

Cuantificación de la actividad física en personas mayores

N. Garatachea y J.A. de Paz-Fernández

Departamento de Fisiología. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León. León. España.

RESUMEN

Los beneficios de la actividad física en la salud y la calidad de vida de las personas mayores son bien conocidos; sin embargo, la exactitud en la medición de la actividad física todavía es problemática. Hay varios métodos para cuantificar la actividad física y se debe seleccionar uno u otro en función del objetivo y de las características del estudio. Este artículo se centra en el análisis de 3 métodos: agua doblemente marcada, cuestionarios y detectores de movimiento.

El método de agua doblemente marcada es el más exacto y es considerado de referencia. Debido a su alto coste todavía hay pocos estudios que utilicen este método en personas mayores. El cuestionario de actividad física es el método más simple y barato, aunque la mayoría ha sido desarrollado en poblaciones jóvenes y adultas. De ahí la necesidad de un cuestionario especialmente diseñado para personas mayores, como es el caso del Physical Activity Scale for the Elderly, el Yale Physical Activity Survey o el CHAMPS Physical Activity Questionnaire. Los detectores de movimiento también se han utilizado para medir la actividad física en personas mayores. En futuros estudios se debe determinar si dichos detectores son útiles para medir la actividad física de baja intensidad en personas mayores.

Palabras clave

Persona mayor. Actividad física. Valoración.

Assessment of physical activity in older adults

ABSTRACT

The benefits of physical activity on health and quality of life in older people are well established but accurate measurement of physical activity remains problematic. There are several methods for assessing physical activity and each researcher should select a method according to the purpose and the characteristics of the study. The present article analyses three methods: doubly labelled water, questionnaires and motion sensors.

Correspondencia: Dra. N. Garatachea Vallejo.
Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte.
Valentín Carderera, 4. 22003 Huesca. España.
Correo electrónico: nugarata@unizar.es

Recibido el 12-01-04; aceptado el 28-07-04.

Doubly labelled water is the most accurate method and is considered the gold standard. Because it is expensive, few studies have used this method in older people. A physical activity questionnaire is the simplest and least expensive method but most questionnaires have been validated in young people and adults. Therefore, a questionnaire specifically designed for older people, such as the Physical Activity Scale for the Elderly, the YALE Physical Activity Survey or the CHAMPS Physical Activity Questionnaire, is required. Motion sensors have also been used for physical activity assessment in older people. Future studies should determine whether these devices are useful for assessing low-intensity physical activity in older people.

Key words

The elderly. Physical activity. Assessment.

INTRODUCCIÓN

El interés científico por el beneficio de la actividad física en los mayores es muy reciente. Holloszy llamaba la atención al respecto, en los años ochenta, acerca de la poca bibliografía científica sobre el efecto del ejercicio en el envejecimiento y el desarrollo de enfermedades crónicas¹. En los últimos años, la relación entre actividad física, como factor conductual modificable, y el riesgo de enfermedades crónicas y el declive funcional en las personas mayores ha sido objeto de un creciente interés para las investigaciones. La evidencia científica desde entonces ha sido abrumadora y hoy día es indudable que la actividad física debe ser considerada como una recomendación fundamental para la mayoría de los ancianos, enfermos o no². Por tanto, en el momento actual quedan bien asentados los beneficios de la actividad física sobre la salud y la calidad de vida en la población mayor³⁻⁵, por lo que muchos estudios revelan la importancia de cuantificar de forma precisa el nivel de actividad física⁶⁻⁹. La medición de la actividad física en personas mayores y su exactitud ha sido especialmente problemática y todavía lo sigue siendo⁷, principalmente porque el modelo de actividad física que los mayores realizan difiere del de las personas más jóvenes.

Un aspecto importante en la valoración de la actividad física habitual es la definición e interpretación del término

actividad física. Como los seres humanos obedecen a la ley de conservación de la energía y necesitan energía para todos sus trabajos, se expresa con frecuencia la medida de la actividad física en términos de energía gastada. Por tanto, es importante acotar 2 términos: *actividad física* y *energía gastada*, antes de seguir más adelante.

Es necesario reconocer que *energía gastada* y *actividad física* no son términos sinónimos¹⁰. Actividad física es una conducta que resulta en un gasto de energía. La energía gastada refleja el coste energético o la intensidad asociada a una actividad física dada y es una función directa de todos los procesos metabólicos implicados para aportar la energía que se requiere para la contracción muscular de dicha actividad física.

Aunque hay varios factores que pueden influir en la energía gastada (edad, peso, nivel de condición física...), si asumimos una eficacia mecánica humana constante para desarrollar un trabajo físico, la energía absoluta requerida será prácticamente la misma para una actividad física dada^{10,11}; en este caso será indiferente cuantificar la energía gastada o la actividad física.

La actividad física se expresa normalmente según 3 parámetros: duración (horas, minutos...), frecuencia (número de veces por semana o mes) e intensidad (tasa metabólica en kilocalorías o kilojulios por minuto). La energía gastada se expresa normalmente en kilojulios o en kilocalorías.

Se dispone de una gran variedad de métodos para valorar la energía gastada o la actividad física^{8,11} y se deberá seleccionar uno u otro en función del objetivo que se persiga y de las características del estudio.

A continuación nos centraremos en los métodos más relevantes de valoración de la actividad física en la población mayor, bien sea por su exactitud, como es el caso del método de agua doblemente marcada, o por su gran aplicabilidad, utilidad y sencillez en el caso de los cuestionarios y detectores de movimiento.

Agua doblemente marcada

El desarrollo de este método ha supuesto una oportunidad única para determinar de forma exacta la energía gastada por los individuos y para evaluar la exactitud de otras técnicas muy utilizadas¹², pues este método se presenta como de referencia o *gold standard* para validar otros métodos⁷.

Este método determina la energía gastada a partir de la producción de dióxido de carbono (CO_2). Para ello se emplean 2 isótopos estables: deuterio (^2H) y oxígeno-18 (^{18}O). Se considera que el ^{18}O se mantiene en equilibrio en el CO_2 espirado y la reserva total de agua del cuerpo, mientras que el ^2H solamente en el agua corporal. El ^2H es eliminado en la orina, la saliva, el sudor y las heces, y el

^{18}O solamente en heces y el CO_2 ; por tanto, la diferencia entre las velocidades de eliminación de los 2 isótopos estables está relacionada con la velocidad de producción de CO_2 ¹³. Esta producción de CO_2 se relaciona con el gasto energético por medio de la calorimetría indirecta.

Según diferentes estudios de validación es un método que obtiene excelentes resultados¹⁴. Sin embargo, también destacan sus 2 limitaciones más importantes. La primera solamente informa del coste energético de varios días sumando el coste debido a metabolismo basal, la termogénesis de la digestión, la síntesis de tejidos y la actividad física. La segunda, el incremento del coste del ^{18}O y la necesidad de un equipo de análisis especializado limitan su uso en estudios en poblaciones amplias.

Hay pocos estudios publicados que valoren la energía gastada mediante agua doblemente marcada en personas mayores (2 de estos estudios son el de Starling et al, realizado en 1999¹⁵, y el de Schuit et al, en 1997¹⁶) ya que, a pesar de las ventajas de este método, el alto coste y la gran especialización técnica hacen que no sea un método muy extendido.

Cuestionarios

El cuestionario de actividad física es la herramienta más simple y barata en la valoración de la actividad física⁸. En estudios epidemiológicos, el cuestionario es la técnica más utilizada¹⁷.

Hay un gran número de cuestionarios de actividad física; así, Ainsworth et al en 1994¹⁸ llegaron a describir hasta 39 diferentes. La mayoría de estos cuestionarios han sido desarrollados en poblaciones jóvenes o adultas y pocos de ellos se han utilizado con la población mayor¹⁹⁻²¹, lo que hace que no sean suficientemente sensibles para medir de forma exacta la verdadera actividad que realizan los ancianos. Además, la mayoría de los cuestionarios disponibles no han sido validados frente a un método de referencia¹⁹, lo que limita la validez de los resultados. En un estudio²² se sugiere que la disminución observada en la actividad física de los ancianos podría deberse, en parte, a que las mediciones han sido imprecisas. Varios autores destacan la necesidad de un cuestionario especialmente diseñado para personas mayores, que sea suficientemente sensible, que represente el bajo rango de actividad física que realizan los ancianos y que esté validado con técnicas apropiadas^{20,23}.

Se han utilizado cuestionarios en personas mayores para estudios que relacionan el nivel de actividad física con las caídas y el riesgo de fracturas^{24,25}, con el equilibrio y las características de la marcha²⁶, con la densidad mineral ósea²⁷ y con las enfermedades coronarias²⁸.

El Physical Activity Scale for the Elderly (PASE)²³ y el Yale Physical Activity Survey (YPAS)²⁰ son 2 cuestionarios desarrollados de forma específica para personas mayores

y han sido validados frente al método de agua doblemente marcada, por lo que superan las 2 principales limitaciones en cuanto a validez de los cuestionarios para utilizarlos en personas mayores.

El cuestionario PASE fue específicamente desarrollado para valorar la actividad física en estudios epidemiológicos en personas ≥ 65 años. El PASE recoge información sobre las tareas del hogar, en el tiempo libre y ocupacionales realizadas en los últimos 7 días. La participación en actividades de tiempo libre (caminar, actividades recreativas o deportivas...) se registran como nunca, raramente (1-2 días/semana), a veces (3-4 días/semana) y con frecuencia (5-7 días/semana). La duración de la participación en estas actividades se categoriza como < 1 h, 1-2 h, 2-4 h o > 4 h. El trabajo, remunerado o no, u otras actividades que se realicen fundamentalmente sentado, se registran como horas/semana. La participación en tareas del hogar (limpiar, planchar...) se registra como sí o no, pero la frecuencia de estas tareas no se codifica. El resultado del PASE se calcula multiplicando la cantidad de tiempo que pasa (horas/semana) o la participación (sí/no) en una actividad por un código predeterminado, y después se suman todas las actividades. El PASE puede ser completado por el mismo sujeto (autoinforme) o por un entrevistador. Washburn et al (1993)²³ evaluaron la repetitibilidad de las 2 opciones de completar el test y obtuvieron un correlación de $r = 0,84$ y $r = 0,68$ para la forma de autoinforme y la de entrevistador, respectivamente.

Schuit et al, en 1997¹⁶, en un estudio con 21 sujetos (60-87 años), observaron que la actividad física determinada por el PASE correlacionó de manera positiva ($r = 0,58$) con la actividad física determinada por el método de agua doblemente marcada. Washburn et al (1999)²⁹ compararon los resultados del PASE con la actividad física medida en 3 días consecutivos mediante acelerómetro y obtuvieron una correlación de $r = 0,49$ para el total de la muestra y $r = 0,64$ para la submuestra ≥ 70 años. A la vista de estos y otros estudios de validación del cuestionario PASE, podemos afirmar que es un cuestionario de una validez aceptable.

El cuestionario YPAS²⁰, que consta de 36 preguntas, se administra mediante un entrevistador que tarda unos 20 min en completarlo. Este cuestionario evalúa una semana típica del último mes y se centra en las tareas del hogar, el ejercicio físico y las actividades recreativas. El cuestionario consta de 2 secciones principales. La primera sección requiere información respecto a la cantidad de tiempo (horas/semana) que pasó realizando tareas del hogar, actividades recreativas y ejercicio físico durante una semana típica del último mes. La segunda sección pregunta sobre la frecuencia y duración de actividades intensas, paseos, movimiento, estar de pie y permanecer sentado durante el pasado mes. Se pueden calcular 3 resultados finales: el tiempo total, la energía gastada y las dimensiones de actividades. El tiempo total es la suma del tiempo pasado en todas las actividades que se incluyen en la lis-

ta de la primera sección y está expresado en horas/semana. La energía gastada (kcal/semana) se calcula a partir de la información de la primera sección, multiplicando los minutos de cada una de las actividades por un código de intensidad (kcal/min) asociado a dicha actividad y después se suma el gasto de todas las actividades. Los índices de las dimensiones de las actividades a las que se refiere la segunda sección del cuestionario se calculan multiplicando la frecuencia y la duración de cada actividad por el peso de un factor arbitrario basado en la intensidad relativa de cada dimensión de dichas actividades. Cada dimensión de las actividades de la segunda sección puede ser utilizada de forma separada o sumando todos los índices de las citadas actividades.

Un estudio de Starling et al realizado en 1999¹⁵ con 67 personas mayores mostró que la actividad física diaria medida mediante el cuestionario YPAS y mediante el método de agua doblemente marcada fue la misma; a pesar de esto, un análisis posterior de Bland-Altman mostró que la capacidad para determinar la actividad física de forma individual fue bastante variable; por eso, el YPAS parece ser una herramienta precisa para estimar la energía gastada diariamente en un grupo de personas mayores, pero su uso en sujetos individuales parece estar limitado. Campbell et al³⁰ llegaron a similares conclusiones cuando compararon en 1997 los resultados derivados del cuestionario YPAS con los obtenidos del método de la medición de la ingesta ante un peso corporal estable, y afirmaron que la medición de la actividad física diaria en un grupo de sujetos es muy similar entre métodos, pero hay una variabilidad sustancial cuando se comparan individualmente. Por otra parte, cabe resaltar que Young et al, en un estudio publicado en el año 2001³¹, indican que la validez de este cuestionario para detectar las actividades de baja intensidad no está clara.

Este cuestionario ha sido recientemente validado en población mayor española³². Los autores de esta validación concluyeron que la versión española que proponen podría ser considerada como una medida fiable de la actividad física regular realizada por un grupo.

La repetitibilidad del cuestionario fue estudiada por DiPietro et al en 1993²⁰. En este estudio, los diferentes resultados que se derivan del cuestionario se correlacionaron entre sí entre $r = 0,57$ y $r = 0,65$, por lo que se puede afirmar que este cuestionario tiene una aceptable repetitibilidad.

Otro cuestionario específico para población mayor es el CHAMPS Physical Activity Questionnaire (CHAMPS)³³. Está diseñado para que no necesite entrevistador, de forma que el individuo al que se va a evaluar lo completa por sí mismo. Este cuestionario evalúa, al igual que el YPAS, la actividad física de una semana típica del último mes. Las actividades que incluyen son las tareas domésticas, las actividades de tiempo libre y el ejercicio físico. El cuestionario incluye 42 preguntas que se identifican con

42 actividades propias de la población mayor. A estas preguntas, el individuo debe contestar si la realiza o no; en caso afirmativo debe contestar cuántas veces a la semana realiza dicha actividad y, por último, indicar el número de horas totales en que las realiza al cabo de una semana, pudiendo elegir entre 6 opciones: menos de 1 h, de 1 a 2 h y media, de 3 a 4 h y media, de 5 a 6 h y media, de 7 a 8 h y media y ≥ 9 h.

De la codificación del cuestionario se obtienen el gasto calórico semanal de todas las actividades que realiza, así como su frecuencia:

- Gasto calórico/semana en todas las actividades.
- Frecuencia/semana de todas las actividades. De forma específica, se calculan tanto el gasto calórico semanal como la frecuencia semanal de todas las actividades de intensidad moderada (> 3.0 MET): a) gasto calórico/semana en actividades de intensidad moderada, y b) frecuencia/semana de todas las actividades de intensidad moderada.

Los cálculos del gasto calórico se realizan multiplicando el tiempo total semanal de cada actividad por su intensidad metabólica según la modificación y adaptación a la población mayor que Stewart et al (2001)³³ hacen de la clasificación de Ainsworth et al (1993)³⁴. El gasto calórico total semanal será la suma del gasto de todas las actividades.

Harada et al (2001)³⁵ confirmaron que el cuestionario CHAMPS tenía una validez aceptable, al igual que otros cuestionarios de actividad física para personas mayores, como el PASE y el YPAS. Además, este cuestionario detecta los incrementos de actividad física asociados a programas de intervención³³, por lo que resulta útil para evaluar la efectividad de los programas en el incremento de actividad física.

La utilización de cuestionarios en la población mayor tiene, en general, muchas ventajas; entre las más importantes podemos citar el bajo coste económico y el tiempo reducido, así como la aceptable fiabilidad de los resultados. Por otra parte, también presenta inconvenientes a la hora de llevarlo a la práctica; algunos de los más importantes son:

- La capacidad de memoria disminuye, por lo general, con la edad, lo que producirá una subestimación de la actividad física total, ya que habrá actividades que no se recuerden. También hay que tener en cuenta que la valoración de la actividad física de las personas mayores es especialmente difícil debido a que la mayoría son de ligera o moderada intensidad que, a su vez, son las más difíciles de recordar²².

- En ocasiones, los encuestados tienden a responder lo «socialmente deseable», que es tener un hábito de vida activo; en este caso se produce una sobreestimación de la actividad física. Wasburn et al (1993)²³ y Martin et al (1999)³⁶ sugirieron que los mayores tienden a sobreestimar

la actividad física cuando son ellos mismos los que completan el cuestionario.

— Muchas de las personas mayores tienen un bajo nivel educativo, lo que podría complicar la comprensión del cuestionario; en este caso se puede solucionar con un entrevistador que facilite dicha comprensión.

— Las personas mayores tienen una reducida capacidad de visión y muchos de ellos necesitan lentes correctoras para poder leer el cuestionario; para paliar este inconveniente es importante que el formato del cuestionario tenga un tamaño de letra de, al menos, 15 puntos.

Cuantificación mediante sensores de movimiento: podómetros y acelerómetros

Tanto podómetros como acelerómetros registran la cantidad de movimiento realizado, pero de diferente manera³⁷. Los podómetros registran el número de pasos dados y el acelerómetro mide la aceleración del cuerpo. Ambos aparatos tienen unas dimensiones similares y son más pequeños que la palma de la mano. El lugar correcto de colocación de estos aparatos es la cintura o la cadera, pues se considera que si hay movimiento en estas zonas lo habrá en todo el cuerpo.

Los podómetros, por tanto, miden el número de pasos dados mediante un sistema pendular; en función de ello estiman el gasto energético del ejercicio realizado. Algunos podómetros permiten configurar la longitud media del paso y así hacen una estimación más exacta de la distancia total recorrida. Algunos modelos permiten seleccionar el modo de ejercicio, bien sea caminar o correr; de esta forma se selecciona automáticamente la sensibilidad de los sensores, que será mayor cuando se elija el modo de caminar y será menor cuando se seleccione el modo de carrera; esta opción intenta evitar errores en el registro de los resultados, pues una sensibilidad muy alta de los sensores durante la carrera podrían generar dobles contactos producidos por las mayores oscilaciones de la cadera durante la carrera y que en realidad serían falsos. Igualmente, algunos modelos calculan el gasto energético en función del sexo, la edad y el peso, según funciones matemáticas más ajustadas. La ventaja de estos aparatos es que tienen un bajo coste, podemos encontrarlos desde los más básicos por apenas 20 euros hasta los más avanzados por 35 euros.

Los podómetros son instrumentos muy válidos para medir la energía gastada en actividades ambulatorias, como caminar o correr³⁸. Debido a que las personas mayores están muchas horas sentadas durante el día, se resta validez al método en este grupo poblacional. Gardner et al, en 1998³⁹, encontraron una correlación de $R^2 = 0,377$ entre el podómetro y el método de agua doblemente marcada. Pese a ello, el podómetro es una herramienta sencilla y de utilidad en mayores para comparar resultados, para discriminar entre niveles de actividad física durante un *continuum* y para evaluar los cambios tras un programa de intervención de actividad física^{40,41}.

Los acelerómetros miden la magnitud de los cambios de la aceleración del centro de masas del cuerpo durante el movimiento. Al medirse la aceleración, se obtiene una medición más precisa de la intensidad de la actividad. A partir de la cuantificación de movimiento registrado y los datos de sexo, edad, peso corporal y talla, el acelerómetro estima mediante fórmulas matemáticas específicas para cada modelo el gasto energético correspondiente a la actividad física realizada. Para obtener resultados más fiables del nivel de actividad física habitual se recomienda que el tiempo de registro sea entre 2 y 5 días. Estos detectores de movimiento pueden ser de 1 (uniaxiales), 2 (biaxiales) o 3 (triaxiales) dimensiones. Los acelerómetros uniaxiales solamente registran el movimiento en un eje del espacio, los biaxiales registran el movimiento realizado en el eje X e Y del espacio, mientras que los acelerómetros triaxiales registran el movimiento en los 3 ejes: X, Y y Z. Las valoraciones más precisas serán las obtenidas a partir de acelerómetros triaxiales, puesto que se cuantifica todo el movimiento realizado. Las marcas comerciales de acelerómetros más conocidas son Caltrac, Tritrac y CSA, y sus precios pueden oscilar desde los 120 hasta los 300 euros, aproximadamente.

Está bien establecido que los acelerómetros ofrecen resultados más exactos que el podómetro⁴² a la hora de evaluar la energía gastada. En cuanto al acelerómetro, Gardner et al, en uno de sus estudios publicados en 1998³⁹, corroboraron que fue un método más exacto en personas mayores sedentarias que el podómetro, pues obtuvo una correlación mayor con el método del agua doblemente marcada, y afirman que el acelerómetro es un método que mide de forma exacta la energía gastada debido a la actividad física. Uno de los inconvenientes al utilizar el acelerómetro con personas mayores es que dicha población pasa mucho tiempo en sedestación realizando actividades con la parte superior que no detecta el acelerómetro (jugar a las cartas, coser, manualidades...), de forma que subestimaría la energía gastada. Así lo confirman Starling et al en un estudio publicado en 1999¹⁵, en el que indican que la utilización del acelerómetro Caltrac puede no ser apropiada para determinar la energía gastada en individuos mayores, ya que la subestimó en un 50-55% respecto del método de agua doblemente marcada. Por tanto, son necesarios futuros estudios que valoren la exactitud de los acelerómetros en la población mayor y que determinen si son válidos para detectar las bajas intensidades y los diferentes tipos de actividad física que las personas mayores realizan normalmente⁴³.

Antes de cuantificar la energía gastada o la actividad física se deberá seleccionar el método más apropiado, de todos los que podemos utilizar con la población mayor, en función del objetivo y las características del estudio, y de las ventajas e inconvenientes de cada uno. En este sentido, cuando el grupo que se va a evaluar sea muy

amplio, por ejemplo, en estudios epidemiológicos, el método más apropiado es el cuestionario puesto que tiene una buena relación beneficio-coste. El coste económico es mínimo y el coste de tiempo es relativamente bajo, mientras que la información que se obtiene, aunque es indirecta, tiene una gran relevancia y utilidad. En grupos más reducidos se podrán utilizar sensores de movimiento; de esta forma se obtendrán medidas directas de movimiento, aunque el tiempo requerido para estas mediciones es mayor. El podómetro solamente será válido en actividades de ambulación, lo que restringe bastante las actividades que puede evaluar. El acelerómetro, puesto que mide la aceleración del centro de masas del cuerpo, es válido no sólo para la ambulación y supera así la principal limitación del podómetro. Si interesa obtener el modelo de actividad física durante un determinado período, el método adecuado es el acelerómetro triaxial, puesto que permite conocer la actividad física realizada en función del tiempo; además, la exactitud de las medidas será mayor a expensas de un coste más elevado. El método de agua doblemente marcada es recomendable en estudios en los que se necesite una gran exactitud de medición pero en grupos muy reducidos, ya que el coste económico es muy elevado; además, este método es el idóneo para validar otros.

Cada método tiene sus propias ventajas e inconvenientes y unos pueden suplir las deficiencias de los otros en algunos casos. Una forma de superar dichos inconvenientes es implementar el método seleccionado con otro que cubra las deficiencias del anterior. En este sentido, el método de agua doblemente marcada puede utilizarse con el método de cuantificación del movimiento mediante acelerómetros para obtener el modelo de actividad física en el tiempo. El cuestionario puede implementarse con la utilización de sensores de movimiento para obtener medidas directas de cuantificación del movimiento, y viceversa, se puede utilizar los cuestionarios junto con los sensores de movimiento para intentar paliar las deficiencias en la medición de actividades que se realicen fundamentalmente con el tren superior.

Los problemas en la medición de la actividad física, especialmente en la población mayor, limitan el conocimiento sobre la participación en este tipo de actividades y, además, también limitan el conocimiento de las consecuencias que tienen los estilos de vida activos sobre la salud¹⁹⁻²⁰, pues son esenciales medidas válidas y fiables de actividad física para valorar la asociación entre la actividad física y la salud y la capacidad funcional. Igualmente importante son estas mediciones en la rutina diaria de trabajo en programas de ejercicio físico y de rehabilitación. Por estas razones son necesarios estudios que vayan clarificando y solventando estos problemas para conocer con exactitud la actividad física que realizan las personas mayores, su modo, intensidad, frecuencia y duración.

BIBLIOGRAFÍA

- Holloszy JO. Exercise, health and aging: a need for more information. *Med Sci Sports Exerc.* 1983;15:1-5.
- Evans WJ. Exercise as the standard of care for elderly people. *J Gerontol Med. Sci.* 2002;57A:M260-1.
- Spirduso WW, Cronin DL. Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:S598-608.
- American College of Sports Medicine Position Stand. American College of Sports Medicine position stand on exercise and physical activity for older adults *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:992-1008.
- Allison M, Keller C. Physical activity in the elderly: benefits and intervention strategies. *Nurse Pract.* 1997;22:53-4, 56 y 58 *passim*.
- Stewart AL, Mills KM, Sepsis PG, King AC, McLellan BY, Roitz K, et al. Evaluation of CHAMPS, a physical activity promotion program for older adults. *Ann Behav Med.* 1997;19:353-61.
- Melanson EL Jr, Freedson PS. Physical activity assessment: a review of methods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1996;36:385-96.
- Montoye H, Kenter H, Saris W, Washburn R. Measuring physical activity and energy expenditure. Champaign: Human Kinetics; 1996.
- LaPorte RE, Montoye HJ, Caspersen CJ. Assessment of physical activity in epidemiologic research: problems and prospects. *Public Health Rep.* 1985;100:131-46.
- Lamonte M, Ainsworth B. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:S370-8.
- Garatachea N, Cavalcanti E, De Paz JA. Métodos de cuantificación de la energía gastada y de la actividad física. *Arch Medicina Deporte.* 2003;XX:331-7.
- Schoeller DA, Van Sant E. Measurement of energy expenditure in humans by doubly labeled water. *J Appl Physiol.* 1982;53:955-9.
- Speakman J. The history and theory of the doubly labeled water technique. *Am J Clin Nutr.* 1999;68:S932-8.
- Prentice AM. The doubly-labelled water method for measuring energy expenditure: technical recommendations for use in humans. Vienna: IDECG, International Atomic Energy Agency; 1990.
- Starling RD, Matthews DE, Ades PA, Poehlman ET. Assessment of physical activity in older individuals: a doubly labeled water study. *J Appl Physiol.* 1999;86:2090-6.
- Schuit AJ, Schouten EG, Westerterp KR, Saris WHM. Validity of the physical activity Scale for the Elderly (PASE): according to energy expenditure assessed by doubly labeled water. *J Clin Epidemiol.* 1997;50:541-6.
- Washburn RA, Montoye HJ. Assessment of physical activity by questionnaire: a review. *Am J Epidemiol.* 1986;123:563-76.
- Ainsworth BE, Montoye HJ, Leon AS. Methods of assessing physical activity during leisure and work. En: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, editors. *Physical activity, fitness, and health: international proceedings and consensus statement: 1984 jun 15-16; Champaign: Human Kinetics;* 1994. p. 146-59.
- Starling RD. Energy expenditure and aging: effects of physical activity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2001;11 Suppl:S208-17.
- Dipietro L, Caspersen CJ, Osfeld AM, Nadel ER. A survey for assessing physical activity among older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25:628-42.
- Pereira MA, Fitzgerald SJ, Gregg EW, Joswiak ML, Ryan WJ, Suminski RR, et al. A collection of physical activity questionnaires for health-related research. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29:S117-52.
- Washburn RA, Jette AM, Janney CA. Using age-neutral physical activity questionnaires in research with the elderly. *J Aging Health.* 1990;2:341-56.
- Washburn RA, Smith KW, Jette AM, Janney CA. The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): development and evaluation. *J Clin Epidemiol.* 1993;46:153-62.
- Sorock GS, Bush TL, Golden AL, Fried LP, Breuer B, Hale WE. Physical activity and fracture risk in a free-living elderly cohort. *J Gerontol.* 1988;43:M134-9.
- Campbell AJ, Borrie MJ, Spears GF. Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol.* 1989;44:M112-7.
- Isaacs B. Clinical and laboratory studies of falls in old people. Prospects for prevention. *Clin Geriatr Med.* 1985;1:513-24.
- Dalsky GP, Stocke KS, Ehsani AA, Slatopolsky E, Lee WC, Birge SJ Jr. Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Ann Intern Med.* 1988;108:824-8.
- Marti B, Pekkanen J, Nissinen A, Ketola A, Kivela SL, Punar S, Karvonen MJ. Association of physical activity with coronary risk factors and physical ability: twenty-year follow-up of a cohort of Finnish men. *Age Ageing.* 1989;18:103-9.
- Washburn RA, Ficker JL. Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): the relationship with activity measured by portable accelerometer. *Sports Med Phys Fitness.* 1999;39:336-40.
- Campbell WW, Cyr-Campbell D, Weaver JA, Evans WJ. Energy requirement for long-term body weight maintenance in older women. *Metabolism.* 1997;46:884-9.
- Young DR, Jee SH, Appel LJ. A comparison of the Yale Physical Activity Survey with other physical activity measures. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:955-61.
- De Abajo S, Larriba R, Marquez S. Validity and reliability of the Yale Physical Activity Survey in Spanish elderly. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41:479-85.
- Stewart AL, Mills KM, King AC, Haskell WL, Gillis D, Ritter PL. CHAMPS Physical Activity Questionnaire for Older Adults: outcomes for interventions. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1126-41.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR Jr, Montoye HJ, Sallis JF, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25:71-80.
- Harada ND, Chiu V, Stewart AL. An evaluation of three self-report physical activity instruments for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:962-70.
- Martin KA, Rejeski WJ, Miller ME, James MK, Ettinger WH Jr, Messier SP. Validation of the PASE in older adults with knee pain and physical disability. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:627-33.
- Montoye H. Utilisation des compteurs de mouvements pour la mesure de l'activité physique. (Use of movement sensors in measuring physical activity.) *Sci Sports.* 1988;3:223-36.
- Tudor-Locke C, Williams JE, Reis JP, Pluto D. Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. *Sports Med.* 2002;32:795-808.
- Gardner AW, Poehlman ET. Assessment of free-living daily physical activity in older claudicants: validation against the doubly labeled water technique. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1998;53:M275-80.
- Tudor-Locke CE, Bell RC, Myers AM, Harris SB, Lauzon N, Rodger NW. Pedometer-determined ambulatory activity in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2002;55:191-9.
- Talbot LA, Gaines JM, Huynh TN, Metter EJ. A home-based pedometer-driven walking program to increase physical activity in older adults with osteoarthritis of the knee: a preliminary study. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51:387-92.
- Montoye H, Washburn R, Servais S, Ertl A, Webster J, Nagle F. Estimation of energy expenditure by a portable accelerometer. *Med Sci Sports Exerc.* 1983;15:403-7.
- Boon H, Frisard M, Brown C, Jazwinski SM, Delany J, Ravussin E. Validation of accelerometers to assess physical activity in elderly subjects. *Obes Res.* 2003;11 Suppl:A8.