

Requerimiento de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del Noroeste de México

Alemán-Mateo H., Guadalupe T. Reza-Durán, Julián Esparza, Mauro E. Valencia

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, CIAD A.C., Hermosillo, Sonora, México

RESUMEN. Se determinó el requerimiento energético total mediante el cuestionario de actividad física y calorimetría indirecta en dos grupos etarios de la tercera edad, activos en vida libre y residentes de una región rural. Se registraron 65 actividades, tanto recreativas como discretivas. A cada actividad se le asignó un valor del costo energético reportado en la literatura para población adulta y anciana. Se consideraron todas las actividades para la adaptación del cuestionario. La reproducibilidad del cuestionario se probó mediante su aplicación repetida en dos ocasiones, con una separación entre 3 y 4 semanas y se obtuvo una $r = 0.85$ ($p < 0.05$). Las medias del nivel de actividad física estimadas con el cuestionario en las mujeres y hombres fue de 1.50 ± 0.29 y 1.65 ± 0.66 , respectivamente ($p < 0.05$). De manera complementaria se midió la tasa metabólica basal. En las mujeres el metabolismo basai fue de 5348 ± 719 kJ/día, diferente de 6160 ± 862 kJ/día en los hombres ($p < 0.05$). De manera similar se encontraron diferencias en el gasto energético total de 8311 ± 1610 kJ/día y 10210 ± 2268 kJ/día para mujeres y hombres ($p < 0.05$), respectivamente. El tipo de cuestionario utilizado puede ser una metodología alterna para evaluar el gasto por actividad física en este grupo poblacional y en conjunto con las mediciones de la tasa metabólica basal puede ser útil para estimar el gasto energético total y por consiguiente el requerimiento de energía en la población de la tercera edad y en vida libre.—

Palabras clave: Tercera edad, tasa metabólica basal, nivel de actividad física, composición corporal, requerimiento de energía.

SUMMARY. Energy requirements in active elderly individuals living in a rural region of Northwest Mexico. The energy requirements in free-living elderly rural people were investigated by measuring physical activity level and basal energy expenditure using a physical activity questionnaire and indirect calorimetry, respectively. Approximately 65 different occupational and leisure activities over the previous 12 months were considered. Energy expenditure by physical activity was estimated using PAL for specific activities reported in the literature. All 65 the activities were considered to adapt the questionnaire. Reproducibility was evaluated by administering the questionnaire on two separate occasions within 3-4 week elapsed between them. It was found to be reliable for the study (Pearson correlation was $r = 0.85$; $p < 0.05$). The physical activity level of the women and men were 1.50 ± 0.29 and 1.65 ± 0.66 , respectively ($p < 0.05$). The basal metabolic rate also differed between women and men ($p < 0.05$) with 5348 ± 719 kJ/day and 6160 ± 862 kJ/day, respectively. Similarly the total energy expenditure was different ($p < 0.05$) in women and men 8311 ± 1610 kJ/day and 10210 ± 2268 kJ/day, respectively. Results indicate that the physical activity questionnaire presented can be an alternative methodology to estimate physical activity in free-living elderly people and together with indirect calorimetry measurements can be useful to estimate their energy expenditure and hence energy requirements.

Keys words: Aging, basal metabolic rate, level physical activity, body composition, energy requirements

INTRODUCCION

La definición del término anciano es controversial. Para fines del presente trabajo se cita a La Asamblea Mundial sobre Envejecimiento, ONU quien estableció que los 60 años constituyen el límite inferior de la etapa de envejecimiento (1).

Actualmente existe un incremento de la población mayor de 60 años, tanto en países en desarrollo como en los desarrollados. En México, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática la población de la tercera edad en 1970 contribuía con un 5.6% a la población total. De acuerdo al censo de 1990, esta cifra se incrementó a 6.1% (2). Este aumento en la población de la tercera edad está y seguirá demandando servicios médicos y nutriólogicos, pensiones, subsidios y ayuda alimentaria.

Por otra parte, en este grupo de personas se acentúa la

disminución de la masa celular activa (3,4) y un aumento y redistribución de la grasa corporal (5-7). También disminuye la intensidad y duración de la actividad física (8), la ingestión de alimentos (9-11) y el metabolismo basal (12-14). Todos estos cambios, aunados a alguna enfermedad propia de la vejez pueden ser factores de riesgo de sufrir alteraciones en el estado de nutrición.

En la actualidad, pocos estudios han evaluado el impacto de los cambios en el estilo de vida, fisiológicos y de composición corporal sobre el nivel de actividad física (NAF), la tasa metabólica basal (TMB) y de manera objetiva sobre el requerimiento energético total (RET) en este grupo etario. Los conocimientos del requerimiento de energía en la población de la tercera edad son esenciales para la promoción de una salud y vejez óptimas.

La FAO/OMS/UNU (15) define el requerimiento energético como la cantidad de energía necesaria para mantener la salud, crecimiento y un nivel apropiado de actividad física. Diversos organismos internacionales (15-17) han propuesto que el requerimiento se obtenga a partir de la tasa metabólica basal medida o estimada y el nivel de actividad física recomendado. El NAF para la población de la tercera edad, jubilada y sin actividades laborales es de 1.51 veces la tasa metabólica basal. El NAF o múltiplo de metabolismo basal se calculó de acuerdo al patrón de actividades observadas y descritas en diferentes publicaciones y representa el gasto energético estimado en una semana. El comité de expertos de FAO/OMS/UNU (15) expresó las necesidades de energía como múltiplos de metabolismo basal, posteriormente James et al. (18) los definieron como NAF.

A la luz de los conocimientos actuales, el NAF se puede determinar al medir el gasto energético total en condiciones de vida libre con la técnica de agua doblemente marcada (isótopos estables: $2H_2, 18O$) y la tasa metabólica por calorimetría indirecta. En países en vías de desarrollo, esta técnica resulta ser limitada debido a los altos costos de los isótopos y del equipo necesario para su cuantificación. Una alternativa es el método factorial. Morio et al. (19) reportaron que este método y el monitoreo de la frecuencia cardiaca son una alternativa satisfactoria al método de agua doblemente marcada, debido a que no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el gasto energético total medido por los tres métodos, en una muestra de personas de la tercera edad y con vida libre.

Con respecto al método factorial, algunos investigadores (19,20) han utilizado el diario de actividades, en el cual los sujetos o un observador registran las actividades, así como el tiempo empleado en desarrollar cada una de las actividades registradas durante los días de estudio. Los diarios de actividad se han empleado en estudios con adultos (20) y ancianos (19). Actualmente, pocos estudios utilizan la metodología del cuestionario para estimar el gasto energético por actividades físicas laborales y recreativas, desarrolladas cotidiana y temporalmente como parte del estilo de vida de la población de estudio.

Por su parte Kriska et al. (21) reportaron la confiabilidad y validez del cuestionario frente al monitor de actividad Caltrac para estimar las horas de actividad por semana, así como el gasto energético expresado en METs/horas/semana en una población Nativa Americana. Posteriormente, Schulz et al. (22) reportaron una correlación entre horas/semana, METs/horas/semana y el NAF medido con la técnica de agua doblemente marcada ($r = 0.74$; $p = 0.01$) en una población Nativa Americana. En otro estudio, Schulz et al. (23) mostraron la eficacia del cuestionario para estimar las horas/semana de actividad y su relación con la obesidad en una población Pima y No Pima de Sonora, México.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue utilizar la metodología del cuestionario para estimar el gasto energético por actividad física expresado en NAF, medir la tasa

metabólica basal por calorimetría indirecta y determinar el requerimiento de energía en dos grupos etarios de la tercera edad, con actividad física en vida libre y residentes de una región rural del Noroeste de México.

SUJETOS Y METODOS

Sujetos. Se seleccionó una muestra de 54 (22 M y 32 H) personas >60 años, con rango de edad de 60-83 años, mediante un muestreo intencional sistemático no probabilístico. Todos los sujetos estuvieron orientados en espacio y tiempo.

Para conocer el estado de salud actual de los participantes y conformar una muestra de sujetos saludables, se realizaron varias Pruebas.

Prueba de tolerancia a la glucosa: Después de que los sujetos pernoctaron en la unidad metabólica y de un ayuno controlado de 12 horas, se tomó una muestra basal de sangre capilar y se suministró una dosis oral de glucosa de 75 g (Glutol; Paddock Lab Inc. MN, USA). A las dos horas se repitió la toma de muestra. La glucosa en sangre capilar se midió con el analizador de glucosa sanguínea HemoCue (HemoCue AB, Angelholm, Sweden) de acuerdo al método reportado por Ashworth et al. (24). La clasificación de intolerancia a la glucosa y diabetes tipo 2 se realizó de acuerdo a los criterios de la Organización Mundial de la Salud (25) y se verificó con los criterios del Comité de Expertos de la American Diabetes Association sobre el diagnóstico y Clasificación de la Diabetes Mellitus (26).

Se realizó un examen general de orina por Multistix 10 SG (Bayer), hemoglobina en sangre por fotometría B-Hemoglobina (B-Hemoglobin AB, Angelholm, Sweden), la presión arterial (Baumanómetro de Mercurio) y un examen médico general. El diagnóstico de hipertensión arterial se realizó de acuerdo a los criterios de la OMS (27). No se incluyeron a los sujetos con enfermedades incapacitantes o que limitaran la actividad física como la artritis o angina de pecho o con enfermedades que se reconoce afectan el metabolismo energético como diabetes Mellitus y cáncer, entre otras. Ningún sujeto tomó medicamentos que se conozca alteren el metabolismo energético. Los sujetos refirieron tener un peso estable de ± 2 kg durante los seis meses previos al estudio.

Diseño del estudio: Se identificaron 54 sujetos >60 años de edad del Censo proporcionado por el H. Ayuntamiento de Hermosillo, Dirección de Acción Cívica y Cultural, Dirección de Area Rural, Información Comunitaria. La muestra estudiada fue del "Ejido la Victoria", comunidad rural situada a 7 km de la Ciudad de Hermosillo, Sonora. Se localizaron los domicilios de las personas de la tercera edad. Con el objetivo de adaptar y estandarizar el cuestionario, se realizaron entrevistas para conocer las actividades laborales y recreativas que desarrollaban habitualmente como parte de su estilo de vida y la forma en que éstas se realizaban. Se registraron cerca de 65

actividades tanto laborales como recreativas, se adaptó el cuestionario y se realizó la prueba piloto.

Durante la primera entrevista se les preguntó el estado de salud y se descartaron a los sujetos con enfermedades crónicas degenerativas e incapacitantes, con excepción de los sujetos con diabetes tipo 2, que refirieron mantener sus actividades físicas, la cual fue un criterio de inclusión importante para el protocolo del cuestionario de actividad.

Se conformó una muestra de 54 sujetos con actividad física y con conocimiento previo de su estado de salud. Los participantes visitaron la unidad metabólica del Departamento de Nutrición Humana y se les realizó un diagnóstico médico por el servicio médico del CIAD, A.C. Los participantes y sus familiares recibieron una explicación completa del protocolo de estudio y cada participante firmó su hoja de consentimiento por escrito. Todos los procedimientos descritos en este estudio fueron aprobados por el Comité Interno y Externo de Ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

El cuestionario de actividad se aplicó por primera vez en los hogares de los participantes. La segunda ocasión se aplicó después de un mes dentro de las instalaciones del CIAD durante el protocolo de la medición del metabolismo basal por calorimetría indirecta y composición corporal por bioimpedancia eléctrica. El cuestionario fue aplicado por un entrevistador entrenado y con conocimiento previo del estilo de vida de los participantes. La entrevista duró entre 30 y 45 minutos.

Antropometría: El peso se tomó con una balanza electrónica digital de 0 a 150±0.05 kg de capacidad (ADNFV-150 K, Japón) y la talla con un estadiómetro Holtain (Holtain Limited, Dyfed, Britian). El peso y la talla se midieron de acuerdo a la técnica de Durnin (28). Con ambas mediciones se calculó el IMC (Peso/Talla²). Se midió la circunferencia de la cintura con una cinta métrica (Lafayette Instruments) en posición supina tomando como referencia el ombligo. La circunferencia de la cadera se midió tomando como referencia la parte más pronunciada de los glúteos con el auxilio de un espejo para verificar el sitio. La relación cintura cadera se calculó como el cociente de la cintura sobre la cadera.

Composición corporal: La composición corporal se evaluó por bioimpedancia eléctrica (BIE) con el sistema RJL (RJL Systems Detroit, Mich., USA). Las mediciones se realizaron de acuerdo a la técnica de Lukaski et al. (29). La masa corporal libre de grasa (MCLG) y la grasa corporal se determinó con la ecuación específica para la población >60 años propuesta por Deurenberg et al. (30), la cual fue validada por Broekhoff et al. (31) en un grupo femenino de la tercera edad y por Fuller et al. (32) en un grupo de ancianos del sexo masculino.

Actividad física: En la comunidad se entrevistaron a las personas >60 años. En una ficha de campo se registraron todas

las actividades que realizaban como parte del estilo de vida, así como la manera en que las realizaban. Se conformó una base de datos con todas las actividades y sus respectivos equivalentes energéticos con el objetivo de adaptar el cuestionario desarrollado y validado por Kriska et al. (21). Para calcular el NAF se consideraron los valores de los costos energéticos de las diversas actividades reportados en la población adulta (15,33) y para población de la tercera edad (34-36). El cuestionario contempla todas las actividades laborales y recreativas realizadas durante los 12 meses previos a la aplicación. A cada sujeto se le preguntó cada una de las actividades y el tiempo que empleaban en desarrollarlas. Se calculó el tiempo expresado en horas por cada una de las actividades registradas, así como el gasto energético por actividad física expresado en NAF. De esta manera el NAF representa el gasto energético por actividad física de un día promedio, representativo de los 365 días del año.

Tasa metabólica basal por calorimetría indirecta: La TMB se midió en los 54 voluntarios (otros sujetos fueron excluidos previamente por patologías diversas en base al examen médico). Para los análisis se consideraron los resultados de 40 sujetos sanos (15 mujeres y 25 hombres), excluidos 14 sujetos con diagnóstico de diabetes tipo 2, mediante la prueba de tolerancia a la glucosa, tomando criterio principal el valor de glucosa a las dos horas post-dosis, y un corte ≥ 200 mg/dl.

Las mediciones se realizaron por calorimetría indirecta y se utilizó para ello, el sistema de campana ventilada (Monitor Metabólico Deltatrac; Sensor Medics, Calif. USA). El metabolismo en condiciones basales se midió de acuerdo al protocolo reportado por Valencia et al. (37). Los analizadores de gases del monitor se calibraron en cada corrida con una mezcla de gases de referencia con 95.94% de O₂ y 4.06% de CO₂ (Matheson Gas Co. Calif. USA). La concentración y proporción de los gases fue analizada y verificada por la técnica de Haldane (38). La presión atmosférica del monitor se calibró contra la presión del barómetro de mercurio independiente tipo Servicio Meteorológico Nacional (Pa., USA). La temperatura del cuarto donde se realizó la medición fue de 25-26°C y una humedad relativa de 50%-65%.

Se verificó el flujo del sistema y el funcionamiento de los analizadores por la quema de butano al simular un gasto energético de un adulto de aproximadamente 7669.8 kJ/día. El porcentaje de recuperación de CO₂ y O₂ fueron de 100.9% y 97.1%, respectivamente.

A los voluntarios se les llevó a la unidad metabólica del CIAD una tarde previa a la medición. A cada sujeto se le brindó una cena a las 7:00 p.m., con un platillo típico regional, el cual cubrió una tercera parte del requerimiento de energía (el requerimiento energético se determinó al estimar la tasa metabólica basal con las ecuaciones de FAO/OMS/UNU (15) y el NAF recomendado para actividades ligeras de 1.55 y 1.56 para hombres y mujeres, respectivamente) y contenía una

distribución porcentual de la energía de 15% de proteínas, 30% de grasas y 55% de carbohidratos.

La TMB se midió en condiciones de ayuno a las 7:00 a.m. Cada voluntario se mantuvo recostado y despierto, con la campana colocada durante 5 minutos previos a la medición, con el propósito de que se normalizara su ritmo de respiración. Después de este tiempo, la medición duró 25 minutos, de los cuales el monitor descarta los primeros cinco. Se consideraron los valores promedio de O₂ y CO₂ para calcular la tasa metabólica basal mediante la ecuación de Weir (39).

Requerimiento energético total: El requerimiento energético total se calculó de acuerdo al método factorial reportado por FAO/OMS/UNU (15).

Análisis de los datos: El análisis se realizó con el paquete estadístico NCSS 97 (Statistical System for Windows). Se probó la normalidad de las variables con la pruebas de D'Agostino y la de Martínez-Igiewicz. Se realizaron transformaciones logarítmicas a las variables de: glucosa en ayuno y postdosis, la relación cintura-cadera, el nivel de actividad física y el requerimiento energético total. Los resultados de éstas variables se reportan como media geométrica. El resto de las variables se presentan como medias, desviaciones estándar y rangos. Para observar las diferencias por grupo etario, las variables de las características físicas, bioquímicas y de composición corporal se compararon por la prueba t de Student y para observar diferencias por grupo etario y sexo se aplicó un análisis de varianza y se utilizó la prueba de comparación múltiple de Duncan. Las variables de NAF, TMB y requerimiento de energía se analizaron por ANOVA; sin embargo, para fines prácticos sólo se reportan las diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los grupos etarios del mismo sexo y las diferencias entre los valores promedios por sexo.

Para evaluar la confiabilidad y reproducibilidad del cuestionario de actividad física, el cuestionario se aplicó en dos tiempos con una diferencia de un mes, el análisis se realizó por regresión lineal simple y correlación de Pearson, así como por una prueba t pareada.

Se utilizó el análisis de regresión lineal simple para analizar las posibles variables predictoras de la tasa metabólica basal. El análisis de regresión también se utilizó para observar el posible efecto de la edad sobre la TMB. Por otro lado, los datos de la TMB se normalizaron al peso corporal y a la MCLG. La normalización se realizó mediante el análisis de covarianza, que de acuerdo con Pohlman y Toth (40) es el mejor método para remover el efecto de cada una de éstas variables cuando se compara el metabolismo basal por grupo etario y sexo. Los resultados se presentan como medias y error estándar.

RESULTADOS

Características de los sujetos: De acuerdo con los resultados de la prueba de tolerancia a la glucosa, 25.9% presentó Diabetes Tipo 2 y 18.5% intolerancia a la glucosa. De la muestra total un 22.2% presentó hipertensión arterial sistólica (≥ 160 mm Hg) y un 3.7% hipertensión diastólica (≥ 95 mm Hg). El resto de la muestra se consideró sin problemas mayores de salud.

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio de cada una de las variables antropométricas, de composición corporal y bioquímicas, por sexo y grupo etario. Cuando la edad se analizó por grupo etario se observó una diferencia entre los grupos etarios en ambos sexos ($p < 0.05$). Con respecto a la composición corporal, las mujeres de 60-69 años presentaron un porcentaje de grasa mayor, comparado con el porcentaje encontrado en las mujeres del grupo etario de 70-83 años. Para el resto de las variables no se encontraron diferencias entre los valores promedios por grupo etario; sin embargo, cuando se analizó por sexo, se encontraron diferencias en las variables de talla, porcentaje de grasa corporal, masa corporal libre de grasa, hemoglobina y presión arterial sistólica con una $p < 0.05$.

TABLA 1
Características físicas y bioquímicas, composición corporal por sexo y grupo etario

Grupo etario	Sexo Femenino n=22		Sexo Masculino n=32	
	(60-69)	(70-83)	(60-69)	(70-83)
Edad (años)	63.1±2.5*	76.8±3.1*	64.2±2.3**	75.8±4.6**
Peso (kg)	68.8±7.9	62.6±15.4	72.8±17.3	70.2±11.7
Talla (m)	1.56±0.0	1.55±0.0	1.68±0.0	1.66±0.0
IMC (kg/m ²)	28.2±3.4	25.7±4.7	25.7±5.5	25.2±3.6
Grasa corporal (%)	53.0±3.3*	47.4±7.9*	38.5±8.5	38.2±5.0
MCLG (kg)	32.2±3.9	32.0±5.2	43.5±5.2	42.9±4.9
Glu en ayuno (mg/dl) ^o	102.0±9.0	96.9±5.9	103.4±8.5	90.2±3.0
Glu postdosis (mg/dl) ^o	169.5±14.7	157.3±14.7	139.9±14.6	134.9±8.6
Hemoglobina (g/dl)	13.13±0.9	12.5±0.9	13.9±1.2	14.0±1.3
PAS (mmHg)	144.6±15.6	150.0±8.7	133.0±20.0	142.5±22.6
PAD (mmHg)	76.1±7.6	74.4±8.8	76.5±10.8	78.3±11.1
C/C ^o	0.97±0.0	0.97±0.0	0.99±0.1	0.95±0.1

IMC= Índice de masa corporal; MCLG= masa corporal libre de grasa; PAS= presión arterial sistólica; PAD= Presión arterial diastólica; C/C= Relación cintura cadera. Los resultados se presentan en Media±DE; ^oMedia geométrica ± DE. *Diferencia significativa por grupo etario en mujeres ($p < 0.05$). **Diferencia significativa por grupo etario en hombres ($p < 0.05$).

Actividad física: Los 54 sujetos eran personas con una gran diversidad de actividades físicas. Las mujeres refirieron realizar trabajos domésticos de manera manual, por ejemplo: lavado de ropa con sus manos. Los hombres informaron ejecutar las siguientes actividades; cosecha de calabaza, melón, vigilancia, cultivo de hortaliza en traspatio, jardinería, cercar y albañilería, entre otras. Con respecto a las actividades recreativas, se reportó asistencia a misa, ver televisión, reunio-

nes del ejido e ir de compras a la ciudad de Hermosillo. Es importante señalar que las personas de la tercera edad reportaron no realizar ninguna actividad deportiva o juegos de mesa.

Para la confiabilidad y reproducibilidad del cuestionario en esta muestra se realizaron ajustes a desviaciones de la normalidad, el logaritmo del nivel de actividad uno y dos, se analizó por una de t pareado. De acuerdo a los resultados, no se encontraron diferencias significativas en el nivel de actividad física estimado por el cuestionario en las dos ocasiones (NAF1 = 1.55 vs. NAF 2 = 1.58; p=0.20). Adicionalmente se aplicó la prueba de correlación de Pearson y se observó una correlación de 0.85 (p<0.05; n=54), lo cual indica que el pareamiento de los datos fue adecuado (Figura 1).

Los valores promedio del nivel de actividad física se presentan en la Tabla 2. En ambos sexos, no se encontraron diferencias entre los valores encontrados por grupo etario. Cuando se analizaron por sexo; se observó que el NAF fue mayor en los hombres comparado con el NAF de las mujeres (p<0.05).

FIGURA 1

Reproducibilidad del cuestionario para estimar el gasto energético por actividades laborales y recreativas, expresado en NAF

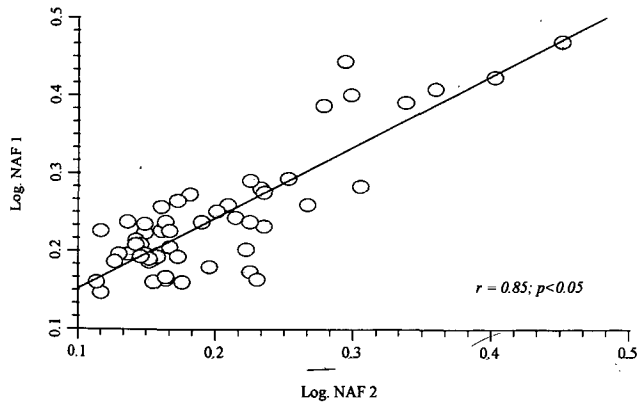


TABLA 2

Nivel de actividad física en 54 sujetos, por sexo y grupo etario

Grupo Etario	n	Nivel de Actividad Física ^o
Femenino		
(60-69 años)	13	1.51±0.34 (1.37-1.85)
(70-83 años)	9	1.48±0.22 (1.39-1.64)
Total	22	1.50±0.29 (1.37-1.85)*
Masculino		
(60-69 años)	20	1.62±0.68 (1.30-2.83)
(70-83 años)	12	1.68±0.65 (1.35-2.53)
Total	32	1.65±0.66 (1.30-2.85)*

^oMedia geométrica ± DE y rango. *Diferencia estadísticamente significativa entre la media total de las mujeres y hombres (p<0.05).

Tasa metabólica basal por calorimetría indirecta: Los resultados de la tasa metabólica basal se presentan en la Tabla 3. Cuando la TMB se comparó entre los grupos etarios de cada sexo no se encontraron diferencias. La diferencia sólo se observó cuando se compararon los valores promedios de la TMB por sexo (p<0.05). Cuando la TMB se ajustó al peso corporal se encontraron diferencias en las medias por sexo. Sin embargo, cuando la TMB se ajustó a la MCLG se encontró que la tasa metabólica en las mujeres del grupo etario de 60-69 años, fue mayor comparado al grupo de 70-83 años (p<0.05). En el caso de los hombres se observó la misma tendencia; sin embargo, no fue diferente estadísticamente.

Para la tasa metabólica basal de los individuos estudiados de ambos sexos, el análisis de regresión lineal no mostró evidencia de que la masa corporal libre de grasa fuera mejor predictor que el peso corporal (r=0.75; p<0.0001 vs. r=0.83; p<0.0001). Los resultados de la correlación de la TMB con el peso y MCLG se ilustran en las Figuras 2 y 3.

TABLA 3

Tasa metabólica basal por calorimetría indirecta por sexo y grupo etario

Grupo Etario	n	TMB Medido (kJ/día)	TMB ajustada al PC (kJ/día)	TMB ajustada a la MCLG (kJ/día)
Femenino				
(60-69 años)	9	5672±583 (4727-6831)	5685±138	6512±181*
(70-83 años)	6	4974±744 (4252-5958)	5318±169	5670±222*
Total	15	5348±719 (4252-6831)*	5502±107*	6091±140
Masculino				
(60-69 años)	14	6247±938 (5182-8323)	6151±111	5784±145
(70-83 años)	11	6169±798 (5322-7728)	6095±125	5691±164
Total	25	6160±862 (5182-8323)*	6123±83*	5738 ±108

Los resultados se presentan en media ± DE y rango. La TMB ajustada al peso corporal (PC) y la MCLG por análisis de covarianza se presentan como medias ± EE. *Diferencia estadísticamente significativa por sexo y grupo etario (p<0.05).

FIGURA 2

Relación entre la tasa metabólica basal y el peso corporal en los 40 sujetos

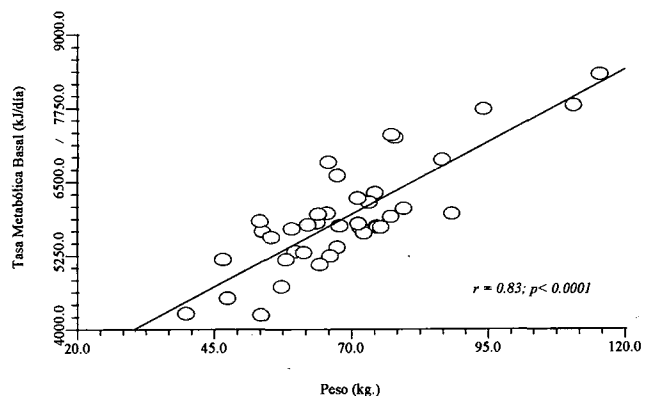
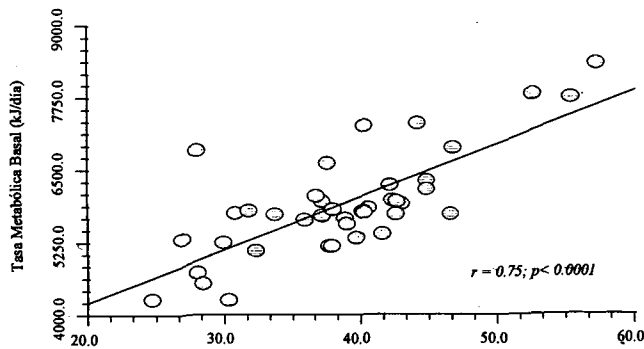


FIGURA 3

Relación entre la tasa metabólica basal y la masa corporal libre de grasa en los 40 sujetos



Requerimiento energético total: Los resultados del NAF reportados en la Tabla 4, son representativos de los 54 sujetos estudiados. El requerimiento de energía se calculó con el valor de la TMB y el nivel de actividad física en cada uno de los 40 sujetos saludables. El requerimiento energético total se consideró como una variable anormal debido a que el requerimiento de energía es el resultado de multiplicar el NAF por la TMB y el NAF de acuerdo a las pruebas de normalidad fue una variable con comportamiento no normal, mientras que la TMB fue una variable normal; por lo anterior, los valores se reportan en media geométrica.

Se compararon los valores promedio por grupo etario en cada sexo y no se encontraron diferencias; sin embargo, cuando el requerimiento de energía se comparó entre las mujeres y los hombres, se observó que el requerimiento energético total fue mayor en los hombres comparado con el de las mujeres ($p < 0.05$).

TABLA 4

Nivel de actividad física (NAF), tasa metabólica basal (TMB) y requerimiento energético total por sexo y grupo etario

Grupo etario	NAF ^o	TMB (kJ/d)	Requerimiento energético Total (kJ/d) ^o
Femenino			
(60-69 años)	1.51±0.34	5672±583	8578.3±1370 (7185-10717)
(70-83 años)	1.48±0.22	4974±744	7926.5±1927 (5933-9652)
Total	1.50 ±0.29*	5348±719*	8311.4±1610 (5910-10718)*
Masculino			
(60-69 años)	1.62±0.68	6247±938	10167.0±2170 (8142-16889)
(70-83 años)	1.68±0.65	6169±798	10265.9±2496 (7954-14989)
Total	1.65 ±0.66*	6160±862*	10210.9±2268 (7953-16890)*

^oMedia geométrica. *Diferencia estadísticamente significativa en la media total de las mujeres y hombres ($p < 0.05$).

DISCUSION

Se estudiaron 54 personas mayores de 60 años, residentes de una región rural. En el medio estudiado es difícil obtener una muestra de ancianos completamente sanos, se ha reportado que el envejecimiento afecta el metabolismo. Silverberg (41) reportó una alteración progresiva en el metabolismo de la glucosa mediante la prueba de tolerancia a la glucosa. En esta muestra estudiada se encontró un 18.5% de sujetos con intolerancia a la glucosa y un 25.9% con Diabetes Tipo 2. De acuerdo a Rowe et al. (42) la intolerancia a la glucosa se debe a la disminución de la sensibilidad de los tejidos periféricos a la insulina. El 12% de los sujetos estudiados fueron hipertensos con tratamiento médico. Para fines de este estudio se consideraron a los 54 sujetos para el protocolo de la actividad física, debido a que estos sujetos desarrollaban sus actividades laborales y de la vida diaria. Los participantes refirieron que su enfermedad no representaba una limitante para desarrollar sus actividades físicas.

Actualmente se considera la metodología del agua doblemente marcada como el estándar de oro para medir el gasto energético total en condiciones de vida libre. Dada la importancia de establecer los requerimientos de energía y niveles apropiados de actividad física para lograr el equilibrio energético en la población de la tercera edad, así como la limitación de recursos para emplear dicha técnica. Para este trabajo se planteó una metodología alterna para medir el requerimiento energético total. En este estudio se determinó el requerimiento energético total mediante el método factorial que a diferencia de otros estudios, en el presente trabajo se estimó el gasto energético por actividad física utilizando la metodología del cuestionario de actividades desarrollado y validado por Kriska et al (21). Este cuestionario representa una ventaja sobre el registro de actividades; sólo se requiere de 30 a 60 minutos, conocimiento previo del estilo de vida y la cooperación de los sujetos.

Otra ventaja es que además de evaluar el patrón de actividad física, también permite calcular las horas de actividad por día, semana, mes o año, así como el gasto energético por actividad física de un día promedio, representativo de un año. El valor promedio del gasto energético por actividad física expresado en NAF, aunado a la medición de la TMB por calorimetría indirecta, permitió obtener un aproximación del gasto energético total y por consiguiente del requerimiento de energía en población de la tercera edad y en vida libre. En las mujeres, los resultados del NAF obtenidos en este estudio (1.50), coinciden con el recomendado (1.51) por diversos organismos internacionales como FAO/OMS/UNU (15), el Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) (16) y el Departamento de Salud de Reino Unido (17), los cuales utilizaron el método factorial para estimar el NAF en poblaciones de países desarrollados.

Es importante señalar que el NAF para las mujeres fue similar al recomendado; sin embargo, el patrón de actividad es

diferente. Las mujeres de este estudio realizaron trabajos manuales como lavar, planchar, hacer tortillas, cortar y cargar leña, barrer, preparar comida entre otras, mientras que el NAF reportado por la OMS se debió a las actividades recreativas propias de un país desarrollado. El NAF de 1.50 representa el gasto energético por la ejecución de diversas actividades físicas. En horas de actividad, representa un valor promedio de 59.9 ± 50.3 y 19.3 ± 16.5 de horas/semana por actividades laborales y recreativas, respectivamente.

La media del NAF en los hombres fue 1.65. El valor promedio encontrado en este estudio fue mayor comparado con el 1.51 recomendado por los organismos internacionales (15-17). Al observar el patrón de actividad física, los hombres realizaron actividades que demandan un mayor gasto energético como albañilería, cosecha de frutas y hortalizas, cortar leña, cercar, entre otras. En los hombres, el NAF de 1.65 representa un valor promedio de 62.7 ± 46.4 y 17.7 ± 17.4 de horas/semana por actividades laborales y recreativas, respectivamente. Los hombres, al igual que las mujeres, reportaron no realizar actividades deportivas.

En ambos sexos el promedio de horas por semana representa las horas dedicadas a diversas actividades, las cuales no necesariamente implican un elevado gasto energético. Para el caso de los hombres, las 62.7 horas/semana reflejan las horas de actividad de dos sujetos que atendían su negocio, cuatro empleados de vigilancia. Ambos trabajos consisten en que el sujeto se mantenga de pie, caminando ligeramente y sentado durante un período de 12 horas durante los siete días de la semana (empleados de tienda) y 24 horas, tres veces por semana (empleados de vigilancia). En relación a las horas/semana de actividades en las mujeres la situación fue similar a la encontrada en los hombres.

Cuando los valores promedio del NAF se compararon por grupo etario para cada sexo no se observaron diferencias estadísticamente significativas; pero, al comparar los valores promedio totales sin considerar el grupo etario, se observó que el nivel de actividad física fue mayor en los hombres comparado con el de las mujeres ($p < 0.05$).

Con respecto a la actividad física, Paffenbarger et al. (43,44) y Rakowski y Mor (45) reportaron que las personas mayores activas tuvieron una tasa de mortalidad más baja por enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, Manson et al. (46,47) observaron que el bajo riesgo de Diabetes Tipo 2, se presentaba en sujetos activos. En el presente estudio, al analizar el NAF con la composición corporal se encontró una correlación negativa estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física y el porcentaje de grasa ($r = -0.36$; $p < 0.05$). En estudios sobre actividad física, porcentaje y distribución de la grasa corporal como factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares y Diabetes Tipo 2, la metodología del cuestionario (NAF), la bioimpedancia eléctrica y la relación cintura-cadera pueden ser herramientas de gran utilidad en estudios epidemiológicos.

En el protocolo de la medición de la tasa metabólica basal ingresaron los 54 sujetos. De este total, 14 sujetos (7 mujeres y 7 hombres) presentaron Diabetes Tipo 2. Con el análisis de varianza se demostró un efecto positivo de la diabetes sobre el metabolismo basal. Por lo anterior, los datos de los 14 sujetos se excluyeron del análisis de la TMB. Por otro lado, se ha reportado que la tasa metabólica basal disminuye conforme se incrementa la edad en hombres y mujeres (14, 48). En este estudio se apreció una disminución de la TMB conforme se incrementó la edad; sin embargo, no fue estadísticamente significativa debido a la cantidad tan pequeña de la muestra. Las diferencias en la TMB se observaron solamente cuando se compararon por sexo y la TMB fue 13.2% mayor en los hombres ($p < 0.05$). En este estudio se esperaba encontrar diferencia en el metabolismo basal por grupo etario, para ello se ajustó por análisis de covarianza la TMB al PC para remover el efecto de éste sobre el metabolismo basal y observar el posible efecto por grupo etario; sin embargo, no se encontraron tales diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, nuevamente la TMB corregida fue significativamente mayor en un 10.2% en los hombres ($p < 0.05$). De acuerdo con los resultados de este estudio las diferencias en el metabolismo basal se deben al sexo, más que al efecto del grupo etario, independientemente del peso corporal, lo cual es consistente con los resultados de Arciero et al. (49).

Diversos estudios (14,48,50,51) han considerado la MCLG como el mejor predictor de la tasa metabólica en reposo, por lo que el metabolismo basal también se ajustó por análisis de covarianza a la MCLG. Los resultados mostraron que la TMB en las mujeres fue mayor con un 5.8%, respecto a la TMB de los hombres. Lo anterior no significa que al corregir por el efecto de la MCLG, las mujeres tengan un gasto energético basal corregido por la MCLG mayor, dado que las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Con estos resultados no se apreció el efecto del sexo sobre la TMB corregida por la MCLG y posiblemente se deba al número tan pequeño de la muestra. Sin embargo al analizar por grupo etario se encontró que las mujeres de 60-70 años tuvieron un TMB corregida por la MCLG mayor comparada con el grupo de 70-83 años ($p < 0.05$), lo que significa que al retirar el efecto del tejido metabólicamente activo sobre la TMB, la edad considerada como grupo etario sí determinó las diferencias en la TMB, independientemente del sexo.

Al explorar las variables predictoras por técnicas de regresión lineal simple, se encontró que la variable peso corporal fue mejor predictor de la TMB comparado con el reportado por FAO/OMS/UNU (15) para las personas >60 años de edad (coeficiente de correlación de 0.76 vs. 0.83 para ambos sexos). En este estudio, el peso corporal mostró ser mejor predictor del metabolismo basal comparado con la MCLG ($r = 0.83$ vs. $r = 0.75$). De acuerdo con Roberts et al. (52), lo anterior se debe a que las mediciones del peso corporal son más precisas que las mediciones de la MCLG.

Finalmente, se consideraron los valores promedios del NAF y de la TMB para calcular el RET y se encontró una diferencia solo por sexo y no por grupo. Los valores promedios del RET por sexo fueron similares a las RDAs (16) para este grupo etario. En las mujeres se encontró una diferencia positiva de 362 kJ/día y en los hombres de 587 kJ/día de acuerdo a las RDAs (16).

Se concluye que la metodología del cuestionario de actividades puede usarse para estimar el nivel de actividad física a nivel individual o poblacional, específicamente en comunidades rurales donde la actividad física es constante tanto en los hombres como en las mujeres. Por otro lado, el NAF y los valores de la tasa metabólica basal por calorimetría indirecta conforman una metodología confiable para obtener una aproximación del gasto energético y por consiguiente del requerimiento energético total en la población de la tercera edad y con vida libre.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todos los voluntarios quienes participaron de manera incondicional en este estudio. Agradecemos la valiosa participación del apoyo técnico en especial a la MC Alma Robles, la QB. Bertha I. Pacheco y a la Médica María Eugenia Cardiel, así como al resto del personal del CIAD que colaboró de alguna u otra manera en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Organización de las Naciones Unidas. Asamblea mundial del Envejecimiento. Plan Acción Internacional de Viena sobre el Envejecimiento. Viena: ONU, 1982;Vol 2.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. La tercera edad en México, 1993. IX Censo General de Población y Vivienda. México, D. F.: INEGI, 1990.
- Novak LP. Aging, total body potassium, free fat mass and cell mass in males and females between ages 18 and 85 years. *J Gerontol* 1972;27:438-443.
- Forbes GB and Reines JC. Adult lean body mass declines with age: some longitudinal observations. *Metabolism* 1970;19:653-663.
- Noppa H, Andersson M, Bengtsson C, Bruce A, Isaksson B. Body composition in middle-aged women with special reference to the correlation between body fat mass and anthropometric data. *Am J Clin Nutr* 1979;32:1388-1395.
- Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974;32:77-97.
- Bishop CW, Bowen PE, Ritchey SJ. Norms for nutritional assessment of American adults by upperarm anthropometry. *Am J Clin Nutr* 1981;34:2530-2539.
- Cunningham DA, Montoye HJ, Metzger HL, Keller JB. Physical activity at work and leisure as related to occupation. *Med Sci Sports* 1969;1:165-170.
- McGandy RB, Barrows CH, Spanias A, Merdith A, Stone JL, Norris JH. Nutrient intakes and energy expenditure in men of different ages. *J Gerontol* 1966;21:581-587.
- Elahi VK, Elahi D, Andres R, Tobin JD, Butler MG, Norris AH. A longitudinal study of nutritional intakes in men. *J Gerontol* 1983;38:162-180.
- Sjgören A, Osterberg T, Steen B. Intake of energy, nutrients and food items in a ten-year cohort comparison and in a six-year longitudinal perspective: A population study of 70- and 76 year-old swedish people. *Age and Ageing* 1994;23:108-112.
- Keys A, Taylor HL, Grande R. Basal metabolism and age of adult man. *Metabolism* 1973;22:579-587.
- Tzankoff SP, Norris AH. Longitudinal changes in basal metabolism in man. *J Appl Physiol* 1978;45:536-539.
- Poehlman ET, Goran MI, Garden AW, Ades PA, Arciero PJ, Katzman-Rooks SM, et al. Determinants of the decline in resting metabolic rate in aging females. *Am J Physiol* 1993;264:E450-E455.
- FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Experts Consultation. Tech Rept Ser No. 74 Geneva: World Health Organization, 1985.
- National Research Council. Recommended dietary allowances, 10th ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989.
- Department of Health. Report on health and social subjects. No. 41. Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. London: HMSO, 1991.
- James WPT, Ferro-Luzzi A, Waterlow JC. Definition of chronic energy deficiency in adults. Report of a working party of the International Dietary Energy Consultancy Group. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1988;42:969-981.
- Morio B, Ritz P, Verdier E, Montaurier CH, Beaufriere, Vermorel M. Critical evaluation of the factorial and heart-rate recording methods for the determination of energy expenditure of free-living elderly people. *Br J Nutr* 1997;78:709-722.
- Geissler CA, Dzumbira TM, Noor MI. Validation of a field technique for the measurement of energy expenditure: factorial method versus continuous respirometry. *Am J Clin Nutr* 1986;44:596-602.
- Kriska AM, Knowler WC, LaPorte RE, Drash AL, Wing RR, Blair SN, et al. Development of questionnaire to examine relationship of physical activity and diabetes in Pima Indians. *Diabetes care* 1990;13:401-411.
- Schulz LO, Harper IT, Smith CJ, Kriska AM, Ravussin E. Energy intake and physical activity in Pima Indian: Comparison by doubly-labeled water. *Obes Res* 1994;2:541-548.
- Schulz LO, Montesinos H, Esparza J, Hoffmann R, Ravussin E, Bennett PH, Valencia ME. Obesity, diet and physical activity of Pimas Indians in Mexico. *Diabetes* 1997;46:S1.
- Ashworth L, Gibb I, and Alberti K.G.M.M. HemoCue: Evaluation of a portable photometric system for determining glucose in whole blood. *Clin Chem* 1992;38:1479-1482.
- World Health Organization. Diabetes Mellitus. Report of a WHO Study Group. Geneva World Health Organization, 1985. (Tech Rep Ser. No.727).
- The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Report expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 1997;20:1183-1197.

27. World Health Organization (WHO). Arterial Hypertension. Technical Report No.628. Expert Committee Report, Genova. 1978.
28. Durnin JVGA. Anthropometric methods for assessing nutritional status. In Nutrition in the elderly. Horwitz, MacFadyen, Munro, Scrimshaw, Steen and Williams eds., pp.15-32. Oxford: Oxford University Press, 1989.
29. Lukasky HC, Jhonson PE, Bolonchuck WW, Lykken GI. Assessment of fat free mass using bio-electrical impedance measurements of human body. *Am J Clin Nutr* 1985;41:810-817.
30. Deurenberg P, van der Kooy K, Leenen R, Evers P, Hulshof T: Assessment of body composition by bioelectrical impedance in a population aged > 60 y. *Am J Clin Nutr* 1990;51:3-6.
31. Broekhoff C, Voorrips LE, Weijenberg MP, Witvoet GA, van Staveren WA, Deurenberg P. Relative validity of different methods to assess body composition in apparently healthy elderly women. *Ann Nutr Metab* 1992;36:148-156.
32. Fuller NJ, Sawyer MB, Laskey MA, Paxton P, Elia M. Prediction of body composition in elderly men over 75 years of age. *Annals of Human Biology* 1996;23:127-147.
33. James WPT and Schofield EC. Human energy requirements. Oxford:Oxford University Press, 1990.
34. Calloway DH, Zanni E. Energy requirements and energy expenditure of elderly men. *Am J Clin Nutr* 1980;33:2088-2092.
35. Voorrips LE, van Acker T.M.C.J. Deurenberg P, van Staveren WA. Energy expenditure at rest and during standardized activities: a comparison between elderly and middle-aged women. *Am J Clin Nutr* 1993;58:15-20.
36. Visser M, van der Horst A, de Groot L.C.P.G.M, Deurenberg P, van Staveren WA. Energy cost of physical activities in healthy elderly women. *Metabolism* 1995;44:1046-1051.
37. Valencia ME, Moya SY, McNeill G, Haggarty P. Basal metabolic rate and body fatness of adult men in northern Mexico. *Eur J Clin Nutr*. 1993;48:205-211.
38. McLean JA and Tobin G: Animal and Human calorimetry. Cambridge: Cambridge University Press, p. 338. 1978.
39. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109:1-9.
40. Poehlman ET, Toth MJ. Mathematical ratios lead to spurious conclusions regarding age and sex related differences in resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr* 1995;61:482-485.
41. Silverberg AB. Carbohydrate metabolism and diabetes in the aged, in: Nutritional Intervention in the Aging Process (Ambrecht HJ, Prendergast JM and Coe RM, eds.), Springer, New York, pp.191-208. 1984.
42. Rowe JW, Minaker KL, Pallotta JA and Flier JS. Characterization of the insulin resistance of aging. *J Clin Invest* 1983;71:1581-1587.
43. Paffenbarger RS Jr, Hyde TR, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 1986;314:605-613.
44. Paffenbarger RS Jr, Hyde TR, Wing AL, Lee IM, Jung DL, Kampert JB. The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 1993;328:538-545.
45. Rakowski W, Mor V. The association of physical activity with mortality among older adults in the Longitudinal Study of Aging (1984-1988). *J Gerontol Med Sci* 1992;47:M122-129.
46. Manson JE, Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, Krolewski AS, et al. Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet* 1991;338:774-778.
47. Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, Stampfer MJ, Willett WC, Hennekens CH. A prospective study to exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992;268:63-67.
48. Poehlman ET, Berke EM, Joseph JR, Gardner AW, Katzman-Rooks SM, Goran MI. Influence of aerobic capacity, body composition and thyroid hormones on the age-related decline in resting metabolic rate. *Metabolism* 1992;41:915-921.
49. Arciero PJ, Goran MI, Poehlman ET. Resting metabolic rate is lower in women than in men. *J Appl Physiol* 1993;75:2514-2520.
50. Cunningham JJ. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr* 1980;33:2372-2374.
51. Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, Bogardus C. Determinants of 24-hour energy expenditure in man. *J Clin Invest* 1986;78:1568-1578.
52. Robergs SB, Fuss P, Heyman MB, Young VR. Influence of age on energy requirements. *Am J Clin Nutr* 1995;62(suppl):1053S-1058S.

Recibido: 06-07-1998

Aceptado: 26-02-1999