PubliCE, (PubliCE) 1994

Monograph

Respuesta en los Niños al Ejercicio en Climas Cálidos

Oded Bar - Or[1]

[1]*G.S.S.I. Gatorade Sport Science Institute.*

Palabras Clave: temperatura corporal, deshidratación, sudoración, condiciones climáticas, enfermedad

PUNTOS FUNDAMENTALES

1. Comparados con los adolescentes y los adultos, los niños producen más temperatura en relación a la masa corporal durante actividades tales como caminar y correr, tienen una baja capacidad de transpiración, y su temperatura corporal aumenta a un ritmo mayor durante la deshidratación.
2. Estas diferencias no interfieren con la habilidad de los niños de sostener ejercicios, salvo que las condiciones climáticas de calor sean extremas.
3. No existen comparaciones científicas adecuadas sobre la incidencia de las enfermedades relacionadas con el calor en niños y adultos, pero ciertas enfermedades de la niñez aumentan el riesgo de una enfermedad relacionada con el calor.

INTRODUCCIÓN

La respuesta fisiológica de los niños al ejercicio es generalmente similar a la de los adultos, pero hay algunas diferencias en sus respuesta relacionadas con la edad y maduración. Por ejemplo, los niños responden de manera diferente a la combinación entre el stress del ejercicio y el calor, comparado con los adultos.

Mientras que algunas de las características de la respuesta de los niños al ejercicio en condiciones de calor (Ej. Bajo nivel de transpiración por glándula, altos niveles de ácido láctico en el sudor, y menor volumen minuto cardíaco) son de interés teórico, otros (Ej. alta temperatura metabólica de locomoción, menor tiempo de tolerancia al ejercicio, aclimatación más lenta, rápido incremento de la temperatura corporal durante la deshidratación) son de interés practico durante el rendimiento, bienestar y salud del niño. El propósito del siguiente artículo es focalizar sobre estas segundas características, resaltando las implicancias de estos factores para el rendimiento y la salud. Aunque tales implicancias son importantes para todo los niños, tienen especial interés para aquellos con ciertas condiciones y enfermedades que los predispone a una mayor riesgo a las mismas relacionadas al calor.

CARACTERÍSTICAS	TÍPICA PARA NIÑOS VS. ADULTOS
Calor metabólico de locomoción	Más alta
Velocidad de transpiración por m² de piel.	Más baja
Velocidad de transpiración por glándula	Más baja
HASG Densidad de población	Más alta
Volumen minuto cardiaco/lt. de o, consumido	Más baja
Flujo sanguíneo a la piel	Más alta
Contenido de cloruro de sodio en la transpiración	Más baja
Tiempo de tolerancia al ejercicio	Más corto
Aclimatación al calor	Más lento
Aumento de la temperatura central con la deshidratación	Más rápida

HASG: GLANDULAS SUDORIPARAS ACTIVADAS POR EL CALOR

Tabla 1. *Respuesta fisiológica en los niños al ejercicio con calor: comparación con los adultos.*

REPASO DE LA INVESTIGACIÓN

Para revisiones detalladas de las respuestas de los niños a la combinación entre el stress del ejercicio y el calor, ver Bar-Or (1980; 1983; 1989).

La necesidad de disipar calor del cuerpo amplificado durante el ejercicio debido al aumento del calor metabólico que se produce durante la contracción muscular.

Por razones no del todo claras la producción de calor metabólico por kilogramo de masa corporal en niños es mayor que la de los adultos durante la acción de caminar y correr (Astrand, 1952; McDugall, 1983), esto impone una carga extra a su sistema termorregulador. Cuando mas pequeño es el niño, mayor es el exceso de producción de calor. Por ejemplo, puede haber un exceso de 25% a 30% de producción de calor en un niño de 8 años.

La velocidad de intercambio de calor entre el cuerpo y el medio ambiente aumenta con una mayor superficie de corporal. La relación superficie corporal/ masa corporal esta expuesta a una mayor acción de calor cuando la temperatura ambiente supera la temperatura de la piel.

Durante el ejercicio en climas cálidos, la evaporación del sudor es la principal manera de disipar calor. Es el único medio para refrescar el cuerpo cuando la temperatura ambiente supera la de la piel. La frecuencia de transpiración por glándula en los niños es menor a los adultos (Bar-Or, 1980; Falk y col., 1992 a). Aún a pesar que el número de glándulas sudoríparas activadas por el calor, por densidad de área de piel es mucho mayor en chicos, la proporción total de sudor, calculada por unidad de superficie, es menor en los niños. (Falk y col. 1991).

También en ciertas condiciones, el umbral de sudor (Ej. La temperatura corporal a la cual comienza el sudor) es considerablemente más alto en los niños que en los adultos (Araki y col.). La transición de un esquema de transpiración infantil a una de transpiración adulta, ocurre en la primera etapa de la pubertad (Falk, y col. 1992, 1992 c).

La manera mas eficiente de traslado del calor del núcleo del cuerpo al de la piel es por convección a través de la sangre. Para incrementar la velocidad de convección, el flujo de sangre a la piel debe aumentar. Mientras que el porcentaje del minuto destinado a la piel en los niños puede ser mayor que en los adultos durante el ejercicio en el calor. (Drinkwater y col. 1977), el volumen minuto total por unidad de consumo de oxígeno es algo menor en los niños (Bar-Or, 1992).

Otras diferencias entre los niños y adultos es la composición del sudor. Como demostró Meyer y col. (1992), las concentraciones de Na y Cl son mayores en prepuberales mujeres y varones que en adultos jóvenes mujeres y hombres, respectivamente. De otra manera, concentraciones en el sudor de lactato, H y K son mayores niños. (Falk y col., 1992 c; Meyer y col. 1992).

IMPLICANCIAS PRÁCTICAS

IMPLICACIONES AL RENDIMIENTO FÍSICO: ¿Las características fisiológicas arriba mencionadas en los niños, impiden el desarrollo de la practica deportiva en condiciones de calor elevado?

Lamentablemente, no hay suficientes estudios para permitirnos responder esta pregunta en forma definitiva. Parece que cuando los niños son expuestos a temperaturas moderadas (Davies, 1981) y secas, Ej 42 grados y 20% de humedad ambiente, (Falk y col. 1992 B), ellos logran termorregular adecuadamente.

Tampoco un moderado calor impide su rendimiento en ejercicios de alta intensidad y corta duración (Dotan y Bar-Or, 1980). Hay, sin embargo estudios de campo y de laboratorio, que sugieren que cuando el calor es severo, el tiempo de tolerancia al ejercicio en los niños es menor que en los adultos (ver Bar-Or, 1980, 1989). Con transición de un clima frío a uno templado o cálido, generalmente se requieren varias exposiciones al nuevo clima, para lograr la aclimatización adecuada.

Cuando la transición de un clima frío a uno templado o cálido, generalmente se requieren varias exposiciones al nuevo clima, para lograr la aclimatización adecuada. Cuando niños de 8-10 años fueron expuestos en una cámara climática a un ambiente caluroso y seco (80 minutos a 43° C, 21% de humedad relativa, 3 veces por semana) ellos logran aclimatarse. Sin embargo el ritmo de aclimatización fue considerablemente más lento en los niños que en los adultos (Bar-Or 1980; Invar. 1978); los adultos necesitaron una semana para lograr una aclimatización razonable; los niños tardaron dos semanas. De la misma manera, niños de 11-14 años tardaron más en aclimatarse a 47.7-49°C; 17% de humedad relativa, que en adolescentes y jóvenes adultos (Wagner y col. 1972).

La aplicación práctica es que cuando jóvenes, participantes deportistas son expuestos a condiciones climáticas más cálidas, la dosificación del entrenamiento debe ser reducida al principio y aumentada a un ritmo más gradual, que cuando se trata de un competidor más maduro. Cuando niños no entrenados fueron sometidos a un entrenamiento aeróbico (al 85% de la Fc. Mx.) en un ambiente termoneutral durante dos semanas, en sesiones de 60 minutos, el aumento medio de la temperatura central durante el ejercicio en el calor fue atenuado, siguiendo a un entrenamiento similar al observado luego de la aclimatación. (Inbar y col., 1981). Esto sugiere que el entrenamiento per-se, puede reducir el agotamiento fisiológico experimentado por los niños durante el ejercicio en climas cálidos.

IMPLICANCIAS PARA LA SALUD

Ellis y col. (1976) afirmó que durante olas de calor sofocantes, los niños, jóvenes (y personas mayores) tienen un alto riesgo de sufrir enfermedades relacionadas con el calor. Además Knochel (1975) afirmó que la enfermedad relacionada con el calor ocupa el segunda lugar, después de heridas en la cabeza, como causa de muerte en niños en los colegios secundarios. Sin embargo, a pesar de las aparentes deficiencias en las respuestas al stress combinado entre el calor metabólico y ambiental, no existen datos epidemiológicos que documentan una mayor susceptibilidad a las enfermedades producidas por calor en niños, comparados con los adultos.

Sin embargo hay ciertos grupos de niños y adolescentes más propensos a las enfermedades; los mismos, particularmente tienen un alto riesgo a las enfermedades relacionadas con el calor.

Las condiciones y enfermedades detalladas en la tabla en el suplemento son presentadas en orden alfabético en el suplemento son presentadas en orden alfabético y no el orden de prevalencia ó severidad. Un denominador común entre varias de estas condiciones es que pueden inducir hipohidratación, a través de excesiva pérdida de líquidos o beber insuficientemente.

Condiciones que pueden inducir excesiva pérdida de fluidos, incluye: bulimia, diabetes mellitus, diabetes insípida, gastroenteritis, fiebre elevada, obesidad y vómitos. El beber de manera insuficiente puede observarse en la anorexia nerviosa, fibrosis cística, retraso menstrual, y falla renal. Esta mas allá del alcance de este artículo describir los mecanismos por los cuales la hipohidratación impide a los niños disipar calor. Sin embargo, uno debe darse cuenta que la reducción del volumen de plasma consecuente con la hipohidratación puede reducir la cantidad de sudor y el flujo de sangre (y calor) a la piel.

También hay condiciones en que el ritmo del sudor es bajo, y esto puede impedir la habilidad del niño en refrescarse por evaporación. Por ejemplo un joven atleta no aclimatizado que se entrena en un ambiente cálido tiene un gran riesgo de

contraer enfermedades por el calor, inclusive el calor (Bacerna y col., 1976, Fox y col., 1966; Redfearn, 1969) presumiblemente por el bajo nivel de transpiración. En los adultos, una baja capacidad aeróbica, acompañada por un bajo índice de transpiración y una elevada temperatura corporal, son considerados riesgos para contraer enfermedades relacionadas con el calor en el ejercicio. Sin embargo no existen controversias sobre si el estado aeróbico de las niñas afecta su temperatura corporal (Araki y col. 1979, Docherty y col. 1986, Invar. y col. 1981; Matsushita y Araki, 1980) y por ende su bienestar en climas cálidos.

La obesidad es una ventaja en el clima frío pero todo lo contrario en el clima cálido. Casi todo el material disponible sobre este tema se refiere a los adultos. Como demostró Haymes y col (1975) la temperatura rectal y la Fc aumentaron más rápidamente en los niños varones moderadamente obesos (31.2% de grasa) que en los más delgados con controles durante 70 minutos de ejercicio intermitente y descanso a una temperatura de 40-42°C y humedad relativa de 25%.

Las posibles razones por una relativamente deficiente habilidad de regulación térmica en los obesos, incluye lo siguiente: 1) la grasa tiene calor específico bajo, ello significa que relativamente pequeña cantidad de calor es necesaria para incrementar la temperatura de una masa determinada de grasa. 2) La grasa tiene un menor contenido de agua que otros tejidos. Como resultado, cualquier nivel de hipohidratación en los obesos denota un mayor porcentaje de pérdida de agua que en las personas delgadas. 3) Los niños obesos tienen una baja capacidad aeróbica. Por ende, cuando ejercitan a un mismo ritmo que sus pares delgados, su esfuerzo es mayor, y en promedio, el aumento de su temperatura corporal es mayor.

DESHIDRATACIÓN VOLUNTARIA Y SU PREVENCIÓN

Los niños, como los adultos, no beben lo suficiente cuando le es ofrecido líquido, realizando actividades físicas en condiciones de calor (Bar-Or y col. 1980, 1992). Sin embargo, una diferencia importante, para cualquier nivel de hipohidratación es que la temperatura corporal de los niños aumenta más rápido que la de los adultos (Bar-Or y col 1980).

La lógica es que uno bebe para intentar prevenir o al menos reducir la deshidratación voluntaria en los niños. Esto se puede lograr dando al niño instrucciones y animándolo para que tome cuando tenga sed y a intervalos de 20 minutos, aún cuando no tenga sed, (Bar-Or y col 1980, 1992). Una regla general, basada en nuestra experiencia, es que los niños menores de 10 años, deben beber hasta que no sientan sed y luego deben tomarse otro medio vaso de líquido (100 a 125 cc). Los niños más grande y los adolescentes deben tomar un vaso lleno extra. Cuando la competencia sea relevante, las reglas deben ser modificadas para permitir a los niños menores salir del campo de juego periódicamente para así poder beber.

Para resaltar la voluntad en el niño a beber, las bebidas deben ser sabrosas y deben estimular para que beba aún más. Niños y niñas pre-púberes y púberes prefieren el sabor uva al sabor naranja ó manzana, ó agua. (Meyer y col 1992). Esta preferencia se observó durante el reposo, luego de una prueba aeróbica y durante una etapa de rehidratación luego de un periodo prolongado de ejercicio en un ambiente muy cálido. No esta claro si que el bajo contenido de Cl Na en la transpiración de los niños (Meyer y col 1992) justifica el uso de bebidas más diluidas para los niños que para los adultos. Más investigaciones serán necesarias para identificar el contenido óptimo de bebidas en los niños que realizan esfuerzos físicos.

REFERENCIAS

1. Araki, T., Toda, K. Matsushita, and A. Tsujino (1979). Age differences in sweating during muscular excercise. *Jap. J. Phys. Fitness Sports Med. 28: 239-248*
2. Astrand P.O (1952). Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age. *Copenhagen: Munksgaard*
3. Barcenas, C., H. P. Hoeffler, and J. T. Lie (1976). Obesity, football, dog days and siriasis: a deadly combination. *Am. Heart. J. 92: 237-244*
4. Bar-Or, O (1980). Invited review climate and the exercising child. *Int. J. Sports Med. 1: 53-65*
5. Bar-Or, O (1983). Pediatric Sports Medicine for the Practitioner. *From Physiologic Principles to Clinical Applications. New York: Springer Verlag*
6. Bar-Or, O (1989). Temperature regulation during exercise in children and adolescents. *In: C. Gisolfi and D. R. Lamb (eds). Persp. in Exerc. Sci. and Sports Med. Vol 2: Youth, Exerc., and Sports. Ind.: Benchmark Press, pp. 335-367*
7. Bar-Or, O., C. J. R. Blimkie, J. A. Hay, J. D. MacDougall, D. S. Ward, and W. M. Wilson (1992). Voluntary dehidration and heat

intolerance in patients with cystic fibrosis. *Lancet 339: 696-699*
8. Bar-Or, O., R. Dotan, O. Inbar. A . Rotshtein and H. Zonder (1980). Voluntary hypohidration in 10 to 12 year old boys. *J. Appl. Physiol.: Resp. Environ. Exerc. Physiol. 48:104-108*
9. Davies, C. T. M (1981). Termal responses to exercise in children. *Ergonomics. 24: 55-61*
10. Docherty, D., J. D. Eckerson, and J. S. Hayward (1986). Physique ad thermoregulation in pre-pubertal males during exercise in a warm, humid environment. *Am. J. Phys. Anthropol. 70: 19-23*
11. Dotan, R., and O. Bar-Or (1980). Climatic heat stress and performance in the Wingate Anaerobic test. *Eur. J. Appl. Phisiol. 44: 237-243*
12. Drinkwater B. L., I. C. Kuppart, J. E. Denton, J. L. Crist, and S. M. Horvath (1977). Responses of prepubertal girl an college women to work in the heat. *J. Appl. Physiol. 43: 1046-1053*
13. Ellis, F. P., A. N. Exton-Smith, K. G. Foster, and J. S. Weiner (1976). Eccrine sweating and mortality during heat waves in very young in very olds persons. *Isr. J. Med. Sci. 12: 815-817*
14. Falk, B,. O. Bar-Or, R. Calvert. And J. D. MacDougall (1992). Sweat gland response to exercise in the heat among pre-mid-and late-pubertal boys. *Med. Sci. Sports Exerc. 24: 313-319*
15. Falk, B,. O. Bar-Or , and J. D. MacDougall (1992). Thermoregulatory responses of pre-mid-an late-pubertal boys to exercise in dry heat. *Med. Sci. Sports Exerc. 24: 688-694*
16. Falk, B,. O. Bar-Or , J. D. MacDougall, C. H. Goldsmith, and L. McGillis (1992). Longitudinal analysis of the sweating response of pre-mid-and late- pubertal boys during exercise in the heat. *Am. J. Human Biol. 4: 527-535*
17. Falk, B,. O. Bar-Or , J. D. MacDougall, L. McGillis, R. Calvert, and F. Meyer (1991). Sweat lactate in exercising children and adolescent of varying physical maturity. *J. Appl. Physiol. 71: 1735-1740*
18. Fox, E. L., D. K. Mathews, W. S. Kaufman, and R. W. Bowers (1966). Effects of football equipment on thermal balance and energy cost during exercise. *Res. Quart. Am. Assoc. Health Phys. Ed. 37: 332-339*
19. Haymes, E. M., R. J. McCormick, and E. R. Buskirk (1975). Heat tolerance of exercising lean and obese prepubertal boys. *J. Appl. Physiol. 39:457-461*
20. Inbar, O., Bar-Or, R. Dotan, and B. Gutin (1981). Conditioning vs. Work-in-the-heat as methods for acclimatizing 8-10 year old boys to dry heat. *J. Appl. Physio.: Respirat. Environ. Exer. Physiol. 50: 406-411*
21. Knochel, J. P (1975). Dog days and siriasis : how to kill a football player. *J. Am. Med. Assoc. 233: 513-515*
22. MacDougall, J. D., P. D. Roche, O. Bar-or, and J. R. Moroz (1983). Maximal aerobic capacity of Canadian school children: prediction based on age-related oxigen cost of running. *Int. J. Sports Med. 4: 194-198*
23. Matsushita, K. And T. Araki (1980). The effect of physical training thermoregulatory response of pre-adolescent boys to heat and cold. *Jap. J. Phys. Fit. Sports med. 29: 69-74*
24. Meyer, F., O.Bar-Or, J. D. MacDougall, and J. F. Heigenhauser (1992). Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maduration. *Med. Sci. Sports Exerc. 24: 776-781*
25. Meyer, F., O.Bar-Or, A. Salsberg, and D.Passe (1994). Hypohydration during exercise in children: Effect on thirst, drink, preferences, and rehydration. *Int. J. Sports Nutr. 1: 22-35*
26. Redfearn, J. A. Jr (1969). History of heat stoke in a football trainer. *J. Am. Med. Assoc. 208: 699*
27. Wagner, J. A., S. Robinson, S. P. Tzankoff, and r. P. Marino (1972). Heat tolerance and acclimatization to work in the heat in relation to age. *J. Appl. Physiol. 33: 616-622*

Cita Original

Bar - Or, Oded. Respuesta en los Niños al Ejercicio en Climas Cálidos. G.S.S.I. Sports Science Exchange.