

# Cirugía y Cirujanos

Volumen 71  
Volume

Número 4  
Number

Julio-Agosto 2003  
July-August

*Artículo:*

Comentario al trabajo titulado: “Asociación de las respuestas fisiológicas a los cambios metabólicos, en el ejercicio físico extenuante” periféricos de extremidades inferiores

Derechos reservados, Copyright © 2003:  
Academia Mexicana de Cirugía

Otras secciones de este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



**Edigraphic.com**

## Comentario al artículo titulado: “Asociación de las respuestas fisiológicas a los cambios metabólicos, en el ejercicio físico extenuante”

Acad. Dr. Alberto Rangel Abundis\*

Cuando el artículo fue presentado por el Dr. Jorge Sánchez González como trabajo de ingreso a la Academia Mexicana de Cirugía, comisionado por la Mesa Directiva de la propia Academia, me permití hacer el comentario oficial de dicho artículo. Comisión que agradecí no sólo por cortesía sino porque me llevaba a recordar la época y lugar en que, junto con el estudio de la fisiología cardiovascular por medio del cateterismo intravascular, me ocupaba del estudio de la función respiratoria y de la fisiología del ejercicio muscular, éste, realizado por atletas de alto rendimiento, comandados por Carlos Carsolio Senior<sup>(1)</sup>.

El ejercicio muscular y el deporte atraen la atención del estudioso desde diversos puntos de vista. Hay quien trata de explicar la razón por la que el ser humano juega toda su vida, desde la infancia hasta la edad provecta. Desde su muy temprana existencia se adscribe a la práctica del deporte, sea un juego sin reglas precisas, sea un deporte organizado. A lo largo de toda su vida sigue, pasiva o activamente, las vicisitudes de las actividades lúdicas. En cambio otros mamíferos sólo pasan un corto tiempo jugando intensamente, cuando éstos son cachorros. En ambos casos, en el del ser humano y en el de otros mamíferos, los juegos practicados en la infancia son una copia de las actividades de sus mayores; juegos que los preparan para la vida adulta, donde la cacería, la lucha y la huida desempeñarán un papel importante para sobrevivir. Sin embargo, esto no explica porqué el ser humano es capaz de seguir jugando a lo largo de su vida. Ciertamente es que entre las especies de vertebrados llamados “superiores”, la humana es la que requiere de más cuidado, protección y vigilancia de los progenitores y durante más largo tiempo: durante más de una década el niño permanece inde-

fenso, en desventaja con otras especies por no poseer garras, colmillos, rapidez o vista tan poderosos como los de las fieras. Este largo período lo utiliza para aprender jugando. Queda en el terreno de la especulación el dar explicación sobre la eterna afición del adulto humano por el juego. El gran desarrollo de la inteligencia en el ser humano surgió como una adaptación que suplía con creces las deficiencias de su organismo. Si el hombre moderno, cuyo origen se remonta a más de tres millones de años, posee una inteligencia sobrada que hay que llenar con placeres lúdicos o con el gozo estético, es algo que no nos es posible probar. Pero el hecho es de que el ser humano es capaz de jugar toda su vida y dedicarse a la práctica del deporte, activa o pasivamente, en juegos organizados o improvisados.

En 1977, Mary Leakey encontró en Laetoli, África, las huellas fosilizadas dejadas hace 3.6 millones de años por antepasados remotos de la humanidad: un adulto y un individuo de menor edad y talla y tal vez de género opuesto (suponiendo la existencia de dimorfismo sexual presente en los homínidos en esa época). Ambos rastros son paralelos, pareciera que ambos seres caminaran uno al lado del otro; sólo que entre ambas huellas sólo hay 25 cm de separación, lo que no da lugar al espacio del cuerpo, si es que estos dos seres caminaban uno junto al otro. Llama la atención la simetría y exactitud en la coincidencia de las huellas. Lo largo del paso indica que el adulto caminaba parsimoniosamente. Podemos imaginar que el otro individuo caminaba detrás, a saltos, jugando a poner sus huellas junto a las del adulto. ¿Acaso se trata del *homo ludens*?

El interés que despierta al médico la práctica deportiva es que dicha actividad somete al organismo a una prueba mayor a la que está sometido el organismo en reposo. Esta prueba provoca cambios transitorios que deben ser valorados con el propósito de diagnosticar respuestas anormales al ejercicio. Otros cambios permanentes ocurren como medida de adaptación al ejercicio frecuente y continuado. Al igual que el ejercicio muscular, la enfermedad provoca cambios transitorios o adaptaciones permanentes equiparables a los cambios provocados por el esfuerzo muscular. De ahí el interés del médico por conocer los cambios fisiológicos provocados por el ejercicio muscular en los individuos normales y en los enfermos sometidos a pruebas de ejercicio muscular.

\* Jefe del Dpto. de Hemodinamia, Centro Médico La Raza, Hospital de Especialidades.

Solicitud de sobretiros:  
Acad. Dr. Alberto Rangel Abundis,  
Centro Médico La Raza,  
Hospital de Especialidades

Recibido para publicación: 20-06-2003.  
Aceptado para publicación: 04-07-2003.

Así que, desde el punto de vista médico, hay que considerar al ejercicio, sobre todo extenuante, como una agresión, seguida de una respuesta del organismo, similares a la agresión y respuesta causadas por la enfermedad.

Durante el ejercicio moderado, el riñón retiene agua. El aumento de la temperatura corporal, si bien incrementa las reacciones metabólicas lo que permite sostener el ejercicio, provoca la pérdida de agua tanto por la respiración (vapor de agua) como a través del sudor. Con el ejercicio exhaustivo, es mayor la pérdida que la retención de agua, seguida de hemoconcentración. En estas condiciones es necesaria la reposición de líquidos, lo que reduce la hemoconcentración. En la investigación efectuada por el Dr. Sánchez González, hubiera sido mayor la hemoconcentración sin la ingesta de líquidos y mayor el incremento de analitos sanguíneos.

Sin embargo, los autores observaron que el incremento en los analitos determinados por ellos después del ejercicio extenuante no fue uniforme; notablemente mayor en unos que en otros y es en los analitos que relevantemente se elevaron sobre los que hay que poner atención; pues, supuestamente, dicho incremento en esos analitos no sólo es debido a la hemoconcentración sino a la producción de estos analitos por el organismo, los leucocitos por la médula ósea, como respuesta del sistema inmune; la glucosa por el hígado como estímulo del sistema simpático adrenérgico; el fibrinógeno por el sistema inmune en respuesta al estrés y tanto, la creatin cinasa como la aminotransferasa glutámico oxalacética como resultado del “traumatismo” del tejido muscular.

El incremento de todos estos analitos es debido no sólo a las exigencias en el incremento del trabajo corporal, sino como respuesta del sistema inmune a la agresión impuesta por el ejercicio. Así por ejemplo, los autores señalan que en la literatura médica hay informes sobre el aumento de linfocitos K o NK (*natural killers*) como respuesta que ofrece el sistema inmune al ejercicio excesivo. Los linfocitos K o NK están entre los poderosos mecanismos de destrucción que cuentan con gran especificidad para reconocer, fijarse y causarle verdaderos orificios a las células extrañas. Esta respuesta está ligada a la agresión contra el organismo y su respuesta para reparar el daño. Igualmente, se sabe que en los sitios adyacentes de la inflamación hay un rápido flujo de neutrófilos, monocitos y linfocitos (como lo observado por los autores) que culmina con la extrav-

sación de leucocitos mediante una cascada de múltiples interacciones entre receptores y ligandos. Por último, de acuerdo con los datos de la literatura médica consultada por los autores, el mayor incremento en la cuenta leucocitaria se observa en los individuos mejor entrenados, yo diría que es en los individuos que mayormente toleran el esfuerzo excesivo.

Los autores aceptan la interpretación de otros investigadores en cuanto a que el aumento de fibrinógeno se debe al traumatismo a que están sujetos los pies de los atletas durante toda una carrera; traumatismo que provoca la activación de los factores de la coagulación. Es probable que esto ocurra igualmente en el ejercicio extenuante en el que el violento traumatismo de los músculos es capaz de provocar miositis (microdesgarros musculares). Si esto es así, podríamos postular que el ejercicio extenuante es equivalente a una infección o a la respuesta inflamatoria generalizada del organismo y en particular del tejido muscular. El esfuerzo, considerado como una forma de estrés, pone en marcha el sistema inmune procoagulante, con objeto de reparar la integridad de la pared vascular lesionada.

Respecto al aumento de la glicemia observada por los autores, independientemente de la ingesta de carbohidratos de carbono hecha por los atletas, hay que mencionar que el cociente respiratorio en los individuos sanos en reposo es aproximadamente 0.6, cifra que señala la preponderancia en el consumo de grasas por el organismo. El cociente respiratorio se eleva hacia la unidad con el ejercicio, indicando que el organismo está consumiendo hidratos de carbono. Así que, el hallazgo de los autores es congruente con lo esperado, si bien tanto el cociente respiratorio como la glicemia durante el esfuerzo físico dependen de los hábitos dietéticos del individuo y de otros factores como los humorales (adaptación metabólica condicionada por agentes adrenérgicos y glucocorticoides), como lo señalan los autores. Así como la glucosa se elevó en el experimento de los autores, las grasas disminuyeron o no variaron.

## Referencias

1. Rangel-Abundis A, Carsolio PR, Torres GC, Salgado EJL, Urrutia ZR. Normal respiratory response to physical exercise at moderate altitude. Rev Invest Clin 1976;28:137-150.

