

## ENTRENAMIENTO Y MEJORA DEL RENDIMIENTO

### TRAINING AND PERFORMANCE IMPROVEMENT

#### CO-11. EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA DE RESISTENCIA DE LOS SARGENTOS ALUMNOS DEL EJÉRCITO DE TIERRA

Valero Capilla FA, Franco Bonafonte L, Rubio FJ.  
Unidad de Medicina del Deporte. Hospital Universitario de Sant Joan de Reus (Reus, Tarragona).

**Introducción:** El plan actual de preparación física de los Sargentos alumnos del Ejército de Tierra (ET), incluye un programa de entrenamiento físico general de resistencia, fuerza y agilidad. La carrera de 6 km es una prueba de media distancia que resulta útil para medir la capacidad física de resistencia. Existen pocos datos publicados sobre el progreso de la condición física de los alumnos a sargentos del ET, durante su formación, por lo que se estudio la evolución de su capacidad física de resistencia durante el primer curso académico.

**Material y métodos:** El estudio incluyó a 364 alumnos a sargentos de especialidades operativas del ET, de los que 46 (12,6 %) eran mujeres. La media de edad fue de 27,5 años (Rango 22-33). El curso tuvo una duración de 9 meses, comenzando en septiembre de 2011 y finalizando en junio de 2012. El curso se realizó en la Academia General Básica de Suboficiales del ET, situada en Talarn (Lérida). Cada alumno hizo una prueba de 6 km, de carrera continua, a esfuerzo máximo, en cuatro ocasiones, a lo largo del curso: La 1ª al inicio del curso, la 2ª a los 3 meses, la 3ª a los 6 meses y la 4ª al finalizar el curso. Se midieron los tiempos totales obtenidos en cada sesión, y el ritmo alcanzado en min/km. Se compararon los resultados entre las series para cada sexo. Se utilizó la t de Student para datos no apareados en comparaciones entre sexos, y para datos apareados en comparaciones de las series del mismo sexo. Se consideró diferencia significativa para  $p < 0,05$ .

**Resultados:** Los datos demográficos de los Hombres vs. Mujeres fueron los siguientes: Edad  $27,3 \pm 3,37$  vs.  $28,4 \pm 3,00$  años ( $p = 0,03$ ); Talla  $1,75 \pm 0,06$  vs.  $1,65 \pm 0,06$  m ( $p < 0,0001$ ); Peso  $77,9 \pm 9,94$  vs.  $61,0 \pm 7,58$  Kg ( $p < 0,0001$ ); IMC  $24,9 \pm 2,11$  vs.  $22,3 \pm 1$  ( $p < 0,0001$ ) respectivamente. Los resultados de las series, a lo largo del curso, fueron los siguientes: Hombres, 1ª serie  $29:42 \pm 2:16$  min (ritmo  $4:57$  min/km), 2ª  $26:30 \pm 2:31$  ( $4:25'$ ), 3ª  $26:24 \pm 2:08$  ( $4:21'$ ), 4ª  $26:12 \pm 1:47$  ( $4:22'$ ); Mujeres, 1ª serie  $33:12 \pm 3:07$  min (ritmo  $5:53$  min/km), 2ª  $29:42 \pm 2:15$  ( $4:57'$ ), 3ª  $29:12 \pm 2:15$  ( $4:23'$ ), 4ª  $29:24 \pm 2:16$  ( $4:54'$ ). Los tiempos fueron significativamente menores en Hombres vs. Mujeres en todas las series ( $p < 0,0001$ ). Las marcas en ambos sexos, mejoraron de la 1ª a la 2ª serie, con una alta significación ( $p < 0,0001$ ). De la 2ª a la 3ª serie, solo mejoraron ligeramente en los Hombres ( $p=0,03$ ), no mejorando en ningún sexo en el resto del curso.

**Conclusión:** Los alumnos a sargento del ET, presentaron una mejoría en la condición física de resistencia, durante el primer

curso académico. Las marcas mejoraron principalmente en los tres primeros meses, estabilizándose en el resto del curso. Los hombres obtuvieron mejores marcas en todas las series.

**Palabras clave:** Condición Física. Sargentos alumnos. Prueba de 6 km.

#### CO-13. UTILIDAD DE LA POTENCIA DE SALTO VERTICAL Y LA POTENCIA DE CARRERA PARA PREDECIR EL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN CORREDORES DE CORTA DISTANCIA

Alvero-Cruz JR, Dominelli S.  
Laboratorio de Fisiología y Rendimiento Humano. Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Universidad de Málaga.

**Introducción:** La potencia anaeróbica es una cualidad básica esencial en modalidades deportivas de velocidad en el atletismo, donde se realizan grandes esfuerzos explosivos. El objetivo del presente trabajo ha sido analizar la utilidad de las diferentes ecuaciones para el cálculo de la potencia anaeróbica de salto vertical en plataforma de Bosco y la del test de velocidad de carrera "RAST" para predecir el rendimiento deportivo en corredores de velocidad.

**Material y métodos:** Participaron en el estudio 17 atletas, 10 varones y 7 mujeres, de edades comprendidas entre los 14 y los 50 años, con al menos 1 año de experiencia en competiciones locales. Se utilizó una plataforma *Ergo Jump Bosco System* para evaluar los saltos (SJ, CMJ, Abalakov, Multisaltos 15s) calculando la potencia de salto con las formulas de Lewis, Harman, Sayers, Canavan-Vescovy, y Lara. Se utilizó el test RAST (6 sprints de 35 m) como método de valoración de la potencia anaeróbica de carrera. El rendimiento deportivo se estimó como la mejor marca en el test de referencia (TV) obtenida en una carrera de 80 metros. Se realizó un análisis descriptivo de las diferentes variables (media  $\pm$  DE); un análisis comparativo (ANOVA) de las diferentes ecuaciones; se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables y TV; y se realizó un análisis de regresión múltiple para establecer las variables con mayor potencia predictiva de rendimiento.

**Resultados:** La potencia de salto vertical resultó más elevada en hombres que en mujeres ( $p < 0,001$ ). El test RAST también halló diferencias ( $p < 0,001$ ) entre hombres y mujeres en todos los parámetros excepto en el Índice de Fatiga ( $p=0,17$ ). Se hallaron diferencias ( $p < 0,001$ ) al comparar los resultados del TV, con tiempos de carrera más bajos en hombres que en mujeres. Para el SJ, la ecuación de Lewis presenta un valor menor ( $p < 0,05$ ) respecto a las de Harman y Sayers; para el CMJ, existen diferencias entre las ecuaciones de Canavan y Lara, aunque ninguna de ellas mostró diferencias respecto a la de Sayers; y en cuanto al

ABK, la ecuación de Lara mostró diferencias respecto a Sayers y Canavan. Se hallaron correlaciones inversas altas entre los valores de potencia de salto o de carrera y la marca obtenida en el TV. El análisis de regresión múltiple mostró que la Potencia Media Relativa del RAST es la variable dependiente con mayor potencia predictiva de rendimiento deportivo ( $p < 0.05$ ).

**Conclusiones:** Los valores de potencia difieren según sea la ecuación que se utilice. El RAST es un excelente método para evaluar la potencia anaeróbica en deportistas de velocidad. La Potencia Media Relativa es el parámetro que mejor predice el rendimiento de carrera de corta distancia.

**Palabras clave:** Salto Vertical. RAST. Potencia Anaeróbica. Velocistas. Rendimiento.

#### CO-14. RESPUESTA DEL SISTEMA AEROBIO EN FUTBOLISTAS JUVENILES VENEZOLANAS SOMETIDAS A ENTRENAMIENTO EN ALTITUD MODERADA

Ramírez Rangel JG.

Centro Nacional de Ciencias Aplicadas al Deporte Mérida, Venezuela. (CENACADEM).

**Resumen:** Se realizó una investigación con el objetivo de determinar el comportamiento del sistema aerobio en futbolistas femeninas sometidas a un programa de entrenamiento en el llano y en condiciones de altura moderada. La muestra estuvo constituida por 21 jugadoras de la Selección Nacional de Fútbol Femenino de Venezuela, de la categoría Sub-17. A todas las participantes se les aplicó un test incremental para medir la potencia aerobia, capacidad aerobia, umbral del metabolismo aerobio, nivel de lactato en sangre y la frecuencia cardiaca. La prueba se aplicó en dos momentos en el llano: al principio y al final de la preparación general y una vez al finalizar el entrenamiento en condiciones de altura moderada. El consumo máximo de Oxígeno determinado en dos momentos en el llano fue de  $53,3 \pm 5,3$  y  $56,9 \pm 3,6$  ml/kg/min respectivamente, mientras que en condiciones de altura moderada se encontró un valor significativamente mayor ( $p \leq 0,05$ ) de  $(63,0 \pm 6,1$  ml/kg/min). La frecuencia cardiaca máxima al inicio de la preparación en el llano fue de  $194,9 \pm 6,1$  Lat./min, lo cual resultó significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) a los valores encontrados al final del entrenamiento en el llano y durante el entrenamiento en la altura moderada ( $187,8 \pm 4,3$  y  $189,0 \pm 6,5$  Lat./min) respectivamente. El umbral de  $VO_{2U}$  en las dos mediciones realizadas en el llano mostraron valores de  $31,4 \pm 6,1$  y  $28,3 \pm 3,8$  ml/kg/min respectivamente ( $p \geq 0,05$ ) respectivamente mientras que bajo condiciones de altura moderada fue de  $38,7 \pm 7,5$  ml/kg/min ( $p \leq 0,05$ ). La resistencia aerobia en condiciones de altura fue de  $61,0 \pm 8,8$ , estadísticamente diferente ( $p \leq 0,05$ ) a los valores encontrados en las dos mediciones realizadas en el llano ( $58,5 \pm 7,0$  y  $49,7 \pm 5,8$  ml/kg/min) respectivamente. Los resultados encontrados demuestran los beneficios que implica el entrenamiento en altura moderada para mejorar las condiciones aerobias de las futbolistas venezolanas.

**Palabras clave:** Frecuencia cardiaca. Consumo máximo de oxígeno. Lactacidemia.

#### CO-15. RESPUESTA DE LA HORMONA ERITROPOYETINA Y EL $VO_{2MAX}$ A UN PROGRAMA DE IHT EN TRIATLETAS

Ramos Campo DJ, Martínez Sánchez F, Esteban García P, Jiménez Díaz JF.

Laboratorio de Rendimiento y Readaptación Deportiva. Facultad de Ciencias del Deporte. UCLM. Toledo.

**Introducción:** En la actualidad, los deportistas de alto nivel incorporan como complemento a su entrenamiento convencional, programas de entrenamiento en altitud con la intención de incrementar el rendimiento. Dentro de las diferentes estrategias encontramos el entrenamiento en hipoxia intermitente (IHT). El objetivo de este estudio ha sido analizar los efectos sobre el  $VO_{2max}$  y la Eritropoyetina (EPO) producidos por un programa de IHT de siete semanas de duración en triatletas.

**Material y métodos:** Formaron parte de este estudio 18 triatletas de categoría élite y sub23 divididos aleatoriamente en dos grupos, GIHT:  $n=9$  (Edad:  $26 \pm 6,73$  años; Talla  $173,33 \pm 5,94$  cm; Peso:  $66,38 \pm 5,91$  Kg) y GC:  $n=9$  (Edad:  $29,27 \pm 6,84$  años; Talla  $174,89 \pm 4,59$  cm; Peso:  $71,59 \pm 6,81$  Kg). Se aplicó un programa de IHT de 7 semanas de duración con un 15-14,5% de  $FiO_2$ , 2 sesiones semanales complementarias a su entrenamiento habitual en cicloergómetro de 60 minutos a una intensidad cercana al umbral anaeróbico individual medido en condiciones de hipoxia.

Se llevó a cabo una evaluación previa y otra, al finalizar el programa. En ellas, se realizó una analítica sanguínea y un test incremental de carrera donde se midió el  $VO_{2max}$ .

**Resultados:** Los resultados muestran un aumento significativo del 16,64% ( $p=0,049$ ) de la EPO en el GIHT (pre=  $7,51 \pm 1,56$  mU/ml; post=  $8,76 \pm 1,92$  mU/ml), no encontrando diferencias en el GC (pre=  $9,92 \pm 2,6$  mU/ml; post=  $9,79 \pm 2,87$  mU/ml). Al comparar intergrupos, existen diferencias significativas en el momento previo al entrenamiento ( $p=0,038$ ), siendo el GC con el que parte con unos valores superiores con respecto al GIHT. En el momento posterior al entrenamiento, debido al aumento significativo de estos valores en el GIHT, estas diferencias se igualan y pasan a ser no significativas. Al analizar los datos obtenidos del test de carrera a pie en tapiz rodante en función del grupo, podemos apreciar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos momentos de evaluación en el GIHT en la variable  $VO_{2max}$  relativo ( $p=0,005$ ) y absoluto ( $p=0,014$ ). En el GC no existen estas diferencias. Al inicio del programa, el GIHT tenía un valor de  $VO_{2max}$  relativo de  $59,53 \pm 5,04$  ml/Kg/min, mientras que el GC obtuvo en esta variable  $58,93 \pm 4,53$  ml/Kg/min obteniendo un valor de  $p=0,806$  en este momento de estudio. Al finalizar el estudio, el valor de esta variable aumenta hasta  $65,48 \pm 4,92$  ml/kg/min en el GIHT y hasta los  $69,05 \pm 10,51$  en el GC, siendo el valor de  $p=0,169$  en este momento.

**Conclusiones:** Por lo tanto el programa de IHT propuesto produce beneficios significativos sobre el  $VO_{2max}$  relativo y absoluto y sobre la hormona EPO, parámetro clave en la eritropoyesis.

**Palabras clave:** Entrenamiento. Hipoxia Intermitente. EPO. Triatlón.

#### CO-20. INFLUENCIA DE INDICADORES CINEANTROPOMÉTRICOS SOBRE LA FUERZA EXPLOSIVA EN MIEMBROS INFERIORES EN FUTBOLISTAS FEMENINAS NACIONALES

Rivas Uzcategui BN.

Centro Nacional de Ciencias Aplicadas al Deporte Mérida, Venezuela. (CENACADEM).

Se realizó un estudio en condiciones de laboratorio, a nivel descriptivo explicativo de corte transversal en el que se analizó la posible influencia de la Composición Corporal la que fue

determinada según el método de Wither y el somatotipo según Health y Carter sobre la potencia en miembros inferiores a través de un test de saltabilidad, siguiendo la metodología de Carmelo Bosco. La muestra estuvo constituida por 14 futbolistas femeninas de las 24 que componen la selección nacional de la Sub 17 de Venezuela según demarcación ocupada en el juego. La investigación se realiza al inicio del periodo Pre competitivo recibiendo las jugadoras estudiadas el mismo régimen de carga durante todo el periodo de investigación.

Para el Análisis Estadístico como medida de Tendencia Central se incluyó la Media X, y para el de dispersión la Desviación Estándar DE. Para la comparación de Medias entre posiciones se utilizó la prueba no paramétrica de Krushall Wallis. Se empleó la prueba de Spearman para precisar la existencia o no de asociación entre Composición Corporal y Somatotipo con la Potencia de miembros inferiores. El Paquete Estadístico utilizado fue el SPSS 17.0 y Statista 8.0 para Windows, los contrastes de las pruebas estadísticas utilizadas fueron realizados usando un nivel de significación  $p < 0,05$ .

Se comprueba que el somatotipo dominante fue el meso-endomorfo en las mediocampistas y defensas, mientras que en las delanteras fue ectomorfo balanceado. Se demostró la existencia de asociación entre los valores que tributan a la composición corporal y la potencia erogada, no así con los componentes de somatotipo.

Las jugadoras que ocupan la demarcación de defensa son las que alcanzan el mayor nivel de potencia en todos los saltos del test aplicado.

**Palabras clave:** Fútbol. Potencia. Composición corporal. Somatotipo. Salto.

### CO-36. VALORACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE ESFUERZO/RECUPERACIÓN: VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA Y ANÁLISIS CONDUCTUAL

Capdevila L<sup>1</sup>, Rodas G<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), <sup>2</sup>Servicios Médicos Fútbol Club Barcelona (FCB).

**Introducción:** La Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (HRV) se considera un análisis adecuado para complementar la valoración de la carga de esfuerzo en situaciones deportivas, relacionándose también con procesos de estrés-recuperación y con estados de ansiedad. Se exponen estudios de caso único con seguimiento según técnicas no-invasivas, combinando el análisis HRV y el análisis conductual para ofrecer diagnósticos y pronósticos puntuales sobre estados de estrés/recuperación.

**Material y métodos:** La valoración se realiza con un dispositivo móvil: a) Test HRV-3min, registrando HRV en reposo con el acelerómetro del dispositivo o mediante banda torácica vía *blue-tooth*; b) Test de Esfuerzo/Recuperación, registrando conductas prescritas de recuperación y el perfil de estados de ánimo. Se presentan dos estudios de caso único: un futbolista del primer equipo y un jugador de baloncesto del segundo equipo del FCB.

**Resultados:** Para el futbolista se procesan 106 registros de HRV y se identifica un patrón específico de variabilidad cardíaca que lo diferencia en un 92.7% de los otros deportistas. Para este jugador, los parámetros HRV significativos son: RRmean; SDNN; RMSSD; HF; LF y HFnu. Los valores concretos que identifican un estado óptimo de recuperación son, respectivamente: 1176.6; 87.5; 110.5; 5568.5; 380.8 y 81.7. Los valores que identifican un estado de sobreesfuerzo son, respectivamente: 650.9; 18.9; 5.5; 6.4; 77.5 y 3.0. Para nuevas valoraciones puntuales, se calcula

un índice en porcentaje que permite situar el estado de “estrés” del jugador entre ambos extremos.

Para el jugador de baloncesto se detectaron niveles elevados de estrés a principios de temporada, con parámetros de HRV alterados que no eran debidos a sobrecargas sino a una alteración emocional importante. En este caso, la ecuación particular indicaba que los parámetros HRV significativos eran RRmean, SDRR, RMSSD y LF/HF; y que los valores puntuales que indican un índice de estrés por encima del 75% son, respectivamente: 832; 132.0; 153.9 y 0.6. La valoración de los estados emocionales valorados conjuntamente indica un 90% de depresión, un 90% de fatiga y un 0% de vigor. Al cabo de 3 semanas, el jugador presentaba un estado global mucho mejor para afrontar el esfuerzo, con un índice de estrés por debajo del 50% y con unos valores respectivos de HRV de: 935.6; 199.6; 251.9 y 0.3. En este caso, los estados emocionales asociados indicaban un 30% de depresión, un 50% de fatiga y un 40% de vigor.

**Conclusiones:** El análisis HRV junto con un análisis conductual permiten obtener un perfil individualizado de esfuerzo/recuperación que indica la disponibilidad para afrontar una demanda puntual, en función del estado físico y cognitivo. Se necesitan varias evaluaciones de HRV para calcular un índice de “estrés” individual para el diagnóstico de sobreesfuerzo o para un valor pronóstico de inadaptación al esfuerzo. Hay que considerar la influencia del estado emocional y de las conductas de recuperación.

**Palabras clave:** Esfuerzo. Recuperación. Estrés. HRV. Variabilidad de la frecuencia cardíaca.

### CO-37. VARIABILIDAD DEL UMBRAL ANAERÓBICO INDIVIDUAL DEPENDIENDO DEL MÉTODO DE CÁLCULO

Arratibel I<sup>1,2</sup>, Garcia I<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>TOLOSA Kirol Medikuntza, <sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte EHU-UPV.

**Introducción:** La determinación de lo que se denomina Umbral Anaeróbico Individual (IAT) es uno de los objetivos fundamentales del diagnóstico del rendimiento, desde que en 1976 se definió el umbral aeróbico-anaeróbico como un punto en la curva esfuerzo-lactato, que supondría el límite entre el esfuerzo puramente aeróbico y parcialmente anaeróbico, un indicador en la capacidad de esfuerzo de resistencia y una medida en el control del esfuerzo en el entrenamiento de fondo. Sin embargo el cálculo del Umbral en test ergométricos presenta un problema dependiendo del método que se utiliza. El objetivo del presente estudio es comparar algunos de ellos.

**Material y métodos:** Se han utilizado los valores de lactato de 165 test ergométricos en cicloergómetro, realizados todos con el protocolo habitual iniciado en 50W y un aumento de 50 W/3 min, sin parada entre los escalones y llevados a cabo hasta el agotamiento. De todos los test realizados, para el estudio se han utilizado aquellos que por lo menos completaron 5 escalones, es decir, alcanzaron por lo menos los 250 W. Con los datos obtenidos se utilizaron 6 métodos para el cálculo del Umbral Anaeróbico Individual (Equivalente de lactato, Simon, Keul, Stegmann, Bunc y Dmax).

**Resultados:** Se encontraron diferencias significativas entre todos los métodos utilizados (Media  $\pm$  SD: Equivalente de Lactato = 233,4  $\pm$  42,7; Simon = 200,9  $\pm$  43,4; Keul = 210,1  $\pm$  43,6; Stegmann = 223,5  $\pm$  43,4; Bunc = 219,8  $\pm$  40,7; Dmax = 230,8  $\pm$  36,9). El método de Stegmann muestra la mayor dispersión, mientras que la mayor similitud observada es la que muestran

los métodos de Keul y Simon, seguido de los métodos del Equivalente de Lactato y Dmax, dando éstos los valores más elevados entre todos los métodos.

**Conclusiones:** Aunque existe una alta correlación entre los métodos (siempre superior a 0,902), la concordancia entre

ellos es muy dispersa. La diferencia en los resultados sugiere la necesidad de realizar test de confirmación (test de Steady-State en protocolo constante) para determinar cuál de ellos cumple la premisa del *Maximal Lactate Steady State* (MLSS).

**Palabras clave:** Umbral Anaeróbico. MLSS. Test ergométrico.