

FISIOLOGÍA DES ESFUERZO

EXERCISE PHYSIOLOGY

P-4. EFICIENCIA CARDIOVASCULAR Y RESPIRATORIA EN MUJERES Y HOMBRES EN UNA PRUEBA INCREMENTAL EN CICLOERGÓMETRO

Santos J^{1,2}, Granados C¹, Gil SM¹¹Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Euskal Herriko Unibertsitatea/Universidad del País Vasco. ²Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina y Odontología, Euskal Herriko Unibertsitatea/Universidad del País Vasco.

Introducción: Los parámetros de pulso de oxígeno y equivalentes ventilatorios para el oxígeno (EqO₂) y el dióxido de carbono (EqCO₂), son indicadores de la eficiencia cardiovascular y respiratoria, y por lo tanto muy útiles para la evaluación de la condición fisiológica de los deportistas. El objetivo de este estudio es determinar si existen diferencias entre mujeres y hombres en estos parámetros en una prueba incremental en cicloergómetro.

Material y métodos: 10 sujetos participaron en este estudio, 5 hombres (22,71 ± 2,70 años) y 5 mujeres (25,48 ± 6,30 años). Todos ellos realizaron un test incremental de 4 estadios (75-100-125 y 150W de carga) de 3 minutos de duración, descansando 5 minutos entre cada estadio. La cadencia de pedaleo fue de 60 rpm. Las variables calculadas fueron el consumo de oxígeno, gasto ventilatorio, EqO₂ y EqCO₂, así como la frecuencia cardíaca. Se utilizó la *t de student* para muestras independientes (previa comprobación de la normalidad de los datos) para comparar los valores obtenidos entre hombres y mujeres.

Resultados: Los resultados del estudio muestran diferencias significativas (p<0,05) entre hombres (H) y mujeres (M) en todas las cargas estudiadas, para los siguientes parámetros:

- Pulso de oxígeno (mlO₂/lat.): 75W (H: 14,44 ± 3,01 vs M: 10,24 ± 1,37); 100W (H: 14,57 ± 2,06 vs M: 10,81 ± 0,89); 125W (H: 15,39 ± 2,47 vs M: 11,48 ± 0,87); 150W (H: 16,95 ± 1,17 vs M: 10,24 ± 0,55).
- EqO₂ (ml insp./mlO₂): 75W (H: 21,24 ± 1,95 vs M: 35,14 ± 2,68); 100W (H: 20,32 ± 2,69 vs M: 35,42 ± 2,45); 125W (H: 21,26 ± 2,60 vs M: 26,34 ± 1,55); 150W (H: 22,46 ± 2,51 vs M: 27,73 ± 2,15).
- EqCO₂ (ml esp./mlO₂): 75W (H: 26,56 ± 1,72 vs M: 30,81 ± 3,02); 100W (H: 24,62 ± 1,60 vs M: 30,60 ± 2,32); 125W (H: 25,36 ± 2,25 vs M: 29,68 ± 2,01); 150W (H: 25,76 ± 1,92 vs M: 29,67 ± 1,85).

Conclusiones: Los hombres parecen tener una mejor eficiencia cardiovascular y mejores eficiencias respiratorias que las mujeres en una prueba incremental en cicloergómetro a intensidades 75-100-125 y 150W.

Palabras clave: Eficiencia cardíaca. Eficiencias respiratorias. Cicloergómetro.

P-28. AEROBIC AND ANAEROBIC THRESHOLD IN DIFFERENT KINDS OF SPORTS

Stefani L, Mascherini G, Galanti G.

Sports Medicine Center. University of Florence

Introduction: The Anaerobic Threshold (AT) and VO₂max are currently used to evaluate the athlete's cardiovascular performance. Despite they are both currently considered as expression of the elevated heart function, they do not correspond to the same metabolic modifications during the effort. This aspect depends partially from the different classes of the sports practiced. The aim of this study is to compare VO₂max and AT of different kinds of sports.

Methods: A group of 41 athletes (16 soccer, 10 basket and 15 cyclists) were submitted to a Cardio Pulmonary Test (CPT) in order to evaluate any possible differences of the AT and VO₂max parameters among them. The statistical analysis was performed using Anova Test (P < 0.05 significant).

Results: The AT and VO₂max values were statistically higher only in cyclists (AT = 55.43 ± 8.64 ml/kg/min, VO₂max = 72.40 ± 9.65 ml/kg/min) respect of the soccer players and basketball with p < 0.01, even if in all the athletes the values show a progressive enhancement during the effort. Despite the soccer players are in the lowest class of static component their values (AT = 43.98 ± 5.27 ml/kg/min, VO₂max = 61.96 ± 5.94 ml/kg/min) are higher than the basketball (AT = 40.46 ± 9.37 ml/kg/min, VO₂max = 58.23 ± 5.25 ml/kg/min). **Conclusions:** The results show that the behavior of the VO₂ max and of the AT within sports at the same high dynamic component are not exclusively related with this one. Some other morphological and haemodynamical aspects need to be investigated future about this context.

Tabla 1. Stefani L, et al.

	Sedentary	Basket	Soccer	Cycling	p value
AerT	21.03	22.76	24.00	28.47	0.041
AT -VE	34.03	41.24	41.90	56.15	0.000001
AT - V-Slope	32.25	40.46	43.98	55.43	0.0000016
AT - RER=1	31.95	39.93	45.63	55.07	0.0006
VO ₂ max	51.17	58.64	61.96	72.40	0.000017

P-18. RESPUESTA ORGÁNICA DE RATAS WISTAR A UN PROTOCOLO INCREMENTAL HASTA ALCANZAR EL VO₂MAXNebot E¹, Martín S¹, Aparicio VA¹, Clemente V², Bustos L¹, López-Jurado M¹, Sánchez C¹, Aranda P¹.¹Departamento de Fisiología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. ²Laboratorio Entrenamiento Deportivo. Facultad CC Deporte Toledo. Departamento Actividad Física y Deporte. UCLM.

Introducción: La utilización de ratas Wistar para la realización de programas de entrenamiento ha sido muy utilizada en la bibliografía. Se han utilizado protocolos incrementales para hallar el VO_2 máx. y planificar tareas de entrenamiento con ese mismo VO_2 máx. El presente estudio pretende comparar los valores de VO_2 máx. alcanzado en los test incrementales y la concentración sanguínea de lactato con los requisitos indispensables para que el test sea válido en humanos.

Material y métodos: La muestra estaba compuesta por 10 ratas Wistar ($318.9 \pm 2.61\text{g}$). Las ratas realizaron un protocolo incremental en cinta rodante hasta la extenuación. Antes y después de cada test se tomaba una muestra de sangre de la cola de la rata ($5\ \mu\text{l}$). Se utilizó una cinta rodante modelo Treadmill Control LE8710 Panlab, un analizador de gases modelo LE405 Gas Analyzer Panlab, el programa informático Metabolism V2.2.00 Panlab y el analizador de lactato Lactate Pro.

Resultados: Los resultados obtenidos en los valores de VO_2 máx. absoluto fueron de $22.16 \pm 0.74\ \text{ml/min}$; VO_2 máx. relativo = $69.74 \pm 2.21\ \text{ml/kg/min}$; $\text{VCO}_2 = 25.85 \pm 0.88\ \text{ml/min}$; $\text{RQ} = 1.17 \pm 0.02$; Lactato basal = $2.39 \pm 0.34\ \text{mmol/L}$; Lactato final = $10.58 \pm 1.39\ \text{mmol/L}$; Velocidad final = $55.0 \pm 2.54\ \text{cm/s}$. Únicamente se obtuvo una correlación significativa entre los valores de RQ y lactato final ($r = 0.17$); y una diferencia estadísticamente significativa entre el lactato basal y el lactato final ($p = 0.001$). Los valores de lactato final y RQ reúnen los requisitos propuestos por Smith, *et al.* (2000) para considerar una prueba de VO_2 máx. válida.

Conclusión: Una prueba incremental de carrera en tapiz rodante hasta la extenuación en ratas Wistar provoca una respuesta fisiológica similar a la humana ya que la concentración sanguínea de lactato y el RQ al finalizar la prueba se sitúan en valores aceptados para considerar una prueba de VO_2 máx. válida.

Palabras clave: Lactato. Ratas. VO_2 máx.. RQ. Test incremental.

P-23. RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE OXÍGENO Y LOS PATRONES DE MOVIMIENTO ACTIVO DEL BALONCESTO

Barrero A, Iglesias X, Moreno D, Rodríguez FA, Erola P, Anguera MT.

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

El baloncesto es un deporte aeróbico-anaeróbico alternado con un elevado número de movimientos que condicionan su respuesta fisiológica. Narazaki, *et al.* (2009) analizaron la relación entre el consumo de oxígeno y distintos patrones de movimiento (caminar, correr, saltar y estar de pie), observando una correlación entre el consumo de oxígeno (VO_2) y los patrones de mayor intensidad. El objetivo de este estudio es valorar la relación existente entre el VO_2 y los patrones de movimiento, generales y específicos, de jugadores de baloncesto.

Se analizan 12 jugadores juveniles de alto nivel en partidos de entrenamiento. Durante el juego se determina el consumo de oxígeno con un analizador de gases portátil (Cosmed K4b²) y se graban los partidos en vídeo para el análisis del tiempo-movimiento.

Mediante un instrumento observacional elaborado ad hoc hemos analizado el tipo de movimiento. De los criterios motricidad (estar en pie, caminar, saltar, correr), fase de juego (defensa, ataque, transiciones), posesión del balón (con, sin) y oposición (con, sin), se establecen cinco categorías excluyentes y exclusivas: 1) en pie y caminar 2) correr 3) saltar y acciones de intensidad 4) driblar 5) defender. El control de calidad del dato es satisfactorio, con correctas concordancias interobservador e intraobservador (Kappa de Cohen = 0,89 y 0,94). Para el aná-

lisis, se calcula el porcentaje de patrones de movimiento activo (PAM) que incluye las acciones de correr, saltar/acciones de alta intensidad, driblar y defender.

La correlación entre el VO_2 (max, pico y medio en el juego) y los PAM (% de tiempo) es baja cuando utilizamos toda la muestra ($n=12$). Como se muestra en la Figura 1, si existe una correlación significativa con los valores de $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($r=0,86$), $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ($r=0,81$) y $\text{VO}_{2\text{medio}}$ ($r=0,72$) en sujetos con $\text{VO}_{2\text{max}}$ superior a $45\ \text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ($n=6$), valor superado por los sujetos de la muestra de Narazaki, *et al.* (2009). Estas correlaciones encontradas entre la capacidad aeróbica y el nivel de actividad sugieren un beneficio potencial del acondicionamiento aeróbico.

Palabras clave: Baloncesto. Movimiento. Demandas fisiológicas. Consumo de oxígeno.

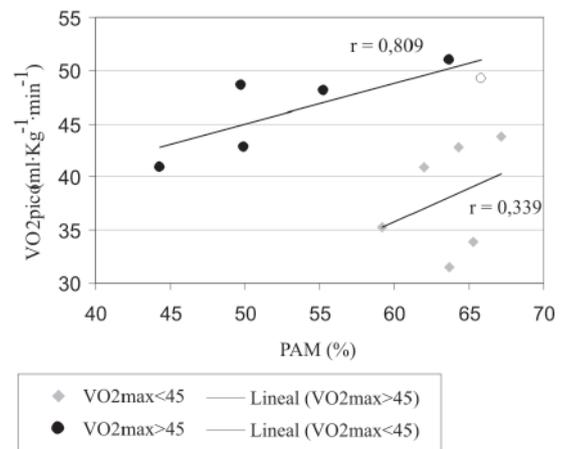


Figura 1. Barrero A, *et al.* Relación entre $\text{VO}_{2\text{pico}}$ (durante el juego) y PAM

P-8. EXCRECIÓN URINARIA DE HORMONAS SEXUALES Y EJERCICIO FÍSICO

Corvillo M, Maynar M, Toribio AF, Caballero M^oJ, Maynar JI.

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Introducción: Nos propusimos evaluar el efecto crónico que tuvo un entrenamiento de fuerza submáxima, durante 3 ciclos menstruales consecutivos, sobre el metabolismo de las hormonas sexuales de mujeres físicamente activas, y sobre su ciclo menstrual, pues es conocido que el ejercicio físico produce una activación del eje hipotálamo-pituitario-ovárico (Van Eenoo, *et al.*, 2001).

Material y métodos: Determinamos el perfil urinario de las hormonas esteroideas sexuales en un grupo de 12 estudiantes deportistas ($22,08 \pm 1,44$ años de edad) en dos momentos, antes de empezar el entrenamiento de fuerza (Inicial) y en el tercer ciclo menstrual durante el entrenamiento (Final). Se tomaron 3 muestras de orina en cada momento, una en la fase menstrual (FM) (1-2^o día del ciclo), otra en la fase media folicular (FF) (7-8^o día del ciclo) y otra en la fase media lútea (FL) (21-22^o día del ciclo).

Para el análisis se utilizó el método de Galán, *et al.* (2001), ligeramente modificado, para la determinación del total de las hormonas esteroideas, en sus fracciones libre, glucuro y sulfoconjugada, y la técnica de cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro de masas (GC-MS). La concentración de los diferentes esteroides fue corregida en relación a la de la creatinina urinaria (ng de esteroide/mg de creatinina).

El análisis estadístico se realizó con el test de Wilcoxon.

Resultados:

- Comparación entre las diferentes fases de la toma inicial:
 - Incremento significativo ($p < 0,05$) del 17β -estradiol (E2) en la FF respecto a la FM.
 - Incremento significativo ($p < 0,05$) del pregnanotriol, del pregnanodiol y de los progestágenos totales (pregnanotriol + pregnanodiol + progesterona) en la FL respecto a la FM, y respecto a la FF (salvo los progestágenos totales cuyo aumento es de $p < 0,01$).
- Comparación entre las diferentes fases de la toma final:
 - Incremento significativo ($p < 0,05$) de los estrógenos totales, y de E2, al comparar la FM con la FF.
 - Incremento significativo ($p < 0,05$) del pregnanodiol, al comparar la FF con la FL.
- Comparación entre la toma inicial y la toma final:
 - No hay diferencias significativas al comparar la excreción urinaria de hormonas sexuales entre la FM inicial y la final, tampoco entre la FF inicial y la final, ni entre la FL inicial y la final.

Conclusiones:

- El entrenamiento de fuerza submáxima realizado durante 3 ciclos menstruales consecutivos en mujeres físicamente activas, jóvenes y eumenorreicas, no produjo ninguna variación en el metabolismo urinario de hormonas sexuales, tampoco produjo ninguna alteración en el ciclo menstrual normal de estas mujeres.
- Existe un aumento significativo en la excreción urinaria de E2 en la FF con respecto a la FM, lo que está en consonancia con el conocido aumento en la producción ovárica de E2 durante la FF. También el aumento significativo en la excreción de progestágenos durante la FL parece lógico debido al aumento en la producción ovárica de progesterona durante la FL.

Palabras clave: 17β -estradiol. Progestágenos. Ciclo menstrual.

P-9. METABOLIZACIÓN PERIFÉRICA DE LA T4 DURANTE EL EJERCICIO AERÓBICO INCREMENTAL MÁXIMO EN VARONES JÓVENES

de Diego Acosta AM, Carrillo de Albornoz Gil M, García Romero JC.

Escuela de Medicina de la Educación Física y Deporte Universidad de Málaga

Introducción: La desyodación a nivel periférico es fundamental para la regulación de efectos biológicos de la hormona tiroidea, al aumentar o disminuir su señal a nivel local según los requerimientos del momento, con independencia de los cambios en sus concentraciones séricas. En reposo, la monodesyodación de T_4 da lugar a T_3 y a rT_3 en partes iguales. Se ha encontrado que las desyodasas aumentan su actividad de manera aguda con el ejercicio. Durante diversas situaciones los niveles de rT_3 pueden variar, dando información acerca de la conversión periférica de T_4 , y se han visto incrementados en el ejercicio. No se ha encon-

trado variación en los niveles de T_4 libre después de ejercicios de larga duración.

Material y métodos: Muestra: 17 varones voluntarios sanos (edad media = 21,2 años).

Ergoespirometría incremental hasta el agotamiento en banda rodante, inicio a 6 km/h e incrementos de 2 km/h cada 10 minutos.

Muestras de sangre obtenidas 30 minutos antes del comienzo, al inicio del test, al final de cada escalón completado, al final de la prueba y 15 minutos más tarde. En cada una se determinaron T_4L por quimioluminiscencia directa y rT_3 por RIA. Niveles de rT_3 corregidos según cambios de volumen plasmático.

Estadística: Datos: $X \pm$ ESM. Diferencias entre inicio y fin de ejercicio mediante T test. Correlaciones bivariadas y análisis de regresión lineal entre parámetros hormonales mediante coeficiente de correlación de Pearson Nivel de significación $p < 0,05$.

Resultados: Elevación de rT_3 (de $28,29 \pm 2,60$ a $33,02 \pm 2,75$ $p < 0,05$) significativo al final del ejercicio. T_4L sufre descenso, pero no significativo (de $16,21 \pm 0,53$ a $15,51 \pm 0,44$)

Correlación entre niveles de T_4L y rT_3 ($r = 0,664$; $p \leq 0,001$). Análisis de regresión lineal entre ambos parámetros: $T_4L = 12,203 + 0,122^*rT_3$; $r = 0,664$; $p \leq 0,001$.

Conclusiones: El aumento de rT_3 al final de la prueba y la correlación entre T_4L y rT_3 indica incremento en la metabolización periférica de T_4L durante el ejercicio, que contribuye al equilibrio y al control local de la acción de las HT.

Palabras clave: Desyodación. Triyodotironina reversa. Tetrayodotironina. Ergometría.

P-36. CATECOLAMINAS Y CORTISOL EN JUGADORAS DE VOLEIBOL DURANTE UNA TEMPORADA DEPORTIVA

Cueto-Martín, MB¹, Cruz-Márquez JC¹, Cruz-Campos JC¹, Ramos-Cormenzana A¹, MonteOliva-Sánchez M¹, Cruz-Campos A¹, Campos Blasco, MT², García-Jiménez CM².

¹Universidad de Granada. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. ²Servicio Andaluz de Salud

Introducción: Las catecolaminas y el cortisol son marcadores de estrés hormonal que cobran especial interés en mujeres jóvenes practicantes de deporte. Sus niveles pueden indicar la adaptación hormonal tanto al deporte como a las actividades académicas o laborales. Cuando el ejercicio es demasiado vigoroso o no sigue patrones de entrenamiento ortodoxos, las catecolaminas y cortisol podrían modificar sus niveles de forma anormal determinando alteraciones de la homeostasis. Las sedentarias también podrían mostrar niveles anormales de estas hormonas, como respuesta a situaciones de estrés extradeportivo.

Material y método: Participantes: Grupo de jugadoras de voleibol: 15 adolescentes ($17,35 \pm 5,6$ años de edad), jugadoras de voleibol (10 horas de entrenamiento/semana, durante 10 meses/año) estudiantes de 1º o 2º de bachiller. Grupo Control: 15 adolescentes ($17,66 \pm 3,9$ años) sedentarias de los mismos cursos escolares. Ambos grupos realizaban Educación Física en sus centros escolares. Se ha realizado un estudio descriptivo longitudinal inter e intragrupo con medidas repetidas a lo largo de una temporada deportiva (10 meses) a razón de una determinación al mes de catecolaminas y cortisol en orina de 24 horas. En ambos grupos de participantes la orina era recogida durante un día descanso deportivo o académico, generalmente, el domingo.

Resultados: Se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$), con mayores niveles hormonales en las participantes sedentarias en relación a aumentos en la adrenalina, noradrenalina, dopa-

mina, metanefrina, normetanefrina y cortisol. Las diferencias más importantes entre ambos grupos de participantes ocurrieron en las 4 penúltimas determinaciones (febrero, marzo, abril y mayo). En ambos grupos, los mayores niveles ocurrieron en la primera determinación (septiembre) y en la 8^a-9^a.

Conclusiones: Los niveles de marcadores hormonales son mayores en las participantes sedentarias y, en ambos grupos, los mayores niveles se obtuvieron al inicio del curso escolar y al final del mismo o de la temporada deportiva.

Palabras clave: Catecolaminas. Cortisol. Mujeres. Voleibol.

P-46. PARAMETROS HEMATOLÓGICOS DE UN HIMALAYISTA DE ÈLITE. SERIE ROJA

Mejuto-Hidalgo G¹, Calleja-González J¹, Lekue J², Leibar X², Garate R³, Terrados N^{4,5}.

¹Laboratorio de Análisis del Rendimiento Deportivo. Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad del País Vasco. ²Centro de Perfeccionamiento Técnico. Departamento de Cultura. Dirección de Deportes. Gobierno Vasco. ³Policlínica Gipuzkoa ⁴Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. ⁵Departamento de Biología Funcional. Universidad de Oviedo.

Introducción: El himalayismo se desarrolla en condiciones ambientales extremas, a más 7.000 m de altitud sobre el nivel del mar, caracterizado por situaciones de hipoxia en límites de tolerancia, frío extremo, exposición a radiaciones ultravioleta y deshidratación (Noakes, 2007). Dada la escasez de datos sobre estos deportistas, este trabajo analiza la evolución de la hematimetría de un himalayista de elite.

Material y métodos: Este trabajo analiza el caso de un himalayista de elite, que realizó las 14 montañas más altas, sin O₂

suplementario. Se realizaron analíticas completas de sangre a nivel del mar en condiciones estándar (9h a.m., ayunas) antes (AEx) y después (DEx) de las expediciones durante un período de 7 años. Las muestras fueron analizadas en un contador hematológico modelo System 9000 Coulter Counter (Menarini Diagnósticos, Spain) siguiendo la metodología de calibraciones y controles propuestos por el fabricante.

Resultados: Se presentan medias \pm desviaciones estándar y se comparan resultados a través de la T de Student (SPSS v. 17.0). Se observan cambios significativos en: Hematíes [AEx: $4,69 \pm 0,3 \cdot 10^{12}/L$ vs. DEx: $5,27 \pm 0,5 \cdot 10^{12}/L$; ($p < 0,01$)], Hematocrito [AEx: $42,49 \pm 1,9 \%$ vs. DEx: $48,35 \pm 3,7 \%$; ($p < 0,01$)], Hemoglobina [AEx: $14,76 \pm 0,59 \text{ gr/dl}$ vs. DEx: $16,49 \pm 1,52 \text{ gr/dl}$; ($p < 0,01$)], VCM [AEx: $90,76 \pm 3,1 \text{ fl}$ vs. DEx ($93,02 \pm 2,6 \text{ fl}$); ($p < 0,01$)]. No se presentan correlaciones significativas con otros parámetros del hemograma. Al comparar los valores al principio del estudio con respecto al final se observaron valores significativamente más bajos en el Hematocrito y Hemoglobina: Hematocrito [DEx_{inicio} $52,01 \pm 2,5\%$ vs. DEx_{final} $47,22 \pm 3,3\%$; ($p < 0,01$)], Hemoglobina [DEx_{inicio} $17,9 \pm 0,9 \text{ gr/dl}$ vs. DEx_{final} $16,07 \pm 1,4 \text{ gr/dl}$; ($p < 0,01$)].

Conclusión: Este es el primer trabajo que analiza variaciones hematológicas durante un periodo muy largo de tiempo. La hipoxia como consecuencia de la altura extrema, es un claro factor desencadenante de cambios a nivel hematológico, que se van atenuando con el paso de los años.

Noakes TD. The limits of human endurance: what is the greatest endurance performance of all time? Which factors regulate performance at extreme altitude? *Adv Exp Med Biol.* 2007;618: 255-276.

Palabras clave: Altura Extrema. Hematología. Himalayismo. Serie Roja.