



# **Centro de Investigación en Alimentación Y Desarrollo, A. C.**

**NIVEL DE ACTIVIDAD FISICA, REQUERIMIENTO DE  
ENERGIA Y COMPOSICION CORPORAL EN PERSONAS  
ACTIVAS DE LA TERCERA EDAD, RESIDENTES DE  
UNA REGION RURAL DE CUBA, CHILE Y MEXICO.**

**POR**

**HELIODORO ALEMAN MATEO**

**TESIS APROBADA POR LA  
DIRECCION DE NUTRICION  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE**

**DOCTORADO EN CIENCIAS**

**HERMOSILLO, SONORA**

**DICIEMBRE, 2000.**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN  
Y DESARROLLO, A. C.**

**NIVEL DE ACTIVIDAD FÍSICA, REQUERIMIENTO DE ENERGÍA  
Y COMPOSICIÓN CORPORAL EN PERSONAS ACTIVAS DE LA  
TERCERA EDAD, RESIDENTES DE UNA REGIÓN RURAL DE  
CUBA, CHILE Y MÉXICO.**

**POR**

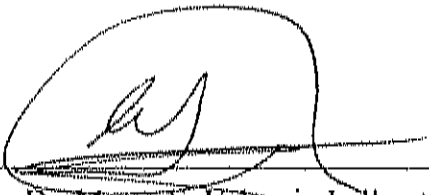
**HELIODORO ALEMÁN MATEO**

**TESIS APROBADA POR LA  
DIRECCIÓN DE NUTRICIÓN  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE**

**DOCTORADO EN CIENCIAS**

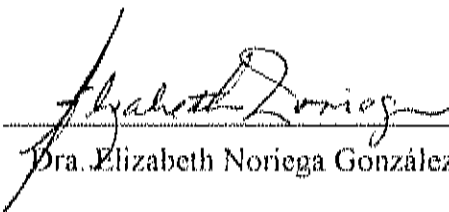
## APROBACION

Los miembros del comité designado para revisar la tesis del Licenciado en Nutrición Heliodoro Alemán Mateo, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado de Doctorado en Ciencias.



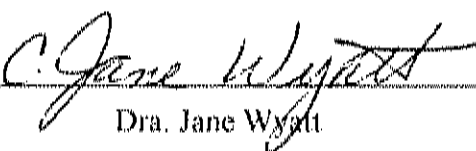
---

Dr. Mauro E. Valencia-Jullerat  
Director de Tesis



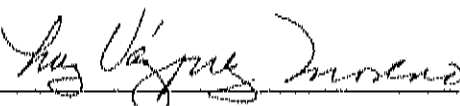
---

Dra. Elizabeth Noriega González



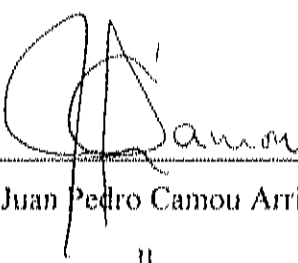
---

Dra. Jane Wyatt



---

Dra. Luz Vázquez Moreno



---

Dr. Juan Pedro Camou Arriola

### **Director de tesis**

**Dr. Mauro E. Valencia Juillerat.**  
(División de Nutrición Humana, CIAD A. C., México).

### **Responsables y asesores del proyecto**

**MPhil Mat<sup>o</sup> Sc. Gabriela Salazar.**  
(Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables.  
Area de Nutrición Pública. INTA, Universidad de Chile).

**Dr. Manuel Hernández Triana.**  
(Departamento de Bioquímica y Fisiología, INHA, Cuba).

### **Asesor**

**MC. Julián Esparza Romero.**  
(División de Nutrición Humana, CIAD A. C., México).

### **Agradecimiento especial por las facilidades otorgadas al**

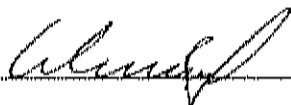
**Dr. Erik Díaz.**  
(Jefe del Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables.  
Area de Nutrición Pública. INTA, Universidad de Chile).

Este trabajo se realizó en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., y es un estudio en colaboración con el Departamento de Bioquímica y Fisiología del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos en la Habana, Cuba y con el Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables, Area de Nutrición Pública, del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile.

## DECLARACION DEL AUTOR

Se permiten citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé el crédito correspondiente. Se podrá solicitar permiso al Director del Centro o al Jefe de la División de Nutrición del CENTRO DE INVESTIGACION EN ALIMENTACION Y DESARROLLO, A. C. Apartado postal 1735, Hermosillo, Sonora, C.P. 83000, México, para citas o consultas más completas o para la reproducción íntegra del documento para fines académicos. En otras circunstancias, se deberá solicitar permiso al autor.

Firmado



---

**HELIODORO ALEMAN MATEO**



## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México por haber aprobado y financiado este proyecto.

Al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., por haberme aceptado y ser la institución en la cual logré satisfactoriamente obtener este grado académico importante.

Al Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, de la Universidad de Chile, Santiago, Chile que me abrió las puertas y así desarrollar exitosamente una parte del proyecto. En especial a Gabriela Salazar y Erik Díaz. Asimismo, al Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos de la Habana, Cuba por ser otra de las instituciones que hicieron posible la realización del proyecto. En especial a Manuel Hernández Triana y su equipo de trabajo.

A la División de Nutrición Humana y en especial a Mauro Valencia por haberme aceptado y asesorado en el desarrollo de este importante proyecto, el cual fue un requisito para obtener el grado de Doctorado en Ciencias.

Al Comité de Tesis: Dra. Elizabeth Noriega González, Dra. Jane Wyatt, Dra. Luz Vázquez Moreno y al Dr. Juan Pedro Camou Arriola por haber participado en mi formación académica y por enriquecer este trabajo con sus certeros comentarios, observaciones y sugerencias.

A la Coordinación de Docencia en especial a Rosalba Troncoso y Juan Pedro Camou Arriola por el apoyo brindado en mi formación académica dentro y fuera de la institución.

A las Autoridades responsables del Consultorio de la Municipalidad de Paine, Chile, en especial al Sr. Ramón Figueroa y la Sra. Soledad Figueroa por la infraestructura prestada, así como al personal administrativo, enfermeras, químicos y médicos. Asimismo, al comité y a los miembros de la Asociación de Pensionados de Paine, Chile.

A las Autoridades responsables de la salud de la comunidad Las Terrazas, Cuba y a las autoridades del complejo, especialmente a Osmany Cienfuegos, José Ramón Porrata Mauri y la Sra. Aleja por su apoyo para la realización del proyecto.

A todos mis compañeros de generación, hoy ya Maestros en Ciencias por su cálida solidaridad y amistad. A mis actuales compañeros y amigos de Oficina: Cristina Gallegos, Bertha Pacheco, Nayeli Macías y Julián Esparza Romero.

A mi familia por el apoyo implícito que me han brindado y el cual me permitió la búsqueda de nuevos retos y logros. Especialmente a mis Padres y Hermanos. También a Edgar por ser parte de mi familia.

A Consuelo Velázquez Alva y Alfonso Fajardo Rodríguez por todo su apoyo moral y académico.



## **DEDICATORIA**

A una mujer que con su silencio me ha dado todo su amor de manera incondicional: A ti Amparito Mateo Andrés.

A todos mis queridos sobrinos que llevan esa inocencia y ese potencial para crecer diferente a sus progenitores. Suerte

## CONTENIDO

	Página
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	XII
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	XIV
<b>RESUMEN</b> .....	XVI
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	3
<b>REVISION DE LA LITERATURA</b> .....	4
El Adulto Mayor Como un Problema Emergente.....	4
Definición.....	4
Transición Demográfica.....	4
Implicaciones del Aumento de la Población Mayor de 60 Años...	5
Transición Epidemiológica.....	6
Gasto y Requerimiento Energético Total.....	8
Definiciones.....	8
Componentes del Gasto Energético Total.....	8
Tasa Metabólica Basal.....	9
Tasa metabólica basal y la edad.....	10
Efecto Térmico de los Alimentos.....	10
Efecto térmico de los alimentos y la edad.....	11
Actividad Física.....	11
Actividad física y la edad.....	12

Métodos Para Medir el Gasto y/o Requerimiento de Energía.....	13
Calorimetría Indirecta.....	13
Método factorial.....	15
Agua doblemente marcada.....	15
Composición Corporal.....	19
Composición Corporal en el Adulto Mayor.....	19
Métodos Para Evaluar la Composición Corporal.....	20
Métodos Directos.....	20
Métodos Indirectos.....	20
Densitometría.....	21
Hidrodensitometría.....	21
Pletismografía por desplazamiento de aire.....	22
Agua Corporal Total o Hidrometría.....	23
Agua corporal total por el principio de dilución.....	24
Métodos Doblemente Indirectos.....	25
Paniculos adíposos.....	25
Bioimpedancia eléctrica.....	25
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>28</b>
<b>CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO.....</b>	<b>38</b>
Artículo 1: Requerimiento de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del Noroeste de México.....	39
Artículo 2. Antropometría y composición corporal en personas mayores de 60 años. Importancia de la actividad física.....	67
Artículo 3. Evaluación de la composición corporal por densitometría BOD POD, antropometría y bioimpedancia eléctrica en adultos mayores de 60 años, con independencia física y en vida libre.....	89

Artículo 4. Nivel de actividad física, metabolismo en descanso y requerimiento de energía en adultos mayores con independencia física, residentes de una región rural de Cuba, Chile y México.....	110
Artículo 5. Nivel de actividad física y requerimientos de energía por la técnica de agua doblemente marcada en adultos mayores con independencia física, residentes de una región rural de Chile.....	139
<b>INTEGRACION DE LOS RESULTADOS CON METODOLOGIAS</b>	
<b>EMPLEADAS.....</b>	<b>156</b>
<b>PERSPECTIVAS.....</b>	<b>157</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>158</b>

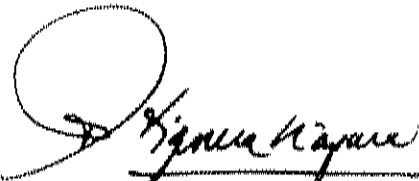
## LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Características físicas y bioquímicas, composición corporal por sexo y grupo etario.....	50
Tabla 2. Nivel de actividad física en 54 sujetos, por sexo y grupo etario.....	53
Tabla 3. Tasa metabólica basal por calorimetría indirecta por sexo y grupo etario.....	54
Tabla 4. Nivel de actividad física (NAF), tasa metabólica basal (TMB) y requerimiento energético total por sexo y grupo etario.....	56
Tabla 1. Edad y datos antropométricos de personas mayores de 60 años, residentes de una región rural del Noroeste de México, 1997.....	75
Tabla 2. Diagnóstico de salud de las personas mayores de 60 años, residentes de una región rural del Noroeste de México, 1997.....	76
Tabla 3. Composición corporal, glucosa sanguínea, nivel de actividad física de personas mayores de 60 años, residentes de una región rural del Noroeste de México, 1997.....	78
Tabla 1. Edad, antropometría y composición corporal de adultos mayores de 60 años.....	96

## DECLARACIÓN INSTITUCIONAL

Se permiten y agradecen las citas breves del material contenido en esta tesis sin permiso especial del autor, siempre y cuando se dé el crédito correspondiente. Para la reproducción parcial o total de la tesis con fines académicos, se deberá contar con la autorización escrita del director del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD).

La publicación en comunicaciones científicas o de divulgación popular de los datos contenidos en esta tesis, deberá dar los créditos al CIAD, previa autorización escrita del manuscrito en cuestión, del director o directora de la tesis.



Dr. Inocencio Higuera Ciapara  
Director General

Tabla 2. Porcentaje de grasa en mujeres mayores de 60 años por densitometría, antropometría y BIE.....	97
Tabla 3. Porcentaje de grasa en hombres mayores de 60 años por densitometría, antropometría y BIE.....	99
Tabla 1. Características físicas y composición corporal de las mujeres de los tres países.....	119
Tabla 2. Características físicas y composición corporal de los hombres de los tres países.....	120
Tabla 3. Nivel de actividad física y horas/día dedicadas a las actividades leves, moderadas e intensas por país de origen y sexo.....	123
Tabla 4. Metabolismo energético de los sujetos por país de origen y sexo.....	129
Tabla 5. Requerimiento de energía calculado y estimado en adultos mayores.....	130
Tabla 1. Características físicas y composición corporal en adultos mayores.....	148
Tabla 2. Componentes del gasto energético total y nivel de actividad física en adultos mayores.....	149
Tabla 3. Metabolismo energético en los adultos mayores.....	150
Tabla 1. Nivel de actividad física con la metodología del cuestionario y con la técnica de agua doblemente marcada.....	156

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Tasa de eliminación de los isótopos durante el tiempo.....	17
Figura 1. Reproducibilidad del cuestionario para estimar el gasto energético por actividades laborales y recreativas, expresado en NAF.....	52
Figura 2. Relación entre la tasa metabólica basal y el peso corporal en los 40 sujetos.....	55
Figura 3. Relación entre la tasa metabólica basal y la masa corporal libre de grasa en los 40 sujetos.....	55
Figura 1. Correlación entre la actividad física y la grasa corporal en personas mayores de 60 años, residentes de una región rural del Noroeste de México, 1997.....	79
Figura 1. Análisis gráfico de la validación relativa de la ecuación de BIE propuesta por Segal.....	100
Figura 2. Análisis gráfico de la validación relativa de la ecuación de BIE propuestas por Deurenberg en la cual se integró la talla recumbente.....	101



Figura 1. Correlación inversa entre el nivel de actividad física y el porcentaje de grasa corporal por bioimpedancia eléctrica en 146 adultos mayores, residentes de regiones rurales de Cuba, Chile y México.....	124
Figura 2. Correlación entre la tasa metabólica en reposos y la masa corporal libre de grasa por BIE en los 146 adultos mayores, residentes de regiones rurales de Cuba, Chile y México.....	126
Figura 3. Correlación entre la tasa metabólica en reposo y el peso corporal en 146 adultos mayores, residentes de regiones rurales de Cuba, Chile y México.	127
Figura 4. Correlación inversa entre la tasa metabólica en reposo y la edad en 146 adultos mayores, residentes de regiones rurales de Cuba, Chile y México..	128

## RESUMEN

En la mayoría de los países de América Latina y el Caribe se registra un aumento de la población mayor de 60 años. En el adulto mayor se presentan o se acentúan diversos cambios biológicos y en el estilo de vida que impactan el gasto energético total y por consiguiente de requerimiento energético total.

En 1985 el Comité de expertos de la FAO/OMS/UNO propuso determinar los requerimientos de energía en adultos mayores en función de los valores de la tasa metabólica basal o en reposo, medida o estimada y el nivel de actividad física. Para adultos mayores jubilados se propuso un nivel de actividad física de 1.51. Este procedimiento hasta la mitad de la década de los 90's fue un procedimiento bien aceptado para estimar los requerimientos de energía, no sólo en los adultos mayores, sino también en otros grupos de edad. En la actualidad, el gasto energético total o los requerimientos de energía se pueden medir de manera fisiológica con la técnica del agua doblemente marcada (isótopos estables de deuterio y oxígeno-18) bajo condiciones de vida irrestricta. En adición con las mediciones de la tasa metabólica basal o en reposo también se puede obtener el nivel de actividad física. No obstante, los altos costos que representa esta metodología, limitó su uso a un número pequeño de sujetos. Por ello, en este trabajo el nivel de actividad física se estimó con la metodología del cuestionario de actividades. El gasto energético total o los requerimientos de energía se determinaron considerando los valores del nivel de actividad física y los valores de la tasa metabólica en reposo determinados por calorimetría indirecta en una muestra de 146 adultos mayores saludables, residentes de una región rural de Cuba, Chile y México. En una submuestra, particularmente en 14 (6 mujeres y 8 hombres) sujetos de la muestra de Chile se midió el gasto o requerimiento energético total por la técnica de agua doblemente marcada, la cual es considerada el estándar de oro para todo tipo de estudios. En las mujeres y hombres residentes de los tres países el valor promedio del nivel de actividad física fue de 1.53.

Al compararlo con el 1.51 propuesto por el comité de expertos en 1985 no se encontraron diferencias significativas. En la submuestra estudiada el nivel de actividad física determinado con la técnica de agua doblemente marcada a partir de la relación del gasto energético total entre la tasa metabólica en reposo fue de 1.80. Cuando se comparó el nivel de actividad física obtenido con el propuesto y con el estimado en los 146 sujetos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ).

Es importante señalar que el patrón de actividad física fue similar en los tres países; por ello, se espera que el nivel de actividad físico medido de manera fisiológica en los adultos de Cuba y México sea igual o mayor al encontrado en los adultos mayores de Chile. También se espera realizar ajustes a la metodología del cuestionario de tal manera que ésta se convierta en una metodología confiable, práctica y económica.

Por último, a pesar de que el nivel de actividad físico estimado con la metodología del cuestionario en los 146 adultos parece estar subestimado, se encontró una relación inversa entre el NAF y el porcentaje de grasa corporal. Por ello, además de hacer ajustes a la metodología del cuestionario, también se sugiere que niveles de actividad física de 1.51 o menores, pueden promover el sobrepeso o la obesidad en este grupo de edad

## INTRODUCCION

Diversos países de América Latina y el Caribe se encuentran en plena transición demográfica. Como resultado de este fenómeno se registra una ligera disminución en números absolutos de niños, jóvenes y adultos, así como un aumento de personas mayores de 60 años. En la actualidad, se está centrando cada vez más el interés en este grupo de edad por ser un grupo mayoritario y vulnerable. En realidad, a esta edad los problemas de salud de la vida adulta se acentúan o se originan nuevos padecimientos, dada la mayor vulnerabilidad por la menor capacidad del organismo para enfrentar los desafíos o cambios biológicos y ambientales. Entre los biológicos se encuentran los cambios anatómicos, fisiológicos y psicológicos. Con respecto a los ambientales se encuentran la dieta y la actividad física. Estos cambios indudablemente pueden impactar directa o indirectamente el consumo y gasto energético total, así como el requerimiento energético total, entre otros.

El requerimiento energético total (RET) se define como la cantidad de energía necesaria para mantener la salud, crecimiento y un nivel apropiado de actividad física. El Comité de expertos (FAO/OMS/UNU, 1985) recomendó determinar el RET mediante el valor de la tasa metabólica basal y los niveles de actividad física. Algunos organismos internacionales (FAO/OMS/UNU, 1985; NRC, 1989; DHSS – UK, 1990) propusieron un nivel de actividad física (NAF) de 1.51 para los adultos mayores, jubilados y sin actividades laborales.

A la luz de los conocimientos actuales, los requerimientos de energía expresados como NAF se pueden determinar con el método de agua doblemente marcada (isótopos estables de deuterio ( $^2\text{H}_2$ ) y oxígeno-18 ( $^{18}\text{O}$ ) que marcan el  $\text{H}_2\text{O}$ ) en condiciones de vida libre. Recientemente se analizaron cinco estudios (Goran y Poehlman, 1992; Roberts et al, 1992; Reilly et al, 1993; Sawaya et al, 1994; Pannemans y Westerterp, 1995) en los cuales se determinó el requerimiento de energía en 38 hombres y 36 mujeres mayores de 60 años con la técnica de agua doblemente marcada. En este

análisis, el NAF calculado directamente de la relación del gasto energético total entre la tasa metabólica en reposo fue de 1.64 a 1.68 en ambos sexos (Roberts, 1996). De acuerdo con estos resultados, el NAF en la población mayor de 60 años que viven en condiciones de vida libre es mayor al propuesto por los organismos internacionales. Una de las implicaciones de los resultados del trabajo citado anteriormente es que los requerimientos de energía calculados con el NAF de 1.51 propuesto, pueden estar subestimados en las personas de la tercera edad residentes de zonas rurales en países en vías de desarrollo, donde las personas por diversas razones realizan diferentes actividades que pueden o no demandar un gasto energético mayor.

Por otra parte, la expresión del gasto energético total o requerimientos de energía como NAF provee una manera conveniente por que en este múltiplo se contempla la edad, sexo, peso y composición corporal y además expresa las necesidades de energía de un grupo heterogéneo de personas de una manera práctica (Shetty et al., 1996). Los conocimientos del NAF y los requerimientos de energía pueden ser de gran utilidad para la elaboración de las recomendaciones y guías dietarias, los programas de ayuda alimentaria y de bienestar social que en un futuro próximo serán esenciales desarrollar y aplicar en la creciente población mayor de 60 años de Cuba, Chile y México, así como en muchos otros países de América Latina y el Caribe.

Al considerar los patrones de actividad física (básicamente actividades recreativas) que realizaban los sujetos de los cinco estudios analizados (reportado sólo en los trabajos de Roberts et al, 1992 y Reilly et al, 1993), el NAF de 1.61 para hombres y 1.51 para mujeres residentes de una región rural de México (Alemán et al., 1999) y las ventajas de expresar los requerimientos de energía en forma de NAF, así como la escasez de datos sobre metabolismo energético y composición corporal en el grupo de 60 años y más, se puede plantear que el NAF y el requerimiento de energía en los adultos mayores residentes de regiones rurales determinados con la técnica de agua doblemente marcada pudieran ser mayores, comparados con los recomendados (FAO/OMS/UNU, 1985; NRC, 1989; DHSS – UK, 1990) para este grupo de población. Para probar lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos:

## OBJETIVOS

### Objetivo General.

Determinar el nivel de actividad física, requerimiento de energía y su relación con la composición corporal, mediante la utilización de isótopos estables, principalmente deuterio ( $^2\text{H}_2$ ) y oxígeno 18 ( $^{18}\text{O}$ ), cuestionario de actividad física y calorimetría indirecta, en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural de Cuba, Chile y México.

### Objetivos Particulares:

1. Determinar el requerimiento de energía mediante los valores del nivel de actividad física estimados con la metodología del cuestionario de actividades y los valores de la tasa metabólica en reposo medidos con calorimetría indirecta.
2. En una submuestra, medir el gasto energético total por la técnica de agua doblemente marcada y determinar el nivel de actividad física a partir de la relación del gasto energético total entre la tasa metabólica en reposo.
3. Evaluar la composición corporal por diferentes métodos. En la muestra de México, probar la validez relativa de dos ecuaciones de predicción para estimar el porcentaje de grasa y masa corporal libre de grasa en los adultos mayores de los tres países.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### El Adulto Mayor Como un Problema Emergente

#### **Definición.**

La definición del adulto mayor es controversial. Para fines del presente protocolo se cita a la Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento convocada por las Naciones Unidas quienes definieron que los 60 años constituyen el límite inferior de la etapa del envejecimiento o tercera edad o adulto mayor (ONU, 1982).

#### **Transición Demográfica.**

Tradicionalmente la atención primaria y secundaria se ha enfocado hacia los grupos más vulnerables como las embarazadas, madres lactantes y el recién nacido. Sin embargo, en los últimos años esto ha cambiado. Hoy en día, los organismos internacionales e instituciones gubernamentales que trabajan en nutrición y salud han fijado la atención y su interés en el adulto mayor, por ser un grupo en aumento y vulnerable de riesgo. El aumento de la población mayor de 60 años es el resultado de la transición demográfica que México y otros países de América Latina y el Caribe como Chile y Cuba han venido sosteniendo desde la década de los setenta. Particularmente en México, a partir de la década de los setenta se registró una disminución en la tasa de fecundidad y mortalidad y un aumento de la esperanza de vida al nacer, lo que finalmente determinó un crecimiento natural de la población mayor de 60 años (Lifshitz y Estrada, 1998).

En América Latina y el Caribe en 1980 la población total fue 363.7 millones, de los cuales 23.3 millones eran personas mayores de 60 años. Se estima que en la actualidad la población total es de 565.7 millones, de los cuales 41 millones son personas mayores de 60 años. Cuando se extienden estas proyecciones al año 2025, se

calcula que el número total de habitantes será de 865.2 millones, de los cuales 93.3 millones serán personas mayores de 60 años. De acuerdo a los datos hasta 1992 la población de 60 años y más, superó el 10% de la población en cuatro países de América Latina y el Caribe; Uruguay con 16%; Argentina con un 13%; Barbados con más de 12% y Cuba con un 11% (OPS, 1992). Recientemente se reportó que en Cuba este porcentaje aumentó a 13.1% (ONE, 1997). Otros países que alcanzarán el 10% en las próximas décadas son Chile y México, entre otros. En Chile, la población mayor de 60 años en 1992 ocupaba el 9.8% (República de Chile. Ministerio de Planificación y Cooperación, 1997); (Escobar y Salinas, 1996) y en México, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, en 1990 las personas mayores de 60 años ocupaban el 6.1% de la población total (INEGI, 1990).

### **Implicaciones del Aumento de la Población Mayor de 60 Años.**

Este aumento de la población mayor de 60 años plantea por un lado, diseñar estrategias que permitan lograr un envejecimiento exitoso o modificar el riesgo de desarrollar enfermedades y por otro lado, implementar acciones que solucionen los problemas emergentes o crónicos de salud en el adulto mayor, específicamente aquellos relacionados con las enfermedades crónico degenerativas.

El envejecimiento exitoso debe incluir tres componentes: El primero, baja probabilidad de enfermarse y mínima incapacidad relacionada con la enfermedad; el segundo, mantener la capacidad funcional tanto física como mental y el tercero, un proyecto de vida motivante (Rowe y Kahn, 1997). Lo que sugiere este concepto es que las personas lleguen a los 60 años y más, sin problemas de salud, física y mentalmente activas. Para ello, es prioritario implementar estrategias dietéticas y nutricionales, programas de bienestar social en los cuales se incluya la actividad física, todo ello con el objetivo de modificar el riesgo, mantener la salud y la independencia física. Es importante señalar que aquí todavía no se contempla la enfermedad, pero como se refiere a los adultos mayores el riesgo de desarrollar enfermedades por factores



genéticos o ambientales (estilo de vida) es mayor (Rowe y Kahn, 1997), así que estas estrategias podrían ser de gran beneficio para modificar el riesgo.

En la actualidad, existen evidencias de que los factores relacionados con el estilo de vida son más importantes que los factores hereditarios para la aparición de riesgo o enfermedades a edades más avanzadas (Rowe y Kahn, 1997). Por ejemplo: las alteraciones en el metabolismo de la glucosa se presentan conforme aumenta la edad. Se ha reportado que las cifras de glucosa en ayuno y posdosis aumentan sin llegar alcanzar las cifras que sugieran diabetes tipo 2. Por otro lado, algunos han reportado que la hiperglicemia e hiperinsulinemia son factores importantes de riesgo para enfermedades cardiovasculares y ataque al corazón. Asimismo, se ha reportado que los factores que contribuyen son la cantidad y distribución de la grasa corporal, la baja actividad física y la dieta (Rowe y Kahn, 1997). En estas condiciones la implementación de las estrategias podría tener un impacto favorable para envejecer exitosamente.

### **Transición Epidemiológica.**

Para este aumento creciente de la población mayor de 60 años, lo teórico sería que todos llegaran a envejecer exitosamente; sin embargo, en diversos países de América Latina y el Caribe como México, Chile y Cuba, respectivamente; la realidad es otra. Las enfermedades transmisibles y no transmisibles continúan ocupando las principales causas de morbilidad y mortalidad en el adulto mayor. En México, de acuerdo a los análisis de la Encuesta Nacional de Salud de 1988, la prevalencia de las infecciones respiratorias agudas fue cercana al 13% y una prevalencia de 2% para las enfermedades diarreicas agudas. En el rubro de las enfermedades crónico degenerativas la prevalencia más alta fue para la hipertensión arterial, cerca de 12%, seguida de la diabetes mellitus, cercana al 8% y cerca del 3% para enfermedades del corazón (Ruiz y Rivera, 1996).

Las prevalencias citadas anteriormente difieren de las encontradas en el estudio de la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas 1993 (en el grupo de adultos mayores de 60 a 69 años). En la cual se reportó una prevalencia de 38% para la

hipertensión arterial, 25% para obesidad, 21% para diabetes, 14% para la hipercolesterolemia, 13% para microalbuminuria, 8% para enfermedad o infección renal, 3% para infarto al miocardio, 2% para enfermedad cerebrovascular y 1.5% para infecciones de vías urinarias (Castro et al., 1996).

Por su parte, Porrata et al. (2000) refirieron prevalencias de crónico degenerativas en los adultos mayores de Cuba, similares a las referidas anteriormente. Mientras que Atalah et al. (1999) refirieron un patrón de morbilidad por enfermedades crónico degenerativas en los adultos mayores de Chile, semejante al reportado en los adultos mayores de México. Considerando la morbilidad, se hace evidente la transición epidemiológica en la población mayor de 60 años, donde se encuentran enfermedades transmisibles y no transmisibles; sin embargo, las crónico degenerativas son las que tienen una mayor prevalencia en los tres países.

Pasando a la etiología de las enfermedades crónicas, en la actualidad se reconoce que es multifactorial; sin embargo desde 1990 el comité de expertos de la OMS (1990) reconoció que la dieta y nutrición contribuyen al desarrollo de diversas enfermedades como diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer, entre otras. Recientemente, se reportó que la dieta, nutrición y el estilo de vida juegan un papel importante en el desarrollo de la obesidad y diabetes tipo 2 (Bennett, 1999; Valencia et al., 1999).

Finalmente, este aumento de la población mayor de 60 años y toda la problemática que implica debe considerarse como una situación emergente que requiere de acciones inmediatas. Por esto último, en este trabajo estamos interesados en empezar a generar datos antropométricos, de composición corporal y metabolismo energético, específicamente requerimientos de energía en los adultos mayores. Es importante señalar, que en México y muchos otros países de América Latina y el Caribe estos datos son escasos y estamos convencidos que los resultados de este estudio pueden ser de gran utilidad en un futuro próximo para las políticas orientadas a mejorar las condiciones de vida de los adultos mayores.

## Gasto y Requerimiento Energético Total

### **Definiciones.**

El Comité de expertos de la FAO/OMS/UNU, definen el gasto energético total (GET) como la cantidad de energía liberada por el organismo como calor y trabajo mecánico, ambos necesarios para sostener la vida y el estilo de vida. Asimismo, definieron el requerimiento energético total como la cantidad de energía necesaria para mantener la salud, crecimiento y un nivel apropiado de actividad física (FAO/OMS/UNU, 1985). El Comité recomendó que el RET se determinará en función de las mediciones del gasto energético total. El GET incluye la termogénesis obligatoria conformada por el gasto de energía en condiciones basales y el efecto térmico de los alimentos y por la termogénesis facultativa que es la energía gastada por la actividad física, termogénesis por escalofrío y la termogénesis inducida por la dieta (Young, 1992).

Diversos estudios han reportado que el gasto energético total disminuye conforme aumenta la edad. Lo anterior se debe a la disminución del gasto de energía en condiciones basales (Keys et al., 1973; Tznakoff y Norris, 1978), por la inactividad física (Cunningham et al., 1969) y por la disminución del efecto térmico de los alimentos (Golay et al., 1983; Bloesch et al., 1988). A continuación se revisarán cada uno de los componentes que mayormente contribuyen al gasto y determinan el requerimiento energético total.

### **Componentes del Gasto Energético Total**

El gasto energético se puede dividir en tres principales componentes: el gasto o la tasa metabólica basal (TMB), actividad física y el efecto térmico de los alimentos (ETA); sin embargo, esta clasificación ha sido simplificada por el Comité de expertos de FAO/OMS/UNU (1985), quienes lo dividieron en dos componentes: TMB y NAF (este último incluye el efecto térmico de los alimentos).

### **Tasa Metabólica Basal.**

La TMB refleja el costo de energía necesaria para mantener las diversas funciones corporales, incluyendo la función cardio respiratoria, tono muscular, la actividad de los músculos involuntarios del aparato digestivo y el trabajo bioquímico que mantiene la homeostasis. Se estima que en un adulto de 70 kg. la TMB contribuye de un 60% a un 75% al GET (Young, 1992).

La TMB se determina en condiciones de ayuno y en estado postabsortivo a una temperatura termoneutral y en completo descanso físico y mental. En la práctica diversos investigadores han fijado un mayor interés en medir la tasa metabólica en reposo (TMR). Ésta se define como la energía gastada por una persona en una situación de vida normal, pero en descanso y bajo condiciones de neutralidad térmica. La TMR incluye el efecto térmico de los alimentos y es un promedio del gasto energético mínimo en un periodo del día y la noche, sin actividad física y sin exposición al frío (Pellett, 1990).

Los componentes del gasto de energía en condiciones basales, hasta la fecha no han sido completamente estudiados; sin embargo, se estima que el recambio proteico total contribuye con un 15 a 25% a la TMB (Waterlow et al., 1978; Reeds et al., 1985). El costo de la energía de la bomba de sodio y potasio, contribuye con un 20 hasta un 40% (Keynes, 1975; Milligan y McBride, 1985). Los costos de energía por los "ciclos fútiles" del metabolismo de carbohidratos y lípidos, se estima que contribuyen con un 5% (Himms Hagen, 1976). El costo de energía de los otros componentes de la TMB, principalmente por el tono muscular y la actividad de los músculos involuntarios, aún no ha sido determinado experimentalmente.

La TMB está regulada por las hormonas tiroideas a través de un mecanismo que no está fuertemente elucidado. Se postula que estas hormonas estimulan la actividad de la bomba de sodio potasio (Guernsey y Edelman, 1983), así como el recambio proteico (Millward, 1985). El recambio proteico comprende por un lado, la proteólisis mediante la enzima proteinasa lisosomal (Millward, 1985) y por el otro, la síntesis en conjunto con otras hormonas anabólicas. La hormona triyodotironina (T3) estimula la liberación

de insulina (Mariash et al., 1983) y la hormona de crecimiento (Towle, 1983). Asimismo, la (T3) activa el sistema nervioso simpático (Rothwell et al., 1982) y por este mecanismo simpático adrenérgico la tasa metabólica también aumenta. Recíprocamente la actividad simpática a su vez facilita la conversión de tetrayodotironina (T4) a triyodotironina en los tejidos (Wiersinga y Touber, 1977; Wiersinga et al., 1980) y de esta manera la T3 influencia la tasa metabólica.

Tasa metabólica basal y la edad. Conforme la edad avanza, la TMB disminuye gradualmente de un 10 a un 20% (Lipson et al., 1986; Chernoff y Lipschitz, 1988), esta disminución se ha relacionado a la reducción sérica de T3 (Robuschi et al., 1987); una pobre respuesta a la norepinefrina (West et al., 1984; Scarpace et al., 1988); una disminución del recambio proteico (Young, 1984) y a los cambios en la actividad de la bomba de sodio potasio (Himms Hagen, 1976; Simat et al., 1984). Existen otros factores asociados a la disminución de la TMB, entre éstos se encuentra el estado de nutrición, alteraciones metabólicas y fisiológicas, sexo, temperatura, actividad física y la composición corporal. Con respecto esta última se postuló que los cambios en la composición corporal y en especial de la masa corporal libre de grasa determinan los cambios en la TMB y que a su vez la masa corporal libre de grasa también se ve afectada por la edad, sexo y actividad física (Ravussin, 1986).

### **Efecto Térmico de los Alimentos.**

Representa la energía gastada por los procesos de digestión, absorción, metabolismo y almacenamiento endógeno de los nutrimentos. La tasa metabólica aumenta después de consumir alimentos. El ETA representa de un 5 a 10% del GET por día (Morgan y York, 1983). El efecto térmico de los alimentos tiene un componente obligatorio y adaptativo. Sin embargo, este último no se ha podido demostrar en humanos. El componente obligatorio refleja el costo metabólico de la transformación de los macronutrimentos ingeridos hasta lípidos, glucógeno y proteínas corporales. El calor liberado durante estos procesos metabólicos se relaciona directamente con el nutrimento

metabolizado. Por ejemplo: el ETA después de comer un alimento rico en lípidos es de 3 a 5% y este aumento refleja el costo metabólico de la reesterificación del glicerol en el intestino y en tejido adiposo. El efecto térmico por consumir un alimento rico en proteínas se aumenta hasta un 30%, reflejando el costo de la síntesis proteica a partir de los aminoácidos absorbidos (Flatt, 1978).

Efecto térmico de los alimentos y la edad. Con respecto al ETA, algunos investigadores han informado que disminuye conforme aumenta la edad. Golay et al. (1983) reportaron una disminución de la respuesta termogénica a una carga de glucosa oral en adulto comparado con la respuesta en jóvenes. Por su parte Bloesch et al. (1988) administraron una carga de 75 g de glucosa a jóvenes y a adultos mayores y se encontró que el ETA fue menor en los adultos mayores. Por otro lado, Fukagawa et al. (1991) midieron el gasto de energía antes y después de la ingestión de 60 g de proteína. En este estudio no se encontraron diferencias entre los hombres jóvenes y los hombres y mujeres mayores. De acuerdo con estos hallazgos, aún no queda claro si la edad afecta la respuesta termogénica y por consiguiente el gasto y el requerimiento energético total en el adulto mayor (Morgan y York, 1983).

### **Actividad Física.**

El gasto energético por actividad física contempla la energía por la actividad física realizada de manera consciente y la actividad muscular inconsciente o involuntaria; principalmente, el temblor por escalofrío y la inquietud (Poehlman, 1992). El gasto energético por actividad física está regulado por el patrón mismo de la actividad o del estilo de vida (Rising et al., 1994; Welle et al., 1992). El gasto por actividad contribuye con un 20% a 30% al GET; pero, la variabilidad depende en gran medida de la intensidad y la duración de la actividad, lo que finalmente determina la variación del GET y por consiguiente el requerimiento energético total.

El Comité sobre requerimientos de energía y proteínas (FAO/OMS/UNU, 1985) reconoció dos categorías de actividad física que influyen las necesidades de energía:

las ocupacionales (clasificadas como ligeras, moderadas e intensas) y las discretionales, que son las que se realizan fuera de las horas de trabajo.

Actividad física y la edad. Se ha reportado que las personas mayores disminuyen tanto el tiempo como la intensidad de la actividad física (Prentice, 1992). Se postula que la disminución del gasto energético por actividad física es posiblemente una de las causas del aumento del peso corporal y la masa grasa (adiposidad) en hombres y mujeres (Rossman, 1977). Por otro lado, se ha reportado que el aumento del tejido adiposo (Flynn et al., 1989) se ha asociado con un mayor riesgo para enfermedades cardiovasculares (Huber, 1983) y con una mayor pérdida del tejido muscular (Flynn et al., 1989). Contrariamente, el mantenerse activo físicamente puede prevenir la enfermedad y preservar la salud (**Véase contribución al conocimiento: Artículo 2**).

Actualmente, diversas investigaciones han mostrado que la actividad física es un componente importante para mantener el equilibrio energético. De acuerdo al Consejo Nacional de Investigación (por sus siglas en inglés NRC, 1989), la actividad física podría ser más efectiva para perder peso (dado el aumento del gasto energético) que la restricción calórica total. Otro de los beneficios de la actividad es su papel protector del sistema músculo esquelético, lo cual puede ser de gran beneficio para prevenir la osteopenia, osteoporosis y fracturas, tres alteraciones que se acentúan conforme se envejece.

Es importante señalar que existen otros componentes como la termogénesis por escalofrío, la termogénesis dietaria y la inducida por fármacos o enfermedad. En sujetos saludables y en vida libre la influencia es nula sobre el gasto o requerimiento energético total así que bajo este contexto no se revisarán en este trabajo.

### Métodos para Medir el Gasto Energético Total y/o Requerimiento de Energía

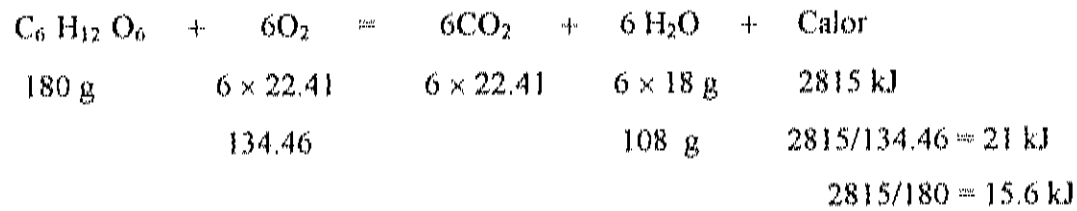
En la actualidad existen diversos métodos para determinar el gasto y/o los requerimientos de energía. La elección del método depende de las necesidades y propuesta del estudio. El método debe ser aceptado por el sujeto, confiable y ampliamente validado. Los métodos utilizados para medir el gasto energético se han clasificado en: métodos calorimétricos y no calorimétricos como acelerómetros, pesado de alimentos y el registro de la frecuencia cardíaca. A continuación se revisan las bases de los métodos calorimétricos, principalmente los que se sustentan en los volúmenes de oxígeno consumido ( $VO_2$ ) y bióxido de carbono producido ( $VCO_2$ ). Posteriormente, se desarrollarán dos de ellos, los cuales son de importancia para este estudio.

#### **Calorimetría Indirecta.**

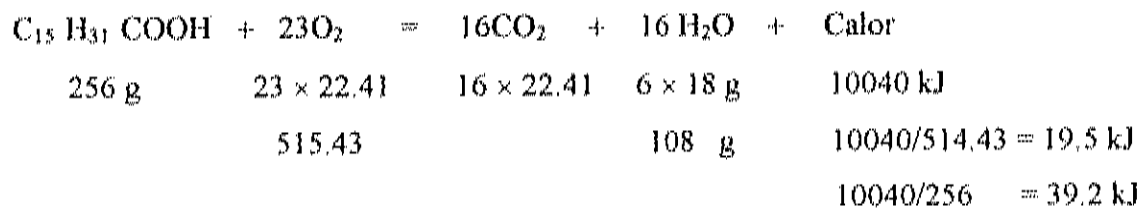
Es el método por el cual se estima la tasa metabólica a partir de las mediciones del oxígeno consumido y dióxido de carbono producido (Jequier et al., 1987). Se reconoce que por cada litro de oxígeno consumido se produce cierta cantidad de calor, dependiendo del nutrimento (lípidos, hidratos de carbono y proteínas) que está siendo oxidado, por ejemplo:

Un mol de glucosa requiere 6 moles de  $O_2$  para su completa oxidación hasta  $CO_2$  y  $H_2O$ . La cantidad de energía que se libera producto de esta reacción de oxidación es de 2815 kJ. En la siguiente ecuación se ilustra que por cada litro de oxígeno consumido durante la oxidación de la glucosa, se liberan 21 kJ (considerando que un mol de  $O_2$  ocupa un volumen de 22.41 litros). También se deduce que por cada gramo de glucosa oxidada se liberan 15,6 kJ.





Similarmente, cuando un mol de ácido palmítico se oxida, requiere 23 moles de  $\text{O}_2$ , la cantidad de energía liberada es de 10040 kJ (considerando que un mol de  $\text{O}_2$  ocupa un volumen de 22.41 litros). La siguiente ecuación ilustra que por cada litro de oxígeno consumido se liberan 19.5 kJ y por cada gramo de grasa oxidada se liberan aproximadamente 39.2 kJ.



La calorimetría indirecta mide el intercambio de gases respiratorios. Con ecuaciones específicas que requieren los volúmenes de los gases medidos, estima el tipo y cantidad de nutrimento oxidado. Conociendo el tipo y la cantidad de nutrimento oxidado, así como los equivalentes energéticos de los tres nutrimentos (glucosa 15.6 kJ o 3.7 kcal/g; lípidos 39.5 kJ o 9.5 kcal/g; proteínas 17.5 kJ o 4.1 kcal/g) se calcula la tasa metabólica o producción de energía.

De manera simplificada, la tasa metabólica en condiciones basales o en reposo o de 24 horas se puede calcular con los volúmenes medidos de oxígeno consumido y bióxido de carbono producido y la ecuación de regresión propuestas por Weir (1949).

En la actualidad, existen diversos equipos para medir el consumo de oxígeno y bióxido de carbono exhalado con gran precisión y exactitud. Algunos calorímetros se usan exclusivamente en laboratorio, mientras que otros se pueden utilizar en campo. Dentro de las técnicas de laboratorio se encuentran los calorímetros de cuerpo entero y

el sistema de campana ventilada. Este último cuenta con una serie de mangueras las cuales conducen el aire hasta los analizadores paramagnéticos de O<sub>2</sub> e infrarrojo para CO<sub>2</sub>. Dentro de las técnicas de campo se encuentra la bolsa de Douglas y los respirómetros portátiles como el oxilog, el método factorial y la técnica de agua doblemente marcada. A continuación se revisarán los últimos métodos que son los que se utilizaron en este estudio.

Método Factorial. Contempla los registros de actividades, principalmente diario de actividades, en el cual los sujetos registran el tipo y duración de las actividades realizadas. Para traducirlo a gasto energético, además del tipo y la duración, se necesitan los costos energéticos (determinados por alguna técnica de calorimetría indirecta) de cada una de las actividades. Este método se ha utilizado y validado para estimar el gasto energético total en adultos mayores en condiciones de vida libre (Morio et al., 1997). La validez de la técnica, se sustenta en la cooperación de los participantes para registrar las actividades y el tiempo. Es importante señalar que los diarios o registros de actividad demandan la colaboración y motivación del sujeto debido a que las actividades se deben registrar cada 15 minutos. Para el adulto mayor este método puede no ser muy apropiado, debido a la atención que demanda y por los problemas de analfabetismo que se pueden encontrar en este grupo de edad.

Otra modalidad del método factorial para estimar el gasto de energía o RET es mediante la metodología del cuestionario de actividades (la cual estima el NAF en condiciones de vida libre) y el valor medido de la tasa metabólica basal o en reposo.  $RET = TMB \times NAF$ . **(Véase contribución al conocimiento: Artículo 1).**

Agua Doblemente Marcada. Este método originalmente fue propuesto por Lifson et al. (1949) en la década de los 40's, se refinó en la década de los 80's para uso en humanos (Schoeller, 1988; Roberts, 1989). En la actualidad es una técnica que permite medir el gasto o requerimientos de energía en condiciones de vida libre de una manera más directa o fisiológica. Los estudios de validación de esta técnica contra calorimetría directa en niños y adultos de diferente composición corporal han demostrado que esta

técnica es precisa y exacta (2-8%) para determinar el gasto energético total (Schoeller, 1988). Esta técnica se basa en el siguiente principio:

La producción del dióxido de carbono se puede estimar a partir de la diferencia en la tasa de eliminación del hidrógeno y el oxígeno corporal. Lifson et al. (1955) observaron que el oxígeno del dióxido de carbono espirado provenía del agua corporal. Lo anterior se debe al equilibrio entre el oxígeno del agua corporal con el oxígeno del dióxido de carbono, que se logra gracias a la enzima anhidrasa carbónica localizada en eritrocitos y pulmones. La reacción que permite el intercambio del  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  es:



La enzima anhidrasa carbónica acelera la reacción  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , 13.000 veces más rápido que en su ausencia (Conroe, 1970). Así el agua marcada con  $^{18}\text{O}$  puede rápidamente marcar el compartimento de  $\text{CO}_2$ . Después de reconocer este hecho Lifson y McClintock (1966) desarrollaron la técnica de agua doblemente marcada para medir el gasto energético basados en la noción general de que una dosis de  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  puede ser eliminado del cuerpo como  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , mientras que el agua marcada en la posición del hidrógeno puede eliminarse sólo como  $\text{H}_2\text{O}$ . La diferencia entre la tasa de eliminación es una medición de la producción de  $\text{CO}_2$ . De esta manera la producción de dióxido de carbono se estima al marcar por separado la poza del hidrógeno y de oxígeno del agua corporal mediante isótopos estables como deuterio y oxígeno 18. Es importante señalar que estos isótopos se encuentran de manera natural en el organismo, pero en concentraciones muy bajas 150 ppm de  $^2\text{H}$  y 2000 ppm de  $^{18}\text{O}$ . El término de agua doblemente marcada señala que el agua consiste de dos formas isotópicas de hidrógeno y oxígeno. El óxido de deuterio ( $^2\text{H}_2\text{O}$ ) es el isótopo que marca la poza de hidrógeno del agua corporal y el  $^{18}\text{O}$  ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) marca la poza de oxígeno del agua corporal.

Después de que el sujeto se ha dosificado, el  $^2\text{H}$  marca el compartimento del agua corporal total ( $\text{N}_\text{D}$ ) y  $^{18}\text{O}$  marca ambos, el compartimento del agua y el compartimento del bicarbonato. Una vez que los niveles basales de ambos isótopos son enriquecidos

con la dosificación, estos isótopos se eliminan del organismo a través del tiempo. Dependiendo de la cantidad dosificada y el recambio de agua corporal, los valores en el cuerpo regresan a sus valores normales en un período de aproximadamente 14 días. El hidrógeno del agua corporal en este caso el deuterio puede salir sólo como  $^2\text{H}_2\text{O}$  (agua en forma de vapor por pulmones y piel y como líquido en orina y sudor) mientras que el  $^{18}\text{O}$  se elimina del organismo como agua ( $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) y como dióxido de carbono ( $\text{C}^{18}\text{O}_2$ ).

Como se mencionó anteriormente las concentraciones de los isótopos disminuyen de acuerdo al recambio de agua corporal. El recambio de agua se produce principalmente por el consumo de agua (bebidas, alimentos) no marcada. La tasa de desaparición de los isótopos se calcula a partir del enriquecimiento del deuterio y  $^{18}\text{O}$  en el agua corporal y los tiempos. Las transformaciones logarítmicas de los datos producen una gráfica lineal (Figura 1) de la cual se calculan las tasas constantes,  $K_D$  y  $K_O$ , por la desaparición del  $^2\text{H}$  y  $^{18}\text{O}$ , respectivamente y los tamaños de los compartimentos.

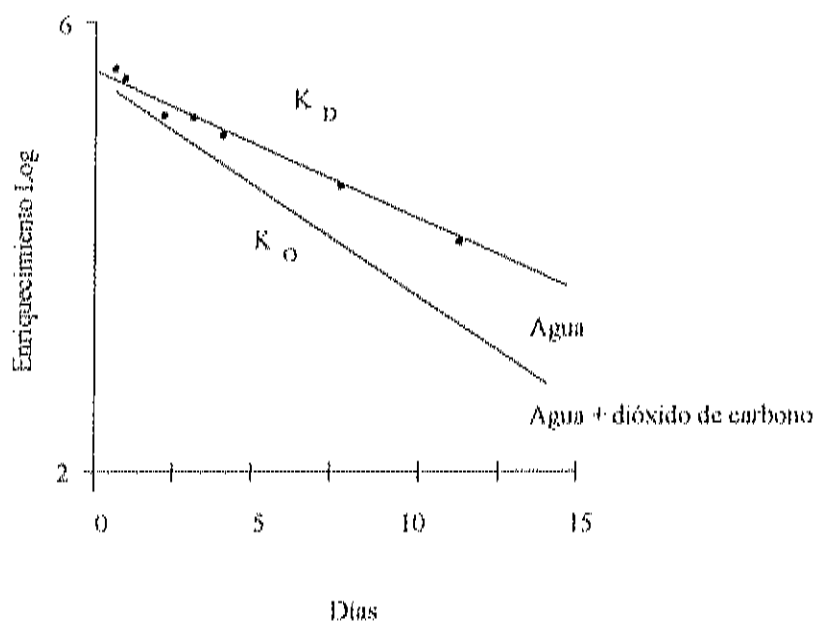


Figura 1. Tasa de eliminación de los isótopos a través del tiempo.

La producción de  $\text{CO}_2$  se utiliza para medir el gasto de energía en condiciones de vida libre (durante un período de 1 a 3 semanas) bajo la suposición de que el dióxido de carbono es el producto final del metabolismo de los substratos energéticos que han sido oxidados en el organismo. Esta medición alternativa de la tasa metabólica se puede convertir a unidades de energía o producción de calor, tomando en consideración el consumo de nutrimentos oxidables provenientes de la dieta que pueden ser estimados o cuantificados por registros pesados de alimentos y la composición estimada por tablas o por análisis bromatológico. Lo que se determina es el cociente alimentario (CA) de la dieta. De acuerdo a Black et al. (1986) en situaciones de balance el CA es igual que el cociente respiratorio, por lo tanto el CA representará el cociente respiratorio teórico (Cociente respiratorio = CA =  $\text{VCO}_2/\text{VO}_2$ ).

El CA se estima a partir de los registros del consumo energético, utilizando la siguiente ecuación propuesta por Lusk (1928).

$$\text{CA} = (\text{P} \times 0.81) + (\text{G} \times 0.71) + (\text{C} \times 1.0) + (\text{OH} \times 0.67)$$

Donde:

P = Proporción de proteínas en la dieta

G = Proporción de grasas o lípidos en la dieta

C = Proporción de carbohidratos en la dieta

OH = Proporción de alcohol en la dieta

Una vez obtenido el CA, el consumo de  $\text{O}_2$  se puede estimar mediante la siguiente ecuación:  $\text{VO}_2 = \text{VCO}_2/\text{CA}$

Finalmente, los volúmenes de  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  se introducen a la ecuación de Weir (1949) para estimar el gasto energético total. El NAF con este método se obtiene a partir de la relación de gasto energético total por la técnica de agua doblemente marcada entre la tasa metabólica basal o en reposo medida con el sistema de campana ventilada (calorimetría indirecta).

$$\text{GET (kcal/día)} = 3.9 (\text{VO}_2, \text{litros/día}) + 1.1 (\text{VCO}_2, \text{litros/día}).$$

## Composición Corporal

### **Composición Corporal en el Adulto Mayor.**

Durante el envejecimiento se acentúan los cambios en la composición corporal, específicamente disminuye la masa corporal libre de grasa (por la pérdida de la masa celular, minerales como el calcio y agua corporal total) y aumenta la masa grasa. El tejido adiposo se redistribuye, encontrándose una mayor cantidad de grasa en la parte central del cuerpo comparada con la de las extremidades. En la actualidad se reconoce que estos cambios están determinados por las alteraciones hormonales y de los moduladores inmunológicos como las citocinas, así como por actividad física disminuida (Roubenoff y Rall, 1993). Por otra parte, los cambios en la composición corporal son de gran interés. Se ha reportado que una pérdida de MCLG mas allá del 40% del valor basal, puede conducir a la muerte (Roubenoff y Kehayias, 1991). En este sentido la evaluación de la composición corporal se hace necesaria para evaluar el estado de nutrición. El análisis cuantitativo de los compartimentos corporales es de particular importancia en los adultos mayores. Los cambios en la composición corporal se pueden relacionar con alteraciones en el metabolismo energético y en general con mayor morbilidad y mortalidad.

### Métodos Para Evaluar la Composición Corporal.

La composición corporal pueden dividirse en diferentes niveles. Wang et al. (1995) propusieron distinguir en cinco niveles: el atómico, molecular, celular, tejidos y cuerpo entero. Todos estos niveles se interrelacionan unos con otros. A partir de estos niveles o de la combinación de ambos se puede calcular la composición corporal, al asumir una relación igual y constante en todos los individuos. En la actualidad se cuenta con diversos métodos para evaluar la composición corporal. Estos métodos se pueden clasificar en: directos, indirectos y doblemente indirectos.

#### **Métodos Directos.**

El análisis químico de cadáveres es uno de los métodos contemplados en esta clasificación y se aplica *in vitro*. Datos *in vivo* se pueden obtener a partir de los análisis con la técnica de activación de neutrones. Con esta técnica se determinan las cantidades de nitrógeno, cloro y carbono (Cohn y Drombrowski, 1971; Cohn et al., 1980) a partir de las cuales se calcula la proteína corporal, la masa ósea, el agua extracelular y la grasa, respectivamente. Este método es uno de los más costosos y además implica una carga de radiación para el organismo. La dosis de radiación depende del elemento a determinar. Este método proporciona datos tan confiables sobre composición química como los datos obtenidos de los análisis en cadáveres; pero como se mencionó los altos costos y la radiación limitan su uso a investigaciones específicas.

#### **Métodos Indirectos.**

En los métodos indirectos encontramos la densitometría, medición del  $^{40}\text{K}$  e hidrometría o agua corporal total (ACT) por la técnica de dilución, la tomografía computarizada, imágenes de resonancia magnética nuclear y la absorciometría dual de energía de rayos X. Estos métodos consideran los datos generados de los análisis químicos en cadáveres. De todos estos métodos se desarrollarán los métodos

densitométricos y el ACT por el principio de dilución isotópica, debido a su aplicación en este estudio.

### **Densitometría.**

Este término se refiere al procedimiento general para estimar la composición corporal a partir de la densidad. Este método contempla un modelo de dos compartimentos, en donde el peso corporal se divide en: masa grasa (MG) y masa corporal libre de grasa (MCLG). Así:  $1/D_b = MG/d_{MG} + MCLG/d_{MCLG}$ .

Donde:  $1/D_b$  = la masa o peso corporal fijada a la unidad, dividida por la densidad corporal y  $MG/d_{MG}$  y  $MCLG/d_{MCLG}$  son las proporciones de la masa grasa y la masa corporal libre de grasa divididas por sus respectivas densidades. De acuerdo con los análisis realizados en cadáveres de animales y humanos se reconoce que la densidad de la masa corporal libre de grasa es de 1.100 g/ml (considerando una proporción constante de agua, minerales y proteínas) y la densidad de la masa grasa es de 0.9007 g/ml (Brožek et al., 1963; Keys y Brožek., 1953). Al considerar estas densidades y midiendo la densidad corporal, se estima la composición corporal mediante la ecuación de Siri (1956) o Brožek et al. (1963).

Hidrodensitometría o pesado bajo el agua. Esta técnica se utilizó desde la década de los 40's por Behnke et al. (1942) para medir el volumen corporal. A partir de la medición del volumen y la masa corporal se determina la densidad corporal (densidad = masa/volumen). Esta técnica se ha utilizado como método de referencia por más de 50 años; en la práctica resulta tediosa tanto para quien realiza la medición como para quien se somete a ella, debido a que el sujeto tiene que sumergirse bajo el agua mientras se realiza la medición del volumen pulmonar con alguna técnica de dilución de gases. Por ello, resulta limitado su uso para estudios de composición corporal en sujetos con alguna enfermedad y en niños pequeños. Alternativamente se han utilizado diversos sistemas para medir el volumen corporal, principalmente el sistema de desplazamiento de aire o la pletismografía acústica, el desplazamiento de agua con un volúmetro de cuerpo entero y dilución de gas, entre otros; pero, debido a los problemas técnicos asociados con la



pobre reproducibilidad y difícil validación, así como por el propio diseño de los equipos, su uso se limita en la práctica cotidiana (Elia y Ward., 1999).

Pletismografía por desplazamiento de aire. En la actualidad se reporta que este sistema tiene buena repetitibilidad y reproducibilidad. Con este sistema se mide el volumen corporal de una manera práctica y rápida, lo cual permite medir la densidad corporal en adultos mayores, niños y enfermos que no se pueden someter a la técnica del pesado bajo el agua o la hidrodensitrometría. El sistema consta de una cámara de doble compartimento (cámara anterior y posterior con capacidad de 450 y 300 litros, respectivamente), una balanza digital (0.02 kg), las cuales se integran a una computadora con software (BOD POD versión 1.69). Con la balanza se mide la masa corporal o el peso (P). El volumen corporal (V) se determina por la técnica de substracción. Esta técnica establece que el volumen corporal es igual a la reducción del volumen de la cámara causado por la introducción del sujeto dentro de la cámara.

El aparato cuenta con un diafragma que oscila entre las dos cámaras (aproximadamente 350 ml), creando perturbaciones en el volumen sinusoidal en las dos cámaras, lo cual produce fluctuaciones de presión complementaria. Los cambios de presión y volumen producidos en la cámara exterior por la presencia del sujeto permiten determinar el volumen corporal mediante la siguiente ecuación:

Volumen corporal (litros) = Volumen corporal (valores crudos, litros) – área superficial del artefacto (litros) + 40% del volumen de gas torácico (litros).

Donde el área superficial del artefacto es  $k$  (litros/cm<sup>2</sup>) y cm<sup>2</sup> es el área de superficie corporal (utilizándose para ello la fórmula de Dubois, 1916). El volumen de gas torácico se mide o se estima con ecuaciones estandarizadas para edad y sexo. El área superficial del artefacto y el volumen de gas torácico son factores de corrección que se deben contemplar debido a que el aire dentro de la cavidad torácica y el aire cerca de la superficie de la piel se mantienen cerca de las condiciones isotérmicas (temperatura corporal fisiológica). Bajo las condiciones isotérmicas el gas es más compresible que bajo condiciones adiabáticas. Las pequeñas perturbaciones del volumen con relación al volumen total producen cambios de presión que son 40% menor que las que se producen

bajo condiciones adiabáticas, es por ello que en la ecuación previa se estableció el 40% (Dempster y Aitkens, 1995; Elia y Ward, 1999).

Finalmente, con el volumen corporal (corregido por el área superficial del artefacto y el volumen del gas torácico) y el peso se determina la densidad corporal mediante la siguiente relación peso/volumen. Posteriormente, la densidad se integra a la ecuación de Siri (1956) o Brožek (1963) o a la de Siri (1956) modificada por Goran et al. (1998) para determinar el porcentaje de grasa corporal y la MCLG. **(Véase contribución al conocimiento: Artículo 3).**

#### **Agua Corporal Total o Hidrometría.**

El agua es uno de los constituyentes más abundantes del cuerpo humano. El porcentaje de peso corporal como agua en los recién nacidos varía de 70 a 75% y en adultos obesos menos del 40%. El agua es esencial para la vida, sirve como solvente de las reacciones bioquímicas y como medio de transporte. A pesar de que el agua es el constituyente más abundante del cuerpo no se le considera importante, debido a que en sujetos saludables el volumen de agua corporal total está bien regulado por mecanismos hormonales, principalmente por la hormona antidiurética. En realidad una disminución de 15% del agua corporal por deshidratación constituye una amenaza de muerte. Un cambio pequeño en el agua corporal total (ACT) puede producir un cambio medible en el peso corporal, así las mediciones del ACT son importantes para determinar la composición corporal (Schoeller, 1996). Este método se ha utilizado para estimar la composición corporal, bajo el supuesto de que la grasa corporal es anhidra. Se considera que la MCLG contiene un 73.2% de agua (Pace y Rathbun, 1945). Así que a partir de las mediciones del ACT, se obtiene la MCLG mediante la siguiente relación:

$$\text{MCLG (kg)} = \text{ACT (kg)} / 0.732$$

En un principio el agua corporal se midió con diversas sustancias como el etanol, antipireno y urea, entre otras; pero debido a que estas sustancias se metabolizan, su uso ha quedado limitado. En diversos estudios el ACT se determinaba mediante el principio de dilución, utilizándose para ello el tritio ( $^3\text{H}_2\text{O}$ ), el cual se mide por técnica de centelleo, pero debido a la radiación su uso se ha restringido a niños y mujeres embarazadas. En la actualidad el ACT se determina de manera confiable con isótopos estables no radioactivos, principalmente deuterio ( $^2\text{H}_2\text{O}$ ) y oxígeno 18 ( $^{18}\text{O}$ ), los cuales son inocuos para la salud de quien recibe la dosis.

Agua corporal total por el principio de dilución isotópica. Este principio establece que el volumen del compartimento es igual a la cantidad del isótopo ( $^2\text{H}_2\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) adicionado al compartimento dividido por la concentración del trazador en dicho compartimento. Este principio se cumple al coleccionar una muestra biológica (saliva, orina, sangre) para medir las concentraciones basales del isótopo de interés. Posteriormente, el sujeto se dosifica (dosis pesada), se espera un tiempo para el equilibrio y se toma la segunda muestra biológica. El cálculo del ACT se basa en la siguiente relación:

$$\text{ACT} = V_1 C_1 / C_2$$

Donde:  $V_1$  = Volumen de la dosis;  $C_1$  = Concentración del isótopo administrado y  $C_2$  = Concentración del isótopo en la muestra biológica.

Es importante señalar que la aplicación del principio de dilución *in vivo*, es más complejo que *in vitro*. Esto se debe a que los trazadores utilizados para dilución *in vivo* no se comportan de manera ideal, es por ello que las mediciones del ACT *in vivo* requiere de un cuidado especial para no violar las bases que sustentan el principio de dilución. Considerando lo anterior con un adecuado protocolo se puede maximizar la exactitud y precisión para medir el ACT. Se estima que la precisión de la medición del agua corporal total es <1% (Albala et al., 1994). La precisión depende en gran medida del método analítico y de la dosis isotópica administrada, así como del tiempo de equilibrio. En general el método de espectrometría de masas ha sido considerado el más

preciso (Schoeller, 1996). Es importante señalar que las mediciones de  $^2\text{H}_2\text{O}$  por la técnica espectrometría de masas son limitadas debido a los altos costos de los espectrómetros de masas ratio isótopos. Alternativamente, la espectrofotometría por infrarrojo puede ser una técnica menos costosa y precisa para los análisis de deuterio en muestras biológicas (Jennings et al., 1999).

### **Métodos Doblemente Indirectos.**

Estos métodos generalmente se basan sobre la relación estadística entre los parámetros corporales que se miden con facilidad y los datos obtenidos por métodos indirectos. Entre éstos encontramos a los pániculos adiposos y bioimpedancia eléctrica, principalmente.

Pániculos adiposos. Las mediciones del grosor de los pániculos adiposos en sitios específicos se han utilizado por años para estimar los depósitos de grasa corporal. La grasa subcutánea se mide con un caliper, ejerciendo una presión estándar. Se considera que el grosor del pániculo adiposo (grasa subcutánea) en el sitio seleccionado es representativo y que además existe una relación conocida entre la grasa subcutánea y la grasa corporal total, después de reconocer las diferencias por género y edad. Con este método a menudo los cuatro pániculos adiposos (bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco) son medidos. Los datos se transforman logarítmicamente para establecer una relación lineal entre la suma de los pániculos adiposos y la densidad corporal, la cual depende de la edad y género (Durnin y Womersley, 1974). Así, las mediciones de los pániculos adiposos se utilizan para predecir la densidad corporal mediante las ecuaciones propuestas por Durnin y Womersley (1974) y finalmente se determina la grasa corporal mediante la ecuación de Siri (1956).

Bioimpedancia eléctrica. Este método se sustenta en que la grasa no conduce la corriente eléctrica, mientras que la MCLG es un buen conductor debido a su contenido de agua y electrolitos. Con este método se mide la impedancia corporal, la cual es proporcional al

volumen del conductor, en un sistema biológico, el volumen está dado por el agua corporal (Chumlea y Shumei, 1994).

La impedancia ( $Z$ ) es la oposición dependiente de la frecuencia de un conductor al flujo de una corriente eléctrica alterna; se compone de dos vectores: resistencia ( $R$ ) y reactancia ( $X_c$ ) y matemáticamente se describe de la siguiente manera:  $Z^2 = R^2 + X_c^2$ . La resistencia es la oposición pura del conductor al flujo de una corriente alterna. La resistencia del cuerpo al flujo de la corriente eléctrica es básicamente la misma a la resistencia que pone un sistema no biológico. La resistencia medida es equivalente a la resistencia del tejido muscular de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$\text{Resistencia} = 1 / (1/R_m + 1/R_a + 1/R_h)$$

Donde:  $R_m$  es la resistencia del tejido muscular;  $R_a$  es la resistencia del tejido adiposo y  $R_h$  es la resistencia del hueso. Los valores de  $R_a$  y  $R_h$  son grandes debido a la alta resistencia del tejido adiposo y hueso, por lo tanto  $1/R_a$  y  $1/R_b$  son cercanos a cero. La reactancia es el componente que resulta de la oposición adicional al flujo de la corriente alterna que se produce por el efecto capacitante de las membranas celulares, tejidos de interfase y tejidos no iónicos.

La impedancia eléctrica estima la composición corporal basándose en la relación geométrica entre la impedancia y el volumen del conductor, así como del contenido de electrolitos y la conductividad. En un conductor homogéneo, con sección transversal uniforme, el volumen del conductor es proporcional a su longitud elevada al cuadrado dividido por su impedancia ( $Z$ ):  $V = \rho L^2 / Z$ . En una configuración de electrodos tetrapolar para medir la impedancia, una corriente alterna, a muy bajo voltaje y amperaje, entran al cuerpo por dos fuentes de electrodos. Los cambios en voltaje entre los electrodos fuentes se mide con dos electrodos detectores que son colocados por donde pasa la corriente entre los electrodos fuentes.

La impedancia corporal se mide en una configuración tetrapolar entre la muñeca y el tobillo. La resistencia y reactancia en combinación con la medición de la talla corporal como una estimación de la longitud del conductor ( $S$ ) para registrar  $\rho L^2 / Z$

como un índice del volumen conductivo total del cuerpo. La resistividad específica o  $\rho$  en la fórmula es una propiedad eléctrica particular para el material conductor y es independiente de su tamaño o forma.

La corriente que emiten los analizadores de bioimpedancia fluye por medio de los electrolitos en el líquido corporal. Así que el conductor del cuerpo es el agua y una analizador mide la impedancia de este conductor. Se reconoce que a 50 kHz, el valor de impedancia es el del agua corporal total. Utilizando estimaciones del ACT a partir de la impedancia, se estima la MCLG y la grasa corporal, basándose en el porcentaje de hidratación de la MCLG. Se ha reportado que el porcentaje de hidratación es de 73.2% y varía con la edad, sexo y posiblemente raza, así como en estados patológicos.

Finalmente, es importante mencionar que existen diversas ecuaciones de predicción, las cuales convierten la medición de impedancia hasta estimaciones de composición corporal y la exactitud absoluta de la impedancia depende de las ecuaciones de predicción utilizadas. **(Véase contribución al conocimiento: Artículo 3).**

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albala C, Yañez M, Salazar G, Vio F. Body composition in the elderly: total body water and anthropometry. *Nutrition Research* 1994;14:1797-1809.
- Alemán MH, Reza GT, Esparza J, Valencia ME. Requerimiento de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del Noroeste de México. *Arch Latinoam Nutr* 1999;49:121-129.
- Atalah E, Albala E, Silva J. Situación de salud y nutrición del adulto mayor. En: Castillo C, Uauy R, Atala E. Eds. *Guías de Alimentación Para el Adulto Mayor. Bases para la acción*. Ministerio de Salud, CENUT, INTA, 1999.
- Benhke AR, Feen BG, Welham WC. The specific gravity of healthy men. *JAMA* 1942;118:495-498.
- Bennett PH. Type 2 diabetes among the Pima Indians of Arizona: An epidemic attributable to environmental changes? *Nutr Rev* 1999;57:S51-S54.
- Black AE, Prentice AM, Coward WA. Use of food quotients to predict respiratory quotients for the doubly-labeled water method of measuring energy expenditure. *Hum Nutr Clin Nutr* 1986;40:381-391.
- Bloesh D, Schutz Y, Breitenstein E, Jequier E, Felber JP. Thermogenic response to an oral glucose load in man: comparison between young and elderly subjects. *J Am Coll Nutr* 1988;7:471-83.

- Brožek J, Grande F, Anderson JT. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1963;110:113-114.
- Castro V, Gómez H, Negrete J, Tapia R. Las enfermedades crónicas en las personas de 60-69 años. *Salud Pública de Méx* 1996;38:438-447.
- Cohn SH, Drombrowski CS: Measurements of total body calcium, sodium, chlorine, nitrogen and phosphorus in man by in vivo neutron activation analysis. *J Nucl Med* 1971;12:499-505.
- Cohn SH, Vartsky D, Yasumura S, Sawitsky A, Zanzi I, Vaswani A, Ellis KJ. Compartmental body composition based on the body nitrogen, potassium and calcium. *Am J Physiol* 1980;239:E192-200.
- Conroe J. *Physiology of respiration*. Chicago: Year Book Medical Publishers, 1970.
- Cunningham DA, Montoye HJ, Metzger HL, Keller JB. Physical activity at work and leisure as related to occupation. *Med Sci Sports*. 1969; 1:165-70.
- Chernoff R, Lipschitz DA. In: Shills M, Young V. Eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 7th ed. Philadelphia: Lea and Febiger, 1988;982-1000.
- Chumlea WC, Guo SS. Bioelectrical impedance and body composition: present status and future directions. *Nutr Rev* 1994;52:123-131.
- Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med Sci Sport Exerc* 1995;27:1692-1697.



- DHSS. Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. Department of Health and Social Subjects. No. 14. London: HMSO, 1991.
- 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 17 to 72 years. *Br J Nutr* 1974;32:77-79.
- Elia M, Ward LC. New Techniques in Nutritional Assessment: Body composition methods. In: Joint Symposium with the British Dietetic Association on Implementing Dietary Change: Theory and Practice. Proceedings of the Nutrition Society. Volume 58: Issue 1: Copyright Nutrition Society, 1999.
- Escobar MC, Salinas I. Diagnóstico de la Situación de los Adultos Mayores. Documento del Ministerio de Salud. Mideplan 1996.
- FAO/WHO/UNU. Energy and Protein Requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Experts Consultation. Technical Report Series 724 Geneva: World Health Organization, 1985.
- Flatt JP. In: Bray GA, ed. Recent Advances in Obesity Research. Proceedings of the 2nd International Congress on Obesity. London: Newman Publishing, 1978;211-228.
- Flynn MA, Nolph GB, Baker AS, Martin WM, Krause GI. Total body potassium in aging humans: A longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 1989;50:713-717.
- Fukagawa NK, Bandiny LG, Lim PH, Roingeard F, Lee MA, Young JB. Protein-induced changes in energy expenditure in young and older individual. *Am J Physiol* 1991;260:E345-52.

- Golay A, Schutz Y, Broquet C, Moerí R, Felber JP, Jequier E. Decreased thermogenic response to an oral glucose load in older subjects. *J Am Geriatr Soc* 1983;31:144-8.
- Goran MI, Toth MJ, Poehlman ET. Assessment of research-based body composition techniques in healthy elderly men and women using the 4-compartment model as a criterion method. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998;22:135-142.
- Guernsey DL, Edelman IS. In: Oppenheimer JH, Samuel HH. Eds. *Molecular Basis of Thyroid Hormone Action*. New York: Academic Press, 1983:293-324.
- Himms-Hagen J. Cellular thermogenesis. *Annu Rev Physiol* 1976;38:315-351.
- Huber HA. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease. A 26 years follow up of participants in the framingham heart study. *Circulation* 1983;67:968-987.
- INEGI. *La tercera edad en México, 1993. IX Censo General de Población y Vivienda*. México, D.F.: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1990.
- Jennings G, Bluck L, Wright A, Elia M. The use of infrared spectrophotometry for measuring body water spaces. *Clín Chem* 1999;45:1077-81.
- Jequier E, Acheson K, Schutz Y. Assessment of energy expenditure and fuel utilization in man. *Annu Rev Nutr* 1987; 7:187-208.
- Keynes RD. In Bolis L, Maddrell HP, Schmidt-Nielsen K. Eds. *Comparative Physiology-Functional Aspect of Structural Material*. Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1975;155-159.

- Keys A, Taylor HL, Grande F. Basal metabolic and age of adult man. *Metabolism* 1973;22:579-87.
- Keys A, Brožek J. Body fat in adult man. *Physiological Research* 1953;33:245-345.
- Lifshitz A y Estrada G. El envejecimiento, un enfoque médico-social. *Ciencia y Desarrollo* 1998;XXIV:11-17.
- Lifson N, Gordon GB, Visscher MB, Nier OA. The fate of utilized molecular oxygen and the source of heavy oxygen of respiratory carbon dioxide, studied with the aid of heavy oxygen. *J Biol Chem* 1949;180:803-811.
- Lifson N, Gordon GB, McClintock R. Measurement of total carbon dioxide production by mean of  $D_2^{18}O$ . *J Appl Physiol* 1955;7:704-710.
- Lifson N, McClintock R. Theory of use of turnover rates of body water for measuring energy and material balance. *J Theor Biol* 1966;12:46-74.
- Lipson LG, Bray GA. In: Chen LH. Ed. *Nutritional Aspects of Aging, Vol 1*. Cleveland: CRC Press, 1986;161-171.
- Lusk G. *The Elements of Science of Nutrition*, 4th. Ed. London: W.B. Saunders Company, 1928.
- Mariash CN, Oppenheimer JH, Samuels HH, eds. *Molecular Basis of Thyroid Hormone Action*. New York: Academy Press, 1983;265-292.
- Milligan LP, McBride BW. Energy costs of ion pumping by animal tissues. *J Nutr* 1985;115:1374-1382.

Millward DJ. In Garrow JW, Halli D. Eds. *Substrate and Energy Metabolism in Man*. London: John Libbey, 1985;135-144.

Morgan JB, York AD. Thermic effect of feeding in relation to energy balance in elderly men. *Ann Nutr Metab* 1983; 27:71-7.

Morío B, Ritz P, Verdier E, Montaurier CH, Beaufrere, 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.

National Research Council (1989) *Recommended Dietary Allowances*. 10<sup>th</sup> ed. National Academy Press, Washington, DC.

OMS. *Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas*. Serie de informes técnicos No. 797. Organización Mundial de la Salud, Ginebra 1990.

ONE: *Anuario Demográfico 1996*. Oficina Nacional de Estadísticas. La Habana, Cuba, 1997.

ONU. *Asamblea Mundial del Envejecimiento. Plan Acción Internacional de Viena sobre Envejecimiento*. Viena: Organización de las Naciones Unidas, 1982.

OPS. *La Salud de los Ancianos. Una preocupación de todos*. Organización Panamericana de la Salud, 1992.

Pace N, Rathbun EN. Studies on body composition, III: The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. *J Biol Chem* 1945;158:685-691.

- Pellett PL. Food energy requirements in humans. *Am J Clin Nutr* 1990;51:711-22.
- Poehlman ET. Energy expenditure and requirements in aging human. *J Nutr* 1992;122:2057-2065.
- Porrata C, Rodríguez A, Jiménez S. La transición epidemiológica en Cuba. En: *La Obesidad en la Pobreza: un nuevo reto para la salud pública*. Peña M, Bacallao J. Eds. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 2000.
- Prentice AM. Energy expenditure in the elderly. *Eur J Clin Nutr* 1992;46 Suppl 3:S21-S28.
- Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, Bogardus C. Determinants of 24-hour energy expenditure in man: methods and results using a respiratory chamber. *J Clin Invest* 1986;78:1568-78.
- Reeds PJ, Fuller MF, Nicholson BA. In Garrow JS, Halliday D. Eds. *Substrate and Energy Metabolism*. London: John Libbey, 1985; 46-57.
- República de Chile. Ministerio de Planificación y Cooperación. Sexta encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN 96). Santiago, Chile 1997.
- Rising R, Harper IT, Fontuielle AM, Ferraro RT, Spraul M, Ravussin E. Determinants of total daily energy expenditure: variability in physical activity. *Am J Clin Nutr* 1994; 59:800-4.

- Roberts SB. Use of the doubly labeled water method for measurement of energy expenditure, total body water, water intake and metabolizable energy intake in human and small animals. *Can J Physiol Pharm* 1989;67:1190-1198.
- Roberts SB. Energy requirements of older individuals. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:S112-S118.
- Robuschi G, Safran M, Braverman LE, Gnudi A, Roti E. Hypothyroidism in the elderly. *Endocrinol Rev* 1987;8:142-153
- Rosman I. Anatomic and body composition changes with aging. In Finch CE, Hayflick L. Eds. *Handbook of the Biology of Aging*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1977:189-221.
- Rothwell NJ, Saville ME, Stock MJ. Sympathetic and thyroid influences on metabolic rate in fed, fasted and refed rats. *Am J Physiol* 1982;243:R339-46.
- Rowe JW y Kahn RL. Successful aging. *Gerontologist* 1987;37:433-139.
- Roubenoff R. Humoral mediator of changing body composition during aging and chronic inflammation. *Nutr Rev* 1993;51:1-11.
- Roubenoff R, Kehayias JJ. The meaning and measurement of lean body mass. *Nutr Rev* 1991;49:163-75.
- Ruiz L, Rivera A. Características de la morbilidad en población mexicana de edad avanzada: un Análisis de la Encuesta Nacional de Salud 1988. *Salud Pública de Méx* 1996;38:430-437.

- Scarpace PJ, Baresi LA. Increased beta-adrenergic receptors in the light-density membrane fraction in lungs from senescent rats. *J Gerontol* 1988;43:B163-B167.
- Schoeller DA. Measurement of energy expenditure in free-living humans by using doubly labeled water. *J Nutr* 1988;118:1278-89.
- Schoeller DA. Hydrometry. In: Human Body Composition. Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. Eds. Human Kinetics. 1996.
- Shetty PS, Henry CJK, Black AE, Prentice AM. Energy requirements of adults: an update on basal metabolic rates (BMRs) and physical activity levels (PALs). *Eur J Clin Nutr* 1996;50:S11-S23.
- Siri WE. The gross composition of the body. In C.A. Tobias and J.H. Lawrence (Eds.). *Advances in Biological and Medical Physics*. New York: Academic 1956;4:239-289.
- Simat BM, Morley JE, From AH, Briggs JE, Kaiser FE, Levine AS, Ahmed K Variables affecting measurement of human red cell  $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ -ATPase activity: technical factors, feeding, aging. *Am J Clin Nutr* 1984;40:339-45.
- Towle HC. In: Oppenheimer JH, Samuel HH, eds. *Molecular Basis of Thyroid Hormone Action*. New York: Academy Press, 1983;179-212.
- Tzankoff SP, Norris AH. Longitudinal changes in basal metabolism in man. *J Appl Physiol* 1978;45:536-9.
- Valencia ME, Bennett PH, Ravussin, Esparza J, Fox C, Schulz LO. The Pima Indians in Sonora, Mexico. *Nutr Rev* 1999;57:S55-S58.

- Wang ZM, Heshka S, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. Systematic organization of body-composition methodology: an overview with emphasis on component-based methods. *Am J Clin Nutr* 1999;61:457-65.
- Waterlow JC, Garlick PJ, Millward DJ. Protein turnover in mammalian tissues and in the whole body. New York: North Holland/Elsevier, 1978.
- Welle S, Forbes GB, Statt M, Barnard RR, Amatruda JM. Energy expenditure under free-living conditions in normal-weight and over-weight women. *Am J Clin Nutr* 1992; 55:14-21.
- Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109:1-9.
- West CD, Volicer L, Vaughn DW. In: Ambrecht HJ, Prendergrast JM, Coe RM. Eds. Nutrition Intervention in the Aging Process. New York: Springer-Verlag, 1984;111-137.
- Wiersinga WM, Touber JL. The influence of beta-adrenoceptor blocking agents on plasma thyroxine and triiodothyronine. *J Clin Endocrinol Metab* 1977; 45:293-8.
- Wiersinga WM, Modderman P, Touber JL. The effect of alpha- and beta-adrenoceptor agonists and antagonists on the in vitro conversion of thyroxine into triiodothyronine. *Horm Metab Res* 1980;12:346-7.
- Young VR. Macronutrient needs in the elderly. *Nutr Rev* 1992;50:454-462
- Young VR. In: Ambrecht HJ, Prendergrast JM, Coe RM. Eds. Nutritional Intervention in the Aging Process. New York: Springer-Verlag, 1984;27-47.



## CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO

En esta sección se encuentran cinco artículos, de los cuales los dos primeros ya están publicados. El primero contempla los resultados del trabajo preliminar, los cuales fueron considerados en la planeación del proyecto que se realizó en los tres países. El segundo artículo describe las características físicas y de composición corporal y su asociación con algunas variables de salud en la muestra de México. En el tercer artículo se reporta la composición corporal por densitometría BOD-POD y la validación de dos ecuaciones para predecir la composición corporal en la muestra de México. El objetivo de este trabajo en particular, fue medir la composición corporal con un estándar de oro y además tener una o dos ecuaciones válidas para estimar la composición corporal en los adultos mayores de Cuba y Chile. El cuarto artículo presenta los resultados del gasto o los requerimientos de energía con la metodología del cuestionario y calorimetría indirecta en los adultos mayores de los tres países y el quinto presenta los resultados de gasto o requerimiento de energía con la técnica de agua doblemente marcada de una submuestra de adultos mayores residentes en Chile. Los resultados de este estudio se consideraron finalmente para la última sección, en la cual se presenta un resumen de los resultados con las metodologías empleadas y los cuales se consideraron para plantear las perspectivas.

**Artículo 1. Requerimiento de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del Noroeste de México.**

**Energy requirements in active elderly individuals living in a rural region of Northwest Mexico.**

<sup>1</sup>Alemán Mateo H, <sup>2</sup>Guadalupe T. Reza Durán, <sup>1</sup>Julián Esparza, <sup>1</sup>Mauro E. Valencia.

Lic. en Nut. Heliodoro Alemán Mateo: Estudiante de Doctorado.

Lic. en Nut. Guadalupe Thelma Reza Durán: Licenciado en Nutrición.

MC. Julián Esparza Romero: Profesor e Investigador Asociado B.

Dr. Mauro E. Valencia: Investigador Titular de la División de Nutrición.

<sup>1</sup>División de Nutrición, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, CIAD A.C.

Carretera a la Victoria Km. 0.6 Apartado Postal 1735. Hermosillo, Sonora, México, C.P. 83000. Tel. y Fax (62) 80-00-94. helio@cascabel.ciad.mx; julian@cascabel.ciad.mx; mauro@cascabel.ciad.mx

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Enfermería y Nutriología.

Dr. Mauro E. Valencia.

Dirección para la correspondencia relativa del manuscrito y para las solicitudes de separatas: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, CIAD A.C. Carretera a la Victoria Km. 0.6 Apartado Postal 1735. Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83000. Tel. y Fax 80-00 94. mauro@cascabel.ciad.mx

**REQUERIMIENTO DE ENERGIA EN LA TERCERA EDAD**

### 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 discrecionales. 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  $1.50 \pm 0.29$  y  $1.65 \pm 0.66$ , respectivamente ( $p < 0.05$ ). De manera complementaria se midió la tasa metabólica basal. En las mujeres el metabolismo basal fue de  $5348 \pm 719$  kJ/día, diferente de  $6160 \pm 862$  kJ/día en los hombres ( $p < 0.05$ ). De manera similar se encontraron diferencias en el gasto energético total de  $8311 \pm 1610$  kJ/día y  $10210 \pm 2268$  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 Claves: Tercera edad, Tasa metabólica basal, Nivel de actividad física, Composición corporal y Requerimiento de energía.

### Summary

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  $1.50 \pm 0.29$  and  $1.65 \pm 0.66$ , respectively ( $p < 0.05$ ). The basal metabolic rate also differed between women and men ( $p < 0.05$ ) with  $5348 \pm 719$  kJ/day and  $6160 \pm 862$  kJ/day, respectively. Similarly the total energy expenditure was different ( $p < 0.05$ ) in women and men  $8311 \pm 1610$  kJ/day and  $10210 \pm 2268$  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 and Energy requirements

### **Introducción**

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) y la tasa metabólica basal (TMB), respectivamente 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:  $^2\text{H}_2$ ,  $^{18}\text{O}$ ) 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 cardíaca 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 discretionales, 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 Métodos**

**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 Asociación Americana de Diabetes 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  $\pm 2$  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 crónico degenerativas e incapacitantes, con excepción de los sujetos con diabetes tipo 2, que refirieron mantener su actividad física, 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 de salud 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 (ADN FV-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 Durmin (28). Con ambas mediciones se calculó el IMC (Peso/Talla<sup>2</sup>). 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 mas 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 Brøekhoff 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 con 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 posdosis y un corte  $\geq 200$  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 O<sub>2</sub> y 4.06% de CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> 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 VO<sub>2</sub> y VCO<sub>2</sub> 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-Iglewicz. Se realizaron transformaciones logarítmicas a las variables de: glucosa en ayuno y posdosis, la relación cintura/cadera, el nivel de actividad física y el requerimiento energético total. Los resultados de estas 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 Poehlman y Toth (40) es el mejor método para remover el efecto de cada una de estas 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 ( $\geq 160$  mm Hg) y un 3.7% hipertensión diastólica ( $\geq 95$  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 $\pm$ 2.5*	76.8 $\pm$ 3.1*	64.2 $\pm$ 2.3**	75.8 $\pm$ 4.6**
Peso (kg)	68.8 $\pm$ 7.9	62.6 $\pm$ 15.4	72.8 $\pm$ 17.3	70.2 $\pm$ 11.7
Talla (m)	1.56 $\pm$ 0.0	1.55 $\pm$ 0.0	1.68 $\pm$ 0.0	1.66 $\pm$ 0.0
IMC (kg./m <sup>2</sup> )	28.2 $\pm$ 3.4	25.7 $\pm$ 4.7	25.7 $\pm$ 5.5	25.2 $\pm$ 3.6
Grasa corporal (%)	53.0 $\pm$ 3.3*	47.4 $\pm$ 7.9*	38.5 $\pm$ 8.5	38.2 $\pm$ 5.0
MCLG (kg)	32.2 $\pm$ 3.9	32.0 $\pm$ 5.2	43.5 $\pm$ 5.2	42.9 $\pm$ 4.9
Glu en ayuno (mg/dl)*	102.0 $\pm$ 9.0	96.9 $\pm$ 5.9	103.4 $\pm$ 8.5	90.2 $\pm$ 3.0
Glu posdosis (mg/dl)*	169.5 $\pm$ 14.7	157.3 $\pm$ 14.7	139.9 $\pm$ 14.6	134.9 $\pm$ 8.6
Hemoglobina (g/dl)	13.13 $\pm$ 0.9	12.5 $\pm$ 0.9	13.9 $\pm$ 1.2	14.0 $\pm$ 1.3
PAS (mmHg)	144.6 $\pm$ 15.6	150.0 $\pm$ 8.7	133.0 $\pm$ 20.0	142.5 $\pm$ 22.6
PAD (mmHg)	76.1 $\pm$ 7.6	74.4 $\pm$ 8.8	76.5 $\pm$ 10.8	78.3 $\pm$ 11.1
C/C*	0.97 $\pm$ 0.0	0.97 $\pm$ 0.0	0.99 $\pm$ 0.1	0.95 $\pm$ 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  $\pm$  DE; \*Media geométrica  $\pm$  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 transpatio, jardinería, cercar y albañilería, entre otras. Con respecto a las actividades recreativas, se reportó asistencia a misa, ver televisión, reuniones 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 prueba t pareada. 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).

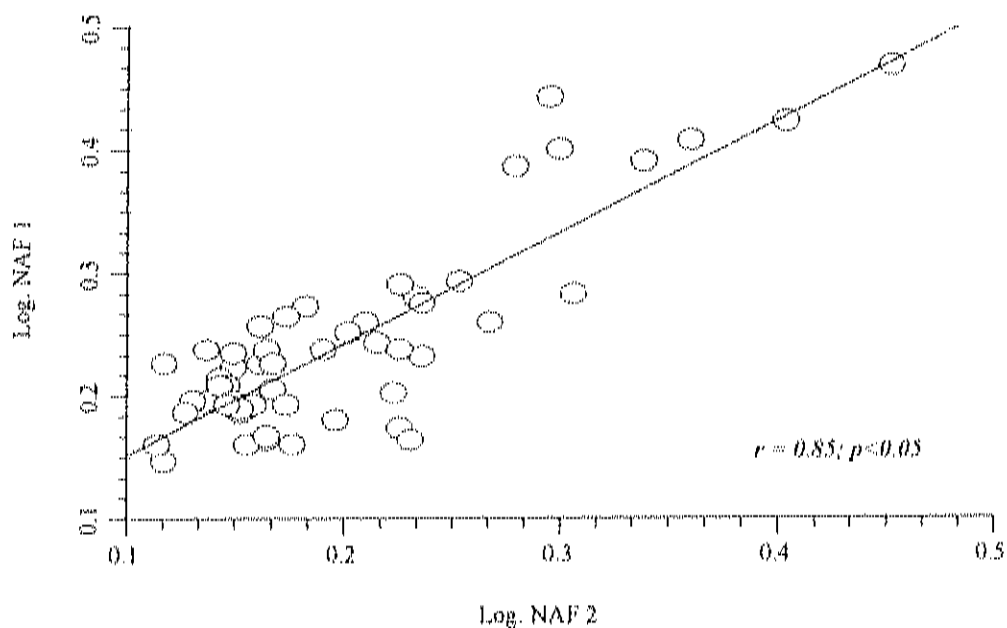


Figura 1. Reproducibilidad del cuestionario para estimar el gasto energético por actividades laborales y recreativas, expresado en NAF.

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 ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 2. Nivel de actividad física en 54 sujetos, por sexo y grupo etario**

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

\*Media geométrica  $\pm$  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.



**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)
<b>Femenino</b>				
(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
<b>Masculino</b>				
(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 ( $p < 0.05$ ).

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.

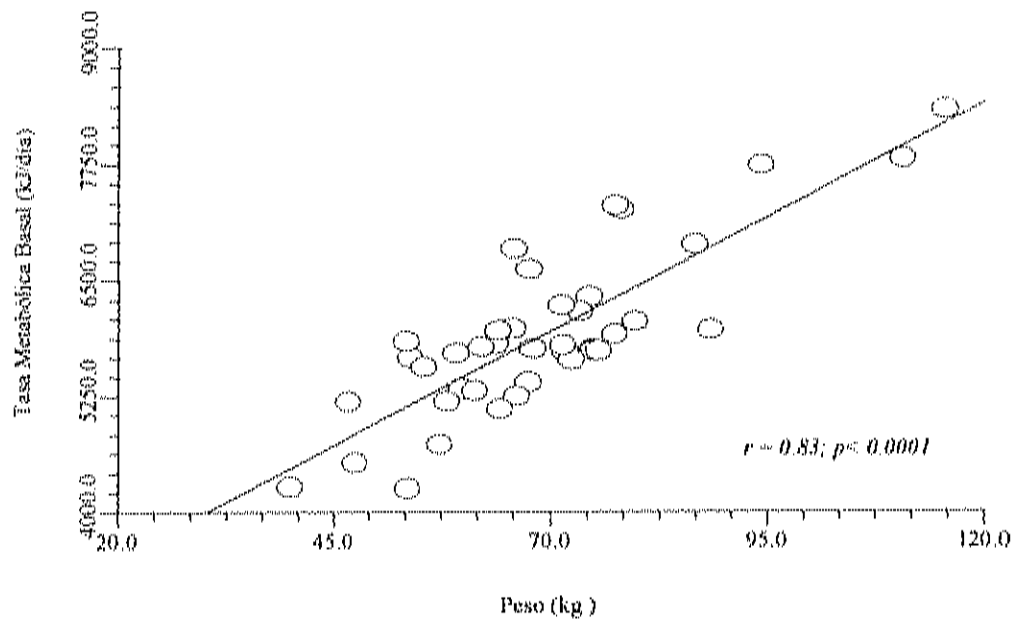


Figura 2. Relación entre la tasa metabólica basal y el peso corporal en los 40 sujetos.

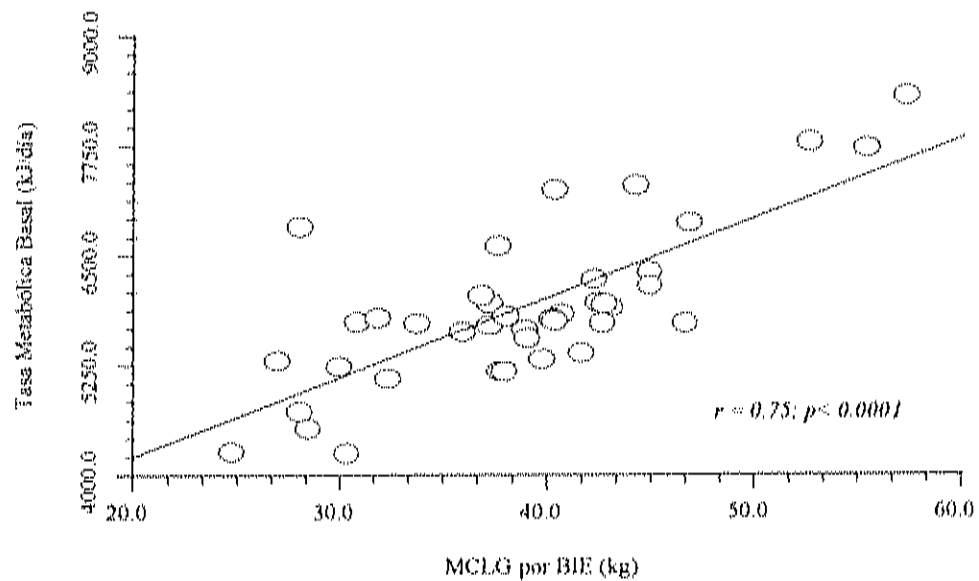


Figura 3. Relación entre la tasa metabólica basal y la masa corporal libre de grasa en los 40 sujetos.

**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*	TMB (kJ/d)	Requerimiento Energético Total (kJ/d)*
<b>Femenino</b>			
(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)*
<b>Masculino</b>			
(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)*

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

### Discusión

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 saludables, 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 una 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 FAO/OMS/UNU 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  $59.9 \pm 50.3$  y  $19.3 \pm 16.5$  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  $62.7 \pm 46.4$  y  $17.7 \pm 17.4$  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 periodo de 12 horas durante los siete días de la semana (empleados de tienda) y 24 horas, tres veces por semana (empleados de vigilancia). Con 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. La TMB corregida, nuevamente 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 sólo 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 mas 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 Médico Maria Eugenia Cardiel, así como al resto del personal del CIAD que colaboró de alguna u otra manera en la realización de este trabajo.



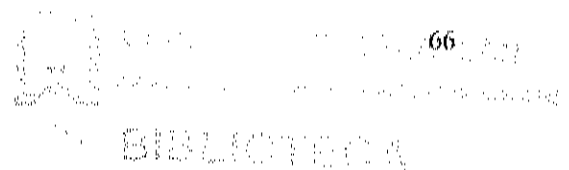
### Referencias

1. Organización de las Naciones Unidas. Asamblea Mundial del Envejecimiento. Plan Acción Internacional de Viena sobre el Envejecimiento. Viena: ONU, 1982; Vol 2.
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.
3. 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.
4. Forbes GB and Reines JC. Adult lean body mass declines with age: some longitudinal observations. *Metabolism* 1970;19:653-663.
5. 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.
6. 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.
7. Bishop CW, Bowen PE, Ritchey SJ. Norms for nutritional assessment of American adults by upperarm anthropometry. *Am J Clin Nutr* 1981;34:2530-2539.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Sjögren A, Österberg 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.
12. Keys A, Taylor HL, Grande R. Basal metabolism and age of adult man. *Metabolism* 1973;22:579-587.

13. Tzankoff SP, Norris AH. Longitudinal changes in basal metabolism in man. *J Appl Physiol* 1978;45:536-539.
14. 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.
15. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Experts Consultation. Technical Report Series 724 Geneva: World Health Organization, 1985.
16. National Research Council. Recommended dietary allowances, 10th ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. 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.

23. 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.
24. Ashworth L, Gibb I, Alberti K.G.M.M. HemoCue: Evaluation of a portable photometric system for determining glucose in whole blood. *Clin Chem* 1992;38:1479-1482.
25. World Health Organization. Diabetes Mellitus. Report of a WHO Study Group. Geneva World Health Organization, 1985. (Tech Rep Ser. No.727).
26. 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, Geneva. 1978.
28. Durnin JVGA. Anthropometric methods for assessing nutritional status. In: *Nutrition in the Elderly*. Horwitz A, MacFayden DM, Munro H, Scrimshaw NS, Steen B and Williams TF eds. Oxford: Oxford University Press, 1989. Page 15-32.
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. *Ann Hum Biol* 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. Roberts SB, Fuss P, Heyman MB, Young VR. Influence of age on energy requirements. *Am J Clin Nutr* 1995;62:1053S-1058S.

**Artículo 2. Antropometría y composición corporal en personas mayores de 60 años:  
Importancia de la actividad física.**

**Anthropometry and body composition in elderly persons: Importance of physical  
activity.**

Alemán Mateo H, Esparza J, Mauro E. Valencia.

Lic. en Nut. Heliodoro Alemán Mateo: Estudiante de Doctorado.

MC. Julián Esparza Romero: Profesor e Investigador Asociado B.

Dr. Mauro E Valencia: Director de la División de Nutrición.

División de Nutrición, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C  
(CIAD, A. C).

Carretera a la Victoria Km. 0.6 Apartado Postal 1735. Hermosillo, Sonora, México. C.P.  
83000. Tel. y Fax (62) 80-00-94. [helio@cascabel.ciad.mx](mailto:helio@cascabel.ciad.mx); [julian@cascabel.ciad.mx](mailto:julian@cascabel.ciad.mx);  
[mauro@cascabel.ciad.mx](mailto:mauro@cascabel.ciad.mx)

Dr. Mauro E. Valencia.

Dirección para la correspondencia relativa del manuscrito y para las solicitudes de  
separatas: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, CIAD A.C. Carretera a  
la Victoria Km. 0.6 Apartado Postal 1735. Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83000. Tel.  
y Fax 80-00 94. [Mauro@cascabel.ciad.mx](mailto:Mauro@cascabel.ciad.mx)

**(ANTROPOMETRIA, COMPOSICION CORPORAL Y ACTIVIDAD FISICA)**

## Resumen

**Objetivo.** Medir indicadores antropométricos, de composición corporal por bioimpedancia eléctrica y la actividad física, así como la glucosa sanguínea y la presión arterial en personas > 60 años de una región rural. **Materiales y métodos.** Se seleccionó por muestreo intencional no probabilístico un total de 54 sujetos mayores de 60 años. Los sujetos se sometieron al protocolo estandarizado para las mediciones antropométricas y de composición corporal por bioimpedancia eléctrica (BIE), así como de la actividad física mediante el cuestionario de actividades. Así mismo se midió la presión arterial y se realizó la prueba de la tolerancia a la glucosa. Los valores promedio se analizaron por sexo mediante la prueba t de Student y la asociación de la actividad física y la composición corporal con otras variables por regresión lineal simple y el coeficiente de correlación de Pearson. **Resultados.** La actividad física correlacionó negativamente con el porcentaje de grasa ( $r=-0.36$ ;  $p=0.007$ ); la presión arterial diastólica ( $r=-0.36$ ;  $p=0.006$ ) y sistólica ( $r=-0.32$ ;  $p=0.018$ ) y el IMC con la glucosa posdosis ( $r=0.31$ ;  $p=0.024$ ). **Conclusiones.** La actividad física en este grupo de personas puede tener un impacto favorable sobre estos importantes indicadores de salud.

Palabras claves: Tercera edad, Antropometría, Composición corporal, Actividad física

### Abstract

**Objective.** To measure anthropometric indicators, body composition by bioelectrical impedance and physical activity as well as blood glucose and blood pressure level in rural persons aged > 60 years. **Material and methods.** We selected by intentional sample not probabilistic 54 subjects > 60 years. Standardized protocols were used to measure anthropometric indicators, body composition, physical activity by the questionnaire methodology, blood pressure and glucose tolerance. The analysis included Students t test to detect differences by sex and the association of physical activity, body composition with other variables was analyzed by simple linear regression and Pearson correlation test. **Results.** A correlation coefficient over  $r=-0.36$  ( $p=0.007$ ) was found between physical activity and percent fat; a  $r=-0.32$  ( $p=0.018$ ) between physical activity and the blood pressure systolic and a  $r=-0.36$  ( $p=0.006$ ) with the diastolic and a  $r=0.31$  ( $p=0.024$ ) between BMI and blood glucose 2 hours. **Conclusions.** The physical activity in elderly people can to have desirable impact in the body composition (fat mass) and blood pressure (systolic and diastolic).

Key words: Elderly, Anthropometry, Body composition, Physical activity



### Introducción

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 1990 contribuyó con un 6.1% a la población total.<sup>1</sup> Se estima que esta cifra se aumente a 7.7% para el año 2010.<sup>2</sup> En las personas de la tercera edad se presentan diversos cambios biológicos y en el estilo de vida. Indudablemente, los cambios antropométricos y de composición corporal relacionados con la edad cada día cobran un mayor interés por su relevancia e implicaciones en el estado de nutrición, en la respuesta al apoyo nutricional y farmacológico, en la capacidad funcional, en el pronóstico y tratamiento de pacientes hospitalizados, así como factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas.

En la actualidad se reconocen los cambios que ocurren en el peso corporal y la talla, así como en otros indicadores antropométricos y de composición corporal. En algunos estudios,<sup>3,4</sup> se ha reportado que el peso corporal aumenta a partir de los años 20's hasta los 50's y posterior a los 70 años, disminuye progresivamente. Con respecto a la talla diversos estudios han reportado que disminuye conforme aumenta la edad.<sup>5-7</sup> También se ha reportado que en las personas de la tercera edad se presentan otros cambios antropométricos como el aumento del grosor de los pliegues cutáneos, la relación cintura/cadera y el índice de masa corporal (IMC), entre otros.<sup>8,9</sup> Con respecto a los cambios en la composición corporal se ha mostrado que la masa corporal libre de grasa (MCLG) disminuye de un 25 a un 30% entre las edades de los 30 y los 70 años, mientras que la grasa corporal aumenta.<sup>10-12</sup> Otros estudios han reportado que además del aumento, la grasa corporal se redistribuye de manera desfavorable para la salud del adulto mayor. Se ha evidenciado una mayor cantidad de tejido adiposo en la parte central del cuerpo,<sup>13,14</sup> lo cual puede ser un importante factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas y alteraciones metabólicas como hipercolesterolemia, resistencia a la insulina, aterosclerosis, hipertensión y diabetes mellitus.<sup>15</sup>

Por otro lado, se ha reportado que la disminución de la MCLG y el aumento de la grasa corporal en este grupo etario se deben a las alteraciones hormonales y de los mediadores hormonales, así como a la disminución de la actividad física.<sup>16</sup> En el anciano también se acentúan otros cambios fisiológicos y metabólicos como la disminución del metabolismo basal y las alteraciones en el metabolismo de la glucosa y de los lípidos séricos.<sup>17</sup> Todos estos cambios, hacen que el adulto mayor sea más vulnerable al desarrollo o complicaciones de diversas enfermedades, lo cual desfavorece el estado de salud y la capacidad funcional. Actualmente, en México existen muy pocos estudios reportados sobre antropometría, composición corporal y actividad física y principalmente de la posible relación entre la actividad física con la presión arterial, composición corporal y esta última con la glucosa sanguínea. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue medir algunos indicadores antropométricos, de composición corporal por BIE y actividad física, así como la glucosa sanguínea y la presión arterial en personas > 60 años y con vida libre irrestricta en una comunidad rural del noroeste de México.

## **Materiales y Métodos**

### **Población de estudio**

Se seleccionó por muestreo intencional no probabilístico un total de 54 sujetos mayores de 60 años, con una gran diversidad de actividades físicas, todos orientados en espacio y tiempo y con deseos de participar. La muestra estudiada fue del "Ejido la Victoria", comunidad rural situada a 7 km. de la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

### **Diseño del estudio**

Cada participante recibió una explicación completa del protocolo de estudio, al mismo tiempo se le invitó a participar. Durante la primera entrevista se les preguntó su

estado de salud y se inició a descartar a los sujetos con enfermedades como cáncer, infarto al miocardio, angina de pecho, artritis reumatoide y diabetes tipo 2 con tratamiento de insulina. Ningún sujeto tomó medicamentos (que se reconoce influyen el agua corporal total) durante el estudio. Todos los sujetos refirieron tener un peso estable durante los seis meses previos al estudio y ningún sujeto presentó edema o retención de líquidos. Después de que los sujetos decidieron participar, una tarde previa a las mediciones los sujetos residieron en la unidad metabólica de la división de nutrición humana, en donde se les brindó una cena con un platillo típico regional, el cual cubrió una tercera parte de su requerimiento de energía y contenía una distribución porcentual de la energía de 15% de proteínas, 30% de grasas y 55% de carbohidratos. También se vigiló que no tomaran agua, café o té, horas previas a las mediciones. La mañana siguiente los sujetos se sometieron al protocolo para las mediciones antropométricas y de composición corporal, actividad física, así como para la prueba de tolerancia a la glucosa y la toma de presión arterial.

### **Antropometría**

El peso se tomó con una balanza electrónica digital de 0 a 150x0.05 kg de capacidad (ADN FV-150 K, Japón) y la talla con un estadiómetro Holtain (Holtain Limited, Dyfed, Britain). Los plicómetros adiposos (bicipital, tricípital, subescapular y suprailiaco) se midieron con un plicómetro (Holtain LTD, Crymych U.K.). Al igual que el peso, la talla y los pliegues; la circunferencia media del brazo, la circunferencia de la cintura y de la cadera se midieron de acuerdo a la técnica de Durnin.<sup>18</sup> La altura talón/rodilla se midió con un estadiómetro portátil (Holtain LTD, U.K.) de acuerdo a la técnica de Chumlea y colaboradores.<sup>19</sup> También se calculó el IMC y se diagnosticó el estado de nutrición, se utilizó para ello, los nuevos criterios de la OMS.<sup>20</sup> La deficiencia crónica de energía se diagnosticó de acuerdo a los criterios de James y colaboradores,<sup>21</sup> los cuales consideran el IMC y el nivel de actividad física (NAF).

### **Composición corporal**

Se evaluó por bioimpedancia eléctrica con el sistema RJL (RJL Systems Detroit, Mich., USA). Las mediciones se realizaron de acuerdo a la técnica de Lukaski y colaboradores.<sup>22</sup> La MCLG y la grasa corporal se determinaron con la ecuación específica para la población > 60 años, propuesta por Deurenberg y colaboradores,<sup>23</sup> la cual fue validada en mujeres<sup>24</sup> y en hombres.<sup>25</sup>

### **Prueba de tolerancia a la glucosa**

Esta prueba se realizó en la unidad metabólica del CIAD bajo condiciones controladas y de acuerdo a la técnica reportada por Schulz y Weidensee.<sup>26</sup> El diagnóstico de intolerancia a la glucosa y diabetes tipo 2 se realizó de acuerdo a la clasificación de la OMS,<sup>27</sup> considerando los valores en sangre capilar y se verificó con los criterios del Comité de Expertos sobre el Diagnóstico y Clasificación de la Diabetes Mellitus.<sup>28</sup>

### **Presión arterial**

La presión arterial se tomó en condiciones de reposo con un baumanómetro de columna de mercurio (Desk Model Adult Calibrated 0320, distribuido por Graham-Field Inc., Nueva York, EUA, y fabricado en Japón). La presión arterial y el diagnóstico de hipertensión arterial se realizaron de acuerdo a las recomendaciones y criterios de la OMS,<sup>29</sup> respectivamente.

### **Actividad física**

La actividad física se evaluó por la metodología del cuestionario desarrollada y validada por Kriska y colaboradores<sup>30</sup> y la cual había sido previamente validada.<sup>31</sup> El gasto energético expresado en NAF se calculó con los múltiplos de metabolismo basal o NAF de las diversas actividades reportados en la población adulta<sup>32,33</sup> y de la tercera edad.<sup>34,35</sup> Esta forma de expresión de la actividad física ha sido sugerida por el comité de expertos en proteínas y energía de la FAO/OMS/UNU de 1985 y es comúnmente

utilizada para expresar este componente del gasto energético en estudios de fisiología y epidemiología de la nutrición. Cabe aclarar que es el resultado de dividir el gasto diario de energía por actividad física en kcal o kJ/día, entre el gasto por metabolismo basal expresado en las mismas unidades, por lo que en sí no tiene unidades.<sup>36</sup> El cuestionario contempló 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 NAF. Para fines del presente trabajo el NAF representa el gasto energético por actividad física de un día promedio, representativo del año.

### **Análisis estadísticos**

Los datos se capturaron en el paquete estadístico NCSS 97 (Statistical System for Windows). Los resultados de los análisis de cada una de las variables se reportan como medias y desviación estándar. Las diferencias de medias por sexo se analizaron por la prueba t de Student para dos muestras independientes.

La asociación entre la actividad física y la composición corporal con el resto de las variables se analizó por regresión lineal simple y el coeficiente de correlación de Pearson. En ambas pruebas se consideró el nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

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.

## Resultados

### Características físicas y antropométricas

Se estudiaron un total de 54 sujetos mayores de 60 años de edad, todos residentes de una región rural del Estado de Sonora, México; 22 mujeres y 32 hombres; con una edad promedio de 68 años. Las variables se analizaron por sexo, mediante una prueba t de dos muestras independientes. En los hombres los valores promedios de talla y altura talón/rodilla fueron mayores comparados con los de las mujeres ( $p < 0.001$ ). Contrariamente en las mujeres los cuatro pliegues cutáneos fueron mayores ( $p < 0.001$ ), con excepción del pliegue cutáneo subescapular, el cual no mostró diferencias. En el resto de las variables antropométricas analizadas no se encontraron diferencias significativas por sexo. Los resultados se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1. Edad y datos antropométricos de personas mayores de 60 años, residentes de una región rural del Noroeste de México, 1997.**

	Mujeres (n=22)	Hombres (n=32)	Valores de p
Edad (Años)	68.8 (65.5-72.1)	68.6 (66.2-70.9)	0.92
Peso (kg)	66.3 (61.1-71.5)	71.9 (66.4-77.4)	0.15
Talla (m)	1.55 (1.53-1.58)	1.67 (1.66-1.69)	0.001*
IMC (Peso kg/Talla <sup>2</sup> )	27.2 (25.4-29.0)	25.5 (23.8-27.3)	0.18
Talón/Rodilla (cm)	48.2 (46.9-49.5)	52.5 (51.8-53.2)	0.001*
Pliegue cutáneo bicipital (mm)	14.1 (11.3-16.9)	5.1 ( 4.1- 6.2)	0.001*
Pliegue cutáneo tricipital (mm)	21.6 (18.1-25.2)	11.1 ( 9.4-12.8)	0.001*
Pliegue cutáneo subescapular (mm)	17.8 (14.9-20.7)	15.4(13.2-17.6)	0.17
Pliegue cutáneo suprailíaco (mm)	21.7 (18.8-24.5)	8.4 (7.3- 9.4)	0.001*
Circunferencia de cadera (cm)	101.6(96.1-105.2)	96.2(93.6-98.8)	0.68
Circunferencia de cintura (cm)	98.3 (92.5-104.0)	95.1(89.1-101.2)	0.47
Relación cintura/cadera	0.97(1.00-1.02)	0.98 (0.94-1.03)	0.70

*Los valores promedios se presentan como medias (Intervalos de confianza al 95%).*

*\*Diferencias significativas por sexo  $p < 0.001$*

Por otra parte, con el IMC se diagnosticó el estado de nutrición, de acuerdo con los resultados el 38.8% de los sujetos (11 mujeres y 10 hombres) clasificaron como preobesos y 18.5% (5 mujeres y 5 hombres) clasificó con obesidad grado I y II. El resto de la muestra se clasificó en la categoría normal (38.8%) y bajo peso (3.7%). Un sujeto presentó un IMC de 16 y un NAF<sup>2</sup> superior a 1.4. De acuerdo a los criterios de James y colaboradores<sup>21</sup> este sujeto se diagnosticó con deficiencia crónica de energía grado I. Los resultados se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2. Diagnóstico de salud de las personas mayores de 60 años, residentes de una región rural del Noroeste de México, 1997.**

	Mujeres	Hombres	Ambos
<b>Tolerancia a la glucosa</b>			
Sujetos Normal	9	21	30
Sujetos con Intolerancia	6	5	11
Sujetos con Diabetes	7	6	13
Total			54
<b>Presión arterial</b>			
Normotensos	13	25	38
Hipertensos	9	7	16
Total			54
<b>Estado de nutrición por IMC</b>			
Bajo peso	1	1	2
Normal	5	16	21
Preobeso	11	10	21
Obesidad grado I	4	3	7
Obesidad grado II	1	2	3
Obesidad grado III	0	0	0
Total			54

*\*Frecuencia del número de personas por sexo en cada categoría de la prueba*

### **Composición corporal**

Los resultados de la composición corporal por BIE y otras variables analizadas se presentan en la tabla 3. En este estudio las mujeres presentaron un mayor porcentaje de grasa corporal y menor MCLG que los hombres ( $p<0.001$ ). De acuerdo a los resultados del análisis de regresión lineal simple y la prueba de correlación de Pearson, el porcentaje de grasa en las mujeres correlacionó significativamente con la cintura ( $r=0.74$ ;  $p<0.001$ ), peso corporal ( $r=0.71$ ;  $p<0.001$ ), IMC ( $r=0.69$ ;  $p<0.001$ ), pliegue cutáneo suprailíaco ( $r=0.66$ ;  $p<0.001$ ), tricípital ( $r=0.61$ ;  $p<0.001$ ) y subescapular ( $r=0.52$ ;  $p<0.001$ ) y la edad ( $r=0.54$ ;  $p<0.001$ ). En los hombres el porcentaje de grasa, también correlacionó con el peso corporal ( $r=0.84$ ;  $p<0.001$ ), el IMC ( $r=0.80$ ;  $p<0.001$ ), el pliegue cutáneo tricípital, ( $r=0.69$ ;  $p<0.001$ ), presión arterial diastólica ( $r=0.66$ ;  $p<0.001$ ), pliegue cutáneo subescapular ( $r=0.66$ ;  $p<0.001$ ), cintura ( $r=0.66$ ;  $p<0.001$ ), pliegue cutáneo suprailíaco ( $r=0.60$ ;  $p<0.001$ ), la presión arterial diastólica ( $r=0.56$ ;  $p<0.001$ ) y con la relación cintura/cadera. ( $r=0.47$ ;  $p<0.001$ ).

### **Tolerancia a la glucosa**

Con los resultados de la prueba de la tolerancia a la glucosa 9 mujeres y 21 hombres se clasificaron como normales. Otras 6 mujeres y 5 hombres (20.4%) presentaron intolerancia a la glucosa. De la muestra estudiada 7 mujeres y 6 hombres (24.1%) presentaron diabetes mellitus no insulino dependiente o tipo 2. Los resultados se muestran en la tabla 2. Al analizar por sexo los valores de glucosa en ayuno y posdosis, no mostraron diferencias significativas. Estos resultados se presentan en la tabla 3.



**Tabla 3. Composición corporal, glucosa sanguínea, nivel de actividad física de personas mayores de 60 años, residentes de una región rural del Noroeste de México, 1997.**

	Mujeres (n=22)	Hombres (n=32)	Valores de p
Composición corporal por BIE			
MCLG (kg)	32.1 (30.2-34.1)	43.3 (41.5-45.1)	0.001*
Grasa Corporal (%)	50.7 (48.0-53.5)	38.4 (35.8-41.1)	0.001*
Grasa Corporal (kg)	34.1(30.2-38.1)	28.5 (24.6-32.6)	0.05**
Glucosa en sangre capilar (mg/dl)♦			
Ayuno	100 ( 86-117)	98 (87 -110)	0.81
Posdosis	164 (135-201)	138 (118-162)	0.16
Presión arterial (mmHg)			
Sistólica	147 (140-153)	137 (129-144)	0.04**
Diastólica	75 ( 72- 79)	77 (73- 81)	0.52
Actividad física			
Nivel de actividad física	1.50 (1.45-1.56)	1.68 (1.54-1.81)	0.036**

*Los valores promedio se presentan como medias (intervalos de confianza al 95%) ♦ Media Geométrica (intervalos de confianza al 95%). \*Diferencias significativas por sexo  $p < 0.001$ . \*\*Diferencias significativas por sexo  $p < 0.05$*

### **Presión arterial**

De acuerdo con las cifras registradas de presión arterial y la clasificación de la OMS, 29% de los sujetos (9 mujeres y 7 hombres) presentaron algún grado de hipertensión arterial, el resto de la muestra se clasificó como normotenso. Los resultados se muestran en la tabla 2. Al analizar los valores de presión arterial por sexo se encontraron diferencias significativas; sin embargo, la presión arterial sistólica fue menor en los hombres ( $p < 0.05$ ). Véase tabla 3.

### Actividad física

En las mujeres, el NAF fue de 1.50 y representa la energía gastada en diversas actividades como lavar a mano, planchar, hacer tortillas, cortar y cargar leña, barrer y preparar comida, entre otras. En los hombres la media del NAF fue 1.65. 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 y cercar, entre otras. Cuando los valores promedio del NAF se compararon por sexo, se observó que en los hombres el nivel de actividad física fue mayor que el de las mujeres ( $p < 0.05$ ). Los resultados se presentan en la tabla 3.

Finalmente, al analizar la actividad física en los 54 sujetos se observó una correlación inversa entre el NAF y el porcentaje de grasa corporal total ( $r = -0.36$ ;  $p = 0.007$ ) (Figura 1), la presión arterial diastólica ( $r = -0.36$ ;  $p = 0.006$ ) y sistólica ( $r = -0.32$ ;  $p = 0.018$ ), así como con el pliegue cutáneo bicipital ( $r = -0.27$ ;  $p = 0.044$ ) y el IMC ( $r = -0.26$ ;  $p = 0.05$ ).

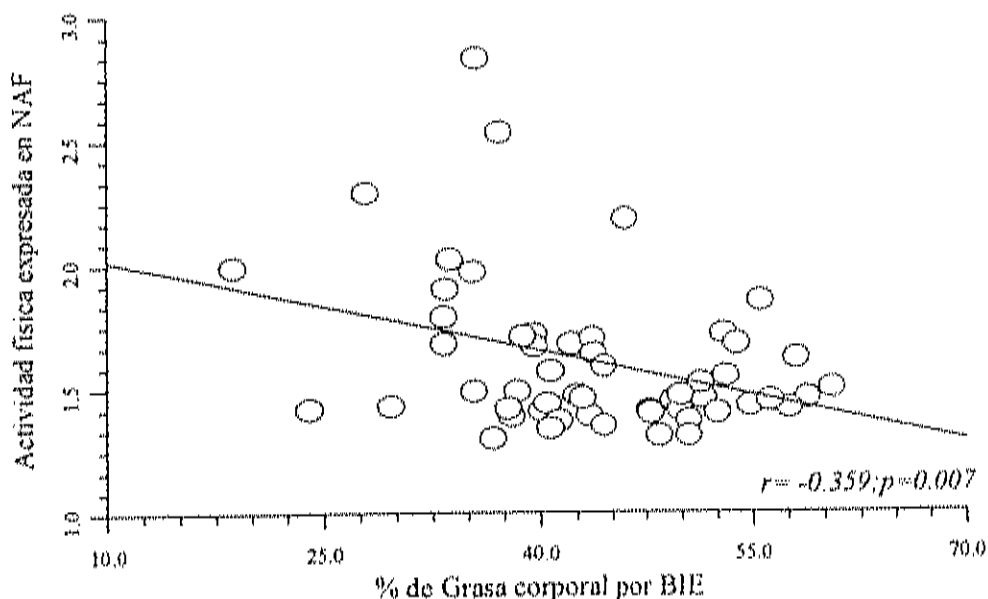


Figura 1. Correlación entre la actividad física y la grasa corporal en personas mayores de 60 años, residentes de una región rural del noroeste de México, 1997.

### Discusión

Una limitante de este trabajo es el número de sujetos que no permite profundizar en ciertos análisis, ya que este trabajo es la primera parte de un estudio más amplio.

Los valores promedio del peso y la talla, así como de los otros indicadores antropométricos medidos fueron similares a los valores reportados en otro estudio con población citadina del centro del país.<sup>37</sup>

El 38.8% de la población estudiada presentó preobesidad y 18.5% algún grado de obesidad de acuerdo a la clasificación de la OMS.<sup>20</sup> De acuerdo a esta clasificación, es conveniente hacer algunas consideraciones; primero Mattila y colaboradores<sup>38</sup> encontraron que los hombres de 80 años tuvieron una sobrevida de 5 años más, cuando el IMC fue de 30, así que en el anciano encontrar obesidad grado I y II, puede ser un factor protector y no de riesgo como la ubicaría la clasificación de la OMS.<sup>20</sup> Sin embargo, la limitante para extrapolar los resultados de Mattila y colaboradores<sup>38</sup> a este estudio podría ser incorrecto, debido a que sólo se incluyeron cinco personas mayores de 80 años. Por otra parte, Andres y colaboradores<sup>39</sup> encontraron que en los hombres de 60 a 69 años, la mortalidad más baja se observó en el IMC de 26.6, mientras que en las mujeres la mínima mortalidad se presentó en el IMC de 27.3. Al considerar que no hay suficientes datos sobre los puntos de corte más convenientes con relación a la sobrevida y mortalidad para la población mayor de 60 años, se consideró al Committee on Diet and Health, Food Nutrition Board<sup>40</sup> quienes recomendaron el punto de corte de 25-29 considerado como deseable. Con este punto de corte los sujetos clasificados como obesos se clasificaron normales.

Los resultados de la composición corporal por BIE mostraron que las mujeres tuvieron una mayor cantidad de grasa que los hombres, lo cual es concordante con los resultados de otros estudios.<sup>2,41</sup> Al comparar el porcentaje de grasa de las mujeres con el reportado Broekhoff y colaboradores<sup>24</sup> en una población Holandesa se observó un mayor porcentaje de grasa en las mujeres de este estudio (50.7% vs. 40.0%).

Cuando el porcentaje de grasa se analizó con la presión arterial no se observó una buena correlación; sin embargo, al analizar el IMC como un índice de adiposidad con la

presión arterial sistólica y diastólica en los 54 sujetos, se observó una buena correlación ( $r=0.40$ ;  $p=0.003$  y  $r=0.46$ ;  $p=0.0004$ , respectivamente). Este resultado es consistente con el reportado en otros estudios.<sup>42,43</sup> En general estos resultados sugieren que las tasas elevadas de hipertensión en la tercera edad pueden modificarse al incrementar la actividad física y la disminución del peso corporal.

Por otro lado, algunos estudios han mostrado un menor riesgo de diabetes mellitus tipo 2 en personas activas.<sup>44,45</sup> En este estudio no se encontró relación alguna entre los niveles de glucosa (ayuno y posdosis) con la actividad física y la grasa corporal. Sin embargo, sí se observó una correlación de la glucosa posdosis con el IMC ( $r=0.31$ ;  $p=0.024$ ) y con la circunferencia de la cintura ( $r=0.36$ ;  $p=0.008$ ). La relación positiva entre el IMC y la glucosa posdosis es consistente con los resultados reportados por King y colaboradores.<sup>46</sup> Con respecto a la circunferencia de la cintura, recientes evidencias sugieren que esta medición puede proporcionar una correlación más práctica de la distribución de la grasa abdominal y la morbilidad y mortalidad en general. La circunferencia de la cintura es un índice aproximado de la masa grasa intraabdominal y la grasa corporal total. Por otra parte, la asociación encontrada entre la circunferencia de cintura y glucosa, podría ser un factor importante en la intolerancia a la glucosa encontrada en los sujetos estudiados. Se ha reportado que la grasa intraabdominal y la obesidad *per se*, se asocian con intolerancia a la glucosa y con resistencia a la insulina y ambas alteraciones son factores de riesgo para el desarrollo de la diabetes mellitus tipo 2.<sup>20</sup>

Con la prueba de tolerancia a la glucosa se diagnosticó un 24% de la muestra con diabetes tipo 2, lo cual es similar a la prevalencia nacional<sup>17</sup> y a la reportada por Castro y colaboradores<sup>48</sup> para la población mayor de 60 años. Otro 20% de la muestra presentó intolerancia a la glucosa. De acuerdo con el comité de expertos sobre el Diagnóstico y Clasificación de la Diabetes Mellitus<sup>28</sup> los sujetos en general, diagnosticados con intolerancia a la glucosa progresan a la diabetes a una proporción de un 5%, por año. Estos resultados señalan una tasa elevada de sujetos ancianos prediabéticos, lo cual

sugiere un aumento en la incidencia de diabetes en la población de la tercera edad a largo plazo.

En el presente trabajo se estimó el NAF utilizando la metodología del cuestionario de actividades desarrollado y validado por Kriska y colaboradores.<sup>30</sup>

En las mujeres, el NAF fue de 1.50 y representa la energía gastada en diversas actividades como lavar a mano, planchar, hacer tortillas, cortar y cargar leña, barrer y preparar comida entre otras. En los hombres la media del NAF fue 1.65. Al observar el patrón de actividad física, los hombres realizaron actividades que demandaron un mayor gasto energético como albañilería, cosecha de frutas y hortalizas, cortar leña y cercar, entre otras. Los hombres al igual que las mujeres no reportaron realizar actividades deportivas. Cuando los valores promedio del NAF se compararon por sexo, se observó que el nivel de actividad física fue mayor en los hombres comparado con el de las mujeres ( $p < 0.05$ ).

Por otro lado, se ha reportado que la actividad física a edades mayores se asocia con una tasa más baja en la mortalidad general y por enfermedades cardiovasculares.<sup>49-51</sup> En el presente estudio, al analizar la actividad física expresada en NAF con la composición corporal por BIE en los 54 sujetos, se encontró una correlación inversa entre el nivel de actividad física y el porcentaje de grasa. También se observó una correlación negativa entre el nivel de actividad física y la presión arterial sistólica y la presión arterial diastólica. Este último resultado es consistente con el reportado por Teo e Idris.<sup>42</sup> Con relación a la actividad física en las mujeres se observó una correlación positiva entre el NAF y la MCLG ( $r=0.54$ ;  $p=0.009$ ), así como con el peso corporal ( $r=0.61$ ;  $p=0.002$ ).

### **Conclusiones**

Los resultados de los análisis muestran que la actividad física en las personas de la tercera edad puede tener un impacto favorable sobre la composición corporal, en especial sobre la grasa corporal y la presión arterial (sistólica y diastólica) en el grupo estudiado. Sin embargo, a pesar de que los resultados parecen destacar la importancia que representa la actividad física con relación a la composición corporal de este grupo en particular, una limitación natural por el diseño de corte transversal impide inferir que la cantidad se relacione con el nivel de actividad física o que los sujetos con menos grasa sean más activos. Por otro lado, la mayor parte de los sujetos estudiados se ubican entre normales y preobesos, lo cual pudiera estar relacionado con el hecho de que provienen de una zona rural, con un patrón de actividad física relativamente alto.

### **Agradecimientos**

Expresamos nuestro mas 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 Lic. en Nutrición Thelma Reza Durán, QB. Bertha I. Pacheco, MC Alma Robles, QB. Fernando Leyva Livshin y a la Médico 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

1. 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.
2. Secretaria de Salud. La salud de la población de edad avanzada. Un reto más hacia el futuro. Cuadernos de Salud Número 1. Población y Salud. México, D.F.: SSA. 1994.
3. Borkan GA, Hulth DE, Gerzof SG, Robbins AH, Silbert CK. Age changes in body composition revealed by computed tomography. *J Gerontol* 1983;38:673-677.
4. Silver AJ, Guillen CP, Kahl MJ, Morley JE. Effect of aging on body fat. *J Am Geriatr Soc* 1993;41:211-213.
5. National Center for Health Statistics, Najjar MF, Rowland M. Anthropometric reference data and prevalence of overweight, United States, 1976-80. Washington, DC: US Government Printing Office, 1987. (Vital and health statistics series 11 [DHHS publication (PHS) 87-1699]).
6. National Center for Health Statistics, Stoudt HW, Damon A, McFarlan R, Roberts J. Weight, height, and selected body dimensions of adults. United States, 1960-62. Washington, DC: US Government Printing Office, 1965. (Vital and health statistics series 11 [DHEW publication (HRA) 76-1074]).
7. National Center for Health Statistics, Najjar MF, Kuczmarski RJ. Anthropometric reference data and prevalence of overweight, Hispanic Health and Nutrition Examination Survey, 1982-84. Washington, DC: US Government Printing Office 1989 (Vital and health statistics series 11).
8. Abraham S, Johnson CL, Najjar MF. Weight and height of adults 18-74 years of age. Rockville MD: National Center for Health Statistics (Vital and health statistics series 11: #211[DHEW publication (PHS) 79-1659]).
9. 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 16-72 years. *Br J Nutr* 1974;32:77-96.
10. Fleg JL, Lakatta EG. Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO<sub>2</sub> max. *J Appl Physiol* 1988;65:1147-1151.

11. Flynn MA, Nolph GB, Baker AS, Martin WM, Krause G. Total body potassium in aging humans: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 1989;50:713-717.
12. Grimby G, Saltin B. Mini review: the aging muscle. *Clin Physiol* 1983;3:209-218.
13. Swartz RS, Shuman WP, Bradbury VL, Cain KC, Fellingham GW, Beard JC, et al. Body fat distribution in healthy young and older men. *J Gerontol* 1990;45:M181-185.
14. Kohrt WM, Malley MT, Dalsky GP, Holloszy JO. Body composition of healthy sedentary and trained, young and older men and women. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:832-837.
15. Despres JP, Moorjani S, Lupien PJ, Tremblay A, Nadeau A, Bouchard C. Regional distribution of body fat, plasma lipoproteins and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis* 1990;10:487-511.
16. Roubenoff R, Rall LC. Humoral mediation of changing body composition during aging and chronic inflammation. *Nutr Rev* 1993;51:1-11.
17. Shock NW. The physiology of aging. *Sci Am* 1962;206:100-108.
18. Durnin JVGA. Anthropometric methods for assessing nutritional status. In *Nutrition in the Elderly*. Horwitz A, MacFayden DM, Munro H, Scrimshaw NS, Steen B and Williams TF eds. Oxford: Oxford University Press, 1989. page 15-32.
19. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *J Am Geriatr Soc* 1985;33:116-120.
20. Report of a WHO Consultation on Obesity. Obesity preventing and managing the global epidemic. World Health Organization. Geneva, 1997.
21. James WPT, Ferro-Luzzi A, Waterlow JC. Definition of chronic energy deficiency in adults. *Eur J Clin Nutr* 1988;42:969-981.
22. 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.
23. 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.



24. 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.
25. Fuller NJ, Sawyer MB, Laskey MA, Paxton P, Elia M. Prediction of body composition in elderly men over 75 years of age. *Ann Hum Biol* 1996;23:127-147.
26. Schulz LO, Weidensee RC. Glucose tolerance and physical activity in a Mexican indigenous population. *Diabetes Care* 1995;18:1274-1276.
27. World Health Organization. Diabetes Mellitus. Report of a WHO Study Group. Geneva World Health Organization, 1985. (Tech Rep Ser. No. 727).
28. 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.
29. World Health Organization (WHO). Arterial hypertension. Technical Report Serie No. 628. Expert Committee Report, Geneva. 1978.
30. 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.
31. Alemán MH, Esparza J, Valencia ME. Requerimiento de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del noroeste de México. *Arch Latinoam Nutr* 1999;49(2):121-129.
32. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Experts Consultation. Technical Report Series 724 Geneva: World Health Organization, 1985.
33. James WPT and Schofield EC. Human energy requirements. Oxford: Oxford University Press, 1990.
34. 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.

35. 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.
36. Haggarty P, Valencia ME, McNeill G, Gonzalez NL, Moya SY, Pinelli A, et al. Energy expenditure during heavy work and its interaction with body weight. *Br J Nutr* 1997; 77:359-373.
37. Velázquez AM, Castillo ML, Irigoyen CE, Zapeda ZM, Gutiérrez RL, Cisneros MP. Estudio antropométrico en un grupo de hombres y mujeres de la tercera edad en la ciudad de México. *Salud Pública Méx* 1996;38:466-473.
38. Mattila K, Haavisto M, Rajala S. Body mass index and mortality in the elderly. *BMJ* 1986;292:867-868.
39. Andres R, Elahi D, Tobin JD, Muller DC, Brant L. Impact of age on weight goals. *Ann Intern Med* 1985;103:1030-1033.
40. Committee on Diet and Health, Food and Nutrition Board. Diet and health implications for reducing chronic disease risk. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989.
41. Reed RL, Yochum K, Pearlmuter L, Meredith KE, Mooradian AD. The interrelationship between physical exercise, muscle strength and body adiposity in a healthy elderly population. *J Am Geriatr Soc* 1991;39:1189-1193.
42. Teo G, Idris MN. Prevalence of hypertension among Chinese elderly and its relationship to behavioural and nutritional factors. *Med J Malaysia* 1996;51:33-40.
43. Masaki KH, Curb JD, Chiu D, Petrovitch H, Rodriguez BL. Association of body mass index with blood pressure in elderly Japanese American men. The Honolulu Heart Program. *Hypertension* 1997;29:673-677.
44. Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, Stampfer MJ, Willett WC, Hennekens CH. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992;268:63-7.

45. 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.
46. King H, Finch C, Collins A, Koki G, King LF, Heywood P, Zimmet P. Glucose tolerance in Papua New Guinea: ethnic differences, association with environmental and behavioural factors and the possible emergence of glucose intolerance in a highland community. *Med J Aust* 1989;151:204-210.
47. Secretaría de salud, Dirección General de Epidemiología. Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas, 1993. México D.F.: SSA, 1993.
48. Castro V, Gómez-Dantés H, Negrete-Sánchez J, Tapia-Conyer R. Las enfermedades crónicas en las personas de 60-69 años. *Salud Pública de Méx* 1996;38:438-447.
49. 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.
50. 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.
51. 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.

**Artículo 3. Evaluación de la composición corporal por densitometría BOD POD, antropometría y bioimpedancia eléctrica en adultos mayores de 60 años, con independencia física y en vida libre.**

**Resumen**

**Introducción:** En México la población mayor de 60 años en 1990 ocupaba el 6.1%. Se espera que para el 2010 este porcentaje ascienda a 7.7%. A la par de este aumento, existe muy poca información sobre la composición corporal en este grupo etario. Por otro lado, la información existente y las ecuaciones para predecir la composición corporal provienen de otras poblaciones. **Objetivo:** Se evaluó la composición corporal por densitometría, antropometría y bioimpedancia eléctrica en hombres y mujeres mayores de 60 años con independencia física y en condiciones de vida libre. **Metodología:** Se incluyeron 47 adultos mayores saludables con un rango de edad de 60-83 años. El porcentaje de grasa y la masa corporal libre de grasa se determinaron por densitometría BOD-POD, por antropometría con las ecuaciones que incluyen IMC y pániculos adiposos y por bioimpedancia eléctrica. **Resultados:** El porcentaje de grasa corporal obtenido por BOD-POD en mujeres y hombres fue de 42.7% y 30.2% ( $p < 0.05$ ), respectivamente. En las mujeres el porcentaje de grasa estimado con la ecuación de bioimpedancia eléctrica propuesta por Segal et al. fue de 41.8 y en los hombres con la ecuación propuesta por Deurenberg et al. fue de 31.4. El análisis gráfico y analítico de Bland y Altman mostraron buena concordancia entre la densitometría BOD-POD y estas ecuaciones de predicción. **Conclusión:** Algunas de las ecuaciones existentes en la literatura para predecir el porcentaje de grasa corporal en adultos mayores subestimaron o sobreestimaron de manera importante, por lo tanto no deben de utilizarse indistintamente para evaluar la composición corporal en este grupo de edad.

**Palabras Claves:** Densitometría, Pletismografía por desplazamiento de aire, Antropometría, Bioimpedancia eléctrica y Adulto mayor.

### Introducción

En México, la población mayor de 60 años en 1990 ocupaba el 6.1% de la población total, se espera que para el año 2010 esta cifra aumente a 7.7% (1,2). En nuestro país a pesar del número creciente de adultos mayores existe muy poca información sobre la composición corporal en este grupo etario.

En otras partes, los investigadores siguen centrando su interés en la composición corporal como un importante indicador sensible a los cambios en el estado nutricional, por sus implicaciones sobre el metabolismo energético, la salud en general y la capacidad funcional. Otro punto de interés sigue siendo las técnicas para el análisis exacto de la composición corporal en adultos mayores. De acuerdo a Levenhagen et al. (3) la exactitud y precisión de las técnicas debe ser un factor crítico.

La tendencia actual para evaluar la composición corporal en adultos mayores es mediante el modelo de cuatro compartimentos, considerado estándar de oro (4). Algunos estudios (5,6) en donde se evalúa la composición corporal por este modelo han reportado que la hidrodensitometría con el modelo de 2 compartimentos propuesto por Siri es exacto en hombres, pero no en mujeres. Para este último grupo se ha propuesto una nueva ecuación para estimar el porcentaje de grasa, la cual mejora la exactitud de la hidrodensitometría (6).

A la par de la validación de la densitometría para adultos mayores, ha surgido el sistema de pletismografía por desplazamiento de aire BOD POD, el cual permite medir la densidad corporal. Diversos estudios (3,7,8) en adultos han reportado correlaciones por arriba de 0.90 en el porcentaje de grasa corporal determinado por esta nueva técnica y la hidrodensitometría. Asimismo, se reportó que no hubo diferencias significativas en la densidad corporal medida por hidrodensitometría y BOD-POD. También se reportó que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de grasa corporal determinado por BOD-POD y el modelo de cuatro compartimentos (9). En estos estudios se ha concluido que este nuevo método es exacto para evaluar la composición corporal en adultos y ancianos saludables.

En el presente estudio se evaluó la composición corporal por densitometría, utilizando para ello el sistema de pletismografía por desplazamiento de aire BOD-POD en un grupo de adultos mayores de 60 años, con independencia física y en condiciones de vida libre. También se evaluó la composición corporal por antropometría y bioimpedancia eléctrica y finalmente se determinó la validez relativa de diversas ecuaciones de predicción de la composición corporal basadas en el modelo de dos compartimentos las cuales han sido generadas y validadas en otras poblaciones.

## **Sujetos y Métodos**

### **Diseño del experimento y sujetos**

Por muestreo intencional sistemático no probabilístico se conformó una muestra de 47 personas >60 años (rango de 60-83 años), residentes de una comunidad rural situada a 7 km. de la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México. Todos los sujetos firmaron una hoja de consentimiento donde se les explicó cada uno de los procedimientos necesarios para realizar el diagnóstico de salud, mediciones antropométricas y de composición corporal por pletismografía de desplazamiento de aire BOD-POD, bioimpedancia eléctrica y antropometría. Todos estos procedimientos fueron aprobados previamente por el Comité Interno y Externo de Ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., (APENDICE A). Los sujetos estuvieron orientados en espacio y tiempo de acuerdo a la escala de Pfeiffer (10) (APENDICE B) y con independencia física, de acuerdo a la escala de actividades de la vida diaria de Katz (11) (APENDICE C) y la escala de la SENECA(12) (APENDICE D).

La muestra seleccionada se consideró saludable bajo los siguientes criterios:

Tolerancia a la glucosa. Se realizó de acuerdo a la técnica reportada por Schulz y Weidensee (13). La glucosa en sangre venosa se midió con el analizador HemoCue (HemoCue AB, Angelholm, Sweden) de acuerdo al método reportado por Ashworth et al. (14) y se consideraron los criterios de la OMS para el diagnóstico de diabetes tipo 2

(15). El perfil de lípidos y triglicéridos, se realizó por el método enzimático y colorimétrico descrito por Siedel et al. (16) y Wahlefeld (17), respectivamente. El general de orina por las tiras reactivas Multistix 10 SG (Bayer) incluyó: glucosa, bilirrubina, cetona, gravedad específica, sangre, pH, proteínas, urobilinógeno, nitritos y leucocitos. Para la hemoglobina se tomó una muestra de sangre venosa y se midió por fotometría B-Hemoglobina (B-Hemoglobin AB, Angelholm, Sweden). La presión arterial se midió con un Baumanómetro de Mercurio (Desk Model Adult Calibrated 0329) en 3 ocasiones con el sujeto en decúbito dorsal y en la posición sentado ortostática. Los valores mayores de 160/90 fueron considerados para el diagnóstico de hipertensión arterial (18).

Las personas con diagnóstico previo de cardiopatías, endocrinopatías, diabetes tipo 2, edema y deshidratación no se incluyeron en el estudio. Ningún sujeto tomó medicamentos que se reconoce alteran las mediciones de la composición corporal como diuréticos y/o estrógenos. Los sujetos refirieron no haber notado cambios en el peso corporal durante los últimos seis meses previos al estudio y ninguno practicaba deporte o atletismo.

### **Antropometría**

El peso se midió con el sujeto en traje de baño, se utilizó para ello la balanza electrónica digital de 0 a 150 x 0.5 kg de capacidad, anexa al equipo de pletismografía BOD-POD. La talla de pie y recumbente se midieron con un estadiómetro Holtain (Holtain Limited, Dyfed, Britain). El índice de masa corporal (IMC) se calculó con el peso y la talla de pie y recumbente. Los plicúlos adiposos se midieron (bicipital, tricípital, subescapular y supraíliaco) con un plicómetro (Holtain LTD, Crymych, U.K.). Todas las mediciones antes mencionadas se realizaron siguiendo las recomendaciones de Durnin (19), con excepción de la talla recumbente.

Talla recumbente. Se midió con el objetivo de obtener la talla verdadera. Para ello, se diseñó una mesa de madera, la cual sostenía un estadiómetro portátil Holtain. El

sujeto se recostó sobre la mesa y se vigiló que conservara el plano de Frankfort, pero en la posición recumbente, una vez lograda la posición, la talla fue registrada.

También se midió la circunferencia de la cintura con una cinta métrica (Lafayette Instruments Inc.) en posición supina tomando como referencia el ombligo. La circunferencia de la cadera se midió tomando como referencia la parte más prominente de los glúteos. Con ambas mediciones se determinó el índice cintura/cadera.

### **Composición corporal**

Al igual que las mediciones antropométricas y los exámenes de laboratorio, la composición corporal se evaluó con los sujetos en condiciones de ayuno.

Pletismografía por desplazamiento de aire. La medición se realizó con el sujeto en traje de baño y con una gorra para natación. El volumen corporal y pulmonar se determinaron con el sistema de pletismografía por desplazamiento de aire (BOD-POD Body Composition System, Life Measurement Instrument, Concord, CA). El sistema fue calibrado dos veces al inicio de cada medición, la primera calibración se estableció a cero y la segunda se realizó con un cilindro de volumen conocido de aproximadamente 50 litros. Asimismo, la balanza se calibró con un peso conocido de 20 kilogramos.

El sistema consta de una cámara de doble compartimento, una balanza digital (0.02 kg), las cuales se integran a una computadora con software (BOD-POD versión 1.69). Con la balanza se mide la masa corporal o el peso ( $P$ ). El volumen corporal ( $V$ ) se determina por el principio de desplazamiento de aire. El aparato cuenta con un diafragma que oscila entre las dos cámaras, creando perturbaciones en el volumen sinusoidal en las dos cámaras, lo cual produce fluctuaciones de presión complementaria. Los cambios de presión y volumen producidos en la cámara exterior por la presencia del sujeto permiten determinar el volumen corporal. Inmediatamente se hace la determinación del volumen pulmonar. La densidad corporal se determina mediante la siguiente relación  $P/V$ , donde  $V$  es corregido por el volumen pulmonar medido por el aparato (20). Finalmente, la densidad se integró a la ecuación de Siri (21) para



determinar el porcentaje de grasa corporal y la masa corporal libre de grasa (MCLG) en hombres y a la de Siri modificada por Goran et al. (6) para mujeres. Las mediciones de peso, volumen corporal y pulmonar se realizaron de acuerdo a las recomendaciones del proveedor.

**Bioimpedancia Eléctrica.** La resistencia y reactancia se midieron con el pletismógrafo, tetrapolar (BIA 101, RJL System Detroit, Mich., USA) y previamente calibrado con una resistencia de  $496 \Omega$ . Los electrodos se colocaron en la región metacarpial y metatarsal y a la altura de la muñeca y el tobillo del sujeto en posición supina, siguiendo la técnica de Lukasky et al. (22). La MCLG se calculó con la ecuación de Deurenberg et al. (23) específica para personas mayores de 60 años y la ecuación de Segal et al. (24) diseñada para adultos con grasa corporal  $> 30\%$ . En ambas ecuaciones se incluyó la talla de pie y recumbente. El porcentaje de grasa corporal se obtuvo por diferencia de peso.

**Antropometría/Panículos Adiposos.** Se midieron por triplicado los panículos bicipital, tricípital, subescapular y suprailiaco. La densidad corporal se estimó a partir del logaritmo de la suma de los cuatro panículos adiposos, utilizando para ello las ecuaciones específicas para sexo y grupo etario propuestas por Deurenberg (25) y Durnin y Womersley (26). El porcentaje de grasa corporal se determinó mediante la ecuación de Siri (21).

**Antropometría/Índice de Masa Corporal.** El IMC se determinó con el peso y la talla<sup>2</sup> de pie y recumbente y ambos resultados se integraron a la ecuación para estimar el porcentaje de grasa específica para personas  $>60$  años propuesta por Deurenberg et al. (25).

**Antropometría/BIE.** Con las mediciones de peso, talla, la relación talla<sup>2</sup>/resistencia, resistencia, índice cintura/cadera, panículo bicipital y tricípital, así

como la relación pániculo subescapular/tricipital fueron integradas a la ecuación reportada por Svendsen et al. (27) para estimar el porcentaje de grasa corporal.

**Análisis Estadístico.** Los datos se analizaron con el paquete estadístico NCSS 1997 (Number Cruncher Statistical Systems). Los resultados de los análisis de cada una de las variables se reportan como medias y desviación estándar. Las diferencias de medias por sexo se analizaron por la prueba t de Student para dos muestras independientes. Para analizar las diferencias de medias entre la densitometría BOD-POD como método de referencia y los otros métodos de BIE y antropometría se utilizó la prueba t pareada. La validez relativa de los métodos de predicción, considerando el sesgo individual se probó con el método gráfico y analítico de Bland y Altman (28). Con este método se gráfica las diferencias del porcentaje (BOD-POD - Métodos de predicción) contra su promedio (BOD-POD + Métodos de predicción/2). Esta gráfica permite probar la hipótesis de que el error metodológico se distribuye de manera aleatoria en todo el rango del contenido de grasa, comprobado por una correlación no significativa entre el error de la técnica y el porcentaje de grasa corporal, mediante la técnica de regresión. Adicionalmente, la precisión se evaluó al considerar la  $R^2$  y el error estándar estimado de la regresión (porcentaje de grasa por BOD-POD y el porcentaje de grasa por los métodos de predicción).

### **Resultados**

La edad, los datos antropométricos y de composición corporal se analizaron por sexo. En los hombres los valores promedio de talla de pie y recumbente, así como la MCLG y la densidad corporal fueron mayores comparados con los encontrados en las mujeres. Contrariamente en las mujeres, el IMC calculado con la talla de pie y recumbente, la cadera, la suma de los cuatro pániculos adiposos, la grasa corporal y la resistencia fueron mayores comparado con los valores promedios de los hombres. Los resultados se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1. Edad, antropometría y composición corporal de adultos mayores de 60 años**

Variables	Mujeres (n=21)	Hombres (n=26)	Valores de <i>p</i>
Edad, Años	68.9 ± 7.1	69.4 ± 5.8	0.789
Peso Corporal, kg	64.8 ± 10.8	69.2 ± 11.6	0.191
Talla de Pie, m	1.54 ± 0.07	1.67 ± 0.04	0.000
Talla Recumbente, m	1.56 ± 0.07	1.69 ± 0.04	0.000
IMC 1, kg/m <sup>2</sup>	27 ± 3.2	24.6 ± 3.9	0.034
IMC 2, kg/m <sup>2</sup>	26.2 ± 3.1	24.0 ± 3.9	0.048
Cintura, cm	94.4 ± 10.7	88.8 ± 10.8	0.082
Cadera, cm	99.8 ± 8.3	92.4 ± 9.3	0.006
Índice Cintura/Cadera	0.94 ± 0.06	0.96 ± 0.06	0.389
Suma 4 Panículos*, mm	69.2 ± 15	37.7 ± 12	0.000
Grasa Corporal**, %	42.7 ± 3.1	30.2 ± 7.0	0.000
MCLG**, kg	36.9 ± 5.5	47.7 ± 5.5	0.000
Densidad Corporal, kg/l	1.003 ± 0.008	1.0309 ± 0.015	0.000
Resistencia, Ω	564.4 ± 61.4	491.2 ± 58.0	0.000

*Nota: Todos los valores se presentan como medias ± desviación estándar.*

*IMC 1= Peso/Talla de Pie<sup>2</sup>, IMC 2= Peso/Talla Recumbente<sup>2</sup>*

*MCLG= Masa Corporal Libre de Grasa*

*\*Bicipital, tricipital, subescapular y suprailiaco, \*\*BOD-POD*

El promedio de la diferencia del porcentaje de grasa corporal determinado por el BOD-POD y las diversas ecuaciones se presenta en la tabla 2. En las mujeres, las ecuaciones de BIE y la que incluye el IMC propuestas por Deurenberg et al. (23,25) sobreestimaron el porcentaje de grasa. Esta sobreestimación fue significativa estadísticamente. Por otro lado, la ecuación de Durnin y Womersley (26) y la ecuación que incluye variables antropométricas y de BIE propuesta por Svendsen et al. (27) subestimaron el porcentaje de grasa y esta subestimación fue estadísticamente

significativa. Es importante señalar que los valores del porcentaje de grasa corporal estimado por la ecuación de Deurenberg et al. (25) que incluye panículos adiposos y la de Segal et al. (24) con BIE fueron cercanos al valor obtenido por el método de referencia. No se encontraron diferencias significativas. El promedio de las diferencias con ambas ecuaciones fue menor al 1%.

**Tabla 2. Porcentaje de grasa en mujeres mayores de 60 años por densitometría, antropometría y BIE.**

	% Grasa Corporal	Promedio de las diferencias	Intervalo de Confianza
<b>Mujeres (n=21)</b>			
Densitometría BOD-POD	42.7 ± 3.1		
IMC 1, Deurenberg	44.7 ± 2.1	- 1.97 ± 2.3	- 3.03 - 0.90**
IMC 2, Deurenberg	44.2 ± 2.1	- 1.47 ± 2.3	- 2.52 - 0.37*
BIE 1, Deurenberg	48.9 ± 5.8	- 6.1 ± 4.6	- 8.26 - 4.03**
BIE 2, Deurenberg	47.6 ± 5.9	- 4.8 ± 4.7	- 7.04 - -2.70**
BIE 1, Segal	41.8 ± 2.8	0.96 ± 2.2	5.36 - -3.44
BIE 2, Segal	40.8 ± 2.8	1.9 ± 2.2	0.8 - 2.9**
Panículos Adiposos, Durnin y Womersley	37.2 ± 3.1	5.4 ± 3.2	- 4.04 - 6.9**
Panículos Adiposos, Deurenberg	43.4 ± 1.2	- 0.68 ± 5.4	- 1.9 - 0.58
Antropometria/BIE, Svendsen	31.5 ± 6.5	11.1 ± 5.2	8.78 - 3.6**

*Nota: Todos los valores se presentan como medias ± desviación estándar, IMC 1= Peso/Talla de Pie<sup>2</sup>, IMC 2= Peso/Talla Recumbente<sup>2</sup>, BIE 1= Bioimpedancia eléctrica con talla de pie, BIE 2= Bioimpedancia eléctrica con talla recumbente. \*p<0.05; \*\*p<0.001.*

En los hombres las ecuaciones de Segal con BIE, Durnin y Womersley (26) y Deurenberg et al. (25) las cuales incluyen los pániculos adiposos, así como la ecuación que incluye variables antropométricas y de BIE propuesta por Svendsen et al. (27) subestimaron el porcentaje de grasa corporal y esta subestimación fue significativa estadísticamente. La ecuación de Deurenberg et al. (23) con BIE que incluye la talla de pie sobreestimó el porcentaje de grasa y esta sobreestimación fue estadísticamente significativa. Es importante señalar que la ecuación de Deurenberg et al. (23) con la talla recumbente y la Deurenberg et al. (25) con IMC, también sobreestimaron el porcentaje de grasa corporal; sin embargo, la sobreestimación no fue significativa. El promedio de las diferencias con ambas ecuaciones fue alrededor del 1.1%. El promedio de las diferencias del BOD-POD con las diversas ecuaciones se observa en la tabla 3.

**Tabla 3. Porcentaje de grasa en hombres mayores de 60 años por densitometría, antropometría y BIE.**

	% Grasa Corporal	Promedio de las diferencias	Intervalo de Confianza
<b>Hombres (n=26)</b>			
Densitometria BOD-POD	30.2 ± 7.0		
IMC 1, Deurenberg	30.7 ± 3.3	- 0.53 ± 5.3	- 2.69 - 1.61
IMC 2, Deurenberg	30.3 ± 3.3	- 0.07 ± 5.3	- 2.23 - 2.09
BIE 1, Deurenberg	32.7 ± 8.0	- 2.5 ± 4.1	- 4.20 - -0.83*
BIE 2, Deurenberg	31.4 ± 8.3	- 1.1 ± 4.3	2.9 - -0.57
BIE 1, Segal	28.2 ± 3.7	2.0 ± 4.2	0.30 - 3.71*
BIE 2, Segal	28.5 ± 3.7	1.7 ± 6.8	-1.0 - 4.48*
Paniculos Adiposos, Durnin y Womersley	21.2 ± 5.1	8.9 ± 4.7	7.0 - 10.9**
Paniculos Adiposos, Deurenberg	27.0 ± 3.5	3.2 ± 5.0	1.1 - 5.2*
Antropometria/BIE, Svendsen	21.9 ± 8.9	8.3 ± 8.5	5.05 - 11.5**

*Nota: Todos los valores se presentan como medias ± desviación estándar, IMC 1= Peso/Talla<sup>2</sup> de Pie, IMC 2= Peso/Talla<sup>2</sup> Recumbente, BIE 1= Bioimpedancia eléctrica con talla de pie, BIE 2= Bioimpedancia eléctrica con talla recumbente. \*p<0.05; \*\*p<0.001.*

La validación relativa de las ecuaciones para predecir el porcentaje de grasa corporal se realizó mediante el método gráfico y analítico de Bland y Altman. Las diferencias del porcentaje de grasa medido por el método de referencia BOD-POD y el estimado por el método de predicción se graficaron contra el promedio de ambas mediciones. En las mujeres la media de las diferencias o el sesgo entre la densitometría BOB-POD y la ecuación que incluye los paniculos adiposos de Deurenberg et al. (25) fue de - 0.68 ± 5.4% (IC, 95% 1.9 - 0.58). La diferencia entre las medias no fue estadísticamente significativa. El sesgo del BOD-POB y la ecuación de Segal et al. (24)

fue de  $0.96 \pm 2.2\%$  (IC, 95% 5.36 - -3.44). La diferencia entre las medias no fue significativa. La regresión lineal simple de las diferencias de la densitometría BOD-POD y la ecuación de Segal contra su promedio no mostró una relación significativa entre estas variables  $r = 0.143$ ;  $R^2 = 0.020$  y una  $p = 0.53$ , figura 1.

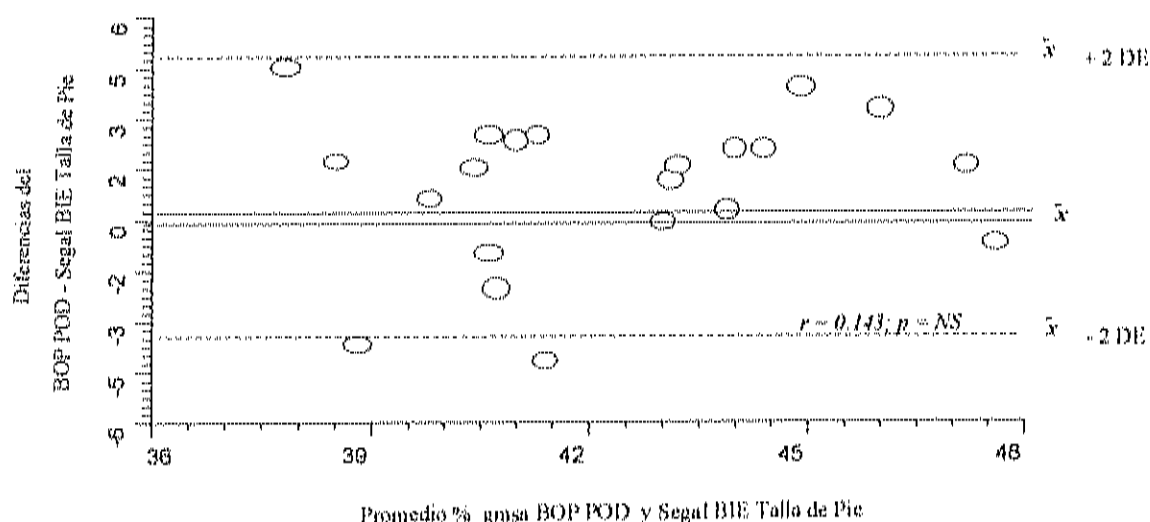


Figura 1. Análisis gráfico de la validación relativa de la ecuación de BIE propuesta por Segal et al.

Asimismo, los resultados del análisis de regresión lineal simple del porcentaje de grasa obtenido por BOD-POD y el estimado con la mencionada ecuación mostraron una  $r = 0.72$ ;  $R^2 = 0.51$  y una  $p < 0.001$ , con un error estándar estimado de 2.2% de grasa. Lo que significa que la ecuación de BIE propuesta por Segal explicó 51% de la varianza en el porcentaje de grasa obtenido por BOD-POD y el estimado mostró un error estándar de 2.2.

En la tabla 3 se presentan los resultados de los hombres, la media de las diferencias o el sesgo fue de  $-0.53 \pm 5.3$  (IC, 95% -2.69 - 1.61) y  $-0.07 \pm 5.3$  (IC, 95% -2.23 - 2.09) para la ecuación con IMC talla de pie y recumbente, respectivamente. El

sesgo obtenido con la ecuación de BIE con la talla recumbente, propuesta por Deurenberg fue de  $-1.1 \pm 4.3\%$  (IC, 95% 2.9 - -0.57). La diferencia de medias no fue estadísticamente significativa. Adicionalmente, la regresión lineal simple de las diferencias de la densitometría y la ecuación de BIE con la talla recumbente contra el promedio de ambas no mostró una relación significativa entre estas variables  $r = 0.317$ ;  $R^2 = 0.100$  y una  $p = 0.113$ , figura 2. Los resultados del análisis de regresión lineal simple del porcentaje de grasa obtenido por BOD-POD y el estimado con la mencionada ecuación mostraron una  $r = 0.86$ ;  $R^2 = 0.73$  y una  $p < 0.001$ , con un error estándar estimado de 3.6. Lo que significa que la ecuación de BIE con la talla recumbente, propuesta por Deurenberg explicó 73% de la varianza en el porcentaje de grasa obtenido por BOD-POD y el estimado presentó un error estándar de 3.6% de grasa corporal.

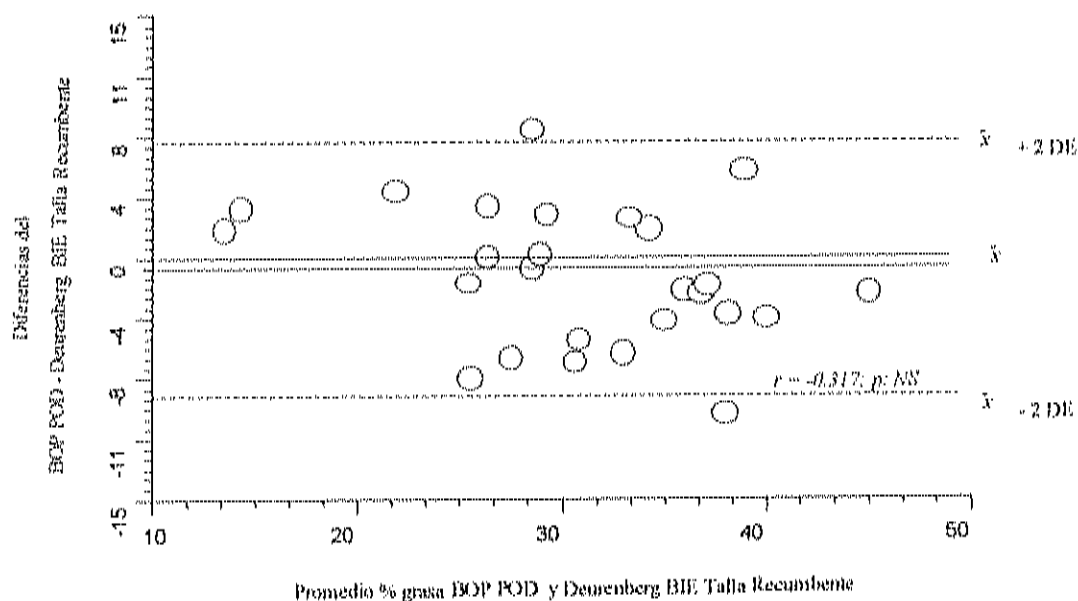


Figura 2. Análisis gráfico de la validación relativa de la ecuación de BIE propuesta por Deurenberg en la cual se integró la talla recumbente.



### Discusión

Se estudiaron 47 adultos mayores de 60 años. En el medio estudiado es difícil conformar una muestra de adultos mayores saludables. Del total de las mujeres, 14% (3 sujetos) y de los hombres, 11.5% (3 sujetos) tenía diagnóstico previo de hipertensión arterial esencial. Los resultados de los 6 sujetos fueron considerados en todos los análisis por tres razones; la primera, estaban controlados desde el inicio de su enfermedad; la segunda, tomaban inhibidores de calcio y betabloqueadores para el control de su enfermedad; la tercera, refirieron que la enfermedad no limitaba el desarrollo de su vida cotidiana.

A todos los sujetos se les realizaron mediciones antropométricas como peso, talla, entre otras y de composición corporal. La media de la talla de pie fue 2 cm más baja que la talla recumbente en las mujeres y en los hombres. Esta diferencia puede ser debido a la corrección de la posición anormal de la columna vertebral por la xifosis senil que se logra al acostar al sujeto. Se ha reportado que debido a las xifosis senil, la talla podría subestimarse y una subestimación de la talla de aproximadamente 5 centímetros causa una subestimación de 0.7 a 1.9 kg de MCLG, calculada con la ecuación de Deurenberg que incluyó el IMC con la talla de pie (29). En los hombres se apreció que una diferencia de 2 cm en promedio produjo una sobreestimación de 0.53% de grasa corporal cuando se calculó con la ecuación que incluye el IMC con la talla de pie y de 1.4% cuando el porcentaje de grasa se calculó con la ecuación de BIE propuesta por Deurenberg et al. (23) en la cual se incluyó la talla de pie.

El IMC en las mujeres estuvo por arriba del rango deseable, independientemente de la talla de pie o recumbente utilizada para su cálculo. Las mujeres clasificaron en el rango de preobesidad de acuerdo a los nuevos criterios propuestos por la OMS para adultos (30). En cambio, el IMC de los hombres estuvo dentro del rango normal y deseable. En ambos sexos la distribución de la grasa fue tipo androide de acuerdo a los resultados del índice cintura/cadera. Es importante señalar que la media del IMC en mujeres y hombres es similar a la reportada en los estudios en los cuales se ha utilizado la densitometría en la medición del porcentaje de grasa corporal en adultos mayores

(23,31); también el IMC es similar al reportado en el estudio donde fueron validadas algunas de las ecuaciones utilizadas en este estudio (29).

Otro hallazgo importante es que la densidad corporal medida por el nuevo método utilizado en este estudio fue similar a la densidad medida por la técnica de hidrodensitometría en adultos mayores del mismo rango de edad, reportado por Deurenberg et al. (23,31). Las densidades reportadas fueron de 1.00 y 1.03 para mujeres y hombres, respectivamente. La densidad en las mujeres de este estudio fue 1.003 y en los hombres fue de 1.03 kg/l, también similar a la densidad de 1.0029 kg/l reportada por Deurenberg et al. (29) en otro estudio con mujeres >60 años.

En este estudio la densidad corporal se midió por el BOD-POD como método de referencia. Una de las ventajas para los adultos mayores es la poca colaboración o esfuerzo requerido. El sujeto portó un traje de baño y gorra para natación, permaneció sentado tranquilamente en la cámara externa por un espacio de 5 a 10 minutos. Durante este periodo el aparato determinó el volumen corporal, utilizando para ello la relación inversa entre la presión y volumen (leyes de Boyle). La cantidad de aire en el pulmón durante la respiración o el promedio del volumen de gas torácico, se midió con una técnica estándar de pletismografía integrada al sistema y también se estimó con las ecuaciones de predicción estandarizadas para género, edad y talla.

En el estudio, 41 sujetos ingresaron al protocolo para la determinación del volumen pulmonar predicho y medido. El porcentaje de grasa en los 41 sujetos por densitometría, la cual incluyó el volumen corporal corregido por el volumen pulmonar estimado y medido fue de 34.2% y 35.1% ( $p=0.66$ ), respectivamente. Estos resultados permiten inferir que no se produjeron errores en la determinación del porcentaje de grasa por la medición del volumen del gas torácico en este grupo. En todos los análisis se consideraron los valores del porcentaje de grasa determinado con el volumen corporal corregido por el volumen de gas torácico medido.

Además de que el BOD-POD es un sistema densitométrico, fácil de operar; también es un método exacto para evaluar la composición corporal. En este estudio se eligió como método de referencia por que de acuerdo a Goran et al. (6) la regresión entre

la masa grasa por densitometría y el modelo de 4 compartimentos no fue significativamente diferente de la línea de identidad en hombres, pero sí en mujeres. Esta falta de equivalencia encontrada en el caso de las mujeres no fue dependiente de los valores de 1.1 g/ml para la densidad de la MCLG. Por este último hallazgo los investigadores propusieron una nueva ecuación parecida a la ecuación de Siri (21), la cual podría producir resultados más confiables en el porcentaje de grasa en mujeres de 57 a 90 años.

Cuando la densidad corporal medida por el BOD-POD se integró a la ecuación de Siri (21) y a la ecuación de Siri modificada por Goran et al (6), el valor promedio del porcentaje de grasa en mujeres fue de  $43.2 \pm 4.3$  y  $42.7 \pm 3.1$  %, respectivamente. En los hombres el porcentaje de grasa se calculó con la ecuación de Siri por que de acuerdo al estudio de Goran et al. (6) esta ecuación sigue siendo válida para los hombres  $> 60$  años. Por su parte Deurenberg et al. (32) anteriormente habían reportado que la diferencia del porcentaje de grasa calculado con la ecuación de Siri y la ecuación de Siri modificada por Deurenberg et al. (32), era de menor importancia y que resultaba indistinto el uso de cualquiera de las dos ecuaciones, por estas dos razones en este estudio se utilizó la ecuación de Siri diseñada con el modelo 2 compartimentos para hombres y la de Siri modificada y validada por Goran et al. (6) para mujeres. Cuando se compararon los valores promedios del porcentaje de grasa obtenidos por densitometría con los reportados en otras poblaciones de adultos mayores de 60 años y de IMC similar, los porcentajes de grasa fueron muy similares e incluso a los reportados con el modelo de cuatro compartimentos (5,6).

En la Tabla 2 y 3 se presentan los promedios de las diferencias de medias del porcentaje de grasa medido por densitometría BOD-POD y el estimado por diversas ecuaciones que integran variables antropométricas, edad y resistencia. Como se puede apreciar el porcentaje de grasa varía sustancialmente dependiendo de la ecuación utilizada. En las mujeres, la ecuación que incluye el IMC con la talla de pie y recumbente sobreestimó el porcentaje de grasa cerca de un 2% y con la ecuación de BIE con la talla de pie, el sesgo fue de -6.1% con una desviación estándar de 4.6 y un límite

de concordancia de -15 a 3.0%. Cuando la talla recumbente se incluyó a la ecuación de BIE esta diferencias de medias disminuyó a -4.8%. Por otro lado, cuando el porcentaje de grasa se estimó con la ecuación de Svendsen la subestimación o sesgo fue de 11.1% con una desviación estándar de 5.2 y un límite de concordancia de 0.8 a 21.5% de grasa.

La ecuación de Durnin y Womersley (26) que estima la densidad a partir de la suma de los cuatro panículos adiposos y que con mayor frecuencia se cita en la literatura subestimó la grasa en un 5.4%, con un límite de concordancia de 1 a 11.8%. Las ecuaciones que mostraron diferencias de medias cercanas a cero fueron la ecuación de Deurenberg et al. (25) y la de Segal et al. (24). Los promedios de estas diferencias fueron -0.68% y 0.96%, respectivamente.

La diferencia del porcentaje de grasa a partir de la suma de los cuatro panículos obtenido por la ecuación de Deurenberg, con respecto al obtenido por Durnin y Womersley (26) podría deberse a que esta última surgió de un estudio con 37 mujeres de entre 50 y 68 años, mientras que la de Deurenberg et al. (25) surgió de una muestra de 37 mujeres entre 60 a 83 años, con densidades e IMC similares a los de este estudio. Sin embargo, al analizar la relación entre las diferencias y los promedios del BOD POD y la ecuación de Deurenberg et al. (25), se observó una relación positiva significativamente entre estas dos variables ( $R^2=0.58$ ;  $p<0.001$ ), lo que significa que a pesar de que la media de las diferencias fue cercana a cero, la ecuación pueden sobre o subestimar de manera significativa. En este caso la ecuación de Deurenberg et al. (25) que incluye los panículos adiposos subestimó la grasa corporal conforme el porcentaje de grasa aumentó. En este sentido, sólo se encontró buena concordancia con la ecuación de Segal et al (24), la cual está diseñada para mujeres adultas con más de 30% de grasa corporal. Todas las mujeres evaluadas por BOD-POD, tuvieron por arriba de 30% de grasa, no siendo así en los hombres.

En los hombres, la media de las diferencias con las ecuaciones de Deurenberg et al. (25) que incluye IMC con la talla de pie y recumbente y la ecuación de BIE con talla recumbente fue alrededor de cero. Lo anterior posiblemente se debe a que estas ecuaciones se validaron con densitometría como método de referencia en una muestra de

sujetos con IMC y densidad similar a los de este estudio. Al analizar la relación entre las diferencias y los promedios del porcentaje de grasa con el BOD-POD y la ecuación de BIE con talla recumbente propuesta por Deurenberg et al. (23) no se observó dependencia alguna entre estas dos variables con lo que se demuestra la buena concordancia entre estas dos metodologías. El sesgo con la ecuación de IMC con talla de pie y recumbente fue directamente proporcional a la cantidad de grasa. En los adultos con menor grasa corporal la sobreestimación fue mayor y en los adultos con más grasa la subestimación fue mayor.

En conclusión, el porcentaje de grasa determinado por el sistema de pletismografía por desplazamiento de aire fue similar al reportado por hidrodensitometría y por el modelo de cuatro compartimentos en adultos mayores de edades similares. Por otro parte, las ecuaciones diseñadas para estimar el porcentaje de grasa en adultos mayores de 60 años difirieron significativamente con el método de referencia, por consiguiente no deben utilizarse indistintamente para evaluar la composición corporal en adultos mayores de 60 años. La ecuación de BIE propuesta por Segal et al., para mujeres adultas mostró buena concordancia con el método de referencia en las mujeres de este estudio. En los hombres la ecuación de BIE propuesta por Deurenberg et al. para adultos mayores de 60 años y a la cual se le incluyó la talla recumbente mostró buena concordancia con el método de referencia. Por último, la medición de la talla verdadera es un factor de tomarse en cuenta para corregir el sesgo en el porcentaje de grasa estimado por las ecuaciones dependientes de esta variable.

### **Agradecimientos**

Expresamos nuestro mas sincero agradecimiento al CONACYT por el financiamiento otorgado y a todos los voluntarios quienes participaron de manera incondicional en este estudio. Por el apoyo técnico agradecemos a la QB. Ana Cristina Gallegos, QB. Bertha I. Pacheco, MC. Socorro Saucedo y por su participación a la QB. Alma Robles, así como la colaboración de la MC. Martha Nydia Ballesteros y personal del laboratorio de lipidos de la División de Nutrición del CIAD, A. C.

### Referencias

1. 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.
2. Secretaría de Salud. La salud de la población de edad avanzada. Un reto más hacia el futuro. Cuadernos de Salud Num.1 Población y Salud. México, D.F.: SSA. 1994.
3. Levenhagen DK, Borel MJ, Welch DC, Piasecki JH, Piasecki DP, Chen KY, Flakoll PJ. A comparison of air displacement plethysmography with three other techniques to determine body fat in healthy adults. *JPEN* 1999;23:293-299.
4. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lichtman S, Wang J, Pierson RN Jr. Body composition in elderly people: Effect of criterion estimates on predictive equations. *Am J Clin Nutr* 1991;53:1345-1353.
5. Clasey JL, Kanaley JA, Wideman L, Heymsfield SB, Teates CD, Gutgesell ME, et al. Validity of methods of body composition assessment in young and older men and women. *J Appl Physiol* 1999;86:1728-1738.
6. Goran MI, Toth MJ, Poehlman ET. Assessment of research-based body composition techniques in healthy elderly men and women using the 4-compartment model as a criterion method. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998;22:135-142.
7. McCrory MA, Gomez TD, Bernauer EM, Molé PA. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exere* 1995;27:1686-1691.
8. Biaggi RR, Vollman MW, Nies MA, Brener CE, Flakoll PJ, Levenhagen DK, Sun M. Comparison of a air-displacement plethysmograph with hydrostatic weighing and bioelectrical impedance analysis for assessment of body composition in healthy adults. *Am J Clin Nutr* 1999;69:898-903.
9. Yee A, Kern M. Validation of the BOD POD: Method for estimating percent body fat in an elderly population.
10. Pfeffer E. A short portable mental status questionnaire for assessment of organic brain deficit in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1975;23:433-441.

11. Katz S, Downs TD, Cash HR, Grotz RC. Progress in development of the index of ADL. *Gerontologist* 1970;10:20-30.
12. Euronut SENECA investigators. Life-style: physical activities and activities of daily living. *Eur J Clin Nutr* 1991;45 Suppl 3:139-151.
13. Schulz LO, Weidensee RC. Glucose tolerance and physical activity in a Mexican indigenous population. *Diabetes Care* 1995;18:1274-1276.
14. 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.
15. World Health Organization. Diabetes Mellitus. Report of a WHO Study Group. Geneva World Health Organization, 1985. (Tech Rep Ser. No. 727).
16. Siedel JH, Schlumberg H, Klose S, et al. 1981 (Boehringer Mannheim GmbH ). *Journal Clinical Chemistry Biochemistry*. 19 (838).
17. Wahlefeld AW. In Bergmeyer HU. (1974) *Methoden der Enzymatischen Analyse*, 3 edición. Tomo II, Verlag Chemir, Weinheim pp. 1878.
18. Bots MI, Grobbee DE, Hofman A. High blood pressure in elderly. *Epidemiol Rev* 1991;13:294-314.
19. Durnin JVGA. Anthropometric methods for assessing nutritional status. In *Nutrition in the Elderly*. Horwitz A, MacFayden DM, Munro H, Scrimshaw NS, Steen B and Williams TF eds. Oxford: Oxford University Press, 1989. page 15-32.
20. Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1692-1697.
21. Siri WE. Body composition from fluid and density: analysis of methods. In: *Techniques for Measuring Body Composition*, J. Brožek and A. Henschel (Eds.). Washington, DC: National Academy of Sciences/National Research Council, 1961, pp.223-234.
22. Lukasky HC, Johnson PE, Bolonchuck WW, Lykken GI. Assessment of fat free mass using bio-electrical impedance measurements of human body. *Am J Clin Nutr* 1985;41:810817.

23. 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.
24. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimated by bioelectrical impedance analysis, a four site cross validation study. *Am J Clin Nutr* 1988;47:7-14.
25. Deurenberg P, van der Kooy K, Hulshof T, Evers P. Body mass index as a measurement of body fat in the elderly. *Eur J Clin Nutr* 1989;43:231-236.
26. 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 16-72 years. *Br J Nutr* 1974;32:77-96.
27. Svendsen OL, Haarbo J, Heitmann BL, Gotfredsen A, Christiansen C. Measurement of body fat in the elderly by dual-energy x-ray absorptiometry, and bioelectrical impedance, anthropometry. *Am J Clin Nutr* 1991;53:1117-1123.
28. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-310.
29. 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.
30. WHO. Obesity. Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva, 3-5 June 1997.
31. Deurenberg P, Saris WHM, Voorrips LE, van Staveren WA. The assessment of body composition in elderly. *Age and Nutrition* 1993;4:34-39.
32. Deurenberg P, Weststrate JA, van der Kooy K. Is an adaptation of Siri's formula for the calculation of body fat percentage from body density in the elderly necessary? *Eur J Clin Nutr* 1989;43:559-567.



**Artículo 4. Nivel de actividad física, metabolismo en descanso y requerimiento de energía en adultos mayores con independencia física, residentes de una región rural de Cuba, Chile y México.**

**Resumen**

**Introducción:** Como resultado de la transición demográfica, diversos países de América Latina y el Caribe experimentan un aumento considerable de adultos >60 años. Por este aumento se hace necesario generar datos sobre nivel de actividad física, gasto energético total y requerimientos de energía en adultos mayores; los cuales pueden ser de gran importancia para los programas de bienestar social y de alimentación complementaria.

**Objetivo:** Se estimó el gasto energético total en hombres y mujeres en condiciones de vida libre en una comunidad rural de Cuba, Chile y México. **Metodología:** El gasto energético por actividad física expresado en NAF se estimó con el cuestionario de actividades. La tasa metabólica en reposo se midió por calorimetría indirecta, con ambas mediciones se obtuvo el requerimiento energético total. **Resultados:** El nivel de actividad física en hombres y mujeres de los tres países fue de 1.53. Al analizar por sexo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el NAF de las mujeres y el de los hombres (1.41 vs. 1.64) ( $p < 0.001$ ). La tasa metabólica en descanso difirió entre mujeres y hombres (1177 y 1394 kcal/día). El gasto energético total fue de 1665 y 2283 kcal/día para mujeres y hombres, respectivamente ( $p < 0.001$ ).

**Conclusiones:** El NAF en los hombres y mujeres de los tres países estudiados fue similar al recomendado; sin embargo, al analizar por sexo se encontraron diferencias significativas. Una de las implicaciones es que en las mujeres los requerimientos de energía calculados con el NAF de 1.51 pueden sobreestimarse, mientras que en los hombres se subestiman, especialmente en los hombres con mayor actividad física como los adultos mayores de Cuba quienes tuvieron un NAF de 1.71.

Palabras Claves: Nivel de actividad física, Tasa metabólica en descanso, Gasto energético total, Requerimientos de energía y Adultos mayores.

### Introducción

Diversos países de América Latina y el Caribe se encuentran en plena transición demográfica. Como resultado de este fenómeno se observa una ligera disminución porcentual de niños, jóvenes y adultos, así como un aumento de adultos mayores. En 1992 la población mayor de 60 años y más, superó el 10% en cuatro países: Uruguay con 16%; Argentina con 13%; Barbados con más de 12% y Cuba con 11% (1). Con respecto a Cuba, en 1997 se reportó que la población mayor de 60 años superó el 13.1% (2). Existen muchos otros países latinoamericanos en los cuales la población mayor va en aumento, con cifras cercanas al 10%. Por ejemplo: Chile en 1992, alcanzó el 9.8% (3,4) y México en 1990 superó el 6.0% (5).

Este aumento de la población mayor de 60 años en diversos países en vías de desarrollo, plantea la confrontación y resolución de las necesidades de los adultos mayores, lo que les permitiría alcanzar una vida digna en esta etapa del ciclo de la vida. Por otro parte, en el adulto mayor se presentan cambios biológicos y en el estilo de vida, los cuales pueden alterar el gasto energético total y por consiguiente los requerimientos de energía. Las alteraciones en el equilibrio energético, más la presencia de alguna enfermedad común en la vejez, pueden alterar el estado de nutrición.

El requerimiento energético total (RET) es la cantidad de energía necesaria para mantener la salud, crecimiento y un nivel apropiado de actividad física (6). El comité de expertos de FAO/OMS/UNU (6) ha recomendado estimar el requerimiento energético total al utilizar el valor medido o estimado de la tasa metabólica basal y el nivel de actividad física (NAF) o múltiplo de metabolismo basal. Algunos organismos internacionales (6-8) han propuesto un NAF de 1.51 para los adultos mayores, jubilados y sin actividades ocupacionales.

A finales de la década pasada, diversos estudios (9-16) determinaron el NAF con la técnica de agua doblemente marcada y calorimetría indirecta. De acuerdo a los datos ajustados por Roberts (17) los resultados muestran que el NAF en los adultos mayores es mayor al recomendado. Sin embargo, los altos costos de los isótopos, su escasa disponibilidad y el costo de los espectrómetros de masas limitan la utilización de dicha

técnica. Alternativamente se puede utilizar el método factorial para estimar el NAF, gasto de energía o RET. En un estudio Morio et al. (18) encontraron que el método factorial y el registro de la frecuencia cardiaca son una alternativa satisfactoria al método de agua doblemente marcada, debido a que el gasto energético total medido por los tres métodos fue muy similar en una muestra de adultos mayores y en vida libre.

En un estudio previo (19) con el método factorial se determinó el gasto energético o RET, utilizando para ello, la metodología del cuestionario para estimar la energía gastada por actividad física expresada en NAF y calorimetría indirecta con la cual se midió la tasa metabólica basal. En el estudio citado se encontró que el nivel de actividad física en los hombres mayores de 60 años fue mayor al 1.65, mientras que en las mujeres fue de 1.50. Por el patrón de actividad observado en el estudio citado y el reportado en otras poblaciones rurales (20), se postula que el NAF en una muestra más grande de adultos mayores, puede ser mayor y que además el nivel de actividad física es diferente entre sexos. Adicionalmente, en diversos países de América Latina y el Caribe como Chile, México y Cuba, respectivamente, son pocos los estudios sobre nivel de actividad física, gasto y requerimiento energético total en los adultos mayores. Por ello, se estimó el NAF mediante el cuestionario de actividades y se midió la tasa metabólica en reposo por calorimetría indirecta, determinando así el gasto energético total y por consiguiente los requerimientos de energía en adultos mayores, con independencia física y residentes de una región rural de Cuba, Chile y México.

### **Sujetos y Métodos**

**Sujetos.** Se conformó un grupo de 146 personas con un rango de 60 a 93 años por muestreo intencional no probabilístico. Todos los sujetos estuvieron orientados en espacio y tiempo de acuerdo a la escala de Pfeiffer (21) (APENDICE B) y eran físicamente independientes, de acuerdo a la escala de actividades de la vida diaria de Katz (22) (APENDICE C) y la escala de la SENECA (23) (APENDICE D).

**Diseño del estudio.** Se contactaron las autoridades de salud en cada país, se les presentó y explicó detalladamente el protocolo de estudio. Después se interrogaron a los

voluntarios para conocer los patrones de actividad física que realizaban como parte del estilo de vida en cada una de las regiones. Después de conocer las actividades, se adaptó y estandarizó el cuestionario con el objetivo de estimar el nivel de actividad física. El cuestionario se aplicó en dos ocasiones y en tiempos diferentes.

Durante la entrevista, también se indagó el estado de salud y se descartaron a los sujetos con enfermedades crónico degenerativas e incapacitantes, con excepción de los sujetos con diagnóstico médico de hipertensión arterial controlada con antihipertensivos como betabloqueadores, antagonista del calcio e inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina. Se excluyeron a los sujetos hipertensos que tomaban diuréticos. Los sujetos con hipertensión esencial controlada se incluyeron por que además, refirieron que su enfermedad no impedía desarrollar sus actividades de la vida diaria y los trabajos eventuales. Posteriormente se citaron. La primera vez en condiciones de ayuno para las pruebas diagnósticas. Durante esta primera estancia a cada sujetos se le explicó detalladamente los procedimientos del estudio antes de firmar la hoja de consentimiento y de someterse a las pruebas. Después de la segunda y la tercera semana se les citó nuevamente en condiciones de ayuno para los estudios de metabolismo energético y composición corporal. Todos los procedimientos descritos en este estudio fueron aprobados por los Comités de Ética de cada una de las instituciones participantes (APENDICE A).

No se incluyeron a los sujetos con diagnóstico clínico de cardiopatías, cáncer o con enfermedades que limitaran la actividad física como la artritis o la enfermedad vascular cerebral. Todos los sujetos incluidos refirieron no haber experimentado cambios en el peso corporal durante los últimos seis meses previos al estudio.

El estudio se realizó en la Comunidad las Terrazas, Candelaria Pinar del Río, Cuba; en Chile se realizó en la Municipalidad de Paine y en México se llevó a cabo en el Ejido la Victoria, Tazajal y San Pedro el Saucito, Municipios de Hermosillo, Sonora. En los tres países, el estudio se realizó durante la primavera y verano de 1998-2000.

**Pruebas diagnósticas.** Para conocer el estado de salud de los participantes y conformar una muestra de adultos sin alteraciones o patologías que influenciaron el metabolismo energético y la composición corporal, se realizaron las siguientes pruebas diagnósticas: Tolerancia a la glucosa. Se realizó de acuerdo al procedimiento de la OMS (24). La glucosa en sangre capilar se midió con el analizador HemoCue (HemoCue AB, Angelholm, Sweden) de acuerdo al método reportado por Ashworth et al. (25) y para el diagnóstico de intolerancia a la glucosa y diabetes tipo 2 se consideraron los criterios de la OMS (24). La hemoglobina se midió por fotometría B-Hemoglobina (B-Hemoglobin AB, Angelholm, Sweden). El examen general de orina se realizó con tiras reactivas (Multistix 10 SG, Bayer). La presión arterial se midió con un Baumanómetro de Mercurio (Desk Model Adult Calibrated 0329) en 3 ocasiones con el sujeto en decúbito dorsal y en la posición sentado ortostática. Para el diagnóstico de hipertensión arterial esencial se consideraron los valores mayores de 160/95 propuestos para adultos mayores (26).

**Antropometría.** En México, el peso se tomó con una balanza electrónica digital de 150 kg de capacidad (ADN FV-150 K, Japón) y la talla con un estadiómetro Holtain (Holtain Limited, Dyfed, Britian). En Chile se registró con una balanza marca SECA con 150 kg de capacidad y 100 g de precisión y la talla con un estadiómetro de la misma marca y con 1 mm de precisión. En Cuba se utilizó una balanza marca Soehnle con 150 kg de capacidad y 100 g de precisión y la talla se tomó con un estadiómetro marca Promes. El peso y la talla se registraron sin zapatos y con el mínimo de ropa. Con ambas mediciones se calculó el índice de masa corporal (IMC). Los plicúlos adiposos (bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco) se midieron con un plicómetro (Holtain LTD, Crymych, U.K.). Todas las mediciones se realizaron de acuerdo a las recomendaciones de Durmin (27). La talla recumbente se midió con el objetivo de obtener la talla verdadera. Se diseñó para ello una mesa de madera, la cual sostenía un estadiómetro Holtain portátil (Holtain Limited, Dyfed, Britain). El sujeto se recostó sobre la mesa y se vigiló que conservara el plano de Frankfort en la posición

recumbente. Al mismo tiempo se tomó la circunferencia de la cintura y la cadera (sujeto de pie) con una cinta métrica de fibra de vidrio (Lafayette Instruments Company, U.S.A.). Se determinó el índice cintura/cadera.

**Composición corporal.** Se evaluó por medio las ecuaciones de regresión para predecir la masa corporal libre de grasa (MCLG), las cuales fueron revalidadas en un estudio con una muestra de sujetos de una zona rural de México (artículo 3). En los hombres se utilizó la ecuación de bioimpedancia eléctrica (BIE) específica para personas mayores de 60 años propuesta por Deurenberg et al. (28) en la cual se integró la talla recumbente para disminuir el sesgo en los porcentajes de grasa calculados. En las mujeres se utilizó la ecuación de Segal et al. (29), propuesta para mujeres adultas con un porcentaje de grasa mayor al 30%. El porcentaje de grasa corporal se obtuvo por diferencia de peso. La resistencia se midió con el sistema RJL (BIA 101, RJL System Detroit, Mich., USA), previamente calibrado con una resistencia de 496  $\Omega$ . Las mediciones se realizaron de acuerdo a la técnica de Lukasky et al. (30).

**Actividad física.** Se registraron todas las actividades que los adultos mayores realizaban como parte del estilo de vida y la manera en que las realizaban. Se adaptó el cuestionario desarrollado y validado por Kriska et al. (31) y adaptado por Alemán et al. (19) para estimar el NAF en una población >60 años y con vida libre en una región rural de México. Este cuestionario contempla las actividades laborales y discretionales que los sujetos realizaron durante los 12 meses previos a la aplicación (APENDICE E). A cada sujeto se le preguntó cada una de las actividades y el tiempo que empleaban en desarrollarlas. El tiempo dedicado al cuestionario no fue más allá de 30 minutos con cada voluntario.

Por otro lado, se conformó una base de datos con todas las actividades y sus respectivos equivalentes energéticos expresados en múltiplos de metabolismo basal, con la cual se obtuvo el NAF. Es importante señalar que para este estudio se utilizaron los valores de los costos energéticos de las diversas actividades reportados en la población

adulta (6, 32). Adicionalmente se obtuvo el tiempo expresado en horas por día dedicado a las actividades leves, moderadas e intensas (32). El NAF estimado mediante esta metodología representa el gasto energético por actividad física de un día promedio, representativo de los 365 días del año.

El cuestionario de actividad se aplicó en los consultorios durante las pruebas y después de 3 ó 4 semanas se aplicó nuevamente en el mismo lugar durante las mediciones del metabolismo en reposo por calorimetría indirecta y composición corporal por BIE. El cuestionario fue aplicado por un entrevistador entrenado y con conocimiento del estilo de vida de los participantes.

### **Metabolismo Energético**

**Metabolismo en reposo por calorimetría indirecta.** La tasa metabólica en reposo (TMR) se midió con el sistema de campana ventilada (Monitor Metabólico Deltatrac; Sensor Medics, Calif. USA). La TMR se midió después de una noche de ayuno de 8 a 14 h y después de media hora de reposo posterior a la llegada a los Consultorios. A cada voluntario se le pidió que cenara entre las 7 y 8 de la noche. También se le sugirió que no realizara actividad física intensa un día antes de la medición y que en la mañana antes de ir al consultorio realizara el mínimo de actividad. Las mediciones se realizaron de acuerdo a las condiciones referidas en el artículo 1).

En Chile y México los analizadores de gases del monitor fueron calibrados en cada corrida con una mezcla de gases de referencia con 95.94% de O<sub>2</sub> y 4.06% de CO<sub>2</sub> (Laboratorio AGA Maipú, AGA S.A., Santiago, Chile; Matheson Gas Co. Calif. USA). En Cuba la mezcla fue de 94.36 de O<sub>2</sub> y 4.96% de CO<sub>2</sub> (Laboratorios de Gases Especiales, Fábrica de Gases Industriales Mártires de Guanabacoa, Ciudad Habana). La presión atmosférica del monitor se calibró contra la presión del barómetro de mercurio de pared. Durante el periodo de las mediciones de la TMR, el flujo del sistema Deltatrac se verificó por la combustión de etanol absoluto, al simular un gasto energético entre 1300 y 1800 kcal. En Chile los porcentajes de recuperación de los volúmenes de gases

fueron de 106.9% y 105.3% para O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, respectivamente. En México fueron del 100% para ambos gases y en Cuba fueron de 93.7% y 102.3% para O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, respectivamente. Los valores promedios de los volúmenes medidos por el Deltatrac se ajustaron al 100% y los valores ajustados son los que se utilizaron para determinar el metabolismo en reposo mediante la ecuación de Weir (33).

**Gasto energético.** El gasto energético total o los requerimientos de energía se calcularon con los valores de la tasa metabólica en reposo medida por calorimetría indirecta y el NAF estimado con el cuestionario de actividades. Asimismo, se estimaron con la TMR medida y el NAF de 1.51, recomendado por el Comité de FAO/OMS/UNU en 1985 (6).

**Análisis Estadísticos.** El análisis se realizó con el paquete estadístico NCSS 97 Sistema Estadístico para Windows (Number Cruncher Statistical Systems). Se utilizó el análisis de varianza de dos vías para obtener el efecto del país y sexo y la de una vía para obtener las diferencias entre las mujeres de Cuba, Chile y México y entre los hombres de los tres países, utilizando la prueba de Tukey y Kramer de rangos múltiples para la diferenciación de medias al nivel de  $p < 0.05$ . Para verificar la confiabilidad y reproducibilidad del cuestionario de actividad física en esta muestra específica, el cuestionario se aplicó en dos tiempos con una diferencia de un mes. Se realizaron transformaciones logarítmicas al NAF del cuestionario uno y dos. Las diferencias entre las medias se probó con una prueba t pareada. También se realizó regresión lineal simple del cuestionario uno y dos y se obtuvo la correlación de Pearson. Los datos de metabolismo en reposo se normalizaron a la MCLG mediante el análisis de covarianza (34). Se utilizó análisis de regresión lineal simple para analizar las posibles variables predictoras de la tasa metabólica en reposo y para observar el posible efecto de la edad sobre la TMR. Finalmente, las diferencias en el requerimiento energético total calculado y estimado se obtuvieron mediante una prueba t pareada.



## Resultados

**Características de los sujetos.** Se invitaron 182 adultos mayores de 60 años. En Cuba se estudiaron 55 sujetos, de los cuales 48 se incluyeron en los análisis, debido a que cinco resultaron con diabetes tipo 2 (9.1%) y dos decidieron no continuar en el estudio después del diagnóstico de salud. Similarmente, en Chile de los 56, cinco (8.9%) resultaron con diabetes tipo 2, tres no quisieron participar en el estudio de metabolismo energético y composición corporal. Los datos de dos sujetos se excluyeron de los análisis, uno por diagnóstico confirmatorio de cáncer gástrico y del otro por que tomaba glucocorticoides. Por lo tanto, de los 56 se incluyeron los datos de 46 sujetos. En México, se estudiaron 71 adultos mayores, quince (21.1%) resultaron con diabetes tipo 2, dos con cirrosis, uno con cardiopatía coronaria y otro no pudo continuar en el estudio, así que sólo se incluyeron los resultados de 52 sujetos. Al considerarse lo anterior se presentan los datos de 146 adultos mayores. Así mismo, en el apéndice F se encuentran los resultados del diagnóstico de salud, antropometría, composición corporal y metabolismo energético de cada uno de los voluntarios de Chile, Cuba y México.

Las variables de características físicas y de composición corporal se analizaron por país y sexo, mediante el análisis de varianza. Cuando los valores promedios de las variables se compararon por país, todas mostraron diferencias estadísticamente significativas, excepto la edad. Al analizarlas por sexo se encontraron diferencias significativas en la mayoría de las variables excepto para la edad, IMC1, IMC2 y la circunferencia de la cintura.

Al analizar los valores promedios entre las mujeres de los tres países se encontraron diferencias significativas en el peso corporal. Las mujeres de Cuba tuvieron 9.3 y 10.8 kg menos que las de Chile y México, respectivamente. Las mujeres de México fueron estadísticamente más altas que las de Cuba y Chile. El IMC calculado con la talla de pie y recumbente fue menor en las mujeres de Cuba y estadísticamente difirió del IMC de las mujeres de Chile y México. La media de la circunferencia de la cintura en las mujeres de México fue diferente estadísticamente de las de Cuba y Chile. La circunferencia de la cadera en las mujeres de Cuba fue menor y difirió

significativamente de la encontrada en las de Chile y México. El índice cintura/cadera fue menor en las mujeres de Chile y sólo difirió de las mujeres de México. Las mujeres de Cuba tuvieron un porcentaje de grasa menor y estadísticamente sólo fue diferente al de las mujeres de Chile. Similarmente, la MCLG también fue menor difiriendo sólo de las mujeres de México. Los resultados se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1. Características físicas y composición corporal de las mujeres de los tres países**

	Mujeres de Cuba (n = 22)	Mujeres de Chile (n = 21)	Mujeres de México (n = 25)	País <i>p</i>
Edad, años	68.1 ± 6.1 <sup>a</sup>	66.3 ± 5.6 <sup>a</sup>	69.3 ± 7.3 <sup>a</sup>	0.29
Peso, kg	53.3 ± 11.2 <sup>a</sup>	62.6 ± 7.8 <sup>b</sup>	64.1 ± 11.4 <sup>b</sup>	0.001
Talla, m	1.50 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.50 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.54 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.030
Talla recumbente, m	1.52 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.0 <sup>ab</sup>	1.56 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.031
IMC 1, kg/m <sup>2</sup>	23.6 ± 4.6 <sup>a</sup>	27.7 ± 3.1 <sup>b</sup>	26.7 ± 3.5 <sup>b</sup>	0.001
IMC 2, kg/m <sup>2</sup>	22.9 ± 4.4 <sup>a</sup>	26.5 ± 3.1 <sup>b</sup>	25.9 ± 3.5 <sup>b</sup>	0.005
C de la Cintura, cm	81.5 ± 13.3 <sup>a</sup>	83.5 ± 10 <sup>a</sup>	93.4 ± 10.9 <sup>b</sup>	0.001
C de la Cadera, cm	91.3 ± 11.9 <sup>a</sup>	98.5 ± 5.7 <sup>b</sup>	98.9 ± 8.6 <sup>b</sup>	0.010
Índice Cintura/Cadera	0.89 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.84 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.94 ± 0.0 <sup>ab</sup>	0.001
Suma 4 PA, mm	59.1 ± 30 <sup>a</sup>	74.1 ± 16 <sup>a</sup>	66.4 ± 17 <sup>a</sup>	0.09
Grasa Corporal por BIE, %	39.1 ± 5.8 <sup>a</sup>	42.6 ± 2.7 <sup>b</sup>	41.7 ± 2.7 <sup>ab</sup>	0.012
MCLG por BIE, kg	32.0 ± 5.1 <sup>a</sup>	35.8 ± 3.9 <sup>ab</sup>	37.1 ± 5.8 <sup>b</sup>	0.003

*Los resultados se presentan en Media ± DE, IMC 1 = Índice de Masa Corporal con Talla de Pie, IMC 2 = Índice de Masa Corporal con Talla Recumbente, C = Circunferencia, PA = Pánculos Adiposos, MCLG = Masa Corporal Libre de Grasa, BIE = Bioimpedancia eléctrica.*

En el caso de los hombres, los de Cuba tuvieron 9.1 kg de peso corporal menos que los de Chile y 9.8 kg menos que los de México, estas diferencias fueron estadísticamente significativas. Los hombres de México tuvieron la talla de pie y

recumbente más alta, difiriendo de la talla de los de Cuba y Chile. Los índices de masa corporal fueron menores en los hombres de Cuba; sin embargo, sólo difirió del encontrado en los adultos mayores de Chile. Las circunferencias de la cintura y cadera fueron menores en los hombres de Cuba respecto a las circunferencias de los de Chile y México. Similarmente, la suma de los cuatro panículos adiposos fue menor en los hombres de Cuba, pero sólo difirió estadísticamente de los hombres de Chile. Para el resto de las variables no se alcanzaron diferencias significativas. Los resultados se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2. Características físicas y composición corporal de los hombres de los tres países**

	Hombre de Cuba (n = 26)	Hombres de Chile (n = 25)	Hombres de México (n = 27)	País <i>p</i>
Edad, años	67 ± 4.8 <sup>a</sup>	72.0 ± 8.4 <sup>b</sup>	69.1 ± 6.0 <sup>ab</sup>	0.027
Peso, kg	61.7 ± 12 <sup>a</sup>	71.5 ± 13 <sup>b</sup>	70.8 ± 11 <sup>b</sup>	0.010
Talla, m	1.63 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.62 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.67 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.001
Talla recumbente, m	1.64 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.65 ± 0.0 <sup>a</sup>	1.69 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.002
IMC 1, kg/m <sup>2</sup>	23.0 ± 4.1 <sup>a</sup>	26.9 ± 4.0 <sup>b</sup>	25.8 ± 4.0 <sup>ab</sup>	0.004
IMC 2, kg/m <sup>2</sup>	22.7 ± 4.1 <sup>a</sup>	25.8 ± 3.9 <sup>b</sup>	24.6 ± 4.0 <sup>ab</sup>	0.024
C de Cintura, cm	81.6 ± 10 <sup>a</sup>	89.6 ± 10.4 <sup>b</sup>	89.2 ± 10 <sup>b</sup>	0.011
C de Cadera, cm	86.8 ± 9.9 <sup>a</sup>	96.7 ± 6.9 <sup>b</sup>	92.8 ± 9.4 <sup>b</sup>	0.001
Índice Cintura/Cadera	0.94 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.92 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.96 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.37
Suma 4 PA, mm	32.0 ± 14 <sup>a</sup>	47.5 ± 16 <sup>b</sup>	38.0 ± 12 <sup>ab</sup>	0.001
Grasa Corporal por BIE, %	29.1 ± 7.8 <sup>a</sup>	34.3 ± 7.7 <sup>a</sup>	32.5 ± 7.7 <sup>a</sup>	0.058
MCLG por BIE, kg	43.1 ± 6.0 <sup>a</sup>	46.4 ± 7.7 <sup>a</sup>	47.1 ± 5.0 <sup>a</sup>	0.065

*Los resultados se presentan en Media ± DE, IMC 1 = Índice de Masa Corporal con Talla de Pie, IMC 2 = Índice de Masa Corporal con Talla Recumbente, C = Circunferencia, PA = Panículos Adiposos, MCLG = Masa Corporal Libre de Grasa, BIE = Bioimpedancia eléctrica.*

**Actividad física.** El entorno de las comunidades estudiadas permitía que los sujetos, específicamente los hombres realizaran diversas actividades laborales durante todo el año, no siendo así para las mujeres, quienes se limitaron a las labores domésticas. El patrón de actividad física fue similar entre las mujeres de los tres países y entre los hombres de Cuba, Chile y México, a pesar de los nombres o modismos regionales para algunas actividades.

La mayoría de las mujeres realizaron actividades en el hogar como barrer, cocinar, lavar loza, planchar, trapear y una minoría reportó coser a máquina, hacer tortillas, cortar leña, encerar los pisos de manera manual, desmalezar, sembrar, cosechar y cavar hoyos, entre otras. La mayoría de los hombres reportaron caminar, desmalezar, cavar hoyos, podar árboles, sembrar, cosecha de frutas, hortalizas y tubérculos, jardinería, riego mecánico, cortar leña, surcar la tierra, fumigar, cortar pasto con machete, barrer y carpintería. Una minoría realizó otras actividades como: herrería, encerar de manera manual, cuidar animales, andar en bicicleta (como medio de transporte), cocinar, lavar loza y plomería, entre otras. En los tres países se observó que las actividades recreativas no forman parte del estilo de vidas con excepción de la gimnasia (mujeres de Cuba) y los juegos de mesa como dominó y las cartas (en los tres países).

La confiabilidad y reproducibilidad del cuestionario se había reportado previamente, con la muestra piloto de México. Al aplicarle nuevamente una prueba t pareada y adicionalmente la prueba de correlación de Pearson, los resultados mostraron la misma confiabilidad y reproducibilidad del cuestionario. No encontrándose diferencias significativas en el nivel de actividad física estimado por el cuestionario en las dos ocasiones en una muestra conformada por 119 sujetos, de ambos sexos y de los tres países (NAF 1 = 1.52 vs. NAF 2 = 1.53;  $p = 0.60$ ;  $r = 0.78$ ;  $p < 0.001$ ).

Al analizar por país, no se observaron diferencias significativas entre los valores promedio de las mujeres y de los hombres de los tres países. El NAF en la muestra de Cuba, Chile y México fue 1.54, 1.51 y 1.53, respectivamente. En los 146 sujetos se obtuvo un nivel de actividad física de 1.53. Sin embargo, al analizar por sexo se

observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mujeres y hombres ( $n = 68$ ;  $NAF = 1.41$  vs.  $n = 78$ ;  $NAF = 1.64$ ;  $p < 0.001$ ). La media del NAF en las mujeres de Cuba fue menor y difirió estadísticamente al de las mujeres de Chile y México. La media del NAF de los hombres de Cuba fue más alto que el de los hombres de Chile y México. Sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa. Los resultados se muestran en la tabla 3.

Con respecto al tiempo que los adultos mayores dedicaron a las actividades se encontró que los hombres dedicaron mayor tiempo a las actividades ocupacionales comparado con las mujeres. Dentro de la clasificación de las actividades ocupacionales los hombres dedicaron más tiempo a las actividades clasificadas como intensas. Las diferencias en horas dedicadas a las actividades ocupacionales totales ( $4.32$  vs  $3.25$  horas/día;  $p < 0.05$ ) e intensas ( $1.35$  vs  $0.03$  horas/día;  $p < 0.001$ ) entre los hombres y las mujeres fueron estadísticamente significativas. Los resultados se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Nivel de actividad física y horas/día dedicadas a las actividades leves, moderadas e intensas por país de origen y sexo

	Cuba		Chile		México		País	Sexo	Ambos
	Mujeres (n = 22)	Hombre (n = 26)	Mujeres (n = 21)	Hombres (n = 25)	Mujeres (n = 25)	Hombres (n = 27)			
NAF	1.35 ± 0.06	1.71 ± 0.33	1.47 ± 0.00	1.61 ± 0.23	1.42 ± 0.00	1.60 ± 0.29	0.83	0.000	0.029
AR-T	1.64 ± 1.3	1.67 ± 1.65	1.97 ± 1.15	2.09 ± 0.85	0.97 ± 0.73	1.14 ± 1.29	0.00	0.59	0.96
AO-L	1.43 ± 1.01	1.70 ± 3.4	1.92 ± 1.63	0.75 ± 0.87	3.02 ± 2.33	2.73 ± 4.7	0.01	0.37	0.47
AO-M	0.65 ± 1.58	1.07 ± 1.54	1.31 ± 0.85	1.50 ± 1.22	1.24 ± 0.64	1.10 ± 1.56	0.07	0.43	0.49
AO-I	0.002 ± 0.0	1.89 ± 1.7	0.07 ± 0.12	1.06 ± 1.42	0.003 ± 0.0	1.08 ± 1.68	0.19	0.00	0.123
AO-T	2.14 ± 1.26	4.65 ± 3.9	3.30 ± 1.90	3.32 ± 1.96	4.30 ± 2.4	4.92 ± 4.53	0.06	0.036	0.10

NAF = Nivel de Actividad Física, AR-T = Actividades Recreativas Totales, AO-I = Actividades Ocupacionales Ligeras, AO-M = Actividades Ocupacionales Moderadas, AO-L = Actividades Ocupacionales Intensas, AO-T = Actividades Ocupacionales Totales.



En la muestra de los 146 sujetos, el nivel de actividad física correlacionó inversamente con el porcentaje de grasa obtenido por BIE ( $r = -0.43$ ;  $p < 0.001$ ) y positivamente con la MCLG ( $r = 0.30$ ;  $p < 0.001$ ). Figura 1.

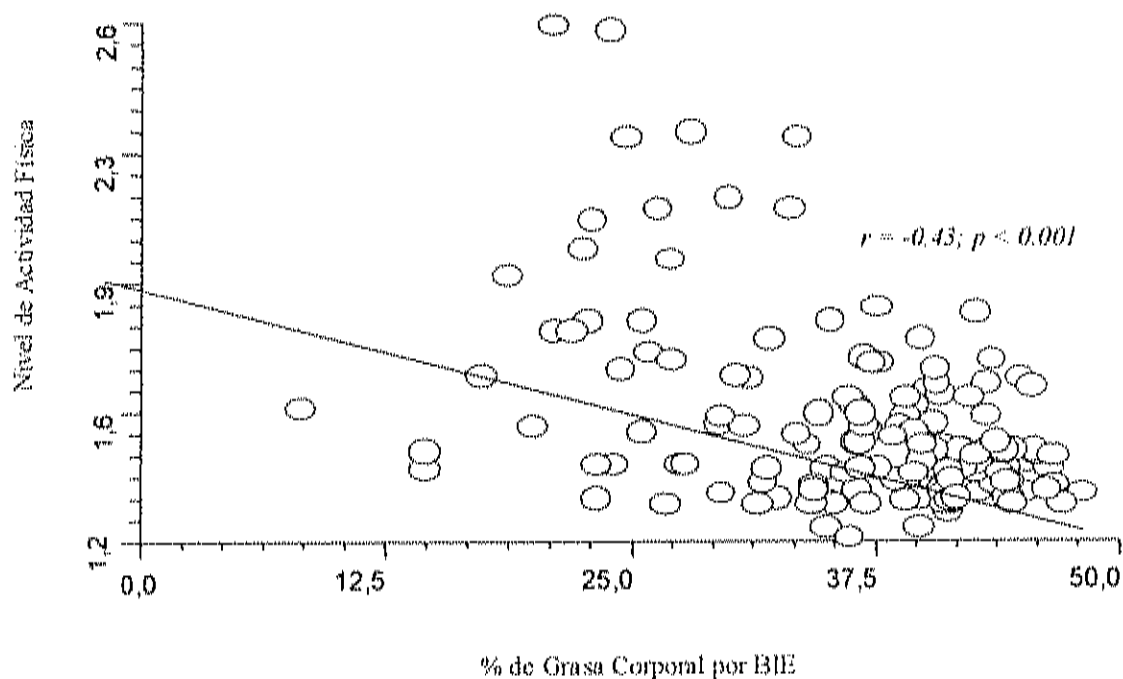


Figura 1. Correlación inversa entre el nivel de actividad física y el porcentaje de grasa corporal por bioimpedancia eléctrica en 146 adultos mayores, residentes de regiones rurales de Cuba, Chile y México.

### **Metabolismo Energético**

Tasa metabólica en reposo. Los valores promedios de la TMR de las mujeres y hombres de Cuba fueron diferentes estadísticamente de los obtenidos en las mujeres y hombres de Chile y México. Como se esperaba el metabolismo en reposo fue mayor en los hombres que en las mujeres, alcanzando significancia estadística ( $n = 68$ ; TMR = 1177 kcal/d vs.  $n = 78$ ; TMR = 1394 kcal/d). Las mujeres de Cuba tuvieron una TMR menor que las mujeres de Chile y México (1075, 1206 y 1243 kcal/día, respectivamente) y estadísticamente alcanzó significancia. La TMR en los hombres de los tres países no fue diferente estadísticamente. Después de ajustar la tasa metabólica por masa corporal libre de grasa, se observaron diferencias estadísticamente significativas por país y sexo. Los adultos de México mostraron un TMR ajustada mayor que los de Cuba y Chile. Los resultados se muestran en la tabla 4.

En la muestra total, la TMR correlacionó positivamente con la MCLG ( $r = 0.83$ ;  $p = 0.001$ ), el peso corporal ( $r = 0.81$ ;  $p < 0.001$ ) y con el nivel de actividad física ( $r = 0.20$ ;  $p < 0.01$ ), asimismo correlacionó, pero de manera negativa con la edad ( $r = -0.21$ ;  $p < 0.001$ ).  
Figura 2, 3 y 4.



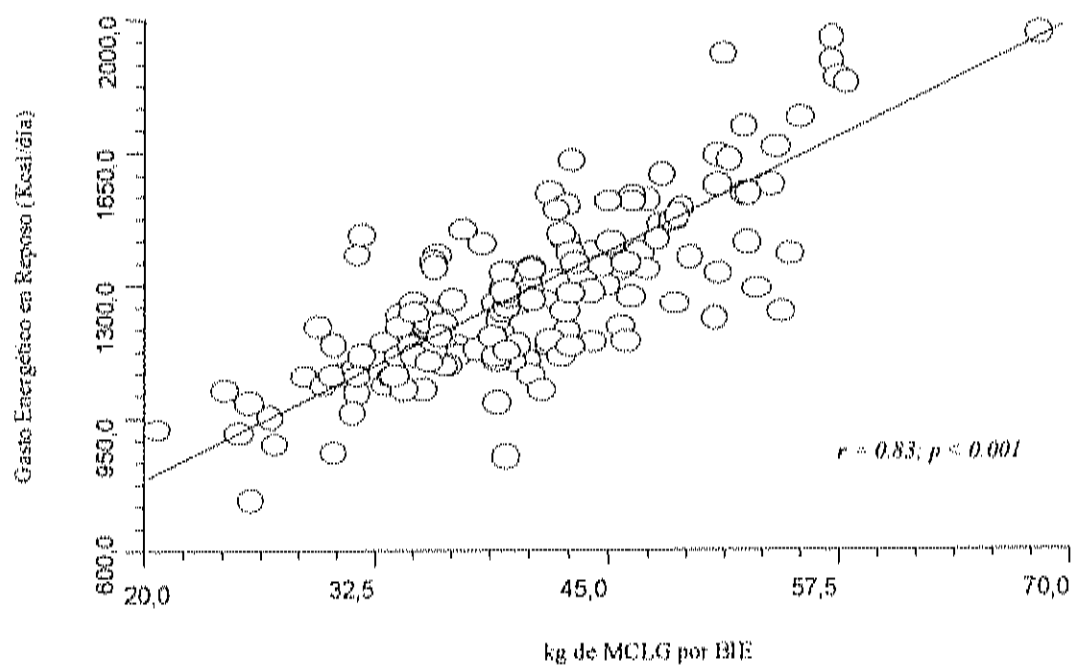


Figura 2. Correlación entre la tasa metabólica en reposo y la masa corporal libre de grasa por BIE en los 146 adultos mayores, residentes de regiones rurales de Cuba, Chile y México.

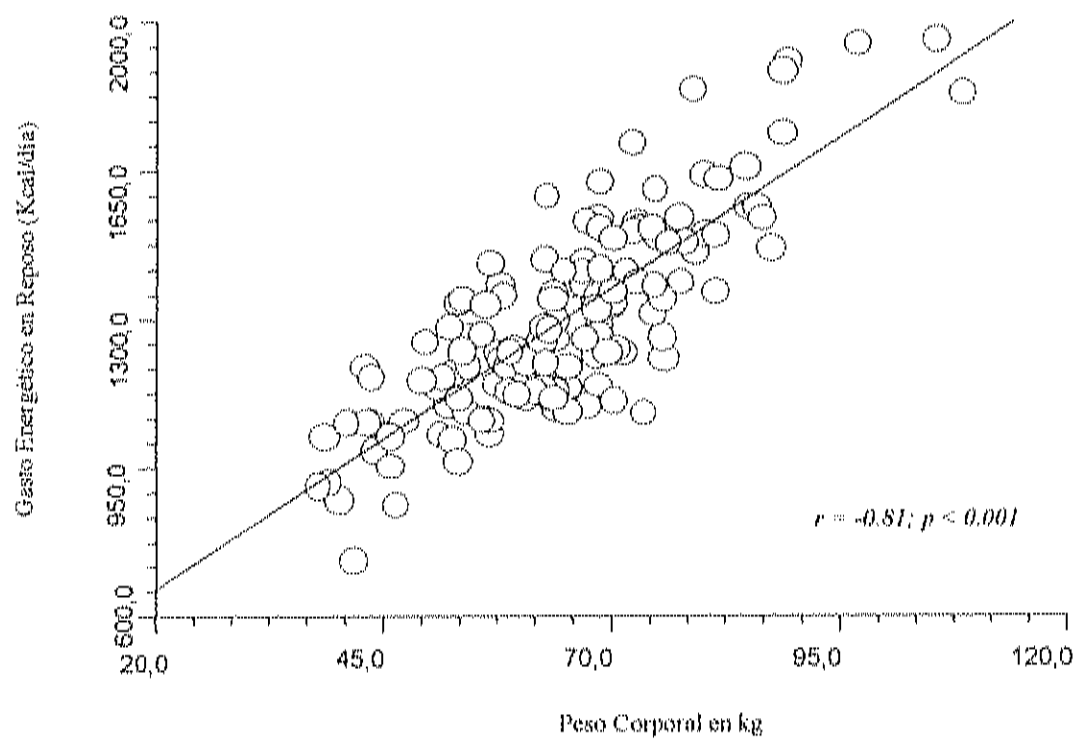


Figura 3. Correlación entre la tasa metabólica en reposo y el peso corporal en 146 adultos mayores, residentes de regiones rurales de Cuba, Chile y México.

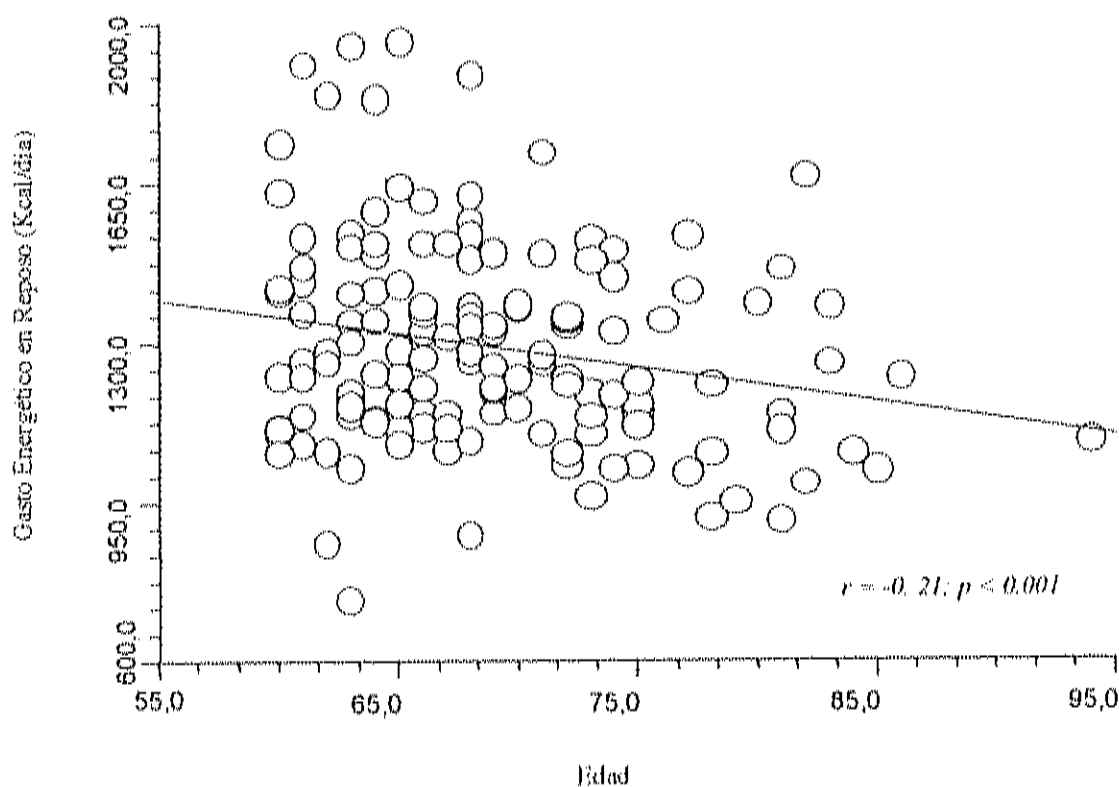


Figura 4. Correlación inversa entre la tasa metabólica en reposo y la edad en 146 adultos mayores, residentes de regiones rurales de Cuba, Chile y México.

**Gasto energético.** Los resultados del gasto energético total se calcularon con los valores individuales de la TMR y del nivel de actividad física en los 146 sujetos. Los resultados se presentan en la tabla 4. Cuando el gasto de energía calculado se comparó por país no se encontraron diferencias significativas, pero al analizar por sexo, se observó que el gasto energético total fue diferente estadísticamente entre las mujeres y los hombres ( $n = 68$ ; GET = 1665 kcal vs.  $n = 78$ ; GET = 2283 kcal/d;  $p < 0.001$ ). También se encontró que el gasto de energía de las mujeres de Cuba fue

significativamente menor al gasto energético de las mujeres de Chile y México (1450, 1764 y 1771 kcal/día, respectivamente) ( $p < 0.001$ ). Entre los hombres las diferencias en el gasto energético no fueron significativas.

Cuando el gasto de energía predicho se analizó por ANOVA, nuevamente se encontraron diferencias por país y sexo. La media del gasto energético de los hombres y las mujeres de Cuba difirió de la muestra de Chile y México. Cuando se analizó por sexo se observó que las mujeres de Cuba tuvieron menor gasto energético total predicho que las mujeres de Chile y México. Entre los hombres los valores promedios del gasto de energía no mostraron diferencias significativas. La media general entre las mujeres y los hombres también difirió significativamente.

**Tabla 4. Metabolismo energético de los sujetos por país y sexo**

	Cuba 22 M/26 H	Chile 21 M/25 H	México 25 M/ 27H	País <i>p</i>	Sexo <i>p</i>
TMR, kcal/d	1217 ± 231 <sup>a</sup>	1318 ± 219 <sup>b</sup>	1342 ± 215 <sup>b</sup>	0.002	0.000
TMR ajustada por MCLG	1278 ± 18.6 <sup>a</sup>	1297 ± 18.6 <sup>a</sup>	1304 ± 17.5 <sup>b</sup>	0.016	0.017
GET, kcal/d	1905 ± 629 <sup>a</sup>	2035 ± 434 <sup>a</sup>	2044 ± 511 <sup>a</sup>	0.125	0.000
GET, estimado con el NAF recomendado	1838 ± 348 <sup>a</sup>	1990 ± 330 <sup>b</sup>	2026 ± 325 <sup>b</sup>	0.002	0.000

*TMR = Tasa Metabólica en Reposo, MCLG = Masa Corporal Libre de Grasa, GET = Gasto Energético Total, NAF = Nivel de Actividad Física. Todos los resultados se presentan como medias ± DE, excepto los de la TMR ajustada por MCLG, los cuales se presentan como medias ± EE.*

Por la prueba t pareada las diferencias de medias en el requerimiento energético total calculados y predichos fueron significativas en las mujeres de Cuba, Chile y México. En los hombres las diferencias de medias del RET fueron significativas en los hombres de Cuba y Chile. Los resultados se muestran en la tabla 5.

**Tabla 5. Requerimiento de energía calculado y estimado en los adultos mayores**

País y Sexo	RET calculado con el NAF medido	RET estimado con el NAF recomendado	<i>p</i>
Mujeres de Cuba	1450±219	1623±223	0.0001
Mujeres de Chile	1764±167	1821±182	0.035
Mujeres de México	1771±255	1876±240	0.0001
Hombres de Cuba	2290±606	2020±334	0.01
Hombres de Chile	2261±461	2136±357	0.046
Hombres de México	2296±561	2165±336	0.107

*RET = Requerimiento Energético Total, NAF = Nivel de Actividad Física. Los resultados se presentan como medias ± DE*

### Discusión

El nivel de actividad física en los 146 adultos mayores, residentes de una región rural de Cuba, Chile y México fue de 1.53 (con un rango de 1.28 a 2.58), el cual es similar al propuesto por los organismos internacionales (6-8). Sin embargo, al analizar por sexo, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los valores promedio de los hombres y las mujeres (1.41 vs. 1.64). Entre los hombres el NAF no mostró diferencias significativas. El NAF de los adultos mayores residentes de las Terrazas, Pinar del Río, Cuba fue de 1.71; más alto que el 1.51, recomendado. En los hombres residentes de la región rural de Chile y México el NAF fue de 1.61 y 1.60, respectivamente.

Una de las posibles explicaciones de las diferencias entre hombres y mujeres es que la mayoría de las mujeres emplearon más tiempo en actividades leves como: cocinar, planchar, caminar, lavar loza y ropa; las cuales son de bajo gasto energético. El tiempo dedicado a estas actividades en un día promedio representativo del año fue 2.1

horas/día. El gasto energético de estas actividades es de 1.0 a 2.5 múltiplos de metabolismo basal.

A las actividades moderadas, las mujeres dedicaron sólo 1.08 horas en un día promedio representativo del año. Las actividades diarias fueron limpieza moderada de casa, trapear el piso, moler en molino de manera manual. Las actividades temporales fueron sembrar, cosechar frutas como naranja, cosechar maíz y hortalizas, entre otras. El gasto energético de estas actividades varía de 2.6 a 3.9 múltiplos de metabolismo basal. Una minoría de mujeres (Chile y México) realizó temporalmente actividades intensas que implican un mayor gasto energético como riego mecánico, cortar y cargar leña, desmalezar, cavar hoyos, plantar y podar árboles, transportarse en bicicleta, surcar, encerado de piso de manera manual, arar y talar. El tiempo dedicado a este tipo de actividades fue 0.03 horas/día. El NAF en algunas de estas mujeres fue de 1.5 hasta 1.7. Cabe señalar que las actividades clasificadas como intensas implican un gasto energético por arriba de 4.0 múltiplos de metabolismo basal de acuerdo a la clasificación arbitraria de James y Schofield (32).

En los hombres, al analizar el patrón de actividad física y el tiempo dedicado a las actividades ocupacionales, se encontró que dedicaron un tiempo mayor que las mujeres a las actividades clasificadas como intensas. El tiempo en un día promedio representativo del año fue 1.35 horas/día. El NAF en algunos de estos hombres llegó hasta 2.5. Para las actividades clasificadas como moderadas, el tiempo dedicado en un día promedio representativo del año fue 1.22 horas/día. Para las actividades clasificadas como leves el tiempo promedio fue 1.75 horas/día.

En los hombres, al igual que en las mujeres se encontró que el tiempo y por consiguiente el gasto energético por actividades recreativas fue mínimo, debido a que jugaban sólo juegos de mesas y ver televisión. Por consiguiente estas actividades no contribuyen de manera importante al gasto o requerimiento energético total como las actividades ocupacionales. En los hombres la diferencia del NAF con respecto al recomendado, puede deberse al patrón de actividad encontrado en esta población, el cual difiere del patrón de actividades reportado por FAO/OMS/UNU para adultos mayores de

60 años, residentes de países desarrollados, en el cual no se contemplan actividades laborales. Además, en las comunidades estudiadas la mayoría de las actividades se realizan sin apoyo de la tecnología.

El valor promedio del NAF en ambos sexos fue similar al recomendado; sin embargo, encontramos un rango de 1.3 a 2.5. Esto último denota lo variable que puede ser la actividad física en adultos mayores de 60 años, residentes de una zona rural. Lo ideal es que todos se mantengan activos, ocupando un empleo digno o desarrollando actividades deportivas, lo que permitiría al organismo estar en equilibrio energético. Se ha reportado que las personas con altos niveles de actividad física tienen menor riesgo de enfermedades cardiovasculares (35), diabetes tipo 2 (36,37) y menor cantidad de grasa corporal (17). En este estudio se encontró una relación inversa y estadísticamente significativa entre el NAF y el porcentaje de grasa ( $r = -0.40$ ;  $p < 0.001$ ), lo que señala que a menor actividad física mayor porcentaje de grasa o viceversa.

En este estudio, también se encontró una correlación positiva entre el NAF y la MCLG y entre el nivel de actividad física y la tasa metabólica en reposo ( $r = 0.20$ ;  $p < 0.01$ ) (Figura 2). Lo anterior podría tener implicaciones importantes ya que se ha reportado que la MCLG disminuye por las alteraciones hormonales y de los mediadores hormonales como las citocinas y por la disminución de la actividad física (38). Por otro lado, se ha reportado que la disminución de la tasa metabólica basal en los adultos está directamente relacionada con la pérdida de la MCLG (tejido metabólico más activo del cuerpo). En este sentido la actividad física podría ser una medida adecuada para atenuar la pérdida de la MCLG en los adultos mayores y evitar las alteraciones en el metabolismo energético.

Otro de los componentes que contribuye al GE es la tasa metabólica basal o en reposo. Algunos estudios han reportado que la tasa metabólica disminuye conforme aumenta la edad (39). En este estudio y en ambos sexos, la TMR disminuyó 4.7% por década.

Los valores promedios del gasto de energía basados en las mediciones de la TMR por calorimetría indirecta y los niveles de actividad física obtenidos con la metodología

del cuestionario no mostraron diferencias significativas por país, la diferencia estadística fue sólo por sexo (618 kcal/día). Esta diferencia probablemente se debe a que las mujeres tuvieron una menor TMR y NAF que los hombres. Asimismo, el requerimiento energético total calculado y estimado en las mujeres, también fue diferente estadísticamente (RET calculado 1667 kcal vs. estimado 1777 kcal/día;  $p < 0.001$ ). Contrariamente en los hombres se subestimaron y estadísticamente la subestimación fue significativa y se debió principalmente a las diferencias del NAF.

En conclusión, los hombres y las mujeres de Chile y México tienen características físicas y de composición corporal similares entre ellos, pero diferente a los adultos mayores de Cuba lo cual se reflejó en el metabolismo energético y los requerimientos de energía. Así mismo, el NAF en los hombres y mujeres de los tres países fue similar al recomendado; pero al analizar por sexo se encontró que las mujeres tuvieron un menor NAF que los hombres. Una de las implicaciones es que en las mujeres los requerimientos de energía calculados con el NAF propuesto por el comité de FAO/OMS/UNU estén sobreestimados, mientras que en los hombres estén subestimados, especialmente en los hombres con mayor actividad física como los adultos mayores de Cuba quienes tuvieron un NAF de 1.71.



### **Agradecimientos**

Expresamos nuestro mas sincero agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado. Asimismo, al Director del CIAD, A.C., Dr. Inocencio Higuera C, así como al Coordinador de Docencia Juan P. Camou. También agradecemos a los adultos mayores y sus familiares, quienes participaron incondicionalmente en este estudio. Particularmente a la Asociación de Pensionados de Paine, a las autoridades del Consultorio de la Municipalidad de Paine al Sr. Ramón Figueroa y Sra. Soledad Figueroa por la infraestructura prestada y a la enfermera María Esther Hernández por su participación como asistente. Al personal que labora en el Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables del INTA, especialmente a Ingrid Rolón, Rocío Berlangas, Milagros Marcía Velázquez y Jimmy Hernández por su apoyo técnico. En Cuba agradecemos a las Autoridades Responsables de la salud de los habitantes del complejo turístico Las Terrazas. Asimismo, a las autoridades del complejo especialmente a Osmany Cienfuegos, José Ramón Porrata Mauri y Aleja. Extendemos este agradecimiento al personal que labora en el Departamento de Bioquímica y Fisiología del INHA y en México se le agradece a la QB. Ana Cristina Gallegos Aguilar y a la Lic. en Nutrición Nayeli Macías Morales por su apoyo técnico.

### Referencias

1. La salud de los ancianos. Una preocupación de todos. OPS, 1992.
2. Oficina Nacional de Estadísticas: Anuario Demográfico 1996. La Habana, Cuba: ONE; 1997.
3. República de Chile. Ministerio de Planificación y Cooperación. Sexta encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN 96). Santiago, Chile 1997.
4. Escobar MC, Salinas I. Diagnóstico de la situación de los adultos mayores. Documento del Ministerio de Salud. Mideplan 1996.
5. 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.
6. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Experts Consultation. Technical Report Series 724 Geneva: World Health Organization, 1985.
7. National Research Council. Recommended dietary allowances, 10th ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989.
8. 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.
9. Goran MI, Poehlman ET. Total energy expenditure and energy requirements in healthy elderly persons. *Metabolism* 1992;41:744-753.
10. Roberts SB. Energy requirements of older individuals. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:S112-S118.
11. Reilly JJ, Lord A, Bunker VW, Prentice AM, Coward WA, Thomas AJ, Briggs RS. Energy balance in healthy elderly women. *Br J Nutr* 1993;69:21-27.
12. Sawaya AL, Saltzman E, Fuss P, Young VR, Roberts SB. Dietary energy requirements of young and older women determined by using the doubly labeled water method. *Am J Clin Nutr* 1995;62:338-344.
13. Pannemans DLE, Westerterp KR. Energy expenditure, physical activity and basal metabolic rate of elderly people. *Br J Nutr* 1995;73:571-581.

14. Fuller NJ, Sawyer MB, Coward WA, Paxton P, Elia M. Components of total energy expenditure in free-living elderly men (over 75 years of age): measurement, predictability and relationship to quality-of-life indices. *Br J Nutr* 1996;75:161-173.
15. Starling RD, Toth MJ, Matthews DE, Poehlman ET. Energy requirements and physical activity of older free-living African-Americans: a doubly labeled water study. *J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:1529-1534.
16. Starling RD, Toth MJ, Carpenter WH, Matthews DE, Poehlman ET. Energy requirements and physical activity in free-living older women and men: a doubly labeled water study. *J Appl Physiol* 1998;85:1063-1069.
17. Roberts SB. Energy requirements of older individuals. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:S112-S118.
18. 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.
19. Alemán H, Reza GT, Esparza J, Valencia ME. Requerimiento de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del Noroeste de México. *Arch Latinoam Nutr* 1999;49:121-129
20. Torún B. Patrones de actividad física en América Central. En: La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para la salud pública. Peña M, Bacallao J. Eds. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 2000.
21. Pfeffer E. A short portable mental status questionnaire for assessment of organic brain deficit in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1975;23:433-441.
22. Katz S, Downs TD, Cash HR, Grotz RC. Progress in development of the index of ADL. *Gerontologist* 1970;10:20-30.
23. Euronut SENECA investigators. Life-style: physical activities and activities of daily living. *Eur J Clin Nutr* 1991;45 Suppl 3:139-151.
24. World Health Organization. Diabetes Mellitus. Report of a WHO Study Group. Geneva World Health Organization, 1985. (Tech Rep Ser. No.727).

25. 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.
26. Bots MI, Grobbee DE, Hofman A. High blood pressure in elderly. *Epidemiol Rev* 1991;13:294-314.
27. Durnin JVGA. Anthropometric methods for assessing nutritional status. In *Nutrition in the Elderly*. Horwitz A, MacFayden DM, Munro H, Scrimshaw NS, Steen B and Williams TF eds. Oxford: Oxford University Press, 1989. Page 15-32.
28. 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.
29. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PJ, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimated by bioelectrical impedance analysis, a four site cross validation study. *Am J Clin Nutr* 1988;47:7-14.
30. 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.
31. 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.
32. James WPT and Schofield EC. *Human energy requirements*. Oxford:Oxford University Press, 1990.
33. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109:1-9.
34. 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.
35. 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.

36. Manson JE, Nathan DM, Krolewski AS, Stampfer MJ, Willett WC, Hennekens CH. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA* 1992;268:63-67.
37. 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.
38. Roubenoff R, Rall LC. Humoral mediation of changing body composition during aging and chronic inflammation. *Nutr Rev* 1993;51:1-11.
39. Keys A, Taylor HL, Grande F. Basal metabolism and age of adult man. *Metabolism* 1973;22:579-87.

**Artículo 5. Nivel de actividad física y requerimientos de energía por la técnica de agua doblemente marcada en adultos mayores con independencia física, residentes de una región rural de Chile.**

**Resumen**

**Introducción:** Los resultados de los estudios publicados y llevados a cabo con adultos mayores residentes en comunidades de países desarrollados, muestran que el nivel de actividad física es mayor de 1.51. Este valor es el recomendado por FAO/OMS/ONU desde 1985 y es un procedimiento casi universal para calcular los requerimientos de energía en adultos mayores. En la actualidad existen muy pocos datos sobre gasto de energía en adultos mayores residentes de zonas rurales de países en vías de desarrollo. **Objetivo:** Se midió el gasto energético total, la tasa metabólica en reposo y el nivel de actividad física en hombres y mujeres en condiciones de vida libre en una comunidad rural de Chile. **Metodología:** El gasto energético total se midió con la técnica de agua doblemente marcada y la tasa metabólica en reposo por calorimetría indirecta. **Resultados:** El nivel de actividad física en hombres y mujeres fue de 1.80. No se encontraron diferencias significativas por sexo. La tasa metabólica en reposo y el gasto energético por actividad física fueron menores en las mujeres comparado con el de los hombres ( $p < 0.05$ ). **Conclusiones:** El gasto energético total fue menor en las mujeres debido a las diferencias en la masa corporal libre de grasa, la tasa metabólica en reposo y al gasto energético por actividad física. Los patrones de actividad física difieren de los patrones reportados en la literatura, lo cual quedó reflejado en el NAF, el cual fue mayor que el 1.51 recomendado. Los requerimientos de energía calculados con el NAF de 1.51 están subestimados en adultos mayores residentes de zonas rurales, quienes son físicamente activos.

**Palabras Claves:** Nivel de actividad física, Tasa metabólica en descanso, Gasto energético total, Requerimiento de energía, Agua doblemente marcada y Adultos mayores.

### **Introducción**

Diversos países de América Latina y el Caribe enfrentan una transición demográfica. Como consecuencia de ello, se registra un aumento de la población mayor de 60 años y Chile no es la excepción a este fenómeno. En la actualidad los adultos mayores ocupan el 10.5% de la población nacional, porcentaje que aumentará a 16% en el 2025 (1).

Actualmente, la generación de conocimientos sobre gasto energético en condiciones de vida libre, requerimientos de energía y composición corporal, entre otros, no ha sido paralela al crecimiento demográfico. Estos conocimientos pueden ser de gran utilidad para los programas de alimentación complementaria y de bienestar social que en un futuro próximo serán de gran importancia. Además de la utilidad, es importante generar conocimientos sobre la cantidad exacta del gasto y requerimiento de energía en los adultos mayores, dada la reducción del flujo de energía y su asociación con el aumento de grasa corporal (2,3).

En la actualidad son pocos los estudios sobre requerimientos de energía en adultos mayores y en otros grupos etarios de países en desarrollo. En los pocos que existen, el gasto o los requerimientos de energía han sido determinados con metodologías indirectas, como el método factorial (4,5) y el monitoreo de la frecuencia cardíaca (5). Por su parte el comité de expertos de FAO/OMS/UNU, 1985 (6) basados en los cálculos del gasto energético con el método factorial recomendó que el requerimiento energético total se estimara con el múltiplo de metabolismo basal o niveles de actividad física (NAF) de 1,51 y los valores de la tasa metabólica basal. Este NAF también ha sido propuesto por otros organismos internacionales (7,8). Es importante señalar que este múltiplo se calculó considerando que los adultos mayores son jubilados y quienes no participan en actividades ocupacionales.

Los resultados de un meta análisis (9) y un estudio de recopilación y análisis (10), así como los estudios más recientes (11,12), muestran que el nivel de actividad física y por consiguiente los requerimientos de energía, están subestimados en adultos mayores con vida libre en comunidades localizadas en países desarrollados. Al

considerar los niveles de actividad física en los estudios citados, el NAF encontrado en un estudio previo con adultos mayores en vida libre dentro de una comunidad rural de México (4) y los reportados en otras poblaciones rurales de América Central (13), se postula que el NAF en adultos mayores residentes de zonas rurales, puede ser mayor al 1.51. Por lo anterior, se midió el gasto de energía por la técnica de agua doblemente marcada y la tasa metabólica en reposo mediante calorimetría indirecta, así como el nivel de actividad física en una muestra de adultos mayores, residentes de una región rural de Chile.

### **Sujetos y Métodos**

Se seleccionaron 14 sujetos entre las edades de 60 a 83 años, residentes de la Municipalidad de Paine, localidad considerada como zona rural y situada a 45 km. de la Ciudad de Santiago, Chile. Todos los sujetos se consideraron saludables bajo los siguientes criterios: sin historia médica de alguna enfermedad cardiovascular, presión arterial menor a 160/90, sin medicamentos que alteraran el metabolismo energético y la composición corporal, sin diabetes bajo la prueba de tolerancia a la glucosa, sin anemia al considerar las concentraciones de hemoglobina de  $>130$  mg/dl para hombres y  $>120$  mg/dl para mujeres, el examen general de orina y peso estable durante los 6 meses previos al estudio.

Además de saludables bajo los criterios mencionados, todos los sujetos estuvieron orientados en espacio y tiempo de acuerdo a la escala de Pfeiffer (14) (APENDICE B) y con independencia física, de acuerdo a la escala de actividades de la vida diaria de Katz (15) (APENDICE C) y la escala de la SENECA (16) (APENDICE D).

### **Protocolo de estudio**

Los sujetos llegaron al consultorio médico de la Municipalidad de Paine en condiciones de ayuno, donde se recogió una muestra de orina para la determinación basal de los isótopos estables de deuterio y oxígeno 18, los cuales se encuentran de manera natural en el organismo. Posterior a la recolección se les dió una dosis de agua



marcada con deuterio y oxígeno 18. Los sujetos se midieron y pesaron. A partir del día 1 hasta el día 14, se recolectó diariamente una muestra de orina y se registró la hora exacta de la micción. Antes de que los sujetos se retiraran del Consultorio en el día 0, se les recomendó que realizaran su vida cotidiana de manera habitual. Los sujetos se citaron nuevamente el día 14 para la evaluación de la composición corporal por bioimpedancia eléctrica (BIE) y la medición del metabolismo en reposo por calorimetría indirecta.

**Antropometría.** El peso se tomó sin zapatos y con el mínimo de ropa, se utilizó para ello, una balanza marca SECA con 150 kg de capacidad y 100 g de precisión y la talla de pie con un estadiómetro marca SECA con 1 mm de precisión. La talla recumbente se midió con el objetivo de obtener la talla verdadera. Se diseñó para ello, una mesa de madera la cual sostenía un antropómetro Holtain portátil (Holtain Limited, Dyfed, Britain). El sujeto se recostó sobre la mesa y se vigiló que conservara el plano de Frankfort en la posición recumbente. Con el peso y la talla de pie se calculó el índice de masa corporal (IMC). La circunferencia de la cintura se tomó a la altura del ombligo, estando el sujeto acostado y la circunferencia de cadera con el sujeto de pie a la altura de la parte más prominente de los glúteos. Estas mediciones se llevaron a cabo con una cinta métrica de fibra de vidrio (Lafayette Instruments Company, U.S.A.) y con ambas mediciones se calculó el índice cintura/cadera.

**Composición corporal.** Se evaluó por BIE, utilizando las ecuaciones de regresión para predecir la masa corporal libre de grasa (MCLG), las cuales fueron revalidadas en una estudio con una muestra de sujetos de una zona rural de México de características antropométricas similares a las encontradas en esta muestra (Artículo 3). En los hombres se utilizó la ecuación de BIE específica para personas mayores de 60 años propuesta por Deurenberg et al. (17) a la cual se le integró la talla recumbente para disminuir el sesgo o error en el porcentaje de grasa obtenido. En las mujeres se utilizó la de Segal et al. (18), propuesta para mujeres adultas con porcentaje de grasa mayor que 30 %. El porcentaje de grasa corporal se obtuvo por diferencia de peso. La resistencia y

la reactancia se midieron con el sistema tetrapolar RJL (BIA 101, RJL System Detroit, Mich., USA), previamente calibrado con una resistencia de 496  $\Omega$ . Las mediciones se realizaron de acuerdo a la técnica de Lukasky et al. (19).

**Metabolismo en reposo por calorimetría indirecta.** La tasa metabólica en reposo (TMR) se midió con la técnica de campana ventilada (Monitor Metabólico Deltatrac; Sensor Medics, Calif. USA). La TMR se midió después de una noche de ayuno de 8 a 14 h y después de media hora de reposo posterior a la llegada al consultorio. A cada voluntario se le pidió que cenara entre las 7 y 8 de la noche. También se le sugirió que no realizara actividad física intensa un día antes de la medición y que en la mañana antes de ir al consultorio realizaran el mínimo de actividades.

Los analizadores de gases del monitor fueron calibrados en cada corrida con una mezcla de gases de referencia con 95.94% de O<sub>2</sub> y 4.06% de CO<sub>2</sub> (Laboratorio AGA Maipú, AGA S.A., Santiago, Chile). La presión atmosférica del monitor se calibró contra la presión del barómetro de mercurio de pared. Durante el período de las mediciones de la TMR, el flujo del sistema Deltatrac se verificó por la combustión de etanol absoluto, al simular un gasto energético entre 1300 y 1800 kcal. Los porcentajes de recuperación de los volúmenes de gases fueron de 106.9% y 105.3% para O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, respectivamente. Los valores promedios de los volúmenes medidos por el Deltatrac se ajustaron al 100% y los valores ajustados son los que se utilizaron para determinar el metabolismo en reposo mediante la ecuación de Weir (20).

**Actividad física.** Para conocer el patrón de actividad se registraron todas las actividades que los adultos mayores realizaban como parte del estilo de vida y la manera en que las realizaban. Se adaptó el cuestionario desarrollado y validado por Kriska et al. (21) para estimar las horas dedicadas a las actividades recreativas y laborales y adaptado por Alemán et al. (4). Este cuestionario contempla las actividades laborales y discrecionales que los sujetos realizaron durante los 12 meses previos a la aplicación y

las actividades realizadas durante las últimas dos semanas (APENDICE E). A cada sujeto se le preguntó cada una de las actividades que realizó durante el periodo de los 14 días y el tiempo. En la base de datos, las actividades se clasificaron en leves, moderadas e intensas de acuerdo a la clasificación arbitraria propuesta por James y Schofield (22).

**Gasto energético total.** Se midió durante un periodo de 14 días con la técnica de agua doblemente marcada. En el día 0 cada sujeto recibió una dosis pesada, la cual contenía 0.07 g/kg de peso corporal de agua deuterada al 99.9% (Icon Stable Isotopes, Marion, NY, USA) y 0.95 g/kg de peso corporal de oxígeno 18 (Cortec, París, Francia). La dosis de  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  fue disminuida con relación a los estándares habituales y su validez fue evaluada mediante el valor final de enriquecimiento en 4 sujetos de prueba. Esta disminución se debe a la escasa disponibilidad y valor actual de este isótopo.

A cada sujeto se le dio instrucción de como recolectar las muestras de la segunda orina de la mañana y de registrar la hora exacta de la micción. La recolección de las muestras se llevó a cabo desde el día 1 hasta el día 14. Para evitar la fraccionación isotópica las muestras de orina se sellaron inmediatamente y se mantuvieron en el refrigerador de los sujetos. Por la tarde las muestras se recogían y se transportaban al Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables del INTA, Universidad de Chile, Santiago, Chile, en donde se almacenaron a  $-20^\circ\text{C}$ .

Para la determinación de los isótopos de las muestras descongeladas se tomó 1.5 mililitros de orina de cada muestra y se centrifugó a 4000 rpm durante dos minutos. Una vez separados los sólidos, se tomó 0.4 ml de muestra y se depositó en un vacutainer. Las muestras de orina basal y posdosis (muestras enriquecidas) fueron preparadas por triplicado.

Para el equilibrio isotópico, las muestras se sometieron a un sistema de evacuación de vacío. Para la medición del deuterio, una vez logrado el vacío, se le inyectó hidrógeno gaseoso al 99.9% en presencia de platino (Platinum 5 wt % on alumina, Aldrich Chem. Co, USA), o via Pt en cilindros recubiertos de un polímero poroso (Finnigan Co., Alemania). El objetivo es lograr el intercambio completo del

deuterio en el agua de la orina de la muestra enriquecida con el hidrógeno gaseoso. Las muestras permanecieron a temperatura constante durante 3 días (23). Para el equilibrio del oxígeno 18 se utilizó CO<sub>2</sub> al 4.0% (24). El equilibrio del dióxido de carbono con el agua marcada de la orina en la muestra se llevó a cabo en condiciones de temperatura controlada (estufa de baño a una temperatura de 25° C ± 0.1).

La concentración isotópica en las muestras fue determinada en un espectrómetro de masas HYDRA, de Europe Scientific (Crewe, Reino Unido), del Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables del INTA, Universidad de Chile. Los valores obtenidos fueron expresados con relación a los estándares de V-SMOW (International Atomic Energy Agency, Viena, Austria). La precisión utilizada en ambos análisis fue de 0.5 ppm para deuterio y 0.02 ppm para oxígeno 18.

**Determinación del gasto energético total (GET).** Después de que la dosis es ingerida por los sujetos, los isótopos de <sup>2</sup>H y <sup>18</sup>O se equilibran en el compartimento del agua corporal total. Después del equilibrio, los isótopos se eliminan del organismo de manera exponencial durante un periodo de 1 a 14 días. La tasa de producción de CO<sub>2</sub>, integrada durante el periodo de 14 días, se determinó a partir de la diferencia entre la tasa de pérdida de <sup>18</sup>O (recambio de agua + la producción de CO<sub>2</sub>) y la tasa de pérdida del <sup>2</sup>H (recambio de agua) (25). Las tasas de pérdida del <sup>18</sup>O y <sup>2</sup>H (*k<sub>O</sub>* y *k<sub>H</sub>*, respectivamente) del agua corporal y los espacios de dilución del <sup>18</sup>O y <sup>2</sup>H (*N<sub>O</sub>* y *N<sub>H</sub>*, respectivamente) se determinaron de la regresión semilogarítmica del enriquecimiento de <sup>18</sup>O y <sup>2</sup>H contra el tiempo. Con este modelo, la pendiente define la tasa de eliminación de los isótopos y el intercepto define los espacios de dilución (litros de agua corporal) (APENDICE G). El agua corporal total en litros se determinó considerando el promedio de los dos espacios de dilución.

$$N = 1/2 (N_O/c_O + N_H/c_H)$$

Donde *N<sub>O</sub>* y *N<sub>H</sub>* son los tamaños de los espacios de dilución del oxígeno e hidrógeno corregidos por *c<sub>O</sub>* y *c<sub>H</sub>* que son los espacios de dilución del oxígeno 18 y deuterio relativos al agua corporal total. Se ha calculado que son de 1.01 y 1.04, respectivamente.

La tasa de producción del dióxido de carbono ( $r\text{CO}_2$ ) fue calculada a partir de la siguiente ecuación propuesta por Coward et al. (26):

$$r\text{CO}_2 = \frac{(k_0 N_0 - k_{11} N_{11} - 27.3 (f_2 - f_1))}{2f_3 + 1.1 (f_2 - f_1)}$$

Los factores de fraccionamiento corresponden a  $f_1 = 0.992$ ,  $f_2 = 0.941$  y  $f_3 = 1.04$ .

Donde  $F_1$  es la fraccionación de deuterio que se elimina del agua corporal total como vapor de agua;  $F_2$  es la fraccionación del oxígeno 18 que se elimina del agua corporal total como vapor de agua y  $F_3$  es la fraccionación del oxígeno 18 que se lleva a cabo durante el intercambio del dióxido de carbono y el agua.

Los datos obtenidos fueron evaluados siguiendo el análisis exhausto descrito en el trabajo de Coward et al. (26) y de acuerdo a las recomendaciones de la IDECG (27).

La tasa de producción del  $\text{CO}_2$  (litros/día) se convirtió posteriormente a gasto energético, de acuerdo a la ecuación de Weir (20), considerando un cociente respiratorio (CR) de 0.85.

$$\text{GET} = 3.9 r\text{CO}_2/\text{CR} + 1.1 r\text{CO}_2$$

El análisis de error fue calculado en una análisis de productos y razones entre los espacios, sus respectivas varianzas y residuales en un método de multipunto.

**Determinación del gasto energético por actividad física (GEAF).** Se calculó con la siguiente ecuación (3).  $\text{GEAF (kcal/día)} = (0.90 \times \text{GET}) - \text{TMR}$ . Esta aproximación considera un 10% por el efecto térmico de los alimentos en adultos mayores (28).

**Determinación del nivel de actividad física (NAF).** Se determinó a partir de la relación del  $\text{GET/TMR}$ . El NAF representa un método para categorizar el GET o requerimientos de energía como múltiplo de la tasa metabólica en reposo. Este método considera las diferencias interindividuales en composición corporal al contemplar la relación del  $\text{GET/TMR}$ .

**Análisis Estadísticos.** El análisis se realizó con el paquete estadístico NCSS 97 Sistema Estadístico para Windows (Number Cruncher Statistical Systems). Para observar diferencias entre hombres y mujeres se utilizó la prueba t para dos muestras independientes. El análisis de regresión lineal simple y la correlación de Pearson se utilizaron para analizar la asociación entre el NAF medido y el porcentaje grasa corporal por BIE y la edad. Los datos de metabolismo en reposo fueron ajustados por composición corporal mediante el análisis de covarianza (29). Finalmente, para observar diferencias entre el NAF medido con el recomendado de 1.51 y con el reportado en otras publicaciones se aplicó una prueba t de una vía.

### **Resultados**

Los hombres tienen mayor masa corporal libre de grasa y menos grasa que las mujeres. La talla de pie y recumbente, la MCLG y el porcentaje de grasa fueron estadísticamente diferentes entre sexos ( $p < 0.01$ ). Los resultados se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1. Características físicas y composición corporal en adultos mayores.**

	Mujeres	Hombres	Ambos
	N = 6	N = 8	n = 14
Edad, años	68 ± 8.7	69.8 ± 6.7	69.0 ± 7.4
Peso, kg	56.5 ± 6.7	70.7 ± 16.0	64.6 ± 14.4
Talla de Pie, m	1.50 ± 0.00	1.61 ± 0.05**	1.56 ± 0.00
Talla Recumbente, m	1.53 ± 0.03	1.64 ± 0.00*	1.59 ± 0.07
IMC-1, kg/m <sup>2</sup> (talla de pie)	25.1 ± 2.7	26.8 ± 4.6	26.0 ± 3.9
Índice Cintura Cadera	0.85 ± 0.00	0.92 ± 0.00	0.89 ± 0.00
MCLG por BIE, kg	33.6 ± 4.7	45.8 ± 8.15*	40.6 ± 9.16
Grasa Corporal por BIE, %	40.7 ± 2.05	34.2 ± 5.79*	37.0 ± 5.5

*IMC-1 = Índice de Masa Corporal, MCLG = Masa Corporal Libre de Grasa, BIE = Bioimpedancia Eléctrica. Los valores se presentan como medias ± DE. Diferencias significativas por sexo \* p<0.01; \*\* p<0.05.*

El gasto energético total por la técnica de agua doblemente marcada fue de 768 kcal/día más en los hombres que en las mujeres (p<0.01). Asimismo, la tasa metabólica en reposo fue de 333 kcal/día mayor en los hombres (p<0.05). Consistentemente el gasto energético por actividad física fue mayor en los hombres (p<0.01). El nivel de actividad física fue mayor en los hombres; sin embargo, no alcanzó significancia estadística (p = 0.21). Los resultados se presentan en la tabla 2.

**Tabla 2. Componentes del gasto energético total y nivel de actividad física en adultos mayores**

Sujetos	GET (kcal/d)	TMR (kcal/d)	GEAF (kcal/d)	NAF
<b>Mujeres</b>				
Sujeto 1	1774	1033	563	1.7
Sujeto 2	2271	1117	926	2.0
Sujeto 3	1513	991	370	1.5
Sujeto 4	2575	1231	1086	2.1
Sujeto 5	1872	1113	571	1.7
Sujeto 6	1861	1432	242	1.3
<b>Hombres</b>				
Sujeto 1	2962	1566	1099	1.9
Sujeto 2	2501	1385	865	1.8
Sujeto 3	2045	1057	783	1.9
Sujeto 4	3138	1887	937	1.7
Sujeto 5	2304	1228	845	1.9
Sujeto 6	2828	1501	1044	1.9
Sujeto 7	3189	1631	1239	2.0
Sujeto 8	2993	1625	1068	1.8
Media $\pm$ DE, Mujeres	1977 $\pm$ 380*	1152 $\pm$ 159**	627 $\pm$ 322*	1.72 $\pm$ 0.2
Media $\pm$ DE, Hombres	2745 $\pm$ 415	1485 $\pm$ 258	985 $\pm$ 153	1.86 $\pm$ 0.0
Media $\pm$ DE, Totales	2416 $\pm$ 551	1342 $\pm$ 273	831 $\pm$ 294	1.80 $\pm$ 0.2
Diferencia por Sexo	768	333	358	0.14

GET = Gasto Energético Total, TMR = Tasa Metabólica en Reposo, GEAF = Gasto Energético por Actividad Física, NAF = Nivel de Actividad Física. Los valores se presentan como medias  $\pm$  DE. Diferencias significativas por sexo \*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ .



Cuando los valores del gasto energético total se ajustaron por la MCLG y la tasa metabólica en reposo, nuevamente el GET fue mayor en los hombres que en las mujeres ( $p < 0.01$ ). Los resultados se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3. Metabolismo energético en los adultos mayores**

	Mujeres n = 6	Hombres n = 8	Ambos n = 14
GET ajustado por MCLG	2296 ± 105	2506 ± 91*	2401
GET ajustado por la TMR	2239 ± 110	2548 ± 95*	2394
Nivel de Actividad Física	1.72	1.86	1.80

*GET = Gasto Energético Total, MCLG = Masa Corporal Libre de Grasa, TMR = Tasa Metabólica en Reposo. Los valores se presentan como media ± EE. \* Diferencias significativas entre hombres y mujeres  $p < 0.01$ .*

Finalmente, el promedio general del NAF fisiológico se comparó mediante una prueba t de una vía con el propuesto por el comité de expertos de FAO/OMS/UNU, 1985. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los dos valores (1.80 vs. 1.51;  $p < 0.001$ ).

### Discusión

Los resultados de los estudios publicados y llevados a cabo con adultos mayores, residentes en comunidades de países desarrollados, quienes llevaban vida normal y realizaban actividades discrecionales, muestran que el NAF es mayor de 1.51. Este valor es el recomendado por el comité de expertos de FAO/OMS/UNU desde 1985 (6). En la actualidad existen muy pocos datos sobre niveles de actividad física y gasto de energía en adultos mayores residentes de zonas rurales de países en vías de desarrollo, de hecho los datos presentados aquí son parte de un proyecto conjunto entre Cuba, Chile y México que pretenden establecer la exactitud del NAF y los requerimientos de energía para adultos mayores con patrones de actividad diferente al observado en lugares citadinos.

Como resultado de la escasez de datos, en algunas guías (30) de alimentación para el adulto mayor, las recomendaciones para cubrir los requerimientos de energía están basadas en los valores de la tasa metabólica basal predicha con las ecuaciones para edad y sexo y el NAF de 1.51, procedimiento propuesto por el Comité citado anteriormente. Los resultados de este estudio preliminar, muestran que el NAF de los adultos mayores, residentes de una región rural de Chile es mayor que el 1.51, recomendado para este grupo de edad. La diferencia del NAF medido y recomendado posiblemente se deba al patrón de actividad que los adultos realizaban en su comunidad como parte del estilo de vida y el cual difiere al reportado por el Comité de expertos de FAO/OMS/UNO, 1985 (6).

Con respecto al patrón de actividades, los hombres realizaron diversas actividades como: carpintería, cosecha de cebolla, jitomate y de maíz. Esta última implica cortar la caña de maíz, recogerla y almacenarla, además de retirar la mazorca de manera manual. También reportaron poda de árboles, herrería, cortar pasto con machete, desmalezar y cuidar animales, entre otras. El promedio de horas dedicadas a las actividades ocupacionales clasificadas como leves, moderadas e intensas fueron 3.8 horas/día. Las mujeres realizaron actividades dentro de su hogar, es importante mencionar que la mayoría de estas actividades se realizan de manera manual como el lavado de ropa, limpiar o encerar los pisos, preparar la comida, barrer los grandes patios de sus casas y hacer actividades ligeras en sus jardines, entre otras. El promedio en horas/día fue de 4.3. Es importante mencionar que los hombres dedicaron más tiempo a las actividades clasificadas como intensas (las cuales demandan un mayor gasto energético) comparado con el tiempo que las mujeres dedicaron a estas actividades (1.60 horas/día vs. 0.01 horas/día). De hecho el gasto energético por actividad física determinado fisiológicamente fue mayor en los hombres.

Por último, considerando la relación inversa del NAF con el porcentaje de grasa corporal reportado en otros estudios con adultos mayores, se realizó un análisis de correlación entre estas variables. En esta muestra no se encontró asociación alguna, posiblemente se deba al número tan pequeño de muestra. Se espera que esta asociación

se encuentre cuando se analicen los resultados de los adultos mayores de Cuba y Chile; considerando los resultados de los tres países se pretende analizar el impacto de la edad sobre el nivel de actividad física y si el NAF se debe proponer considerando el género y/o por grupos de edad de 60 a 74 y de 75 en adelante.

De esta primera parte se concluye que el gasto energético total fue menor en las mujeres debido a las diferencias en la masa corporal libre de grasa, la tasa metabólica en reposo y al gasto energético por actividad física y el nivel de actividad física. Con respecto al patrón de actividad física los hombres realizaron diversas actividades en el campo, las cuales implican un gasto energético elevado, que indudablemente quedó reflejado en el NAF de 1.86 y el cual es mayor al recomendado por el comité de expertos en 1985. Así que los requerimientos de energía calculados con el NAF de 1.51 están subestimados en adultos mayores residentes de esta zona rural en particular y quienes son físicamente activos.

### **Agradecimientos**

Expresamos nuestro mas sincero agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento otorgado. Asimismo, agradecemos a todos los adultos mayores y sus familiares, quienes participaron de manera incondicional en este estudio. Particularmente a la Asociación de Pensionados de Paine, al Director del Consultorio de la Municipalidad de Paine el Sr. Ramón Figueroa, la Subdirectora la Sra. Soledad Figueroa por la infraestructura prestada y a la enfermera María Esther Hernández por su participación como asistente. Agradecemos al personal que labora en el Laboratorio de Metabolismo Energético e Isótopos Estables del INTA, especialmente a Ingrid Rolón, Rocio Berlangas y Jimmy Hernández por su apoyo técnico.

### Referencias

1. Escobar MC, Litvak J, Lolas F, Restrejo H, Salinas I. Vejez y envejecimiento en América Latina y el Caribe. Aspectos demográficos y bioéticos. Santiago, Chile 1996.
2. Flynn MA, Nolph GB, Baker AS, et al. Total body potassium in aging humans: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 1989;50:713-717.
3. Goran MI, Poehlman ET. Total energy expenditure and energy requirements in healthy elderly persons. *Metabolism* 1992;41:744-753.
4. Alemán MH, Reza GT, Esparza J, Valencia ME. Requerimiento de energía en personas activas de la tercera edad, residentes de una región rural del noroeste de México. *Arch Latinoam Nutr* 1999;49:121-129.
5. Spurr GB, Dufour DL, Reina JC. Energy expenditure of urban Colombian women: a comparison of patterns and total daily expenditure by the heart rate and factorial methods. *Am J Clin Nutr* 1996;63:870-878.
6. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Experts Consultation. Technical Report Series 724 Geneva: World Health Organization, 1985.
7. National Research Council. Recommended dietary allowances, 10th ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989.
8. 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.
9. Black AE, Coward WA, Cole TJ, Prentice AM. Human energy expenditure in affluent societies: an analysis of 574 doubly-labelled water measurements. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:72-92.
10. Roberts SB. Energy requirements of older individuals. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:S112-S118.
11. Starling RD, Toth MJ, Matthews DE, Poehlman ET. Energy requirements and physical activity of older free-living African-Americans: a doubly labeled water study. *J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:1529-1534.

12. Starling RD, Toth MJ, Carpenter WH, Matthews DE, Poehlman ET. Energy requirements and physical activity in free-living older women and men: a doubly labeled water study. *J Appl Physiol* 1998;85:1063-1069.
13. Torón B. Patrones de actividad física en América Central. En: La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para la salud pública. Peña M, Bacallao J. Eds. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 2000.
14. Pfeffer E. A short portable mental status questionnaire for assessment of organic brain deficit in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1975;23:433-441.
15. Katz S, Downs TD, Cash HR, Grotz RC. Progress in development of the index of ADL. *Gerontologist* 1970;10:20-30.
16. Euronut SENECA investigators. Life-style: physical activities and activities of daily living. *Eur J Clin Nutr* 1991;45 Suppl 3:139-151.
17. 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.
18. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimated by bioelectrical impedance analysis, a four site cross validation study. *Am J Clin Nutr* 1988;47:7-14.
19. Lukasky HC, Johnson 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.
20. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* 1949;109:1-9.
21. 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.
22. James WPT, Schofield EC. Human energy requirements. Oxford:Oxford University Press, 1990.

23. Scrimgeour CM, Rollo MM, Mudambo MKT, Handley LL, Prosser SJ. A simplified method for deuterium/hydrogen isotope ratio measurements on water samples of biological origin. *Biol Mass Spectrom* 1993;22:383.
24. Prosser SJ, Brookes ST, Linton A, Preston T. Rapid, automated analysis of <sup>13</sup>C and <sup>18</sup>O of CO<sub>2</sub> in gas samples by continuous-flow, isotope ratio mass spectrometry. *Biol Mass Spectrom* 1991;20:724-30.
25. Shoeller DA, E. Van Santen. Measurement of energy expenditure in human by doubly labeled water. *J Appl Physiol* 1982;53:955-959.
26. Coward WA, 1988. The doubly-labelled water: principles and practice. *Proc Nutr Sc* 47:209-18
27. IDECG International Dietary Energy Consultancy Group, 1990: The doubly-labelled water method for measuring energy expenditure: technical recommendations for use in humans, ed. AM Prentice. Vienna: IDECG/IAEA.
28. Poehlman ET, Melby CL, Badylack SF. Relation of age and physical exercise status on metabolic rate in younger and older healthy men. *J Gerontol* 1991;53:821-825.
29. 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.
30. Castillo C, Uauy D, Atalah S. E. Guías de Alimentación para el Adulto Mayor. Bases para la acción. Ministerio de Salud, CENUT, INTA, Santiago, Chile 1999.

## INTEGRACION DE LOS RESULTADOS CON LAS METODOLOGIAS EMPLEADAS

La metodología del cuestionario de actividades se utilizó en un estudio preliminar realizado en México, en el cual se encontró un nivel de actividad física de 1.57 en ambos sexos. Posteriormente, al analizar los resultados del cuestionario aplicado a la muestra de los 146 sujetos el valor promedio del NAF fue de 1.53. El nivel de actividad física estimado en los adultos mayores del estudio preliminar y el estimado en los adultos mayores de los tres países no fue diferente estadísticamente del propuesto por el comité de expertos de la FAO/OMS/UNU en 1985. Por otra parte, en la muestra correspondiente a los adultos mayores (6 mujeres y 8 hombres) residentes de una región rural de Chile, el NAF medido de manera fisiológica con la técnica de agua doblemente marcada fue de 1.80. Cuando se comparó con el NAF propuesto se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos valores. También es importante señalar que el NAF de esta muestra fue mayor que el NAF (determinado por la técnica de agua doblemente marcada) reportado en adultos mayores de regiones urbanas de países desarrollados. Los resultados se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1. Nivel de actividad física (NAF) con la metodología del cuestionario y con la técnica de agua doblemente marcada**

	GET/TMR <sup>a</sup> = NAF
FAO/OMS/UNU, 1985	1.51*
Adultos mayores de una región de México	1.57*
Adultos mayores de regiones rurales de Cuba, Chile y México	1.53*
Adultos mayores de regiones urbanas de países desarrollados	1.69
Adultos mayores de una región rural de Chile	1.80*

<sup>a</sup>Proporción del gasto energético total a la tasa metabólica en reposo. \* Diferencias significativas  $p < 0.001$

## PERSPECTIVAS

Al considerar los patrones de actividad física observados en los adultos mayores que viven en zonas rurales de Cuba y México y quienes llevan vida irrestricta, se espera que el nivel de actividad física medido de manera fisiológica sea similar al encontrado en los adultos mayores de Chile.

Con los resultados del NAF<sup>7</sup> medido de manera fisiológica con la técnica de agua doblemente marcada en una muestra de 45 sujetos mayores de 60 años, se espera realizar ajustes a la metodología del cuestionario, de tal manera que el cuestionario sea una metodología práctica y económica y además se pueda aplicar en estudios de nutrición a nivel epidemiológico.

Debido a las diferencias en los patrones de actividad física que realizan las personas en zonas urbanas y rurales, sería conveniente que se midiera el NAF y los requerimientos de energía en una muestra de adultos mayores residentes de zonas urbanas.

Después de medir el gasto o los requerimientos de energía de manera exacta en los adultos mayores con vida irrestricta en zonas urbanas y rurales, sería conveniente editar guías de alimentación para el adulto mayor con el objetivo de mejorar su alimentación, nutrición y salud.

Finalmente, que el nivel de actividad física y los requerimientos de energía se consideren dentro de las políticas orientadas a mejorar la alimentación y nutrición, así como la condición física con el objetivo de evitar el sobrepeso y la obesidad con todos sus efectos indeseables.



## APENDICE A

### FORMATO DE CONSENTIMIENTO

*Proyecto: Nivel de actividad física, requerimiento de energía y composición corporal en personas activas de la tercera edad, de una región rural de Cuba, Chile y México.*

Se está llevando a cabo un estudio para determinar el requerimiento de energía en personas mayores de 60 años, residentes de regiones rurales de Cuba, Chile y México. Agradecemos su importante participación en este estudio, los resultados nos darán pauta a darle algunas recomendaciones generales sobre su dieta, nutrición y salud.

En este estudio mediremos el azúcar y hemoglobina en su sangre, su presión arterial, su estatura de pie y recostado, su peso y su grasa corporal, así como las calorías que usted gasta en descanso (tasa metabólica reposo). También se realizará un examen parcial de orina y se le aplicará un cuestionario para estimar la energía que usted gasta en sus actividades físicas. Por último, en una muestra más pequeña, mediremos las calorías que las personas gastan en vida libre durante un período de 14 días.

Para tal fin, se requiere que Usted acepte asistir al lugar señalado, en donde se realizarán todos los exámenes mencionados anteriormente y sin ningún costo para usted, al contrario se le brindará una cortesía de \$ 50 pesos.

Para la medición de la tasa metabólica en reposo, se requiere que Usted participante permanezca recostado durante 30 minutos, coloque su cabeza debajo de una campana de plástico transparente y ventilada con aire. Durante todo el tiempo usted permanecerá recostado, tranquilo, relajado; podrá escuchar, ver y respirar cómodamente. Para la medición de la grasa corporal y la masa corporal libre de grasa, se requiere de dos aparatos especiales, uno mide el efecto de una pequeña corriente eléctrica que pasará por sus manos y pies. Esta corriente es tan pequeña que Usted no la percibirá y por lo tanto, no sentirá ni dolor y ni ardor. En algunos voluntarios se medirá en una cámara cerrada que mide la densidad corporal. También se les tomarán los pliegues cutáneos y se le dará a beber una agua marcada que también permite evaluar la composición corporal.

Para la medición del azúcar y la hemoglobina, le haremos una pequeña punción en uno de sus dedos para extraerle una pequeña gota de sangre y para el examen parcial de orina se le solicitará sólo parte de la primera orina de la mañana. Finalmente, a una pequeña muestra de personas se le dará una dosis de agua doblemente marcada, la cual es inofensiva para su salud y se requiere de que usted recolecte algunos días la segunda orina del día. Como voluntario participante declaro que he recibido una explicación completa del estudio y comprendo que no incurro en ningún riesgo o daño para mi salud actual y futura.

---

**Nombre Completo y Firma**

---

**Fecha**

Este proyecto fue aprobado por el Comité Interno y Externo de Ética del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. y el Comité de cada institución participante.

APENDICE B

**CUESTIONARIO DE PFEIFFER**

*Proyecto: Nivel de actividad física, requerimiento de energía y composición corporal en personas activas de la tercera edad, de una región rural de Cuba, Chile y México.*

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Expediente:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ **Sexo:** M( ) F( ). **Edad:** \_\_\_\_\_  
                     Día           Mes           Años

**Comunidad:** \_\_\_\_\_ **País:** \_\_\_\_\_

*Señale con una X lo que conteste*

1. Cuántos años tiene usted? \_\_\_\_\_
  2. En qué año nació? \_\_\_\_\_
  3. En qué año estamos? \_\_\_\_\_
  4. En qué mes estamos? \_\_\_\_\_
  5. Qué comió ayer? \_\_\_\_\_
  6. En qué lugar estamos? \_\_\_\_\_
  - 7.Cuál es su dirección? \_\_\_\_\_
  8. Qué día de la semana es hoy? \_\_\_\_\_
  9. Quién es el presidente? \_\_\_\_\_
  10. Cuento del 20 al 1 en forma regresiva? \_\_\_\_\_
- Calificación total (suma de las X):** \_\_\_\_\_

**Escala**

**0 a 3 Muy confuso**

**4 a 7 Moderadamente confuso**

**7 a 8 Levemente confuso**

**> 9 Normal**

**Diagnóstico:** \_\_\_\_\_ **Realizó:** \_\_\_\_\_



APENDICE D

**Escala de actividades de la vida diaria SENECA**

*Proyecto: Nivel de actividad física, requerimiento de energía y composición corporal en personas activas de la tercera edad, de una región rural de Cuba, Chile y México.*

Nombre: \_\_\_\_\_ Expediente: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Sexo: M( ) F( ). Edad: \_\_\_\_\_  
                     Día                      Mes                      Años

Comunidad: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_

1. Camina libremente	( )
a) Puede hacerlo sin dificultad	
b) Puede hacerlo con dificultad; pero sin ayuda	
c) Puede hacerlo sólo con ayuda	
d) Incapaz para realizarlo	
2. Camina solo entre las habitaciones o cuartos	( )
3. Usa escaleras	( )
4. Camina al menos 400 metros	( )
5. Carga objetos pesados (bolsa del mandado de aprox. 5 kg por 100 metros)	( )
6. Usa el baño	( )
7. Se baña Usted mismo	( )
8. Se viste y se desviste	( )
9. Se acuesta y se levanta de la cama	( )
10. Se corta las uñas	( )
11. Usa el teléfono	( )
12. Toma sus propios medicamentos	( )
13. Maneja finanzas o su dinero	( )
14. Se alimenta por Usted mismo	( )
15. Hace labores domésticas ligeras como: lavar trastes o barrer el piso?	( )
16. Hace labores domésticas pesadas como: lavar ventanas y pisos. Limpieza general del hogar	( )

Realizó: \_\_\_\_\_

Nota: Todos los sujetos tienen que contestar la respuesta: a) Puedo hacerlo sin dificultad en las 16 preguntas para diagnosticarlo con buena funcionalidad o independencia física e ingresarlo al estudio.

APENDICE E

**Cuestionario de Actividad Física: Nivel de Actividad Física**

Nombre: _____	Sexo _____
País _____	

1. Ha permanecido Usted en cama, silla de ruedas o similares por más de un mes, durante el año pasado, como resultado de alguna lesión, accidente o enfermedad? Si afirmativo:

En qué fecha sucedió?      /      /           Cuántos meses duró este confinamiento?

Día      Mes      Año

2. Indique todas las actividades realizadas más de diez veces en los pasados doce meses:  
 Desde      /      /      hasta      /      /      Determine el tiempo promedio empleado para esa actividad.  
             Día Mes Año      Día Mes Año

Actividad	(f)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Núm. de Meses/año	Promedio Veces/mes	Promedio de Horas* Cada vez
		N	E	A	B	A	U	U	G	E	C	O	I			
TV																
Cine																
Iglesia																
Jardinería																
Caminar																
Andar en Bicicleta																
Montar a Caballo																
Compras de Alimentos																
Compras/Otras																
Reuniones Comunitarias																
Asistencia a Pláticas																
Pasear fin de Semana																
Bailar																
Barraja/Dominó																
Tocar guitarra																

(\* El número de horas debe redondearse a medias horas.



## APENDICE F

Parámetros bioquímicos y presión arterial de las mujeres mayores de 60 años, residentes de las Terrazas, Cuba.

Clave	Edad	Hemoglobina	Glucosa Ayuno	Glucosa 2 horas	Estado Glucémico	Presión Arterial	Diagnóstico
AG	68	10.7	103	117	Normal	110/70	Normotenso
AER	78	12.9	94	142	Intolerancia	150/70	Hipertenso controlado
AMC	67	12.1	103	118	Normal	120/80	Normotenso
ADL	73	15.1	95	152	Intolerancia	140/80	Normotenso
CGG	66	14.3	96	96	Normal	130/80	Hipertenso controlado
ENN	72	10.5	107	107	Normal	110/80	Normotenso
EHC	60	11.7	81	109	Normal	150/90	Hipertenso controlado
EF	72	10.6	94	173	Intolerancia	140/80	Hipertenso controlado
FFL	72	13.5	122	182	Intolerancia	130/80	Hipertenso controlado
FHR	69	14.6	106	184	Intolerancia	110/70	Normotenso
HNH	61	15.1	121	137	Normal	130/80	Normotenso
IO	68	13.6	101	194	Intolerancia	120/70	Normotenso
IDM	78	11.3	85	119	Normal	140/90	Hipertenso controlado
IOH	63	12.9	84	146	Intolerancia	130/80	Normotenso
JLB	67	14.2	96	124	Normal	130/80	Hipertenso controlado
LH	62	11.6	92	136	Normal	130/80	Normotenso
MLG	62	11.8	83	134	Normal	90/50	Normotenso
MLV	66	14.2	115	89	Normal	120/85	Normotenso
MMM	73	12	100	145	Intolerancia	110/60	Hipertenso controlado
MGL	81	13.4	97	103	Normal	100/60	Normotenso
RAL	60	13.8	111	145	Intolerancia	90/60	Normotenso
RSM	61	12.3	81	146	Intolerancia	110/80	Normotenso

APENDICE F (Continuación)

Parámetros bioquímicos y presión arterial de los hombres mayores de 60 años, residentes de las Terrazas, Cuba.

Clave	Edad	Hemoglobina	Glu Ayuno	Glu 2 horas	Estado Glicémico	Presión Arterial	Diagnóstico
AC	71	13.6	98	101	Normal	130/80	Normotenso
AMG	64	14.5	89	136	Normal	130/80	Normotenso
APM	71	13.4	90	103	Normal	110/80	Normotenso
BPC	61	14.9	108	124	Normal	120/80	Normotenso
CCA	68	15.1	108	144	Intolerancia	130/80	Normotenso
DH	68	14.1	119	101	Normal	130/80	Normotenso
EM	64	15.0	92	104	Normal	120/70	Normotenso
EF	68	11.8	75	107	Normal	120/80	Normotenso
ESG	61	14.3	90	183	Intolerancia	120/80	Hipertenso controlado
FNN	63	12.4	79	79	Normal	120/80	Normotenso
FRP	69	14.4	146	94	Normal	110/70	Normotenso
HRH	60	14.1	93	96	Normal	130/80	Normotenso
IMC	63	14.1	126	120	Normal	130/80	Normotenso
JGM	63	11.6	86	141	Intolerancia	140/80	Normotenso
JRI	63	13.8	87	95	Normal	120/80	Normotenso
JMM	69	12.9	110	180	Intolerancia	120/80	Normotenso
JMD	74	13.9	112	133	Normal	140/80	Normotenso
JPR	66	14.2	90	90	Normal	120/80	Normotenso
JHM	63	13.7	88	88	Normal	100/60	Normotenso
LRP	74	14.3	96	127	Normal	110/70	Normotenso
MBM	78	13.6	104	184	Intolerancia	120/70	Normotenso
OBV	72	15.5	104	150	Intolerancia	120/80	Normotenso
PHR	63	14.1	106	138	Normal	150/80	Normotenso
PN	75	12.7	81	144	Intolerancia	140/80	Normotenso
QPA	65	13.7	117	162	Intolerancia	100/60	Normotenso
RAMM	66	14	122	156	Intolerancia	170/100	Hipertenso controlado



APENDICE F (Continuación)

Parámetros bioquímicos y presión arterial de las mujeres mayores de 60 años, residentes de Paine, Chile.

Clave	Edad	Hemoglobina	Glucosa Ayuno	Glucosa 2 horas	Estado Glicémico	Presión Arterial	Diagnóstico
AMM	68	13.5	97	196	Intolerancia	140/90	Normotenso
AP	75	12.8	104	110	Normal	140/90	Normotenso
AT	63	12.2	78	106	Normal	140/80	Normotenso
BR	63	11.9	116	148	Intolerancia	130/80	Normotenso
CA	61	9.2	107	94	Normal	160/105	Hipertenso controlado
CEA	63	11.8	96	126	Normal	150/90	Normotenso
DH	61	12.8	100	90	Normal	120/80	Normotenso
ERT	66	12.2	76	151	Intolerancia	130/80	Normotenso
EF	74	13	119	156	Intolerancia	150/80	Normotenso
EC	65	12.2	84	120	Normal	160/100	Hipertension Arterial
FMM	69	13	85	137	Normal	110/70	Normotenso
FL	82	13.4	118	118	Normal	130/80	Normotenso
LA	61	11.7	86	80	Normal	140/80	Normotenso
LM	60	13.5	84	138	Normal	130/80	Normatenso
MAZ	69	12.9	101	134	Normal	160/85	Normotenso
MBB	72	12	121	131	Normal	170/100	Hipertension Arterial
MCT	60	12	128	113	Normal	110/70	Normotenso
MCP	64	12.3	77	130	Normal	160/90	Normotenso
MPP	65	11.6	97	143	Intolerancia	140/80	Normotenso
PR	67	13.2	111	161	Intolerancia	170/90	Normotenso
SC	65	11.3	85	106	Normal	130/80	Normotenso

APENDICE F (Continuación)

Parámetros bioquímicos y presión arterial de los hombres mayores de 60 años, residentes de Paine, Chile.

Clave	Edad	Hemoglobina	Glucosa Ayuno	Glucosa 2 horas	Estado Glicémico	Presión Arterial	Diagnóstico
AF	73	14.6	73	119	Normal	150/90	Hipertenso controlado
ARR	68	16.1	104	144	Intolerancia	120/80	Normotenso
CEL	81	14.2	81	90	Normal	170/90	Normotenso
CF	69	14.7	86	113	Normal	140/90	Normotenso
DL	77	13.6	113	171	Intolerancia	200/90	Normotenso
DM	83	7.1	89	95	Normal	140/80	Normotenso
EB	72	14.2	86	116	Normal	120/80	Normotenso
FV	68	13.4	120	113	Normal	130/90	Normotenso
GAZ	65	11.4	103	131	Normal	160/90	Normotenso
HVL	70	11.4	104	141	Intolerancia	180/100	Hipertension Arterial
HGS	64	13.5	87	107	Normal	120/80	Normotenso
JA	74	11.2	96	165	Intolerancia	140/90	Normotenso
JE	66	16.7	76	104	Normal	160/80	Normotenso
JAN	60	14.8	86	121	Normal	150/90	Normotenso
JVM	65	15.2	128	128	Normal	150/80	Normotenso
JEM	94	13.9	86	70	Normal	130/80	Normotenso
JG	86	8.5	92	177	Intolerancia	210/100	Hipertension Arterial
LACH	60	13.4	92	120	Normal	130/90	Normotenso
LAR	68	14.3	88	118	Normal	110/70	Normotenso
LHM	68	12.4	84	180	Intolerancia	180/80	Normotenso
MV	68	16.3	94	134	Normal	160/90	Normotenso
OC	81	13.5	125	173	Intolerancia	150/95	Hipertenso controlado
OA	82	13.7	89	94	Normal	140/90	Normotenso
VT	66	13.5	92	135	Normal	160/85	Normotenso
ZA	73	12	89	106	Normal	150/95	Hipertension Arterial

## APENDICE F (Continuación)

Parámetros bioquímicos y presión arterial de las mujeres mayores de 60 años, residentes del Ejido la Victoria, México.

Clave	Edad	Hemoglobina	Glucosa Ayuno	Glucosa 2 horas	Estado Glicémico	Presión Arterial	Diagnóstico
AOO	66	11.6	89	123	Intolerancia	121/79	Normotenso
DRC	73	13.5	80	92	Normal	112/60	Normotenso
DMM	80	13.7	73	156	Intolerancia	110/70	Normotenso
DN	57	14.4	98	131	Intolerancia	138/60	Normotenso
ERT	65	10.3	72	71	Normal	110/70	Hipertenso controlado
EVL	72	13.0	90	124	Intolerancia	122/61	Hipertenso controlado
EFC	65	14.4	93	168	Intolerancia	152/79	Normotenso
FTL	70	13.7	69	121	Intolerancia	155/80	Normotenso
GAM	84	11.2	81	113	Normal	192/62	Normotenso
JCA	77	12.0	73	96	Normal	139/78	Normotenso
LTM	63	12.1	89	113	Normal	138/70	Normotenso
LCC	62	13.3	87	85	Normal	121/54	Normotenso
MAM	61	12.1	80	98	Normal	125/70	Hipertenso controlado
MCM	60	13.3	96	120	Normal	152/79	Normotenso
MDM	64	13.2	81	111	Normal	128/86	Normotenso
MGE	85	12.3	77	107	Normal	110/70	Hipertenso controlado
MLC	79	12.8	89	119	Normal	140/72	Normotenso
MLN	64	12.8	89	119	Normal	110/60	Normotenso
MGQ	76	11.7	96	118	Normal	156/64	Hipertenso controlado
OMT	62	13.3	76	138	Intolerancia	139/70	Normotenso
RRT	74	12.3	92	152	Intolerancia	135/65	Normotenso
RL	69	13.8	89	177	Intolerancia	142/69	Normotenso
SMM	64	12.8	78	83	Normal	179/85	Normotenso
SDT	70	13.3	101	126	Intolerancia	139/76	Normotenso
TAS	62	12.8	90	99	Normal	110/60	Normotenso

## APENDICE F (Continuación)

## Parámetros bioquímicos y presión arterial de los hombres mayores de 60 años, residentes de la Victoria, México.

Clave	Edad	Hemoglobina	Glu Ayuno	Glu 2 horas	Estado Glucémico	Presión Arterial	Diagnóstico
ARV	73	14.8	72	134	Intolerancia	144/73	Normotenso
ALA	75	10.1	84	108	Normal	136/68	Normotenso
AGP	75	13.8	81	76	Normal	119/72	Normotenso
BRC	61	13.5	92	109	Normal	168/89	Hipertenso controlado
FMM	81	16.9	78	112	Normal	151/79	Normotenso
FVV	83	13.3	88	152	Intolerancia	140/75	Normotenso
FVD	63	14.5	75	148	Intolerancia	129/81	Normotenso
FVA	66	15.3	72	91	Normal	116/70	Normotenso
JCA	64	14.9	84	103	Normal	125/65	Normotenso
JMM	60	16.6	64	92	Normal	159/95	Hipertenso controlado
JBM	72	14.1	92	120	Normal	111/80	Normotenso
JBM	65	14.4	67	58	Normal	145/81	Normotenso
JEM	62	14.9	98	91	Normal	142/86	Normotenso
JPI	75	13.8	78	70	Normal	126/60	Normotenso
JVM	64	14.6	78	97	Normal	137/87	Normotenso
JBN	72	14.0	87	120	Normal	140/86	Normotenso
IBM	68	14.3	84	70	Normal	119/74	Normotenso
MDQ	71	14.7	80	85	Normal	161/85	Normotenso
MMM	71	13.1	85	123	Intolerancia	122/73	Hipertenso controlado
MVE	70	13.3	83	78	Normal	97/63	Normotenso
MVN	77	15.6	95	125	Intolerancia	138/83	Normotenso
PMG	68	15.2	74	94	Normal	127/73	Normotenso
PRT	62	13.7	77	110	Normal	147/82	Normotenso
RBV	67	14.0	61	57	Normal	144/86	Normotenso
RMM	71	15.5	84	138	Intolerancia	167/83	Hipertenso controlado
UCR	66	14.4	84	103	Normal	120/60	Normotenso
VFV	64	13.6	78	104	Normal	146/81	Hipertenso controlado

## APENDICE F (Continuación)

Antropometría, clasificación de sobrepeso y obesidad en las mujeres mayores de 60 años, residentes de las Terrazas, Cuba.

Clave	Edad	Peso	Talla P	Talla R	C Cin	C Cad	RCC	PT	PB	PSub	PSup	S4PA	IMC	Clasificación
AG	68	40	1.5	1.52	71	83	0.86	8.7	2.5	6.7	4.5	22.4	17.8	Bajo-Peso
AER	78	75.4	1.49	1.54	113	114	0.99	30.3	21.0	23.5	34.3	109.0	34.0	Obesidad-Clase I
AMC	67	55.9	1.42	1.44	87	96	0.91	26.3	20.8	34.7	34.2	115.9	27.7	Pre-Obesidad
ADL	73	42.7	1.56	1.58	52.5	83	0.63	7.4	2.5	7.1	4.4	21.4	17.5	Bajo-Peso
CGG	66	69.5	1.57	1.57	96	106.5	0.90	21.5	14.3	29.9	28.1	93.8	28.2	Pre-Obesidad
ENN	72	43.5	1.5	1.52	70	82	0.85	9.3	3.6	13.4	6.8	33.1	19.3	Normal
EHC	60	63.7	1.61	1.63	83	95	0.87	28.1	12.4	22.8	23.5	86.9	24.6	Normal
EF	72	45.5	1.51	1.53	76	86	0.88	9.1	3.5	9.3	12.5	34.4	20.0	Normal
FFL	72	57.7	1.52	1.53	83	97	0.86	13.2	5.4	13.6	16.6	48.8	25.0	Sobrepeso
FHR	69	50.6	1.5	1.52	70	60	1.17	15.5	6.6	20.4	23.3	65.7	22.5	Normal
HNH	61	54	1.43	1.44	87	91	0.96	28.4	11.5	29.4	20.1	89.4	26.4	Pre-Obesidad
IO	68	63.8	1.55	1.57	89.5	102	0.88	21.2	14.1	26.9	24.1	86.3	26.6	Pre-Obesidad
IDM	78	39.1	1.33	1.36	83	84	0.99	12.2	5.5	5.2	5.3	28.2	22.1	Normal
IOH	63	41.8	1.41	1.43	73.5	83	0.89	17.4	9.4	11.6	8.7	47.1	21.0	Normal
JLB	67	68.4	1.57	1.6	84	103	0.82	24.1	7.1	19.5	13.7	64.4	27.7	Pre-Obesidad
LH	62	62.1	1.46	1.48	101	106	0.95	20.9	10.7	21.1	20.9	73.7	29.1	Pre-Obesidad
MLG	62	46.4	1.52	1.53	76	87	0.87	10.6	5.5	14.5	10.0	40.6	20.1	Normal
MLV	66	62.8	1.51	1.51	96	97	0.99	24.5	19.7	22.6	28.0	94.9	27.5	Pre-Obesidad
MNM	73	53	1.5	1.55	84	92.5	0.91	15.2	8.1	15.7	9.3	48.3	23.6	Normal
MGL	81	37.9	1.5	1.51	73	79	0.92	6.7	4.2	8.3	7.1	26.4	16.8	Bajo-Peso
RAL	60	41	1.57	1.57	62	82	0.76	8.0	2.7	2.7	3.7	17.2	16.6	Bajo-Peso
RSM	61	58.8	1.53	1.55	86	100	0.86	15.9	9.3	16.9	9.6	51.7	25.1	Pre-Obesidad

## APENDICE F (Continuación)

Antropometría, clasificación de sobrepeso y obesidad en los hombres mayores de 60 años, residentes de las Terrazas, Cuba.

Clave	Edad	Peso	Talla P	Talla R	C Cin	C Cad	RCC	PT	PB	PSub	PSup	S4PA	IMC	Clasificación
AC	71	54	1.62	1.62	74	84	0.88	5.5	2.9	8.2	4.7	21.3	20.6	Normal
AMG	64	71.5	1.63	1.64	92	94.5	0.97	11.9	4.6	19.0	7.0	42.5	26.9	Pre-Obesidad
APM	71	51.9	1.69	1.7	70	84	0.83	4.9	2.1	6.0	3.0	16.0	18.2	Bajo-Peso
BPC	61	66.9	1.69	1.71	88	91	0.97	7.2	3.6	16.5	9.8	37.1	23.4	Normal
CCA	68	85.6	1.71	1.72	97.5	102	0.96	12.7	6.7	20.5	8.3	48.1	29.3	Normal
DH	68	54	1.59	1.59	82.5	68	1.21	5.9	3.0	8.7	6.1	23.6	21.4	Normal
EM	64	62.9	1.66	1.68	78.5	90	0.87	10.1	3.6	13.3	8.2	35.1	22.8	Normal
EF	68	68.3	1.64	1.65	89	60	1.48	8.4	5.4	13.0	7.1	33.9	25.4	Pre-Obesidad
ESG	61	67.2	1.65	1.66	84.5	92	0.92	10.1	5.7	17.5	11.7	45.1	24.7	Normal
FNN	63	52.5	1.76	1.77	75.5	85	0.89	3.2	2.0	6.5	4.0	15.7	16.9	Bajo-Peso
FRP	69	52.9	1.59	1.61	76	83	0.92	5.3	2.9	8.2	5.1	21.5	20.9	Normal
HRH	60	66.5	1.65	1.66	79.5	90	0.88	6.5	3.6	10.8	4.9	25.9	24.4	Normal
IMC	63	77	1.6	1.6	96.5	92	1.05	17.6	11.5	31.5	16.5	77.1	30.1	Obesidad-Clase
JGM	63	58.4	1.65	1.65	78.5	91	0.86	5.7	2.8	15.9	8.5	32.8	21.5	Normal
JRI	63	51.2	1.49	1.5	78	84.5	0.92	6.3	3.1	6.5	7.0	22.8	23.1	Normal
JMM	69	49.5	1.69	1.7	72	80	0.90	3.4	1.9	5.7	3.9	14.8	17.3	Bajo-Peso
JMD	74	62.5	1.69	1.7	83.5	94	0.89	8.3	2.4	10.2	8.7	29.5	21.9	Normal
JPR	66	55.6	1.62	1.62	84	87	0.97	7.0	3.3	10.3	6.1	26.7	21.2	Normal
JHM	63	51.4	1.58	1.58	73	85	0.86	5.1	3.1	8.8	5.3	22.2	20.6	Normal
LRP	74	45.6	1.57	1.58	74	81	0.91	10.4	2.9	9.3	4.1	26.7	18.5	Bajo-Peso
MBM	78	56.5	1.61	1.62	61	78.5	0.78	8.8	3.1	9.1	6.3	27.3	21.8	Normal
OBV	72	68.4	1.55	1.56	89	93.5	0.95	10.1	6.3	16.9	10.1	43.5	28.5	Pre-Obesidad
PHR	63	96.7	1.69	1.7	109	111	0.98	14.3	10.9	22.9	14.6	62.7	33.9	Obesidad-Clase
PN	75	59.5	1.66	1.66	82.5	88	0.94	6.1	2.9	9.7	5.1	23.7	21.6	Normal
OPA	65	43.6	1.54	1.55	65	77	0.84	4.3	2.3	6.0	3.8	16.5	18.4	Bajo-Peso
RMM	66	74.6	1.72	1.74	89	91.5	0.97	8.5	4.1	15.1	12.5	40.3	25.2	Pre-Obesidad

## APENDICE F (Continuación)

Antropometría, clasificación de sobrepeso y obesidad en las mujeres mayores de 60 años, residentes de Paine, Chile.

Clave	Edad	Peso	Talla P	Talla R	C Cin	C Cad	RCC	PT	PB	PSub	PSup	S4PA	IMC	Clasificación
AMM	68	57.5	1.47	1.51	81	93	0.87	16.5	8.4	27.4	28.1	80.4	26.6	Pre-Obesidad
AP	75	56.3	1.5	1.54	97	96	1.01	14.1	5.1	12.5	18.8	50.4	25.0	Sobrepeso
AT	63	68.1	1.63	1.67	83	101	0.82	20.9	9.3	16.7	31.4	78.3	25.6	Pre-Obesidad
BR	63	65	1.55	1.59	58	97	0.60	15.1	6.5	17.4	23.3	62.4	27.1	Pre-Obesidad
CA	61	75.3	1.56	1.6	83.5	102.5	0.81	26.4	14.3	25.9	29.7	96.3	30.9	Obesidad-Clase I
CEA	63	64.9	1.49	1.52	94.5	105	0.90	22.0	8.4	29.5	34.3	94.3	29.2	Pre-Obesidad
DH	61	81.1	1.51	1.53	93.5	115.5	0.81	23.1	8.6	23.7	31.3	86.7	35.6	Obesidad-Clase I
ERT	66	60.5	1.49	1.52	79	96.5	0.82	18.6	10.2	24.3	28.5	81.5	27.3	Pre-Obesidad
EF	74	64.9	1.48	1.52	90	103	0.87	20.7	5.8	20.5	19.6	66.7	29.6	Pre-Obesidad
EC	65	60.3	1.44	1.47	84.5	103	0.82	24.3	14.1	20.5	28.9	87.9	29.1	Pre-Obesidad
FMM	69	54.3	1.48	1.51	78.5	92.5	0.85	17.1	9.3	18.6	18.5	63.4	24.8	Normal
FL	82	43.9	1.48	1.52	77.5	94.5	0.82	10.5	3.5	4.4	15.0	33.5	20.0	Normal
LA	61	62.4	1.44	1.47	90.5	95	0.95	23.3	9.5	21.6	28.6	83.0	30.1	Obesidad-Clase I
LMD	60	59	1.54	1.56	81	93	0.87	14.3	5.1	13.9	17.9	51.2	24.9	Normal
MAZ	69	60.5	1.51	1.53	74.5	99	0.75	17.9	5.9	16.9	20.2	60.9	26.5	Pre-Obesidad
MBB	72	63.5	1.52	1.55	70	97	0.72	19.4	7.8	18.1	24.1	69.4	27.5	Pre-Obesidad
MCT	60	63.2	1.55	1.58	77.5	99	0.78	19.0	12.7	13.7	31.3	76.7	26.3	Pre-Obesidad
MCP	64	61.6	1.51	1.56	85.5	93	0.92	19.7	8.3	19.3	24.5	71.8	27.0	Pre-Obesidad
MPP	65	56.6	1.44	1.47	78	95	0.82	17.0	6.5	23.0	27.2	73.7	27.3	Pre-Obesidad
PR	67	63.4	1.45	1.48	87.5	93	0.94	23.6	9.5	27.5	24.5	85.1	30.2	Obesidad-Clase I
SC	65	73.4	1.52	1.56	109	106	1.03	27.3	11.6	31.8	32.7	103.4	31.8	Obesidad-Clase I

## APENDICE F (Continuación)

Antropometría, clasificación de sobrepeso y obesidad en los hombres mayores de 60 años, residentes de Paine, Chile.

Clave	Edad	Peso	Talla P	Talla R	C Cin	C Cad	RCC	PT	PB	PSub	PSup	SAPA	IMC	Clasificación
AF	73	67.4	1.66	1.69	87	92	0.95	11.0	3.4	23.7	8.9	47.0	24.5	Normal
ARR	68	84.8	1.64	1.66	106	101	1.05	10.2	6.7	23.0	13.7	53.6	31.5	Obesidad-Clase I
CEL	81	79	1.67	1.72	94.5	102	0.93	11.5	5.5	20.1	15.8	53.0	28.3	Pre-Obesidad
CF	69	69.1	1.66	1.68	81	93.5	0.87	9.0	2.8	13.9	20.1	45.8	25.1	Pre-Obesidad
DL	77	86.4	1.66	1.7	102.5	105	0.98	11.9	5.6	23.5	26.1	67.0	31.4	Obesidad-Clase I
DM	83	66	1.59	1.62	90	96	0.94	9.3	5.3	17.5	10.9	42.9	26.1	Obesidad-Clase I
EB	72	43	1.55	1.57	65.5	81	0.81	5.2	2.3	5.5	3.1	16.1	17.9	Bajo-Peso
FV	68	88.4	1.7	1.75	97	106	0.92	12.5	6.5	23.5	27.3	69.8	30.6	Obesidad-Clase I
GAZ	65	53.4	1.53	1.56	78.5	89.5	0.88	7.3	2.4	7.8	6.6	24.1	22.8	Normal
HVL	70	72.5	1.56	1.57	96	102	0.94	16.8	5.4	23.9	16.1	62.2	29.8	Pre-Obesidad
HGS	64	64.1	1.61	1.63	82	93	0.88	14.1	5.7	12.4	21.7	53.9	24.7	Normal
JA	74	80	1.65	1.68	96	98	0.98	9.3	4.3	16.9	23.2	53.7	29.4	Pre-Obesidad
JE	66	72.7	1.59	1.62	89.5	96	0.93	13.9	5.1	21.8	15.9	56.7	28.8	Pre-Obesidad
JAN	60	68.7	1.69	1.71	82	92	0.89	9.9	4.6	9.7	14.3	38.5	24.1	Normal
JVM	65	105.3	1.73	1.76	106.5	108.5	0.98	13.3	6.7	21.9	15.7	57.5	35.2	Obesidad-Clase I
JEM	94	65	1.59	1.65	96.5	96.5	1.00	11.7	5.5	31.3	18.7	67.1	25.7	Pre-Obesidad
JG	86	59.1	1.6	1.63	81.5	89	0.92	5.3	3.2	7.2	4.2	20.0	23.1	Normal
LACH	60	81.4	1.64	1.67	94.5	101	0.94	8.5	5.4	15.2	9.8	38.9	30.3	Obesidad-Clase I
LAR	68	55.9	1.64	1.67	73.5	88	0.84	8.0	3.0	8.2	5.0	24.2	20.8	Normal
LHM	68	68.6	1.63	1.66	85	95	0.89	9.1	4.5	17.3	18.9	49.7	25.8	Pre-Obesidad
MV	68	52	1.57	1.61	76	86	0.88	6.9	3.3	13.7	11.1	35.1	21.1	Normal
OC	81	70.1	1.61	1.63	91	102	0.89	13.2	9.8	22.9	30.1	76.1	27.0	Pre-Obesidad
OA	82	84.3	1.64	1.68	101.5	107	0.95	10.0	3.3	19.9	9.1	42.3	31.3	Obesidad-Clase I
VT	66	74.6	1.66	1.68	89	100	0.89	14.3	7.3	24.7	14.2	60.4	27.1	Pre-Obesidad
ZA	73	76	1.58	1.63	99	98.5	1.01	8.7	2.6	14.9	7.5	33.7	30.4	Obesidad-Clase I



APENDICE F (Continuación)  
 Antropometría, clasificación de sobrepeso y obesidad en las mujeres mayores de 60 años, residentes de la Victoria, México.

Clave	Edad	Peso	Talla P	Talla R	C Cín	C Cad	RCC	PI	PB	PSub	PSup	SAPA	IMC	Clasificación
AOO	66	57.15	1.44	1.47	94	104.5	0.90	15.3	13.7	15.5	16.3	60.8	27.6	Pre-Obesidad
DRC	73	63.95	1.56	1.58	100.5	102.5	0.98	18.2	10.3	16.6	22.2	60.3	26.3	Pre-Obesidad
DMM	80	77.35	1.6	1.61	102	108	0.94	14.4	8.3	10.0	17.8	83.5	30.2	Obesidad-Clase I
DN	67	74.2	1.6	1.62	86	101.6	0.85	18.9	10.6	22.7	25.9	83.1	29.0	Pre-Obesidad
ERT	65	57.4	1.57	1.59	83	95	0.87	14.1	10.2	8.2	20.7	50.5	23.3	Normal
EVL	72	70.8	1.55	1.57	99	101	0.98	16.5	9.1	16.2	18.4	76.1	29.5	Pre-Obesidad
EFC	65	68.55	1.58	1.59	101	98	1.03	20.4	13.1	21.8	21.6	88.1	27.5	Pre-Obesidad
FTL	70	66.85	1.46	1.49	109	109	1.00	28.5	22.0	22.3	22.9	76.9	31.4	Obesidad-Clase I
GAM	84	47.05	1.5	1.52	75	82	0.91	22.9	15.6	15.4	22.3	38.3	20.9	Normal
JCA	77	52.45	1.47	1.5	86.5	89.5	0.97	15.7	12.1	14.4	19.9	48.9	24.3	Normal
LTM	63	72.2	1.64	1.67	99	101	0.98	15.7	6.7	10.2	15.6	76.0	26.8	Pre-Obesidad
LCC	62	68.35	1.54	1.56	100	105	0.95	25.0	10.1	25.7	27.4	86.5	28.8	Pre-Obesidad
MAM	61	87.2	1.66	1.69	101.5	110	0.92	14.3	6.0	16.3	12.3	95.6	31.6	Obesidad-Clase I
MCM	60	53.1	1.44	1.46	89	106	0.84	23.1	13.3	24.1	26.0	56.7	25.6	Pre-Obesidad
MDM	64	70.45	1.64	1.65	92	96.5	0.95	16.9	13.3	18.3	29.9	78.1	26.2	Pre-Obesidad
MGE	85	38.3	1.45	1.51	74	80	0.93	17.7	11.1	14.5	20.5	18.3	18.2	Bajo-Peso
MLC	79	45.6	1.49	1.52	78	81	0.96	25.1	12.7	15.6	29.7	53.2	20.5	Normal
MLN	64	58.65	1.54	1.57	82	95.5	0.86	23.4	11.3	15.2	22.9	67.3	24.7	Normal
MGQ	76	63.3	1.52	1.54	88	97	0.91	21.8	15.4	15.8	21.7	62.2	27.4	Pre-Obesidad
OMT	62	55.75	1.51	1.52	87	94	0.93	8.1	6.1	12.3	11.7	63.8	24.5	Normal
RRT	74	68.1	1.46	1.48	116	106.5	1.09	20.1	13.1	24.6	25.7	74.7	31.9	Obesidad-Clase I
RL	69	81.15	1.66	1.69	112	111	1.01	22.2	13.3	20.1	20.4	78.3	29.4	Pre-Obesidad
SMM	64	70	1.58	1.6	96	100	0.96	16.2	6.5	14.9	19.1	63.3	28.0	Pre-Obesidad
SDT	70	69.2	1.52	1.55	94.5	97	0.97	6.5	3.0	4.5	4.2	72.8	30.0	Obesidad-Clase I
TAS	62	67	1.65	1.66	90.5	102	0.89	17.5	10.1	12.6	23.1	48.3	24.6	Normal

## APENDICE F (Continuación)

Antropometría, clasificación de sobrepeso y obesidad en los hombres &gt; 60 años, residentes de la Victoria, México.

Clave	Edad	Peso	Talla P	Talla R	C Cin	C Cad	RCC	PI	PB	PSub	PSup	SAPA	IMC	Clasificación
ARV	73	72.45	1.69	1.7	88	96	0.92	10.5	6.1	22.9	8.5	48.1	25.4	Pre-Obesidad
ALA	75	59.65	1.68	1.72	82	91	0.90	5.9	2.7	6.5	4.9	20.0	21.1	Normal
AGP	75	63.15	1.65	1.66	85	91	0.93	14.9	4.3	15.1	7.6	42.0	23.2	Normal
BRC	61	89.15	1.75	1.76	100.5	102	0.99	8.7	4.1	17.0	8.5	38.4	29.1	Pre-Obesidad
FMM	81	68.55	1.69	1.72	92.5	93.5	0.99	12.6	6.0	13.3	10.9	42.8	24.0	Normal
FVV	83	63.9	1.65	1.67	92.5	93	0.99	10.3	3.3	13.4	7.1	34.1	23.5	Normal
FVD	63	64	1.69	1.71	84	90	0.93	10.6	5.1	10.8	7.0	33.5	22.4	Normal
FVA	66	74.85	1.58	1.61	98.5	99	0.99	10.2	4.1	16.0	9.5	39.9	30.0	Obesidad-Clase I
JCA	64	53.4	1.66	1.68	73	84	0.87	6.4	3.7	7.9	4.4	22.5	19.4	Normal
JMM	60	88.45	1.69	1.7	101.5	103	0.99	10.7	6.2	18.5	10.8	46.2	31.0	Obesidad-Clase I
JBM	72	70.15	1.71	1.74	94.5	91	1.04	7.4	4.6	10.1	8.0	30.1	24.0	Normal
JBM	65	79.8	1.68	1.69	59	55	1.07	10.5	5.1	10.9	7.8	34.3	28.3	Pre-Obesidad
JEM	62	78.65	1.67	1.69	92	96.5	0.95	9.4	5.4	15.5	10.8	41.1	28.2	Pre-Obesidad
JPI	75	68.00	1.64	1.65	92.5	96.5	0.96	11.9	4.7	19.9	8.1	44.7	25.3	Pre-Obesidad
JVM	64	108.3	1.74	1.76	114	112	1.02	22.1	12.9	30.5	10.4	75.9	35.8	Obesidad-Clase I
JBN	72	75.25	1.69	1.71	100	92	1.09	13.1	7.6	21.6	13.6	55.9	26.3	Pre-Obesidad
LBM	68	58.05	1.71	1.72	74.5	89.5	0.83	5.3	2.7	5.2	5.7	18.9	19.9	Normal
MDQ	71	74.8	1.57	1.57	98.5	96.5	1.02	10.5	6.0	18.2	12.4	47.1	30.3	Obesidad-Clase I
MMM	71	72.05	1.67	1.69	87	94.5	0.92	7.3	3.3	14.5	7.7	32.8	25.8	Pre-Obesidad
MVE	70	48.9	1.66	1.68	73.5	85	0.86	4.9	2.9	9.1	4.4	21.4	17.7	Bajo-Peso
MVN	77	64.75	1.64	1.67	91	95.5	0.95	8.1	2.8	9.7	5.3	26.0	24.1	Normal
PMG	68	77.9	1.68	1.7	94.5	97	0.97	11.3	6.1	23.1	11.3	51.7	27.6	Pre-Obesidad
PRT	62	62.45	1.66	1.67	87.5	91	0.96	9.4	4.0	14.2	7.9	35.5	22.7	Normal
RBV	67	68.6	1.75	1.78	86	90	0.96	9.3	3.6	11.2	8.3	32.4	22.4	Normal
RMM	71	63.15	1.76	1.79	83	90.5	0.92	7.0	2.5	7.4	7.4	24.3	20.4	Normal
UCR	66	69.9	1.63	1.64	96	96	1.00	14.3	6.7	18.7	9.7	49.4	26.3	Pre-Obesidad
VFV	64	74.05	1.69	1.72	89.5	95	0.94	8.0	5.5	15.7	8.3	37.5	25.9	Pre-Obesidad

## APENDICE F (Continuación)

## Composición corporal por bioimpedancia eléctrica de las mujeres mayores 60 años, residentes de las Terrazas, Cuba.

Clave	Edad	Masa corporal libre de grasa por la ecuación de		% Grasa Corporal por la ecuación de	
		Deurenberg	Segal	Deurenberg	Segal
AG	68	26.4	27.0	34.1	32.5
AER	78	34.6	39.2	54.1	48.0
AMC	67	26.2	30.7	53.1	45.1
ADL	73	28.6	29.3	33.1	31.4
CGG	66	33.3	39.8	52.0	42.7
ENN	72	28.3	28.6	34.9	34.3
EHC	60	33.5	39.1	47.5	38.7
EF	72	29.0	29.6	36.3	35.0
FFL	72	33.3	34.9	42.4	39.6
FHR	69	26.5	30.2	47.6	40.4
HNH	61	27.8	31.4	48.5	41.8
IO	68	30.5	36.5	52.1	42.7
IDM	78	20.4	20.7	47.9	47.0
IOH	63	24.2	25.7	42.0	38.4
JLB	67	37.5	40.2	45.2	41.3
LH	62	28.9	34.5	53.5	44.5
MLG	62	27.3	30.2	41.1	34.9
MLV	66	31.0	36.1	50.6	42.5
MMM	73	29.0	31.2	45.3	41.0
MGL	81	25.0	25.0	34.0	34.1
RAL	60	32.7	31.5	20.3	23.1
RSM	61	28.6	34.5	51.4	41.3

## APENDICE F (Continuación)

## Composición corporal por bioimpedancia eléctrica de los hombres mayores 60 años, residentes de las Terrazas, Cuba.

Clave	Edad	Masa corporal libre de grasa por la ecuación de Deurenberg	% Grasa Corporal por la ecuación de Deurenberg	Masa corporal libre de grasa por la ecuación de Segal	% Grasa Corporal por la ecuación de Segal
AC	71	39.0	27.9	39.3	27.2
AMG	64	42.7	40.3	48.9	31.6
APM	71	40.0	23.0	39.4	24.1
BPC	61	42.5	36.5	47.5	29.0
CCA	68	53.8	37.1	59.5	30.5
DH	68	36.7	32.0	38.1	29.5
EM	64	47.9	23.8	47.4	24.6
EF	68	52.6	23.1	50.7	25.7
ESG	61	46.3	31.0	49.0	27.1
FNN	63	42.8	18.6	42.3	19.4
FRP	69	40.9	22.7	39.3	25.7
HRH	60	52.5	21.0	50.7	23.8
IMC	63	41.9	45.6	50.9	33.9
JGM	63	45.6	21.9	45.0	23.0
JRI	63	35.0	31.7	35.4	30.8
JMM	69	39.6	19.9	38.3	22.6
JMD	74	37.2	40.5	42.1	32.7
JPR	66	40.7	26.9	41.2	25.9
JHM	63	38.8	24.4	38.4	25.3
LRP	74	34.0	25.4	32.0	29.7
MBM	78	40.9	27.7	40.5	28.2
OBV	72	43.2	36.8	46.4	32.1
PHR	63	57.1	40.9	65.1	32.7
PN	75	39.6	33.4	42.1	29.3
QPA	65	36.0	17.3	32.9	24.4
RMAM	66	54.8	26.5	55.2	26.0

APENDICE F (Continuación)

Composición corporal por bioimpedancia eléctrica de las mujeres mayores 60 años, residentes de Paine, Chile.

Clave	Edad	Masa corporal libre de		% Grasa Corporal por	
		grasa por la ecuación de Deurenberg	la ecuación de Deurenberg	grasa por la ecuación de Segal	% Grasa Corporal por la ecuación de Segal
AMM	68	26.2	54.4	31.5	45.2
AP	75	31.3	44.3	33.0	41.4
AT	63	35.3	48.2	40.9	40.0
BR	63	34.6	46.7	38.3	41.1
CA	61	35.8	52.4	42.0	44.2
CEA	63	33.0	49.2	36.9	43.2
DH	61	38.5	52.5	43.6	46.3
ERT	66	40.7	32.7	37.0	38.9
EF	74	31.0	52.2	35.2	45.7
EC	65	30.1	50.1	33.7	44.1
FMM	69	36.1	33.5	33.8	37.7
FL	82	24.3	44.7	25.6	41.7
LA	61	29.4	52.8	34.4	44.9
LMD	60	30.0	49.2	35.3	40.1
MAZ	69	31.9	47.2	35.3	41.7
MBB	72	30.5	52.0	35.6	44.0
MCT	60	38.7	38.8	39.0	38.3
MCP	64	32.0	48.1	35.6	42.2
MPP	65	27.6	51.2	31.7	43.9
PR	67	30.1	52.5	34.6	45.4
SC	65	32.9	55.2	39.6	46.0

APENDICE F (Continuación)

**Composición corporal por bioimpedancia eléctrica de los hombres mayores 60 años, residentes de Paine, Chile.**

Clave	Edad	Masa corporal libre de grasa		% Grasa Corporal por	
		por la ecuación de Deurenberg	la ecuación de Deurenberg	Masa corporal libre de grasa por la ecuación de Segal	% Grasa Corporal por la ecuación de Segal
AF	73	40.6	39.7	45.5	32.5
ARR	68	50.8	40.1	57.1	32.6
CEL	81	47.8	39.4	52.7	33.3
CF	69	50.9	26.3	50.7	26.7
DL	77	52.3	39.5	57.6	33.3
DM	83	46.6	29.4	45.9	30.4
EB	72	33.3	22.5	30.3	29.6
FV	68	57.1	35.4	60.8	31.2
GAZ	65	35.5	33.4	36.3	31.9
HVL	70	43.0	40.8	48.3	33.3
HGS	64	38.0	40.7	43.1	32.7
JA	74	48.9	38.9	54.1	32.4
JE	66	46.3	36.3	49.9	31.4
JAN	60	47.6	30.7	50.5	26.5
JVM	65	68.3	35.1	71.3	32.3
JEM	94	36.3	44.2	39.4	39.4
JG	86	54.3	8.1	45.1	23.7
LACH	60	51.5	36.8	56.3	30.9
LAR	68	39.4	29.5	40.1	28.2
LHM	68	43.1	37.2	47.2	31.2
MV	68	39.5	24.0	37.8	27.4
OC	81	42.5	39.4	46.7	33.4
OA	82	54.0	36.0	56.5	33.0
VT	66	45.9	38.5	51.6	30.9
ZA	73	48.5	36.2	51.1	32.8

APENDICE F (Continuación)

Composición corporal por bioimpedancia eléctrica de las mujeres mayores de 60 años, residentes de la Victoria, México.

Clave	Edad	Masa corporal libre de		% Grasa Corporal por	
		grasa por la ecuación de	la ecuación de	grasa por la ecuación de	por la ecuación de
		Deurenberg		Segal	
AOO	66	30.7	46.3	32.9	42.5
DRC	73	29.8	53.4	36.2	43.5
DMM	80	44.3	42.7	44.0	43.1
DN	67	35.8	51.7	42.2	43.1
ERT	65	27.1	52.8	33.8	41.1
EVL	72	34.0	52.0	39.4	44.3
EFC	65	32.3	52.9	39.4	42.5
FTL	70	30.6	54.2	35.8	46.5
GAM	84	32.4	31.1	30.1	35.9
JCA	77	31.9	39.3	31.5	39.9
LTM	63	36.7	49.2	42.8	40.8
LCC	62	36.2	47.1	39.7	41.9
MAM	61	39.3	54.9	48.4	44.4
MCM	60	29.2	45.1	31.7	40.3
MDM	64	37.9	46.3	42.7	39.4
MGE	85	26.8	30.1	24.3	36.6
MILC	79	24.7	45.8	26.8	41.1
MEN	64	31.5	46.3	35.3	39.8
MGQ	76	31.7	49.9	35.7	43.6
OMT	62	29.1	47.7	33.5	39.8
RRT	74	28.7	57.8	35.4	48.1
RL	69	39.8	51.0	46.2	43.1
SMM	64	36.7	47.6	41.0	41.5
SDT	70	36.7	47.0	39.1	43.5
TAS	62	36.1	46.2	41.5	38.0

## APENDICE F (Continuación)

## Composición corporal por bioimpedancia eléctrica de los hombres mayores de 60 años, residentes de la Victoria, México.

Clave	Edad	Masa corporal libre de grasa por la ecuación de Deurenberg	% Grasa Corporal por la ecuación de Deurenberg	Masa corporal libre de grasa por la ecuación de Segal	% Grasa Corporal por la ecuación de Segal
ARV	73	47.1	34.9	51.2	29.4
ALA	75	44.2	25.8	43.8	26.7
AGP	75	39.4	37.5	43.3	31.5
BRC	61	51.2	42.5	61.3	31.2
FMM	81	41.9	38.9	46.4	32.4
FVV	83	40.3	36.9	43.3	32.3
FVD	63	44.9	29.9	47.2	26.3
FVA	66	49.4	34.0	51.7	31.0
JCA	64	45.7	14.4	42.6	20.3
JMM	60	55.4	37.4	61.4	30.6
JBM	72	47.0	33.0	50.1	28.6
JBM	65	50.8	36.4	55.9	29.9
JEM	62	57.4	27.0	57.1	27.4
JPI	75	50.7	25.4	49.6	27.1
JVM	64	57.9	46.5	70.9	34.6
JBN	72	44.7	40.6	51.3	31.8
LBM	68	45.9	20.9	45.2	22.2
MDO	71	42.3	43.4	49.3	34.1
MMM	71	52.3	27.4	52.3	27.4
MVE	70	41.9	14.4	38.6	21.0
MVN	77	45.1	30.3	45.9	29.2
PMG	68	48.7	37.5	54.1	30.6
PRT	62	44.0	29.6	46.1	26.2
RBV	67	45.0	34.5	49.5	27.9
RMM	71	43.0	31.9	46.0	27.1
UCR	66	43.0	38.5	48.3	31.0
VFV	64	53.0	28.5	54.0	27.1



## APENDICE F (Continuación)

Tasa metabólica en reposo medida y estimada y gasto energético total estimado en adultos mayores

Clave	Sexo	Edad	País	TMR calculada por la ecuación de Weir.	TMB estimada por la ecuación de FAO/OMS/ONU	Nivel de actividad física	Requerimiento energético total estimado
AG	Mujer	68	Cuba	877	1013	1.32	1157
AER	Mujer	78	Cuba	1210	1384	1.33	1610
AMC	Mujer	67	Cuba	1067	1176	1.33	1420
ADL	Mujer	73	Cuba	1189	1034	1.3	1546
CGG	Mujer	66	Cuba	1331	1316	1.33	1771
ENN	Mujer	72	Cuba	1058	1049	1.35	1428
EHC	Mujer	60	Cuba	1099	1255	1.51	1660
EF	Mujer	72	Cuba	1034	1072	1.31	1354
FFL	Mujer	72	Cuba	1206	1202	1.32	1591
FHR	Mujer	69	Cuba	1144	1118	1.37	1567
HNH	Mujer	61	Cuba	1080	1157	1.45	1566
IO	Mujer	68	Cuba	1088	1261	1.41	1534
IDM	Mujer	78	Cuba	918	1003	1.3	1193
IOH	Mujer	63	Cuba	734	1030	1.37	1006
JLB	Mujer	67	Cuba	1145	1310	1.3	1488
LH	Mujer	62	Cuba	1252	1245	1.3	1627
MLG	Mujer	62	Cuba	861	1080	1.24	1067
MLV	Mujer	66	Cuba	1200	1252	1.43	1716
MNM	Mujer	73	Cuba	965	1155	1.3	1255
MGL	Mujer	81	Cuba	911	990	1.3	1184
RAL	Mujer	60	Cuba	1058	1022	1.41	1492
RSM	Mujer	61	Cuba	1226	1209	1.37	1679

## APENDICE F (Continuación)

## Tasa metabólica en reposo medida y estimada y gasto energético total estimado en adultos mayores

Clave	Sexo	Edad	País	TMR calculada por la ecuación de Weir	TMB estimada por la ecuación de FAO/OMS/UNU	Nivel de actividad física	Requerimiento energético total estimado
AC	Hombre	71	Cuba	1254	1216	2.31	2896
AMG	Hombre	64	Cuba	1415	1452	1.52	2151
APM	Hombre	71	Cuba	1101	1188	2.07	2278
BPC	Hombre	61	Cuba	1436	1390	1.34	1924
CCA	Hombre	68	Cuba	1566	1643	1.50	2350
DH	Hombre	68	Cuba	1261	1216	1.75	2208
EM	Hombre	64	Cuba	1591	1336	2.58	4104
EF	Hombre	68	Cuba	1539	1409	1.32	2031
ESG	Hombre	61	Cuba	1533	1394	1.64	2513
FNN	Hombre	63	Cuba	1177	1196	1.92	2259
FRP	Hombre	69	Cuba	1338	1201	1.80	2408
HRH	Hombre	60	Cuba	1411	1385	1.77	2498
IMC	Hombre	63	Cuba	1541	1527	1.45	2235
JGM	Hombre	63	Cuba	1191	1275	1.77	2108
JRI	Hombre	63	Cuba	1028	1178	1.36	1399
JMM	Hombre	69	Cuba	1246	1155	1.51	1882
JMD	Hombre	74	Cuba	1444	1531	1.57	2411
JPR	Hombre	66	Cuba	1267	1238	1.96	2484
JHM	Hombre	63	Cuba	1164	1181	1.67	1944
LRP	Hombre	74	Cuba	1025	1105	1.80	1844
MBM	Hombre	78	Cuba	1060	1250	1.41	1495
OBV	Hombre	72	Cuba	1358	1410	1.51	2051
PHR	Hombre	63	Cuba	1950	1792	1.33	2594
PN	Hombre	75	Cuba	1124	1290	1.49	1675
QPA	Hombre	65	Cuba	1167	1076	1.65	1926
RMM	Hombre	66	Cuba	1610	1494	2.41	3880

## APENDICE F (Continuación)

Tasa metabólica en reposo medida y estimada y gasto energético total estimado en adultos mayores

Clave	Sexo	Edad	País	TMR calculada por la ecuación de Weir	TMB estimada por la ecuación de FAO/OMS/UNU	Nivel de actividad física	Requerimiento energético total estimado
AMM	Mujer	68	Chile	1379	1200	1.42	1958
AP	Mujer	75	Chile	1033	1187	1.44	1488
AT	Mujer	63	Chile	1345	1311	1.39	1869
BR	Mujer	63	Chile	1407	1279	1.39	1956
CA	Mujer	61	Chile	1263	1387	1.32	1668
CEA	Mujer	63	Chile	1141	1277	1.45	1654
DH	Mujer	61	Chile	1365	1448	1.4	1911
ERT	Mujer	66	Chile	1117	1231	1.54	1721
EF	Mujer	74	Chile	1188	1277	1.43	1699
EC	Mujer	65	Chile	1113	1229	1.4	1558
ENM	Mujer	69	Chile	1192	1166	1.68	2008
FL	Mujer	82	Chile	991	1057	1.45	1440
LA	Mujer	61	Chile	1140	1251	1.64	1867
LMD	Mujer	60	Chile	1231	1216	1.40	1720
MAZ	Mujer	69	Chile	1201	1231	1.45	1739
MBB	Mujer	72	Chile	1360	1263	1.45	1977
MCT	Mujer	60	Chile	1113	1260	1.48	1647
MCP	Mujer	64	Chile	1131	1243	1.59	1798
MPP	Mujer	65	Chile	1432	1190	1.38	1978
PR	Mujer	67	Chile	1115	1262	1.62	1804
SC	Mujer	65	Chile	1080	1367	1.48	1595

## APENDICE F (Continuación)

Tasa metabólica en reposo medida y estimada y gasto energético total estimado en adultos mayores

Clave	Sexo	Edad	País	TMR calculada por la ecuación de Weir	TMB estimada por la ecuación de FAO/OMS/ONU	Nivel de actividad física	Requerimiento energético total estimado
AF	Hombre	73	Chile	1099	1397	1.75	1923
ARR	Hombre	68	Chile	1566	1632	1.61	2521
CEL	Hombre	81	Chile	1460	1554	1.57	2292
CF	Hombre	69	Chile	1329	1420	2.1	2792
DL	Hombre	77	Chile	1539	1653	1.48	2277
DM	Hombre	83	Chile	1385	1378	1.52	2105
EB	Hombre	72	Chile	1057	1068	1.99	2104
FV	Hombre	68	Chile	1887	1680	1.3	2454
GAZ	Hombre	65	Chile	1228	1208	2.29	2812
HVL	Hombre	70	Chile	1386	1466	1.34	1858
HGS	Hombre	64	Chile	1133	1352	1.6	1847
JA	Hombre	74	Chile	1501	1567	1.59	2387
JE	Hombre	66	Chile	1517	1468	1.57	2381
JAN	Hombre	60	Chile	1421	1414	1.51	2146
JVM	Hombre	65	Chile	1960	1909	1.8	3528
JEM	Hombre	94	Chile	1085	1365	1.32	1432
JG	Hombre	86	Chile	1228	1285	1.56	1916
LACH	Hombre	60	Chile	1631	1586	1.7	2772
LAR	Hombre	68	Chile	1336	1242	1.54	2057
LHM	Hombre	68	Chile	1625	1413	1.68	2729
MV	Hombre	68	Chile	1285	1189	1.41	1812
OC	Hombre	81	Chile	1110	1433	1.38	1532
OA	Hombre	82	Chile	1662	1625	1.59	2643
VT	Hombre	66	Chile	1381	1494	1.52	2099
ZA	Hombre	73	Chile	1481	1513	1.46	2162

APENDICE F (Continuación)

Tasa metabólica en reposo medida y estimada y gasto energético total estimado en adultos mayores

Clave	Sexo	Edad	País	TMR calculada por la ecuación de Weir	TMB estimada por la ecuación de FAO/OMS/UNU	Nivel de actividad física	Requerimiento energético total estimado
AOO	Mujer	66	México	1149	1196	1.40	1606
DRC	Mujer	73	México	1137	1267	1.35	1535
DMM	Mujer	80	México	1387	1408	1.54	2137
DN	Mujer	67	México	1312	1375	1.63	2144
ERT	Mujer	65	México	1221	1199	1.28	1563
EVL	Mujer	72	México	1224	1339	1.36	1664
EFC	Mujer	65	México	1286	1316	1.38	1772
FTL	Mujer	70	México	1379	1298	1.35	1864
GAM	Mujer	84	México	1060	1090	1.38	1463
JCA	Mujer	77	México	1017	1147	1.45	1475
LTM	Mujer	63	México	1510	1354	1.46	2205
LCC	Mujer	62	México	1265	1314	1.40	1770
MAM	Mujer	61	México	1467	1512	1.45	2135
MCM	Mujer	60	México	1115	1154	1.45	1617
MDM	Mujer	64	México	1233	1336	1.50	1850
MGE	Mujer	85	México	1024	998	1.47	1502
MLC	Mujer	79	México	953	1075	1.39	1325
MEN	Mujer	64	México	1133	1212	1.42	1609
MGQ	Mujer	76	México	1348	1261	1.47	1982
OMT	Mujer	62	México	1063	1181	1.46	1552
RRT	Mujer	74	México	1327	1311	1.46	1938
RL	Mujer	69	México	1497	1448	1.43	2141
SMM	Mujer	64	México	1491	1331	1.36	2027
SDI	Mujer	70	México	1223	1323	1.44	1762
TAS	Mujer	62	México	1235	1300	1.33	1669

## APENDICE F (Continuación)

## Tasa metabólica en reposo medida y estimada y gasto energético total estimado en adultos mayores

Clave	Sexo	Edad	País	TMR calculada por la ecuación de Weir	TMB estimada por la ecuación de FAO/OMS/UNTU	Nivel de actividad física	Requerimiento energético total estimado
ARV	Hombre	73	México	1526	1465	1.40	2130
ALA	Hombre	75	México	1147	1292	1.71	1962
AGP	Hombre	75	México	1169	1340	1.40	1637
BRC	Hombre	61	México	1908	1691	1.82	3477
FMM	Hombre	81	México	1145	1412	1.31	1501
FVV	Hombre	83	México	1256	1350	1.30	1633
FVD	Hombre	63	México	1300	1351	2.13	2768
FVA	Hombre	66	México	1373	1497	1.46	2005
JCA	Hombre	64	México	1348	1208	1.40	1887
JMM	Hombre	60	México	1739	1681	1.83	3185
JBM	Hombre	72	México	1339	1434	2.10	2807
JBM	Hombre	65	México	1642	1564	1.47	2415
JEM	Hombre	62	México	1843	1549	1.69	3114
JPI	Hombre	75	México	1214	1405	1.50	1822
JVM	Hombre	64	México	1834	1949	1.43	2627
JBN	Hombre	72	México	1350	1503	1.63	2202
IBM	Hombre	68	México	1357	1271	2.59	3514
MDO	Hombre	71	México	1495	1497	1.69	2533
MMM	Hombre	71	México	1715	1460	1.41	2423
MVE	Hombre	70	México	1157	1147	1.45	1681
MVN	Hombre	77	México	1413	1361	1.65	2326
PMG	Hombre	68	México	1485	1539	1.40	2083
PRT	Hombre	62	México	1284	1330	1.33	1709
RBV	Hombre	67	México	1518	1413	1.55	2356
RMM	Hombre	71	México	1277	1340	1.40	1792
UCR	Hombre	66	México	1365	1431	1.67	2277
VFV	Hombre	64	México	1518	1487	1.42	2150



Talla P = Talla de Pie

Talla R = Talla Recumbente

C Cin = Circunferencia de la cintura

C Cad = Circunferencia de la Cadera

RCC = Relación cintura cadera

PT = Panículo Tricipital

PB = Panículo Bicipital

PSup = Panículo Subescapular

PSup = Panículo Suprahiaco

S4PA = Suma de los cuatro panículos adiposos

IMC = Índice de masa corporal

Glu = Glucosa