

COMUNICACIONES DE FISIOLÓGÍA II

PHYSIOLOGICAL NOTICES II

20. SATURACIÓN ARTERIAL DE OXÍGENO Y FRECUENCIA CARDIACA EN ALTITUD: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE MONTAÑEROS EUROPEOS Y NATIVOS MARROQUÍ

Nerín MA, Bada JD, Montaño JA, Berenguer R, Zurita B.

Departamento de Ciencias de la Salud, de la Actividad Física y del Deporte - Universidad Católica San Antonio (Murcia).

Introducción: La presión parcial de oxígeno disminuye con la altitud, aunque la fracción inspiratoria de oxígeno permanece constante (21%); esto se refleja en una disminución paralela de la saturación arterial de oxígeno dentro de unos valores considerados como normales a altitudes determinadas. Los montañeros y alpinistas llevan a cabo esfuerzos físicos importantes a pesar del descenso de la presión parcial de oxígeno arterial que condiciona la altura, gracias a los mecanismos de adaptación a la altitud (aclimatación). Las desviaciones a la baja de los valores de la saturación arterial de oxígeno (SatO₂) considerados como normales a una altitud dada son un indicativo de "mala aclimatación". Modular el esfuerzo o carga de trabajo físico durante el alpinismo en gran altitud es de gran importancia para el proceso de aclimatación -entre otros condicionantes-, así como para facilitar la consecución de la cima.

Objetivos: Determinar la evolución de la frecuencia cardiaca (FC) en reposo en las fases de aclimatación aguda y crónica por encima de los 4.000 metros de altitud. Determinar la saturación arterial de oxígeno en función de la altura y la aclimatación.

Material y métodos: Evaluación prospectiva de alpinistas sanos (n=24) en la cordillera del Atlas a 3.200 m. y de porteadores marroquíes (n= 7) que viven y trabajan entre 1.800 y 3.200 metros. Para la medición de oxígeno en sangre arterial: Pulsioxímetro Nellcor NH-45 Para el control de la respuesta cardiaca: Pulsómetro Polar S610i. Análisis estadístico con programa SPSS (12.0): análisis de la varianza y T de Student. Valores en media con intervalo de confianza (IC) del 95%.

Resultados: La SatO₂ a 3.200 m. entre los nativos dio un valor medio de 94,29% (IC95%: de 93,41 a 95,17%) y entre los montañeros europeos recién llegados a esa altitud una media de 92,42% (IC95%: de 91,62 a 93,21%), siendo estadísticamente significativas (p<0,05) las diferencias encontradas entre ambos grupos. La FC media en reposo

a 3.200 m. entre los nativos fue de 72,14 lpm (IC95%: de 65,36 a 78,93 lpm) y de 95,17 lpm (IC95%: de 90,96 a 99,38 lpm) entre los montañeros europeos, siendo también significativas las diferencias (p<0,01) que se observan entre ambos grupos. Entre los montañeros europeos el hecho de ser fumador o no, no supone diferencias significativas entre los valores de SatO₂ ni de FC. Por otro lado, en este mismo grupo de europeos, sí se ven diferencias significativas entre la SatO₂ media de las mujeres 94,6% y la de los hombres 91,84% (p<0,01); aunque no entre la FC media en reposo: 91,4 lpm en las mujeres europeas y 96,16 en los varones europeos.

Conclusiones: Este estudio aporta información sobre la SatO₂ y FC en sujetos sanos recién llegados a 3.200 metros de altitud, datos que son de utilidad para el médico a la hora de evaluar los resultados de la pulsioximetría en pacientes con problemas en altitud. La pulsioximetría aporta evidencias a que las mujeres se aclimatan mejor a la altitud que los hombres. Por otro lado, una disminución de la SatO₂ por debajo de determinados valores es signo de aclimatación insuficiente y puede relacionarse con determinadas patologías de la altitud, por lo que parece necesario su monitorización periódica.

21. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ATENCIÓN VISUAL ENTRE TIRADORES OLÍMPICOS DE PLATO Y NO DEPORTISTAS

Montoya Miñano JJ, Plou Campo P¹, Belinchón de Lucio F, Palmero F¹, Legido Arce JC, Calderón Montero FJ².

Escuela de Medicina de la EF y el Deporte. U. Complutense de Madrid. ¹Centro de Optometría Internacional. ²F. de Ciencias de la AF y el Deporte (INEF). U. Politécnica de Madrid.

Introducción: La atención visual es la capacidad de mantener la atención consciente en la parte del campo visual que se desee o se considere oportuno en un momento dado, ya sea central, periférica o simultánea. Según los acontecimientos del juego o el deporte que se practique, puede interesar prestar atención a una parte específica del campo, sin que lo que ocurra en la otra parte, nos distraiga lo mas mínimo, pasar la atención de uno a otro con facilidad o estar pendiente de ambos. Poder variar esta atención voluntaria y oportunamente es lo que se considera como una buena consciencia central periférica. En el tiro de precisión frente a un blanco fijo y único está aceptado que la atención debe ser exclusivamente central.

Mientras que en el tiro a blanco móvil (plato), en la modalidad de doble trap, la atención debe ser central con alerta periférica simultánea. Estas afirmaciones no han sido comprobadas.

Material y métodos: 41 tiradores de nivel nacional, modalidades de tiro al plato y un grupo de 37 no deportistas, se sometieron a una prueba de Atención Central / Simultánea: Taquitoscopio, programa PS-OLIMPIC-96, con presentación numérica, en habitación estándar y de pie. Instrucciones: En la pantalla aparecerán números, una serie de 5 o de 7 números. Cuando desaparezca el grupo debe repetirlos respetando el orden en que los vio. El tiempo de exposición de cada diapositiva debe de ser de 0.10 sg. Las series de números serán siempre las mismas y en el mismo orden. Los datos obtenidos (15-41) de los deportistas serán incluidos en el paquete estadístico SPSS, se realizan diversos Análisis de la Varianza (ANOVA) entre los grupos considerados.

Resultados: Un total de 78 deportistas, divididos en dos grupos, uno de personas que no realizan deporte habitualmente ($n=37$) y otro grupo de tiradores ($n=41$). (Tabla 1). La diferencia de medias entre no deportistas y plato es de 3,991 con una significancia de 0,002.

Conclusiones: 1.- No aparecen diferencias significativas entre la atención visual central del grupo control y el grupo de tiradores al plato

2.- Los tiradores Olímpicos de plato tienen mayor atención visual simultánea que el grupo control, probablemente porque necesitan tener un control más amplio de todo el campo visual

3.- Un mejor atención visual simultánea puede influir en un mejor rendimiento deportivo en tiro.

	Atención Media	Central CS	Atención Media	Simultanea DS
No deporte	27	2,5	24,5	5,4
Plato	27	3	29,5	5
Foso	27	3	29	4
Skeet	25	3	26	4
Doble trap	29	2	34	7

22. RITMO DE OXIDACIÓN METABÓLICO EN CICLISMO Y TRIATLÓN

González-Haron C, Galilea PA, Drobnic F.

Escuela Profesional de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Centro de Alto Rendimiento (CAR).

Introducción: Existe una relación entre la intensidad relativa del esfuerzo y el ritmo de oxidación de grasas (G) e hidratos de carbono (CHO). Recientemente se ha desarrollado una técnica para determinar la zona de máxima oxidación de grasas (Zona G_{\max}), aportado algunos datos sobre esta variable en ciclismo y carrera a pie. El incremento de intensidad produce un cambio progresivo en la utilización del sustrato energético predominando los CHO sobre las G (punto de

cruce metabólico o *crossover*) existiendo escasos datos sobre la aplicación práctica de este concepto en el deporte.

Objetivo: Estudiar los conceptos máximo y mínimo ritmo de oxidación de grasas (G_{\max} y G_{\min}) y cruce metabólico en diferentes modalidades ciclistas y triatlón.

Material y métodos: El estudio se realizó con 15 triatletas especialistas en corta distancia (TM), 4 triatletas féminas (TF), 11 ciclistas elite y sub-23 de carretera (C) y 4 ciclistas de bicicleta de montaña (M). En una misma sesión se les midió los pliegues grasos, la masa corporal, la talla, así como la determinación del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\max}$), mediante calorimetría indirecta en cicloergómetro y con un protocolo incremental con periodos de 4 minutos hasta la fatiga. Se calculó el umbral láctico individual (ULI). Se utilizó una ANOVA de una vía para comparar las medias de las variables estudiadas, el nivel de significación se estableció en $p < 0,05$.

Resultados: La zona G_{\max} del grupo de ciclismo de montaña se situó a un menor $\%VO_{2\max}$ respecto a los demás grupos de estudio. En triatlón femenino respecto al masculino y ciclismo el G_{\max} y el rango alto de la zona G_{\max} se situó a un mayor $\%VO_{2\max}$, siendo mayores estos últimos respecto al ciclismo de montaña. El G_{\max} se situó al $52,1 \pm 6,8\% VO_{2\max}$, el cruce metabólico al $75,9 \pm 6,4\% VO_{2\max}$, el ULI al $75,2 \pm 6,6\% VO_{2\max}$ y el G_{\min} al $87,6 \pm 6,9\% VO_{2\max}$. Estas variables presentaron diferencias significativas entre sí, excepto para el concepto de cruce metabólico y el umbral láctico individual. No se encontraron diferencias significativas en el concepto de cruce metabólico y en el G_{\min} entre los diferentes grupos de estudio, aunque en mujeres fue un 7,0% y un 6,9% superior, respectivamente.

Conclusiones: La zona G_{\max} tiene comportamientos específicos en las diferentes modalidades estudiadas. El concepto de cruce metabólico se encuentra a una misma intensidad relativa que el ULI, por lo que puede utilizarse indistintamente en la determinación de intensidades de entrenamiento. A pesar de la falta de estudios que relacionen el G_{\max} y el umbral aeróbico podemos considerar que el uso de la G_{\max} en la determinación de ritmos de entrenamiento puede ser adecuada.

23. INFLUENCIA DE LA MASA MUSCULAR ACTIVA SOBRE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DETERMINANTES DE LA RESISTENCIA ORGÁNICA

Montoliu Nebot J, Molés Gimeno JD, Beltrán

Garrido MA, Iradi Casal A, Gerardo García A, Peris Silvestre MC, Sánchez Zapata MJ.

Unidad de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Servicio de Rehabilitación. Consorcio Hospitalario Provincial de Castellón.

Introducción: Clásicamente, el porcentaje de masa muscular activa ha sido considerado como un factor determinante e independiente del VO_2 para cualquier nivel de intensidad de esfuerzo (potencia y capacidad aeróbicas); sin embargo, existe poca información sobre la influencia

Pot Aeróbia	Minuto	Fc	VO ₂ (ml/k/m)	VO ₂ (l/m)	
Cinta	17,5±2 (NS)	180±12 (NS)	44,2±6,1 ***	3,380±0,478***	
Ciclo	16,7±3 (NS)	178±11 (NS)	39,7±7,8 ***	3,011±0,624***	
U. Aerobio					% VO ₂ máx
Cinta	7,4±2 (NS)	124±15 (NS)	22,4±6,0 ***	1,715±0,469***	50,5±11(NS)
Ciclo	7,6±3 (NS)	120±27 (NS)	18,7±5,8 ***	1,478±0,425***	47,5±13(NS)
U. Anaerob					
Cinta	11±2 (NS)	149±12 **	31,0±5,3 ***	2,371±0,411***	71,0±10***
Ciclo	11±2 (NS)	140±25 **	25,3±5,8 ***	1,945±0,421***	64,0±10***
P y C Anaer	Minutos			Lactato (mM/l)	
Cinta	6±2 (NS)			10,3±3 (NS)	
Ciclo	6±2 (NS)			11,1±2 (NS)	

C 23. TABLA 1.-

de dicho factor sobre las concentraciones plasmáticas máximas de lactato y sobre el tiempo de tolerancia a la acidosis (potencia y capacidad anaeróbicas lácticas).

Material y métodos: Se han elaborado dos grupos de estudio homogéneos (varones cuyas diferencias de edad, talla, peso, IMC, y volumen de entrenamiento semanal no son estadísticamente significativas) para la realización de una prueba de esfuerzo incremental, máxima, en cinta rodante (n = 38) o cicloergómetro (n = 46) según la modalidad deportiva practicada, con análisis de gases, respiración a respiración (V_{max}, Sensor Medics), monitorización ECG continua (Cambridge MC 6000 Series), y toma de muestra de sangre arterializada del lóbulo de la oreja en el 1º minuto de la recuperación para determinación de la lactatemia (Lactate Pro, Arkay). Para establecer la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos se ha aplicado un test de distribución Normal (NS: diferencias no significativas; ** P < 0,01; *** P < 0,005).

Resultados: Tabla 1.

Conclusión: El porcentaje de masa muscular activa condiciona por sí mismo el VO₂ para cualquier nivel de intensidad de esfuerzo físico; sin embargo, su influencia sobre los tiempos y la frecuencia cardiaca de trabajo, las concentraciones máximas o cuasimáximas de lactato plasmático y/o la capacidad de tolerancia a la acidosis metabólica es escasa o nula.

24. AGUA CORPORAL TOTAL Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO EN PRUEBAS DEPORTIVAS DE LARGA DURACIÓN

Serrano E, Cremades D, Nerín S, Terreros JL, Aragonés MT, Echavri JM, Lacleta JJ, Quílez J, Layús F.
Universidad de Zaragoza (Dpto. Fisiología y Enfermería).
Centro de Medicina del Deporte de la DGA.

El objeto de este estudio es analizar las relaciones entre el agua corporal total (ACT) de los participantes en una prueba deportiva de larga duración (XV Cicloturista Quebrantahuesos), y el rendimiento en dicha prueba. La posible pérdida de agua durante la cicloturista se relacionará

con la cantidad de líquidos ingeridos durante la misma. Se analizaron 112 cicloturistas de diferente edad y nivel participantes en la XV Marcha Cicloturista Internacional Quebrantahuesos. El promedio de edad es de 40,9 ± 8,7 años y el peso corporal total (PCT) es de 74,3 ± 8,3 Kg. La marca realizada por nuestro grupo fue de 8 horas 11min (± 1 hora 9 min.). La prueba cicloturista se desarrolla por el Pirineo franco-aragonés en el mes de junio, superando un desnivel de más de 3000m. Las temperaturas mínima y máxima durante el día de la prueba fueron 16º y 32,5º respectivamente. Para la valoración del ACT se utilizó una báscula de bioimpedancia eléctrica, Tanita Innerscan BC532 (50Hz, 500µA).

El ACT medida el día previo a la prueba fue de 58,3±3,2% (43,1±3,9kg) del PCT. Inmediatamente después de cruzar la meta, y sin comenzar la recuperación de líquidos, el ACT fue del 57,4±3,1% (41±3,9kg); esto supone una pérdida de ACT de 2,1kg. La pérdida de PCT fue de 2,8 Kg.

En nuestros resultados observamos que el ACT medida antes o después de la prueba correlaciona bien con el rendimiento (r=-0,357, p<0,01) (r=-0,494, p<0,01). La pérdida de composición hídrica (-2,1±1,3 Kg.) en esta prueba no correlaciona con el rendimiento. Esta pérdida de agua como componente corporal tampoco está relacionada, en nuestros sujetos, con la cantidad de líquidos tomados durante la misma, ni con el tipo de la bebida ingerida. La diferencia encontrada en la medida del perímetro de pierna fue de -1,0±0,7 cms; esta diferencia está bien relacionada con la pérdida de agua corporal (r=0,414, p<0,01).

Conclusión: Una mayor hidratación previa a la realización de pruebas de larga duración y realizadas con altas temperaturas ambientales parece que favorece el rendimiento en las mismas. Los cicloturistas realizan, por regla general, largos, duros y frecuentes entrenamientos, lo que conduce a incrementar su ACT. Los cambios nutricionales realizados normalmente en los días previos a las pruebas cicloturistas, con la intención de incrementar los depósitos de glucógeno muscular, pueden explicar también parte de este incremento de ACT en los ciclistas de mayor rendimiento.

25. ESTUDIO DE LA SATURACIÓN ARTERIAL DE OXÍGENO DURANTE LA ADAPTACIÓN INICIAL A LA HIPOXIA AGUDA

Calderón Soto C¹, Fernández de Alba MC¹, Martín Asensio T¹, Tello Garzón B¹.

¹Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada. Consejo Superior de Deportes. Granada (España).

El entrenamiento en altura exige un periodo mínimo de adaptación de 5 días durante los cuales es imprescindible controlar tanto la asimilación del entrenamiento, como la evolución de los parámetros fisiológicos alterados por la hipoxia aguda. Uno de estos parámetros es la saturación arterial de oxígeno (SaO₂) disminuida como consecuencia del descenso de la PpO₂, y que puede ser medida de forma indirecta por medio de la pulsioximetría. Con objeto de estudiar mediante técnicas no invasivas los principales cambios que se producen en respuesta aguda a la altura y durante el proceso de adaptación inicial, se lleva a cabo un estudio preliminar en el CAR de Sierra Nevada a una altura moderada de 2320 m. Para ello se hace el seguimiento durante los cinco días iniciales de la estancia de seis sujetos futbolistas semiprofesionales de un club de 3^a división. La muestra presenta un peso medio de 74.95 ± 2.63 kg., una talla media de 174.75 ± 8.1 cm. y una

edad media de 28.5 ± 4.0 años. Las variables de estudio son: peso, Frecuencia cardiaca (Fc) y SaO₂, todas ellas se registran en condiciones de reposo a primera hora de la mañana. Para la medida de la SaO₂ se utiliza pulsioxímetro digital Nellcor N-20PA y BCI Digit registrando tanto la Fc como la SaO₂ cada 15 segundos hasta completar 3 minutos. Así mismo se recogen datos sobre las características del entrenamiento previo categorizando la carga de trabajo en alta, media y baja carga.

Tras el análisis estadístico no se observan diferencias significativas en la evolución del peso ni de la Fc a lo largo de los días. Así mismo, aun cuando la SaO₂ observada es más baja que la referida a nivel del mar (93.5% frente a 98%), no se observan diferencias significativas en los primeros 5 días de estancia ni tampoco en relación a la carga impuesta en el entrenamiento previo.

Con los resultados obtenidos podemos concluir que los cambios inducidos por la respuesta aguda a la hipoxia en situación de reposo se mantienen durante los primeros 5 días de la estancia. Son necesarios estudios más amplios a lo largo de estancias prolongadas para valorar el posible efecto que sobre la SaO₂ tiene el fenómeno de aclimatación, así como la repercusión de la carga de entrenamiento impuesto. Ello nos llevaría a encontrar un método fácil y no cruento de estimación del grado de aclimatación a la altura y a la carga de ejercicio.