

MÉTODOS PARA LA VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL GASTO ENERGÉTICO EN NIÑOS Y ADULTOS

PHYSICAL ACTIVITY AND ENERGY EXPENDITURE ASSESING METHODS IN CHILDREN AND ADULTS

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de los problemas de salud contemporáneos en los países desarrollados aparecen asociados con nuestros hábitos de vida, incluyendo entre éstos los bajos niveles de actividad física y los comportamientos sedentarios¹. La actividad física frecuente y adecuada actúa en la prevención e incluso es un aspecto a considerar en el tratamiento de enfermedades cardíacas y coronarias², hipertensión³, diabetes⁴, osteoporosis⁵, sobrepeso y obesidad⁶, algunos tipos de cáncer⁷, estrés y trastornos emocionales⁸.

Para mejorar el conocimiento de la relación entre la actividad física y algunos aspectos importantes de la salud, necesitamos utilizar métodos mejores y más precisos en el estudio de los niveles de actividad física y del gasto energético de hombres, mujeres y niños.

Más aún, una vez establecida la relación entre actividad física y salud, la importancia de una prescripción adecuada de ejercicio físico a personas sedentarias nos lleva a la necesidad de una valoración adecuada de la actividad física habitual, tanto antes como después de la intervención⁹.

Con el conocimiento actual de la gran variabilidad de las respuestas al ejercicio físico en función de los genes¹ se hace más necesaria la cuantificación y prescripción individualizada. Por todo ello, este artículo pretende realizar una

revisión de los métodos de evaluación de la actividad física utilizados hasta el momento, sus aspectos positivos y negativos, así como las recomendaciones de uso de los mismos que plantean diversos autores, con atención especial a su utilización en niños y adolescentes.

El primer paso para recomendar o prescribir ejercicio físico saludable es valorar previamente la actividad física que se realiza. En los estudios epidemiológicos de actividad física (AF), especialmente cuando se llevan a cabo con niños y adolescentes, es necesario disponer de métodos válidos y fiables para su medición y registro. Los métodos utilizados para valorar la AF, tanto en adultos como en niños y adolescentes incluyen generalmente la utilización de monitores del ritmo cardíaco (HR) o pulsómetros^{10,11}, el uso de sensores de movimiento como podómetros o acelerómetros^{12,13}, la observación directa^{14,15}, el empleo de agua doblemente marcada^{16,17} y los informes de los sujetos estudiados (*self-report*) mediante entrevistas, cuestionarios o diarios^{12,18-24}; cada uno de estos sistemas tiene dificultades metodológicas, ventajas e inconvenientes que lo hacen más apropiado para su utilización en diferentes ámbitos y que trataremos de analizar a continuación.

Para la descripción de los métodos más utilizados en la investigación de la AF seguiremos, en su mayor parte, la clasificación realizada por Lamonte y Ainsworth²⁵ en 2001 quienes los clasifican como *DIRECTOS* e *INDIRECTOS*

Javier Rodríguez Ordax¹

Nicolás Terrados²

¹Escuela del Deporte de Avilés
Consejería de Educación y Cultura del Principado de Asturias
²Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias
Fundación Deportiva Municipal de Avilés
Dpto. de Biología Funcional
Universidad de Oviedo

CORRESPONDENCIA:

Javier Rodríguez Ordax
Monte Naranco nº 11 - 4°C 33420 Lugones. Asturias
E-mail: jrordax@telecable.es

Aceptado: 03-01-2006 / Revisión nº 192

(Tabla 1). También hemos intentado recoger las observaciones a cada uno de los métodos publicadas por Sirard y Pate²⁶ en 2001, de aplicación específica en niños y adolescentes y algunas recomendaciones de otros autores.

MÉTODOS DIRECTOS

Método del agua doblemente marcada

Este método es seguro y preciso, pero la necesidad de que los individuos investigados ingieran isótopos radioactivos puede dar lugar a un rechazo por parte de los mismos; además, sus altos costes lo hacen inviable en estudios de poblaciones o muestras que impliquen a un elevado número de sujetos. Por otro lado, esta metodología nos da tan sólo un valor global de gasto energético y de consumo de oxígeno en un amplio periodo, de una a tres semanas, por lo que no diferencia la duración, frecuencia o intensidad de una AF específica²⁷. Algunos autores lo consideran como el criterio estándar para el estudio de la AF en niños y adolescentes²⁶. Su uso se ha circunscrito, casi exclusivamente, al ámbito de los estudios de validación de otros métodos de medición, ya que ha demostrado su validez en contraste con la calorimetría indirecta²⁸⁻²⁹.

Sensores de movimiento y vectores de aceleración

Los detectores de movimiento son instrumentos mecánicos que los sujetos, cuya actividad física

pretende evaluarse, llevan sobre el cuerpo para cuantificar el gasto energético. Se basan en que el movimiento (o la aceleración) de los miembros y del tronco están estrechamente relacionados con el gasto energético global. Son considerados como técnicas objetivas por Sirard y Pate²⁶, quienes además valoran los avances tecnológicos que han ido mejorando la sofisticación y precisión de estos instrumentos,

Dentro de ésta categoría, los instrumentos más sencillos y asequibles serían los *podómetros* que nos permiten cuantificar la actividad en términos de pasos x unidad de tiempo⁻¹ (p.ej., por día). Están limitados por la dificultad de calibración del aparato y la incapacidad para diferenciar el tipo, frecuencia, duración e intensidad de una AF específica. A su favor tienen la ventaja de ser relativamente baratos, objetivos y no reactivos. Han venido utilizándose recientemente para el control de la prescripción de actividad física como por ejemplo en la campaña británica de los "diez mil pasos diarios". En la Tabla 2 podemos ver una relación de trabajos que estudiaron la utilización de estos instrumentos y un resumen de datos obtenidos.

Los *acelerómetros*, tanto *uniaxiales* (p.ej., Caltrac o CSA) como *triaxiales* (p.ej., TriTrac), son aparatos electrónicos más sofisticados que miden el ritmo y magnitud con el que el centro de gravedad corporal (o los miembros del sujeto si se fijan en piernas o brazos) se desplaza durante el movimiento. A pesar de que con los datos registrados por estos aparatos se pueden valorar tanto la frecuencia como la duración e

TABLA 1.
Clasificación
de métodos
de medición de la
actividad física
(tomado de Lamonte
y Ainsworth²⁵)

Directos	Indirectos
- Observación	- Calorimetría indirecta
- Registros de la actividad física (Observación directa o Diarios)	(Consumo de O ₂ producción de CO ₂)
- Agua doblemente marcada*	- Mediciones fisiológicas (Ritmo cardíaco, temperatura, ventilación, condición física cardiorrespiratoria)
- Fuerzas biomecánicas: - Vectores de la aceleración (Acelerometría) - Sensores de movimiento (Podómetros)	- Prospecciones de AF o cuestionarios
- Salas de calorimetría	- Informes sustitutorios (Ingestión de energía)

*Este método es calificado como Indirecto por Going, et al.³⁷.

intensidad de la AF, no nos facilitan información que permita conocer el tipo específico de la misma. Recientemente³⁰ se ha investigado la utilidad, para la valoración del gasto energético, de un nuevo dispositivo el "SenseWear Pro Armband" (Body Media, Pittsburg PA) que se coloca en el brazo derecho, sobre el músculo tríceps y registra varios parámetros fisiológicos de movimiento como la respuesta galvánica de la piel, aceleración y temperatura corporal.

No valoran con precisión el gasto energético originado por actividades que impliquen a las extremidades o un aumento de las cargas al movimiento corporal, como por ejemplo caminar en subida o transportar peso. Aspectos como la posible alteración de los patrones de AF de los sujetos (al saber que están siendo estudiados) y el alto coste de los instrumentos más sofisticados, limitan la utilización práctica de los detectores de movimiento cuando se trata de medir la AF en estudios que impliquen a un gran número de sujetos en condiciones de vida normales. Por otro lado, y sobre la administración de cuestionarios, tiene la ventaja de reducir los sesgos derivados de los fallos de memoria.

Los primeros modelos de acelerómetros no permitían la utilización bajo el agua, y sus controles eran muy accesibles lo que, en niños y adolescentes, podía propiciar su manejo indeseado y la alteración de los datos. Recientemente se ha diseñado y comercializado una nueva generación de acelerómetros que, evaluando las aceleraciones en varios ejes -generalmente tres- impiden el manejo de sus controles salvo por el investigador mediante conexión a un ordenador. Algunos son sumergibles y pueden medir la actividad en diferentes intervalos de registro de los datos, permitiendo analizar segmentos específicos de tiempo mediante el *software* apropiado; además, cuentan con capacidad para registrar varios días, incluso semanas, de actividad.

La validez y/o precisión de estos instrumentos ha sido estudiada por varios autores^{3,19,31,32}, considerándolos de gran utilidad, aunque con

las objeciones derivadas de los problemas para evaluar diferentes velocidades de carrera o valorar las actividades que impliquen grandes movimientos de tronco y miembros superiores. Los acelerómetros se han empleado también como criterios de contraste para la validación de otros métodos de valoración de la AF, principalmente cuestionarios^{20,33-35}.

Para lograr una evaluación más precisa del perfil de gasto energético derivado de la AF, Haskell, *et al.*³⁶, han propuesto el registro simultáneo de la frecuencia cardíaca (FC) y del movimiento con sensores en varias partes del cuerpo, calibrando individualmente tanto uno como de otro aparatos mediante contraste con mediciones del consumo de oxígeno en varias actividades. Este procedimiento podría compensar las deficiencias de ambos métodos, aprovechando sus capacidades para la evaluación de la AF como demuestra el trabajo de Strath, *et al.*³⁶, quienes relacionaron los datos de la FC y de acelerómetros situados en brazo y pierna (registrados simultáneamente) con la calorimetría indirecta, obteniendo fuertes correlaciones entre los valores del VO_2 obtenidos por ambos métodos.

Observación directa

Ha sido considerada como un criterio estándar por Sirard y Pate²⁶. Se registran los datos de AF mediante observación de los sujetos. Esto permite una gran exactitud, pero precisa un entrenamiento intensivo de los observadores, un gran gasto en tiempo y una carga tanto para observadores como para los sujetos a estudiar que pueden alterar sus patrones de conducta si se sienten observados. Montoye, *et al.*³⁸ sugieren que estas metodologías de estimación de la AF no han sido adecuadamente validadas y advierten de que, si el período de observación se alarga mucho tiempo, los registros pueden verse afectados por la monotonía y el descenso en la atención de los observadores. Su uso parece limitarse a niños en edad preescolar y escolar -dada las dificultades de emplear otros métodos en estas edades- y resulta difícil en adolescentes y adultos³¹.

Registros de actividad física, diarios y recuerdos

Los *registros de AF* son diarios actualizados, llevados por los individuos estudiados, que intentan captar todas las fuentes y patrones de AF durante un periodo de tiempo definido. Su nivel de detalle va desde la anotación de cada actividad y su duración correspondiente, hasta el registro de actividades desarrolladas en periodos de tiempo determinados (p.ej., cada 15 minutos). Para el estudio de poblaciones numerosas, los registros de AF tienen serias limitaciones por el gran esfuerzo requerido y tiempo que exigen tanto a los sujetos del estudio como al equipo investigador.

Los *diarios de AF* son parecidos a los registros de AF, pretenden suministrar un recuento detallado de las actividades diarias habituales y su duración correspondiente. A diferencia del formato de los registros de AF, los diarios de AF se estructuran como unas *listas de actividades* detalladas. Los diarios de AF son más prácticos para su empleo y procesamiento que los registros de AF. Por el contrario, pueden ver limitada su validez cuando los sujetos estudiados se involucran en actividades diferentes a aquellas que aparecen detalladas en la lista.

MÉTODOS INDIRECTOS

Valoración del consumo de oxígeno (VO_2)

El desarrollo reciente de aparatos de calorimetría indirecta portátiles ha permitido el estudio del VO_2 en situaciones de campo muy próximas a las de la vida real; con estos dispositivos se puede estimar el gasto energético basándose en las relaciones entre el VO_2 y el coste calórico de la oxidación de los sustratos. Sin embargo, su elevado coste económico, el volumen todavía engorroso e instrumentación obstructiva y la posible alteración de los patrones de AF, limitan la utilidad de este instrumento para la cuantificación del gasto energético en estudios sobre grandes poblaciones.

Su utilidad principal parece centrarse en la valoración del coste energético de múltiples actividades lo que ha permitido elaborar tablas muy completas³⁹ y útiles, en las que cada actividad tiene una valoración en METs y consecuentemente, sabiendo el peso corporal de los sujetos a estudiar y el tiempo empleado en cada actividad, determinar el gasto energético de la misma. Con estas tablas se pueden procesar los datos procedentes de cuestionarios, diarios y registros de observación directa.

Monitorización de la frecuencia cardíaca

Se han hecho⁴⁰ estimaciones del gasto energético a partir de la frecuencia cardíaca (FC) basándose en la relación entre FC y VO_2 . Vuori⁴¹ considera la monitorización ambulatoria de la FC como un instrumento valioso en estudios de observación y de intervención sobre la AF relacionada con la salud. Laukkanen y Virtanen⁴², lo señalan como un indicador útil de la adaptación fisiológica y de la intensidad del esfuerzo realizado, estudiando además la fiabilidad de los instrumentos de medición. Klesges, et al.³² valoran como algo habitual el uso de la monitorización del ritmo cardíaco en estudios de AF en niños y este uso con niños ha sido recomendado también por Freedson⁴³ como un método práctico y válido, aunque no universalmente aceptado. Sirard y Pate²⁶ lo consideran como método objetivo y, aunque con algunas limitaciones, válido para la medición de la AF en jóvenes no obesos.

La relación lineal entre FC y VO_2 en un amplio rango de intensidades de AF, no es tan exacta cuando se consideran actividades de intensidades extremas^{44,45}. Dado que gran parte de las actividades de la vida cotidiana son de baja o moderada intensidad, la monitorización de la FC puede darnos estimaciones precisas del gasto energético diario en individuos en condiciones normales de vida. La precisión es menor con intensidades muy bajas, ya que la FC puede verse afectada por aspectos emocionales así como por el nivel de condición física de cada sujeto^{31,46}.

El estudio de la relación entre monitorización del ritmo cardíaco y el consumo energético ha

sido abordado hace tiempo por Ceesay, *et al.*⁴⁷. Estos autores compararon sus resultados con los obtenidos de la utilización del agua doblemente marcada con isótopos. Esta misma relación ha sido también estudiada por Emons, *et al.*⁴⁵, quienes encontraron una sobrevaloración del gasto energético de un 10%, que llegaba al 12% cuando se comparaban los datos de FC con los obtenidos en la cámara de calorimetría indirecta. Kalkwarf, *et al.*⁴⁸ por su parte plantean el uso de cuatro ecuaciones de predicción para describir la relación entre ritmo cardíaco y gasto energético.

Haskell y Kiernan⁴⁹, consideran necesario contemplar aspectos adicionales como el desarrollo de curvas individuales de calibración para estimar de forma precisa el gasto energético. Así, Strath, *et al.*⁴⁶, proponen los puntos de corte del ritmo cardíaco mantenido en intensidades de esfuerzo equivalentes al 30 y 60% del $VO_{2máx}$ para diferenciar entre las distintas intensidades de AF. Además, consideran la monitorización de la FC como una herramienta prometedora para la medición de la AF.

Otros autores, como Armstrong, *et al.*⁵⁰, utilizan puntos de corte fijos y emplean como criterio los periodos superiores a 10 minutos con la FC por encima de las 140 pxm^{-1} para establecer los periodos de actividad en niños de 11 a 16 años. En esta misma línea, Welsman y Armstrong⁵¹, analizaron los datos del porcentaje del tiempo total y la frecuencia de periodos de actividad de 10 y 20 minutos en los que la FC* superaba las 140 pxm^{-1} para considerar las actividades como moderadas, y las 160 pxm^{-1} para considerarlas como fuertes. Para estos autores hay una serie de factores que afectan la FC (p.ej., stress, temperatura corporal, medicamentos) y hacen que su monitorización no sea la panacea en la investigación de la AF y gasto energético en relación con la salud.

No obstante, Sleaf y Tolfrey⁵² han empleado recientemente la monitorización de FC para estudiar la AF en niños de 9 a 12 años, utilizando tanto un punto de corte fijo de 120 pxm como otro individualmente calibrado para cada suje-

to y que se establecía agregando un 75% a la FC en reposo.

Se han sugerido otros enfoques del uso del ritmo cardíaco como método de valoración de la AF: por ejemplo, algunos investigadores han utilizado el porcentaje de tiempo en varios rangos de ritmo cardíaco durante las actividades diarias⁵³ o la diferencia entre la media del ritmo cardíaco diario y el ritmo cardíaco en reposo⁵⁴.

En nuestro grupo de trabajo⁵⁵ el registro de la frecuencia cardiaca (individualmente calibrada para cada sujeto) se ha utilizado como variable de contraste para la validación de un cuestionario destinado a la valoración de la actividad física en adolescentes.

Cuestionarios de actividad física por entrevista o autoinforme

Los cuestionarios de AF con entrevista o con autoinforme (*Self-report* en inglés), son los métodos más utilizados para valorar la AF y el gasto energético (especialmente cuando se trata de establecer su relación con aspectos de la salud y en estudios epidemiológicos a gran escala) pudiendo ser cubiertos por el sujeto a estudiar, con o sin ayuda del investigador y de forma colectiva o individual, tomando en este último caso la forma de entrevista. El uso extendido de estos instrumentos se debe a que son muy prácticos para estudiar la AF en grandes poblaciones, tienen unos bajos costes y suponen poco esfuerzo para los individuos estudiados⁵⁶⁻⁵⁸.

Los cuestionarios de AF se clasifican como *globales, de recuerdo e históricos cuantitativos* (*Global, recall and quantitative history* en inglés) según su nivel de detalle y esfuerzo para el sujeto:

Los cuestionarios globales

Son cortos y contienen unas pocas preguntas dirigidas a los niveles generales de AF. Aunque son fáciles de completar, suministran una infor-

mación muy limitada y dan lugar a clasificaciones simples de la AF (p.ej., activos frente a inactivos).

Los cuestionarios de recuerdo

Contienen un mayor número de preguntas y permiten un estudio bastante específico de la frecuencia, duración y tipos de AF durante el último día, semana o mes. Comparados con los globales, los instrumentos de recuerdo son algo más complejos y pesados de completar, aunque dan lugar a una valoración más detallada de la AF. Los sistemas de puntuación varían entre los diferentes cuestionarios de recuerdo, desde simples escalas ordinales (p.ej., 1-5, alta a baja AF) a índices resumen no unitarios (p.ej., unidades de ejercicio) o a sumas de puntuaciones continuas de datos (p.ej., METminxdía⁻¹). La ventaja de estas últimas es que permiten evaluar las relaciones de dosis-respuesta entre categorías de AF o gasto energético y otras variables, como por ejemplo el riesgo relativo de contraer una enfermedad.

Los cuestionarios históricos cuantitativos

Generalmente tienen más de 20 preguntas, son muy detallados y reflejan la frecuencia y duración de la AF (de tiempo libre, laboral o global) durante el último año o a lo largo de toda la vida. Las puntuaciones de AF se suele expresar como una variable continua (p.ej., kcalxkg⁻¹xsemana⁻¹), lo que permite una evaluación categórica de los efectos dosis-respuesta cuando se quiere relacionar con parámetros de salud, según los puntos de corte de gasto energético recomendados (p.ej. < 14 kcalxkg⁻¹xsemana⁻¹).

Pese a que deben de tenerse en consideración las limitaciones de la memoria humana y los posibles sesgos de información, los diferentes tipos de cuestionarios de AF proporcionan un método fácilmente aceptable por los sujetos, viable, y barato para estudiar la AF y el gasto energético sobre grandes poblaciones en condiciones de vida normales.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA ESPECIALMENTE EN NIÑOS Y ADOLESCENTES

Cuando se desea estudiar la AF habitual en una población determinada debe tomarse en consideración, para la elección del método, su adecuación al tipo de estudio que pretendamos realizar, los métodos empleados por anteriores investigaciones sobre poblaciones similares y una serie de aportaciones de diversos autores entre las que deberían considerarse:

Haskel y Kiernan⁴⁹ mantienen que "*la elección del método de medida depende de los propósitos de la evaluación, la naturaleza de la población a estudiar y los recursos disponibles*".

Washburn y Montoye⁵⁹ indican que "*dado el coste y la carga de trabajo, tanto para participantes como para investigadores, la mayoría de métodos de estudio de la AF no resultan aplicables en estudios epidemiológicos de gran número de individuos en condiciones normales de vida*".

Laporte, et al.⁵⁷ sostienen que "los procedimientos de encuesta (incluyendo sus diferentes modalidades de recuerdo, históricas o generales) proporcionan la combinación adecuada de requisitos de precisión y posibilidades de aplicación práctica para investigar los niveles de actividad de poblaciones".

Así mismo Haskell, et al.³⁶ afirman que "*la mayoría de los datos relacionados con el estatus de AF, para resultados clínicos en población general, se han obtenido utilizando cuestionarios o diarios. Los otros procedimientos no han demostrado ser suficientemente precisos o fiables, o bien presentan dificultades logísticas cuando se utilizan con grandes muestras*".

Por otro lado, las opiniones de Washburn y Montoye⁵⁹, Baranowski⁶⁰, Paffenbarger, et al.⁶¹ y sugieren que, para encuestas que pretendan identificar las relaciones con las enfermedades cróni-

cas, calidad de vida o longevidad, el método de elección sigue siendo el *cuestionario*, especialmente si puede ser estandarizado y administrado de modo uniforme a grandes poblaciones. Para estos autores dicho instrumento, cuando está bien diseñado y administrado, puede medir de forma efectiva la ingesta de energía, la retención de energía, el gasto energético y la condición física para poder relacionar dichas variables con la calidad de vida y/o mantenimiento de la salud.

Más concretamente, el autoinforme ha sido recomendado para su utilización en estudios epidemiológicos sobre grandes muestras por Wilson, et al.⁶². Para Taylor, et al.⁶³ los cuestionarios de recuerdo de AF son los menos costosos de administrar y por lo tanto tienen su mejor ámbito de aplicación en estudios epidemiológicos, particularmente cuando es preciso determinar el tamaño y la intensidad de las actividades de acondicionamiento, así como el gasto energético expresado como $\text{Kcal} \times \text{kg}^{-1} \times \text{día}^{-1}$. Cale⁶⁴ sostiene que son menos intrusivos y no reactivos cuando se comparan con otras medidas; así mismo permiten cubrir detalles de la actividad de los días, semanas, meses o incluso años previos y pueden utilizarse para medir un número amplio de variables de la AF en el tiempo.

Varios autores^{49,63-66} han preconizado o aplicado el uso generalizado de un sistema codificado en el que se valore el gasto energético para distintas actividades en kilocalorías o kilocalorías por kg de peso corporal, ya que puede mejorar la posibilidad de comparar los resultados entre diferentes estudios.

Cale⁶⁴ identifica dos fuentes principales de error: el proceso cognitivo humano (memoria) y la definición de las variables deseadas. En relación con la primera de dichas fuentes de error, y teniendo en cuenta las edades de los sujetos que vayan a ser estudiados, hemos de considerar que según Jhonson y Foley⁶⁷, y en comparación con los adultos, los niños perciben menos, omiten más, olvidan más rápido, son más susceptibles de sugestión y de entremezclar la imaginación y la percepción en sus recuerdos. Al respecto, Cale⁶⁴ afirma:

"Los mayores errores asociados con los auto informes en niños parecen provenir de problemas de conocimiento, definición, tamaño inadecuado del estudio y fallos en la consideración de las variaciones entre días de semana-fines de semana o entre estaciones del año. El grado en que las mediciones de la AF se ven afectadas por dichos problemas variará y dependerá del tipo de auto informe y de las características de la población sobre la que se aplica dicha medición (edad y nivel de desarrollo de los niños)".

Going, et al.³¹ insisten en las dificultades que los niños, e incluso los preadolescentes, pueden tener al cubrir cuestionarios dada su limitada capacidad para recordar periodos largos de tiempo, la gran variación diaria en sus niveles de actividad y, sobre todo, su dificultad en apreciar la duración de las actividades.

Los problemas de memoria en niños y adolescentes llevan a la necesidad de intentar establecer el *periodo máximo de recuerdo* que podemos utilizar. Sallis, et al.²³ en un estudio sobre el tema determinaron que niños y adolescentes disminuían la fiabilidad del recuerdo, desde $r=0,79$ después de un intervalo de 2-3 días a $r=0,45$ después de un periodo de 4-6 días. También afirman que el límite de la habilidad de los niños para recordar parece situarse en siete días, señalándose que la precisión era óptima el día siguiente a la actividad, y que diferentes registros repetidos de recuerdos de 24 horas nos darían los informes más fiables en niños.

Otros autores^{64,68-70} recomiendan también la utilización de un periodo a recordar de *un día* como el ideal para obtener precisión en las encuestas de AF, tanto en niños como en adolescentes, y utilizan este formato en sus estudios.

A fin de mejorar la precisión de los recuerdos se aconseja también *segmentar el día*, desde periodos muy cortos de 30 minutos⁷⁰ a periodos más globales como descanso, almuerzo, después de la escuela, tarde, etc^{60,71}. El método de segmentación del día aprovecha el posible efecto de incremento de memoria que supone el conside-

rar el contexto junto con las actividades que se han realizado. También exige de los individuos la identificación de otras pistas relacionadas con el momento del día, lo que a su vez da nuevas pistas para recordar la actividad de una forma más precisa⁶⁴. En nuestra opinión, esto hace que el procedimiento de *autoinforme*, especialmente si se aplica en forma de entrevista, se asemeje a la metodología del diario de actividad; pero, en este caso, cubierto con la ayuda del personal investigador y al día siguiente, con lo que disminuye mucho el esfuerzo para el sujeto entrevistado y no influirá para nada en la actividad puesto que se registra la ya realizada.

Tanto Baranowski⁶⁰ como Cale⁶⁴ proponen, para mejorar más aún la precisión de los recuerdos, proporcionar listados de actividades físicas comunes que pueden marcarse en el cuestionario. Weston, *et al.*⁷⁰ sugieren, además, que estas listas de actividades se agrupen en categorías como: comer, dormir, bañarse, transporte, trabajo-escuela, tiempo libre, juego-recreación, y ejercicio.

Por otra parte, parece lógico que si pretendemos valorar la *AF habitual*, que es un comportamiento con una cierta variabilidad, y queremos que el periodo máximo a recordar sea de un solo día, tengamos que preguntarnos sobre *el número de días a estudiar* para obtener datos fiables. Blair, *et al.*⁷² sostienen que son necesarios varios días de registro de dieta para obtener estimaciones estables de la ingesta alimenticia y, dado que la AF también varía de día en día, consideran necesarios varios días de registros para tener una muestra representativa.

Janz⁷³ y Janz, Witt y Mahoney¹³ han determinado la necesidad de estudiar cuatro o más días de monitorización de la AF para conseguir una fiabilidad satisfactoria cuando se emplean acelerómetros. Trost, *et al.*⁷⁴, consideran necesario estudiar los registros de acelerometría de cuatro a cinco días en niños y de ocho a nueve días en adolescentes para obtener una fiabilidad del 89%. Del mismo modo Armstrong⁴⁴, a través de un estudio piloto empleando registros del ritmo cardíaco para evaluar la AF, determi-

nó que no había diferencias significativas entre los datos generados recogiendo cinco días o haciéndolo tres, por lo que recomienda un periodo mínimo de monitorización de tres días. Simons-Morton, *et al.*⁷⁵, utilizando otros métodos de evaluación de la AF, también recomiendan entre tres a cuatro días de información de la actividad para obtener un perfil representativo de la misma. Gretebeck y Montoye⁶⁶ tratan de afinar más aún y aconsejan incluir tanto días de semana como de fin de semana.

Resumiendo: las características que debería reunir un cuestionario a elegir para el estudio de la AF en adolescentes serían:

- Registrar los recuerdos de un solo día.
- Segmentar el día en varios periodos precisos que permitan al encuestado relacionar las actividades realizadas con espacios temporales concretos.
- Dar pistas sobre posibles actividades más comunes, pero dejando abierta la posibilidad de referir otras no detalladas en el cuestionario.
- Reflejar los valores de AF en unidades fácilmente comparables y no como índices de actividad.
- Registrar la actividad de cuatro o cinco días, incluyendo días del fin de semana, para que pueda valorarse la AF habitual de los sujetos.

En nuestra experiencia, para los estudios con niños y adolescentes⁷⁶, resulta importante emplear cuestionarios especialmente diseñados a tal efecto y que reúnan las características citadas anteriormente. El "Four by One Day Physical Activity Questionnaire", diseñado y aplicado en estudios poblacionales en el Reino Unido, traducido y adaptado por Cantera⁷⁷ y validado en población español⁵⁴ que ha sido empleado también por Serra, *et al.*⁷⁸ y Ceballos, *et al.*⁷⁹, aunque obliga a realizar cuatro entrevistas a cada sujeto en diferentes momentos, permite obtener datos

Autores	Datos del estudio
Bassett, <i>et al.</i> ⁸²	La media de errores de la puntuación (calorimetría indirecta menos puntuación de cada aparato) para todas las actividades fue de: CSA1, 0,97 MET; CSA2, 0,47 MET; CSA3, 0,05 MET; Caltrac, 0,83 MET; Kenz, 0,96 MET y podómetros Yamax, 1,12 MET. Los coeficientes de correlación entre la calorimetría indirecta y los sensores de movimiento osciló entre $r=0,33$ y $r=0,62$.
Gretebeck y Montoye ⁶⁶	Usan pulsómetros, acelerómetros y podómetros. Consideran a estos últimos poco fiables.
Leenders, <i>et al.</i> ⁸³	Las relaciones entre los resultados de dos acelerómetros triaxiales (Tritrac y CSA) y el podómetro Yamax indican que el número de pasos registrado por el Yamax es representativo de la cantidad total de AF desarrollada durante el día, tal y como es valorada por los acelerómetros. Estos resultados deberían ser de utilidad cuando se trata de seleccionar un método de medición de la AF en individuos en condiciones de vida normal.
Rowlands, <i>et al.</i> ⁸⁴	Recomiendan el uso en niños de podómetros y pulsómetros para evaluación de AF.
Sequeira, <i>et al.</i> ⁸⁵	Para los hombres divididos en categorías de AF en el trabajo, había una diferencia significativa en el número de pasos ($p<0,001$), mientras que en las mujeres los resultados estaban asociados a la AF en tiempo libre ($p=0,003$). Los podómetros demostraron ser útiles en el estudio de la AF en grandes poblaciones en situaciones normales de vida.
Singh, <i>et al.</i> ⁸⁶	Usan los podómetros, entre otros sistemas, como criterios de validación de un cuestionario con correlaciones bajas de 0,2-0,3 según el tipo de actividad, aunque no se calculaba una correlación con un índice global de AF, que es lo que valorarían los podómetros.
Washburn, <i>et al.</i> ⁸⁷	Estudian la precisión de los podómetros para estimar las distancias diarias recorridas.
Welk, <i>et al.</i> ⁸⁸	El podómetro Yamax Digi-Walker tiene una correlación de 0,76 con el acelerómetro Tritrac y refleja bien las diferencias de AF ocupacional entre sujetos.

TABLA 2.
Estudios de precisión de podómetros, o de evaluación de actividad física con podómetros

bastante precisos sobre el consumo energético habitual junto con otros hábitos de comportamiento. Todo ello lo convierte en un instrumento útil cuando se trata de valorar, no sólo la actividad física realizada sino también el tipo e intensidad de la misma y sus relaciones con otras variables como modalidades de empleo del tiempo libre⁷⁶ e incluso hábitos nocivos para la salud⁸⁰.

La utilización de este cuestionario en nuestro estudio sobre una muestra de la población de estudiantes de ESO de la ciudad de Avilés nos permitió valorar las relaciones entre consumo de alcohol, tabaco y otras sustancias y el consumo energético diario y la práctica deportiva con muy buenos resultados⁸¹.

RESUMEN

La mayor parte de los problemas de salud contemporáneos en los países desarrollados (incluyendo enfermedades cardíacas y coronarias, hipertensión, diabetes no insulino-dependien-

te, osteoporosis, obesidad, estrés, algunos tipos de cáncer y trastornos emocionales) aparecen asociados con nuestros hábitos de vida, incluyendo entre éstos los bajos niveles de actividad física y comportamientos sedentarios.

Para mejorar el conocimiento de la relación entre actividad física y algunos importantes aspectos de la salud, necesitamos utilizar mejores métodos de estudio de los niveles de actividad física y del gasto energético en el día a día de hombres, mujeres y niños.

Más aún, una vez establecida la relación entre actividad física y salud, la importancia de una prescripción adecuada de ejercicio físico a personas sedentarias nos lleva a la necesidad de una valoración adecuada de la actividad física habitual, tanto antes como después de la intervención.

Este artículo pretende realizar una revisión de los métodos utilizados hasta el momento, sus aspectos positivos y negativos, así como las recomendaciones de uso de los mismos que plantean diversos autores con atención especial a su utilización en niños y adolescentes.

Palabras clave: Valoración actividad física. Ejercicio. Cuestionarios. Pulsómetros. Acelerómetros. Niños. Adolescentes.

SUMMARY

Most of the contemporary health problems in developed countries (including coronary heart disease, hypertension, non-insulin-dependent diabetes, osteoporosis, obesity, stress, some types of cancer, and emotional disorders) appear to be associated with our life habits, including low levels of physical activity and sedentary behaviour.

To improve our knowledge of the relationship between physical activity and some important aspects of health, we need to use better methods to assess habitual physical activity levels and

energy expenditure in daily lives of men, women and children.

Moreover, once the relationship between physical activity and health has been established, correct exercise prescription in sedentary people becomes important and leads us to the need of a correct evaluation of habitual physical activity, both before and after intervention.

The present article tries to make a revision of methods being used till now, their pros and cons, and several recommendations from different authors them about how to use them specially focusing on the proper use with children and adolescents.

Key words: Physical activity evaluation, Exercise Questionnaires. Pulse meters. Accelerometers. Children. Adolescents.

B I B L I O G R A F Í A

- Terrados N.** Efecto del ejercicio físico en la salud: Importancia de los genes. En: Jimenez Díaz F., Caballero Carmona A. y Villa Vicente J.G. (Coordinadores) *Novedades en Medicina Deportiva aplicadas al deporte-salud y al deporte-rendimiento*. Madrid: Quaderna Editorial, 2004;23-40.
- Blair SN, Kohl III HW, Gordon NF, Paffenbarger S.** How much physical activity is good for health?. *Annu rev Public Health* 1992;13:99-126.
- Fagard RH.** Exercise characteristics and the blood pressure response to dynamic physical training. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6 Supl.):S484-S492.
- Chacon Borrego F.** Repercusiones del ejercicio en la diabetes mellitus insulín-dependiente (DMID). *Archivos de Medicina del Deporte* 1998;66:313-9.
- Vicente Rodríguez G, Ara Royo I, Dorado Garcóia C, Pérez Gómez J, Calbet JAL.** Actividad física y masa ósea en niños y niñas prepúberes. *Archivos de Medicina del Deporte* 2003;93:52-8.
- Marcos Becerro JF, Moreno Esteban B:** Sobrepeso y Obesidad. ¿Hay que tratarlos siempre? *Archivos de Medicina del Deporte* 2001;82:151-61.
- Thune I, Furberg, AS.** Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific. *Med. Sci. Sports Exerc* 2001;33(6 Supl.):S530-S550.
- Fox KR.** The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutr* 1999;2:411-8.
- Terrados N.** Effects of Aerobic Training in Midlife Populations. En Gordon SL, Gonzalez-Mestre X. y Garret W.E. *Sports and Exercise in Midlife*. Rosemont USA: *American Academy of Orthopaetic Surgeons* 1993;309-15.
- Durant RH, Baranowski T, Davis H, Puhl J, Rhodes T, Davis H, Greaves KA, Thompson WO.** Reliability and variability of indicators of heart-rate monitoring in children. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(3):389-x95.
- Treiber FA, Musante I, Hardagan S, Davis H, Levy J, Strong WB.** Validation of a heart rate monitor with children in laboratory and field settings. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21(2):338-42.
- Epstein LH, Paluch RA, Coleman KJ, Vito D, Anderson K.** Determinants of physical activity in obese children assessed by accelerometer and self-report. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28(9):1157-64.
- Janz KE, Witt J, Mahoney LT.** The stability of children's physical activity as measured by accelerometry and self-report. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(9):1326-32.
- O'Hara NM, Baranowski T, Simons-Morton BG, Wilson BS, Parcel GS.** Validity of the observation of children's physical activity. *Res Q Exerc Sport* 1989;60(1):42-7.

15. **Simons-Morton BG, Taylor WC, Snider SA, Huang IW.** The physical activity of fifth-grade students during physical-education classes. *Am J Public Health* 1993;83(2):262-4.
16. **Fontvielle AM, Harper II, Ferraro RT, Spraul M, Ravussin E.** Daily energy expenditure by five-year-old children, measured by doubly labelled water. *J Pediatr* 1993;123:200-7.
17. **Schoeller DA.** Measurement of energy expenditure in free-living humans by using doubly-labeled water. *J Nutr* 1988;118:1278-82.
18. **Aaron DJ, Kriska AM, Dearwater SR, Cauley JA, Metz KF, Laporte RE.** Reproducibility and validity of an epidemiologic questionnaire to assess past year physical activity in adolescents. *Am J Epidemiol* 1995;142(2):191-201.
19. **Durant RH, Baranowski T, Puhl J, Rhodes T, Davis H, Greaves KA, Thompson WO.** Evaluation of the Children's Activity Rating Scale, (CARS) in young children. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(12):1415-21.
20. **Melanson jr EL, Freedson PS.** Validity of the Computer Science and Applications, Inc. (CSA) activity monitor. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27(6):934-40.
21. **Sallis JF, Patterson TL, Buono MJ, Nader PR.** Relation of cardiovascular fitness and physical activity to cardiovascular disease risk factors in children and adults. *Am J Epidemiol* 1988;127(5):933-41.
22. **Sallis JF, Condon SA, Goggin KJ, Roby JJ, Kolody B, Alcaraz JE.** The development of self-administered physical activity surveys for 4th grade students. *Res Q Exerc Sport* 1993;64(1):25-31.
23. **Sallis JF, Buono MJ, Roby JJ, Micale FG, Nelson JA.** Seven-day recall and other physical activity self-reports in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(1):99-108.
24. **Sallis JF, Strikmiller PK, Harsha DW, Feldman HA, Ehlinger S, Stone EJ, Williston J, Woods S.** Validation of interviewer- and self-administered physical activity checklists for fifth grade students. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28(7):840-51.
25. **Lamonte MJ, Ainsworth BE.** Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6 Supl.):S370-S378.
26. **Sirard JR, Pate RR.** Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med* 2001;31(6):439-54.
27. **Haymes EM, Byrnes WC.** Walking and running energy expenditure estimated by Caltrac and indirect calorimetry. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(12):1365-639.
28. **Klein PD, James WP, Wong WW, Irving CS, Murgatroyd PR, Cabrera M, Dallosso HM, Klein ER, Nichols BL.** Calorimetric validation of the doubly-labelled water method for determination of energy expenditure in man. *Hum J Clin Nutr* 1984;38:95-106.
29. **Westerterp KR, Brouns F, Saris WH, Ten Hoor F.** Comparison of doubly labeled water with respirometry at low- and high-activity levels. *J Appl Physiol* 1988;65(1): 53-6.
30. **Jakicik JM, Marcus M, Gallagher KI, Randall C, Thomas E, Goss FL, Robertson RJ.** Evaluation of the SenseWear Pro Armband to assess Energy Expenditure during Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(5): 897-904.
31. **Going SB, Levin S, Harrell J, Stewart D, Kushi L, Cornell CE, Hunsberger S, Corbin C, Sallis J.** Physical activity assessment in American Indian schoolchildren in the Pathways study. *Am J Clin Nutr* 1999;69(4):788S-95S.
32. **Klesges LM, Klesges RC.** The assessment of children's physical activity: a comparison of methods. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19(5):511-7.
33. **Argiropoulou EC, Michalopoulou M, Aggeloussis N, Avgerinos A.** Validity and reliability of physical activity measures in Greek high school age children. *J Sports Sci Med* 2004;3(3):147-9.
34. **Lowther M, Mutrie N, Loughlan C, McFarlane C.** Development of a Scottish physical activity questionnaire: a tool for use in physical activity interventions. *Br J Sports Med* 1999;33(4):244-9.
35. **McMurray RG, Harrell JS, Bradley CB, Webb JP, Goodman EM.** Comparison of a computerized physical activity recall with a triaxial motion sensor in middle-school youth. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(8):1238-45.
36. **Haskell WL, Yee MC, Evans A, E Irby PJ.** Simultaneous measurement of heart rate and body motion to quantitate physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(1):109.
37. **Strath SJ, Bassett DR Jr, Thompson DL, Swartz AM.** Validity of the simultaneous heart rate-motion sensor technique for measuring energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(5):888-94.
38. **Montoye HJ, Kemper HCG, Saris WHM, Washburn RA.** Measuring physical activity and energy expenditure. Illinois: Human Kinetics. Champaign, 1993;26.
39. **Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, et al.** Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9):S498-S516.
40. **Freedson PS.** Field monitoring of physical activity in children. *Pediatr Exerc Sci* 1989;1:8-18.

41. **Vuori I.** Experiences of heart rate monitoring in observational and intervention studies. *J Sport Sci* 1998; 16:S25-S30.
42. **Laukanen RMT, Virtanen PK.** Heart rate monitors: State of the art. *J Sport Sci* 1998;16:S3-S7.
43. **Freedspn PS.** Electronic motion sensors and heart rate as measures of physical activity in children. *J Sch Health* 1991; 61:220-3.
44. **Armstrong N.** Young peoples' physical activity patterns assessed by heart rate monitoring. *J Sport Sci* 1998;16:S9-S16.
45. **Emons HJG, Groenenboom DC, Westerterp KR, Saris WHM.** Comparison of heart rate monitoring combined with indirect calorimetry and the doubly labelled water (2H2 18O) method for the measurement of energy expenditure in children. *Eur J Appl Physiol* 1992;65(2):99-103.
46. **Strath SJ Swartz AM Basset Jr DR, O'Brien WL, King GA, Ainsworth BE.** Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9 suppl.):S465-S470.
47. **Cessay SM, Prentice AM, Day KC, Morgatroyd PR, Goldberg GR, Scott W.** The use of heart rate monitoring in the estimation of energy expenditure: a validation study using indirect whole-body calorimetry. *Br J Nutr* 1980;61:175-86.
48. **Kalkwarf HJ, Haas JD, Belko AZ, Roach RC, Roe DA.** Accuracy of heart-rate monitoring and activity diaries for estimating energy expenditure. *Am J Clin Nutr* 1989;49:37-43.
49. **Haskell WL, Kiernan M.** Methodologic issues in measuring physical activity and physical fitness when evaluating the role of dietary supplements for physically active people. *Am J Clin Nutr* 2000;72(2):541S-50S.
50. **Armstrong N, Balding I, Gentle P, Kirby B.** Patterns of physical activity among 11 to 16 year old British children. *Br Med J* 1990;301:203-5.
51. **Welsman J, Armstrong N.** Physical activity patterns in secondary school children. *Eur J Phys Educ* 2000;5:147-7.
52. **Sleap M, Tolfrey K.** Do 9 to 12 yr-old children meet existing physical activity recommendations for health? *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(4):591-6.
53. **Gilliam TB, Freedson PS, Geenen DL, Shahraray B.** Physical activity patterns determined by heart-rate monitoring in 6-7 year-old children. *Med Sci Sports Exerc* 1981;13(1):65-7.
54. **Sallis JF, Buono MJ, Roby JJ, Carlson D, Nelson JA.** The Caltrac accelerometer as a physical activity monitor for school-age children. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(3): 698-703.
55. **Rodríguez Ordax J, Terrados Cepeda N, Riesgo García I, Fernández García B, Landaluce Pérez J.** Validation of the "Four by One Day Physical Activity Questionnaire (FBODPAQ) on a sample of Spanish urban adolescent population. *Res Q Exerc Sport* (submitted) 2005.
56. **Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM.** Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985;100: 126-31.
57. **Laporte REH, Montoye HJ, Caspersen CJ.** Assessment of physical activity in epidemiologic research: problems and prospects. *Public Health Rep* 1985;100:131-46.
58. **Montoye HJ, Taylor HL.** Measurement of physical activity in population studies: a review. *Hum Biol* 1984;56:195-216.
59. **Washburn RA, Montoye HJ.** The assessment of physical activity by questionnaire: a review. *Am J Epidemiol* 1980; 123(4):563-76.
60. **Baranowski T.** Validity and reliability of self-report of physical activity: an information processing perspective. *Res Q Exerc Sport*, 1988;59(4):314-320.
61. **Paffenbarger RS Jr, Blair SN, Lee I-M, Hyde RT.** Measurement of physical activity to assess health effects in free-living populations. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25 (1):60-70.
62. **Wilson PWF, Paffenbarger RS Jr, Morris JN, Havlik RJ.** Assessment methods for physical activity and physical fitness in population studies; a report of a NHLBI Workshop. *Am Heart J* 1986;111:1177-92.
63. **Taylor CB, Coffey T, Berra K, Iacofaldano R, Casey K, Haskell WL.** Seven-day activity and self-report compared to a direct measure of physical activity. *Am J Epidemiol* 1984;120(6):818-24.
64. **Cale L.** Self-report measures of children's physical activity: recommendations for the future and a new alternative measure. *Health Ed J* 1994;53:439-53.
65. **Ainsworth BE, Basset Jr DR, Strath SJ, Swartz AM, O'Brien WL, Thompson RW, Jones DA, Macera CA, Kimsey CD.** Comparison of three methods for measuring the time spent in physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9 Supl.): S457-S64.
66. **Gretebeck RJ, Montoye HJ.** Variability of some objective measures of physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24(10):1167.

67. **Jhonson MK, Foley MA.** Differentiating fact from fantasy: the reliability of children's memory. *J Soc Issues* 1984;40(2):33-50.
68. **Matthews CE, Freedson PS, Hebert JR, Staneck III EJ, Merriam PA, Ockene IS.** Comparing physical activity assessment methods in the Seasonal Variation of Blood Cholesterol Study. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(5):976-84.
69. **Sallis JF:** Self-report measures of children's physical activity. *J Sch Health* 1991;61:215-9.
70. **Weston AT, Petosa R, Pate RR.** Validation of an instrument for measurement of physical activity in youth. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29(1):138-43.
71. **Baranowski T, Dworkin R, Cieskic CJ.** Reliability and validity of self-report of aerobic activity: Family Health Project Res Q Exerc Sport 1984;55(4):309-17.
72. **Blair SN, Haskell WL, Ho P, Paffenbarger Jr RS, Ranizan KMV, Farquhar JNV, Wood PD.** Assessment of habitual physical activity by seven-day recall in a community survey and controlled experiments. *Am J Epidemiol* 1985;122(5):794-804.
73. **Janz KF.** Validation of the CSA accelerometer for assessing children's physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26(3):369-75.
74. **Trost SG, Pate RR, Freedson PS, Sallis JF, Taylor WC.** Using objective physical activity measures with youth: How many days of monitoring are needed? *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(2):426-31.
75. **Simons-Morton BG, O'Hara NM, Parcel GS, Huang IW, Baranowski T, Wilson B.** Children's frequency of participation in moderate to vigorous physical activities. *Res Q Exerc Sport* 1990;61(4):307-14.
76. **Rodríguez Ordax J, De Abajo Olea S, Márquez Rosa S.** Actividad física y deportiva del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria en el municipio de Avilés. *R Ed Física* 2003;91:11-6.
77. **Cantera Garde MA, Devís Devís J.** Physical Activity Levels of Secondary School Spanish Adolescents. *Eur J Physical Edu* 2000;5:28-44.
78. **Serra Puyal JR, Generlo Lanaspá E, Zaragoza Casterad J, Ros Mar R, Casterad Mas JC.** Niveles de actividad física en adolescentes. Bases para el desarrollo de estrategias de promoción de la salud. Comunicación al congreso Nacional de FEMEDE. *Archivos de Medicina del Deporte* 2004;103:433.
79. **Ceballos O, Serrano E, Sánchez E, Legaz A.** Actividad física en escolares adolescentes de la ciudad de Zaragoza. *Apunts Med Dep* 2001;85:485.
80. **Rodríguez Ordax J, De Abajo Olea S, Márquez Rosa S.** Relación entre actividad física y consumo de alcohol, tabaco y otras sustancias perjudiciales para la salud en Alumnos de ESO del municipio de Avilés. *Motricidad/Eur. J Human Mov* 2004;12:53-77.
81. **Rodríguez Ordax J, De Abajo Olea S, Márquez Rosa S, Terrados Cepeda N.** La actividad física en edad escolar. Su relación con la Salud *Dep Salud y Entren* 2003;3:2-16.
82. **Basset T JR, Ainsworth BE, Swartz AM, Stratz SJ, O'Brian WL, King GA.** Validity of four motion sensors in measuring moderate intensity physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9):S471-S480.
83. **Leenders NY, JM, Sherman WM, Nagaraja HN.** Comparisons of four methods of estimating physical activity in adult women. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(7):1320-6.
84. **Rowlands AV, Eston RG, Ingledew DK.** Measurement of physical activity in children with particular reference to the use of heart rate and pedometry. *Sports Med* 1997; 24(4):258-72.
85. **Sequeira MM, Rickenbach M, Wietlisbach V, Tullen B, Schutz Y.** Physical activity assessment using a pedometer and its comparison with a questionnaire in a large population survey. *Am J Epidemiol* 1995;142(9):989-99.
86. **Singh PN, Fraser GE, Knutsen SE, Lindsted KD, Bennett HW.** Validity of a physical activity questionnaire among African-American Seventh-day Adventists. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(3):468-75.
87. **Washburn R, Chin MK, Montoye HJ.** Accuracy of pedometer-in walking and running. *Res Q Exerc Sport* 1980; 51:695-702.
88. **Welk GJ, Blair SN, Wood K, Jones S, Thompson RW.** A comparative evaluation of three accelerometry-based physical activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9):S489-S497.