



Otros

Trabajo Original

Evaluación de la concordancia de dos métodos para determinar la distancia del desplazamiento activo al colegio en escolares

Evaluating of the agreement between two methods to determine the distance of the active commuting to school in schoolchildren

Emilio Villa-González^{1,2}, Carlos Rodríguez-López², Yaira Barranco-Ruiz^{1,3}, Luis Fabián Cabezas-Arévalo⁴ y Palma Chillón²

¹Departamento de Cultura Física. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. ²PROFITH (PROmoting FITness and Health through physical activity) grupo de investigación. Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada. Granada, España. ³Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Centro de Investigación Biomédico. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada. Granada, España. ⁴Departamento de Estadística. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador

Resumen

Objetivo: analizar la concordancia de dos métodos de medición (Google Maps™ vs. Sistema de Información Geográfica) para la determinación de la distancia desde el domicilio familiar hasta el colegio.

Métodos: un total de 542 escolares de entre 8-11 años de edad (media = 9,36 ± 0,6) del sur de España participaron en el estudio, facilitando la dirección de su domicilio familiar. La distancia desde el domicilio familiar al colegio se calculó mediante la utilización de dos programas diferentes: Google Maps™ y Sistema de Información Geográfica (GIS) en ruta y en línea recta. La asociación entre ambos métodos fue analizada utilizando la correlación de Spearman y el grado de acuerdo a través del coeficiente de correlación intraclase (ICC), así como el método Bland Altman.

Resultados: la correlación entre ambos métodos de medición propuestos fue muy significativa ($r = 0,966$, $p < 0,001$; $r = 0,984$, $p < 0,001$; y $r = 0,954$, $p < 0,001$, respectivamente), y la concordancia fue excelente ($ICC = 0,96$, $p < 0,001$; $ICC = 0,92$, $p < 0,001$; $ICC = 0,97$, $p < 0,001$).

Conclusiones: los métodos de medición estudiados podrían ser utilizados en función de las necesidades de la investigación, al presentar ambos una alta concordancia. Sin embargo, se recomienda la utilización del Sistema de Información Geográfica en ruta si se cuenta con medios y financiación, por tratarse de un método constatado en fiabilidad y validez.

Palabras clave:

Distancia. Transporte activo. Jóvenes. Salud pública. Actividad física.

Abstract

Objective: To analyze the agreement between two measuring methods (Google Maps™ vs GIS) for the prediction of the distance from home to school.

Methods: A total of 542 scholars aged 8-11 years old (mean = 9.36 ± 0.6) from the South of Spain participated in the study, reporting their respective address family home. The distance from home to school was calculated using two different softwares: Google Maps™ and Geographic Information System, in route and straight line. The association between the two methods was analyzed using the Spearman correlation, and the agreement through the Intraclass Correlation Coefficient and the Bland Altman method.

Results: The correlation between the two methods of measurement proposed was significant ($r = 0.966$; $p < 0.001$; $r = 0.984$; $p < 0.001$, and $r = 0.954$; $p < 0.001$, respectively), and the agreement was excellent ($ICC = 0.96$, $p < 0.001$; $ICC = 0.92$; $p < 0.001$, $ICC = 0.97$; $p < 0.001$).

Conclusions: Both measurement methods may be used depending on the needs of research, introducing both a high agreement. However, the use of Geographic Information System in route is recommended if it is funded, because it was demonstrated its reliability and validity.

Key words:

Distance. Active commuting. Youth. Public health. Physical activity.

Recibido: 22/10/2015
Aceptado: 25/02/2016

Villa-González E, Rodríguez-López C, Barranco-Ruiz Y, Cabezas-Arévalo LF, Chillón P. Evaluación de la concordancia de dos métodos para determinar la distancia del desplazamiento activo al colegio en escolares. Nutr Hosp 2016;33:713-718

Correspondencia:

Emilio Villa-González. Universidad Nacional de Chimborazo. Avda. Antonio José de Sucre, km 1,5, vía a Guano. Riobamba, Chimborazo. Ecuador
e-mail: evilla@unach.edu.ec

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la creciente prevalencia de obesidad y sobrepeso en la infancia y la adolescencia sigue en aumento en la mayor parte de los países (1). Además, el descenso de la práctica de actividad física o incluso la inactividad física en la población joven sigue siendo un gran problema a nivel internacional, derivando en diferentes enfermedades crónicas en la edad adulta (2). La realización de esfuerzos para desarrollar un estilo de vida activo en la infancia parece ser una de las estrategias exitosas para incrementar los niveles de actividad física. Políticas que promuevan el desplazamiento activo al colegio son consideradas como una posible solución y contribuyen al aumento de los niveles de actividad física diarios (3), completando así las recomendaciones mínimas marcadas por organismos internacionales para la mejora de la salud en esta población (4). Sin embargo, en la última década ha existido un importante descenso del desplazamiento activo al colegio (es decir, andando o en bicicleta) en diferentes países, como Estados Unidos (5), Australia (6), Canadá (7), Inglaterra (8) o España (9).

El hábito de desplazarse activamente al colegio está asociado con diferentes factores demográficos, personales, escolares, familiares, ambientales y sociales (10). Entre ellos, el factor ambiental de la distancia de la ruta desde el domicilio familiar hasta el colegio se muestra como uno de los determinantes más importantes y predictores del desplazamiento activo al colegio (11). Una distancia larga desde el domicilio familiar al colegio se asocia con una tasa menor de desplazamiento al colegio andando (12,13) o en bicicleta (13,14).

Los métodos de medición de la variable distancia en la literatura previa son variados, obteniendo la distancia de la ruta desde la casa hasta el colegio a través de cuestionarios autoadministrados (12,15), Sistemas de Información Geográfica (GIS) (13,15), dibujos de mapas de la ruta (16), Google Maps™ (17-20) o sistemas de posicionamiento global (GPS) (21,22). La medición con GPS parece ser el método más preciso (23), pero el elevado coste de este material hace que en ocasiones sea difícil su acceso e implementación en las investigaciones (24). Por otro lado, la predicción de la ruta mediante mapas autorreportados se ha considerado como un método válido para calcular la distancia de la ruta desde el domicilio hasta el colegio (16). Otro de los métodos utilizados para la medición de la variable distancia ha sido el GIS, calculando tanto la distancia en línea recta como algoritmos que predicen la distancia mediante la ruta más corta (*shortest-network-path* o distancia en ruta). Sin embargo, la validez del método de medición GIS para calcular la distancia está siendo cuestionada actualmente, por ser un método poco preciso a la hora de calcular la ruta real que realiza el estudiante hacia o desde el colegio (24). Por último, el uso de Google Maps™ para determinar la distancia de las rutas se ha implementado previamente con éxito, tratándose de una metodología de fácil acceso mundial y permitiendo ahorrar costes asociados a la investigación (24), aunque al igual que el método GIS, puede que no reproduzca la ruta exacta que realiza el joven (24). Estudios previos han evidenciado que el cálculo de la distancia a través de GPS es similar a la de GIS, aunque estas

medidas difieren cuando se calculan otras variables tales como la concurrencia o densidad de la calle, así como el número de parques de la zona (21). Sin embargo, la asociación del programa GIS con otros protocolos de medida como Google Maps™ para la obtención de la variable distancia aún se desconoce.

Dada la variabilidad de criterios utilizados para la selección de métodos de medición de la distancia en estudios de desplazamiento al colegio, y conociéndose la importancia de la distancia como la variable más predictora de este comportamiento, son necesarias más investigaciones al respecto.

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue analizar la concordancia entre dos métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS) para la determinación de la distancia que realiza el estudiante desde el domicilio familiar hasta su respectivo colegio.

MÉTODOS

DISEÑO Y PARTICIPANTES

Se trata de un estudio de carácter transversal llevado a cabo durante el curso escolar 2012-2013. Un total de 542 niños y niñas de entre 8-11 años (media = $9,36 \pm 0,6$), pertenecientes a cinco colegios de Educación Primaria de las provincias de Granada (Salobreña, $n = 148$; Huétor Vega, $n = 98$; Santa Fe, $n = 96$; Granada, $n = 146$) y Jaén (Castillo de Locubín, $n = 54$) participaron en el estudio, en el que respondieron a un cuestionario donde completaban la dirección postal correspondiente a su domicilio familiar. Este dato fue utilizado para calcular la distancia entre este y el colegio a través de los métodos de medición Google Maps™ y GIS. El criterio de inclusión de los participantes fue la obtención de la variable distancia a través de los dos métodos mencionados. Un total de 53 participantes (9,9%) no completaron la casilla del domicilio postal y fueron excluidos; posteriormente, 225 participantes (29,5%) no completaron correctamente el apartado de dirección postal (es decir, no rellenaron algún dato, como el número de su domicilio, o el texto era ilegible), siendo por ello excluidos; y finalmente, de 74 participantes (13,6%) no se halló su dirección postal a través de alguno de los dos métodos de medición (Google Maps™ = 25 casos) o (GIS = 49 casos). Por tanto, la muestra final incluida en el estudio fue de 190 participantes (35%). El porcentaje de niñas (49,5%) y niños (50,5%) fue homogéneo dentro de la muestra seleccionada. Este estudio se ha realizado bajo el marco legislativo español vigente y el Comité Médico y Ético del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de la Universidad de Granada, que aprobó el mismo (caso número 817). Todos los colegios fueron informados sobre el propósito y la naturaleza del estudio. Cada centro escolar realizó las pertinentes gestiones para informar a las familias y profesorado sobre la participación en el estudio, recibiendo el correspondiente consentimiento informado.

DISTANCIA DE CASA AL COLEGIO

La medida de la distancia desde el domicilio familiar al colegio se obtuvo mediante la utilización de dos métodos de medición diferentes: los programas Google Maps™ y GIS, utilizando para ello tres tipos de protocolos (Fig. 1). En primer lugar, se calculó la distancia mediante la utilización de Google Maps™, utilizando para ello la distancia de la ruta más corta realizada a pie desde el domicilio hasta el colegio, expresándose en metros (m). Seguidamente, para obtener los mismos puntos con el método GIS, se obtuvieron las coordenadas geográficas en grados decimales (GGG) de cada punto (5 colegios y 190 domicilios) mediante Google Earth (versión 7.1.5.1557). Una capa de cada una de las diferentes ciudades fue adquirida del archivo de libre acceso ROADS.shp (<http://www.openstreetmap.org/>). Posteriormente, se crearon 5 capas (una por cada ciudad) en el programa GIS, donde se incorporaron dichas coordenadas (x, y; longitud y latitud) para ser transformadas y proyectadas a formato UTM (Universal Transversal de Mercator, DATUM WGS84, Zona 30 Norte). Para validar la información obtenida en las capas de GIS se convirtieron las capas de cada localidad en archivos de extensión kml con la herramienta Layer To KML, y a continuación se cargaron los archivos con extensión kml en el programa Google Earth, observándose así si la información obtenida era correcta. Por último, para comprobar nuevamente si la información era válida (es decir, que los puntos estaban ubicados en calles específicas y coincidían con el nombre de la calle), se cargaron los archivos kml en Google Maps™. Posteriormente, una capa de las calles de cada ciudad fue obtenida nuevamente del archivo de libre acceso ROADS.shp (<http://www.openstreetmap.org/>). Se calcularon dos distancias para el presente estudio utilizando GIS: la distancia de la ruta más corta (*shortest-network-path*) y la distancia en línea recta (también llamada euclidiana), ambas desde cada domicilio familiar

hasta el colegio correspondiente, expresándose en metros. Para la primera se utilizó el protocolo de ArcGis Network Analyst con la opción New Closest Facility para crear una capa de análisis de instalación más cercana. Para la segunda se utilizó la herramienta Point Distance.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las pruebas de normalidad revelaron una distribución no normal tanto para la distancia en Google Maps™ (estadístico de Kolmogorov-Smirnov = 0,315; $p < 0,01$), como para la distancia con GIS en ruta (estadístico de Kolmogorov-Smirnov = 0,253; $p < 0,01$) y distancia con GIS en línea recta (estadístico de Kolmogorov-Smirnov = 0,266; $p < 0,01$), por lo que se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas. Se aplicó la correlación de Spearman para cuantificar la relación entre los métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS en ruta vs. GIS en línea recta) (Tabla I). Teniendo en cuenta las limitaciones del coeficiente de correlación de Spearman para describir el grado de acuerdo entre dos variables cuantitativas (25), se aplicó el coeficiente de correlación intraclase (ICC) con efecto aleatorio de un factor para los tres métodos de medición utilizados. El ICC es considerado desde un punto de vista matemático el índice más apropiado para cuantificar la concordancia entre diferentes mediciones de una variable numérica (26). Para interpretar el grado de concordancia se siguieron las orientaciones propuestas por estudios previos (26-28), que establecen esta escala para los valores del ICC: $< 0,4$ baja fiabilidad; entre 0,4 y 0,75 fiabilidad entre regular y buena; y $> 0,75$ fiabilidad excelente. Las diferencias absolutas entre los métodos de medición de Google Maps™ vs. GIS en ruta y Google Maps™ vs. GIS en línea recta se presentan en la tabla II, divididos por rangos de distancia.

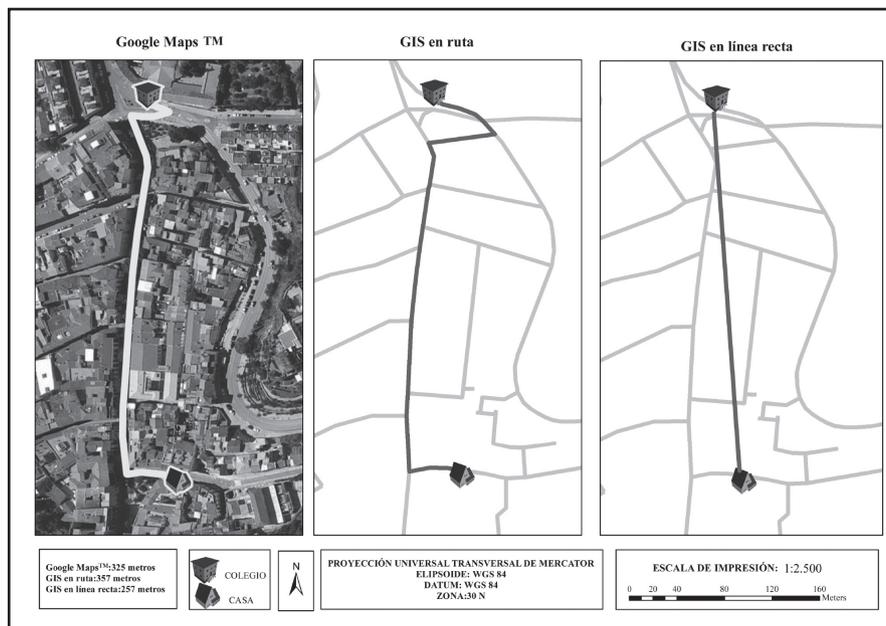


Figura 1. Métodos de medición para la obtención de la variable distancia: Google Maps™, GIS en ruta y GIS en línea recta.

Tabla I. Correlación de Spearman entre los tres métodos de medición (Google Maps™, GIS en ruta y GIS en línea recta)

	Distancia (Google Maps™)	Distancia (GIS en ruta)	Distancia (GIS en línea recta)
Distancia (Google Maps™)	1,000	0,966	0,980
		(< 0,001)*	(< 0,001)*
Distancia (GIS en ruta)		1,000	0,954
			(< 0,001)*

*Valor de *p* estadísticamente significativo.

Tabla II. Características descriptivas de las diferencias absolutas entre los métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS en ruta y Google Maps™ vs. GIS en línea)

Distancia (m)*	Google™ vs. GIS en ruta n (%)	Google™ vs. GIS en línea recta n (%)
< 200	158 (86,6%)	133 (70%)
200-500	8 (4,2%)	24 (12,6%)
501-750	8 (4,2%)	4 (2,1%)
751-1.000	7 (3,7%)	9 (4,7%)
> 1.001	8 (4,2%)	20 (10,5%)

*La distancia en metros corresponde a la diferencia encontrada entre Google™ vs. GIS en ruta y Google™ vs. GIS en línea recta fijada en cinco rangos.

Se evaluó la concordancia y el sesgo sistemático entre los sistemas de medida mediante el método Bland Altman (29-31), que fue aplicado para el análisis de la concordancia entre la distancia desde el domicilio al colegio de Google Maps™ vs. GIS en ruta. Para el análisis Bland Altman se utilizó como variable la media de las diferencias (Google Maps™-GIS en ruta), y además se realizó un análisis *t-student* para una muestra en cada una de estas variables, como variable de contraste (IC = 95%). Todos los análisis se realizaron utilizando el programa estadístico SPSS (versión 22.0, SPSS Inc., Chicago IL, EE. UU.), con un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La distancia media existente entre el domicilio familiar y cada colegio fue de $1.067,7 \pm 1.320,5$ m con Google Maps™; $942,1 \pm 953,7$ m con GIS en ruta; y $739,6 \pm 833,9$ m con GIS en línea recta. Existía una correlación lineal cuando se compararon los métodos de Google Maps™ vs. GIS en ruta, que corresponde a $r = 0,966$ ($p < 0,001$), así como para Google Maps™ vs. GIS en línea recta, con una correlación de $r = 0,980$ ($p < 0,001$), y GIS en ruta vs. GIS en línea recta, con $r = 0,954$ ($p < 0,001$). Esta relación se confirma mediante el excelente grado de concordancia entre Google Maps™ vs. GIS en ruta (ICC = 0,96, $p < 0,001$), Google Maps™ vs. GIS en línea recta (ICC = 0,92, $p < 0,001$), así como para GIS en ruta vs. GIS en línea recta (ICC = 0,97, $p <$

$0,001$) (28). Para las diferencias absolutas, un 86,6% y un 70% de las diferencias entre Google Maps™ vs. GIS en ruta y Google Maps™ vs. GIS en línea recta, respectivamente, se sitúan dentro del rango de distancia < 200 m. Siguiendo el procedimiento de Bland Altman, en el diagrama de dispersión de la figura 2 se representa el eje de ordenadas de las diferencias entre los métodos de medición (Google Maps™ – GIS en ruta), y en el eje de abscisas la media entre los métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS en ruta), ambas mostradas en metros. La línea continua representa la media de la diferencia de los valores entre los métodos (Google Maps™ – GIS en ruta = 125 m). Las líneas discontinuas representan los límites de confianza del 95% para esa diferencia, que se denominan límites de concordancia, y están ubicados en 950,6 m el superior y -706,0 m el inferior (Google Maps™ – GIS en ruta). La prueba *t-student* para una muestra correspondiente a las diferencias Google Maps™ – GIS en ruta mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$; DT = 421).

DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que los métodos de medición de la distancia existente entre el domicilio familiar y el colegio obtenidos por Google Maps™ y GIS (en ruta y en línea recta) presentan una alta correlación y concordancia, asumiendo que ambos protocolos pueden ser utilizados en función de las necesidades de la investigación. Además, ambos métodos de medición de la distancia a

través de GIS (en ruta y en línea recta) también presentan una alta correlación y concordancia entre ellos.

En el presente estudio se utilizó Google Maps™, obteniéndose la distancia de la ruta más corta desde cada domicilio hasta el colegio, como medida de la distancia del trayecto que el estudiante realiza diariamente para llegar al colegio. Aunque estudios previos han utilizado este protocolo para medir la distancia (17-20), no existen, bajo nuestro conocimiento, investigaciones que hayan validado previamente este método, pero sí se ha mostrado como un método efectivo que puede minimizar los costes asociados a la investigación (24). De los estudios anteriormente citados ninguno de ellos contó con financiación y su objetivo principal no estuvo centrado en la distancia como variable prioritaria, siendo presumiblemente estos los motivos por los cuales se utilizaron estos métodos.

En este estudio se utilizaron además dos tipos de protocolos del programa GIS: en ruta y en línea recta, también como medidas de la distancia del trayecto que el estudiante realiza diariamente para llegar al colegio. Diferentes estudios han utilizado diversos algoritmos para la estimación de variables a través de GIS, siendo las variables más usuales la distancia en ruta y el tiempo de la ruta, desestimando la medición de la distancia con GIS en línea recta, al considerarse poco representativa de la ruta real que realiza el joven. No obstante, la distancia medida con GIS en línea recta se ha asociado positivamente con la distancia de GIS en ruta (*shortest-network-path*), utilizando este último como método de referencia (32). En el presente estudio se hallaron resultados similares, en el que se encontró una correlación y concordancia altas entre la distancia medida con GIS en ruta y GIS en línea recta.

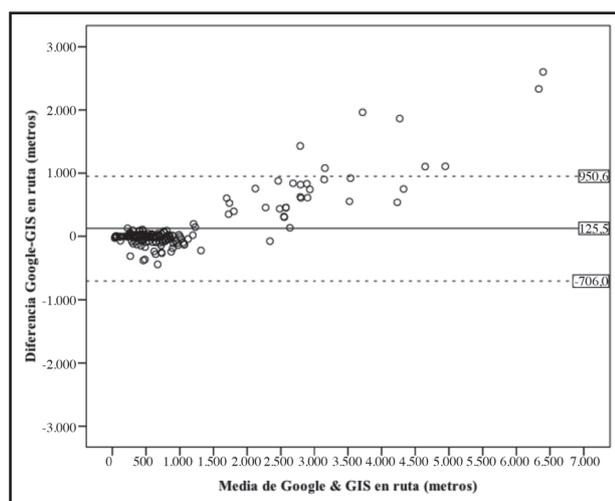


Figura 2.

Análisis de concordancia mediante el método Bland Altman de la diferencia de Google Maps™ – GIS en ruta comparado con la media (M) de Google Maps™ vs. GIS en ruta. La diferencia de la media fue 125,5 m; DT = 421 (línea central continua). Las líneas de concordancia están expresadas como $M \pm 1,96 \cdot DT$ y corresponden a líneas exteriores discontinuas. Diferencias significativas fueron halladas a través de la prueba t-test para una muestra para la diferencia (m) de Google Maps™ – GIS en ruta ($p < 0,001$; DT = 421).

El principal resultado del presente estudio fue la alta correlación y concordancia existente entre las distancias medidas mediante Google Maps™ y GIS (en ruta y en línea recta). De hecho, aunque la distancia medida a través de GIS en línea recta podría a priori diferir más con respecto a la distancia medida con Google Maps™ (al basarse en diferentes conceptos; línea recta vs. ruta real del estudiante), la mayor correlación de todas las estudiadas fue la que se observó entre estos dos tipos de métodos ($r = 0,980$). Además, todas las comparaciones fueron altas, con valores de correlación mayores a 0,95 y valores de correlación intraclase superiores a 0,92. Sin embargo, no existen estudios previos, bajo nuestro conocimiento, que puedan refutar nuestros hallazgos.

Por otro lado, los datos del gráfico Bland Altman muestran que cuanto mayor es la distancia entre el domicilio y el colegio del estudiante, mayor es la diferencia en la medida de la distancia entre Google Maps™ vs. GIS en ruta, lo que concuerda con un criterio de “heteroestividad” de la muestra. Un estudio previo encontró que a mayores distancias reportadas entre los métodos GIS en ruta y GIS en línea recta, mayores son las diferencias encontradas entre ambos (32), pudiendo ser debidas a factores tales como el mayor número de rutas o direcciones posibles, o la existencia de direcciones prohibidas en la ruta. Sin embargo, cuando se determinaron las distancias con Google Maps™, el modo de desplazamiento seleccionado fue “andando”, lo que descarta la segunda de las hipótesis.

Este estudio presenta algunas limitaciones. Primeramente, el estudio de la concordancia entre los protocolos (Google Maps™ vs. GIS en ruta y en línea recta), se debía haber realizado una vez probada la fiabilidad y validez del método de medición Google Maps™ para hallar la distancia. Sin embargo, estudios previos han utilizado este método para el cálculo de la distancia (17-20). Un alto tamaño muestral tuvo que ser desestimado, probablemente por el hecho de que los jóvenes fueran de edades tempranas (8-11 años), no completando adecuadamente la casilla del domicilio familiar. Se necesitan estudios futuros que aporten medidas o fórmulas para que los jóvenes puedan completar dicha información de manera correcta y fiable. Como fortalezas del estudio podemos destacar que se trata del primero, bajo nuestro conocimiento, que analiza la concordancia entre Google Maps™ y GIS para la obtención de la distancia del domicilio al colegio. Además, cabe destacar la aplicación de tres métodos estadísticos (correlación de Spearman, coeficiente de correlación intraclase y método Bland Altman) para estudiar la comparación de las mediciones, pudiendo así garantizar una mayor veracidad en los resultados obtenidos y, por ende, de las conclusiones y hallazgos encontrados.

CONCLUSIONES

Ambos métodos de medición (Google Maps™ vs. GIS en ruta y en línea recta) guardan una correlación y concordancia altas, por lo que cualquiera de los tres protocolos podrían ser utilizados en función de las necesidades de la investigación. No obstante, se recomienda la utilización de GIS en ruta si se cuenta con financiación y medios suficientes, por tratarse de un método validado

previamente. Además, son necesarios más estudios que evalúen la fiabilidad y validez del protocolo de medida de la distancia mediante Google Maps™, tomando como referencia un método *gold standard*, como puede ser el de dispositivos GPS.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de todos los componentes del grupo de investigación que hicieron posible este estudio, además de los colaboradores de la Excma. Diputación Provincial de Granada. Agradecemos también a todos los estudiantes y familias que participaron en el estudio, y la colaboración desinteresada del profesorado y directores y directoras de los colegios participantes. Además, agradecimientos a Víctor Segura-Jiménez (docente-investigador de la Universidad de Cádiz), por la ayuda aportada en el análisis estadístico del presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson PM, Butcher KF. Childhood obesity: Trends and potential causes. *Future Child* 2006;16:19-45.
- Janssen I, LeBlanc A. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phy* 2010;7:40.
- Chillón P, Ortega FB, Ruiz JR, Veidebaum T, Oja L, Mäestu J, et al. Active commuting to school in children and adolescents: An opportunity to increase physical activity and fitness. *Scand J Public Health* 2010;38:873-9.
- OMS. A guide for population-based approaches to increasing levels of physical activity: implementation of the WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. In: *Salud OMDI*. Ginebra; 2007.
- McDonald NC, Steiner RL, Lee C, et al. Impact of the Safe Routes to School Program on Walking and Bicycling. *J Am Plann Assoc* 2014;80:153-67.
- van der Ploeg HP, Merom D, Corpuz G, Bauman AE. Trends in Australian children traveling to school 1971-2003: Burning petrol or carbohydrates? *Prev Med* 2008;46:60-2.
- Buliung RN, Mitra R, Faulkner G. Active school transportation in the Greater Toronto Area, Canada: An exploration of trends in space and time (1986-2006). *Prev Med* 2009;48:507-12.
- Black C, Collins A, Snell M. Encouraging walking: The case of journey-to-school trips in compact urban areas. *Urban Stud* 2001;38:1121-41.
- Chillón P, Martínez-Gómez D, Ortega F, Pérez-López IJ, Díaz LE, Veses AM, et al. Six-Year Trend in Active Commuting to School in Spanish Adolescents. *Int J Behav Med* 2013;20:529-37.
- Sirard JR, Slater ME. Walking and bicycling to school: A review. *AJLM* 2008;1559827608320127.
- Chillón P, Panter J, Corder K, Jones AP, Van Sluijs EM. A longitudinal study of the distance that young people walk to school. *Health Place* 2015;31:133-7.
- Burke M, Brown AL. Distances people walk for transport. *Road Transp Res* 2007;16:16-29.
- Timperio A, Ball K, Salmon J, et al. Personal, family, social, and environmental correlates of active commuting to school. *Am J Prev Med* 2006;30:45-51.
- Hendriksen IJM, Zuiderveld B, Kemper HCG, et al. Effect of commuter cycling on physical performance of male and female employees. *Med Sci Sport Exer* 2000;32:504-10.
- Panter JR, Jones AP, Van Sluijs EMF, et al. Neighborhood, Route, and School Environments and Children's Active Commuting. *Am J Prev Med* 2010;38:268-78.
- Schantz P, Stigell E. A Criterion Method for Measuring Route Distance in Physically Active Commuting. *Med Sci Sport Exer* 2009;41:472-8.
- Mendoza JA, Watson K, Baranowski T, Nicklas TA, Uscanga DK, Hanfling MJ. The Walking School Bus and Children's Physical Activity: A Pilot Cluster Randomized Controlled Trial. *Pediatrics* 2011;128:E537-E44.
- Borrestad LAB, Ostergaard L, Andersen LB, et al. Experiences from a randomised, controlled trial on cycling to school: Does cycling increase cardiorespiratory fitness? *Scand J Public Health* 2012;40:245-52.
- Sandercock GRH, Ogunleye AA. Screen time and passive school travel as independent predictors of cardiorespiratory fitness in youth. *Prev Med* 2012;54:319-22.
- Voss C, Sandercock G. Aerobic Fitness and Mode of Travel to School in English Schoolchildren. *Med Sci Sport Exer* 2010;42:281-7.
- Duncan MJ, Mummery WK. GIS or GPS? A Comparison of Two Methods For Assessing Route Taken During Active Transport. *Am J Prev Med* 2007;33:51-3.
- Duncan MJ, Mummery WK, Dascombe BJ. Utility of global positioning system to measure active transport in urban areas. *Med Sci Sport Exer* 2007;39:1851-7.
- Wong BY, Faulkner G, Buliung R. GIS measured environmental correlates of active school transport: A systematic review of 14 studies. *Int J Behav Nutr Phy* 2011;8:39.
- Buliung R, Larsen K, Faulkner G, Stone MR. The "Path" Not Taken: Exploring Structural Differences in Mapped- Versus Shortest-Network-Path School Travel Routes. *Am J Public Health* 2013;103(9):1589-96.
- Chan YH. Biostatistics 104: correlational analysis. *Singapore Med J* 2003;44(12):614-9.
- Prieto L, Lamarca R, Casado A. Assessment of the reliability of clinical findings: the intraclass correlation coefficient. *Med Clin* 1998;110:142-5.
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33:159-74.
- Levy P. The design and analysis of clinical experiments - Fleiss, JL. *Brit J Math Stat Psy* 1987;40:98-9.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.
- Altman DG, Bland JM. Measurement in medicine - the analysis of method comparison studies. *Statistician* 1983;32:307-17.
- Bland JM, Altman DG. Agreement between methods of measurement with multiple observations per individual. *J Biopharm Stat* 2007;17:571-82.
- Witlox F. Evaluating the reliability of reported distance data in urban travel behaviour analysis. *J Trans Geography* 2007;15:172-83.