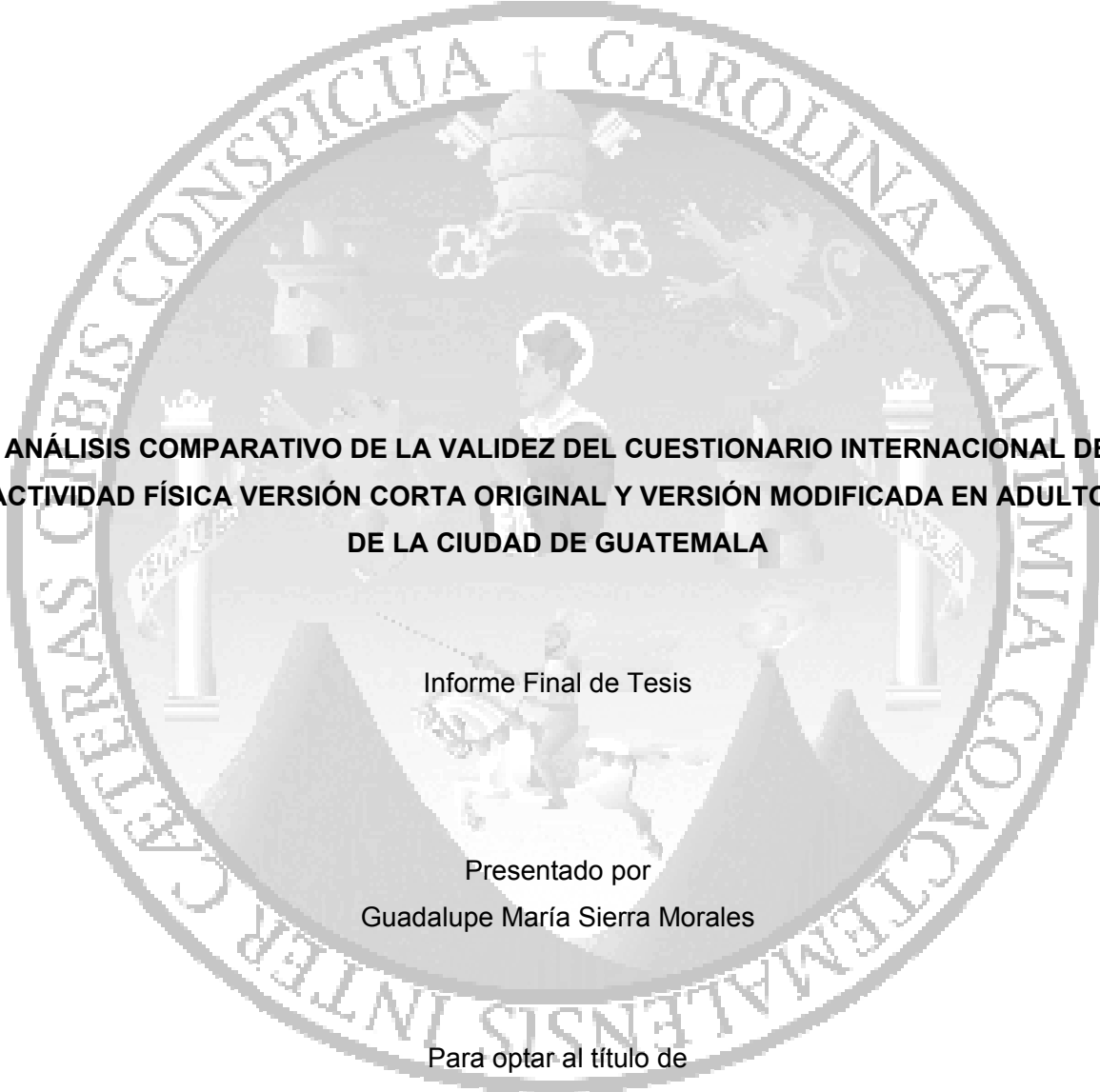


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem. It features a central shield with a figure, surrounded by various symbols including a cross, a crown, and a banner. The text "UNIVERSITAS CAROLINA ACACIEMIA COACATEMALENSIS INTERCIBITAS CONSPICUA" is inscribed around the perimeter of the seal.

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VALIDEZ DEL CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE  
ACTIVIDAD FÍSICA VERSIÓN CORTA ORIGINAL Y VERSIÓN MODIFICADA EN ADULTOS  
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Informe Final de Tesis

Presentado por  
Guadalupe María Sierra Morales

Para optar al título de  
Nutricionista

Guatemala, Septiembre de 2007

## RESUMEN

**Objetivo.** Evaluar la validez de la versión corta original del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) y una versión modificada en hombres y mujeres de 18 a 39 años de edad, de la ciudad de Guatemala.

**Metodología.** En el estudio participaron voluntariamente 57 personas, 29 mujeres y 28 hombres todos aparentemente saludables, alfabetas, entre 18 y 39 años de edad y residentes en la ciudad de Guatemala. Por entrevista, se aplicaron dos versiones del cuestionario IPAQ corto, la versión original y una modificada por la autora. La diferencia entre ambas versiones fue el orden en que se estructuraron las primeras tres preguntas; la versión IPAQ original inicia preguntando sobre las actividades fuertes, luego las moderadas y por último, caminar; la versión modificada empieza cuestionando sobre cuánto camina, sigue con las actividades moderadas y por último, con las fuertes.

Una mitad de los participantes (seleccionados al azar) respondieron primero la versión original y una semana después la versión modificada. La otra mitad lo hizo a la inversa. La validez de ambas versiones del cuestionario se determinó comparándolas con el gasto energético diario y el patrón de actividad física calculado por la técnica de frecuencia cardiaca minuto a minuto como método de referencia.

**Resultados.** El análisis comparativo de ambos cuestionarios (original vs. modificado) usando la prueba de test de signos, mostró que con la versión original, 31 personas (54%) registraron mayor duración en la actividad fuerte y con la versión modificada sólo 3 (5% de los participantes, mediana = 90 vs 60 minutos/semana,  $p < 0.01$ ). En cambio, con la versión modificada, 24 personas (42%) reportaron mayor duración al caminar, y dos personas (4%) con la versión original, (mediana = 70 vs 50 minutos/semana,  $p < 0.01$ ). Entre ambos cuestionarios, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo registrado en actividad moderada, en la actividad total ni en la clasificación del patrón de actividad.

Utilizando la correlación de Spearman como criterio de validez, la duración de 10 minutos consecutivos o más de la actividad moderada estimada por el cuestionario modificado, fue la única que se correlacionó con la misma actividad medida por frecuencia cardiaca de reserva ( $p = 0.05$ ). Sin embargo, al relacionar la duración total de las actividades obtenidas por

cuestionario con las mediciones hecha por frecuencia cardiaca, ambos cuestionarios correlacionaron en la actividad moderada ( $p=0.02$  vs.  $p= 0.03$ ) y en la duración total de la actividad moderada + caminar ( $p=0.04$  vs.  $p=0.05$ ). Al relacionar la duración de la actividad física entre cuestionarios con la frecuencia cardiaca, en todos los casos las correlaciones fueron similares o mejores para el cuestionario modificado.

**Conclusiones.** Los resultados muestran que el cuestionario IPAQ versión corta original sobreestima el tiempo dedicado a actividades fuertes, ya que la estimación del gasto energético de esta versión resultó ser mayor que con la versión modificada. Además, al comparar ambos cuestionarios con el método de referencia, las correlaciones fueron mayores para la versión modificada que para la versión original. El cuestionario IPAQ versión corta se debería administrar utilizando las preguntas en el orden de la versión modificada: caminar, actividades moderadas y por último actividades fuertes.

**INDICE**

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN	6
II. ANTECEDENTES	
A. Actividad física	8
1. Elementos de la actividad física	8
2. Clasificación de la actividad física	10
3. Actividad física y salud	11
4. Beneficios de la actividad física	15
B. Gasto energético	17
1. Índice metabólico en reposo	17
2. Efecto térmico de la alimentación	18
3. Efecto térmico de la actividad física	19
C. Medición del gasto energético y patrón de actividades	20
1. Calorimetría directa	20
2. Calorimetría indirecta	21
3. Agua doblemente marcada	22
4. Registro de frecuencia cardiaca	23
5. Registro de movimiento-tiempo	24
6. Sensores o detectores de movimiento	24
7. Cuestionarios de actividad física	25
D. Evaluación de cuestionarios de actividad física	29
1. Validez	29
2. Confiabilidad	29
3. Carácter práctico	29
4. Relación con la enfermedad	29
III. JUSTIFICACIÓN	30
IV. OBJETIVOS	32
V. HIPÓTESIS	33

VI. MATERIALES Y METODOS	34
A. Población	34
B. Muestra	34
C. Tipo de estudio y diseño de estudio	34
D. Materiales	35
1. Instrumentos	35
2. Equipo y materiales para el cálculo de la muestra, tabulación y análisis	35
3. Equipo y materiales para la estimación del gasto energético diario y patrón de actividad por medio del registro de la frecuencia cardiaca minuto a minuto.	36
E. Metodología	37
1. Determinación del tamaño de muestra, criterios de inclusión y reclutamiento	37
2. Para el diseño de instrumentos	39
3. Para la aplicación y estimaciones de la actividad física por cuestionarios	40
4. Estimación de la actividad física por cuestionarios	41
5. Para el registro de la frecuencia cardiaca minuto a minuto, ingreso y depuración de datos	43
6. Para el cálculo del gasto energético diario y patrón de actividad física según en registro de frecuencia cardiaca minuto a minuto	44
7. Para el análisis de datos	49
VII. RESULTADOS	51
A. Características de los participantes	51
B. Estimaciones de la duración de la actividad, del patrón de actividad física y del gasto energético por cuestionarios	52
C. Determinación del gasto energético diario y del patrón de la actividad física por registro de frecuencia cardiaca minuto-a-minuto	56
D. Comparación de la actividad física estimada por el cuestionario IPAQ (versión original y modificada) y por registro de frecuencia cardiaca minuto a minuto.	60
VIII. DISCUSION DE RESULTADOS	64

IX. CONCLUSIONES	71
X. RECOMENDACIONES	72
XI. REFERENCIAS	74
XII. ANEXOS	81
Anexo 1: Formulario de consentimiento para participar en el estudio	82
Anexo 2: Formulario de datos generales	84
Anexo 3: Cuestionario de actividad física versión original, Semana usual	85
Anexo 4: Cuestionario de actividad física versión modificada, Semana usual	86
Anexo 5: Instructivo para los cuestionarios de actividad física	87
Anexo 5: Formulario de recolección de datos de la prueba de actividad	90
Anexo 6: Formulario de recolección de datos de frecuencia cardiaca	91
Anexo 8: Equipo y diagrama de funcionamiento para la prueba de ejercicio sub-máximo	92
Anexo 9: Protocolos de actividad para realizar la prueba de actividad de la curva de calibración	94
Anexo 10: Grafico ejemplificado de la relación entre consumo de oxígeno y frecuencia cardiaca en la curva de calibración	95

## I. INTRODUCCIÓN

La actividad física es el componente de mayor variación del gasto energético de las personas. Su estimación es de suma importancia para la evaluación nutricional y, entre otras cosas, para determinar su relación con las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) como la obesidad, diabetes mellitus tipo 2, ciertos tipos de cáncer y problemas cardiovasculares. Sin embargo, la estimación de la actividad física ocasiona muchas dificultades y, muy probablemente, a ello se deba que no existan muchos resultados que relacionen el nivel de actividad física con este tipo de enfermedades.

Para estimar la actividad física se han empleado métodos directos que utilizan equipo sofisticado, caro, que incluso puede alterar el patrón de actividad física; métodos indirectos, que usan equipo más simple y menos costoso que el anterior; y cuestionarios, que por sus características de bajo costo y facilidad de aplicación en corto tiempo, los hace muy útiles para estudios epidemiológicos.

En los últimos años, el desarrollo, la industrialización y la globalización han modificado los patrones de alimentación, de actividad física y en general, los estilos de vida de la población. Se ha incrementado el consumo de alimentos comercializados con elevado contenido de grasa saturada que han sustituido en gran medida el consumo de cereales, verduras, hortalizas, frutas y fibra. Además, se ha disminuido el nivel de actividad física y se ha aumentado la práctica de hábitos no saludables como el tabaquismo.

Según un informe publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), de los 45 millones de adultos de 15 años o más que fallecieron en 2002, 32 millones (es decir, cerca del 75%) se debieron a enfermedades crónicas no transmisibles (36).

En el continente americano, las enfermedades crónicas del adulto son la principal causa de muerte. En un municipio urbano de Guatemala se encontró que más de la mitad de personas han disminuido al mínimo el nivel de actividad física necesaria para su edad y estado nutricional (38).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) proponen, como medida para

prevenir las enfermedades crónicas, que la población además de consumir una alimentación balanceada y saludable, practique actividades físicas de intensidad moderada (36).

Esta propuesta para el caso de Guatemala significa un gran desafío dado que el único método accesible a nivel de salud pública para medir la actividad física es el de cuestionarios, por su aparente bajo costo y facilidad de aplicación, pero con la limitante de que aún no se dispone de un instrumento estandarizado y validado para nuestra población.

El único cuestionario recientemente validado en población rural y urbana adulta en nuestro país es el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ por sus siglas en inglés). Sin embargo, existe cierta evidencia<sup>1</sup> que el IPAQ sobreestima el nivel de actividad física de una población, de donde surgió la necesidad de realizar el presente estudio.

---

<sup>1</sup> Comunicación personal, Dr. Michael Pratt, CDC, Atlanta.



## II. ANTECEDENTES

### A. Actividad física

La actividad física es definida como un movimiento rítmico que eleva la frecuencia cardiaca por encima de los niveles de reposo e implica el uso coordinado de varios grupos musculares y por consiguiente produce una elevación del metabolismo energético (45).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la actividad física como “todo movimiento que forma parte de la vida diaria, incluyendo el trabajo, la recreación, el ejercicio y las actividades deportivas” (37).

La actividad física y el ejercicio generalmente han sido utilizados indistintamente para representar el movimiento producido por la contracción del músculo esquelético. Sin embargo, es más preciso decir que el ejercicio es una subcategoría de la actividad física, o bien, es la actividad física planeada, estructurada, repetitiva y con el objetivo de mantener o mejorar uno o más componentes de la condición física.

La condición física ha sido definida como la serie de atributos anatómicos y fisiológicos que poseen las personas que las capacitan para desarrollar actividad física de intensidad y duración importantes (16).

#### 1. Elementos de la actividad física

El efecto de la actividad física dependerá de la sobrecarga impuesta al organismo, es decir, de su intensidad, duración y frecuencia. La combinación de intensidad y duración da como resultado el costo energético de la actividad (3).

a) Frecuencia - Se refiere al número de veces que la actividad física se repite por unidad de tiempo (día, semana o mes).

Existen estudios que informan acerca de cambios significativos en la salud de personas sedentarias, que sólo practicaron ejercicio un día por semana (2). Sin embargo, la mayor parte

de investigaciones que han estudiado la frecuencia del ejercicio, indican que los cambios ocurren si éste se practica al menos tres veces por semana, por lo menos durante seis semanas; y que también dependerá de su intensidad (2,3). Por otra parte, si se utiliza el ejercicio como parte del tratamiento para el control de peso, se aconseja practicarlo diariamente, con una intensidad y duración suficiente para provocar un aumento considerable del gasto energético (20).

b) Duración - Se refiere al espacio de tiempo de práctica de la actividad física. Se sabe que la actividad continua o la intermitente con una intensidad fuerte, mejoran la capacidad aeróbica en forma efectiva. En general, una sesión de 20 a 30 minutos de actividad de intensidad moderada realizada regularmente, tiene efectos positivos en la salud metabólica. Hay que tener en cuenta que, la duración de la actividad dependerá de su intensidad (2,20).

c) Intensidad - Es el grado de energía o fuerza con que se realiza la actividad física. Puede ser expresada de diferentes maneras (20):

- i. Como energía (calorías) gastada por unidad de tiempo.
- ii. Como proporción (porcentaje) del volumen máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.).
- iii. Como frecuencia cardíaca (pulsaciones/minuto) o algún porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima.
- iv. Como múltiplos de la tasa metabólica en reposo (METs).

Como se detalla más adelante, el ejercicio de intensidad moderada produce múltiples beneficios para la salud. Los beneficios cardiorrespiratorios se obtienen con intensidades entre 50 y 80% del  $VO_2$  máx. o 70% de la frecuencia cardíaca máxima, o mayores. Además, el gasto energético será más efectivo a mayor intensidad de la actividad física (20).

## 2. Clasificación de la actividad física

Las ocupaciones del ser humano se pueden clasificar según el tipo de trabajo que requieran. El comité de expertos FAO/OMS/UNU, en el informe de 1985, clasificó las actividades en ocupacionales y discretionales, expresando el gasto energético por actividad en múltiplos de la tasa metabólica basal (12).

a) Actividades ocupacionales - Son aquellas actividades económicamente productivas, esenciales para el ser humano y la comunidad. En esta categoría están las actividades como caminar al trabajo, cargar bultos, agricultura, oficinista y otras (12).

Las actividades ocupacionales también se han clasificado en leves, moderadas e intensas o fuertes, dependiendo de la magnitud de la intensidad del esfuerzo físico involucrado (12).

b) Actividades recreativas - Son todas las actividades que se realizan en el tiempo libre, fuera del horario de trabajo, consideradas como recreativas. Se dividen en tres categorías: tareas domésticas opcionales, actividades sociales deseables y actividades para el acondicionamiento físico y para la promoción de la salud. Algunos ejemplos de este tipo de actividades son: la jardinería, atender reuniones sociales, juegos, deportes, etc. (12).

En su último informe (2001), este Comité de Expertos utilizó el término “estilo de vida” para clasificar a la actividad física, debido a que hay grupos de personas con ocupaciones leves o sedentarias que realizan actividades recreativas regularmente y por esa razón tienen un estilo de vida que encaja más apropiadamente en la categoría de activos o bien vigorosamente activos. Por esta razón, clasificó los estilos de vida según las diferentes demandas de energía, de la siguiente manera (13):

a) Estilo de vida sedentario o de actividad leve - Se clasifican así a las personas que tienen ocupaciones que no demandan mucho esfuerzo físico, no caminan largas distancias, generalmente utilizan vehículos de motor para transportarse, no se ejercitan ni participan regularmente en algún deporte y, pasan la mayor parte del tiempo libre sentados o parados, con muy poco desplazamiento corporal (por ejemplo hablando, leyendo, viendo televisión, escuchando radio y utilizando computadoras) (13).

b) Estilo de vida activo o moderadamente activo - Las personas dentro de esta categoría, tienen ocupaciones con un gasto de energía mayor a las mencionadas antes, pero sin llegar a ser extenuantes. Alternativamente, pueden ser personas con ocupaciones sedentarias que regularmente pasan cierto tiempo realizando actividades moderadas o intensas, tanto en sus obligaciones diarias como en las actividades recreativas de su rutina diaria. Por ejemplo, las personas que viven en un área rural poco desarrollada que participa en la agricultura o bien, que camina larga distancia para conseguir agua o leña (13).

c) Estilo de vida vigoroso o intensamente activo – En esta categoría, las personas desempeñan regularmente un trabajo extenuante o bien, practican en su tiempo libre actividades fuertes y extenuantes por un promedio de dos horas diarias. Por ejemplo una persona con un trabajo activo y que practique la natación un promedio de dos horas diarias (13).

### 3. Actividad física y salud

La actividad física al igual que la nutrición, es un factor más que incide en la salud (30). En 1956, René Dubos expresó una concepción bidimensional de la salud definiéndola como: "El estado físico y mental razonablemente libre de incomodidad y dolor, que permite a la persona funcionar efectivamente por el más largo tiempo posible en el ambiente donde por elección está ubicado". También en la década de los '50 Herbert Dunn, incluyó en la definición de salud el aspecto orgánico o físico, el psicológico y el social. Progresivamente, esta dimensión social fue adquiriendo énfasis en los años sucesivos. El máximo exponente de esta perspectiva amplia de la concepción de la salud es la definición de la OMS recogida en su Carta de Fundación del 7 de abril de 1946 y concebida originalmente por Stampar en 1945: "La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no sólo la ausencia de enfermedad" (35, 39).

En la antigüedad, la actividad física fue parte de la cultura, sin embargo, la vida moderna ha hecho que el hombre sea más sedentario y tenga mayor acceso a la nutrición "fácil y rápida" lo que desequilibra su naturaleza (35). Estudios epidemiológicos, patológicos, clínicos y experimentales en los últimos 40 años han demostrado que la inactividad y la poca actividad física contribuyen sustancialmente a aumentar las enfermedades crónicas prevalentes en sociedades industrializadas (4).

El aumento en la prevalencia de obesidad en la mayoría de los países se ha producido en forma paralela al aumento del sedentarismo, asociándose a ésta como un fenómeno de causa - efecto, fundamentalmente por los factores que engloba la urbanización. La asociación entre bajos niveles de actividad física y resistencia insulínica con resultado de la hiperinsulinemia, es el vínculo entre la obesidad con hipertensión, hiperlipidemia, diabetes tipo II y enfermedad coronaria. Aún sin la presencia de obesidad, la inactividad física en sí misma constituye un

factor de riesgo independiente que predispone a enfermedades cardiovasculares y a otras alteraciones metabólicas y osteomusculares (11).

Cada vez se tiene mayor información que coincide en señalar el incremento de las enfermedades crónicas en numerosas etnias y culturas. Según un informe de la OMS, de los 45 millones de personas que fallecieron en el año 2002, tres cuartas partes se debieron a causas asociadas a estas afecciones (36).

En las Américas las enfermedades crónicas del adulto relacionadas con hábitos de alimentación, dieta inadecuada y falta de actividad física son la principal causa de muerte. Varios estudios coinciden en afirmar que en los últimos años la población ha modificado sus patrones de alimentación, aumentando el consumo de alimentos preparados fuera del hogar, las llamadas comidas rápidas y aquellas ricas en grasa y carbohidratos, mientras que se ha disminuido el consumo de cereales, frutas y fibra (36).

La población es cada vez más sedentaria debido a los procesos de urbanización, los adelantos tecnológicos y la inseguridad de las grandes ciudades. Se estima que más de la mitad de las personas que viven en áreas urbanas de Guatemala no hacen la actividad física necesaria para su edad y estado nutricional, de acuerdo a un estudio realizado en el 2003 por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala con colaboración de INCAP/OPS en el municipio de Villa Nueva, del departamento de Guatemala. Este mismo estudio muestra que las prevalencias de diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial (8% y 13% respectivamente) son similares a las encontradas en otros países Latinoamericanos, y que estas enfermedades son más comunes en mujeres mayores de 39 años y en personas con baja escolaridad y sin empleo remunerado (38).

Las relaciones entre actividad física y salud reúnen un conjunto muy amplio y complejo de factores biológicos y socioculturales. Dependiendo del énfasis y la manera de entender cada uno de dichos factores, pueden establecerse diferentes concepciones de las relaciones entre actividad física y la salud (41).

Desde una concepción terapéutica - preventiva, la actividad física es considerada fundamentalmente como un remedio para curar o prevenir diversas enfermedades, especialmente aquellas que se asocian con sedentarismo. Esta concepción se basa en el

hecho de que el gasto energético asociado a la actividad física puede provocar determinadas adaptaciones orgánicas consideradas factores de protección frente a las enfermedades. La práctica de la actividad física se valora en la medida en que provoca dichas adaptaciones, es decir, en la medida en que mejora o mantiene la condición física relacionada con la salud (41).

La relación entre la actividad física y la salud, también puede concebirse desde una perspectiva subjetiva donde la salud se vincula al concepto de calidad de vida, es decir la percepción por parte de los individuos o los grupos de que se satisfacen sus necesidades y no se les niegan oportunidades para alcanzar un estado de felicidad y realización personal que redunde en bienestar. La actividad física se considera fundamentalmente una experiencia personal y una práctica sociocultural, enfatizándose su potencial benéfico en el bienestar de las personas, las comunidades y el medio ambiente (41).

Actualmente, es reconocido que la actividad física tiene un efecto positivo en la salud de individuos y poblaciones. Su práctica regular, conjuntamente con buenos hábitos alimentarios, puede ayudar a evitar o retardar las manifestaciones de las enfermedades cardiovasculares y las complicaciones de salud asociadas con el sobrepeso y la obesidad (26, 37). El efecto de la actividad física en diversos indicadores y problemas de salud se muestra en el Cuadro 1:

Cuadro 1  
Efecto de la actividad física en diversos indicadores y problemas de salud

INDICADOR / PROBLEMA	EFEECTO DE LA ACTIVIDAD FISICA
Mortalidad general	Relación tipo dosis/respuesta. Menor en personas moderadamente activas, muy activas o con capacidad cardiorrespiratoria.
Mortalidad por enfermedades cardiovasculares	Relación tipo dosis/respuesta a partir de niveles moderados de actividad y de capacidad cardiorrespiratoria, ya que uno de los factores de riesgo de esta enfermedad es la hipertensión arterial y otra el sedentarismo que influye en la presión arterial y en el riesgo de muerte cardiovascular directamente.
Enfermedad coronaria	Relación fuerte e inversa.
Enfermedad cerebro vascular	No se ha demostrado una relación consistente. En 1994 se estudió que los sujetos sedentarios tienen mayor probabilidad de padecer de accidente cerebro vascular hemorrágico.
Presión arterial elevada	En estudios de cohorte la inactividad física se ha asociado con el riesgo de desarrollar hipertensión; los sedentarios, tienen 30% más

Presión arterial elevada	riesgo de desarrollar hipertensión arterial que los más activos. La actividad moderada disminuye la presión arterial. La actividad física produce vasodilatación muscular y modula la respuesta simpático-mimética, esta disminución de la respuesta simpática, podría inhibir el sistema renina angiotensina produciendo vasodilatación arterial con el consiguiente control de la presión arterial. También mejora la sensibilidad de los receptores insulínicos, lo que asociado con una disminución de la insulina circulante, podría contribuir a reducir la presión arterial por este mecanismo indirecto.
Aterosclerosis	En estudios longitudinales se ha demostrado que la actividad física, junto con una dieta baja en colesterol y con la modificación de otros factores de riesgo, reduce la intensidad de la lesión.
Perfil de lípidos y lipoproteínas	El ejercicio de entrenamiento aumenta las lipoproteínas de alta densidad (efecto protector). No se ha demostrado alguna asociación consistente con el ejercicio moderado. También existe evidencia que la actividad física aumenta la actividad de la lipoproteinlipasa (enzima que remueve el colesterol y los ácidos grasos de la sangre). También reduce el nivel de triglicéridos.
Isquemia	Promueve un mayor flujo sanguíneo coronario, mejora el intercambio de oxígeno y aumenta el diámetro de las arterias coronarias. Además disminuye el trabajo cardiaco por reducción de la resistencia periférica.
Trombosis	Disminuye el riesgo mediante el estímulo de la fibrinólisis, y la disminución de la adhesividad plaquetaria
Arritmia	La actividad física elevada disminuye el riesgo de arritmia y de muerte súbita durante su ejecución, a través de la mejor extracción de oxígeno miocárdico y de la modulación de la respuesta simpática.
Cáncer	Menor riesgo de cáncer de colon. No se ha demostrado la asociación consistente con el riesgo de cánceres de recto, mama, endometrio, ovario, próstata y testículo.
Diabetes	Efecto protector sobre la incidencia en la población. Mejora el control de la enfermedad. El mecanismo fisiológico por el cual la actividad física beneficia a los pacientes con diabetes y reduce la posibilidad de desarrollar la enfermedad, en aquellos con intolerancia a los glúcidos, sería a través de la modificación de la composición corporal (aumenta la masa muscular, disminuye el porcentaje de grasa). Además, parece tener una acción sinérgica con la insulina, de facilitar la entrada de la glucosa a la célula, aumentando la sensibilidad de los receptores de insulina.
Osteoartritis	No se ha demostrado asociación consistente. La actividad física regular, no competitiva no favorece su desarrollo. Con respecto a las personas que ya padecen enfermedad osteoarticular, sus síntomas disminuyen y mejora su movilidad al practicar ejercicios de moderada intensidad en forma regular. La razón fisiológica de esta mejoría podría deberse al aumento de la vascularización del cartílago durante la actividad física, que provee de más nutrientes a la zona.
Osteoporosis	La previene mediante tres mecanismos: a) favorece el pico de

Osteoporosis	masa ósea en la madurez; b) mantiene el pico óseo durante la tercera y cuarta décadas de vida; c) previene la pérdida de masa ósea a partir de la cuarta o quinta década de vida
Obesidad	Promueve la pérdida de grasa al mismo tiempo que preserva la masa muscular. Tiene una relación tipo dosis/respuesta, en función de su frecuencia y duración, con la pérdida de peso. Combinada con la dieta, la regulación del peso corporal a largo plazo, es más efectiva. La actividad física también aumenta el metabolismo basal.
Ansiedad y depresión	La actividad física disminuye sus síntomas, y parece disminuir el riesgo de padecerlas. Algunos autores refieren que la actividad física aumenta la cantidad de receptores cerebrales de norepinefrina, dopamina o serotonina, o el aumento de endorfinas. Por otro lado el aumento de la temperatura corporal durante el ejercicio, disminuye la tensión muscular.

Fuente: (8)

#### 4. Beneficios de la actividad física

Cada vez es más evidente que un estilo de vida saludable incluye un nivel adecuado de actividad física, lo que contribuye de manera importante a prevenir múltiples enfermedades (8). En los últimos años se ha generado abundante literatura científica que documenta los numerosos efectos positivos de la actividad física sobre la salud.

Con lo revisado hasta aquí, se puede afirmar que la actividad física protege contra el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares y modifica de manera favorable otros factores de riesgo, tales como la presión arterial elevada, las concentraciones sanguíneas de lípidos, la resistencia a la insulina y la obesidad. La actividad física también es importante en el tratamiento de pacientes con este tipo de factores de riesgo y de aquellos que están en condiciones de desarrollarlos; se incluye también, a los pacientes hipertensos, con angina estable, con enfermedad vascular periférica, o que han tenido un reciente infarto del miocardio o insuficiencia cardíaca (8).

La actividad física produce una variedad de cambios en el individuo, desde la forma corporal, tamaño de los órganos, las capacidades funcionales del sistema cardiovascular y respiratorio, hasta cambios en los recursos metabólicos, es decir, estructuras celulares y procesos metabólicos como también en los mecanismos moleculares, autorregulatorios,



humoral, nervioso y hormonal. Por lo tanto, se puede decir que la actividad física tiene incidencia positiva a distintos niveles:

a) Nivel óseo y articular - Se producen mejoras en la composición ósea, aumentando principalmente la vascularización y retención de minerales. Estructuralmente aumenta la masa ósea y se fortalecen los elementos constitutivos de la articulación (31, 34).

b) Nivel muscular - Aumenta la cantidad de las proteínas en el músculo, fortaleciendo estructuralmente las fibras musculares y tendones. Funcionalmente, hay una menor fuerza y resistencia, aumento y mejor actividad energética, mayor elasticidad y mejor coordinación motriz (sistema nervioso) (34).

c) Nivel cardiovascular - Estructuralmente, se refuerzan las paredes del corazón y aumenta su masa muscular. Respecto a los componentes, se da un aumento de glóbulos rojos, hemoglobina que transporta el oxígeno, mitocondrias, mioglobina y elementos defensivos (leucocitos y linfocitos). Disminuye la frecuencia cardiaca con lo cual el corazón se cansa menos al realizar una actividad. Estando en reposo, evita la acumulación de grasa en las paredes de las arterias y aumenta su elasticidad, mejora la circulación (3, 7, 28,48).

d) Nivel respiratorio - Aumento de la fuerza, resistencia y elasticidad en los músculos y órganos que intervienen en la respiración, amplía el volumen de la respiración disminuyendo el número de respiraciones por minuto y en general, mejorando la actividad respiratoria (7, 15).

e) Nivel metabólico - La actividad física hace aumentar el colesterol HDL y disminuye el colesterol LDL, mantiene correctamente los niveles de glucosa y mejora el proceso de eliminación de toxinas (2, 54).

f) Nivel psicosocial - Quien se habitúa a realizar actividad física suele tener un mayor bienestar general, consigo mismo y con los demás. Ayuda a descargar tensiones de diversos tipos y a aportar alegría, diversión y confianza en sí mismo (15).

Las personas sedentarias no siempre mantienen un balance entre el gasto energético y el consumo de alimentos. Para ellos, el consumo energético diario generalmente excede sus

requerimientos energéticos; esta falta de precisión en regular el consumo de alimentos con el bajo espectro de actividad física, favorece la obesidad, que es común en sociedades desarrolladas (20).

## **B. Gasto Energético**

La energía se define como la capacidad de realizar un trabajo. En nutrición, alude a la forma como el organismo usa la energía contenida en los enlaces químicos dentro de los alimentos, liberada mediante el metabolismo (29).

El gasto energético se refiere a la cantidad de energía que el organismo consume para mantener sus funciones corporales normales, la homeostasis y la actividad (29, 46).

El gasto energético diario total para fines teóricos y analíticos se divide en tres componentes: índice metabólico en reposo, efecto térmico de la alimentación y efecto térmico de la actividad física.

### **1. Índice metabólico en reposo (IMR)**

Salvo en sujetos extremadamente activos, el consumo de energía en reposo constituye la mayor parte (60 -75%) del gasto energético, la cual se invierte en el mantenimiento de las funciones corporales normales y la homeostasis. Entre estas se incluyen la respiración y circulación, la síntesis de compuestos orgánicos, el bombeo de iones a través de las membranas, la energía consumida por el sistema nervioso central y el mantenimiento de la temperatura corporal (29, 46).

Para referirse a esta porción del gasto energético diario también se utiliza el “índice metabólico basal” (IMB) definido como la cantidad mínima de energía consumida que es compatible con la vida. Se mide temprano en la mañana, después de dormir de 12 a 18 horas, en un estado de post-absorción y de descanso físico y mental, en un ambiente termoneutral. Si no se cumplen todas estas condiciones, entonces el consumo de energía

debe referirse como “índice metabólico en reposo” (IMR) que se mide en cualquier momento del día, tres o cuatro horas después de la última comida (8, 29, 46).

Por razones prácticas y conceptuales, actualmente el IMB rara vez se mide, ahora se mide el IMR (o gasto energético en reposo) que puede ser (no siempre) más alto que IMB (46).

Entre los factores que afectan al consumo de energía en reposo están: el tamaño y la composición corporal, la edad, el sexo y el estado hormonal. La fiebre y cambios extremos en la temperatura ambiental son factores que también pueden afectar (29, 46).

## 2. Efecto térmico de la alimentación (ETA)

El efecto térmico de la alimentación es el incremento en el gasto energético por la ingestión de alimentos (11). Representa casi 10% del gasto energético diario, e incluye los costos energéticos de la absorción de los alimentos, su metabolismo y almacenamiento (29, 46).

Puede dividirse en dos componentes: obligatorio y facultativo (o de adaptación). La termogénesis obligatoria es el costo energético relacionado con la absorción y transporte de nutrimentos y, la síntesis y almacenamiento de proteínas, grasas y carbohidratos. La energía gastada por arriba de la termogénesis obligatoria es la termogénesis facultativa y se cree que en ella interviene en parte la actividad del sistema nervioso simpático (29,46).

El ETA varía según el contenido energético y la composición de la dieta, siendo mayor tras el consumo de carbohidratos y proteínas que de grasas. Después de la ingestión de una comida, el gasto energético aumenta por cuatro a ocho horas, cuya magnitud y duración dependerá de la cantidad y tipo de macronutrientes consumidos (29, 45, 46).

Se ha observado que el ETA decrece con la edad lo que puede estar asociado con el desarrollo de la resistencia insulínica (46).

### 3. Efecto térmico de la actividad física

El efecto térmico de la actividad física se refiere a la energía gastada por medio del ejercicio voluntario y la energía invertida en la actividad involuntaria, como el escalofrío, la agitación nerviosa y el control de la postura. Es el componente más variable del gasto energético diario. En personas sedentarias puede ser de tan sólo 100 kcal/día, mientras que en personas muy activas se puede aproximar a las 3000 kcal/día (29, 46).

La energía consumida durante la actividad física varía considerablemente dependiendo del tamaño corporal y la eficiencia de los hábitos individuales de movimiento; además del tipo, la intensidad y la duración de la actividad física realizada. La condición física también afecta al consumo de energía de la actividad voluntaria, probablemente debido al aumento en la masa muscular. La energía consumida por la actividad física tiende a disminuir con la edad, tendencia que se relaciona con una disminución de la masa libre de grasa y un aumento de la adiposa (20, 29, 46).

Los tres componentes del gasto energético se solapan a menudo durante el curso de un día normal. Aunque las variaciones diarias en el equilibrio energético provoquen en las personas un ligero déficit o bien, un excedente energético, el mantenimiento de un peso corporal estable depende del acoplamiento estrecho entre la ingesta y el gasto de energía por periodos de tiempo largos (46).

Si no se mantiene un equilibrio energético, adoptando hábitos saludables de alimentación y de ejercicio regular, se puede iniciar el sobrepeso y el desarrollo de obesidad. Por el contrario, cuando hay déficit de energía consumida, se produce un imbalance negativo con lo cual se pierde peso y si ésta persiste, se puede iniciar la desnutrición (29). De aquí que se pueda definir el estado nutricional como el reflejo del grado con que la persona satisface sus necesidades fisiológicas de energía y nutrientes.

La evaluación del estado nutricional para que sea completa, debe incluir la medición del consumo de energía utilizando los instrumentos adecuados (46).

### C. Medición del Gasto Energético y del Patrón de actividad Física

La unidad estándar para medir la energía es la caloría, definida como la cantidad de calor (energía térmica) necesaria para elevar la temperatura de un mililitro de agua un grado Celsius, de 14 a 15°C. Suele utilizarse la Kilocaloría (Kcal.) que equivale a 1 000 calorías. El joule (J), mide la energía en términos de trabajo mecánico (energía mecánica), y se refiere a la cantidad de energía requerida para acelerar un Newton (N) una distancia de un metro. Una kilocaloría equivale a 4.184 kJ (29).

Existen métodos directos e indirectos para medir el consumo de energía en el ser humano. Es importante comprender sus diferencias y formas de aplicación en circunstancias prácticas y de investigación (29).

#### 1. Calorimetría directa

La calorimetría directa mide la cantidad de calor que produce un sujeto situado dentro de una estructura que le permita grados moderados de actividad. Para realizar esta medición, es necesaria una cámara en donde se suministra oxígeno y el sujeto puede vivir y trabajar por un periodo de por lo menos 24 horas. Se circula alrededor de la cámara un volumen conocido de agua; debido a que ésta no está aislada, el calor producido e irradiado por el individuo, es absorbido por el agua circulante; por lo que el cambio en la temperatura de ésta refleja el metabolismo energético, para cierto tiempo. Para proveer adecuada ventilación, el aire exhalado es removido y dirigido a un sistema químico que elimina la humedad y absorbe el CO<sub>2</sub> (20).

Este método proporciona una medida de la energía que se consume en forma de calor, pero no brinda información sobre la clase de combustible que se está oxidando. El método también es limitado por el carácter confinado de la prueba. De ahí que la medición del consumo total de energía de esta forma no sea representativa de un ambiente libre. El empleo del método tiene muchas limitaciones, entre ellas, su alto costo e ingeniería compleja (8, 29).

## 2. Calorimetría indirecta

Todas las reacciones corporales que liberan energía, dependen de la utilización de oxígeno. Es posible obtener una estimación indirecta del gasto energético midiendo el consumo de oxígeno; esto se debe a que un litro de oxígeno consumido se aproxima a un gasto de energía cercano a las 5 Kcal. (20). Al comparar este método con la calorimetría directa, se puede comprobar que es un método confiable ya que tiene muy buena exactitud y precisión (48, 49).

La calorimetría indirecta estima el consumo de energía al determinar el consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono del organismo en un determinado periodo. El equipo que se utiliza es variable, pero la persona comúnmente respira con una boquilla o en una campana ventilada a través de las cuales se recolectan sus gases exhalados. La calorimetría indirecta ofrece la ventaja de la movilidad y el bajo costo del equipo. La forma más ampliamente utilizada de este método es la medición del IMR a través de un pabellón de intercambio de gases de respirador. Estas campanas ventiladas son de utilidad pero ofrecen menos ventajas para medir la energía consumida durante la actividad física (29).

Se han utilizado muchos métodos para medir el consumo de oxígeno y la producción de CO<sub>2</sub> en reposo. Generalmente se usa el método de "circuito abierto" en el que el sujeto inhala aire del ambiente y ambos extremos del sistema están abiertos a la presión atmosférica; el aire inspirado y expirado se captan separadamente por una válvula respiratoria de tres vías. Los gases expirados son usualmente recolectados en una bolsa de Douglas o un respirómetro de Tissot para la medición del contenido de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. De este proceso se puede realizar el análisis del volumen y de la composición del aire exhalado, que provee una vía para medir el consumo de oxígeno e inferir el gasto energético (20, 46).

Con la calorimetría indirecta se obtienen datos que permiten el cálculo del cociente respiratorio ( $RQ = \text{moles de CO}_2 \text{ exhalado} / \text{moles de O}_2 \text{ consumido}$ ); que puede ser convertido en unidades de calor (calorías) por kilogramo de peso corporal por hora y extrapolar el consumo de energía en 24 horas; sin embargo, es sólo una forma de calcular el gasto energético. El cociente respiratorio depende de la mezcla de combustible que se está metabolizando. El correspondiente a los carbohidratos es de 1.00, en virtud de que el número de moléculas de CO<sub>2</sub> que se producen equivale al número de moléculas de oxígeno que se consumen (29).

El valor de energía de 4.825 kcal/L de oxígeno consumido, se utiliza como factor para estimar el gasto de energía en condiciones basales, fundamentado en el consumo de oxígeno cuando no se mide el CO<sub>2</sub>. Cuando éste último se mide, el valor de energía varía de acuerdo al CR. A este valor se le llama equivalente metabólico (MET) (29), y es un múltiplo del metabolismo basal (20).

### 3. Agua doblemente marcada

La técnica del agua doblemente marcada para medir el consumo de energía total se basa en el principio de que puede estimarse la producción de dióxido de carbono a partir de las diferencias en las tasas de eliminación de hidrógeno y oxígeno del organismo. El principio del método es que, después de administrar una dosis de agua marcada con óxido de deuterio y oxígeno-18, el deuterio es eliminado del organismo en forma de agua y el oxígeno 18 es eliminado como agua y dióxido de carbono. Se miden las tasas de eliminación de los dos isótopos en un periodo de 10 a 14 días mediante el muestreo periódico del agua corporal recurriendo a orina, saliva o plasma. La diferencia entre las dos tasas de eliminación es una medida de la producción de dióxido de carbono. Esta última puede igualarse al consumo de energía total, utilizando las técnicas estándares de calorimetría indirecta, para calcular el gasto de energía (29).

Esta técnica ofrece diversas ventajas que la vuelven el método ideal para medir el consumo de energía total en diversas poblaciones. En primer término, proporciona una medida del gasto de energía que incorpora todos sus componentes: consumo de energía en reposo, efecto térmico del alimento y la energía consumida durante las actividades físicas. La técnica es fácil de administrar, y el sujeto podrá luego dedicarse a actividades libres durante todo el periodo de medición, por lo que proporciona una medida del consumo de energía total habitual y típica que una persona tiene durante el día. Este procedimiento también constituye un método que permite validar otras estimaciones de los aportes de energía. La desventaja es el costo de los isótopos estables y la experiencia que se requiere para operar el espectrómetro de masa tan refinado y costoso para el análisis de los isótopos. Además, no aporta información sobre el patrón de actividad física del individuo (29).

#### 4. Registro de frecuencia cardiaca

Como resultado de las dificultades para medir el consumo de oxígeno, se han propuesto diferentes métodos para estimarlo a partir de otras variables simples, como el pulso arterial. De hecho, ya en 1950, se reconocía que el aumento del consumo de oxígeno en el trabajo estaba estrechamente relacionado con el incremento de pulso y, el número de pulsaciones durante el trabajo daba información bastante confiable del costo energético. Aún cuando esta información está basada en estudios de laboratorio, existen algunas limitaciones en la práctica para estimar el gasto de energía con este método. Un aspecto importante es que la relación entre ambas variables no es igual para todas las personas, de manera que cada sujeto debe ser evaluado para establecer su propia relación entre consumo de oxígeno y frecuencia cardiaca. De esta relación se obtiene una ecuación de regresión lineal que se denomina “curva de calibración”; al carecer de esta curva, sólo es posible determinar el nivel de actividad física y no el gasto energético (22, 51, 52).

El registro de frecuencia cardiaca, utilizado para medir gasto energético, esta basado en la correlación entre frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno durante actividades físicas moderadas e intensas. Sin embargo, la correlación disminuye en los niveles de actividad física más bajos (leves), y la valoración de la frecuencia cardiaca podría verse alterada por eventos tales como ansiedad o cambios en la postura, pero que no son significativos en el consumo de oxígeno (46).

Entonces, puede decirse que hay dos rangos de frecuencia cardiaca: en reposo y en actividad. Consecuentemente, es necesario determinar un punto crítico de frecuencia cardiaca en la curva de calibración obtenida, denominado punto de inflexión o punto FLEX, el cual, será el registro de la frecuencia cardiaca mínima para actividades moderadas e intensas, ya que de ese punto para arriba el consumo de oxígeno con la frecuencia cardiaca tiene una relación lineal; y, el registro de la frecuencia cardiaca máxima para actividades muy leves o en reposo, ya que de ese punto para abajo no hay relación constante con el consumo de oxígeno (27, 50). Una vez calculada la curva de calibración y el punto FLEX, puede estimarse el gasto energético por este método, además del patrón de actividades de un individuo (24, 25, 50).

Estudios que comparan la frecuencia cardiaca con la calorimetría indirecta o con el agua doblemente marcada concluyen que la frecuencia cardiaca provee una estimación muy cercana del gasto energético total y valora objetivamente el patrón de actividad física a nivel



poblacional. Concluyen que este método es una de las mejores técnicas de campo disponibles para la valoración objetiva de niveles de actividad física, siempre y cuando sea realizada la curva de calibración (24, 25, 50).

#### 5. Registro de movimiento-tiempo

En esta técnica, un observador o el sujeto mismo registra la duración de cada actividad que ejecuta durante el día. Se determina el costo energético para cada actividad o se utilizan valores promedio. El tiempo dedicado para cada actividad se multiplica por el costo energético correspondiente y el gasto energético total se obtiene de la sumatoria de estos valores (8, 52).

Este registro proporciona información cualitativa y semicuantitativa acerca del patrón de actividad del sujeto, además del tipo, frecuencia y duración del mismo. Sin embargo, generalmente las observaciones son incómodas para el sujeto y pueden inducir cambios en el comportamiento; además de que requiere de tiempo tanto para el observador como para el sujeto (29).

#### 6. Sensores o detectores de movimiento

Los detectores de movimiento son aparatos colocados en el cuerpo para cuantificar el gasto energético asumiendo que el movimiento o aceleración de los miembros inferiores y el torso está estrechamente relacionado con el gasto energético de todo el cuerpo. Los podómetros (contadores de pasos) son utilizados para cuantificar movimiento en términos de número ( $\text{pasos} \cdot \text{tiempo}^{-1}$ ); sin embargo, es limitado por problemas de la calibración del dispositivo y la inhabilidad para diferenciar tipo, frecuencia, duración e intensidad de la actividad física. Estudios que han utilizado este instrumento concluyen que es inadecuado para hacer mediciones repetidas ya que presenta inconsistencia en distancias determinadas (21, 53).

Los acelerómetros uniaxiales y triaxiales pueden llegar a medir la frecuencia y magnitud con que el centro de la masa corporal se desplaza durante el movimiento. Sin embargo, la

alteración potencial de los patrones de actividad física y el costo de los instrumentos de alta calidad limita la practicabilidad de utilizar este tipo de sensores para medir la actividad física y por ende el gasto energético. No se ha encontrado información concreta para asociar el registro obtenido de actividad con mediciones directas de gasto energético en condiciones normales (21, 53).

Todos estos instrumentos electrónicos no han sido utilizados en grandes estudios ya que su validez aún no ha sido demostrada (16).

## 7. Cuestionarios de actividad física

Los cuestionarios de actividad física son los instrumentos más utilizados actualmente para determinar actividad física y gasto energético en estudios epidemiológicos de salud a gran escala. Los cuestionarios de actividad física son relativamente fáciles, baratos y poco reactivos para estimar la actividad física y el gasto energético (21).

Generalmente, requieren del seguimiento de un comportamiento específico de actividad física o una estimación general del nivel de actividad física de la persona. El registro de la información puede ser inmediato, en donde la persona lleva un diario detallado de cada actividad física realizada; o por recordatorio, en donde la persona recuerda las distintas actividades realizadas en un periodo de tiempo determinado. En los cuestionarios en forma de diario se han observado que son muy exactos, pero a veces las personas no están dispuestas a anotar todas las actividades que realizan durante el día o pueden alterar su patrón normal de actividades para simplificar el procedimiento. Debido a esto, la técnica del recordatorio es la más práctica y más utilizada (22, 56).

Existen en la actualidad diversos cuestionarios diseñados para evaluar la actividad física y el gasto energético. Sin embargo, cada uno presenta diferencias en cuanto a los métodos de administración, tiempo de evaluación de la actividad, tipo de actividad evaluada y escala de medida utilizada (56).

En un estudio de Bouchard y colaboradores, se diseñó un récord de actividades de tres días, el cual debía incluir dos días durante la semana y uno de fin de semana, pues se ha

determinado que el gasto energético de un individuo no es constante día a día, y que las variaciones más importantes durante la semana se dan en los fines de semana. El gasto energético se dio en una escala de uno a nueve puntos y se utilizaron datos de la literatura para determinar el gasto energético total para cada individuo (5).

En los últimos años se ha determinado que puede clasificarse mejor a los individuos según su nivel de actividad física, utilizando cuestionarios menos complejos. En un estudio de Washburn y colaboradores se utilizó un cuestionario que determinaba la frecuencia de actividades que provocan sudoración. El estudio estimaba el número de gradas subidas en el día, el promedio de cuerdas caminadas y la frecuencia y duración de actividades recreativas en la semana (54)

Obarzanek y colaboradores determinaron el patrón de actividades físicas aeróbicas en niñas, utilizando la lista que incluía 24 diferentes actividades entre las que estaban saltar cuerda, jugar pelota y montar bicicleta. Las participantes anotaban el tiempo diario dedicado a diferentes actividades, en periodos de 15 minutos y se asignaba un código de uno a cinco a cada actividad según su intensidad (33).

Estos estudios en general, buscan determinar información relevante de las actividades físicas de las personas por medio de cuatro componentes. El primero es el periodo de tiempo que los individuos deben recordar, el cual va de cinco minutos hasta uno o varios años. El segundo componente es la naturaleza y detalle de las actividades, puede pedirse a los participantes información acerca de la intensidad y duración de actividades específicas o simplemente preguntar si ha desarrollado o no ciertas actividades. El tercer componente es la forma de recolectar la información, la cual puede ser por correo, teléfono, entrevista, auto administración o una combinación de éstos. El último componente es la escala a utilizar para clasificar las actividades, la cual puede tomarse de la literatura o determinarse individualmente por métodos directos (22).

Regularmente en las entrevistas o encuestas, las actividades se clasifican de acuerdo con una escala y se obtiene un puntaje total para cada individuo que lo clasifica como sedentario, intermedio o muy activo. Además puede determinarse el número total de horas por semana dedicadas a diferentes actividades (6).

Las encuestas en forma de diario utilizan periodos de tiempo menores de 24 horas y la información es anotada directamente por el individuo estudiado. Las encuestas de recordatorio determinan el tipo de actividad en periodos de tiempo de uno a siete días por medio de entrevistas personales o por teléfono. Este procedimiento se deriva del utilizado por Yasin (56), en el cual el tiempo dedicado a diferentes actividades era convertido a energía utilizando valores de intensidad ya publicados; el cuestionario consistía de recordatorios en periodos de cinco minutos para un día durante la semana y otro fin de semana (22, 56).

Finalmente, las historias cuantitativas cuestionan al individuo acerca de las actividades llevadas a cabo en un periodo mayor de tiempo, por lo que la encuesta puede dividir las actividades en ocupacionales y recreativas. En el estudio de Framingham, las horas dedicadas a actividades sedentarias, moderadamente activas, activas y muy activas se multiplicaban por las constantes 1.1, 1.5, 2.4 y 5 MET respectivamente y las horas de sueño por uno (19).

a) Cuestionario para la Determinación del Nivel de Actividad Física en Población Rural Guatemalteca - Este cuestionario fue validado en el año 2000 con grupos de hombres y mujeres adultos residentes en aldeas del Municipio de El Júcaro del Departamento de El Progreso, Guatemala. Para la validación se utilizó el método de registro de la frecuencia cardiaca minuto a minuto (14).

No se establecieron las ecuaciones de regresión entre consumo de oxígeno y frecuencia cardiaca para calcular el gasto energético, sino que se calculó utilizando los supuestos de equivalencias entre frecuencia cardiaca de reserva y el gasto energético expresado en MET, propuesto por el American College of Sports Medicine, para convertir la frecuencia cardiaca a MET y determinar la intensidad del ejercicio (14).

La confiabilidad de la reproducibilidad de los resultados del cuestionario fue buena, tanto para los hombres como para las mujeres; sin embargo, la validez de los resultados del cuestionario fue buena sólo para los hombres pero no para las mujeres (14).

b) Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) - La inactividad física es considerada actualmente como un problema de salud global, pero hasta hace poco no existían formas estandarizadas para su medición lo que dificultaba la comparación y

vigilancia a nivel internacional. La iniciativa para desarrollar un instrumento internacional para la medición de la actividad física inició en Ginebra en 1998, y fue seguida por numerosas pruebas de confiabilidad y validación en 14 lugares de seis continentes distintos. Los resultados finales sugieren que estos tienen propiedades aceptables de medición para uso en muchos escenarios y en diferentes idiomas (9).

El propósito del IPAQ es proporcionar un instrumento común que se pueda utilizar para obtener datos comparables internacionalmente sobre actividad física vinculada a la salud (9).

El IPAQ podría ser adecuado para utilizarse en sistemas de monitoreo y vigilancia regionales, nacionales e internacionales, en proyectos de investigación y en la planificación y evaluación de programas de salud pública (9).

Existen varias versiones del IPAQ, disponibles en versiones largas (5 secciones de actividades examinadas independientemente) y versiones cortas (4 elementos genéricos) para administrarlos por vía telefónica, entrevista o auto-administrados. Las versiones cortas proveen información del tiempo que utiliza el individuo para caminar, para actividades fuertes y moderadas, y el tiempo de actividades sedentarias (9).

Cabe mencionar que en los instructivos de uso de estos cuestionarios se recomienda que no se haga ningún cambio en el orden o estilo de las preguntas, ya que esto puede afectar las propiedades psicométricas del instrumento. No obstante, existe información que sugiere que el orden de las preguntas del IPAQ original influye en el volumen de actividad física reportada por los sujetos, pero hasta el momento únicamente se cuenta con datos preliminares de un estudio realizado en Hawaii el cual sugiere que el invertir el orden de las preguntas del cuestionario (empezando por las actividades ligeras, luego las moderadas y por último las intensas) podría mejorar la validez, ya que las actividades fuertes se sobreestiman con una diferencia de 171 minutos/semana y las ligeras se subestiman con una diferencia de 120 minutos/semana<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Comunicación personal, Dr. Michael Pratt, CDC, Atlanta.

## D. Evaluación de Cuestionarios de Actividad Física

Todo cuestionario de actividad física que sea diseñado debe ser evaluado según los criterios siguientes para determinar su utilidad:

### 1. Validez

La validez se refiere a la exactitud de medir el valor real; es decir, que a menor diferencia entre el valor observado y el valor real, la validez será mayor. Para validar los cuestionarios es necesario comparar los resultados con los obtenidos con otros instrumentos y/o métodos considerados “estándar de oro”, y utilizar pruebas estadísticas como el coeficiente de correlación o medidas de asociación como valores predictivos positivos y negativos (17, 18, 43).

### 2. Confiabilidad

La confiabilidad o precisión se refiere a que el método proporcione los mismos valores al ser repetidos bajo las mismas condiciones. La confiabilidad ha sido evaluada en los cuestionarios existentes por medio de prueba-reprueba y utilizando métodos estadísticos como el coeficiente de correlación de Pearson (32, 51, 54).

### 3. Carácter práctico

El carácter práctico se refiere a la factibilidad en términos de tiempo, comodidad y costos tanto para el participante como para el investigador (32, 54).

### 4. Relación con la enfermedad

Este último criterio de evaluación se refiere a que si los resultados del cuestionario han sido evaluados con relación a enfermedades crónicas no transmisibles o factores de riesgo asociados con la enfermedad (32, 54).

### III. JUSTIFICACIÓN

En los últimos 40 años, la investigación científica ha demostrado que la inactividad y el sedentarismo contribuyen sustancialmente a aumentar las enfermedades crónicas prevalentes en sociedades industrializadas y poblaciones urbanas de países en desarrollo.

El aumento en la prevalencia de la obesidad en la población se ha producido en forma paralela al aumento del sedentarismo, asociándose a ésta como un fenómeno de causa – efecto debido principalmente a los factores que engloba la urbanización.

Las consecuencias del sobrepeso y la obesidad por aumento de la grasa corporal son serias para un país, dado que esta se asocia con un aumento de morbilidad y mortalidad en personas de edad productiva, lo que incrementa los gastos en salud pública y afecta negativamente la productividad.

Actualmente existen diversos métodos para evaluar la actividad física de una persona, desde los más simples y económicos como lo son los cuestionarios, hasta los más sofisticados y costosos como el agua doblemente marcada.

En estudios epidemiológicos, los cuestionarios son los más recomendables para estimar los niveles de actividad física en las personas, y poder establecer si existen relaciones de causalidad entre esta y ciertas enfermedades crónicas no transmisibles. En la literatura se encuentran varios cuestionarios diseñados para la evaluación de la actividad física; sin embargo, se debe evaluar su validez para ser aplicados en una población específica.

En Guatemala se validó un cuestionario para la determinación de actividad física en población rural, pero su extensión no permite su aplicación a nivel epidemiológico, por lo que no se cuenta con un instrumento válido capaz de ser utilizado en estudios para relacionar la actividad física con riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, calidad de vida y longevidad en población urbana.

El Cuestionario Internacional de Actividad Física ha sido validado a nivel internacional con el propósito de ser aplicado indistintamente y poder realizar comparaciones con otras poblaciones. No obstante, existe información que sugiere que el orden de las preguntas de

este cuestionario podría sobre o subestimar la duración e intensidad de distintas actividades reportadas por los sujetos; pero hasta el momento no se ha validado si el invertir el orden de las preguntas mejora la precisión y validez.

La información limitada sobre los riesgos que trae la inactividad física hace necesario realizar un análisis comparativo sobre la validez del Cuestionario Internacional de Actividad Física versión corta original y una versión modificada (invirtiendo el orden de las preguntas), para evaluar actividad física en adultos del área urbana de la ciudad de Guatemala. El análisis comparativo permitirá obtener un instrumento válido para utilizarlo en futuras investigaciones de salud pública, que provea de datos que se puedan generalizar y que sean comparables internacionalmente.



## IV. OBJETIVOS

### A. General

Evaluar la validez de la versión corta del Cuestionario Internacional de Actividad Física y una versión modificada en hombres y mujeres de 18 a 39 años de edad, de la ciudad de Guatemala.

### B. Específicos

1. Determinar el nivel de Actividad Física obtenido con la versión original del Cuestionario Internacional de Actividad Física y compararlo con el nivel de Actividad Física obtenido con una versión modificada del mismo.

2. Estimar el gasto energético diario y el patrón de actividades utilizando la técnica de registro de frecuencia cardiaca minuto a minuto.

3. Validar los resultados de los dos Cuestionarios, comparándolos con el gasto energético diario y el patrón de actividades obtenido por la técnica de registro de frecuencia cardiaca minuto a minuto.

## V. HIPÓTESIS

El Cuestionario Internacional de Actividad Física versión modificada tendrá un coeficiente de correlación mayor al de la versión original cuando se compare con el gasto energético diario y el patrón de actividad física calculado por el método de frecuencia cardiaca minuto - a - minuto.

## VI. MATERIALES Y METODOS

### A. Población

Hombres y mujeres adultas, entre 18 y 39 años de edad, aparentemente saludables, alfabetas y residentes en la ciudad de Guatemala.

### B. Muestra

Se obtuvo una muestra por conveniencia de 57 personas (28 hombres y 27 mujeres) que decidieron participar en forma voluntaria.

### C. Tipo de Estudio y Diseño

El estudio fue de tipo cuasi-experimental y transversal. Cada persona asistió al laboratorio de Fisiología del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) en donde por medio de entrevista dirigida, se administró en forma individual, una de las versiones del cuestionario.

Para estimar el gasto energético diario y el patrón de actividad física de cada participante, se determinó la curva de calibración, es decir la relación entre el consumo de oxígeno y la frecuencia cardiaca en reposo y en ejercicio. En el transcurso de la siguiente semana a la prueba, se registró la frecuencia cardiaca minuto a minuto de cada participante, en tres días diferentes no consecutivos, que también fue necesario realizar para el cálculo del gasto energético diario y el patrón de actividad física.

El último día, después de retirar el registrador de frecuencia cardiaca, se aplicó la otra versión del cuestionario por entrevista dirigida, en el lugar donde se encontraba el sujeto. El

orden en que se administraron las dos versiones del cuestionario se determinó al azar, utilizando una moneda: escudo, para el cuestionario modificado, y cara, para la versión original.

## **D. Materiales**

### 1. Instrumentos

a) “Formulario de consentimiento para participar en el estudio *Análisis Comparativo de la validez del cuestionario internacional de actividad física versión corta original y la versión modificada en adultos de la ciudad de Guatemala*” (Anexo 1).

b) “Formulario de Datos Generales”, que incluyó los criterios de inclusión y exclusión para el estudio (Anexo 2).

c) Cuestionario IPAQ versión corta original y la versión modificada por la autora (Anexos 3 y 4 respectivamente), con instructivo (Anexo 5).

d) “Formulario para el cálculo de las curvas de calibración” (Anexo 6).

e) “Formulario para el registro de frecuencia cardiaca” (Anexo 7).

### 2. Equipo y materiales para el cálculo, selección de la muestra, tabulación y análisis

a) Equipo de cómputo

b) Programa para el cálculo de la muestra PC-Size: consultant, versión 1.01, 1990.

c) Programas para manejo de datos y estadístico (Excel XP, Systat versión 9.01 y Stata 6.0)

d) Materiales y útiles de oficina

3. Equipo y materiales para la estimación del gasto energético diario y patrón de actividad física por medio del registro de la frecuencia cardiaca minuto - a - minuto.

a) Registradores de frecuencia cardiaca minuto-a-minuto, (Polar Vantage XL, modelo 8799, Polar Electro Oy, Computer Instruments Corp., Finlandia), que constan de un transmisor de la frecuencia cardiaca por telemetría (que se coloca por medio de un cinturón elástico, con electrodos incorporados, alrededor del tórax del sujeto) y un receptor de telemetría que se asemeja a un reloj de pulsera, con capacidad para almacenar más de 1440 minutos (24 horas) (Anexo 8).

b) Unidad de interfase (de Polar CIC, o Polar Electro Oy, Finlandia), para la transferencia de datos del receptor a una computadora.

c) Programa Polar Precision Performance (Versión 2.1, Polar Electro Oy, Finlandia, 1999) para limpieza de datos.

d) Programa SAS (SAS Institute Inc, Carolina del Norte, versión 8.0) para el cálculo del gasto energético diario.

h) Diskettes.

i) Banda sin fin (cardio-excersice treadmill, Quinton Instruments, modelo 18-54, Seattle, Washington).

- j) Analizador de oxígeno (Ametek, Termos instruments división, modelo S – 3 A, Pittsburgh) (Anexo 8).
- k) Gases para calibrar el analizador de oxígeno.
- l) Gasómetro (Rayfield equipment Ltd., Waistfield, Vermont) (Anexo 8).
- m) Gasómetro tipo Tissot (Collins, Boston MA), para calibrar el gasómetro Rayfield (Anexo 8).
- n) Mascarilla y válvulas respiratorias (Hans Rudolph Inc. modelo 7900, Kansas City).
- o) Sistema de tubos corrugados.
- p) Barómetro y termómetro, ambos de mercurio.
- q) Cronómetros.
- r) Hélice de Wilmore (Anexo 8).
- s) Caja mezcladora de gases (Anexo 8).

## **E. Metodología**

### **1. Determinación del tamaño de muestra, criterios de inclusión y reclutamiento**

a) Cálculo del tamaño de muestra - El tamaño de muestra para el estudio se calculó utilizando el programa de computo PC-SIZE: Consultant; versión 1.01 (1990) para comparación de muestras pareadas. Para este cálculo se tomó en cuenta la diferencia esperada y el estimado de la variabilidad de las diferencias.

El cálculo del tamaño de muestra se basó en datos previos en que el estimado del promedio de una diferencia mínima fue de 190 minutos y la desviación estándar de las

diferencias de 473 minutos entre pre y post-test; utilizando un nivel de error de 0.050 y un poder de detección de 80% (9).

Sobre esta base se calculó un tamaño de muestra de 50 personas. Se tomó un margen de seguridad por pérdida de sujetos del 20%, por lo que la muestra total fue de 60 personas. Se decidió estratificar la muestra según sexo (30 sujetos por grupo de hombres y mujeres).

b) Criterios de inclusión - Haber aprobado como mínimo sexto año de educación primaria, gozar de buena salud, tener un IMC mayor de 17 (delgadez moderada – severa) y menor de 35 (sobrepeso moderado – severo), disponer de tiempo para realizar las pruebas, y haber firmado la carta de consentimiento informado (Anexo 2). Se excluyó a los sujetos con diagnóstico de cardiopatía de cualquier etiología, diabetes, hipertensión arterial, o con cualquier enfermedad crónica o discapacidad que limitara su actividad; y también, a las mujeres embarazadas.

c) Para la selección de la muestra - Se utilizó una muestra por conveniencia y los participantes fueron reclutados voluntariamente contactándolos por nexos familiares, de amistad, de estudio o trabajo; o, en diferentes instituciones tales como iglesia, gimnasios y universidades. Inicialmente se les aplicó el formulario de datos generales (Anexo 2). Los sujetos que cumplieron con los criterios de inclusión, firmaron el consentimiento informado para poder ser incluidos en la muestra de estudio, en el grupo determinado de hombres y mujeres.

Del total de la muestra (60 personas), se perdió un cinco por ciento (3 personas), ya que dos hombres no completaron las tres mediciones de frecuencia cardíaca, principalmente por rehusarse a usar el cinturón Polar para realizar el 100% de sus actividades cotidianas, y una mujer porque éste le causó irritación de la piel.

## 2. Para el diseño de instrumentos

a) “Formulario de consentimiento para participar en el estudio *Análisis Comparativo de la validez del cuestionario internacional de actividad física versión corta original y la versión modificada en adultos de la ciudad de Guatemala*” - Se diseñó tomando en cuenta los principios éticos para realizar investigación en personas. Incluyó la siguiente información: responsable del proyecto, propósito y detalles del estudio, riesgos, beneficios, confidencialidad de resultados y derecho a preguntar y retirarse del estudio.

b) “Formulario de Datos Generales” - Se elaboró con base a los objetivos del estudio e incluyó datos generales (nombre, dirección, teléfono, fecha de nacimiento, y ocupación) así como preguntas para confirmar cada uno de los criterios de inclusión.

c) IPAQ versión corta original y versión modificada – Se utilizó la versión corta original del IPAQ, elaborado por los miembros del grupo internacional para el desarrollo del Cuestionario Internacional de Actividad Física (1). Esta versión y el instructivo original, fue modificada por la autora.

Cada versión del instrumento contiene cuatro preguntas, las primeras tres sobre diferentes intensidades de la actividad:

i. Actividad fuerte.- Se refiere a la actividad que requiere un esfuerzo físico fuerte o intenso, es decir que hacen que la persona respire mucho más fuerte de lo normal.

ii. Actividad moderada.- Es la actividad que requiere un esfuerzo físico moderado y que hace que la respiración de la persona sea un poco más fuerte de lo normal.

iii. Caminar.- Se refiere al tiempo que la persona camina en su casa, el trabajo, para transportarse, como recreación, deporte o en su tiempo libre.

Cada pregunta consta de dos incisos en los cuales se cuestiona la frecuencia y duración de cada actividad en una semana usual (siete días en los que se hace lo acostumbrado o habitual).



La duración de cada actividad se pregunta siempre y cuando esta se hay realizado por 10 minutos seguidos o más.

La última pregunta de ambos cuestionarios se refiere al periodo de tiempo en que la persona pasa sentada.

La diferencia entre las dos versiones del cuestionario fue el orden en que se estructuraron las primeras tres preguntas; la versión IPAQ original inicia preguntando sobre las actividades fuertes, luego las moderadas y por último cuánto camina; la versión modificada empieza cuestionando sobre cuánto camina, luego las actividades moderadas y por último, las actividades fuertes.

d) “Formulario para el calculo de las curvas de calibración” – Se diseñó tomando en cuenta los datos generales (nombre, código de identificación, edad, y fecha), así como los necesarios para elaborar las curvas (tiempo, promedio de frecuencia cardiaca, volumen de aire expirado, consumo de oxígeno, porcentaje de oxigeno ambiental, temperatura del gasómetro, y presión barométrica).

e) “Formulario para el registro de frecuencia cardiaca” – Se elaboró con base a los objetivos del estudio e incluyó información sobre la fecha de medición, hora de inicio y hora de finalización del registro de la frecuencia cardiaca, hora en que el sujeto se acostó a dormir por la noche y la hora en la que se levantó, por la mañana.

### 3. Para la aplicación y estimaciones de la actividad física por cuestionarios

a) A cada sujeto se le entrevistó dos veces, una con el cuestionario IPAQ versión original y otra con la versión modificada, con un intervalo de tiempo de siete días entre cada uno.

b) El primer cuestionario, elegido al azar, fue aplicado cuando el participante asistió al laboratorio de fisiología del INCAP. La otra versión se aplicó en el lugar donde se encontraba

el participante (universidad, casa, trabajo, etc.), al retirarle el aparato de registro de frecuencia cardíaca minuto a minuto, el último día de esta medición.

c) Para aplicar ambos cuestionarios se buscó un lugar tranquilo y un horario conveniente para que el participante pudiera responder cómodamente las preguntas de la entrevista.

d) Al concluir la entrevista, por observación se revisó todo el cuestionario para verificar haber recolectado toda la información. Cuando se detectaron espacios en blanco, se confirmó la respuesta con el participante, antes de despedirlo.

#### 4. Estimación de la actividad física por cuestionarios

a) Para estimar el tiempo que los participantes dedicaban durante la semana a las diferentes actividades (fuerte, moderada y caminar), se multiplicó la frecuencia (días a la semana) por la duración (minutos consecutivos) de cada actividad indicada. De esta forma se totalizaron los minutos por semana que cada persona reportó para cada grupo de actividades. El tiempo inactivo (tiempo sentado), se totalizó como minutos por día, dado que se preguntó sobre el tiempo sentado en un día entre semana.

b) Para estimar el tiempo total por semana dedicado a las actividades reportadas, se sumó el total de minutos por semana de las actividades fuertes, moderadas y caminar. Previo a hacer la sumatoria y de acuerdo con las recomendaciones internacionales (9), el tiempo registrado en actividades fuertes en cada cuestionario se multiplicó por dos para que tuviera el peso adecuado.

c) Para estimar el gasto energético de cada actividad medida por cuestionarios, se utilizaron los múltiplos del metabolismo basal (MET) empleados por los autores del "International physical Activity Questionnaire: 12 country reliability and validity"(9) para cada una de las siguientes actividades:

ACTIVIDAD	MET
Fuerte	8
Moderada	4
Caminata Vigorosa	5
Moderada	3.3
Lenta	2.5
Sentado	1

Fuente: (9)

d) El gasto energético de cada actividad por semana, se calculó utilizando la siguiente fórmula, que incluye la duración, la frecuencia y la intensidad de la actividad física:

$$\text{Gasto energético total por actividad (MET minuto/semana)} = \sum (\text{Minutos por semana} \times \text{MET minuto de cada actividad})$$

e) Para estimar el gasto energético del total de las actividades reportadas, se sumó el total de MET minuto/semana de las actividades fuertes, moderadas y caminar.

f) Para poder clasificar a cada sujeto de acuerdo con su nivel de actividad física, se emplearon las siguientes categorías:

i. Activo – Cuando realizó actividades de intensidad fuerte tres o más días por semana, por 20 minutos o más por sesión; también, cuando por cinco días o más a la semana realizó actividades de intensidad moderada o caminó como mínimo 30 minutos por día; o bien cuando a la semana totalizó 150 minutos o más en actividad de intensidad fuerte, moderada o caminar.

ii. Irregularmente activo – Cuando el sujeto realizó actividad física durante 10 a 149 minutos por semana y no cumplió con ninguno de los criterios para considerarlo activo.

iii. Sedentario – Cuando el sujeto no reportó haber realizado actividad física (caminar, moderada o fuerte).

5. Para el registro de la frecuencia cardiaca minuto – a – minuto, ingreso y depuración de datos

a) La frecuencia cardiaca de cada sujeto se registró tres días no consecutivos en una semana, dos días no consecutivos entre semana y un día en fin de semana.

b) Se colocaron los registradores de frecuencia cardiaca minuto a minuto (Vantage XL) descritos en la página 34; el transmisor de telemetría se colocó en el tórax por medio de un cincho o cinturón elástico con electrodos incorporados y el receptor de la señal en la muñeca del participante.

c) Al completar la medición de frecuencia cardiaca durante 24 horas (1440 minutos), se retiraron los registradores y la información se transfirió por medio de una interfase, utilizando el programa Polar Precision Performance (Versión 2.10.008), a archivos digitales que fueron almacenados en una computadora personal.

d) Se construyó una base de datos que incluyó el registro de la frecuencia cardiaca para cada uno de los 1440 minutos de los tres días estudiados, por cada participante.

e) Los datos fueron depurados visualmente utilizando la gráfica de la frecuencia cardiaca de cada día, de cada sujeto. Los datos que se consideraron anómalos (minutos del registro sin valores, valores de frecuencia cardiaca menores de 40 pulsaciones/minuto o cambios mayores de 40 pulsaciones/minuto entre dos frecuencias cardiacas consecutivas) fueron analizados y la mayoría de veces eliminados y sustituidos por el promedio de las frecuencias cardiacas previas y posteriores, igual en número al de valores eliminados.

Cuando se eliminó un solo valor, se promedió la frecuencia cardiaca anterior y la posterior; si se eliminaron dos valores, se promediaron las dos frecuencias cardiacas anteriores y las dos posteriores, y así sucesivamente hasta períodos menores de 10 eliminaciones consecutivas. En los casos en los que se eliminaron diez o más valores consecutivos, no se hizo ninguna sustitución y se consideró un registro incompleto (18 casos).

6. Para el cálculo del gasto energético diario y el patrón de actividad física según el registro de frecuencia cardíaca minuto – a – minuto

a) Para estimar el gasto energético diario y el patrón de actividad física a partir de la frecuencia cardíaca, fue necesario calcular una curva de calibración para cada participante; es decir, conocer la relación individual entre la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno, necesaria para estimar el gasto energético correspondiente a cada valor de frecuencia cardíaca de los tres días de colección de cada participante.

i. La prueba para obtener la curva de calibración se realizó en el INCAP, en el Laboratorio de Fisiología de Trabajo.

ii. Para la medición de oxígeno y de la frecuencia cardíaca, cada sujeto debió tener por lo menos cuatro horas de ayuno, no haber consumido alcohol, cafeína o haber fumado tabaco tres horas antes, ni haber realizado actividades de intensidad fuerte el día de la prueba.

iii. Por entrevista se estableció el patrón de actividad física general de cada participante en una de tres categorías: sedentario, irregularmente activo y activo.

iv. A cada participante se le realizaron siete mediciones de consumo de oxígeno y de frecuencia cardíaca. En reposo en tres posiciones (acostado en posición supina, sentado y parado) y, cuatro durante una prueba de ejercicio sub-máximo (del 75 al 85% de la frecuencia cardíaca máxima de cada participante).

v. Las mediciones de consumo de oxígeno y de la frecuencia cardíaca del sujeto en reposo en las tres posiciones, se realizaron en forma consecutiva. La colección de aire expirado se hizo durante el último de cuatro minutos en que el sujeto permaneció en cada posición. El volumen de aire y su concentración de oxígeno se midieron inmediatamente después de finalizar las tres colecciones.

vi. Las mediciones durante la prueba de ejercicio sub-máximo, se realizaron al concluir las mediciones en reposo. Se diseñaron cuatro cargas de trabajo de diferente intensidad incluidas en tres protocolos de actividad (Anexo 9). La asignación de estos fue con base al patrón de actividad física general del participante así:

Patrón general de actividad	Protocolo asignado
Sedentario	1
Irregularmente activo	2
Activo	3

El propósito fue lograr cambios de frecuencia cardiaca de aproximadamente 20 pulsaciones/minuto entre cada carga de trabajo, hasta lograr en la última carga, un 75 a 85% de la frecuencia cardiaca máxima (220 – edad del sujeto). Cuando no se consiguió llegar a este punto, con la aprobación del sujeto se aplicó una 5ª. carga de trabajo, que consistió en aumentar la intensidad arriba de lo especificado, en la última carga del protocolo respectivo.

vii. La frecuencia cardiaca durante la prueba de ejercicio sub-máximo se midió con registradores de frecuencia cardiaca Vantage XL (como se especifica en el numeral 5, pág. 45).

viii. Para medir el consumo de oxígeno - A cada sujeto se le colocó una mascarilla respiratoria con válvulas de baja resistencia tipo Hans Rudolph para inspirar el aire del ambiente. En las pruebas en reposo, la mascarilla se conectó, por un tubo corrugado, hacia balones meteorológicos donde se colectó el aire expirado para luego analizarlo; en las pruebas de ejercicio sub-máximo el aire expirado por la mascarilla se condujo por un tubo corrugado conectado a una cámara mezcladora, donde una bomba tomaba una alícuota para analizar el oxígeno por medio del Ametek S-3 A. Este analizador se calibró diariamente con mezclas de gases de referencia y aire ambiental.

ix. El volumen del aire expirado se midió con un gasómetro de Rayfield con termómetro incorporado. Este se calibró al menos una vez al mes, con un gasómetro de campana (tipo Tissot) con capacidad de 600 litros (Anexo 8).

x. Fue necesario repetir en cinco ocasiones, la prueba en reposo y la de ejercicio sub-máximo debido a que se presentaron problemas por escape de aire de la mascarilla o por problemas eléctricos con el analizador de oxígeno y la banda sinfín.

xi. Todas las mediciones fueron registradas en el “Formulario de Recolección de datos de la prueba de actividad” (Anexo 6).

b) La derivación de las variables de las curvas de calibración, necesarias para el cálculo del gasto energético diario y del patrón de actividad física, se hizo utilizando el programa

Excel (Windows XP), e incluyó: el porcentaje de oxígeno consumido, el volumen de oxígeno consumido, el gasto energético por minuto, el metabolismo basal, el metabolismo en reposo, la actividad liviana, la ecuación de regresión lineal de la relación entre la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno y, el volumen máximo de oxígeno de cada individuo.

Además se calculó el punto de inflexión de la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno (punto FLEX), es decir, el punto donde la relación entre ambas variables es lineal. Este punto se definió como el promedio de la mayor frecuencia cardiaca durante el reposo y la menor frecuencia cardiaca durante la prueba de ejercicio. Para convertir el consumo de oxígeno en energía, se utilizó la Corrección de Weir ( $\text{Kcal} = 5.040 \times \text{L oxígeno}$ ) para disminuir el error del cálculo del gasto energético a un rango de 2 y 4%, ya que al realizar la curva de calibración únicamente se midió el oxígeno expirado (55)

c) Para la conversión de cada valor de los registros de frecuencia cardiaca minuto - a - minuto en gasto energético, se utilizaron los siguientes criterios para el tiempo de vigilia de cada individuo:

i. Cuando la frecuencia cardiaca fue igual o menor a la mayor frecuencia cardiaca obtenida en reposo durante la prueba de la curva de calibración, el gasto energético asignado fue igual al gasto energético en reposo. Este último se calculó como el promedio del gasto energético registrado en las tres posiciones en reposo (acostado, sentado y parado) (Anexo 10).

ii. Cuando la frecuencia cardiaca superó la mayor frecuencia cardiaca en reposo pero fue menor que la del punto FLEX, se le asignó un gasto energético igual al gasto energético en actividades livianas. Este se calculó como el promedio del gasto en reposo y el gasto calculado por la ecuación de regresión del punto FLEX (Anexo 10).

iii. Cuando la frecuencia cardiaca fue igual o mayor al punto FLEX, el gasto energético (GE) se calculó por medio de la siguiente ecuación de regresión (Anexo 10):

$$\text{Gasto Energético (Kcal.)} = (a + b \times \text{FC})$$

Donde: a = Intersección de la línea de regresión en las ordenadas (eje Y),

b = Coeficiente de regresión de la frecuencia cardiaca sobre el consumo de oxígeno (pendiente)

FC = Frecuencia cardiaca

d) Para definir el periodo de sueño, se tomó la hora en la que la persona indicó haberse acostado por la noche y levantado a la mañana siguiente. A partir de éstas, se buscó en el registro de frecuencia cardiaca el primer y último minuto del período en el que el pulso fue estable. Durante este tiempo, a cada frecuencia cardiaca se le asignó un gasto energético equivalente al metabolismo basal, el cual se calculó utilizando las ecuaciones de Schofield (47) que aparece a continuación:

RANGO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES
18.1 – 30 años	15.1 P + 692 Kcal.	14.8 P + 487 Kcal.
30.1 – 60 años	11.5 P + 873 Kcal.	8.1 P + 846 Kcal.

Donde P = peso en kg. Fuente (47).

e) El gasto energético diario se obtuvo al sumar el gasto energético asignado a la frecuencia cardiaca de cada uno de los 1440 minutos, de acuerdo con lo descrito en los incisos c y d (pág. 48 y 49). El valor utilizado para realizar los análisis fue el promedio del gasto energético diario de los tres días de registro, expresado en Kcal/día y MET minuto/semana. Además, se obtuvo el gasto energético promedio de los tres días durante el tiempo de: sueño, vigilia (despierto), vigilia en actividades sedentarias (debajo del punto FLEX) y vigilia en actividades de mayor intensidad (arriba del punto FLEX).

f) El patrón de actividad física se estimó utilizando diferentes proporciones de la frecuencia cardiaca de reserva (FCr) definida como la diferencia entre la frecuencia cardiaca máxima y la frecuencia cardiaca en reposo de cada persona y, el consumo de oxígeno de reserva ( $VO_{2r}$ ) definido como la diferencia entre el volumen máximo de oxígeno y el volumen de oxígeno en reposo. De esta forma, la intensidad de la actividad se categorizó de la siguiente manera:

i. Actividades fuertes – Cuando la frecuencia cardiaca o el volumen de oxígeno fue mayor de 60% de la FCr o  $VO_{2r}$ .

ii. Actividades moderadas – Cuando la frecuencia cardiaca o el volumen de oxígeno estuvo entre 41 y 60% de la FCr o  $VO_{2r}$ .

iii. Actividades livianas – Cuando la frecuencia cardiaca o el volumen de oxígeno fue igual o mayor al correspondiente punto FLEX, pero menor o igual a 40% de la FCr o  $VO_{2r}$ .



iv. Sedentario – Cuando la frecuencia cardiaca o el volumen de oxígeno fue menor al punto FLEX.

g) Utilizando las categorías anteriores, los límites promedio por género y total de participantes fueron los siguientes:

<b>Promedio de latidos por minuto calculado por frecuencia cardiaca de reserva (FCr) por género y categoría de actividad física</b>			
<b>Actividad e inactividad física</b>	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>	<b>Grupo total</b>
	<b>Promedio ± D.E. (min-máx.)</b>	<b>Promedio ± D.E. (min-máx.)</b>	<b>Promedio ± D.E. (min-máx.)</b>
Fuerte	172±4.2 (163 – 179)	174±3.9 (165 – 181)	173 ± 4.18 (163 – 181)
Moderada	139±2.9 (133 – 144)	142±3.9 (135 – 151)	169 ± 3.86 (133 – 151)
Liviana	112±3.5 (106 – 120)	117±4.5 (110 – 127)	115 ± 4.58 (106 – 127)
Sedentario	86±9.4 (68 – 105)	93±11.4 (72 – 115)	90 ± 11.11 (68 – 115)

<b>Promedio de MET's por minuto, calculado por consumo de oxígeno de reserva (VO<sub>2r</sub>) por género y categoría de actividad física</b>			
<b>Actividad e inactividad física</b>	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>	<b>Grupo total</b>
	<b>Promedio ± D.E. (min-máx.)</b>	<b>Promedio ± D.E. (min-máx.)</b>	<b>Promedio ± D.E. (min-máx.)</b>
Fuerte	15.8±4.7 (9.8 – 27.5)	10.0±2.2 (7.3 – 16)	12.7± 4.6 (7.3 – 27.5)
Moderada	11.5± 3.4 (7.3 – 19.8)	7.4±1.6 (5.4 – 11.6)	9.3 ± 3.3 (5.4 – 19.8)
Liviana	8.1±2.2 (5.2 – 13.6)	5.2±1.1 (3.9 – 8.2)	6.6 ± 2.2 (3.9 – 13.6)
Sedentario	2.6±0.5 (1.6 – 3.8)	1.9±0.5 (1 – 2.9)	2.3 ± 0.6 (1 – 3.8)

h) Definición del patrón de actividad física: Se calculó el tiempo total y el gasto energético en cada actividad física, lo que permitió conocer el promedio de minutos y de MET's que cada sujeto dedicó a actividad fuerte, moderada, liviana e inactividad (sedentario), los tres días de registro. Además, se obtuvo el total de minutos (promedio de los tres días de registro) que cada sujeto dedicó a actividades fuertes, moderadas y la combinación de ambas, por periodos consecutivos de diez minutos o más. Finalmente, para clasificar a cada sujeto de acuerdo a su nivel de actividad física, se emplearon las siguientes categorías:

i. Activo - Cuando realizó 150 minutos consecutivos o más (en periodos de diez minutos seguidos o más) de actividad fuerte y/o moderada por semana; también cuando realizó 400 minutos no consecutivos de actividad fuerte o moderada por semana.

ii. Irregularmente activo - Cuando el sujeto realizó actividad física entre 10 y 149 minutos consecutivos (en periodos de diez minutos seguidos o más) de actividades fuertes y/o moderadas; también cuando realizó entre 25 y 399 minutos no consecutivos de actividad fuerte o moderada por semana.

iii. Sedentario - Cuando el sujeto no cumplió con ninguno de los criterios para considerarlo como irregularmente activo o bien no realizó ninguna actividad moderada o fuerte.

## 7. Para el análisis de datos

a) Para caracterizar la muestra se utilizaron descriptores que incluyeron promedio y desviación estándar para variables continuas con distribución normal; mediana y valores mínimo y máximo para variables continuas que no tuvieron una distribución normal; y proporciones para variables categóricas.

b) Para comparar los niveles de actividad física obtenidos por el cuestionario IPAQ original y el modificado se utilizaron:

i. Medianas y valores mínimo y máximo de las variables primarias continuas y proporciones para las categóricas de cada cuestionario.

ii. Prueba no paramétrica de la t pareada de signos para:

- Gasto energético total y minutos por semana totales de actividad física del cuestionario IPAQ original versus gasto energético total y minutos por semana totales de actividad física del cuestionario modificado.

- Total de minutos y gasto energético por semana en actividades fuertes, actividades moderadas y caminar (por separado) por cuestionario IPAQ original versus total de minutos y gasto energético por semana de actividad fuerte, actividad moderada y caminar, por el cuestionario modificado.

c) Para calcular la sensibilidad, especificidad y exactitud de cada versión del cuestionario, se utilizó como método de referencia el gasto energético diario y el patrón de

actividad física derivado del registro de la frecuencia cardiaca minuto – a – minuto, evaluando el grado de acuerdo entre el gasto energético diario y el patrón de actividad física con los obtenidos por los cuestionarios IPAQ original y versión modificada.

d) Para hacer las comparaciones entre el gasto energético diario y el patrón de actividad por frecuencia cardiaca y por cada versión del cuestionario se utilizaron medianas y valores mínimo y máximo para variables continuas y proporciones para las categóricas.

e) Se utilizó la prueba no paramétrica del coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) para relacionar la frecuencia cardiaca con el cuestionario IPAQ versión original y modificada en cuanto a:

- i. Gasto energético promedio diario (MET-minuto/semana)
- ii. Duración de la actividad fuerte
- iii. Duración de la actividad moderada

f) Para determinar los valores atípicos (outliers) en los datos utilizados para las correlaciones se utilizó la siguiente formula:

$$3 \times (\text{RI de } V1 - V2)$$

Donde:

V1 = Variable calculada por el Cuestionario IPAQ versión original o versión modificada

V2 = Variable estimada por frecuencia cardiaca minuto – a – minuto.

RI = rango intercuartil de la diferencia entre variables

g) La prueba de Kappa intraclass se utilizó para comparar la frecuencia cardiaca con el cuestionario IPAQ original y la versión modificada con relación al patrón de actividad física.

## VII. RESULTADOS

### A. Características de los participantes

En el estudio participaron voluntariamente 57 personas, 29 mujeres y 28 hombres, todos residentes en la ciudad de Guatemala y cuyas características se presentan en el Cuadro 1. No hubo diferencias en la edad, mientras que los hombres presentaron mayor peso corporal, estatura e índice de masa corporal que las mujeres ( $p < 0.05$ ). Ningún participante presentó un IMC mayor de 30 Kg. /m<sup>2</sup>. El 30% de los participantes trabajaban y estudiaban a la vez, mientras que el 21% únicamente se dedicaban a estudiar en la universidad. El 30% era profesional (40% odontólogos, 18% arquitectos, 18% abogados y notarios, y 24% otras profesiones).

Cuadro 1

Características de los participantes en el estudio comparativo de la validez del cuestionario IPAQ\* versión corta original y modificada.  
Guatemala, Abril – Noviembre 2004.

Características	Hombres Promedio $\pm$ D.E.	Mujeres Promedio $\pm$ D.E.	Valor de <i>p</i>
Edad (años)	27.6 $\pm$ 5.1	25.5 $\pm$ 4.3	0.06
Peso	75.1 $\pm$ 10.2	58.3 $\pm$ 9.6	< 0.01
Talla	1.73 $\pm$ 0.08	1.59 $\pm$ 0.07	< 0.01
IMC	25.2 $\pm$ 2.5	22.9 $\pm$ 2.8	< 0.01
≥ 25.0	50%	24%	
<b>Ocupación</b>			
Estudiantes/ trabajadores	12 (42%)	5 (17%)	
Estudiantes universitarios	6 (21%)	6 (21%)	
Profesionales	8 (29%)	9 (32%)	
Ama de casa / Oficios domésticos	0	3 (10%)	
Maestra	0	2 (7%)	
Comerciante	1(4%)	1 (3%)	
Secretaria	0	2 (7%)	
Cajera	0	1(3%)	
Piloto	1(4%)	0	

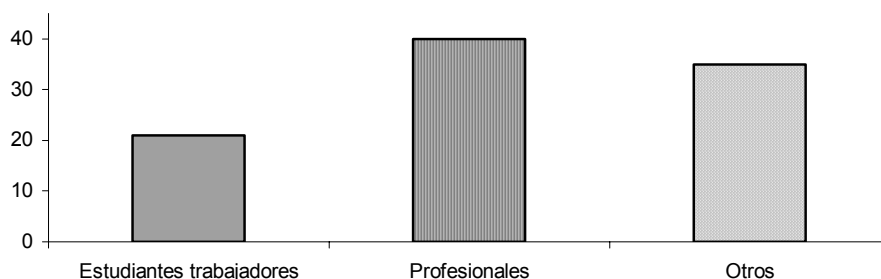
\* Por sus siglas en inglés, Cuestionario Internacional de Actividad física.

Las horas promedio por semana dedicadas a la ocupación remunerada de los participantes se muestra en la Figura 1. En general, el promedio de trabajo de los participantes fue de 32 horas semanales, aunque para el grupo de profesionales, este promedio fue de 40 horas por semana.

Figura 1

Tiempo de trabajo promedio\* de los participantes en el estudio comparativo de la validez del cuestionario IPAQ\*\* versión corta original y modificada.

Guatemala, Abril - Noviembre 2004.



\* Horas por semana

\*\* Por sus siglas en inglés, Cuestionario Internacional de Actividad física

Con excepción de una persona, todos los participantes reportaron que su salud era buena, muy buena o excelente.

## **B. Estimaciones de la duración de la actividad, del patrón de actividad física y del gasto energético, por cuestionarios**

En el Cuadro 2 se muestra el tiempo estimado que los participantes mencionaron invertir en cada actividad con cada versión del cuestionario. Debido a que los datos obtenidos no tuvieron una distribución normal, se presentan las medianas y los valores mínimos y máximos. Los datos se presentan en el grupo total de participantes porque no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres ( $p > 0.05$ ). La estimación de la duración de la actividad fuerte fue mayor con el cuestionario original, mientras que con el cuestionario modificado, la estimación de caminar fue significativamente mayor ( $p < 0.01$ ).

Cuadro 2

Duración de la actividad e inactividad física\* estimada por los cuestionarios IPAQ original y modificado. Guatemala, Abril – Noviembre 2004.

Actividad	Cuestionario Original	Cuestionario Modificado
	Mediana (Min-Max)	Mediana (Min-Max)
Fuerte	90 (0 – 780)	60 (0 – 780)
Moderada	50 (0 – 1470)	60 (0 – 1470)
Caminar	50 (0 – 1200)	70 (0 – 1200)
Actividad total**	360 (0 – 2120)	300 (0 – 2035)
Inactividad***	3360 (1260 – 5460)	3360 (1680 – 5460)

\* Minutos /semana

\*\*El tiempo en actividades fuertes se multiplicó por dos antes de sumarlo a las actividades moderadas y a caminar

\*\*\* Inactividad = “Pasar sentado”

Para analizar las diferencias entre cuestionarios en la estimación de la duración de la actividad e inactividad física, se utilizó la prueba de signos, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 3. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) en las estimaciones de la duración de la actividad fuerte y caminar.

Cuadro 3

Diferencias entre cuestionarios IPAQ original y modificado en la estimación de la duración de la actividad e inactividad física. Guatemala Abril –Noviembre 2004.

Actividad	No. de casos sin diferencias (%)	No. de casos con diferencias* (%)		Valor p**
		Cuestionario Original	Cuestionario Modificado	
Fuerte	23 (40%)	31 (54%)	3 (5%)	<b>&lt; 0.01</b>
Moderada	40 (70%)	8 (14%)	9 (16%)	1.00
Caminar	31 (54%)	2 (4%)	24 (42%)	<b>&lt; 0.01</b>
Actividad total	13 (23%)	28 (49%)	16 (28%)	0.09
Inactividad	41 (72%)	7 (12%)	9 (16%)	0.80

\* Se indican los casos con mayor duración de la actividad reportada con cada formulario

N = 57

\*\* Para la prueba del test de signos.

En la mayoría de los casos, la coincidencia fue mayor en la estimación de la duración de la inactividad (72%), de la actividad moderada (70%) y de caminar (54%). En la estimación de

la actividad fuerte la coincidencia fue del 40%, y en la actividad total la coincidencia fue menor (23%).

Con el cuestionario original, la estimación del tiempo dedicado a la actividad fuerte fue mayor en el 54% de los casos, en comparación con la versión modificada (5%); mientras que con esta versión, la estimación del tiempo empleado en caminar, fue mayor en el 42% de los casos comparado con el 4% del original. Sin embargo, al estimar el tiempo invertido en las tres actividades juntas ("actividad total"), la estimación del tiempo no fue significativamente diferente entre cuestionarios.

En el Cuadro 4 se muestran las estimaciones del gasto energético por actividad obtenidas con cada versión del cuestionario, expresadas en MET minuto/semana. Los datos se presentan en el grupo total de participantes porque no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres ( $p > 0.05$ ). El gasto energético estimado fue mayor para la actividad fuerte al utilizar el cuestionario original, mientras que con el cuestionario modificado fue mayor para caminar ( $p < 0.01$ ).

Cuadro 4

Gasto energético por actividad\* estimado por los cuestionarios IPAQ original y modificado  
Guatemala, Abril – Noviembre 2004.

Actividad	Cuestionario Original	Cuestionario Modificado
	Mediana (Min-Max)	Mediana (Min-Max)
Fuerte	720 (0 – 6240)	480 (0 – 6240)
Moderada	200 (0 – 5880)	240 (0 – 5880)
Caminar	150 (0 – 3960)	200 (0 – 3960)
Actividad total	1440 (0 – 8620)	1180 (0 – 8315)

\* MET/semana

En el Cuadro 5, se muestran las diferencias de las estimaciones del gasto energético por actividad, de acuerdo a lo reportado por los participantes con cada versión del cuestionario.

Los resultados son los mismos que los obtenidos al comparar las diferencias de la duración reportada para cada actividad (Cuadro 3).

Cuadro 5

Diferencias entre cuestionarios IPAQ original y modificado en la estimación del gasto energético por actividad física. Guatemala, Abril –Noviembre 2004.

Actividad	Sin diferencia (casos y %)	Con diferencias (casos y %)		
		Cuestionario Original	Cuestionario Modificado	Valor p**
Fuerte	23 (40%)	31 (54%)	3 (5%)	< <b>0.01</b>
Moderada	40 (70%)	8 (14%)	9 (16%)	1.00
Caminar	30 (53 %)	2 (3 %)	25 (44%)	< <b>0.01</b>
Actividad total	9 (16 %)	31 (54%)	17 (30%)	0.06

\* MET minuto/semana

N = 57

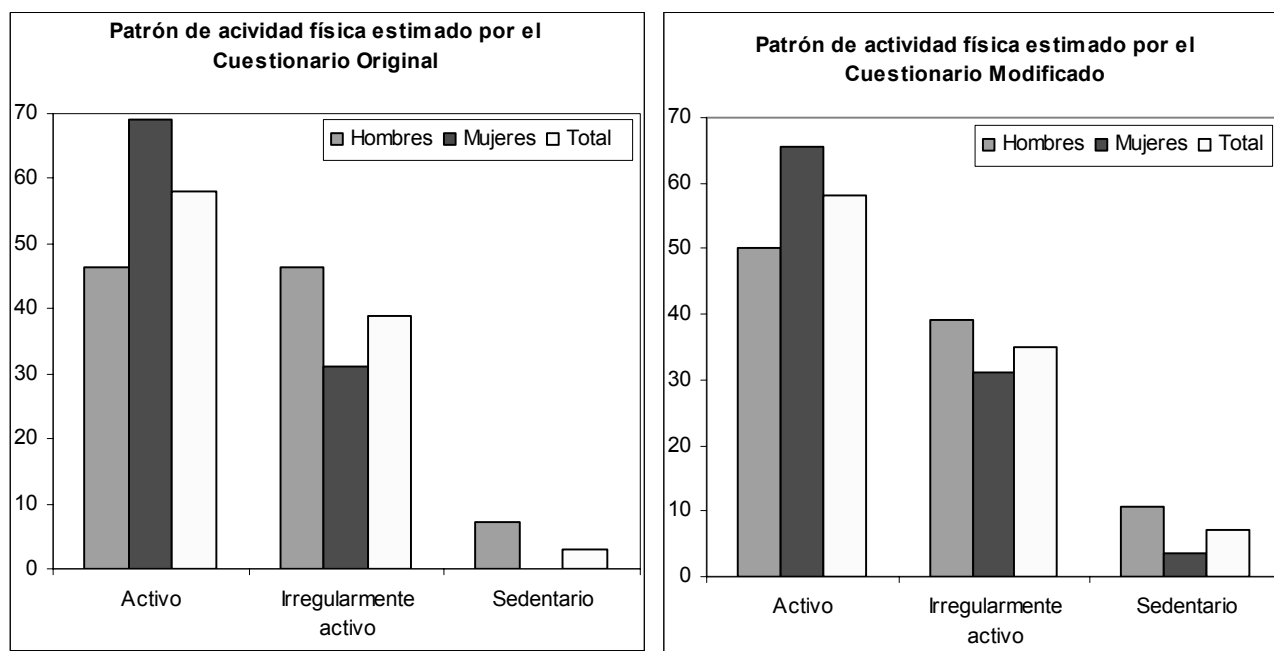
\*\*Para la prueba del test de signos

En la Figura 2, se muestra el patrón de actividad física de hombres, mujeres y de todo el grupo, obtenido con cada cuestionario (IPAQ original y modificada). La mayor parte de personas fueron clasificadas como activas. Al aplicar la prueba de Mann-Whitney, no se encontró diferencia significativa en el patrón de actividad física obtenido por cada cuestionario en hombres ( $p = 0.06$ ), mujeres ( $p = 0.19$ ) y en el total de participantes.



Figura 2

Patrón de actividad física de los participantes obtenido por los cuestionarios IPAQ original y modificado. Guatemala, Abril – Noviembre 2004.



### C. Determinación del gasto energético diario y del patrón de la actividad física por registro de frecuencia cardiaca minuto - a - minuto

Los análisis de la frecuencia cardiaca minuto – a – minuto se realizaron con 49 personas, debido a que seis personas no colaboraron en completar los registros de frecuencia cardiaca minuto a minuto, y dos fueron eliminadas de los análisis ya que al final del estudio mencionaron que no utilizaron el registrador de frecuencia cardiaca al realizar periodos de actividad moderada y fuerte, los cuales sí reportaron en los cuestionarios de actividad física.

En el Cuadro 7, se muestra que el metabolismo basal y el gasto energético promedio diario, en vigilia y en actividad (expresado en Kcal/día), fueron significativamente mayores en el grupo de hombres que en el de mujeres ( $p < 0.01$ ). A su vez, el gasto energético promedio por semana en inactividad, fue significativamente mayor en mujeres ( $p < 0.05$ ).

Cuadro 7

Gasto energético diario y durante diferentes periodos de tiempo o de intensidad de la actividad. Guatemala, Abril - Noviembre 2004.

Gasto Energético	Hombres (n =22)	Mujeres (n = 27)	Valor de p	Total (n=49)
	Promedio ± D.E.	Promedio ± D.E.		Promedio ±D.E.
<b>Metabolismo basal*</b>	1.25 ± 0.1	0.93 ± 0.1	<b>&lt; 0.01</b>	1.07 ± 0.2
<b>Diario</b>				
Kcal	3848 ± 1416	2513 ± 678	<b>&lt; 0.01</b>	3113 ± 1256
MET	2.13 ± 0.70	1.91 ± 0.49	0.10	2.01 ± 0.59
MET-min/semana	21441 ± 7025	19276 ± 4905	0.10	20248 ± 5984
<b>Vigilia</b>				
Kcal/día	3263 ± 1410	2066 ± 678	<b>&lt; 0.01</b>	2604 ± 1217
MET	2.68 ± 1.02	2.37 ± 0.72	0.12	2.51 ± 0.87
MET-min/semana	18209 ± 7224	15839 ± 4980	0.09	16902 ± 6139
<b>En actividad</b>				
Kcal/día	2303 ± 1628	1160 ± 890	<b>&lt; 0.01</b>	1673 ± 1385
MET	3.98 ± 1.03	4.00 ± 0.92	0.47	3.99 ± 0.96
MET-min/semana	12664 ± 8553	9239 ± 6788	0.06	10777 ± 7741
<b>En inactividad**</b>				
Kcal/día	960 ± 349	907 ± 304	0.28	931 ± 323
MET	1.55 ± 0.40	1.54 ± 0.22	0.43	1.54 ± 0.31
MET-min/semana	8721 ± 2022	10005 ± 2398	<b>0.03</b>	9429 ± 23

\* Estimado utilizando la ecuación de Schofield, expresado en kcal/min.

\*\* En Vigilia

En el Cuadro 8, aparece la duración de la actividad física fuerte, moderada y la combinación de ambas, calculada por frecuencia cardiaca de reserva (FCr) y consumo de oxígeno de reserva ( $VO_{2r}$ ), por períodos consecutivos de al menos 10 minutos. Este cálculo se hizo en esta forma dado que el IPAQ pregunta sobre el tiempo dedicado a cada actividad por periodos de al menos 10 minutos consecutivos. La mediana de la duración de la actividad fuerte y de la moderada al considerar a todos los participantes fue cero, pero al combinarlas (moderada y fuerte), ésta fue de 40 minutos por FCr y de 23 minutos por  $VO_{2r}$ . No se encontraron diferencias significativas, excepto en la duración de la actividad fuerte y moderada combinadas, calculada por FCr, cuya mediana de 49 minutos en el grupo de mujeres fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) comparada con la de los hombres (0 minutos).

Cuadro 8

Duración de la actividad física\*, calculada por frecuencia cardiaca de reserva (FCr) y por consumo de oxígeno de reserva (VO<sub>2r</sub>). Guatemala, Abril - Noviembre 2004.

Actividad	FCr				VO <sub>2r</sub>			
	Mediana (Min-Máx.)*			Valor de p**	Mediana (Min-Máx.)*			Valor de p**
	Hombres	Mujeres	Total		Hombres	Mujeres	Total	
Fuerte	0 (0)	0 (0 – 123)	0 (0 – 123)	0.45	0 (0)	0 (0 – 123)	0 (0 – 123)	0.50
Moderada	0 (0 – 123)	23 (0 – 140)	0 (0 – 140)	0.91	0 (0 – 285)	26 (0 – 175)	0 (0 – 285)	0.97
Fuerte + Moderada	0 (0 – 233)	49 (0 – 282)	40 (0 – 282)	<b>0.02</b>	0 (0 – 331)	46 (0 – 340)	23 (0 – 340)	0.64

\* Minutos/semana, por periodos consecutivos de al menos 10 minutos

N = 49

\*\* Prueba de Mann Whitney para las diferencia entre hombres y mujeres

En el Cuadro 9 se muestra la duración de la actividad física, calculada por FCr y VO<sub>2r</sub>, expresada en minutos/semana. Por ambos métodos (FCr y VO<sub>2r</sub>), la actividad liviana fue la de mayor duración y la menor fue la actividad fuerte. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres.

Cuadro 9

Duración de la actividad física\* por género, calculada por frecuencia cardiaca de reserva (FCr) y por consumo de oxígeno de reserva (VO<sub>2r</sub>). Guatemala, Abril - Noviembre 2004.

Actividad	FCr			VO <sub>2r</sub>		
	Mediana (Min-Max)			Mediana (Min-Max)		
	Hombres	Mujeres	Grupo Total	Hombres	Mujeres	Grupo Total
En actividad	3016 (463-6519)	2200 (148-5954)	2717 (148-6519)	3015 (462-6519)	2338 (252-6769)	2765 (252-6769)
Fuerte	0 (0-133)	9 (0-158)	4 (0-158)	0 (0-142)	7 (0-122)	0 (0-142)
Moderada	114 (0-441)	180 (16-457)	173 (0-457)	67 (0-648)	128 (0-518)	124 (0-648)
Liviana	2719 (361-6365)	1988 (35-5476)	2420 (35-6365)	2877 (458-288)	2317 (164-6769)	2599 (164-6769)
Fuerte + moderada	115 (0-574)	212 (16-492)	179 (0-574)	67 (0-1143)	184 (0-541)	152 (0-1143)
Moderada + liviana	3014 (463-6510)	2191 (144-933)	2717 (144-6510)	3015 (462-507)	2338 (252-6769)	2763 (252-6769)

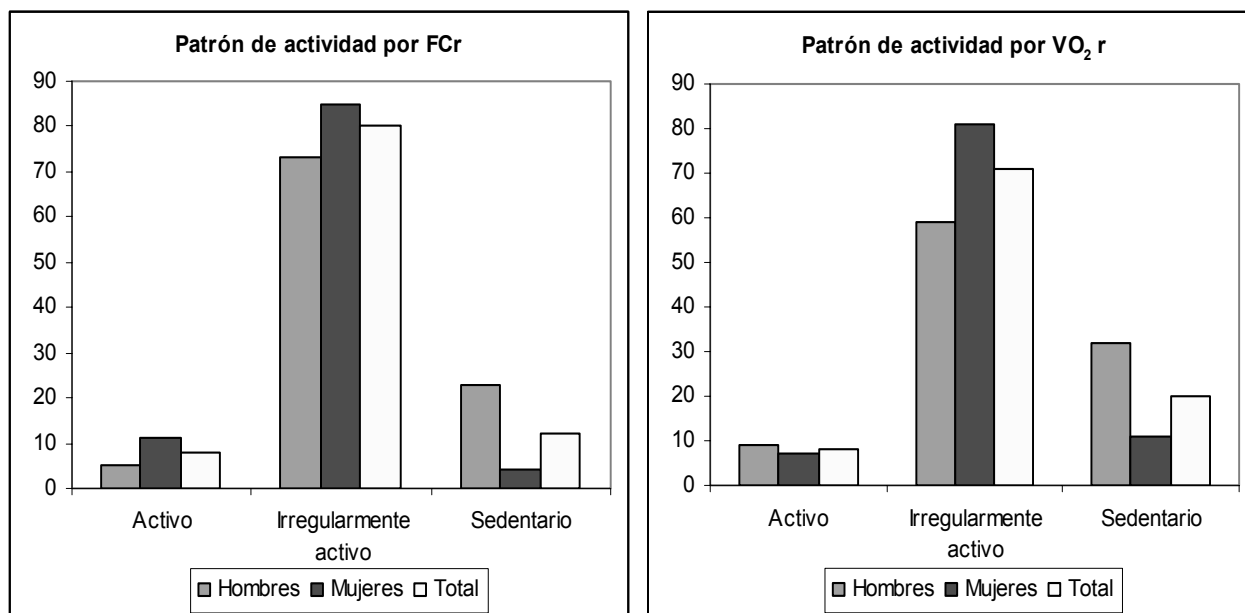
\* Minutos/semana.

N = 49

En la Figura 3 se presenta el patrón de actividad física de hombres, mujeres y del total de participantes, obtenido por FCr y VO<sub>2r</sub>. Ambos métodos clasificaron al mayor porcentaje de personas como irregularmente activos (hombres 73% vs. 59% y mujeres 85% vs. 81%; por FCr y VO<sub>2r</sub> respectivamente). Al comparar ambos métodos aplicando la prueba de Mann-Whitney, no se encontraron diferencias significativas en el patrón de actividad física obtenido por FCr y VO<sub>2r</sub> en el total de participantes. Al comparar hombres y mujeres, el patrón de actividad física estimado por FCr mostró diferencias significativas ( $p = 0.04$ ).

Figura 3

Patrón de actividad física de los participantes obtenido por frecuencia cardiaca de reserva (FCr) y por consumo de oxígeno de reserva (VO<sub>2r</sub>)  
Guatemala, Abril - Noviembre 2004.



#### **D. Comparación de la actividad física estimada por el cuestionario IPAQ (versión original y modificada) y por registro de frecuencia cardiaca minuto – a – minuto.**

La determinación de la correlación entre el gasto energético diario con las estimaciones de actividad física por cuestionarios se hizo por la prueba de Spearman, utilizando los datos de 44 sujetos que tenían registros completos de frecuencia cardiaca y que al compararlos con los de los resultados de los cuestionarios, no presentaron valores atípicos.

Cinco participantes fueron eliminados por presentar resultados divergentes en la estimación de la actividad física por cuestionarios comparada con la calculada por FC, debido a la sobreestimación consciente o inconsciente de los periodos de actividad física que realizaron. Estos valores fueron considerados como extremos, a pesar que se utilizó un margen muy amplio (3 veces el rango intercuartil de la diferencia entre la variable estimada por cuestionario y la calculada por FCr o  $VO_{2r}$ ; fórmula descrita en el capítulo de metodología Pág. 53).

Para realizar los análisis, en el caso de los cuestionarios, se utilizaron las mismas categorías de actividad definidas en ellos (caminar, moderado, fuerte y total). Al combinarlas, se generaron las siguientes categorías: fuerte + moderado + caminar rápido o moderado; fuerte + moderado; moderado + caminar rápido o moderado; y moderado + caminar.

En el caso de la frecuencia cardiaca de reserva (FCr) y del consumo de oxígeno de reserva ( $VO_{2r}$ ), se emplearon las categorías de actividad fuerte y moderada; derivando de su combinación la categoría fuerte + moderada. El tiempo en actividad durante todo el día (liviana, moderada y fuerte) se excluyó de los cuadros de resultados, porque las correlaciones no fueron estadísticamente significativas, o porque mostraron una correlación inversa (negativa).

En el Cuadro 10 se muestran los resultados de correlacionar la duración de la actividad física estimada por cuestionarios y la calculada por FCr, de las categorías similares entre métodos, por periodos de actividad consecutiva de diez minutos o más. En general, la versión modificada del IPAQ presentó mejores correlaciones que el cuestionario original. Al relacionar la duración de la actividad moderada obtenida por el cuestionario modificado con FCr se encontró correlación estadísticamente significativa ( $p = 0.05$ ), pero no con el cuestionario

original ( $p > 0.05$ ). Las categorías que resultaron con una correlación marginal fueron: actividad fuerte + moderado + caminar rápido o moderado (de ambos cuestionarios) con la actividad fuerte o moderado (obtenida por FCr); y la categoría moderado + caminar (de ambos cuestionarios) con la actividad moderada por FCr ( $p$  entre 0.06 y 0.10). En todos los casos, las correlaciones fueron mejores para el cuestionario modificado.

Cuadro 10

Correlación de la duración de la actividad física <sup>1</sup> entre cuestionarios <sup>2</sup> y frecuencia cardiaca<sup>3</sup>.  
Guatemala, Abril - Noviembre 2004.

Actividad por Cuestionarios		Actividad por FCr		
		Fuerte	Moderada	Fuerte + moderada
		$r^*$ (p)	$r^*$ (p)	$r^*$ (p)
Total	O			0.124 (0.42)
	M			0.185 (0.22)
Fuerte + moderada + caminar rápido o moderado	O			0.263 (0.08)
	M			0.285 (0.06)
Fuerte + moderada	O			0.184 (0.23)
	M			0.191 (0.21)
Moderada + caminar rápido o moderado	O		0.128 (0.40)	
	M		0.089 (0.56)	
Moderada + caminar	O		0.273 (0.07)	
	M		0.283 (0.06)	
Caminar	O		0.152 (0.32)	
	M		0.112 (0.46)	
Moderada	O		0.272 (0.07)	
	M		0.294 ( <b>0.05</b> )	
Fuerte	O	0.138 (0.37)		
	M	0.134 (0.38)		

<sup>1</sup> Por periodos de actividad de 10 minutos o más consecutivos

<sup>2</sup> IPAQ original versión corta y modificada: O = Cuestionario original M = Cuestionario modificado

<sup>3</sup> Por el método de frecuencia cardiaca de reserva (FCr)

\* Prueba de Correlación de Spearman

No se encontró correlación alguna entre la duración de la actividad física obtenida por los cuestionarios y la calculada por frecuencia cardiaca, utilizando el consumo de oxígeno de reserva ( $VO_{2r}$ ).

Los resultados de la correlación entre la duración total de la actividad física obtenida por FCr y por cuestionarios IPAQ versión corta original y versión modificada, expresada en minutos por semana, se muestra en el Cuadro 11. Se obtuvieron correlaciones estadísticamente significativas al relacionar la categoría de los cuestionarios moderada + caminar con la actividad moderada calculada por FCr ( $p \leq 0.05$ ), y entre la actividad moderada obtenida por cuestionarios y por FCr ( $p < 0.05$ ). En general, las correlaciones fueron similares entre cuestionarios y en algunos casos, mejores para el cuestionario modificado.

Cuadro 11

Correlación de la duración de la actividad física total <sup>1</sup> entre cuestionarios <sup>2</sup> y frecuencia cardiaca <sup>3</sup> Guatemala, Abril - Noviembre 2004.

Actividad por Cuestionarios		Actividad por FCr		
		Fuerte	Moderada	Fuerte + moderada
		$r^*$ (p)	$r^*$ (p)	$r^*$ (p)
Total	O			0.078 (0.61)
	M			0.137 (0.37)
Fuerte + moderada + caminar rápido o moderado	O			0.179 (0.24)
	M			0.222 (0.14)
Fuerte + moderada	O			0.085 (0.57)
	M			0.115 (0.45)
Moderada + caminar rápido o moderado	O		0.242 (0.11)	
	M		0.220 (0.14)	
Moderada + caminar	O		0.304 ( <b>0.04</b> )	
	M		0.295 ( <b>0.05</b> )	
Caminar	O		0.169 (0.27)	
	M		0.135 (0.38)	
Moderada	O		0.325 ( <b>0.03</b> )	
	M		0.342 ( <b>0.02</b> )	
Fuerte	O	0.072 (0.64)		
	M	0.102 (0.51)		

<sup>1</sup> Comparaciones en minutos por semana, no consecutivos.

<sup>2</sup> IPAQ original versión corta y modificada: O = Cuestionario original M = Cuestionario modificado

<sup>3</sup> Por el método de frecuencia cardiaca de reserva (FCr)

\* Prueba de Correlación de Spearman

No se encontró correlación entre las siguientes variables por lo que no se presentan resultados:

1. Duración de la actividad física (total de minutos por semana no consecutivos) calculada por consumo de oxígeno de reserva ( $VO_{2r}$ ) y las estimadas por cuestionarios.
2. Gasto energético total estimado por cuestionarios y por frecuencia cardiaca (FCr y  $VO_{2r}$ ).
3. Duración de la inactividad (pasar sentado) estimada por cuestionarios y calculada por frecuencia cardiaca (FCr y  $VO_{2r}$ ).

Al realizar las pruebas para determinar la concordancia entre el gasto energético por actividad obtenido por frecuencia cardiaca (FCr y  $VO_{2r}$ ) y cuestionarios, no se encontró asociación estadísticamente significativa.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre los patrones de actividad física obtenido por cuestionarios (Figura 2) y los obtenidos por frecuencia cardiaca (FCr y  $VO_{2r}$ ) (Figura 3), aplicando la prueba de Mann-Whitney.



## VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La finalidad del estudio fue evaluar la validez de la versión corta del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) tanto en su versión original como en una modificada (invirtiendo el orden de las preguntas), en hombres y mujeres de 18 a 39 años de edad, sanos, residentes en la ciudad de Guatemala. El método de referencia utilizado para validar los cuestionarios fue el registro de frecuencia cardiaca minuto a minuto, con el que se obtuvo el gasto energético diario y el patrón de actividad física.

Al comparar ambos cuestionarios, los resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa en las estimaciones de la duración de la actividad fuerte y caminar, así como del gasto energético semanal de éstas. Estos resultados indican, que al aplicar cuestionarios la duración de la actividad estará influida por el orden con que se inicien las preguntas; si se comienza preguntando por las actividades fuertes la duración será mayor, como sucedió con el cuestionario IPAQ versión corta original, y la duración será mayor si se inicia por caminar, como ocurrió con el cuestionario modificado. Esto explica la diferencia significativa encontrada en la estimación del gasto energético obtenida por cuestionarios para ambas actividades.

Es interesante observar que al comparar las estimaciones de la duración y el gasto energético para las tres actividades juntas (fuerte, moderada y caminar) obtenidas por cuestionarios no se encontraron diferencias significativas, lo que se puede atribuir a que la magnitud de las diferencias de las actividades fuertes no fue suficiente para impactar en el total de la actividad física y que se logra compensar con la duración y gasto energético de caminar y actividad moderada.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los patrones de actividad física obtenidos por los cuestionarios. Ambos clasificaron al mayor porcentaje de participantes como activos, esto puede deberse a que los criterios utilizados para definir los patrones de actividad física (activo, irregularmente activo y sedentario) no fueron suficientemente sensibles para lograr discriminaciones.

Para evaluar la validez de los cuestionarios se realizaron comparaciones de las distintas variables estudiadas obtenidas con estos y los métodos de frecuencia cardiaca (FCr y  $VO_{2r}$ ).

En las correlaciones realizadas se obtuvieron mejores resultados utilizando la FCr que el  $VO_{2r}$ . Esto se podría atribuir, entre otras cosas, a lo siguiente: a) En la fórmula del cálculo del  $VO_{2r}$ , el volumen de oxígeno máximo se calcula con base a la ecuación de regresión de la prueba de ejercicio submáximo, la que se define en función de la FC máxima b) A los puntos de corte utilizados que aunque fueron los recomendados por el American Collage of Sports Medicine (42) para cada método, estos son distintos entre sí porque uno mide el gasto energético por FC y el otro por volumen de oxígeno consumido, lo que pudo influir en que las categorías de intensidad de la AF establecidas por cada método captaran diferente magnitud del gasto energético.

Al no existir diferencia significativa en la estimación de la duración de la actividad moderada entre los cuestionarios, se esperaban correlaciones con la FCr en los períodos de 10 minutos consecutivos o más, tal y como se pregunta en cada uno de los cuestionarios. En general, las correlaciones fueron mejores con el cuestionario modificado, tanto en periodos de 10 minutos consecutivos o más, como la actividad total acumulativa en cada categoría en el método de referencia. Esto apunta a una mayor validez de los resultados del cuestionario IPAQ modificado.

La validez del cuestionario IPAQ versión corta original ya había sido evaluada anteriormente, pero utilizando como método de referencia la acelerometría. Los coeficientes de correlación obtenidos estuvieron en el rango 0.32 y 0.88. Los autores consideraron que estos coeficientes tuvieron un nivel de validez aceptable, con 75% de los coeficientes de correlación observados debajo de 0.65 (9). En estudios posteriores se sugiere utilizar este método de referencia para evaluar la validez de cuestionarios en los que se invierta el orden de las preguntas.

A pesar que este cuestionario y la modificación del mismo no se validó contra el mismo método, sino con la técnica de frecuencia cardiaca minuto a minuto (pero ambos métodos están validados contra agua doblemente marcada (24, 25, 50), se obtuvo un promedio de correlación de 0.19 con un rango entre 0.072 y 0.342. Aunque las correlaciones hayan sido menores, aún así se obtuvieron diez correlaciones significativas a un nivel de confianza del 90% ( $p < 0.1$ ) y cinco a un nivel de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ). Estos valores de correlación son aceptables y dan validez al cuestionario modificado para ser utilizado en estudios de salud o epidemiológicos a nivel poblacional, pero no para ser utilizado a nivel clínico.

La tendencia a obtener mejores correlaciones con el cuestionario modificado (excepto en los minutos semanales de moderado + caminar), posiblemente se deba a que con el cuestionario original hubo actividades moderadas que pudieron incluirse dentro de las fuertes. Las bajas correlaciones con ambos cuestionarios también se podrían atribuir a la inhabilidad de algunos participantes para calcular los 10 minutos o más en los que realizan actividad y la dificultad de distinguir entre las actividades fuertes y las moderadas, como lo menciona Craig, C, et al (9) en su artículo, en donde los coeficientes de correlación obtenidos fueron bajos (como se mencionó anteriormente) pero considerados aceptables.

Es importante destacar, que la actividad total de ambos cuestionarios no resultó ser estadísticamente significativa al ser comparada con la categoría fuerte o moderada calculada por FCr y por  $VO_{2r}$ . La categoría total estimada por los cuestionarios fue calculada utilizando dos veces la actividad fuerte + moderado + caminar rápido o moderado, ya que la actividad fuerte es la de mayor impacto en el gasto energético. Sin embargo, los resultados obtenidos en las correlaciones, indican que ello no se relaciona con el gasto energético calculado por FC.

La explicación a esto podría deberse al problema antes mencionado, de que algunas personas no saben distinguir entre actividades fuertes y moderadas, a pesar de tratarse de un grupo de participantes con nivel educativo alto en promedio, además de tener dificultad para estimar la intensidad de cada actividad diaria reportada.

Se evaluó la coincidencia entre cada uno de los cuestionarios con el gasto energético calculado por frecuencia cardiaca por medio de la prueba de kappa interclase. Los resultados mostraron que no existe asociación alguna entre el gasto energético calculado por frecuencia cardiaca y cada uno de los cuestionarios IPAQ. Estos resultados eran predecibles ya que los cuestionarios de actividad física utilizados son instrumentos que interrogan principalmente acerca de la actividad fuerte y moderada que realiza el entrevistado por diez minutos consecutivos o más, y muchas veces no se toman en cuenta o se subestiman periodos de tiempo que involucran estas intensidades de actividad, ya que se realizan en periodos menores de diez minutos consecutivos.

Además, es necesario hacer notar que, el registro de frecuencia cardiaca minuto a minuto (método de referencia) utilizado para medir gasto energético y que ha sido validado contra

otros métodos como el agua doblemente marcada, esta basado en la correlación calculada por el método de inflexión, entre la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno durante actividades físicas moderadas o fuertes.

Sin embargo, la utilización de este método pudo haber sobreestimado el gasto energético calculado, ya que según los resultados de gasto energético diario y en base a la clasificación de FAO/ OMS de estilos de vida en relación con la intensidad de la actividad física habitual (13), las personas de este estudio se clasificaron como activas (mujeres) y muy activas (hombres), lo cual pudo haber influido en los resultados obtenidos de las comparaciones del gasto energético por frecuencia cardiaca con el de los cuestionarios. Lo expuesto anteriormente se demuestra al comparar las Figuras 2 y 3 de los resultados, en las que los porcentajes de clasificación según patrón de actividad por cuestionarios y por frecuencia cardiaca minuto a minuto, variaron considerablemente.

A pesar de esto, se debe hacer notar que la mayor duración de actividad física que las personas de este estudio realizaron fueron actividades de intensidad liviana, lo cual pudo haber influido en los resultados obtenidos de las comparaciones del gasto energético por frecuencia cardiaca con el de los cuestionarios (ya que las dos versiones del cuestionario clasifican el caminar como una actividad moderada y no liviana). Esto se demuestra también en las comparaciones del patrón de actividad (Figuras 2 y 3).

En el patrón de actividades por cuestionarios, el mayor porcentaje de participantes respondió ser activo, es decir, que realizaron actividades de intensidad fuerte tres o más días por semana, por 20 minutos o más por sesión; o cuando por cinco días o más a la semana realizaron actividades de intensidad moderada o caminaron como mínimo 30 minutos por día; o bien, cuando a la semana totalizaron 150 minutos o más en actividad de intensidad fuerte, moderada o caminar. Sin embargo, al observar el patrón de actividades por frecuencia cardiaca se muestra que el menor porcentaje corresponde a esta clasificación. No obstante, es necesario hacer referencia a que los métodos para clasificar el patrón de actividad física por cuestionarios y por frecuencia cardiaca, fueron diferentes (ver metodología pág. 45 y 50), lo que también pudo haber influido en los resultados.

Los resultados de un estudio previo realizado en Hawai sugirieron que el invertir el orden de las preguntas del cuestionario podía mejorar la validez, y determinó una sobreestimación

de las actividades fuertes con una diferencia de 171 minutos por semana y de caminar una subestimación con una diferencia de 120 minutos por semana<sup>3</sup>. En base a esto, y con los resultados de este estudio, puede indicarse que al utilizar el cuestionario IPAQ versión corta en la forma original, las actividades fuertes se sobreestiman lo que aumenta considerablemente el gasto energético por semana. Mientras que, al utilizar el cuestionario IPAQ versión corta modificada, puede ser que no exista sobreestimación, pero sí existiera, sería en las actividades de menor intensidad lo que aumenta la estimación del gasto energético en mucho menor proporción.

Se ha documentado que uno de los problemas comunes de los cuestionarios es la mala secuencia de las preguntas. Una de las reglas básicas para su diseño es que el orden de éstas debe ser “lógico” o “psicológico”, es decir, que se deben plantear en orden de dificultad creciente. Esto indica que las preguntas más sencillas deben ir al principio, ya que alientan a la persona a continuar con el cuestionario, además de ayudar a entablar una comunicación con el entrevistador. Por lo tanto, las preguntas más difíciles o de mayor importancia deberán ir de último, para que toda la buena comunicación establecida previamente, ayude a responder correctamente las preguntas finales (10, 23, 40, 44).

Sin embargo, en cuestionarios en donde todas las preguntas que se realizan son similares o bien tienen las mismas opciones de respuesta, el orden de las preguntas puede afectar los resultados por la habituación del entrevistado. Esto significa que, después de formular una serie de preguntas similares, puede ser que algunas personas empiecen a dar la misma respuesta, sin pensar en realidad. En este tipo de cuestionarios la persona tiende a pensar más cuando se le formulan las primeras preguntas, por lo que suele dar respuestas más exactas. Por esta razón, las preguntas más importantes o de mayor dificultad, se hacen al inicio del cuestionario (10, 23, 40, 44).

A pesar que el cuestionario IPAQ está estructurado con una serie de preguntas similares sobre el mismo tema, y estudios anteriores apoyaban la aceptabilidad psicométrica de éste (9), los resultados obtenidos en el presente estudio apoyan la teoría psicológica de que el orden del cuestionario IPAQ versión corta debería ser invirtiendo el orden de las preguntas

---

<sup>3</sup> 1 Comunicación personal, Dr. Michael Pratt, CDC, Atlanta

(preguntar primero sobre actividades de menor intensidad y después sobre las actividades fuertes).

La razón de ello, es que al iniciar preguntando sobre las actividades fuertes los entrevistados pueden incluir actividades moderadas (debido a la dificultad de distinguir entre ellas), y al cuestionar sobre las actividades moderadas, repetir las incluidas como fuertes. Al calcular el gasto energético por cuestionario, además de la metodología de cálculo, las actividades fuertes estarían muy sobreestimadas por la duplicidad de la información y esto tendría mayor impacto en la estimación del gasto energético en comparación con la posible sobreestimación de las actividades de menor intensidad o livianas.

A pesar de que la población estuvo conformada por voluntarios, las evaluaciones de frecuencia cardiaca minuto a minuto requerían de mucha colaboración por parte de la persona, ya que debían mantener colocado el registrador de la frecuencia cardiaca durante 24 horas, lo que a muchos impacientó (principalmente a los hombres). Otra limitación fue que algunos participantes no completaron un día entre semana de registro de frecuencia cardiaca minuto a minuto (generalmente porque el registrador de pulso involuntariamente fue desconectado al dormir o al bañarse y no fue reiniciado), por lo que sólo tuvieron el registro de un día entre semana y un fin de semana, lo cual pudo no haber sido representativo de su actividad física real.

El grupo de voluntarios en promedio, se clasificó según el patrón de actividad como un grupo irregularmente activo, ya que muy pocos participantes realizaban actividades de intensidad moderada o fuerte, lo que influyó en los resultados obtenidos, ya que el cuestionario IPAQ versión corta hace énfasis solamente en este tipo de intensidad de actividades. Lo mismo produjo que la distribución de los datos obtenidos no fuera normal, ya que un buen número de los participantes no reportaron hacer actividad física a alguna intensidad, lo que determinó que se obtuviera en los resultados, un sesgo hacia la izquierda y kurtosis altas, que no originó una curva de distribución normal de los datos y convirtió la mayor parte del análisis en no paramétricos.

A pesar de que el objetivo del cuestionario IPAQ versión corta es cuestionar acerca de las actividades que mayor importancia tienen para la salud (de intensidad moderada o fuerte como se mencionó antes) esto podría considerarse como una debilidad del cuestionario al ser

utilizado en poblaciones sedentarias o que realizan principalmente actividad liviana. Por otro lado, este cuestionario podría ser sensible a un aumento de la actividad física de la población estudiada, al aumentar el reporte de actividades moderadas y fuertes. Se requiere más investigación sobre este punto.

## IX. CONCLUSIONES

1. Se comprobó que el modificar el orden de las preguntas representa una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la duración media de la actividad fuerte (60 min./sem, del cuestionario modificado vs. 90 min/sem, del cuestionario original) y de caminar (70 min./sem, del cuestionario modificado vs. 50 min/sem, del cuestionario original).
2. El gasto energético estimado fue mayor para la actividad fuerte al utilizar el cuestionario original, mientras que con el cuestionario modificado fue mayor para caminar ( $p < 0.01$ ).
3. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los patrones de actividad física obtenidos por los cuestionarios.
4. En general, la versión modificada del IPAQ presentó mejores correlaciones que el cuestionario original, al correlacionar la duración de la actividad física estimada por cuestionarios y la calculada por FCr.
5. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los patrones de actividad física obtenido por los cuestionarios IPAQ versión original y modificada con los obtenidos por frecuencia cardíaca (FCr y  $VO_{2r}$ ), ( $p < 0.01$ ).
6. Los resultados de las correlaciones son aceptables y dan validez al cuestionario modificado para ser utilizado en estudios de salud o epidemiológicos a nivel poblacional.
7. Los resultados obtenidos en el presente estudio apoyan la teoría psicológica de que el orden del cuestionario IPAQ versión corta debe ser invirtiendo el orden de las preguntas (preguntar primero sobre actividades de menor intensidad y después sobre las actividades fuertes).



## X. RECOMENDACIONES

1. El cuestionario IPAQ versión corta modificada puede utilizarse para evaluar la actividad física de adultos jóvenes residentes en la ciudad de Guatemala en estudios epidemiológicos o de salud en los que sea necesario evaluar grandes grupos, más no así a nivel clínico.
2. En estudios posteriores se sugiere utilizar la frecuencia cardiaca minuto como método de referencia para evaluar la validez de cuestionarios en los que se invierta el orden de las preguntas.
3. Al elaborar cuestionarios de actividad física es importante, como se demostró en el estudio, el orden de las preguntas. Se recomienda iniciar cuestionando sobre las actividades de menor intensidad hasta llegar a las de mayor intensidad (de leves a fuertes).
4. Este estudio demuestra que la modificación del orden de las preguntas de la versión corta del cuestionario IPAQ mejora su validez, sin embargo es necesario seguir estudiando modificaciones al mismo para mejorar su eficacia en población guatemalteca.
5. Se recomienda evaluar la validez del cuestionario IPAQ versión corta omitiendo la duración de 10 minutos o más de cada pregunta.
6. Es necesario analizar los datos obtenidos con distintos puntos de corte para cada categoría de la actividad calculada por la frecuencia cardiaca de reserva y en especial por el consumo de oxígeno de reserva para evaluar mejores correlaciones con el método de referencia.
7. Es necesario investigar otros métodos para el calculo de gasto energético diario, distintos a la regresión lineal por el punto de inflexión, para evaluar su correlación con cuestionarios de actividad.

8. Sería interesante evaluar la validez de ambos cuestionarios utilizando otros métodos de referencia (como la acelerometría por ejemplo) para determinar si las correlaciones mejoran.
  
9. Se requieren más investigaciones para evaluar si el cuestionario IPAQ versión corta podría ser sensible a un aumento de la actividad física de la población estudiada, al aumentar el reporte de actividades moderadas y fuertes.

**XI. REFERENCIAS**

1. Ainsworth, B.E.; et al. 2000. Compendium of physical activities; an update of activity codes and MET intensities. *Medicine & Science in Sport Medicine (US)*. 32: S498 - S516.
2. Antero, Y.; et al. 2001. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Medicine & Science in Sport Medicine (US)*. 33 (6): s351 – 358.
3. Balady, M.D.; et al. 2000. *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription*. 6<sup>th</sup> edition. EEUU, Lippincott Williams & Wilkins. 353 p.
4. Blair, S.; et al. 1996. Development of public policy and physical activity initiatives internationally. *Sports Medicine (US)*. 21(3): 157-163.
5. Bouchard, C; et al. 1983. A method to asses energy expenditure in children and adults. *American Journal of Clinical Nutrition (US)*. 37: 461 – 467.
6. Buskirk, E, Harris, D. y Méndez, J. 1971. Comparison of two assesments of physical activity and a survey method for calorie intake. *American Journal of Clinical Nutrition (US)*. 24: 1119-1125.
7. Carmeli, E.; et al. 2003. Long-term effects of activity status in the elderly on cardiorespiratory capacity, blood pressure, blood lipids, and body composition: a five year follow-up study. *Scientific World Journal (US)*. 3(8): 751 –767.
8. Casanueva, E, et al. 2001. *Nutriología Médica*. 2<sup>a</sup> ed. México, Editorial Médica Panamericana. 719 p.
9. Craig, C, et al. 2003. International physical Activity Questionnaire: 12 country reliability and validity. *Medicine and Science In sports and exercise (US)*. 1381-1395.

10. Creative Research System. 2006. Diseño de la Encuesta. The Survey System (en línea). Consultado Septiembre 2006. <http://www.surveysystem.com/sdesigner.htm>
11. Díaz E.; Saavedra C. y Kain J. Actividad física, ejercicio, condición física y obesidad. (en línea). Consultado agosto 2003. <http://www.fisiogym.cl/papers/fisiologia/fisiologia.html>.
12. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1985. Energy and protein requirements. Technical report series # 724. 207p.
13. \_\_\_\_\_. 2001. Human energy requirements. 105 p. (Report of a Joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Technical report series).
14. González Bolaños, M.A. 2000. Validación de un Cuestionario para la Determinación del nivel de actividad física. 107 p. Tesis Maestría en Alimentación y Nutrición con énfasis Sistemas Alimentarios. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Nutrición.
15. Harris, S.; et al. 1989. Physical activity counseling for healthy adults as a primary preventive intervention in clinical setting. JAMA (US). 261(24): 3590 - 3598.
16. Haskell, W. Kiernan, M. 2000. Methodologic issues in measuring physical activity and physical fitness when evaluating the role of dietary supplements for physically active people. American Journal of Clinical Nutrition (US). 72: 541s-550s.
17. Hopkins, W, Wilson, N y Rusell, D. 1991. Validation of the physical activity instrument for the life in New Zeland National Survey. American Journal of Epidemiology (US). 133 (1): 73-82.
18. Jain, M, et al. 1982. Evaluation of a self-administred dietary questionnaire for use in a short study. The American Journal of Clinical Nutrition (US). 36 (11): 931- 935.

19. Kannel, W, y Sorlie, P. 1979. Some health benefits of physical activity. The Framingham Study. Archivos Internacionales de Medicina. (US). 139: 857-861.
20. Katc, F y McArdle, W. 1992. Introduction to Nutrition, Exercise and Health. 4<sup>TH</sup> Edition. EEUU, Williams & Wilkins. 494 p.
21. Lamonte, M. Ainsworth, B. 2001. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. Medicine and science in sports and exercise. American College of Sports Medicine (US). S370-s378.
22. Laporte, R, et al. 1985. Assesment of physical activity in Epidemiologic Research: Problems and Prospects. Pub Health Reports (US). 100(2): 131-145.
23. Larios, V. 2006. ¿Cómo hacer una encuesta? Algo de Metodología. Facultad de Ingeniería, Universidad UAQ (México). (en línea). Consultado Septiembre 2006. <http://www.rppnet.com.ar/comohacerunaencuesta.htm>.
24. Leesay, S; et al. 1989. The use of heart rate monitoring in the estimation of energy expenditure: a validation study using indirect whole-body calorimetry. British Journal of Nutrition (UK). 61:175-186.
25. Livingstone, B; et al. 1992. Daily energy expenditure in free-living children: comparison of heart-rate monitoring with the doubly labeled water method. American Journal of Clinical Nutrition (US). 56:343-352.
26. López-Alvarenga, J; et al. 2001. Reproducibilidad y sensibilidad de un Cuestionario de actividad física en población mexicana. Salud pública de México (MX). (en línea). 43(4): 306-310. <http://www.insp.mx/salud/index.html>.
27. Maffeis, C; et al. 1995. Daily energy expenditure in free- living conditions in obese and non-obese children; comparison of doubly labelled water method and heart-rate monitoring. International Journal of Obesity (IT). 19: 671-677.

28. Magnus, K. y Matroos, A. 1979. Walking, cycling or gardening with or without seasonal interruption, in relation to acute coronary events. *American Journal of Epidemiology (US)*. 110: 724-733.
29. Mahan, K. y Escott-Stump, S. 2001. *Nutrición y Dietoterapia de Krause*. 10ª ed. México, McGraw-Hill Interamericana editores. 1,274p.
30. Manley, A. 1996. *Physical activity and Health; A Report of the Surgeon General*. EEUU, U.S. Department of health and human services. 14 p.
31. Marcus, R.; et al. 1992. Osteoporosis and exercise in women. *Medical Science in Sport Exercise (US)*. 24: S301-S307.
32. Montoye, H.J, y Taylor, H. 1984. Measurement of physical activity in population studies: A review. *Human Biology (US)*. 56 (2): 195 – 216
33. Obarzanek, et al. 1994. Energy Intake and Physical activity in relation to indexes of body fat. *National Heart Lung, and Blood Institute Growth and Healthy Study*. *American Journal of Clinical Nutrition (US)* 60:15-22.
34. OMS (Organización Mundial de la Salud, CH). 2002. Beneficios de la actividad física. (En línea). Consultado Febrero 2004. [http://www.who.int/archives/world-health-day/notas\\_descriptivas6.es.shtml](http://www.who.int/archives/world-health-day/notas_descriptivas6.es.shtml).
35. \_\_\_\_\_. 2003. Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Report of a joint FAO/OMS expert consultation. (s.p.) (Technical report series No. 916).
36. \_\_\_\_\_. 2003. Informe sobre salud en el mundo; forjemos el futuro. (en línea). Consultado Noviembre 2003. <http://www.who.int/whr/2003/en/chapter1-es.pdf>.
37. OPS (Organización Panamericana de la Salud, US). ¿Qué es actividad física?. (en línea). Consultado septiembre 2003. <http://www.paho.org/spanish/hpp/hpn/whd2002/physicalact.htm>.

38. Orellana P. y Ramírez-Zea M. 2003. Prevalencia de enfermedades no transmisibles (diabetes, hipertensión y factores de riesgo asociados) en el municipio de Villa Nueva, Guatemala. Guatemala, Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT) FO- 34-00. (s.p.)
39. Orozco, J. 2006. Evaluación de la aplicación de las políticas públicas de salud en la ciudad de Cartagena. Edición electrónica (en línea). Consultado septiembre 2003. <http://www.eumed.net/libros/2006c/199/1b.htm>
40. Osorio, R. 2001. El Cuestionario. (en línea). Consultado Septiembre 2006. <http://www.nodo50.org/sindpitagoras/Likert.htm>
41. Pérez, V; Devis, J. 2003. La promoción de la actividad física relacionada con la salud; La perspectiva de proceso y resultado. (En línea). Revisa Int. Med. Ciencia, actividad física, deporte No. 10. Consultado septiembre 2003. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista10/artpromoci%F3n.html>.
42. Pollock, M, et al. 1998. The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise (US)*. 30(6): 975 – 981.
43. Rauh, M, et al. 1992. Reliability and validity of self- reported physical activity in latinos *International Journal of Epidemiology (US)*. 21(5): 966- 971.
44. Ruiz, J. Izquierdo, M. Piñera, J. 1998. El Cuestionario estructurado como herramienta básica para la evaluación de las instituciones documentales. Fesabid, VI Jornada de documentación. (en línea). Consultado Septiembre 2006. [http://fesabid98.florida-uni.es/Comunicaciones/j\\_ruiz1/j\\_ruiz1.htm](http://fesabid98.florida-uni.es/Comunicaciones/j_ruiz1/j_ruiz1.htm)
45. Saavedra C. y Díaz, E. 2000. Actividad física, condición física y obesidad. (en línea). *Revista Obesidad (Chile)*. 2(6). Consultado Agosto 2003. <http://www.saota.org.ar/revistaobesidad-Nov-2000/paginas.asp>.

46. Shills, M, et al. 1999. Modern Nutrition in Health and Disease. 9a edition. EEUU, Williams & Wilkins. 1951 p.
47. Schofield, W. 1985. Predicting basal metabolic rate. New standars and review of previous work. Hum. Nutr. Clin. Nutr. 39 C (suppl. 1):5- 41.
48. Sizaer, F. Whitney, E. 1994. Hamilton/Whitney's nutrition, concepts and controversies. 6ª edition. EEUU, Minneapolis / St. Paul: West Publishing Co. pp. 357-397.
49. Spurr, G.B; et al. 1988. Energy expediture from minute-by-minute heart-rate recording: comparison with indirect calorimetry. American Journal of Clinical Nutrition (US) 48:552-559.
50. Taylor, C. Coffey, T; et al. 1984. Seven day activity and self report compared to a direct measure of physical activity. American Journal of Epidemiology (US). 120 (6): 818-824
51. Torún, B. 1984. Physiological measurements of physical activity among children under free-living conditions in Pollit, Amante P eds. Energy intake and activity. EEUU, New York Alan Liss Inc. pp. 159-184
52. Tudor-Locke,C. Myers, A. 2001. Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. Sports Medicine (US). 31(2): 90-98.
53. Viru, A; Simirnova, T. 1995. Health promotion and exercise training. Sports medicine (US). 19(2): 123-136.
54. Washburn, R y Montoye, H. 1985. The assessment of physical activity questionnaire. American Journal of Epidemiology (US). 123(4): 563-575.
55. Weir J. 1949. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. J Physiol (UK); 109: 1- 9.



56. Yasin, S. 1967. Measuring habitual leisure time physical activity by recall record questionnaire: in physical activity and the heart. EEUU, Charles C. Thomas Co. 373 p.

## X. ANEXOS

## ANEXO 1

**Formulario de consentimiento para participar en el estudio****“Análisis Comparativo de la validez del cuestionario internacional de actividad física versión corta original y la versión modificada en adultos de la ciudad de Guatemala”****Responsable del estudio:**

Br. Guadalupe Sierra, responsable del estudio. Escuela de Nutrición, Universidad de San Carlos de Guatemala. Tel. 4161593

Licda. María Antonieta González, co-investigadora. Escuela de Nutrición, Universidad de San Carlos de Guatemala. Tel. 4769892.

Dr. Manuel Ramírez Zea, co-investigador. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá – INCAP. Tel. 4723762, extensión 1163.

**Propósito**

Esta investigación es de suma importancia ya que tiene el propósito de determinar el instrumento válido para medir actividad física para poblaciones guatemaltecas.

**Detalles del estudio**

Para ser voluntario en este estudio deberá tener entre 18 y 39 años de edad, ser residente de la ciudad de Guatemala, haber aprobado 6to año de primaria como mínimo, gozar de buena salud, así como disponer de tiempo para realizar el estudio.

El estudio consta de 3 partes esenciales en las que deberá:

1. Contestar dos cuestionarios sobre la actividad física que realice durante una semana usual. Uno al inicio del estudio y otro al final.
2. Asistir al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), el día convenido con la responsable del estudio para realizar una prueba que dura aproximadamente 1 hora. Esta prueba consiste en caminar en una banda sinfín utilizando un aparato para medir mis latidos por minuto y una mascarilla para medir mi consumo de oxígeno. Con el fin de calcular la energía que gastó.
3. Mantener un aparato que registra mi frecuencia cardiaca durante un día completo, el cual consiste en un reloj de pulsera y un cinturón que se coloca rodeando mi pecho. Este aparato será colocado en mi casa o en mi lugar de trabajo por la responsable del estudio, y deberá tenerlo por tres días no consecutivos de una semana usual.

**Riesgos**

Entiendo que al participar en este estudio no correré mayores riesgos. Entiendo que la prueba que realizaré se hará de la manera menos incomoda y el riesgo del ejercicio que haré es muy bajo. El mantener el aparato que registra mi frecuencia cardiaca podrá causarme algo de incomodidad y muy raramente algún tipo de irritación de la piel.

**Beneficios**

Siendo parte de esta investigación como sujeto de estudio no recibiré ninguna remuneración de tipo económico; no obstante, podré saber cuál es mi condición física y cuántas calorías gasto en un día normal. Siendo participante en este estudio sólo invertiré el tiempo que necesitan para hacerme todas las pruebas.

**Confidencialidad**

Los resultados de este estudio serán analizados por la responsable del estudio mencionada al principio de esta carta y estarán disponibles sólo para ella, los co-investigadores y para mí. Mi identidad no podrá ser revelada al publicar los resultados de la investigación. La confidencialidad absoluta no puede ser garantizada porque los documentos de investigación no están protegidos de una citación legal.

**Derecho de preguntar y a retirarme del estudio**

Se me dio la oportunidad de preguntar cualquier duda sobre el estudio y todas ellas fueron respondidas satisfactoriamente. Si tuviera alguna otra pregunta o algún problema surgiera, se que puedo comunicarme con la responsable del proyecto.

Puedo decidir no participar en este estudio. Si en algún momento deseo terminar mi participación en el estudio una vez empezado, se lo haré saber a la responsable del proyecto y mi participación será interrumpida sin causarme ningún problema.

Habiendo leído lo anterior y estando de acuerdo, por este medio doy mi consentimiento para ser participe en el estudio del proyecto de tesis **“Análisis Comparativo de la validez del cuestionario internacional de actividad física versión corta original y la versión modificada en adultos de la ciudad de Guatemala”**

---

Fecha

---

Nombre

---

Firma

---

Firma del Responsable

IDENTIFICACIÓN: 11-1\_\_ \_\_ \_\_

**ANEXO 2**  
**Formulario de Datos Generales**  
**Análisis Comparativo de la validez de dos Cuestionarios de actividad Física**  
 Proyecto de Tesis

Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Formulario No. \_\_\_\_  
 Identificación 11-1 \_\_\_\_

Nombre del sujeto: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestador: \_\_\_\_\_

1. Sexo: Masculino  Femenino
2. (Si es mujer) ¿Actualmente se encuentra embarazada?  si  no
3. Fecha de nacimiento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Edad (años): \_\_\_\_\_
4. ¿Cuál fue su último grado ganado en la escuela?

Primaria						Básicos			Diversificado			Universidad					
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

5. ¿Sabe leer y escribir?
  - Sin dificultad
  - Con dificultad
  - No sabe
6. ¿Actualmente tiene un trabajo con el que gana dinero?  si  no
7. ¿En qué trabaja? \_\_\_\_\_
8. ¿Cuántas horas a la semana trabaja? \_\_\_\_\_
9. ¿Usted diría que su salud en general es?
 

Excelente <input type="checkbox"/>	Buena <input type="checkbox"/>	Mala <input type="checkbox"/>
Muy buena <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	
10. Actualmente padece  
 Cardiopatía \_\_\_\_\_ Diabetes \_\_\_\_\_  
 Hipertensión \_\_\_\_\_ Otra enfermedad o limitación que afecte su actividad \_\_\_\_\_
11. Toma algún medicamento? Si (¿Cuál?) \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
12. Peso: \_\_\_\_\_ lbs \_\_\_\_\_ kg    13. Talla \_\_\_\_\_ cms    14. IMC \_\_\_\_\_

ANEXO 3  
**CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA VERSIÓN ORIGINAL, SEMANA USUAL**  
**PROYECTO DE TESIS**  
**“Análisis Comparativo de la validez de dos cuestionarios de actividad física”**

Identificación: 11-1 \_\_\_\_  
 Fecha de entrevista: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Visita: \_\_\_\_

Nombre del Sujeto: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestador: \_\_\_\_\_

Le voy a hacer unas preguntas sobre el tiempo que usted se mantiene activo en una semana común y corriente, o sea, en la que no hace nada diferente o especial comparado con el resto del tiempo. Piense en las actividades o esfuerzos que hace por 10 minutos seguidos o más en el trabajo, cuando va de un lugar a otro, en sus oficinas dentro de su casa, y en el tiempo libre que tiene para recreación, hacer ejercicio o deporte.

1a	¿Cuántos días en una semana común y corriente hace actividades o esfuerzos <b>Fuertes</b> que lo hacen respirar mucho más fuerte de lo normal? (de ejemplos) _____ días a la semana ( si ninguno o no responde, siga con la 2 a)	___
1b	En todo el día ¿Cuánto tiempo dedica generalmente a esas actividades o esfuerzos, siempre y cuando cada vez que los hace sea por 10 minutos seguidos o más? _____ horas _____ minutos al día (si no puede contestar, pregunte...) ¿Cuánto tiempo dedica en una semana común y corriente a esas actividades o esfuerzos? _____ horas _____ minutos a la semana	____:____ ____:____
2a	¿Cuántos días en una semana común y corriente hace actividades o esfuerzos <b>Moderados</b> , o sea, no tan fuertes como los anteriores, pero que aún lo hacen respirar un poco más fuerte de lo normal? (de ejemplos) _____ días a la semana ( si ninguno o no responde, siga con la 3 a)	___
2b	En todo el día ¿Cuánto tiempo dedica generalmente a esas actividades o esfuerzos, siempre y cuando cada vez que los hace sea por 10 minutos seguidos o más? _____ horas _____ minutos al día (si no puede contestar, pregunte...) ¿Cuánto tiempo dedica en una semana común y corriente a esas actividades o esfuerzos? _____ horas _____ minutos a la semana	____:____ ____:____
3a	¿Cuántos días en una semana común y corriente <b>Camina</b> por lo menos durante 10 minutos seguidos? (de ejemplos de los lugares donde se puede ir caminando) _____ días a la semana ( si ninguno o no responde, siga con la 4)	___
3b	En todo el día, generalmente, ¿Cuánto tiempo <b>camina</b> , siempre y cuando cada vez que lo hace sea por 10 minutos seguidos o más? _____ horas _____ minutos al día (si no puede contestar, pregunte...) ¿Cuánto tiempo dedica en una semana común y corriente a esas actividades o esfuerzos? _____ horas _____ minutos a la semana	____:____ ____:____
3c	¿A que velocidad <b>camina</b> generalmente? Casi siempre camina a: 1. Un paso rápido, que lo hace respirar mucho más fuerte de lo normal 2. Un paso moderado, que lo hace respirar un poco mas fuerte de lo normal 3. Un paso normal o lento, donde no cambia su respiración (si la persona no puede responder pregunte, ¿Cuánto tiempo pasa caminando a un paso normal o lento en una semana común y corriente? _____ hrs _____ min a la semana	___ ____:____
4	Por último le voy a preguntar sobre el tiempo que pasa <b>Sentado</b> cada día mientras trabaja, mientras va en vehículo, en la casa, al hacer tareas de la universidad y durante su tiempo libre Piense en el tiempo que pasa frente a un escritorio, visitando amistades, comiendo , leyendo o sentado o acostado viendo televisión. ¿Cuánto tiempo en total pasa sentado generalmente en un día entre semana? _____ horas _____ minutos al día (si no puede contestar, pregunte...) ¿Cuánto tiempo en general pasa sentado en una semana común y corriente? _____ horas _____ minutos a la semana	____:____ ____:____

ANEXO 4  
**CUESTIONARIO DE ACTIVIDAD FÍSICA VERSIÓN MODIFICADA, SEMANA USUAL**  
**PROYECTO DE TESIS**  
**“Análisis Comparativo de la validez de dos cuestionarios de actividad física”**

Identificación: 11-1 \_\_\_\_  
 Fecha de entrevista: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Visita: \_\_\_\_

Nombre del Sujeto: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestador: \_\_\_\_\_

Le voy a hacer unas preguntas sobre el tiempo que usted se mantiene activo en una semana común y corriente, o sea, en la que no hace nada diferente o especial comparado con el resto del tiempo. Piense en las actividades o esfuerzos que hace por 10 minutos seguidos o más en el trabajo, cuando va de un lugar a otro, en sus oficinas dentro de su casa, y en el tiempo libre que tiene para recreación, hacer ejercicio o deporte.

1ª	¿Cuántos días en una semana común y corriente <b>Camina</b> por lo menos durante 10 minutos seguidos? (de ejemplos de los lugares donde se puede ir caminando) _____ días a la semana ( si ninguno o no responde, siga con la 2)	___
1b	En todo el día, generalmente, ¿Cuánto tiempo <b>camina</b> , siempre y cuando cada vez que lo hace sea por 10 minutos seguidos o más? _____ horas _____ minutos al día (si no puede contestar, pregunte...) ¿Cuánto tiempo dedica en una semana común y corriente a esas actividades o esfuerzos? _____ horas _____ minutos a la semana	____:____ ____:____
1c	¿A que velocidad <b>camina</b> generalmente? Casi siempre camina a: 1. Un paso rápido, que lo hace respirar mucho más fuerte de lo normal 2. Un paso moderado, que lo hace respirar un poco mas fuerte de lo normal 3. Un paso normal o lento, donde no cambia su respiración (si la persona no puede responder pregunte, ¿Cuánto tiempo pasa caminando a un paso normal o lento en una semana común y corriente? _____ hr _____ min a la semana	___ ____:____
2ª	¿Cuántos días en una semana común y corriente hace actividades o esfuerzos <b>Moderados</b> , o sea, no tan fuertes como los anteriores, pero que aún lo hacen respirar un poco más fuerte de lo normal? (de ejemplos) _____ días a la semana ( si ninguno o no responde, siga con la 3 a)	___
2b	En todo el día ¿Cuánto tiempo dedica generalmente a esas actividades o esfuerzos, siempre y cuando cada vez que los hace sea por 10 minutos seguidos o más? _____ horas _____ minutos al día (si no puede contestar, pregunte...) ¿Cuánto tiempo dedica en una semana común y corriente a esas actividades o esfuerzos? _____ horas _____ minutos a la semana	____:____ ____:____
3a	¿Cuántos días en una semana común y corriente hace actividades o esfuerzos <b>Fuertes</b> que lo hacen respirar mucho más fuerte de lo normal? (de ejemplos) _____ días a la semana ( si ninguno o no responde, siga con la 4)	___
3b	En todo el día ¿Cuánto tiempo dedica generalmente a esas actividades o esfuerzos, siempre y cuando cada vez que los hace sea por 10 minutos seguidos o más? _____ horas _____ minutos al día (si no puede contestar, pregunte...) ¿Cuánto tiempo dedica en una semana común y corriente a esas actividades o esfuerzos? _____ horas _____ minutos a la semana	____:____ ____:____
4	Por último le voy a preguntar sobre el tiempo que pasa <b>Sentado</b> cada día mientras trabaja, mientras va en vehículo, en la casa, al hacer tareas de la universidad y durante su tiempo libre Piense en el tiempo que pasa frente a un escritorio, visitando amistades, comiendo, leyendo o sentado o acostado viendo televisión. ¿Cuánto tiempo en total pasa sentado generalmente en un día entre semana? _____ horas _____ minutos al día (si no puede contestar, pregunte...) ¿Cuánto tiempo en general pasa sentado en una semana común y corriente? _____ horas _____ minutos a la semana	____:____ ____:____

ANEXO 5  
INSTRUCTIVO PARA LOS CUESTIONARIOS DE ACTIVIDAD FÍSICA

### INTRODUCCION

La introducción que se puede dar a la persona antes de iniciar la entrevista puede ser como sigue:  
*Estoy interesada en conocer la actividad física que la gente realiza como parte de su vida diaria. Esto es parte de un estudio muy extenso para obtener un cuestionario válido para población guatemalteca. Le voy a preguntar sobre el tiempo que usted se mantiene activo en una semana común y corriente, en la que no hace nada diferente o especial comparado con el resto del tiempo. Le preguntaré sobre las actividades que hace en su trabajo, cuando va de un lugar a otro, en sus oficios dentro de su casa o en el jardín o terreno alrededor de su casa, y en el tiempo libre que tiene para recreación, hacer ejercicio o deporte. En los casos en los que usted no sepa que contestar, por favor pregúnteme.*

### CONTENIDO

VERSIÓN ORIGINAL	VERSIÓN MODIFICADA
1ª: Actividades fuertes - frecuencia	1ª: Caminar – frecuencia
1b: actividades fuertes – duración	1b: Caminar – duración
2ª: Actividades moderadas – frecuencia	2ª: Actividades moderadas – frecuencia
2b: actividades moderadas – duración	2b: actividades moderadas – duración
3ª: Caminar – frecuencia	3ª: Actividades fuertes - frecuencia
3b: Caminar – duración	3b: actividades fuertes – duración
3c: Caminar – velocidad	3c: Caminar – velocidad
4: Sentado – duración	4: Sentado – duración

En general, cualquier pregunta que la persona no quiera contestar, llenarla con 8, cualquier pregunta que la persona no sepa la respuesta, llenarla con 9.

Si la persona refiere que su actividad actual no es la usual, porque no tiene trabajo, ha estado enfermo o cualquier otra razón, las respuestas deben ser sobre sus actividades actuales, para que sean comparables a la información obtenida por el registro de frecuencia cardiaca minuto a minuto.

### ENCABEZADO

Identificación: escribir la identificación del sujeto con el número correlativo del sujeto (3 dígitos)

Fecha de la entrevista: fecha del día en que se haga la entrevista

Visita No. 1 = la primera vez que se le hace la entrevista  
2 = si ya se le hizo una entrevista con el otro cuestionario

Nombre del sujeto: nombre completo del sujeto

Nombre del encuestador: Escriba el código para el nombre del encuestador  
1 Guadalupe Sierra

### Pregunta 1ª versión original (3ª versión modificada):

Es importante recalcar a cada persona que piense en todas aquellas actividades que requieren un gran esfuerzo, pero que duran 10 minutos seguidos o más. Estas actividades o esfuerzos deben ser tan fuertes como para hacer respirar a la persona mucho más fuerte de lo normal.

**Ejemplos:** Cargar cosas pesadas, subir escaleras, hacer algún deporte como correr, aeróbicos, correr todo el tiempo al jugar football o básquet ball, andar en bicicleta rápidamente, nadar rápidamente, trabajo con azadón o machete.



Es importante que la persona incluya en la respuesta todas las actividades fuertes que hace. Después de describir al sujeto a lo que nos referimos con actividades fuertes y dar ejemplos, el sujeto tiene la libertad de decidir cuales de las actividades que usualmente hace son fuertes (no es necesario preguntar al entrevistado a qué actividades se está refiriendo).

**Pregunta 1 b versión original (3b versión modificada):**

Se espera que la persona responda el tiempo promedio por día. **Si la persona no puede contestar porque la cantidad de tiempo varía mucho de un día para otro, pregunte *¿Cuánto tiempo dedica en una semana común y corriente a esas actividades?***

Puede ayudar a la persona a sumar el tiempo que dedica a todos los esfuerzos que hace en el día, por ejemplo si la persona le dice que en la mañana hace 1 hora, a medio día 15 minutos y en la tarde 2 horas, puede anotar estos tiempos en el formulario y luego escribir la suma total en el espacio correspondiente. Lo mismo puede hacerse si la persona le dice que los lunes hace 1 hora, los jueves 2 ½ horas y los viernes 1 ½ horas. Anote a un lado los tiempos que sumó.

Si la persona responde cuanto tiempo al día hace esas actividades, la opción de tiempo a la semana debe quedar en blanco y viceversa. Si la persona responde un intervalo de tiempo, por ejemplo 20 a 30 minutos insistir si ***¿es más 20 o mas 30 minutos?*** Si aún no puede decidir, promediar (en este caso 25 minutos)

**Pregunta 2 a:**

Es importante recalcar a cada persona que piense en todas las actividades que requieren un esfuerzo moderado, pero que las hace 10 minutos seguidos o más. La palabra moderado puede ser que no todos la entiendan, por lo que debe asegurarse que la persona comprende a qué tipo de actividades se está refiriendo, haciendo énfasis en que son menos fuertes que las de la pregunta 1ª, pero que aún lo deben hacer respirar un poco más fuerte de lo normal. **Use ejemplos como:**

**Levantar cosas livianas, lavar ventanas, barrer, trapear, sembrar, manejar bicicleta a una velocidad regular, jugar football o básquet ball pasando la mitad del tiempo parado o caminando. Es importante que la persona incluya en la respuesta todas las actividades moderadas que hace.**

Es importante hacer notar que NO se debe incluir el tiempo que pasa caminando ya que esto se pregunta más adelante. Después de describir al sujeto a lo que nos referimos como actividades moderadas y dar ejemplos, el sujeto tiene la libertad de decidir cuales de las actividades que usualmente hace son moderadas. No es necesario que le pregunte al entrevistado a qué actividades se está refiriendo.

**Pregunta 2 b:**

Ver aclaración de la pregunta 1 b.

**Pregunta 3 a versión original (1ª versión modificada) :**

Es importante resaltar que se está refiriendo a las veces que camina por lo menos durante 10 minutos seguidos en una semana común y corriente. Puede dar ***ejemplos como lo que camina en el trabajo, en la casa, para ir o regresar del trabajo, hacer mandados, ir de un lugar a otro, y cualquier caminata que haga sólo por recreación, deporte, ejercicio o en su tiempo libre.***

**Pregunta 3 b versión original (1b versión modificada):**

Se espera que la persona responda el tiempo promedio que camina por día. **Si la persona no puede contestar porque la cantidad de tiempo varía mucho de un día para el otro, pregunte *¿cuánto tiempo dedica en una semana común y corriente a caminar, siempre y cuando cada vez que lo hace sea por 10 minutos seguidos o mas?***

Puede ayudar a la persona a sumar el tiempo, por ejemplo: si la persona le dice que en la mañana hace 1 hora, a medio día 15 minutos, y en la tarde 2 horas, puede anotar estos tiempos en el formulario y luego escribir la suma total en el espacio correspondiente. Lo mismo puede hacerse si la persona le dice que los lunes hace 1 hora, los jueves 2 ½ horas y los viernes 1 ½ horas. Si la persona responde cuanto tiempo al día camina, la opción de tiempo a la semana debe quedar en blanco y viceversa.

**Pregunta 3c versión original (1c versión modificada):**

Se espera que la persona responda al paso al que camina casi siempre. Si refiere que camina cuesta arriba o cargando algo (por ejemplo un niño o una canasta) y que dicha actividad lo hace respirar mucho mas fuerte de lo normal o un poco mas fuerte de lo normal, seleccionar la opción 1 o 2. **Si la persona no puede contestar porque el paso en que camina varía mucho de un día a otro, o depende hacia donde va, pregunte *¿cuánto tiempo pasa caminando a un paso normal o lento en una semana común y corriente?*** En el análisis se restará este tiempo al tiempo total que camina y así se sabrá el tiempo que camina a un paso rápido o moderado. 3c: Caminar – velocidad

**Pregunta 4:**

Antes de hacer esta pregunta, decir algo como: ***Por último le voy a preguntar sobre el tiempo que pasa sentado cada día mientras trabaja, va en su carro, en su casa, al hacer tareas de la universidad y durante su tiempo libre. Piense en el tiempo que pasa frente a un escritorio, visitando amistades, comiendo, leyendo, estudiando o sentado o acostado viendo televisión.***

En esta pregunta también debe incluirse el tiempo que la persona pasa acostada pero despierta.

Si la persona refiere que el tiempo que pasa sentado es diferente el sábado al domingo, promediar ambos días.

## ANEXO 6

**Formulario de Recolección de Datos de la Prueba de Actividad**  
**Análisis Comparativo de la validez de dos Cuestionarios de actividad Física**  
 Proyecto de Tesis

Formulario No. \_\_\_\_\_

Identificación No. \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora inicio: \_\_\_\_\_ Hora final: \_\_\_\_\_

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

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: M - F

Temperatura: \_\_\_\_\_ Presión Barométrica: \_\_\_\_\_

Condiciones estándar (CE): \_\_\_\_\_ Factor Corrección Gasómetro: \_\_\_\_\_

220 - \_\_\_\_\_ (edad) = \_\_\_\_\_ x 75-80% = \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Puntos de calibración	FC	t (seg)	Gasómetro		t (seg)	O2	
			Lo	Lf		O2 i	O2 f
Acostado							
Sentado							
Parado							
Actividad 1							
Actividad 2							
Actividad 3							
Actividad 4							

ANEXO 7  
**Formulario de Recolección de Datos de Frecuencia Cardíaca**  
**Análisis Comparativo de la validez de dos Cuestionarios de actividad Física**  
Proyecto de Tesis

Formulario No. \_\_\_\_ \_\_\_\_  
Identificación No. \_\_\_\_ \_\_\_\_ \_\_\_\_

Nombre:

\_\_\_\_\_

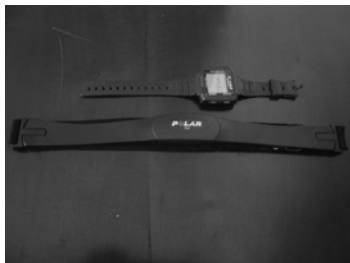
	<b>1ª Medición</b>	<b>2ª Medición</b>	<b>3ª Medición</b>
Fecha inicio			
Hora inicio			
Hora final			
Hora en que se acostó			
Hora en la que se despertó			

Observaciones:

## ANEXO 8

## Equipo y diagrama de funcionamiento para la prueba de ejercicio submáximo

1. Registradores de frecuencia cardiaca minuto-a-minuto marca Polar



2. Analizador de oxígeno



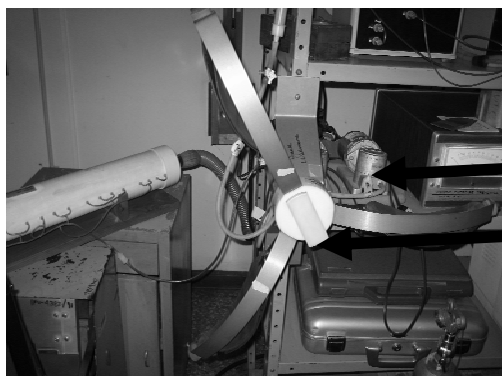
3. Gasómetro Rayfield



4. Gasómetro Tissot



## 5. Hélice de Wilmore y bomba de succión de aire



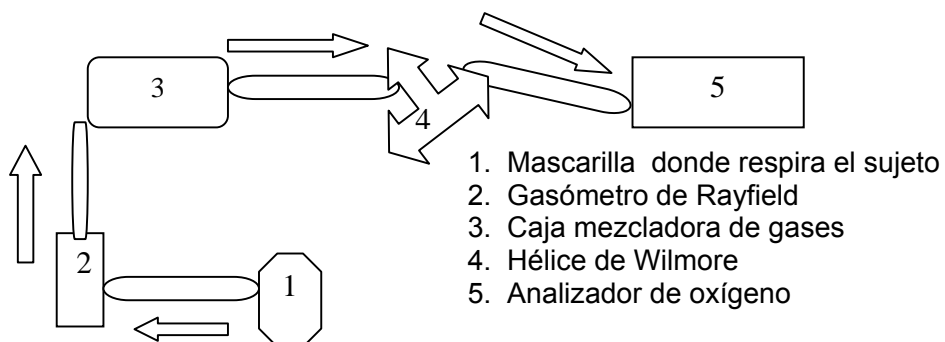
6. Bomba de succión de aire

7. Hélice de Wilmore

## 8. Caja mezcladora de gases



## 9. Diagrama de funcionamiento del equipo para la prueba del ejercicio submáximo



El aire expirado ingresa a través de un tubo corrugado desde la mascarilla (1) hacia el gasómetro (2) donde se mide el volumen de aire en litros. Una vez ya medido el aire prosigue a la caja mezcladora (3) donde es homogenizado. Después es succionado por una bomba para llenar una de las bolsas de la Hélice de Wilmore (4) para ser finalmente analizado (5).

ANEXO 9  
**Protocolos de actividad para realizar la prueba de actividad  
de la curva de calibración**

**PROTOCOLO 1 - Sedentarios**

VELOCIDAD (mph)	INCLINACIÓN (grados)
1.8	0
2.8	0
3.0	5
3.2	8

**PROTOCOLO 2 - Irregularmente activos**

VELOCIDAD (mph)	INCLINACIÓN (grados)
1.8	0
3.0	0
3.5	5
4.0	8

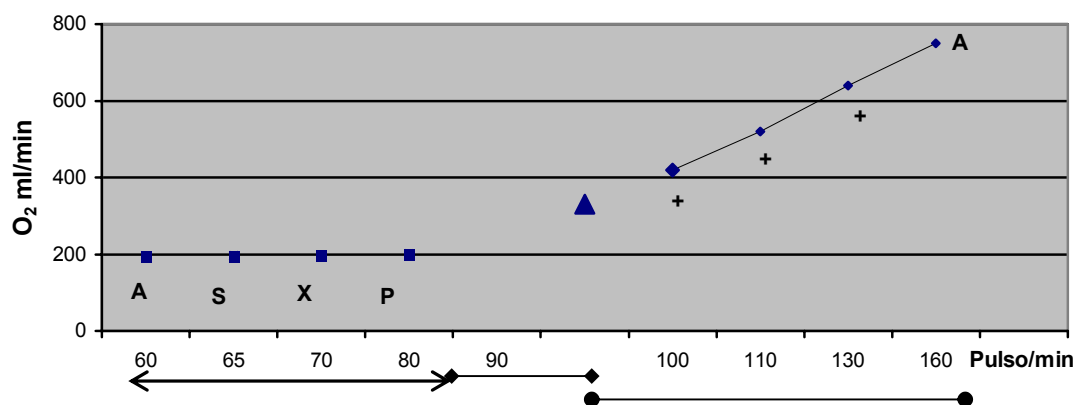
**PROTOCOLO 3 - Activos**

VELOCIDAD (mph)	INCLINACIÓN (grados)
1.8	0
3.8	0
5.0	5
6.0	8

## ANEXO 10

**Gráfico ejemplificado de la relación entre consumo de oxígeno y frecuencia cardiaca en la curva de calibración**

**Relación entre consumo de oxígeno y frecuencia cardiaca.**



■ = En Reposo

A = Acostado

S = Sentado

P = de pie

X = promedio de A, S y P

◆ = En Actividad

+ = Caminando o trotando

▲ = Punto FLEX

↔ = Gasto energético en reposo

◆-◆ = Gasto energético liviano

●-● = Gasto según la ecuación  $a + b \times FC \times 4.9 \text{ kcal}$