

**COLEGIO MAYOR NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRIA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD**

**Línea de investigación
PROMOCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA**

**TÍTULO
VALIDACIÓN DE CRITERIO CONCURRENTES DEL SISTEMA DE
OBSERVACIÓN DE TIEMPO DE INSTRUCCIÓN DE CONDICIÓN FÍSICA –
SOFIT- PARA LA MEDICIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA DURANTE LAS
CLASES DE EDUCACIÓN FÍSICA EN ESCOLARES DE 1° A 9° DE BOGOTÁ,
COLOMBIA**

**Que para obtener el título de
MAGISTER EN ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD**

**Presenta
LEONOR PATRICIA HUÉRFANO GAITÁN**

**Directores de tesis
CAROLINA PÁEZ-RUBIANO FT, MSP
FRANKLYN ALVARADO-PRIETO MD, PhD**

Bogotá, Abril 26 de 2016

RESUMEN

Objetivo: Determinar la validez concurrente del Sistema de Observación de Tiempo de Instrucción de Condición Física –SOFIT- a través de acelerometría, como método para medir los niveles de actividad física de los escolares de 1° a 9° durante la clase de educación física en tres colegios públicos de Bogotá, Colombia.

Métodos: Estudio transversal entre octubre de 2014 y mayo de 2015. La medición se realizó en tres colegios públicos de Bogotá. Participaron 48 estudiantes (25 niñas; 23 niños), entre 5 y 17 años, seleccionados de acuerdo al protocolo de SOFIT. El resultado se categoriza en porcentaje de tiempo en comportamiento sedentario, actividad física moderada, actividad física vigorosa, y Actividad Física Moderada a Vigorosa, se validó utilizando como patrón de oro la acelerometría en las mismas categorías. Se realizó diferencia de medias, regresión lineal y modelo de efectos fijos.

Resultados: La correlación entre SOFIT y acelerometría fue buena para actividad física moderada ($\rho=,958$; $p=0,000$), actividad física vigorosa ($\rho=,937$; $p=0,000$) y actividad física de moderada a vigorosa ($\rho=0,962$; $p=0,000$). Al igual que utilizando un modelo de efectos fijos, actividad física moderada $\beta_1=0,92$ ($p=0,00$), vigorosa $\beta_1=0,94$ ($p=0,00$) y actividad física de moderada a vigorosa $\beta_1=0,95$ ($p=0,00$), mostrando ausencia de diferencias significativas entre los dos métodos para la medición de los niveles de actividad física. El comportamiento sedentario correlacionó positivamente en Spearman ($\rho=,0965$; $p=0,000$) pero mostró discrepancia en el modelo de efectos fijos, debiéndose ajustar por 5,8% la medida dada por SOFIT.

Conclusiones: El sistema SOFIT demostró capacidad para medir niveles de actividad física en clases de educación física y una buena correlación y concordancia con la acelerometría. SOFIT es un instrumento válido y de bajo costo para la medición de la actividad física durante las clases de educación física y se recomienda su uso en futuros estudios.

Palabras clave: Actividad motora, Educación y entrenamiento físico, Observación, Acelerometría, Estudiantes.

INTRODUCCIÓN

Los efectos benéficos de la Actividad Física (AF) en la salud han sido bien documentados¹ y sus prevalencias mundiales en la población infantil y adolescente alcanzan cifras que requieren especial atención², tan solo el 20% de los niños y adolescentes cumplen con las recomendaciones mundiales sobre la AF (i.e. mínimo 60 minutos diarios en actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa)². En Colombia, la prevalencia de AF, aunque fue mayor, es baja, solo el 26% de adolescentes entre 13 y 17 años cumplen con las recomendaciones mínimas de AF, y no se cuenta con datos nacionales suficientes en el grupo de 3 a 12 años³. Por lo tanto, es evidente la necesidad de reducir los comportamientos sedentarios y promover AF para el bienestar físico, mental y social.

Diversos ámbitos son utilizados para la promoción de AF tales como el medio de transporte, el tiempo libre, el hogar y el laboral o escolar, demostrando que el escolar es un espacio ideal para la promoción de la AF en población infantil, dado que niños y adolescentes permanecen entre 8 y 10 horas diarias entre jornadas académicas y actividades de recreación³. Es de particular interés el nivel de AF que alcanzan durante las clases de educación física y las actividades extraescolares implementadas al interior de los colegios. Se conoce que el 70% de los colegios de Bogotá ofrecen prácticas deportivas intra e intercolegiales reportando que los estudiantes acceden a un espacio adecuado para la realización de AF durante la jornada escolar³.

Los niveles de AF en niños y adolescentes deben ser evaluados para el efectivo desarrollo de estrategias de promoción de AF. Una medida válida de la AF es importante para practicantes e investigadores interesados en el control, prescripción y valoración de

programas e intervenciones relacionadas con la AF⁴. Existen diversos métodos de medición de la AF, entre los que se encuentran la monitorización del ritmo cardíaco, el agua doblemente marcada, los sensores de movimiento (podómetros y acelerómetros), las encuestas, el auto-reporte (diarios) y la observación directa⁵.

La observación directa es un método en el que los niveles de AF son evaluados por medio de la observación de sujetos. Este método es considerado como criterio estándar por Sirard y Paté⁶ para la medición de la AF, debido a que recolecta información de manera objetiva⁵⁻⁹. El Sistema de Observación del Tiempo de Instrucción de Condición Física (SOFIT, por sus siglas en inglés – *System Observing Fitness Instruction Time*), es una herramienta desarrollada en 1991 por McKenzie, Sallis y Nader en Estados Unidos¹⁰, para medir aspectos de las clases de educación física, mediante la recolección simultánea de información respecto a la AF de escolares, el contenido de la clase y la participación del profesor^{10, 11}. SOFIT recolecta información sobre el tipo, intensidad, duración y frecuencia de cualquier AF. Su uso proporciona información directa y significativa a los profesores e instructores, con un bajo costo y una fácil aplicación^{10, 11}

SOFIT ha sido validado en diferentes estudios, que comparan sus resultados contra los de consumo de oxígeno ($r = ,66$ $r = ,91$), frecuencia cardíaca ($r = ,50$; $p < ,01$)¹², acelerometría uniaxial ($r = ,74$)¹³ y triaxial ($r = ,68$ CI = $,524- ,804$)¹⁴ y frecuencia cardíaca en situaciones de AF controladas ($r = ,50$ en niños y $r = ,48$ en niñas; $p < ,01$)¹⁵, demostrando ser una herramienta confiable para la medición de AF durante la clase de educación física, además de ser utilizada para evaluar la efectividad de programas que promueven la AF¹⁶⁻¹⁹.

Sin embargo, SOFIT no ha sido validado en el contexto colombiano. Por lo tanto el objetivo de este estudio fue determinar la validez de criterio concurrente del sistema SOFIT, para medir el nivel de actividad física de los escolares de 1° a 9° de tres colegios distritales de Bogotá, Colombia.

MÉTODOS

Tipo de estudio

Estudio de corte transversal realizado entre octubre de 2014 y marzo de 2015 en tres colegios públicos distritales de las localidades Tunjuelito y Ciudad Bolívar de Bogotá.

Población y diseño de estudio

La población de estudio fueron los escolares de 1° a 9° de colegios que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: carácter público, urbano, ubicado en zonas de estratos socioeconómicos bajos y medios, con jornadas mañana y tarde, de ambos sexos, y que dentro del plan de estudios contarán con clases de educación física en la jornada escolar. Aceptaron su participación en el estudio tres instituciones²⁰, ubicadas en las localidades de Tunjuelito y Ciudad Bolívar, de las cuales se obtuvo los permisos institucionales y el consentimiento de los profesores responsables de la educación física.

Muestra no probabilística por conveniencia. Se observaron 12 clases de educación física ajustada al número de grupos por grado y disponibilidad de las mismas en cada colegio. 383 estudiantes (por clase se observan 4 estudiantes de acuerdo al protocolo del sistema), obteniendo el registro de AF de 48 niños (23 hombres y 25 mujeres) medidos con SOFIT y acelerometría, para un total de dos mil cuatrocientos ochenta y cinco observaciones

agrupadas cada 4 minutos, para obtener el porcentaje de tiempo en cada nivel de AF en 214 datos, correspondientes a la unidad de análisis del sistema^{12, 21}, siendo esta una muestra similar a otros estudios realizados^{14, 15, 21, 22}. Se seleccionaron de manera aleatoria secuencial, 5 estudiantes por cada clase, 4 de ellos fueron observados y portaron un acelerómetro, el quinto niño fue una medida preventiva para ser observado si cualquiera de los 4 primeros abandonaba el campo de observación. Los estudiantes fueron seleccionados, a medida que llegaron a la clase siguiendo el protocolo de SOFIT, escogiendo los estudiantes 4, 8, 12, 16 y 20 para clases con menos de 25 estudiantes, y 5, 10, 15, 20 y 25 si el total de estudiantes en clase superaba este número^{10, 11}.

Se obtuvo consentimiento y asentimiento informado por parte de padres y estudiantes, en el que se aclaró que cualquier estudiante podía ser seleccionado para la observación y el porte del acelerómetro durante la clase de educación física. Quienes no consintieron fueron excluidos, así como aquellos con incapacidad física o médica para las actividades de la clase. El estudio se realizó de acuerdo a los principios reconocidas en la declaración de Helsinki y la Resoluciones 008430 de 1993 y 002378 de 2008 del Ministerio de Salud de Colombia, y fue aprobado por el Comité de ética en investigación de la Universidad del Rosario (UR No CEI-ABN026- 000373).

Método SOFIT

SOFIT es un sistema desarrollado por Mckenzie, Sallis y Nader¹⁰, basado en la observación directa, que permite el registro de AF de los estudiantes como variable de resultado, y el contenido de la clase y la participación del profesor como variables de proceso^{10, 11}; diseñado con el fin de proporcionar información relacionada con las clases de educación

física y ser una herramienta de utilidad para investigadores y profesores en la evaluación de las clases^{10, 11}. En éste estudio solo se utilizó el dominio de medición del nivel de actividad física, que es permitido en el uso de SOFIT al ser un instrumento diseñado de manera modular (tres dominios), que permite al investigador de acuerdo a sus intereses particulares adaptar su uso, adicionalmente las dos variables de proceso no cuentan con una patrón estándar de medición con el que se puedan comparar los resultados obtenidos para la validez de criterio concurrente objeto de éste estudio, aunque su registro fue utilizado en el estudio siguiente del macro proyecto: “niveles de actividad física de niños y adolescentes durante las clases de educación física en tres colegios oficiales de Bogotá”²³.

La recolección del SOFIT exige que en la clase se observe a cada uno de los cuatro estudiantes, para realizar tres observaciones y tres registros por minuto, en intervalos de veinte segundos entre cada registro (10 seg. de observación y 10 seg. para el registro de los datos), hasta completar doce observaciones durante cuatro minutos, de esta manera en los primeros 16 minutos se hace una ronda completa de los 4 estudiantes. Luego se vuelve a registrar al primer estudiante observado y se continúa con los demás en el mismo orden de la ronda inicial hasta que la clase finalice^{10, 11}.

El registro de la AF se realiza con la siguiente clasificación: 1- acostado, 2- sentado, 3- de pie (quieto), 4- caminando y 5- muy activo, considerando a los códigos entre 1 y 3 como comportamiento sedentario o inactivo, el 4 como actividad moderada y el 5 como actividad vigorosa^{10, 11}.

Procedimientos

Etapa I - Entrenamiento de observadores.

En la fase inicial, de cuatro semanas, fueron entrenados en el uso de SOFIT mediante análisis de video y prácticas de campo, con el objetivo de obtener una concordancia inter-observador mayor al 80% como requisito para iniciar la fase de recolección de datos^{10, 11}. La concordancia inter-observador es el porcentaje de acuerdo para las tres variables principales de SOFIT: actividad del estudiante, contexto de la clase y participación del profesor, utilizando la fórmula estándar

$$\% \text{ acuerdo} = \# \text{ total acuerdos} / \# \text{ total de observaciones} \times 100^{10}$$

Los observadores emplearon un audio con avisos pregrabados verbales cada 10 segundos para observar y 10 segundos para registrar los códigos de las tres variables^{10, 11}.

Durante el trabajo de campo se evaluó la administración de la técnica, utilizando los videos de las clases observadas, lo que permitió ajustar y corregir la técnica de observación y el manejo del instrumento para lograr la concordancia deseada. Al finalizar la fase de entrenamiento, la concordancia inter-observador alcanzada fue de 90,3% para las tres variables de SOFIT (actividad del estudiante, 93,7%; contexto de la clase, 98,2% y participación del profesor 98,2%).

Al mismo tiempo se capacitó en el uso del acelerómetro triaxial Actigraph Wgt3x-bt. (Pensacola, FL), e interpretación de datos obtenidos por acelerometría.

Etapas II - Recolección de datos

Entre febrero y marzo de 2015, los observadores asistieron a las clases de educación física, cinco días a la semana. A cada estudiante seleccionado se le colocó un acelerómetro alrededor de la cintura, en la línea axilar media de la cadera derecha, por medio de un

cinturón elástico²⁴ y fueron identificados con una banda elástica en el brazo durante las actividades de la clase como ayuda visual para los observadores. El acelerómetro fue retirado una vez finalizada la clase, para descargar a la base los datos recogidos del día. La observación inició cuando que el 51% de los estudiantes estuviera en el espacio dispuesto para la clase (aula o patio) y finalizó cuando el 51% abandonara dicho espacio^{10, 11}.

Etapa III. Análisis de validez

Las observaciones de SOFIT fueron comparadas con los registros obtenidos por medio de acelerometría.

El acelerómetro Actigraph Wgt3x-bt (de 3,8 cm x 3.7 cm x 1.8 cm y 27 g), es un instrumento que proporciona medidas objetivas y confiables de tiempo, cantidad, frecuencia e intensidad de la actividad física y que son aceptados como criterio estándar para la medición de AF en los niños^{25, 26}. Los acelerómetros fueron programados y calibrados con el software Actilife (Actigraph LLC., Pensacola EEUU), para la recolección de datos en *epochs* de un segundo. Para analizar y determinar el nivel de AF, los *epochs* fueron agrupados (*counts/minuto*)²⁷ cada cuatro minutos que fueran simultáneos al momento de la observación con SOFIT utilizando la hora, minuto y segundo exacto de cada observación.

Se utilizó la ecuación de Freedson (2005)²⁸ para determinar el nivel de actividad física mediante la siguiente clasificación: sedentario 0-149 *counts/minuto*, ligero 150-499 *counts/minuto*, moderado 500-3999 *counts/minuto*, vigoroso 4000-7599 *counts/minuto* y muy vigoroso 7600 o más *counts/minuto*²⁸. Con esta información se tomó el porcentaje de tiempo en cada nivel. Para el análisis estos datos fueron reagrupados en cuatro categorías:

comportamiento sedentario, AF moderada (AF ligera+moderada), AF vigorosa (AF vigorosa+muy vigorosa) y AF de moderada a vigorosa (AF moderada+vigorosa+muy vigorosa)²², con el objeto de hacerlos equivalentes a las categorías de medición de SOFIT.

Se realizó por medio del software estadístico SPSS versión 21 (SPSS Inc., Chicago Illinois, EEUU). Se calculó el porcentaje de tiempo promedio en cada nivel de AF (sedentario, moderado, vigoroso y AFMV) después de que los datos fueron recogidos. Los códigos 1, 2 y 3 de SOFIT correspondientes a comportamiento sedentario, se compararon con el porcentaje de tiempo en sedentario por acelerometría; el código 4 de SOFIT se comparó con el nivel de AF ligera-moderada de la acelerometría; el código 5 de SOFIT con el nivel de AF vigorosa de acelerometría y los códigos 4 y 5 de SOFIT se compararon con el nivel de Actividad Física de moderada a vigorosa (AFMV) de acelerometría²².

Se construyeron tablas de frecuencia para las variables categóricas (jornada y sexo). Las variables continuas (porcentaje de AF en cada nivel por individuo en SOFIT y acelerometría) se describieron con sus medidas de localización y dispersión. Las comparaciones entre SOFIT y la acelerometría, para cada nivel de AF, se realizaron mediante diferencia de medias, correlación lineal simple (Spearman) y un modelo de efectos fijos. La elección del modelo de efectos fijos controla la pérdida de independencia en las observaciones (supuesto del modelo de regresión convencional), en tanto que estas ocurrieron en los mismos sujetos para SOFIT y acelerometría²⁹; de esta forma, se considera como un efecto fijo a cada sujeto en la muestra y su impacto en la estimación se controla mediante el modelo, aislando únicamente el efecto derivado de las mediciones en cada caso; desde la perspectiva del modelo de efectos fijos, la normalidad e independencia esperada del modelo de regresión convencional no es necesaria²⁹.

Se mantuvo el análisis de correlación por su uso repetido en la mayoría de estudios previos, aunque se consideró más robusto el modelo de efectos fijos.

En el caso de la correlación lineal (Rho de Spearman), se estableció como validez esperada un coeficiente mayor de ,90 con una significancia estadística menor de ,05. Para el modelo de efectos fijos, una pendiente significativa ($p < ,05$) con un intercepto cercano a cero³⁰.

RESULTADOS

Los niveles de AF fueron evaluados en 48 estudiantes a través de SOFIT y acelerómetro se obtuvo de 2.485 observaciones, 41,6% (20) correspondientes a primaria, con edad promedio de 11 años ($\pm 3,2$ años). La distribución y características de la muestra se observan en la tabla 1.

TABLA 1. Características descriptivas de la muestra			
Categoría	Niñas (%)	Niños (%)	Total
Total estudiantes	183 (47,8)	200 (52,2)	383
Estudiantes observados*	25 (52,1)	23 (47,9)	48
EDADES			
5 - 7 años	4 (50)	4 (50)	8
8 - 10 años	4 (36,4)	7 (63,3)	11
11 - 13 años	10 (50)	10 (50)	20
14 - 16 años	7 (77,8)	2 (22,2)	9
GRADO DE ESCOLARIDAD			
Primaria	9 (45)	11 (55)	20
Secundaria	16 (57,1)	12 (42,9)	28
JORNADA ESCOLAR			
Mañana	11 (45,8)	13 (54,2)	24
Tarde	14 (58,3)	10 (41,4)	24

* Medición con SOFIT y acelerometría

La media de los porcentajes de comportamiento sedentario registrado con SOFIT fue de $55,65 \pm 21,44$ con una diferencia de 2,10% con relación a la media de acelerometría. Para AF moderada muestra una diferencia de media de 1,16%, AF vigorosa de ,78% y AFMV de 1,94%, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de AF por SOFIT y acelerometría ver tabla 2.

TABLA 2. Medias de porcentajes de tiempo de cada nivel de actividad física de los estudiantes, medido con SOFIT y Acelerometría

CATEGORIA	SOFIT (n=214)		Acelerómetro (n=214)		Valor de p ^a
	\bar{x}	DS	\bar{x}	DS	
ACTIVIDAD FISICA DEL ESTUDIANTE					
*Sedentario	55,65	21,49	57,77	21,13	0,3251
Moderada	27,9	15,82	26,74	15,77	0,4908
Vigorosa	16,26	14,4	15,48	14,05	0,4604
*Moderada a Vigorosa	44,16	21,44	42,22	21,12	0,3251

*Sedentario= (Sofit= acostado+sentado+de pie. Acelerómetro= sedentario+ligera)

**Moderado a vigoroso= (categorías Sofit=caminando+muy activo.

Acelerómetro=vigoroso+muy vigoroso).

^a test t diferencia de medias para varianzas iguales.

Con formato: Fuente: Negrita

Con formato: Fuente: Negrita

Los resultados de la tabla 3 corresponden al modelo de efectos fijos, en el que se correlacionó el porcentaje de tiempo de las categorías de SOFIT (Sedentario, AF moderada, AF vigorosa y AFMV) con el porcentaje de tiempo de acelerometría por individuo. Las dos pruebas concordaron positivamente para las categorías de AF moderada $\beta_1=,92$ ($p=,00$), vigorosa $\beta_1=,94$ ($p=,00$) y AFMV $\beta_1=,95$ ($p=,00$).

Los resultados de Spearman correlacionaron con cada una de los niveles de AF en las categorías de SOFIT y acelerometría, comportamiento sedentario ($\rho=,965$; $p=,000$), AF moderada ($\rho=,958$; $p=,000$), AF vigorosa ($\rho=,937$; $p=0,000$) y AFMV ($\rho=,962$; $p=,000$).

TABLA 3. Estimaciones de efectos fijos y Spearman

Parámetro SOFIT	β_1	Intervalo de confianza 95%		*Valor de ρ	Rho de Spearman	*Valor de ρ
		Límite inferior	Límite superior			
Sedentario	0,949	0,914906	0,98426	,000	0,965	,000
Moderado	0,922	0,879009	0,96652	,000	0,958	,000
Vigorosa	0,943	0,910369	0,97688	,000	0,937	,000
AFMV	0,952	0,918165	0,98654	,000	0,962	,000

Variable dependiente: ACELEROMETRIA

* $p < 0,05$

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue validar SOFIT como método de observación directa para evaluar los niveles de AF durante la educación física, en la primaria y la secundaria, utilizando la acelerometría como criterio estándar. Desde la creación del sistema de observación directa en códigos SOFIT, para la clasificación de la AF escolar¹² y su publicación en 1991, diferentes investigadores evaluaron la capacidad de SOFIT para la medición de los niveles de AF basados en indicadores fisiológicos como la frecuencia cardíaca^{12, 21}, gasto energético¹⁴, movimiento mediante acelerometría^{14, 22}. Los resultados de estos estudios encontraron que el porcentaje de tiempo de AF en cada uno de las categorías medidas por SOFIT (sedentario, AF moderada, AF vigorosa y AFMV), mediante los cinco códigos originales (acostado, sentado, de pie, caminando y muy activo), son fácilmente identificables y concuerdan con las mediciones de los métodos estándar empleados en cada

caso^{12, 14, 21, 22}. Los resultados de estos estudios demuestran que SOFIT tiene validez para discriminar niveles de AF y concordancia en relación con el porcentaje de tiempo en cada nivel de AF medido con acelerómetro^{12, 14, 21, 22, 24}.

Los resultados de nuestro estudio confirman lo obtenido en estudios previos de validación de SOFIT, como en el de Pope¹⁴ y Sharma²² que utilizaron la acelerometría como medida estándar, determinando que las mediciones eran comparables, distinguiendo diferentes niveles de AF concordantes con las categorías del acelerómetro y de SOFIT, estos resultados fueron considerados como prometedores para la validez y uso de SOFIT en clases de educación física^{14, 22}. No se encontraron estudios de validación en Latinoamérica que utilizarán la acelerometría como criterio estándar.

Hallazgos similares fueron reportados por Mckenzie, Salís y Nader¹⁰, que utilizaron la frecuencia cardíaca como medida estándar, obteniendo resultados de correlación con respecto a la discriminación y medición de los niveles de AF que da SOFIT. De igual forma el estudio de validez realizado en Brasil por Akira¹⁵ para estudiantes de secundaria, con relación a la frecuencia cardíaca indica una correlación positiva ($r=0,50;p<0,01$). Estudios como los de Rowe^{12, 21}, realizados en población escolar de primaria y secundaria reportaron que las posiciones (acostado, sentado y de pie) aunque tienen diferente intensidad de movimiento al relacionarlo con el gasto energético, no son sustancialmente evidentes¹², justificando que los códigos 1 (acostado), 2 (sentado) y 3 (de pie) de SOFIT puedan ser agrupados en la categoría de comportamiento sedentario, como lo realizado en éste estudio. El resultado de comportamiento sedentario medido por SOFIT debe ser evaluado con mayor detenimiento, por lo que no se recomienda aún su uso rutinario para

este fin como fue demostrado en nuestro estudio SOFIT funciona para medición de AF y no para comportamiento sedentario.

El presente estudio verificó que SOFIT discrimina los diferentes niveles de AF durante las clases de educación física de acuerdo a los porcentajes de tiempo que se obtuvieron tanto en la medida de SOFIT como en acelerometría en relación a los puntos de corte utilizados con respecto a la AF moderada, vigorosa y de moderada a vigorosa, similar a lo reportado en el estudio realizado por Sharma y cols²².

Se identificó concordancia entre los valores de acelerometría y SOFIT (porcentaje de tiempo) durante las clases de educación física, AF moderada a $\beta_1 = ,92$ ($p = ,000$), en el caso de AF vigorosa $\beta_1 = ,94$ ($p = 0,000$), y para AFMV $\beta_1 = ,95$ ($p = ,000$), lo que sugiere que éste método es válido para evaluar los niveles de AF de los escolares entre 1º y 9º. En general, los estudios de validación de SOFIT reportan coeficientes de correlación entre moderado y fuerte³⁰ con cada una de las categorías y niveles de AF, en el presente estudio la fuerza de asociación encontrada fue mayor que la reportada en los anteriores estudios.

Después de múltiples usos de SOFIT en la investigación, es considerado como un método directo y de referencia para la evaluación de la AF⁶, recomendado para la evaluación de la AF en las clases de educación física³¹, es una medida sencilla y de bajo costo, sin embargo, tiene algunas limitaciones porque requiere de disponibilidad y tiempo por los observadores, y toda evaluación necesita un observador presente durante la medición¹⁰. Se puede considerar como otra limitación, el cambio o ajuste de comportamiento por los profesores o estudiantes, que aunque son orientados sobre la realización normal de la clase pueden modificar sus acciones al sentirse observados³².

Finalmente, los resultados de este estudio son prometedores; este es el primer estudio para investigar la validez de criterio concurrente de SOFIT en el contexto colombiano, por lo que se sugiere investigar la consistencia de los hallazgos en otros contextos territoriales diferentes a los de Bogotá, se sugiere para futuros estudios incluir otros tipos de colegio (privados, estratos altos, orientados a un solo sexo, rurales) y diferentes regiones del país, para ratificar los hallazgos.

FORTALEZAS

Los observadores que fueron entrenados obtuvieron una concordancia inter-observador mayor que 0,80, logrando 0,93 para iniciar la recolección de datos. Una segunda fortaleza se deriva del análisis estadístico utilizado porque el modelo de efectos fijos permite identificar la correlación de las variables y también su concordancia y respectivo ajuste, con el fin de obtener resultados confiables. Validar un sistema de medición de AF por observación directa, como el SOFIT, brinda una herramienta a investigadores y docentes colombianos interesados en la promoción y mejoramiento de los programas de AF y educación física en la población escolar, debido a las características del sistema (bajo costo, medición objetiva, variables de proceso y evaluación exclusiva para las clases de educación física).

LIMITACIONES

Al ser un método de observación directa, puede presentarse sesgo del observador, sin embargo los observadores entrenados para el estudio alcanzaron una alta concordancia que minimiza esta posibilidad.

CONCLUSIONES

SOFIT es un método confiable para recoger los datos del nivel de actividad física en escolares, durante la clase de actividad física, mediante la observación directa y su análisis puede brindar información para investigadores y docentes con el fin de emitir juicios evaluativos acerca de las clases de educación física con referencia a los niveles de AF de los estudiantes.

CONFLICTO DE INTERESES

La autora declara no tener conflicto de interés.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes, docentes e instituciones educativas públicas donde se realizó la observación y medición por su valiosa colaboración y disponibilidad para el estudio, a los estudiantes de maestría en Actividad física y Salud de la Universidad del Rosario (Centro de Estudios en Medición de la Actividad Física-CEMA); al Grupo de investigación Epiandes y en especial a la Dra. Olga Lucia Sarmiento Directora del Grupo, Dra. Silvia González Coordinadora General de Proyectos y Dra. Paola Ríos Asistente de investigación por su apoyo técnico; Dr. Carlos Mario Arango asesor externo; Dr. Jorge Enrique Correa-Bautista Director Centro de Investigación en Medición de la Actividad Física CEMA y Dr. José de Jesús Moreno Montoya por su colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*. 2006;16 Suppl 1:3-63.
2. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*. 2012;380(9838):247-57.
3. Gonzalez SA, Sarmiento OL, Cohen DD, Camargo DM, Correa JE, Paez DC, et al. Results from Colombia's 2014 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Health*. 2014;11 Suppl 1:S33-44.
4. Tudor-Locke C, Williams JE, Reis JP, Pluto D. Utility of pedometers for assessing physical activity - Convergent validity. *Sports Medicine*. 2002;32(12):795-808.
5. Rodríguez J, Terrados N. Métodos para la medición de la actividad física. *Archivos de medicina del deporte* [Internet]. 2006; XXIII:[365-77 pp.]. Available from: http://femede.es/documentos/Revision_Gasto%20energetico_365_115.pdf.
6. Sirard JR, Pate RR. Physical Activity Assessment in Children and Adolescents. *Sports Medicine*. 2001;31(6):439-54.
7. Trost SG. State of the Art Reviews: Measurement of Physical Activity in Children and Adolescents. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2007;1(4):299-314.
8. Treuth MS, Sherwood NE, Butte NF, McClanahan B, Obarzanek E, Zhou A, et al. Validity and reliability of activity measures in African-American girls for GEMS. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(3):532-9.
9. Darst PW, Zakrajsek D, Mancini VH. *Analyzing Physical Education and Sport Instruction*: Human Kinetics Books; 1989.
10. McKenzie TL, Sallis JF, Nader PR. SOFIT: System for Observing Fitness Instruction Time. *Journal of Teaching in Physical Education*. 1992;11(2):195.
11. Arango C PC, Parra D. *Manual de métodos de medición de actividad física para investigadores*. Saint Louis: United States of America; 2013.
12. Rowe P, van der Mars H, Schuldheisz J, Fox S. Measuring students' physical activity levels: Validating SOFIT for use with high-school students. *Journal of Teaching in Physical Education*. 2004;23(3):235-51.
13. McKenzie TL, Sallis JF, Armstrong CA. Association between direct observation and accelerometer measures of children's physical activity during physical education and recess. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1994;26(5):S143.
14. Pope RP, Coleman KJ, Gonzalez EC, Barron F, Heath EM. Validity of a revised system for observing fitness instruction time (SOFIT). *PEDIATRIC EXERCISE SCIENCE*. 2002;14(2):135-46.
15. Ferreira A, Rodríguez C, Siqueira R. Validation of Sofit to evaluate physical activity during physical education classes in high school students. *Revista de educación física UEM* [Internet]. 2010; 21:[271-8 pp.]. Available from: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevEducFis/article/view/7739/6058>.
16. Luepker RV, Perry CL, McKinlay SM, Nader PR, Parcel GS, Stone EJ, et al. Outcomes of a field trial to improve children's dietary patterns and physical activity. The Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health. CATCH collaborative group. *Jama*. 1996;275(10):768-76.
17. McKenzie TL, Nader PR, Strikmiller PK, Yang M, Stone EJ, Perry CL, et al. School physical education: effect of the Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health. *Prev Med*. 1996;25(4):423-31.

18. McKenzie TL, Stone EJ, Feldman HA, Epping JN, Yang M, Strikmiller PK, et al. Effects of the CATCH physical education intervention: teacher type and lesson location. *Am J Prev Med.* 2001;21(2):101-9.
19. Sallis JF, McKenzie TL, Alcaraz JE, Kolody B, Hovell MF, Nader PR. Project SPARK. Effects of physical education on adiposity in children. *Ann N Y Acad Sci.* 1993;699:127-36.
20. SED. Educación Bogotá. Secretaría de Educación del Distrito. Directorio de colegios Bogotá.: 31 de marzo.; 2015 [Available from: <http://www.educacionbogota.edu.co/nuestra-entidad/directorio-de-contactos/directorio-de-colegios>].
21. Rowe P, Schuldheisz J, Mars Hvd. Validation of SOFIT for Measuring Physical Activity of First-to Eighth-Grade Students. *Pediatric Exercise Science.* 1997;9:136-49.
22. Sharma SV, Chuang R-J, Skala K, Atteberry H. Measuring Physical Activity in Preschoolers: Reliability and Validity of the System for Observing Fitness Instruction Time for Preschoolers (SOFIT-P). *Measurement in Physical Education & Exercise Science.* 2011;15(4):257-73.
23. Salazar EJB. Niveles de actividad física de niños y adolescentes durante las clases de educación física en tres colegios oficiales de Bogotá. Bogotá: Universidad del Rosario; 2016.
24. Janssen X, Cliff DP, Reilly JJ, Hinkley T, Jones RA, Batterham M, et al. Predictive validity and classification accuracy of ActiGraph energy expenditure equations and cut-points in young children. *PLoS One.* 2013;8(11):e79124.
25. Pate RR, Almeida MJ, McIver KL, Pfeiffer KA, Dowda M. Validation and calibration of an accelerometer in preschool children. *Obesity (Silver Spring).* 2006;14(11):2000-6.
26. Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Butte NF. Validation and calibration of physical activity monitors in children. *Obes Res.* 2002;10(3):150-7.
27. John D, Freedson P. ActiGraph and Actical physical activity monitors: a peek under the hood. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(1 Suppl 1):S86-9.
28. Alvarez E, Calahorra F, Garatachea N, Santos-Lozano A, Torres-Luque G, López-Fernandez I. Actividad física y acelerometría; orientaciones metodológicas, recomendaciones y patrones. *Nutrición Hospitalaria.* 2015.
29. Larsen K, Merlo J. Appropriate assessment of neighborhood effects on individual health: integrating random and fixed effects in multilevel logistic regression. *Am J Epidemiol.* 2005;161(1):81-8.
30. Fleiss JL. The desing and analysis of clinical experiments. New York: Wiley; 1986. Available from: http://samples.sainsburysebooks.co.uk/9781118031179_sample_388791.pdf.
31. Kohl iii HW, Fulton JE, Caspersen CJ. Assessment of Physical Activity among Children and Adolescents: A Review and Synthesis. *Preventive Medicine.* 2000;31(2):S54-S76.
32. Armstrong N, Welsman JR. The physical activity patterns of European youth with reference to methods of assessment. *Sports Med.* 2006;36(12):1067-86.