

GASTO ENERGÉTICO APROXIMADO EN NIÑOS DE TERCER GRADO DE LA EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA DE DIFERENTES ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS DURANTE UNA CARRERA DE 1 609 METROS

José Moncada Jiménez

Introducción

La actividad física es un factor de riesgo importante para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (National Institutes of Health, 1996). Se sabe que la actividad física está positivamente relacionada con una buena salud física, emocional e intelectual; y que las personas sedentarias presentan mayores posibilidades de adquirir enfermedades (Blair *et al.*, 1989; Lee & Paffenbarger, 1996; U.S. Department of Health and Human Services, 1996). Sin embargo, el concepto de salud física es multifactorial y complejo, y en él se incluyen aspectos sociales, económicos, y culturales, entre otros. Además, existen factores que se relacionan con la salud física que están más ligados con el gasto de energía. A este respecto, la determinación del gasto energético en niños ha sido un tema de interés por muchos años (McArdle, Katch, & Katch, 1996). Sin embargo, debido a las limitaciones en cuanto al acceso de equipo de laboratorio sofisticado usado para llevar a cabo mediciones más objetivas, es que se ha preferido utilizar otras técnicas indirectas. Aunque tanto las técnicas directas como las indirectas ya poseen un error de medición inherente, es probable que las técnicas indirectas posean una aplicabilidad y utilidad práctica para muchos profesionales del área de la salud.

Resumen: En este estudio se analizó el gasto energético aproximado en una carrera de 1 609 m en niños de tercer grado de la educación general básica provenientes de diferentes estratos socioeconómicos. Se observó que los tiempos de carrera fueron similares a pesar de la proveniencia de los niños. Sin embargo, se encontraron diferencias entre los niños y niñas de 8 y 10 años, y entre los niños y niñas de 9 y 10 años; no así para los niños y niñas de 8 y 9 años. Se encontró que el VO_{2est} y el gasto energético estimado en METs fue mayor en niños y niñas de 10 años cuando se les comparó con los niños y niñas de 8 y 9 años, respectivamente. Finalmente, no se encontró una interacción estadísticamente significativa en el gasto de kcal por sexo y estrato socioeconómico. Se recomienda estimar el gasto calórico por medio de cálculos sencillos derivados de una carrera de 1 609 m, ya que aunque de manera indirecta, son una opción viable para los educadores, quienes no poseen el costoso equipo de laboratorio necesario para una determinación directa.

Ya que los profesionales serios en el campo de la salud física (e.g., educadores físicos, nutricionistas, médicos deportivos, entrenadores, etc.) requieren información cuantificable para poder llevar a cabo las medidas correctivas en algún tipo de enfermedad (e.g., obesidad); es que se ha pensado medir el gasto energético de las personas. Es por ello que en este estudio se pretendió determinar de manera indirecta el gasto energético en niños y niñas de tercer grado de la educación general básica provenientes de diferentes estratos socioeconómicos por medio de una carrera de 1 609 m.

Metodología

Participantes

El proceso de selección de los estudiantes fue estructurado de manera que la muestra final fuera representativa de toda la población estudiantil de tercer año de la educación general básica. Se excluyeron del marco muestral aquellas instituciones unidocentes o con dirección de tipo uno, dado el alto costo que implicaba agrupar escuelas con muy pocos estudiantes. Las instituciones se clasificaron de acuerdo con su ubicación geográfica y al grado de urbanización en tres categorías, urbanas, rurales, y urbano-marginales. Se definió como urbano-marginales aquellas instituciones ubicadas en comunidades con un índice de desarrollo social (IDS) bajo y muy bajo (La Gaceta, 1995); sin embargo, para este estrato el Ministerio de Educación Pública suministró una lista con el nombre de las instituciones.

Para definir el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula para poblaciones infinitas (i.e., más de 10 000). Se calculó un n de 262 participantes para cada estrato, para una proyección final de 788 estudiantes ($N = 788$). Se envió un formulario de consentimiento para los padres y los niños, de manera que quedaron excluidos del estudio aquellos niños que no llevaron firmado el permiso o que no qui-

sieron participar el día que se llevaron a cabo las mediciones.

Instrumentos y procedimientos de medición

El peso en kilogramos y la talla en metros fueron medidos con métodos estandarizados en una báscula de plataforma marca Detecto® (Creative Health Products, Plymouth, MI, EEUU) y en un tallímetro, respectivamente (Hawes, 1996). Para medir el tiempo en la carrera de 1 609 m, se utilizó cronómetros marca Casio®.

Con el objetivo de asegurar un adecuado control de la confiabilidad de la medición, el estudio se organizó de manera tal que un mismo equipo de administradores se desplazara por todo el país aplicando las pruebas. El grupo estuvo conformado por siete administradores (3 profesionales en educación física y 4 asistentes) quienes participaron en un taller de capacitación. Antes de iniciar el estudio se realizó un estudio piloto, de tal manera que se pudiera simular las condiciones que enfrentarían los administradores en el estudio nacional. Además se pretendía asegurar que los administradores indicaran claramente las instrucciones de las pruebas, y familiarizar a los maestros, padres de familia y estudiantes de las pruebas que se realizarían. Durante el estudio piloto, únicamente los profesionales en educación física realizaron la prueba de composición corporal, cuyos resultados fueron comparados intra e inter-administrador y posteriormente comparados contra los de un experto. El tiempo en la carrera de los 1 609 m (1 milla) fue medido tanto por los asistentes como por los educadores físicos.

El día de la medición, los estudiantes realizaron un calentamiento dirigido por 5 minutos, al final del cual se les asignó un número y se procedió a alinearlos en la línea de salida. Los participantes corrieron la distancia establecida de antemano en el lugar apropiado (e.g., calle, cancha de fútbol, gimnasio, y hasta una pista de aterrizaje). Los administradores

de la prueba se aseguraron que el lugar en donde correrían los estudiantes fuera lo más plano y seguro posible. Cuando los estudiantes finalizaban la carrera, los administradores registraron el tiempo en minutos y décimas de minuto.

Gasto energético. Para calcular el VO_2 (estimado) en $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ y por consiguiente para estimar el gasto energético de la carrera, se utilizó la fórmula del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, 1995). La fórmula consiste de tres partes; primero, un componente de reposo (R), que sería el consumo de O_2 en reposo. Segundo, un componente horizontal (H), que representa el tiempo recorrido acarreado el peso del cuerpo horizontalmente (i.e., hacia adelante o hacia atrás, en este caso hacia adelante). Finalmente, un componente vertical (V), que representa la distancia recorrida por el cuerpo hacia arriba o hacia abajo (i.e., en este caso hacia arriba) en contra de la gravedad y de una pendiente. Esta fórmula supone que se puede cambiar la inclinación de la superficie en la que se corre (e.g., banda sin fin). Ya que se supone que no hubo inclinación en las superficies en donde corrieron los niños, ese componente se elimina. Entonces, la fórmula quedó como $VO_{2est} (ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}) = R + H + V$. Ya que $V = 0$, $VO_{2est} = R + H$.

El componente R lo definieron como $3.5 ml O_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, que por definición representa 1 MET; aunque McArdle, Katch, y Katch (1996), definen 1 MET como $3.6 ml O_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. El componente H lo definieron como $m \cdot min \cdot 0.2$; en donde 0.2 es la constante de regresión para convertir $m \cdot min$ en $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Una vez que se estimó el VO_2 en $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, se calculó la cantidad de METs que representaron ese valor. De este modo, se dividió el VO_{2est} en $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ entre 3.5. Una vez calculado el costo energético en METs, se calculó el número de kilocalorías (Kcal) que gastó cada individuo corriendo. Para llevar a cabo éste cálculo, primero se multiplicó el peso corporal por el VO_{2est} para obtener el consumo en $ml \cdot min^{-1}$. Además, se convirtieron los $ml \cdot min^{-1}$ a $L \cdot min^{-1}$ dividiendo $ml \cdot min^{-1}$ entre 1 000. Finalmente, para obtener las kcal, se multiplicó el gasto en $L \cdot min^{-1}$ por 5.

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS, siglas en Inglés) (1997). Medidas de tendencia central y de variabilidad fueron reportadas. Se calcularon análisis de varianza factoriales por sexo,

Tabla 1

PARTICIPANTES DEL ESTUDIO (N = 788)

Zona	Sexo	Edad			Total
		8	9	10	
Urbano	Hombres	60	94	35	189
	Mujeres	61	115	25	201
	Total	121	209	60	390
Rural	Hombres	51	36	12	99
	Mujeres	37	45	11	93
	Total	88	81	23	192
Urbano-Marginal	Hombres	30	58	21	109
	Mujeres	37	48	12	97
	Total	67	106	33	206

edad, y estrato socioeconómico (ANOVA factorial 2 x 3 x 3) para las variables de tiempo de carrera, VO_{2est} , METs, y kcal. Además, se realizaron los análisis post-hoc respectivos cuando fue necesario.

Resultados

Participaron en el estudio 788 ($N = 788$) estudiantes de tercer grado de la educación general básica (Tabla 1). Las características de los participantes se observan detalladamente en las tablas 2, 3, y 4, distribuidas por edad, sexo y estrato socioeconómico.

Al calcular el ANOVA factorial 2 x 3 x 3 (Sexo x Zona x Edad) para el tiempo en la carrera de 1 609 m, no se encontró una interacción significativa ($p = .077$). Sin embargo, al analizar los efectos sencillos, se encuentran diferencias significativas únicamente por sexo ($p = 0.000$), con tiempos de carrera promedio menores para los hombres; y por edad ($p = .012$). Con el análisis post hoc de Tukey para tamaños de muestras de diferente tamaño por edad, se determinó que las diferencias significativas se encontraron entre los participantes de 8 y 10 años ($p = 0.000$), y entre los participantes de 9 y 10 años ($p = 0.001$). A pesar de que el tiempo promedio de carrera no

Tabla 2

CARACTERÍSTICAS DE LOS PARTICIPANTES DE 8 AÑOS DE DIFERENTES ZONAS ($N = 276$)

Variable	Sexo		Zona		
			Urbano (n = 121)	Rural (n = 88)	Urbano-Marginal (n = 67)
Talla	Hombres	M	129,79	131,13	129,70
		(±DS)	(5,83)	(5,49)	(6,03)
	Mujeres	M	128,72	128,88	128,55
		(±DS)	(5,31)	(5,19)	(5,97)
Peso	Hombres	M	29,03	30,20	28,68
		(±DS)	(5,71)	(6,07)	(5,14)
	Mujeres	M	28,25	28,99	28,65
		(±DS)	(6,80)	(6,74)	(5,37)
Carrera (min)	Hombres	M	10,66	10,94	10,21
		(±DS)	(1,85)	(2,03)	(1,51)
	Mujeres	M	11,56	11,86	11,83
		(±DS)	(1,88)	(2,23)	(1,56)
VO_2 (ml•kg•min ⁻¹)	Hombres	M	34,47	33,94	35,76
		(±DS)	(4,72)	(5,91)	(5,42)
	Mujeres	M	31,99	31,49	31,10
		(±DS)	(4,27)	(4,87)	(3,28)
METs	Hombres	M	9,85	9,70	10,22
		(±DS)	(1,35)	(1,69)	(1,55)
	Mujeres	M	9,14	8,99	8,89
		(±DS)	(1,22)	(1,39)	(,94)
kcal	Hombres	M	4,94	5,02	5,08
		(±DS)	(,95)	(,81)	(1,06)
	Mujeres	M	4,46	4,48	4,48
		(±DS)	(,92)	(,88)	(,87)

resultó estadísticamente significativo entre los participantes de 8 y 9 años, los análisis para los cálculos del VO_{2est} y el gasto energético en METs y Kcal se realizaron por separado tanto por sexo como por grupo étnico.

Al calcular el ANOVA factorial 2 x 3 x 3 (Sexo x Zona x Edad) para el VO_{2est} , se encontró una interacción significativa ($p = .022$). Al analizar los efectos sencillos, se encontraron diferencias significativas por sexo ($p = 0.000$), con VO_{2est} promedio mayores para los hombres; y diferencias significativas por edad ($p = .006$). Con el análisis post hoc de Tukey para tamaños de muestras de diferen-

te tamaño por edad, se determinó que las diferencias significativas en el VO_{2est} se encontraron entre las niñas y niños de 8 y 10 años ($p = 0.000$), y entre las niñas y niños de 9 y 10 años ($p = 0.000$).

Al calcular el ANOVA factorial 2 x 3 x 3 (Sexo x Zona x Edad) para los METs, se encontró una interacción significativa ($p = .022$). Al analizar los efectos sencillos, se encontraron diferencias significativas por sexo ($p = 0.000$), con un promedio de METs mayores para los hombres; y diferencias significativas por edad ($p = .006$). Con el análisis post hoc de Tukey para tamaños de muestras de dife-

Tabla 3

CARACTERÍSTICAS DE LOS PARTICIPANTES DE 9 AÑOS DE DIFERENTES ZONAS (N = 396)

Variable	Sexo		Zona		
			Urbano (n = 209)	Rural (n = 81)	Urbano-Marginal (n = 106)
Talla	Hombres	M	130,73	131,21	132,53
		(±DS)	(5,18)	(4,77)	(6,38)
	Mujeres	M	130,46	130,44	128,77
		(±DS)	(7,71)	(5,86)	(7,47)
Peso	Hombres	M	29,41	29,81	31,58
		(±DS)	(5,65)	(6,87)	(6,96)
	Mujeres	M	30,38	28,85	29,15
		(±DS)	(7,80)	(5,74)	(6,69)
Carrera (min)	Hombres	M	10,19	10,48	10,44
		(±DS)	(1,72)	(1,69)	(1,58)
	Mujeres	M	11,95	11,60	11,28
		(±DS)	(1,83)	(2,13)	(1,65)
VO_2 ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$)	Hombres	M	35,94	34,95	34,99
		(±DS)	(5,36)	(4,83)	(4,47)
	Mujeres	M	30,98	32,12	32,57
		(±DS)	(3,76)	(5,07)	(3,87)
METs	Hombres	M	10,27	9,98	9,99
		(±DS)	(1,53)	(1,38)	(1,28)
	Mujeres	M	8,85	9,18	9,31
		(±DS)	(1,07)	(1,45)	(1,11)
kcal	Hombres	M	5,17	5,13	5,48
		(±DS)	(,96)	(1,03)	(1,00)
	Mujeres	M	4,66	4,59	4,69
		(±DS)	(,97)	(,97)	(,92)

Tabla 4

CARACTERÍSTICAS DE LOS PARTICIPANTES DE 10 AÑOS DE DIFERENTES ZONAS (N = 116)

Variable	Sexo		Zona		
			Urbano (n = 60)	Rural (n = 23)	Urbano-Marginal (n = 33)
Talla	Hombres	M (±DS)	134,21 (7,14)	131,93 (6,81)	133,49 (7,23)
	Mujeres	M (±DS)	133,52 (6,65)	134,21 (5,42)	130,57 (5,89)
Peso	Hombres	M (±DS)	31,39 (7,56)	30,27 (7,84)	33,10 (9,05)
	Mujeres	M (±DS)	31,13 (7,02)	31,94 (3,40)	28,86 (4,81)
Carrera (min)	Hombres	M (±DS)	9,89 (1,44)	9,35 (1,39)	9,78 (1,85)
	Mujeres	M (±DS)	10,81 (2,04)	11,62 (1,43)	11,39 (1,73)
VO ₂ (ml·kg·min ⁻¹)	Hombres	M (±DS)	36,71 (4,84)	38,63 (5,29)	37,40 (5,68)
	Mujeres	M (±DS)	33,97 (3,98)	31,59 (3,64)	32,32 (4,56)
METs	Hombres	M (±DS)	10,50 (1,38)	11,04 (1,51)	10,68 (1,62)
	Mujeres	M (±DS)	9,70 (1,14)	9,02 (1,04)	9,23 (1,30)
kcal	Hombres	M (±DS)	5,66 (1,18)	5,79 (1,42)	6,52 (2,26)
	Mujeres	M (±DS)	5,31 (1,51)	4,93 (,59)	4,70 (,63)

rente tamaño por edad, se determinó que las diferencias significativas en los METs se encontraron entre las niñas y niños de 8 y 10 años ($p = 0.000$), y entre las niñas y niños de 9 y 10 años ($p = 0.000$).

Finalmente, al analizar el ANOVA factorial 2 x 3 x 3 (Sexo x Zona x Edad) para el número estimado de kcal consumidas, no se encontró una interacción significativa ($p = 0.336$). Al analizar los efectos sencillos, se encontró una interacción significativa entre el sexo del participante y la zona socioeconómica de proveniencia sobre la cantidad promedio de kcal consumidas ($p = 0.028$). Esta interacción estuvo explicada por los valores

significativamente mayores de los niños de zona urbano-marginal cuando se les comparó con los niños de zona urbana ($p = 0.032$), y los niños de zona rural ($p = 0.47$). También se encontraron diferencias significativas por sexo ($p = 0.000$), con un promedio de kcal mayores para los hombres; y diferencias significativas por edad ($p = .006$). Con el análisis post hoc de Tukey para muestras de diferente tamaño por edad, se determinó que las diferencias significativas en las kcal se encontraron entre las niñas y niños de 8 y 10 años ($p = 0.000$), entre las niñas y niños de 9 y 10 años ($p = 0.000$), y entre los niños y niñas de 8 y 9 años ($p = 0.000$).

Discusión

En este estudio se analizó el gasto energético aproximado en niños de tercer grado de la educación general básica provenientes de diferentes estratos socioeconómicos en una carrera de 1 609 m. De los análisis del tiempo de carrera, se observó que a pesar de que los niños provenían de diferentes estratos socioeconómicos, los tiempos fueron similares. Sin embargo, esa diferencia fue significativamente mayor entre los niños y niñas de 8 y 10 años, y entre los niños y niñas de 9 y 10 años; no así para los niños y niñas de 8 y 9 años.

El VO_{2est} fue similar en los niños y niñas de las diferentes áreas socioeconómicas; sin embargo, los VO_{2est} fueron significativamente mayores en niños y niñas de 10 años cuando se les comparó con los niños y niñas de 8 y 9 años, respectivamente. Desde un punto de vista fisiológico, es necesario recordar que cuando se llevan a cabo comparaciones entre personas, es recomendable utilizar unidades relativas (i.e., $ml\ O_2 \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) en lugar de unidades absolutas (i.e., METs), ya que se deben tomar en cuenta diferencias en el tamaño corporal (McArdle, Katch, & Katch, 1996).

Por otro lado, el gasto energético estimado en METs fue similar en niños y niñas de las diferentes áreas socioeconómicas; sin embargo, al igual que con el VO_{2est} , estas diferencias fueron significativamente mayores en niños y niñas de 10 años cuando se les comparó con los niños y niñas de 8 y 9 años, respectivamente. Al igual que con el VO_{2est} , no se encontraron diferencias significativas en el gasto energético en METs entre los niños y niñas de 8 y 9 años.

Cuando se analizó el gasto energético estimado en kcal, se encontró que el sexo del participante, la edad, y el estrato socioeconómico de procedencia marcó las diferencias entre el gasto energético de los participantes. Aunque la interacción de las tres variables mencionadas anteriormente no fue estadísti-

camente significativa, se determinó que los participantes provenientes de zonas urbano-marginales gastaron más kcal comparados con los participantes de zona urbana y zona rural. También se determinó que existieron diferencias significativas en el gasto de kcal de los niños y niñas según su edad.

De acuerdo con el (ACSM, 1995), para consumir, "quemar", o gastar una libra de grasa, se deben invertir 3 500 Kcal. De aquí es de donde se le puede ver la importancia a estos números. Si una persona catalogada como obesa de acuerdo al porcentaje de grasa corporal desea reducir su peso graso, entonces se podría calcular aproximadamente cuántas kcal debería gastar realizando diversos tipos de ejercicio (e.g., ejercicio de tipo aeróbico). Por supuesto, se deben tomar en cuenta otras variables propias del diseño de programas de ejercicio como la frecuencia, la intensidad y la duración de la actividad.

Aunque el método anterior para determinar el consumo de O_2 , los METs y las kcal es indirecto y posee cierto grado de error, no se debe descartar su utilidad, especialmente cuando no se cuenta con instrumentos de laboratorio que brinden una medición más objetiva. Es más, la mayoría de los centros educativos que se visitaron tenían acceso a un área plana para que los escolares realizaran la prueba de carrera. Una conclusión importante es que el educador no debería exigir la misma cantidad de esfuerzo a los niños de tercer grado cuando realizan una carrera de 1 609 m, especialmente cuando el grupo es heterogéneo en cuanto a la edad (e.g., entre 8 y 10 años), ya que como se ha discutido, el gasto energético es diferente en ellos.

Nota

Los datos utilizados para este estudio son propiedad del Instituto de Investigación para el Mejoramiento de la Educación Costarricense II-MEC-UCR, del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, y de la Facultad de Medicina de la Universidad de Costa Rica.

Referencias bibliográficas

- American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (5ta ed.). Media, PA, EEUU: Williams & Wilkins, 1995.
- Blair, S. N., Kohl, H. W., Paffenbarger, R. S., Clark, D. G., Cooper, K. H., & Gibbons, L. W. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *Journal of the American Medical Association*, 262, 2395-2401, 1989.
- Hawes, M. R. Human body composition. En R. Eston & T. Reilly (Eds.), *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: Tests, procedures and data* (pp. 5-33). London, UK: E & FN Spon, 1996.
- La Gaceta, 8-95. *Decreto Ejecutivo # 23893*. San José, Costa Rica: Gobierno de Costa Rica, 1995.
- Lee, I-M. & Paffenbarger, R.S. Jr. Do physical activity and physical fitness avert premature mortality? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24:135-172, 1996.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. *Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance* (4ta ed.). Media, PA, EEUU: Williams & Wilkins, 1996.
- N.I.H. Consensus Development Panel on Physical Activity and Cardiovascular Health. Physical Activity and Cardiovascular Health. *Journal of the American Medical Association*, 276, 241-246, 1996.
- Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). *SPSS Base 7.5 for Windows: User's guide*. Chicago, IL, EEUU: SPSS, 1997.
- U.S. Department of Health and Human Services. *Physical activity and health: a report of the Surgeon General*. Atlanta, GA, EEUU: U. S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Promotion, 1996.