA, la PANA y la tendencia de la RANA que se observaron en el FUTB (Tabla 7), se deben a que en el proceso de entrenamiento se tuvieron en cuenta los medios que permiten desarrollar las posibilidades de rendimiento anaerobio, a través de diferentes tipos de series de carreras cortas, saltos continuos y de las propias acciones de juego (26, 29). En este caso es posible señalar que la preparación fue efectiva para el desarrollo de estas características, relacionado con una mejoría de la fuerza explosiva y también de la

contribución del CESTACOR o de ambas en conjunto (21, 30).

Como algo significativo, se pudo ver, que al comparar la SCAB, SDPC y de la PALA entre futbolistas cubanos e italianos de primera división (Figura 1), aunque no de forma estadística, ya que sólo teníamos los valores medios para estos indicadores de los atletas Italianos (12), puede observarse que estos últimos presentan valores promedios, al parecer, mayores que los primeros. No caben dudas de la importancia que la posibilidad de erogar una gran potencia muscular en este deporte, tanto para patear como para cabecear el balón. Así mismo, el poseer un mejor desarrollo de la potencia anaerobia de base aláctica permitirá que, dada su influencia en diferentes actividades fundamentales del juego, los resultados del rendimiento deportivo sean mejores. Esto, unido a los resultados encontrados en este estudio, nos lleva a pensar que se hace necesario prestar una especial atención al desarrollo en los futbolistas cubanos, mediante los métodos de entrenamiento específicos, de estas características del rendimiento neuromuscular, que resultan de gran importancia durante la actividad.

CONCLUSIONES

El Voleibol presentó los mejores indicadores de potencia muscular, que expresan la capacidad de erogar potencia mecánica en función de la fuerza explosiva, la contribución del ciclo estiramiento-acortamiento y la coordinación neuromuscular. Sin embargo, lo mismo no ocurrió para la potencia de base anaerobia, algo a lo que se le debe prestar particular atención.

Se pudo comprobar una mejoría del rendimiento neuromuscular de base anaerobia tanto aláctica como láctica, durante la preparación macrocíclica de los voleibolistas y futbolistas estudiados, y aunque en el baloncesto ocurrió lo mismo durante la PFG, esta mejoría no se mantuvo en la PFE, lo que señala que durante ese período no se lograron los objetivos de esta preparación específica. En el balonmano la preparación no tuvo efectos sobre estas características del rendimiento físico, lo que indica que las direcciones y los sistemas de preparación específicos utilizados no fueron los más efectivos.

Los resultados del presente estudio, nos muestran valores de referencia y su comportamiento de los indicadores de rendimiento neuromuscular y anaerobio durante un macrociclo de preparación, su análisis indica lo importante que resulta el evaluar, de manera correcta y precisa, mediante el proceso de control biomédico del entrenamiento, el comportamiento que tienen estos indicadores durante la preparación, para poder realizar las correcciones necesarias durante la preparación física y obtener un desarrollo adecuado de estas características del rendimiento

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Kotz, Y. M. La Fisiología Deportiva. 1st ed. Moscú: Fizcultura y Sport; 1986.
2. Dal Monte A. La valutazione funzionale dell atleta. 1st ed. Firenze: Sansón; 1983.
3. Reilly T. Soccer. 1st ed. London: McGraw-Hill; 1994.
4. Ekblom B. Applied physiology of soccer. Sports Med. 1986; 29: 50-55.
5. Saltin K, Harris R, Hotman, E. Resynthesis of creatine phosphate in human muscle after exercise in relation with intramuscular PH and availability of oxygen. Scand. J Lab. Invest. 1979; 39: 551-558.
6. Bangsbo J. Anaerobic energy yield in soccer performance of young players. Science and Football. 1995; 5: 24-28.
7. Bangsbo J. Usefulness of blood lactate measurements in soccer. Science and Football. 1990; 3: 2-4.
8. Bosco C, Tarkka I, Komi P. The effect of elastic energy and myoelectrical potentiation triceps surae during stretch-shortening cycle exercise. Int J Sports Med. 1982; 3: 137-140.
9. Assmusen E, F. Bonde-Petersen. Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. Acta Physiol Scand. 1974; 91 (3): 385-392.
10. Bosco C, P. V. Komi. Potentiation of mechanical behavior of human skeletal muscle through prestretching. Acta Physiol Scand. 1979; 106: 467-472.
11. Kettunen J, Kujala U, Raty, H, Sarnas, S. Jumping. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1999; 79: 197-201.
12. Bosco C. La valoración de la Fuerza con el test de Bosco. 1st ed. Paidotribo; Barcelona; 1999.
13. Kanavan P., K., Vescovi, J., D. Evaluation of power prediction equations: peak vertical jumping power en women. Med Sci Sports Exerc. 2004; 36: 1589-1593.
14. Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT. Cross validation of three jump power equations. Med Sci Sports Exerc. 1999; 31: 572-577.
15. Alonso J. R. Una comparación de la potencia muscular entre atletas de alto rendimiento mediante la prueba

- del Ergosalto. Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física. 1991; 2 (1): 23-29.
16. Bosco C The influence of extra load on the mechanical behavior of skeletal muscle. Eur J Appl Physiol. 1984; 53: 149-154.
 17. Bosco C, Komi, P. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. Eur J Appl Physiol. 1983; 50: 273, 282.
 18. Marino F, Alonso, J. R. Estudio de las características de Fuerza-Velocidad y Potencia Muscular en atletas de Patinaje sobre Ruedas. [Tesis]. C. Habana: Instituto de Medicina Deportiva; 1994.
 19. Mantilla A, Alonso J: R. Sistema automatizado para la valoración de la prueba cicloergométrica de rendimiento anaerobio "CICLOERGO". Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física. 1999; 3: 15-18.
 20. Hertogh C, Hue, O. Jump evaluation of elite volleyball players using two methods: jump power equations and force platform. J Sports Med Phys. Fitness. 2002; 42: 572-577.
 21. Newton R, Kraemer W, Hakkinen, K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. Med Sci Sports Exerc. 1999; 31: 3232-330.
 22. Harman E. The effects of arms and countermovement on vertical jumping. Med Sci Sports Exerc. 1990; 22: 825-833.
 23. Matavulj D. Effects of plyometric training on jumping performance of junior basketball players. J Sports Med Phys Fitness. 2001; 41: 159-164.
 24. Apostolis N. Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. J Sports Med Phys Fitness. 2004; 44: 157-163.
 25. Toumi H. Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. Int J Sports Med. 2004; 25: 391-398.
 26. Bangsbo J.: The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiol. Scand. 1994; 150 Suppl 3: S 615-8.

27. Capranica L. Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 1992; 32: 358-363.
28. Nummela A, Rusko H. Time course of anaerobic and aerobic energy expenditure during short-term exhaustive running in athletes. *Int J Sports Med*. 1995; 16: 522-527.
29. Kirkendall D. The applied sports science of soccer. *Phys Sports Med*. 1985; 13: 53-59.
30. Cronin J, Mcnair P, Marshall R. Developing explosive power: a comparison of technique and training. *J Sci Med Sport*. 2001; 4: 59-70.

ANEXOS

Tabla 1. Valores medios de la Edad, el Peso y la Talla Corporal: Aparece también el número de atletas estudiados y el de las pruebas que se les realizaron.

DEPORTE	N	PESO (Kg)	TALLA (cm)	EDAD (Años)	PRUEBAS
FUTBOL	24	76.25 ± 7.59	179.84 ± 4.55	21.89 ± 2.65	68
BALONCESTO	19	90.36 ± 5.63	195.03 ± 2.56	19.36 ± 1.69	59
BALONMANO	26	85.55 ± 5.47	185.40 ± 4.01	20.69 ± 1.25	86
VOLEIBOL	20	89.02 ± 7.21	198.01 ± 3.14	22.12 ± 4.28	53

Tabla 2. Valores medios y desviación estándar de los indicadores de Saltabilidad medidos para los deportes estudiados.

* Menor que los demás, ** Mayor que los demás,
*** Mayor que el FUTB y el BALM.

INDICADOR	BALONCESTO (N = 59)	VOLEIBOL (N = 53)	FUTBOL (N = 68)	BALONMANO (N = 86)
SCAB (cm)	53.93 ± 6.15	58.12 ± 6.98 **	50.04 ± 5.42 *	52.80 ± 6.50
PMP (w)	5311.86 ± 341	5505.49 ± 355**	4436.55 ± 362 *	5025.37 ± 323
SSAB (cm)	43.37 ± 4.98	49.35 ± 5.08 **	41.73 ± 4.66	41.94 ± 4.77
SDPC (cm.)	40.38 ± 3.25***	41.43 ± 4.73 ***	36.39 ± 3.18	36.51 ± 4.57
PMFE (w)	4489.37 ± 258 ***	4492.4 ± 301 ***	3607.99 ± 286	4036.57 ± 295
CELAS (cm.)	3.19 ± 1.89 *	6.74 ± 1.75	5.35 ± 2.01	5.23 ± 2.22

Tabla 3. Valores medios y desviación estándar de los indicadores de Rendimiento anaerobio para los deportes estudiados.

* Menor que el VOLE y el BALM

INDICADOR	BALONCESTO (N = 59)	VOLEIBOL (N = 53)	FUTBOL (N = 68)	BALONMANO (N = 86)
PALA (w/Kg.)	23.19 ± 4.37	21.02 ± 2.98	23.20 ± 4.50	22.15 ± 3.99
PANA (w/Kg.)	19.88 ± 2.84	19.12 ± 2.07	19.65 ± 3.32	19.20 ± 3.01
RANA (w/s)	-0.184 ± 0.097 *	-0.228 ± 0.089	-0.153 ± 0.094 *	-0.223 ± 0.114

Tabla 4. Valores promedios y desviación estándar en los indicadores estudiados para el Baloncesto durante el macrociclo.

* FPG > IPFG, ** FPE > IPFG

ETAPA	PALA (W/Kg)	PANA (W/Kg)	SCAB (cm)	SSAB (cm)	PMP (w)	SDPC (cm)	PMFE (w)	CELA S (cm)	RANA (cm./s)
IPFG (N = 19)	22.89 ± 3.62	19.58 ± 2.86	53.06 ± 6.29	42.88 ±5.29	5259.05 ± 287	39.31 ± 4.05	4424. 22 ±268	3.57 ± 1.77	-0.184 ± 0.097
FPG (N = 22)	25.30 * ± 4.22	21.34 * ± 2.43	56.01 ± 9.88	44.09 ±3.65	5377.51 ± 302	40.03 ± 3.46	4407. 12 ±297	4.06 ± 1.62	-0.175 ± 0.088
FPE (N = 18)	23.06 ± 4.06	19.88 ± 2.48	56.34 ** ± 5.44	46.43 ** ±3.41	5420.54 ** ± 293	42.99 ± 3.75	4610. 20 ±288	3.44 ± 1.14	-0.189 ± 0.093

Tabla 5. Valores promedios y desviación estándar en los indicadores estudiados para el Voleibol durante el macrociclo.

* FPG > IPFG, ** FPE > IPFG

ETAPA	PALA (W/Kg.)	PANA (W/Kg.)	SCAB (cm)	PMP (w)	SSAB (cm.)	SDPC (cm.)	CELAS (cm.)	PMFE (w)	R (c
IPFG (N = 18)	21.12 ± 2.57	17.60 ± 2.83	57.55 ± 7.38	5470.89 ± 301.23	46.97 ± 4.85	41.69 ± 4.70	5.28 ± 1.97	4508.19 ± 288	- (
FPG (N = 17)	25.30 * ± 4.25	20.21 * ± 2.13	61.18 * ± 6.29	5660.88* ±295.24	51.05 * ± 5.86	44.05 * ± 4.31	6.95 * ± 2.69	4621.09* ± 273	-0 ±(
FPE (N = 18)	23.94 ** ± 2.67	19.45 ± 2.05	60.60 ** ± 5.78	5624.31** ±291.33	50.54 ** ± 6.03	43.06 ** ± 5.36	6.58 ** ± 2.14	4586.82** ± 291	0. ±(

Tabla 6. Valores promedios y desviación estándar en los indicadores estudiados para el Balonmano durante el macrociclo.

* FPE < IPFG

ETAPA	PALA (W/Kg)	PANA (W/Kg)	SCAB (cm)	PMP (w)	SSAB (cm)	SDPC (cm)	CELAS (cm)	PMFE (w)	RANA (cm/s)
IPFG (N = 26)	22.14 ±3.93	19.16 ±3.02	52.74 ±6.20	5210.53 ± 291.23	42.24 ±4.39	38.07 ±3.85	4.17 ±1.27	4131.26 ± 268	-0.223 ±0.114
FPFG (N = 31)	22.39 ±3.62	19.75 ±2.61	52.65 ±5.62	4989.09 ±298.34	41.87 ±4.46	36.89 ±3.55	4.98 ±1.69	4032.46 ± 270	-0.198 ±0.103
FPE (N = 29)	21.52 ±5.23	19.22 ±3.01	53.07 ±6.20	5015.03 ±296.33	39.13* ±7.25	34.46* ±4.77	4.67 ±1.14	3885.41* ± 289	-0.201 ±0.118

Tabla 7. Valores promedios y desviación estándar en los indicadores estudiados para el FUTBOL durante el macrociclo.

* FPE > IPFG, ** FPFG > IPFG

ETAPA	PALA (W/Kg)	PANA (W/Kg)	SCAB (cm)	PMP (w)	SSAB (cm.)	SDPC (cm.)	PMFE (w)	CELAS (cm)	RANA (cm/s)
IPFG (N = 22)	20.69 ±3.19	17.57 ±3.00	43.01 ±4.29	4009.83 ± 288.03	34.07 ±3.89	30.41 ±5.20	3245.01 ± 298	3.66 ±1.03	-0.153 ±0.094
FPFG (N = 23)	21.21 ±1.55	18.56 ±1.75	45.29 ** ±4.01	4131.45** ±278.34	36.32 ** ±2.95	32.25 ±4.08	3340.39 ± 273	4.00 ±1.28	-0.149 ±0.077
FPE (N = 23)	22.32 * ±2.05	19.61 * ±1.69	47.16 * ±4.62	4234.55* ±286.13	38.14 * ±3.14	33.04 * ±4.22	3377.47* ± 281	5.10 * ±1.32	-0.124 ±0.057

Figura 1. Comparación de los promedios de SCAB , SDPC, PALA Y PANA entre futbolistas cubanos e italianos de primera división

