

FISIOLOGÍA DEL ESFUERZO

EXERCISE PHYSIOLOGY

P-01. ¿ES REALMENTE LA FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA TEÓRICA (FCMáXT) UN CRITERIO DE MÁXIMO ESFUERZO?

Montoliu Nebot J, Molés Gimeno JD.

Unidad de Medicina Deportiva. Consorcio Hospitalario Provincial de Castellón.

Introducción: Uno de los parámetros fisiológicos más conocido y utilizado como criterio de esfuerzo máximo es la frecuencia cardiaca máxima teórica (FCMáXT), calculada a partir de la fórmula de Fox y Haskell ($FCMáXT = 220 - \text{edad}$). Sin embargo, las observaciones realizadas a partir de nuestra experiencia en el laboratorio de valoración funcional no sugieren una relación tan clara entre la existencia, previamente calculada, de un número de ciclos cardiacos por unidad de tiempo y la imposibilidad de mantener o incluso aumentar la intensidad del esfuerzo realizado.

Material y métodos: Estudio observacional, analítico, transversal, realizado sobre una muestra total de 1610 sujetos, adultos (34 ± 12 años), sanos. Cada sujeto ha realizado una prueba de esfuerzo progresiva, triangular, continua, máxima, con análisis de gases, respiración a respiración (Vmax29®), y monitorización ECG continua (Cambridge MC 6000 Series®), en cicloergómetro (Ergo-metrics 800S®) ($n = 1012$) o cinta rodante (h/p/cosmos®) ($n = 598$). Se ha considerado como variable independiente la FCMáXT, como variables dependientes la frecuencia cardiaca pico medida (FCP) y el % de la FCP sobre la FCMáXT, y como variables intervinientes el sexo, edad, deporte (ciclismo, fondo, natación, triatlón, y mantenimiento), volumen de entrenamiento semanal, y posición del organismo durante el esfuerzo. De cada variable dependiente se han obtenido tablas de distribución de frecuencias, media aritmética y desviación estándar, tras lo cual se han aplicado los tests de distribución Normal y/o Chi-cuadrado (NS: dif. no significativas; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,005$).

Resultados: La FCP de la muestra de estudio ha sido menor (***) que la FCMáXT (181 ± 12 vs 186 ± 12 ciclos/min). El 62,6 % de los sujetos ($n = 1008$) no ha alcanzado la FCMáXT (94 ± 4 %FCMáXT), el 3,9 % ($n = 62$) la ha igualado (100 %FCMáXT), y el 33,5 % ($n = 540$) la ha sobrepasado (104 ± 3 %FCMáXT (***)). El sentido de estos resultados no se ha visto influido por el sexo, deporte practicado, volumen de entrenamiento semanal, posición del organismo durante el esfuerzo, ni por la edad hasta los 40 años (**); sin embargo, a partir de entonces se ha observado un cambio de tendencia, de tal forma que la $FCP \geq FCMáXT$ en los grupos de 40-49 años (NS), 50-59 años (*), y > 60 años (NS). Asimismo, el número de sujetos que han igualado o sobrepasado la FCMáXT ha sido mayor que el de quienes no lo han alcanzado, en el grupo de 40-49 años (*) ($n = 234$ vs 204), y en el de 50-59 años (***) ($n = 76$ vs 33).

Conclusión: La FCMáXT, calculada a partir de la fórmula de Fox y Haskell, no estima de forma adecuada la respuesta cronotrópica cardiaca al esfuerzo máximo, por lo que no debería ser utilizada como criterio de máximo esfuerzo.

Palabras clave: Frecuencia cardiaca máxima. Frecuencia cardiaca pico. Esfuerzo máximo.

P-07. CONCENTRACIONES SALIVARES DE HORMONAS Y MARCADORES INMUNOLÓGICOS EN RESPUESTA A UNA PRUEBA DE ULTRA-RESISTENCIA

Tauler P, Martínez S, Moreno C, Martínez P, Aguiló A.
Grupo de Investigación en Estilos de Vida y Salud. Universitat de les Illes Balears.

Introducción: Diversas hormonas, así como marcadores inmunológicos y de inflamación, que son habitualmente determinados en sangre pueden ser también determinados en saliva. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de una prueba atlética de ultra-resistencia sobre niveles de hormonas (cortisol y testosterona), proteína C reactiva (CRP) e Ig A en saliva.

Material y métodos: Se tomaron muestras de saliva a 70 participantes de la "Ultra-trail Serra de Tramuntana", prueba de 105 Km de longitud con un recorrido montañoso. Las muestras de saliva fueron tomadas, sin estimulación y durante 2 minutos, antes y después de la competición. Se determinaron los niveles de cortisol, testosterona, CRP e Ig A mediante sistemas de ELISA comerciales (Salimetrics, Newmarket Suffolk, Inglaterra). La media (\pm sem) de edad de los participantes en el estudio fue de $38,5 \pm 1,0$ años, tardando una media de $20,1 \pm 0,3$ horas en completar la prueba y perdiendo $3,67 \pm 0,19$ kg de peso corporal durante la misma.

Resultados: La producción de saliva disminuyó de forma significativa durante la prueba ($p = 0,002$). La concentración de cortisol aumentó de forma significativa ($p < 0,001$) mientras disminuía la de testosterona ($p < 0,001$). Por otra parte, los niveles de CRP ($p < 0,001$) aumentaron mientras que disminuyeron tanto los niveles ($p = 0,017$) como la secreción de Ig A ($p = 0,004$). El aumento en los niveles de cortisol, conjuntamente con la disminución de testosterona, reflejan el elevado estrés físico así como el ambiente catabólico que se mantiene incluso después de haber finalizado la prueba. El aumento del cortisol podría provocar la disminución de la producción de Ig A, generando una situación de cierta inmunosupresión. El aumento significativo de la CRP confirmaría la existencia de una respuesta inflamatoria elevada. En conclusión, la determinación de marcadores salivares permite, de una forma no invasiva, determinar que una prueba de ultra-resistencia provoca un elevado grado de estrés físico,

inmunosupresión y una respuesta inflamatoria.
Palabras clave: Saliva. Ultra-resistencia. Estrés.

P-31. CORRELACIÓN ENTRE ACTIVACIÓN DE COMPLEMENTO Y GRADO DE ELEVACIÓN DE CK INDUCIDO POR EJERCICIO EXTENUANTE

Navarro-Sanz A¹, Sánchez-Godoy L², Robles-Rodríguez A², Narváez-de Linares A², Barruecos-Franconi JE², Muñoz-López A², Galeas-López JL², Fernández-Ortega JF².

¹Centro de Medicina Deportiva. Área de Deporte. Ayuntamiento de Málaga, ²UCI y Laboratorio clínico HRU Carlos Haya de Málaga.

Introducción: El ejercicio intenso produce un daño muscular inmediato reflejado en la elevación de CK. La intensidad del ejercicio podría correlacionarse con el gradiente de elevación de CK. La destrucción tisular pondría en marcha un mecanismo de restitución de la homeostasis mediante la activación entre otros del sistema del complemento. Pretendemos conocer la correlación entre el gradiente de CK y la activación del complemento.

Material y Métodos: Se estudiaron 10 deportistas, cinco varones, cuyas características epidemiológicas y antropométricas quedan reflejadas en la Tabla 1.

	Edad	IMC	Porcentaje muscular, grasa y óseo
Media +/- desv típica	28,7 (+/-3,42)	20,89 (+/-1,91)	44,74 (+/-2,84) 13,85 (+/-4,52) 17,40 (+/-0,97)

Todos constituían deportistas de élite medio-fondistas. Fueron sometidos a un ejercicio en pista abierta consistente en 20 minutos de calentamiento seguidos de tres series de 800 metros con intervalos de tres minutos a velocidad máxima. Inmediatamente antes y después de la prueba se les hizo una extracción de sangre venosa para determinación de las fracciones 3 y 4 de complemento y CK. Se midieron los incrementos porcentuales de C3 y C4 y se realizó análisis de regresión lineal para estudiar la relación con el incremento porcentual de CK.

Resultados: El coeficiente de correlación de Pearson fue de ,834 y el de determinación de ,695 para C3/CK, mientras que para C4/CK fueron ,838 y ,702, con p ,003 y ,005 respectivamente.

	Media (+/-desviación típica)
C3A	87,7(+/-8,52)
C3B	124,5(+/-28,16)
C3 B-A	36,8(+/-26,41)
% C3 B-A	42,01(+/-30,69)
C4A	19,8(+/-5,84)
C4B	25,44(+/-11,9)
C4B-A	5,77(+/-6,41)
% C4 B-A	24,77(+/-26,81)
CPK A	254,50(+/-189,84)
CPKB	369,20(+/-260,90)
CPK A-B	114,70(+/-80,26)
% CPK A-B	44,52(+/-17,68)

Conclusiones: El incremento de CK podría ser un marcador del grado de destrucción tisular. El gradiente de CK antes y después del ejercicio se correlaciona con el incremento de C3 y C4 puesto en marcha para restituir la situación de homeostasis.

Palabras clave: Sistema del complemento (*complement system*). Ejercicio (*exercise*). Creatin kinasa (*creatin kinase*).