

Sección: Artículos originales

Gasto calórico, actividad física y nutrición en niños

Julio César Reina, M.D.¹, GB Spurr, Ph.D²

RESUMEN

Se hace una breve descripción de los diferentes métodos utilizados para determinar el gasto calórico en individuos o grupos, y en forma detallada se describe el método de la medición de la frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno desarrollado y utilizado para los estudios en Cali, Colombia. El método más preciso para medir el gasto calórico en los individuos, sin restringir su actividad física, es el del agua doblemente marcada. El método de la frecuencia cardíaca continua, aunque a nivel individual no es aún el método más preciso, sí proporciona excelentes resultados de la medida del gasto calórico en grupos pequeños. En los niños pre-escolares el déficit calórico crónico da como resultados una disminución en la actividad física voluntaria como primera línea de defensa contra la disminución del crecimiento. En niños escolares con desnutrición marginal, los niveles bajos de actividad física se deben a su menor tamaño y son incapaces de mantener niveles mayores cuando se les exige.

Existe un interés general en la medición del gasto calórico (GC) y la actividad física, tanto en niños como en adultos, con el fin de conocer mejor los posibles factores relacionados con obesidad, los efectos de la desnutrición crónica, los factores de riesgo que contribuyen a la enfermedad cardiovascular y también para obtener un mejor cálculo de las necesidades calóricas del individuo.

En 1985 la reunión del Comité Consultivo Internacional de Expertos de la FAO/OMS/UNU¹ definió las necesidades energéticas (calóricas) de un individuo como la cantidad de energía (calorías) ingerida en los alimentos, suficiente para compensar el gasto de energía, mantener una salud duradera, promover el crecimiento adecuado en los niños y que permita el mantenimiento de la actividad física que

sea económicamente necesaria y socialmente deseable. Además, acordó que las necesidades calóricas se deben calcular sobre todo con base en el gasto calórico. Este Comité recomendó también el uso de los múltiplos de la tasa metabólica basal (TMB) para estimar las necesidades calóricas en individuos de 10 años. Las necesidades calóricas en niños menores de 10 años se continúan determinando con base en la edad, el sexo y el peso corporal, por falta de información adecuada.

Se debe recordar que el gasto calórico diario total de un niño es la sumatoria de la TMB + termogénesis + actividad + crecimiento (síntesis de tejidos) + almacenamiento. La TMB incluye la cantidad de energía gastada mientras el sujeto duerme o está despierto, en ayunas y en completo reposo. La termogénesis es la energía que se gasta en mantener la temperatura corporal y en la digestión y absorción de los alimentos de la dieta. La energía de actividad es el costo energético de las diversas actividades que el niño realiza a diario. La energía de crecimiento es la cantidad de calorías gastadas en la síntesis y aposición de tejidos que le permiten crecer. Por último, hay un gasto calórico en el almacenamiento de tejidos. De estos componentes, los más importantes son la TMB y la actividad física. La energía consumida en el metabolismo basal puede ser hasta 55% del gasto calórico diario total y la energía gastada en actividad física, aunque es mucho más variable, puede alcanzar hasta 25%. En consecuencia, la medición de la TMB y la actividad física de los niños permite hacer un estimativo muy aproximado de sus necesidades calóricas diarias.

Se han seguido varios sistemas para determinar el gasto calórico con las respectivas dificultades para su aplicación en niños y las críticas por su grado de precisión. En forma breve se discutirán los distintos métodos más en boga hoy para su medición en un individuo o en grupos de personas en una comunidad. En forma más detallada se discutirá el método de la frecuencia cardíaca, desarrollada en el laboratorio de Cali, y que se utiliza para los estudios en esta misma ciudad.

1. Profesor Titular, Departamento de Pediatría, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia.
 2. Profesor, Departamento de Fisiología, Medical College of Winconsin y Profesor Visitante, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

1. Calorimetría directa o indirecta continua. La calorimetría directa mide la cantidad total de calor producida por el organismo. La calorimetría indirecta se

basa en el hecho que más de 95% de la energía gastada por el organismo proviene de las reacciones entre el oxígeno y los diversos alimentos; por tanto, el metabolismo se puede calcular, con bastante exactitud, a partir del consumo de oxígeno. El método de la medida del consumo de oxígeno (VO_2) y la producción de bióxido de carbono (VCO_2) (calorimetría indirecta) requiere una cámara respiratoria especialmente diseñada para analizar con precisión las concentraciones de estos gases². El método es muy costoso y necesita personal muy especializado, pero es tan preciso ($\pm 2\%$) que se considera como el estándar de comparación.

2. Medición de la ingesta calórica y los cambios en el peso y en la composición corporal. Es uno de los métodos más antiguos, muy utilizado en las encuestas epidemiológicas en la comunidad, a pesar de las bien conocidas dificultades para obtener datos precisos de ingesta dietética y descubrir cambios pequeños en la composición corporal. El relato de la ingesta en las últimas 24 horas es de empleo común, y ha mostrado una correlación positiva con la actividad física³.

3. Método factorial. Cuestionarios, diarios, observación. El propósito fundamental de este enfoque es dividir el día en fracciones de tiempo gastado en diferentes categorías de actividades conocidas por observación directa del sujeto, por el informe que el mismo sujeto hace de sus actividades o por la administración de un cuestionario. A cada una de las actividades se le asigna un valor de gasto calórico que se obtiene, bien sea por la medición del costo calórico en el sujeto en estudio o por valores promedio derivados de tablas existentes^{4,5} o por múltiplos de la TMB. La técnica observador/diario es laboriosa y requiere invertir gran cantidad de tiempo por parte del médico y del sujeto, y no es conveniente para encuestas epidemiológicas a gran escala, donde los distintos tipos de métodos de entrevista/cuestionario son más eficientes⁶. Esta técnica la recomendó el comité Consultivo de Expertos de la FAO/OMS/UNU en su reunión¹.

4. Instrumentos para medir movimiento (podómetros). Los instrumentos para contar pasos (podómetros) y otros dispositivos sensibles al movimiento (acelerómetros), permiten categorizar de una manera burda los diferentes niveles de actividad física del individuo⁷. Son de poco uso en la actualidad.

5. Agua doblemente marcada. Es un método no invasivo, de alta precisión que permite estudiar los mecanismos de equilibrio calórico en individuos para investigaciones de campo. El concepto original fue descrito por Lifson et al.⁸. Estos autores basaron su razonamiento en que la producción integral total de CO_2 se podría obtener de la

eliminación diferencial de una dosis oral de agua doblemente marcada con isótopos estables, no radiactivos, ($^2H_2^{18}O$). El 2H_2 (deuterio) marca el compartimiento de agua en el organismo y la constante de la tasa de su desaparición da la medida del recambio de agua. El ^{18}O marca tanto el espacio de agua como el de bicarbonato del organismo, que se equilibran rápidamente por acción de la anhidrasa carbónica. La constante de la tasa de desaparición del ^{18}O mide la suma del recambio de H_2O y CO_2 . La diferencia entre las dos constantes sería proporcional a la producción total de CO_2 y, por consiguiente, al gasto calórico.

El principio bioquímico del método se puede ver en la Figura 1. Durante la realización de la prueba, que toma varios días, el sujeto puede llevar una vida normal, mientras se recogen las muestras de orina o saliva⁹. La técnica es precisa, con un error entre 1% y 8%, pero los costos del isótopo y de los equipos de espectrometría de masas, limitan su aplicación para los estudios epidemiológicos a gran escala.

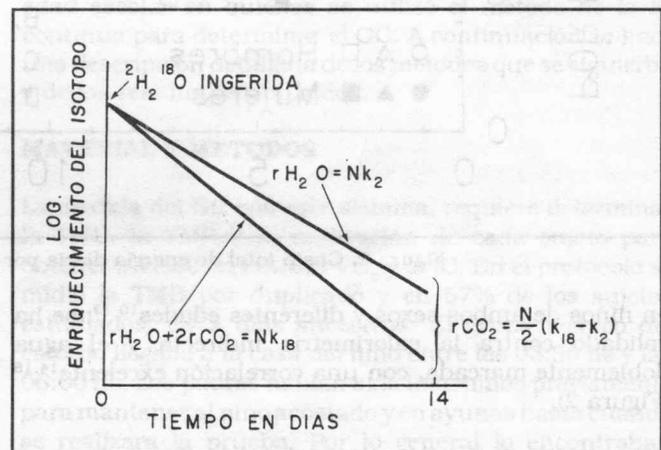


Figura 1. Principios básicos del método del agua doblemente marcada; mide la producción integrada de CO_2 para estimar gasto calórico.

RH_2O = Tasa de producción de agua
 rCO_2 = Tasa de producción de CO_2
 N = Agua total k_2 = Recambio de 2H k_{18} = Recambio de ^{18}O

6. Frecuencia cardíaca. El método se basa en la bien conocida correlación entre la frecuencia cardíaca (fC) y el VO_2 para estimar el gasto calórico. Los avances de la electrónica han permitido la creación de instrumentos tan pequeños para medir la fC continua, que instalados en el sujeto en estudio, no les incomoda ni interfieren con las actividades que realizan libremente en la casa, en el colegio o en el trabajo. Este método se desarrolló y se utilizó en el laboratorio de Cali para medir el gasto calórico

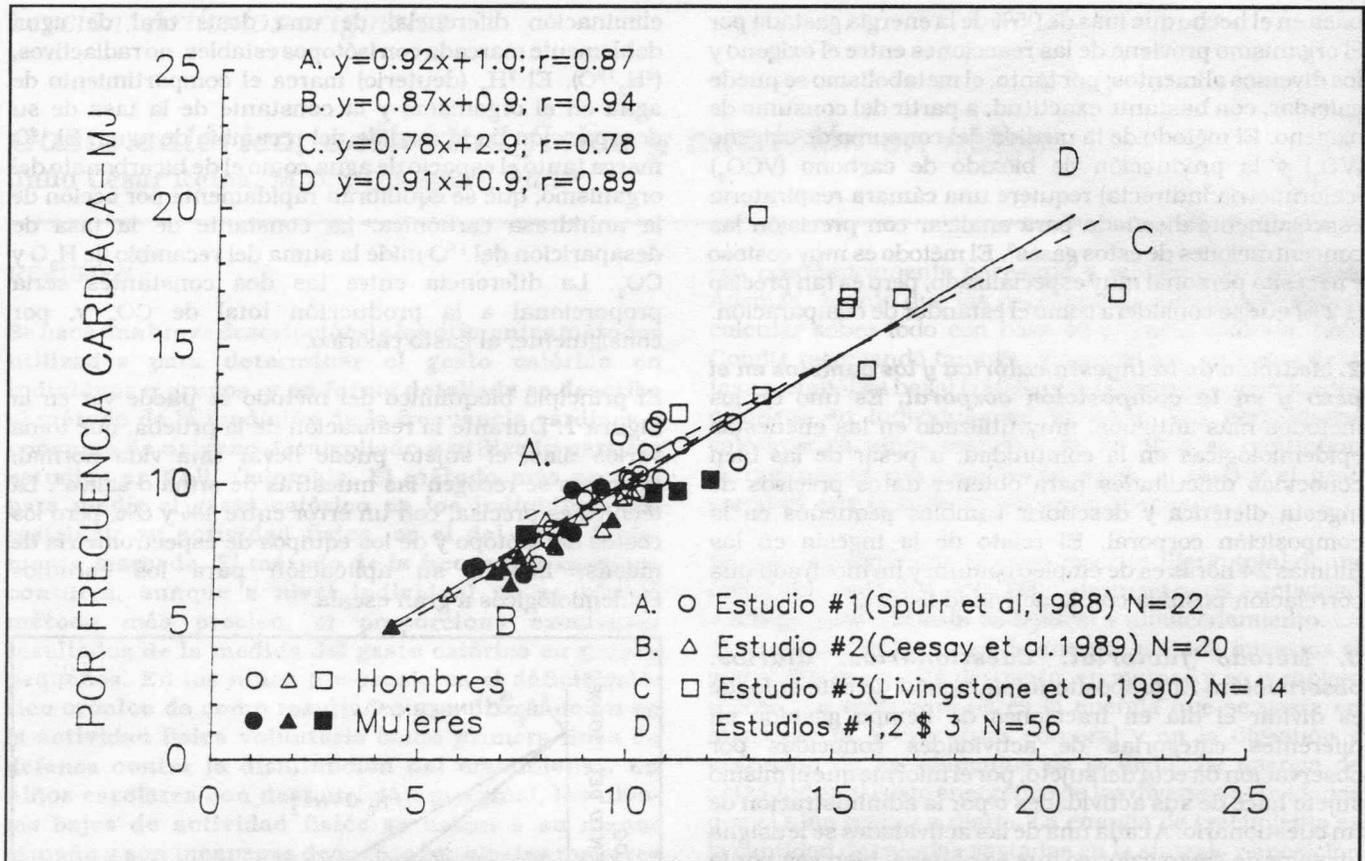


Figura 2. Gasto total de energía diaria por calorimetría o agua marcada doblemente-MJ

en niños de ambos sexos y diferentes edades¹⁰⁻¹³; se ha validado contra la calorimetría indirecta y el agua doblemente marcada, con una correlación excelente^{14,15} (Figura 2).

Los estudios de investigación del GC en niños, en países del tercer mundo como Colombia, necesariamente se tienen que relacionar con las características socio-económicas y las condiciones de salud y nutrición de la comunidad donde el niño crece. En situaciones de desnutrición, los mecanismos que el ser humano usa con más frecuencia para ahorrar energía, son disminuir la actividad física espontánea, especialmente la que requiere un mayor gasto calórico, y en los niños disminuir la velocidad de crecimiento.

Hay estudios clásicos al respecto. Rutishauser & Whitehead¹⁶ mostraron el efecto de la desnutrición en la actividad física de 20 niños pre-escolares de 1 a 3 años de edad en Uganda cuya ingesta calórica oscilaba entre 65 y 70 kcal/kg/día, comparados con niños europeos de la misma edad, cuya ingesta calórica oscilaba entre 108 y

121 kcal/kg. En ambos grupos se hizo un cálculo del tiempo empleado en distintas actividades físicas. Los niños de Uganda gastaron menos tiempo en actividades que requerían un GC relativamente alto como caminar o correr, y más tiempo de pie o sentados, en comparación con los niños europeos. Las diferencias fueron estadísticamente significantes. Puesto que las ganancias de peso y talla en los dos grupos no mostraban diferencias marcadas, los autores sugirieron que la disparidad en la ingesta calórica se equilibraba con una disminución comparable en el GC. Las diferencias culturales podrían contribuir también en los resultados.

Torún & Viteri¹⁷ estudiaron 5 niños pre-escolares guatemaltecos a quienes les administraron dietas con 3 niveles calóricos diferentes, como se ve en la Figura 3. El GC de los niños se estimó con base en el método de la fC. La reducción en la ingesta calórica de 90 a 82 kcal/gk/día (376 a 343 kJ/kg/día) dio como resultado una reducción significativa en el GC sin cambios significantes en la ganancia de peso. Sin embargo, una mayor reducción en la ingesta calórica a 71 kcal/kg/día (297 kJ/kg/día)

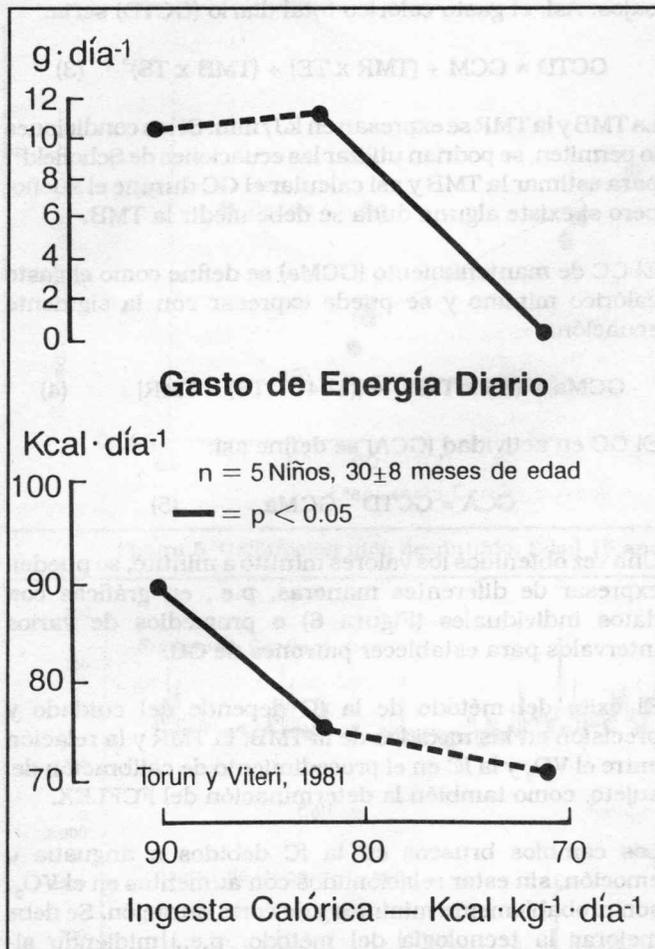


Figura 3. Tasa de crecimiento de peso corporal

produjo una reducción significativa en la ganancia de peso sin alterar en forma significativa el GC. Estos resultados indican que en niños pre-escolares, la primera línea de defensa contra una disminución en la ingesta calórica es la reducción en el GC para proteger el crecimiento. Pero si la ingesta disminuye todavía más, no se afecta el GC pero sí la tasa de crecimiento.

En otro estudio similar, Chávez & Martínez¹⁸ compararon 2 grupos de niños en el área rural de México (Figura 4). Uno de los grupos recibió suplementación alimenticia. Para medir la actividad física los autores contaron el número de contactos de los pies con el colchón o con la baranda de la cuna durante un período de 10 minutos cada 2 horas. La actividad física se cuantificó en términos de "contactos de los pies" por hora. Los niños entre 13 y 24 meses de edad, que recibieron suplementación alimenticia, eran 3 a 6 veces más activos que los no suplementados ($p < 0.01$). Estos últimos mostraron una

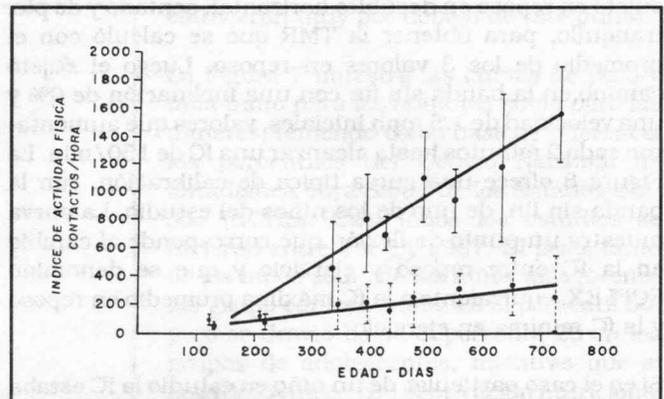


Figura 4. Actividad física (promedio de contactos/hora) a diferentes edades en niños suplementados (—•—) y no suplementados (—•—).

mayor dependencia de los adultos y una menor interacción con la madre o con la familia.

Los estudios en el laboratorio de Cali, incluyen niños en edad escolar en quienes se utilizó el método de la fC continua para determinar el GC. A continuación se hace una descripción detallada de los métodos que se siguieron y de los resultados obtenidos.

MATERIAL Y METODOS

La medida del GC con este sistema, requiere determinar la TMB, la TMR y la calibración de cada sujeto para obtener la relación entre el VO_2 y la fC. En el protocolo se midió la TMB por duplicado y en 57% de los sujetos estudiados, en 2 días sucesivos. El grupo técnico del estudio llegaba a la casa del niño entre las 05:30 hs y las 06:00 hs. Los padres habían sido instruidos previamente para mantener al niño acostado y en ayunas hasta cuando se realizara la prueba. Por lo general lo encontraban durmiendo. La TMR se determinó en el laboratorio 2 a 3 horas después del desayuno con el niño acostado, sentado y de pie, en un ambiente tranquilo. En cada posición debía permanecer por lo menos 5 minutos; después de este tiempo se tomaron cada minuto muestras seriadas de fC, VO_2 y VCO_2 hasta obtener valores mínimos.

En los cálculos del GC los promedios de estos valores de VO_2 se convirtieron a kJ/min mediante el equivalente calórico para el oxígeno, en el punto de medida del cociente respiratorio (RQ), a menos que el sujeto hubiera hiperventilado ($RQ > 0.95$) en cuyo caso se utilizaron los valores de 20.17 kJ/l ($RQ = 0.82$) para la TMB y 20.34 kJ/l ($RQ = 0.85$) para la TMR¹⁹.

La calibración de cada niño se hizo con la banda sin fin, y se obtuvieron medidas simultáneas de VO_2 y fC con el

sujeto en reposo en decúbito horizontal, sentado y de pie, tranquilo, para obtener la TMR que se calculó con el promedio de los 3 valores en reposo. Luego el sujeto caminó en la banda sin fin con una inclinación de 0% y una velocidad de 1.5 mph iniciales, valores que aumentaron cada 2 minutos hasta alcanzar una fC de 150/min. La Figura 5 ofrece una curva típica de calibración, con la banda sin fin, de uno de los niños del estudio. La curva muestra un punto de flexión que corresponde al cambio en la fC entre reposo y ejercicio y que se denominó FCFLEX, equivalente a la fC máxima promedio en reposo y la fC mínima en ejercicio.

Si en el caso particular de un niño en estudio la fC estaba por debajo del FCFLEX, se utilizó la TMR para el cálculo del GC, pero si estaba por encima, se utilizó la curva de regresión de ejercicio para calcular el VO₂.

El cálculo del GC a partir de la fC se obtuvo con monitores que acumulan en su memoria la frecuencia cardíaca del sujeto, minuto a minuto, durante el período de observación, usualmente 14 a 16 horas. Estos datos se pasaban a un microcomputador donde se hizo una limpieza inicial y luego se almacenaron en discos para su análisis posterior. En la Figura 6 aparecen los datos individuales del sujeto de la Figura 5 durante 14 horas de monitoreo de la fC desde las 06:00 hs hasta las 20:00 hs. El panel superior muestra la curva de fC y el valor de FCFLEX como una línea horizontal para el período de observación de 14 horas. Si la fC está por debajo de FCFLEX se usa el valor de la TMR. Para las cifras de VO₂ y GC se usa este valor como el mínimo.

Los cálculos aplicados a cada frecuencia cardíaca para obtener el GC en kJ/min son:

$$\begin{aligned} GC &= (m \times fC + b) \times 20.48 \quad \text{a } fC > \text{FCFLEX} \quad (1) \\ GC &= TMR \quad \text{a } fC < \text{FCFLEX} \end{aligned}$$

donde m = a la pendiente y b = a la intersección de la curva de calibración (Figura 5) y 20.48 kJ/l es el equivalente calórico de oxígeno si se supone que el RQ es de 0.88; la TMR es el valor promedio de varias medidas del metabolismo en reposo. El GC, mientras se hace la monitoría de la fC (GCM), es entonces:

$$GCM = \sum GC \quad (2)$$

En estudios de campo, usualmente hay un período corto (tiempo extra, TE) después de terminado el registro de la fC, antes de acostarse el sujeto y que no queda incluido en el tiempo de monitoreo (TM), ni en el tiempo de sueño (TS). Todos los tiempos son en minutos. Al TE se le pueden asignar valores de la TMR si los niveles de actividad son

bajos. Así, el gasto calórico total diario (GCTD) sería:

$$GCTD = GCM + (TMR \times TE) + (TMB \times TS) \quad (3)$$

La TMB y la TMR se expresan en kJ/min. Si las condiciones lo permiten, se podrían utilizar las ecuaciones de Schofield²⁰ para estimar la TMB y así calcular el GC durante el sueño; pero si existe alguna duda se debe medir la TMB.

El GC de mantenimiento (GC_{Ma}) se define como el gasto calórico mínimo y se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$GC_{Ma} = (TS \times TMB) + [(1440 - TS) \times TMR] \quad (4)$$

El GC en actividad (GCA) se define así:

$$GCA = GCTD - GC_{Ma} \quad (5)$$

Una vez obtenidos los valores minuto a minuto, se pueden expresar de diferentes maneras, p.e., en gráficas con datos individuales (Figura 6) o promedios de varios intervalos para establecer patrones de GC.

El éxito del método de la fC depende del cuidado y precisión en las medidas de la TMB, la TMR y la relación entre el VO₂ y la fC en el procedimiento de calibración del sujeto, como también la determinación del FCFLEX.

Los cambios bruscos en la fC debidos a angustia o emoción, sin estar relacionados con aumentos en el VO₂, son probablemente mínimos y de corta duración. Se debe mejorar la tecnología del método, p.e., midiendo simultáneamente la fC y el movimiento del sujeto, para distinguir frecuencias cardíacas altas debidas a causas distintas a actividad física intensa. Si se emplea el método del registro de la fC continua, minuto a minuto, en forma adecuada, es posible obtener excelentes estimativos del GCTD aun en grupos pequeños.

En el laboratorio de Cali se estudió el GC de un grupo de escolares (en relación con su estado nutricional), que asistían a las escuelas públicas de barrios clasificados como de nivel socio-económico bajo. El universo lo constituyeron 476 estudiantes; había 309 hombres y 167 mujeres de 6 a 16 años, que debían presentar su certificado de nacimiento para ser incluidos en el programa y que se distribuyeron en 3 grupos de edad: 6 a 8; 10 a 12; y 14 a 16 años. Además, se dividieron en 2 grupos nutricionales con base en los estándares de crecimiento para Colombia²¹.

A cada sujeto se le tomó peso, talla, pliegues cutáneos, circunferencia del brazo, hemoglobina y hematócrito según las técnicas ya descritas¹⁰. Los niños cuyo peso para la

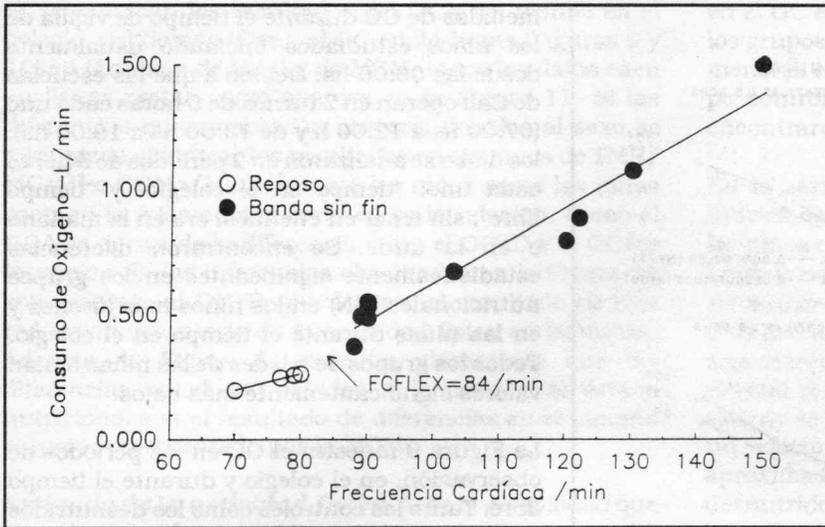


Figura 5. Calibración niño desnutrido. Edad 15 años.

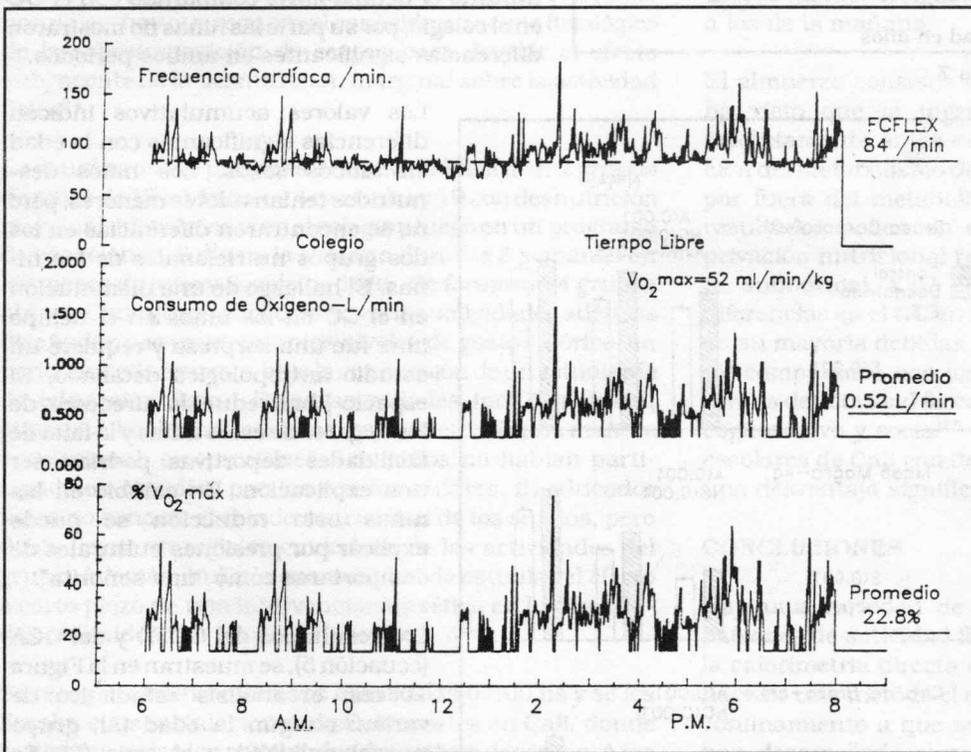


Figura 6. Varón desnutrido 15 años de edad.

estuvieran muy por debajo de este punto.

La Figura 7 muestra las curvas de peso y talla tanto para los hombres como para las mujeres, teniendo como base de referencia los percentiles del Centro Nacional de Estadística para Salud de los Estados Unidos (NCHS). Casi todos los estudios se hicieron entre 1982 y 1987. El peso, tanto de los niños como de las niñas más jóvenes del grupo control estaba en el percentil 50, pero se desvió hacia el percentil 25 en los grupos de adolescentes, mientras que el peso de los niños con deprivación nutricional estaba en o por debajo del percentil 5. Este mismo patrón se observó también en la talla, aunque las niñas adolescentes no mostraron diferencias con respecto al estado nutricional. El análisis de varianza mostró una interacción estadísticamente significativa para el peso, la talla, la edad y el estado nutricional en ambos sexos ($p = 0.007$), excepto para la talla en las niñas de 14 a 16 años de edad ($p = 0.036$).

Este patrón de crecimiento en los niños de la Figura 7 es similar al observado en un estudio epidemiológico a mayor escala realizado en Cali²². En este estudio, además del crecimiento retardado, tanto los niños como las niñas mostraron un retraso significativo en la aparición de los cambios de la adolescencia según la escala de Tanner^{11,23} y un subgrupo de niños con deprivación nutricional mostró niveles altos de la hormona de crecimiento. Todos estos hallazgos son signos cardinales de desnutrición marginal.

edad y la talla estaba por encima de 95% de lo esperado para el promedio (pero menos de 110%), se clasificaron como normales desde el punto de vista nutricional (controles) y los que tenían un peso para la edad y talla menor de 95%, se consideraron con desnutrición marginal. El punto de corte en 95% fue enteramente arbitrario, con la esperanza que los promedios de los grupos de estudio

El contenido de grasa corporal, la masa corporal magra (MCM) y la circunferencia del brazo se encontraron significativamente disminuidos en los niños con deprivación nutricional, en comparación con los controles (Figura 8). La MCM fue menor en las niñas.

Gasto calórico. Con el método descrito, se obtuvieron

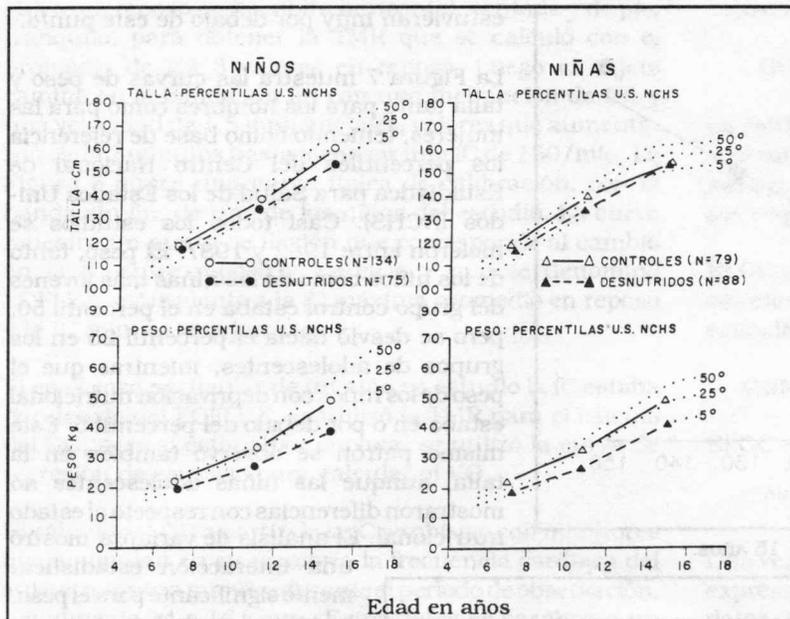


Figura 7

medidas de GC durante el tiempo de vigilia de los niños estudiados iniciando usualmente desde las 06:00 hs. Debido a que las escuelas de Cali operan en 2 turnos de 5 horas cada uno (07:00 hs a 12:00 h y de 13:00 hs a 18:00 hs), los datos se analizaron en 2 periodos de 5 horas cada uno: "tiempo en el colegio" y "tiempo libre", sin tener en cuenta si era en la mañana o en la tarde. Se encontraron diferencias estadísticamente significantes en los grupos nutricionales (GN) en los niños más jóvenes y en las niñas durante el tiempo en el colegio. Todos los grupos de edades de las niñas tenían valores significativamente más bajos.

La Figura 9 muestra el GC en los periodos de observación, en el colegio y durante el tiempo libre. Tanto los controles como los desnutridos mostraron una reducción significativa en el GC durante el tiempo libre, comparado con el GC en el colegio; por su parte las niñas no mostraron diferencias significantes en ambos periodos.

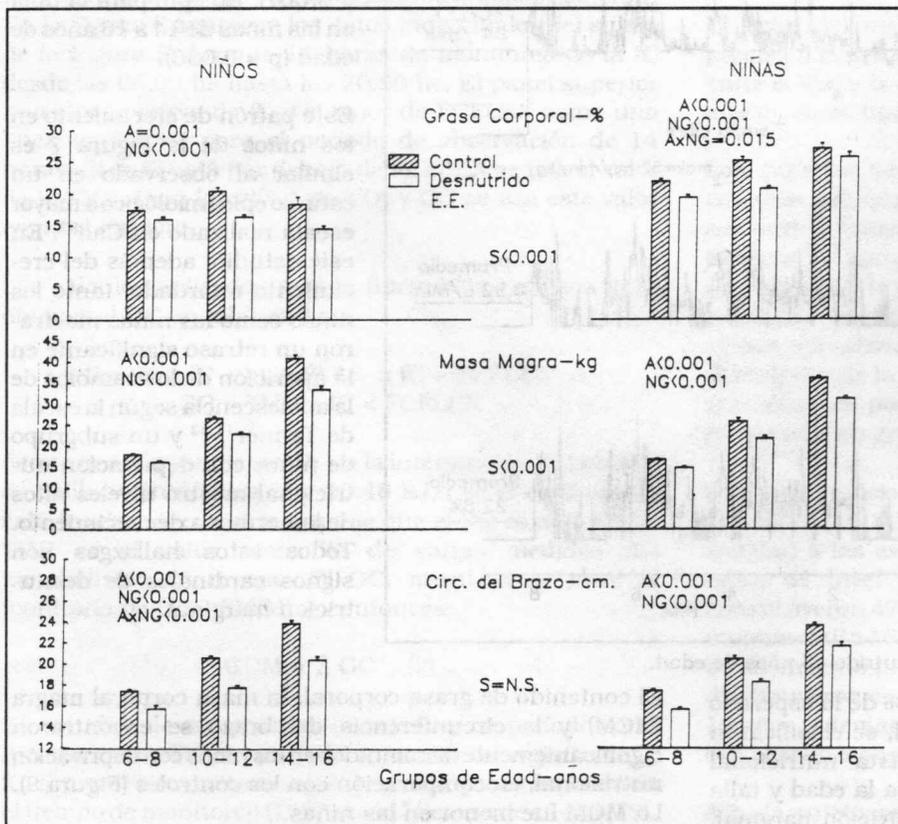


Figura 8

Los valores acumulativos indican diferencias significantes con la edad en ambos sexos. Los niños desnutridos tenían valores menores, pero no se encontraron diferencias en los dos grupos nutricionales de las niñas. El hallazgo de una disminución en el GC en los niños en el tiempo libre fue una sorpresa y requiere un estudio antropológico detallado. El espacio libre reducido alrededor de los hogares de estos niños y la falta de facilidades deportivas podrían ser una explicación. En cambio en las niñas esta reducción se puede explicar por presiones culturales de comportarse como "una señorita".

Los resultados del GCTD y del GCA (ecuación 5), se muestran en la Figura 10 con el análisis estadístico de varianza según la edad (A), grupo nutricional (NG) y el sexo (S). Se encontraron diferencias estadísticamente significantes en el GCTD y en el GCA con respecto a sexo y edad. También se encontraron diferencias para los grupos nutricionales en los niños; sin embargo, en las niñas estas diferencias no fueron significantes.

Si se expresan los resultados del GCA del tiempo en el colegio, del tiempo libre y el GC en 24 horas (Figuras 9 y 10) en términos de MJ/kg de MCM, todos los datos caen en líneas rectas como aparece en la Figura 11. Si las diferencias en composición corporal debidas al sexo se minimizan al indicar los resultados en términos de TMB/MCM²³ o GCMA/MCM¹¹, tanto los niños como las niñas caen en la misma línea recta en cada relación. Como el GCA se deriva de la diferencia entre el GCTD y el GCMA (ecuación 5), las diferencias observadas en la Figura 11 con respecto al GCTD, pueden ser el resultado de una reducción voluntaria de la actividad física en las niñas. Además, la Figura 11 muestra claramente que las diferencias en el GC debidas a la edad y al estado nutricional son el resultado de diferencias en el tamaño corporal representado por la MCM.

Estímulo de la actividad física. Ante la posibilidad que los niños con desnutrición marginal pueden no mostrar diferencia en la actividad física si se comparan con niños normales, hay que recurrir al conocido principio fisiológico de la sobreimposición de cargas para develar el efecto subyacente de la desnutrición marginal sobre la actividad física²⁴.

Se estudiaron los patrones de actividad física en 2 grupos de niños de 12 a 14 años, 14 controles y 19 con desnutrición marginal, inicialmente en el colegio y luego en un programa de vacaciones, 5 días a la semana durante 8 semanas en los meses de julio y agosto de 1985. Se formaron 4 grupos al azar. Cada grupo participó en varias actividades atléticas diseñadas para aumentar los niveles de gasto calórico, en periodos de 2 semanas, bajo la supervisión de un estudiante de educación física. Estas actividades incluían fútbol, gimnasia, basketbol, carreras, paseos, etc., de una manera recreacional, sin presiones. Los niños no habían participado en estudios previos con los autores. El educador físico no conocía el estado nutricional de los sujetos, pero debía llevar un registro cuidadoso de las actividades del grupo. Además, hubo la oportunidad de estudiar el efecto a corto plazo de una intervención dietética en los resultados obtenidos.

Se recogía a los niños en sus casas a las 07:00 hs y se les llevaba a las instalaciones de Coldeportes en Cali, donde realizaron todas las actividades deportivas descritas. A las 12:00 hs iban a un restaurante cercano, contratado para el estudio, donde les servían un almuerzo que contenía aproximadamente 765 kcal (3.2 MJ). A las 13:00 hs reiniciaban sus actividades atléticas y a las 18:00 hs regresaban a sus casas.

La Figura 12 resume los resultados de este estudio. El análisis de varianza no mostró diferencias significantes

en el GC en el colegio y en el tiempo libre con respecto a los grupos nutricionales, con una tendencia a los valores menores en el tiempo libre que fue significativa en el grupo control ($p = 0.02$). Los resultados más notorios se encontraron en el GC en el programa vacacional.

En la sesión de la mañana los niños con privación nutricional eran incapaces de mantener el nivel de GC de los niños controles. La experiencia después de más de 12 años de estudios en estas comunidades, ha mostrado que estos niños con privación nutricional toman un desayuno muy precario, usualmente café negro con panela y a veces algo de leche, mientras que los niños con estado nutricional normal reciben un desayuno mejor. Infortunadamente esto no se ha documentado. Después del almuerzo hubo un efecto energético positivo en ambos grupos de aproximadamente 2 horas de duración donde los niños desnutridos pudieron mantener el mismo nivel de GC que los controles. Sin embargo, después de este período, hubo una disminución significativa en los niveles de GC similares a los de la mañana.

El almuerzo consistía en casi 70% de carbohidratos. Se ha visto que la ingestión de 100 g de glucosa inmediatamente antes de ejercicio resulta en una desviación del metabolismo de ejercicio hacia los carbohidratos, por fuera del metabolismo de los ácidos grasos. Estos resultados ponen en evidencia que los niños con privación nutricional responden de una manera diferente, subnormal, a un ejercicio sobrepuesto. Como las diferencias en el GC en los días ordinarios del colegio son, en su mayoría debidas a diferencias en el tamaño corporal comparados con los controles (Figura 12), y que los niveles de actividad física contribuyen al desarrollo motor²⁵, cognoscitivo y social²⁶ de los niños, parecería que estos escolares de Cali con desnutrición marginal, no están en una desventaja significativa en este sentido.

CONCLUSIONES

Hay una variedad de sistemas para medir GC y los patrones de actividad física en el niño. El más preciso es la calorimetría directa o indirecta. El grado de exactitud hace de este método el estándar de referencia, pero por el confinamiento a que se somete al sujeto en estudio, se han desarrollado otras técnicas que interfieren poco o nada con las actividades cotidianas. Así, determinar la excreción de $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ (Figura 1) ha mostrado la mejor correspondencia con la calorimetría corporal. Sin embargo, el alto costo y el hecho que el método suministra un valor integrado para el tiempo durante el cual se han hecho las medidas, periodo que puede variar desde 5 días hasta 2 semanas, tiene, por tanto, sus limitaciones para estimar los patrones de GC del individuo.

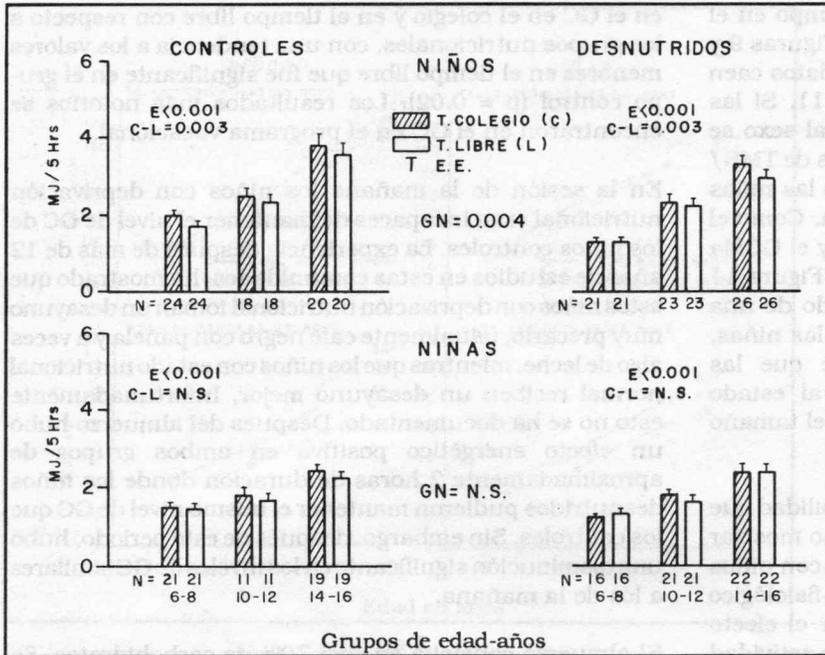


Figura 9. Gasto calórico total en 5 horas.

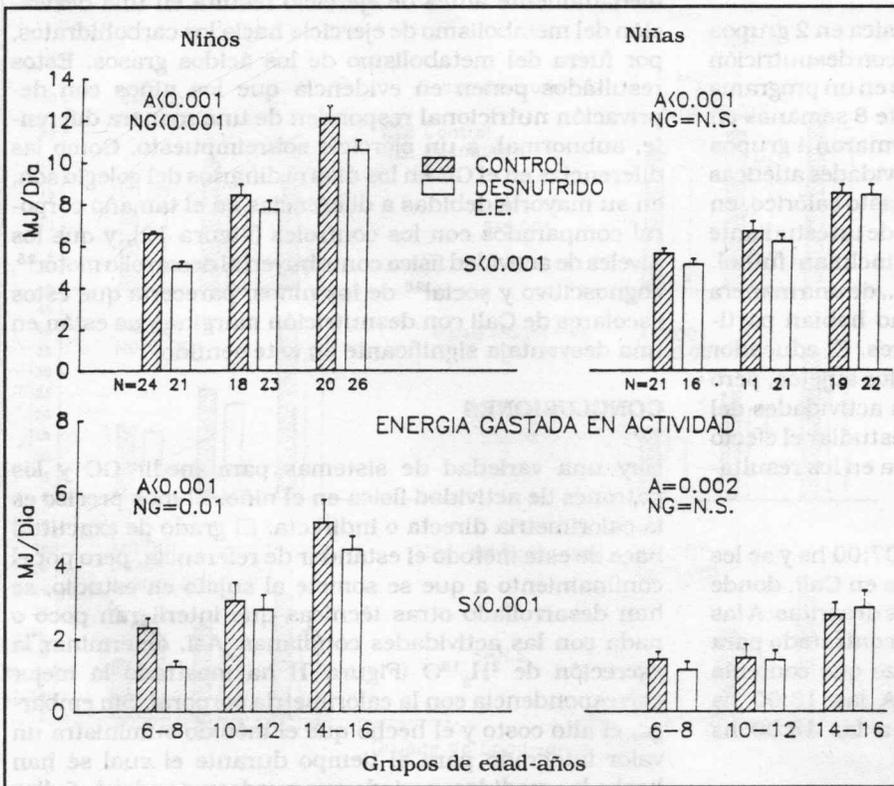


Figura 10. Gasto total de energía diaria.

El método del registro de la fc continua, aunque aún no es lo suficientemente preciso para determinaciones individuales, a menos que se hagan de una forma repetitiva en periodos de 24 horas, es el que mejores resultados puede brindar en estudios epidemiológicos de campo a gran escala. El método factorial ha producido informes muy aceptables que dependen del grado de atención que se tenga al aplicarlos.

Algunos autores consideran que el tamaño corporal reducido de las poblaciones expuestas a riesgo nutricional es una adaptación barata. Seckler²⁶ propuso la hipótesis de "pequeño pero sano" que reduciría el problema de la desnutrición en el mundo sólo a los casos que presentan sintomatología clínica de desnutrición.

Consistentemente Spur^{27,28} y Spur & Reina²⁹ han encontrado que las reducciones en el tamaño corporal de los adultos tienen un impacto económico negativo en quienes deben realizar un trabajo físico pesado o moderadamente pesado y que el descenso en la capacidad de trabajo del adulto se puede predecir desde la niñez en edad escolar²⁸. En este sentido un peso corporal reducido no es una adaptación barata; por el contrario, es muy costosa, pues, si bien es cierto, permite un GC bajo en un ambiente de escasez crónica de ingesta calórica, tiene implicaciones negativas a nivel individual y comunitario.

Los niños escolares con desnutrición marginal del presente estudio, presentan un descenso en el gasto calórico total diario y en el GC de actividad durante los días de colegio que se relaciona con su menor tamaño corporal. Aunque se puede sugerir que estos niños no están en desventaja, si se comparan con los de estado nutricional normal, sí lo están con respecto a la contribución de la actividad física al desarrollo motor y cognoscitivo.

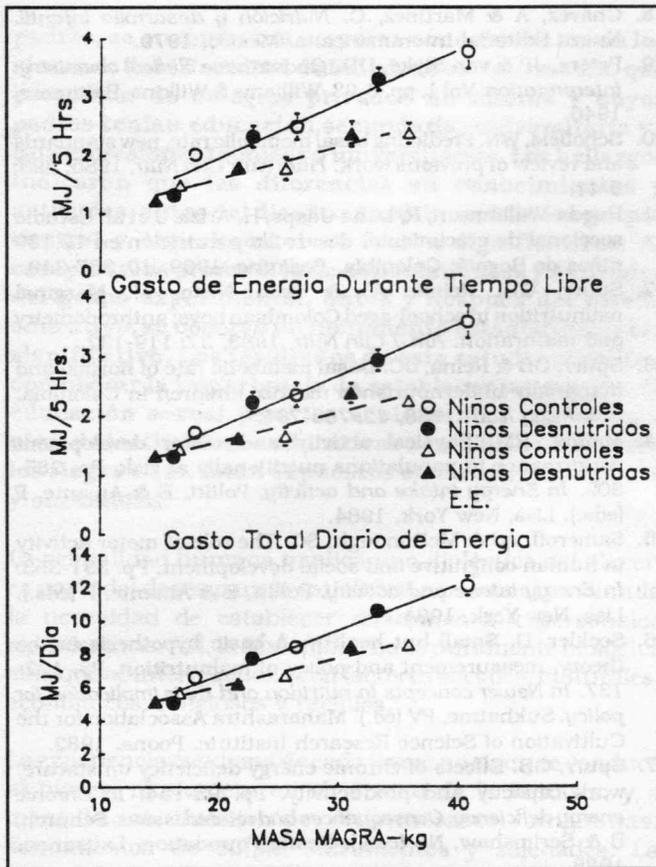


Figura 11. Gasto de energía total en el colegio.

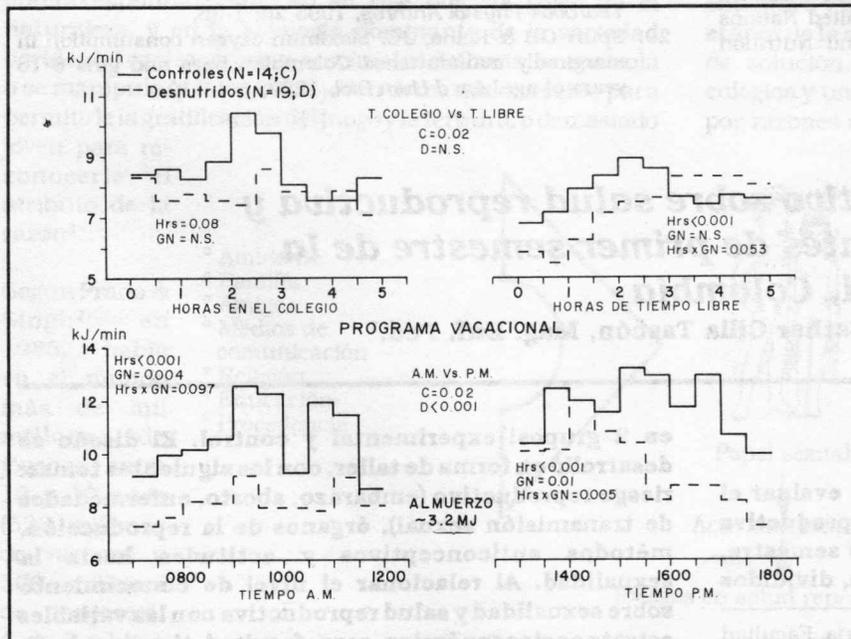


Figura 12. Gasto calórico en el colegio.

SUMMARY

The most accurate measurement of energy expenditure (EE) in free-living individual subjects is by the doubly-labelled water technique. The minute-by-minute heart rate (fH) method while not yet quite suitable for individuals, will give excellent measurements of EE in small groups of subjects as well as the pattern of EE while wearing the fH recorder. In pre-school children, chronic energy deficiency results in decreased activity as a first line of defense against decreased rate of growth. In marginally malnourished school-age children, the lower levels of EE are the result of their small size. However they are unable to cope with situations of increased activity above ordinary levels.

AGRADECIMIENTOS

Los diversos estudios que hacen parte de este resumen fueron financiados de modo directo o indirecto por las siguientes entidades: Nestlé Nutrition Research Grants Programme, Universidad de las Naciones Unidas, la Fundación para la Educación Superior, FES, Departamento de Pediatría, Facultad de Salud, Universidad del Valle y Coldeportes, Seccional Valle. Los autores expresan mucho reconocimiento a los niños, sus padres y sus profesores.

REFERENCIAS

1. FAO/WHO/UNU. *Energy and protein requirements*. Technical Report Series N° 724. Geneva, World Health Organization, 1985.
2. Jequier, E. Direct and indirect calorimetry in man. In *Substrate and energy metabolism in man*. Garrow, JS & Halliday, D (eds.). Libbey, London, 1985.
3. Slattery, ML, Jacobs, DR & Nichaman, MZ. An assessment of caloric intake as an indicator of physical activity. *Prev Med*, 1989, 18: 444-451.
4. Passmore, R & Durnin, JGVA. Human energy expenditure. *Physiol Rev*, 1985, 35: 801-840.
5. Consolazio, CF, Johnson, RE & Pecora, LJ. *Physiological measurements of metabolic functions in man*. McGraw-Hill, New York, 1963.
6. Montoye, HJ. Estimation of habitual physical activity by questionnaire and interview. *Am J Clin Nutr*, 1971, 24: 1113-1118.
7. Saris, WHM. Habitual physical activity in children: methodology and findings in health and disease. *Med Sci Sports Exerc*, 1986, 18: 253-263.
8. Lifson, N, Gordon, GB & McClintock, R. Measurement of total carbon dioxide production by means of D₂¹⁸O. *J Appl Physiol*,

- 1955, 7: 704-710.
9. Prentice, AM, Vásquez-Velásquez, L, Davies, PSW et al. Total energy expenditure of free-living infants and children obtained by the doubly-labelled water method. Pp. 83-101. In *Activity, energy expenditure and energy requirements of infants and children*. Schurch, B & Scrimshaw, NS (eds.), IDECG Workshop. Nestlé Foundation, Lausanne, 1990.
 10. Spurr, GB, Reina, JC & Barac-Nieto, M. Marginal malnutrition in school-aged Colombian boys: metabolic rate and estimated daily energy expenditure. *Am J Clin Nutr*, 1986, 44: 113-126.
 11. Spurr, GB & Reina, JC. Patterns of daily energy expenditure in normal and marginally undernourished school-aged Colombian children. *Eur J Clin Nutr*, 1988, 42: 819-834.
 12. Spurr, GB & Reina, JC. Influence of dietary intervention on artificially increased activity in marginally undernourished Colombian boys. *Eur J Clin Nutr*, 1988, 42: 835-846.
 13. Spurr, GB & Reina, JC. Energy expenditure/basal metabolic rate ratios in normal and marginally undernourished Colombian children 6-16 years of age. *Eur J Clin Nutr*, 1989, 43: 515-527.
 14. Spurr, GB, Prentice, AM, Murgatroyd, PR et al. Energy expenditure from minute-by-minute heart rate recording: comparison with indirect calorimetry. *Am J Clin Nutr*, 1988, 48: 552-559.
 15. Livingstone, MBE, Prentice, AM, Coward, WS et al. Simultaneous measurement of free-living energy expenditure by the doubly-labelled water ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$) method and heart-rate monitoring. *Am J Clin Nutr*, 1990, 52: 59-65.
 16. Rutishauser, IHE & Whitehead, RG. Energy intake and expenditure in 1-3-year-old Ugandan children living in a rural environment. *Br J Nutr*, 1972, 28: 145-152.
 17. Torún, B & Viteri, FE. Energy requirements of pre-school children and effects of varying energy intakes on protein metabolism. Pp. 229-241. In *Protein-energy requirements of developing countries: evaluation of new data* (supplement 5). Torún, B, Young, VR & Rand, WM (eds.), United Nations University. World Hunger Program, Food and Nutrition Bulletin, Tokyo, 1981.
 18. Chávez, A & Martínez, C. *Nutrición y desarrollo infantil*. Nueva Editorial Interamericana. México, 1979.
 19. Peters, JP & van Slyke, DD. *Quantitative clinical chemistry: interpretation*. Vol 1, pp. 3-93. Williams & Wilkins, Baltimore, 1946.
 20. Schofield, WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr*, 1985, 39S: 5-41.
 21. Rueda-Williamson, R, Luna-Jaspe, H, Ariza, J et al. Estudio seccional de crecimiento, desarrollo y nutrición en 12,139 niños de Bogotá, Colombia. *Pediatría*, 1969, 10: 337-349.
 22. Spurr, GB, Reina, JC & Barac-Nieto, M. Marginal malnutrition in school-aged Colombian boys: anthropometry and maturation. *Am J Clin Nutr*, 1983, 37: 119-132.
 23. Spurr, GB & Reina, JC. Basal metabolic rate of normal and marginally undernourished mestizo children in Colombia. *Eur J Clin Nutr*, 1988, 42: 753-764.
 24. Malina, RM. Physical activity and motor development performance in populations nutritionally at risk. Pp. 285-302. In *Energy intake and activity*. Pollitt, E & Amante, P (eds.). Liss, New York, 1984.
 25. Sameroff, AJ & McDonough, SC. The role of motor activity in human cognitive and social development. Pp. 331-353. In *Energy intake and activity*. Pollitt, E & Amante, P (eds.). Liss, New York, 1984.
 26. Seckler, D. Small but healthy. A basic hypothesis in the theory, measurement and policy of malnutrition. Pp. 122-137. In *Newer concepts in nutrition and their implication for policy*. Sukhatme, PV (ed.). Maharashtra Association for the Cultivation of Science Research Institute. Poona, 1982.
 27. Spurr, GB. Effects of chronic energy deficiency on stature, work capacity and productivity. Pp. 95-134. In *Chronic energy deficiency. Consequences and related issues*. Schurch, B & Scrimshaw, NS (eds.). Nestlé Foundation, Lausanne, 1988.
 28. Spurr, GB. Nutritional status and physical work capacity. *Yearbook Physiol Anthropol*, 1983 26: 1-35.
 29. Spurr GB & Reina, JC. Maximum oxygen consumption in marginally malnourished Colombian boys and girls 6-16 years of age. *Am J Hum Biol*, 1989, 1: 11-19.

Efecto de un diseño educativo sobre salud reproductiva y sexualidad en los estudiantes de primer semestre de la Universidad del Valle, Cali, Colombia

Gladys Medellín C., Mag. Enf. Ped.¹, Esther Cilia Tascón, Mag. Enf. Ped.¹

RESUMEN

Se realizó un experimento de campo para evaluar el efecto de un diseño educativo sobre salud reproductiva y sexualidad, en 423 estudiantes de primer semestre, de la Universidad del Valle, Cali, Colombia, divididos

en 2 grupos: experimental y control. El diseño se desarrolló en forma de taller, con los siguientes temas: riesgo reproductivo (embarazo, aborto, enfermedades de transmisión sexual), órganos de la reproducción, métodos anticonceptivos y actitudes hacia la sexualidad. Al relacionar el nivel de conocimiento sobre sexualidad y salud reproductiva con las variables estrato socioeconómico, sexo, facultad, tipo de colegio de estudios secundarios, educación y profesión de los

1. Profesora Asistente, Departamento de Enfermería, Facultad de Salud, Universidad del Valle, Cali, Colombia.