



CLÍNICA E INVESTIGACIÓN EN ARTERIOSCLEROSIS

www.elsevier.es/arterio



ORIGINAL

Análisis geoestadístico desde el laboratorio clínico en prevención cardiovascular para atención primaria[☆]



Salomón Martín Pérez^{a,*}, Teresa Arrobas Velilla^a, Juan Fabiani de la Iglesia^b,
Ignacio Vázquez Rico^c, Gema Varo Sánchez^d y Antonio León-Justel^e

^a Laboratorio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular, Unidad de Bioquímica Clínica, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

^b Medicina de Familia, Hospital Infanta Elena, Huelva, España

^c Laboratorio de Análisis Clínicos, Unidad de Lípidos, Hospital Juan Ramón Jiménez, Huelva, España

^d Laboratorio de Análisis Clínicos, Hospital comarcal Riotinto, Huelva, España

^e Unidad de Bioquímica Clínica, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

Recibido el 4 de mayo de 2022; aceptado el 8 de agosto de 2022

Disponible en Internet el 29 de septiembre de 2022

PALABRAS CLAVE

Enfermedades
cardiovasculares;
Mapas;
Clústeres;
Colesterol LDL;
Triglicéridos;
Lipoproteína (a)

Resumen

Introducción y objetivos: Las enfermedades cardiovasculares continúan encabezando la mortalidad en España. Las técnicas de análisis geoestadístico en el laboratorio clínico son herramientas innovadoras que permiten el diseño de nuevas estrategias en prevención primaria de enfermedad cardiovascular. El objetivo fue estudiar la prevalencia y geolocalización de dislipidemias en las áreas sanitarias de estudio para implementar estrategias de prevención en atención primaria. Se llevó a cabo un estudio de cohorte retrospectivo de los niveles de colesterol unido a proteínas de baja densidad, triglicéridos y lipoproteína (a) en los años 2019 y 2020. Además, se realizó un análisis geoestadístico que incluyó la representación en mapas coropléticos y la detección de clústeres de agrupación; para ello, se utilizó la información geográfica en formato de código postal incluida en los datos demográficos de cada analítica. **Resultados:** Los datos analíticos incluidos en el estudio fueron triglicéridos ($n=365.384$), colesterol unido a proteínas de baja densidad ($n=289.594$) y lipoproteína (a) ($n=502$). Se identificaron las áreas con mayor y menor porcentaje de casos para los puntos de corte establecidos de cLDL > 190 mg/dl y TG > 150 mg/dl. Se detectaron 2 clústeres de agrupación con significación estadística para cLDL > 190 mg/dl y un total de 6 clústeres para los valores de TG > 150 mg/dl.

[☆] Artículo enviado en referencia a la comunicación oral agradada con el premio: Atención Primaria - Epidemiología del XXXIII Congreso de la Sociedad Española de Arteriosclerosis con el título «Aplicación de big data y análisis geoestadístico desde el laboratorio clínico en prevención cardiovascular para Atención Primaria». Según las bases de la convocatoria, el premio se hará efectivo si el comité de la revista recibe y acepta publicar un original referente a la publicación agradada.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: salomon.martin.perez@gmail.com (S. Martín Pérez).

Conclusiones: La detección de clústeres, así como la representación de mapas coropléticos, pueden ser de gran ayuda en la detección de áreas geográficas que requieran de mayor atención para intervenir en el riesgo cardiovascular.

© 2022 Sociedad Española de Arteriosclerosis. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Cardiovascular diseases;
Maps;
Clusters;
LDL cholesterol;
Triglycerides;
Lipoprotein (a)

Geostatistical analysis from the clinical laboratory in cardiovascular prevention for primary care

Abstract

Introduction and objectives: Cardiovascular diseases continue to lead the ranking of mortality in Spain. The implementation of geostatistical analysis techniques in the clinical laboratory are innovative tools that allow the design of new strategies in primary prevention of cardiovascular disease. The aim of this study was to study the prevalence and geolocation of severe dyslipidemia in the health areas under study in order to implement prevention strategies in primary care. A retrospective cohort study of low-density protein-bound cholesterol, triglyceride and lipoprotein (a) levels in the years 2019 and 2020 were carried out. In addition, a geostatistical analysis was performed including representation in choropleth maps and the detection of clustering clusters, using geographic information in zip code format included in the demographic data of each analytic.

Results: The analytical data included in the study were triglycerides ($n = 365,384$), low density protein-bound cholesterol ($n = 289,594$) and lipoprotein to lipoprotein (a) ($n = 502$). Areas with the highest and lowest percentage of cases were identified for the established cut-off points of LDL-C > 190 mg/dL and TG > 150 mg/dL. Two clustering clusters with statistical significance were detected for cLDL > 190 mg/dL and a total of 6 clusters for TG values > 150 mg/dL.

Conclusions: The detection of clusters, as well as the representation of choropleth maps, can be of great help in detecting geographic areas that require greater attention to intervene and improve cardiovascular risk.

© 2022 Sociedad Española de Arteriosclerosis. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son uno de los principales problemas sanitarios a nivel mundial debido al aumento de su prevalencia y a las consecuencias de la mortalidad y la discapacidad, con una fuerte carga económica¹. En la mayoría de los países desarrollados, incluida España, las enfermedades cardiovasculares representan la primera causa de muerte y causan importantes pérdidas de salud². La tasa de mortalidad atribuida a las ECV en el año 2018 asciende a 258 por cada 100.000 habitantes. En Andalucía esta cifra aumenta hasta 270³. También son la principal causa de defunción en el mundo y, según estimaciones, suponen 17,9 millones de vidas cada año. Más de 4 de cada 5 defunciones por ECV se deben a cardiopatías coronarias y accidentes cerebrovasculares, y una tercera parte de esas defunciones ocurren prematuramente en personas menores de 70 años⁴.

Los resultados del estudio DRECA, llevado a cabo por el Servicio Andaluz de Salud en 1998 y realizado para conocer los factores de riesgo de las ECV de forma exhaustiva y representativa de la población andaluza, mostraban un panorama altamente preocupante desde el punto de vista de la salud pública, lo que alentaba a tomar medidas de promoción y

educación para la salud, actuación intersectorial, cambios en los estilos de vida y en la nutrición de un gran número de ciudadanos⁵.

Según el estudio DARIOS, la prevalencia de hipertensión arterial, dislipidemia, obesidad, tabaquismo y diabetes mellitus es elevada, con variabilidad relativamente baja en la población de 35 a 74 años entre comunidades autónomas. Canarias, Extremadura y Andalucía presentan una mayor prevalencia de factores de riesgo cardiovascular que el promedio de los 11 estudios componentes⁶.

Estudios prospectivos de base poblacional han demostrado que la concentración plasmática de Lp(a) se asocia positivamente con el desarrollo de enfermedad coronaria e ictus de forma independiente de los principales factores de riesgo cardiovascular⁷.

La prevención de las ECV es una tarea primordial de la atención primaria⁸. Para mejorar la prevención cardiovascular se precisa una alianza entre políticos, administraciones, asociaciones científicas y profesionales, fundaciones de salud, asociaciones de consumidores, pacientes y sus familias, que impulse la estrategia poblacional e individual mediante el uso de todo el espectro de evidencia científica disponible, desde los ensayos clínicos en pacientes hasta los estudios observacionales y los modelos matemáticos para

la evaluación de intervenciones en la población, incluyendo análisis de coste-efectividad⁹.

La pandemia debida al SARS-CoV-2 ha conducido a la creación y desarrollo de aplicaciones y webs para luchar contra la covid-19, tanto de instituciones oficiales como iniciativas empresariales o particulares¹⁰.

Han surgido un gran número de proyectos que usan tecnologías como geolocalización, geoposicionamiento, *geofencing*, rastreo y registro de contactos a través de *bluetooth*, para generar una ingente cantidad de datos. Mediante técnicas de análisis de datos masivos (*big data*), sistemas de información geográfica (SIG) e inteligencia artificial se ha producido información para las instituciones sanitarias y para la propia sociedad, lo que ha ayudado a afrontar de manera más eficiente la crisis sanitaria¹¹.

Durante muchos años, las organizaciones gubernamentales, comunitarias, administrativas y políticas han tratado de comprender las relaciones que existen entre geografía y salud¹². Por ello, los sistemas SIG han sido ampliamente utilizados en epidemiología. Con el incremento de preocupación por las ECV en la última década han surgido iniciativas que usan esta tecnología en enfermedad cardiaca¹³⁻¹⁵.

Objetivos

El objetivo fue cuantificar la prevalencia de pacientes con dislipidemias y su geolocalización en las áreas sanitarias seleccionadas para la implementación de estrategias de prevención cardiovascular en atención primaria así como estudiar si la distribución de las zonas encontradas es estadísticamente significativa mediante un análisis de clústeres.

Material y métodos

Para examinar la prevalencia de las dislipidemias en nuestra área, hemos llevado a cabo un estudio de cohorte retrospectivo. Se realizó para ello una consulta a los sistemas informáticos de los laboratorios del Hospital Infanta Elena y del Hospital Juan Ramón Jiménez, que contienen información de todos los test de interés realizados a la población en los años 2019 y 2020. El Hospital Juan Ramón Jiménez da cobertura sanitaria a 264.300 habitantes en el nivel básico de asistencia, mientras que el Hospital Infanta Elena da cobertura a una población estimada de 175.000 habitantes.

En función de las recomendaciones de las guías clínicas según el riesgo que confiere, se establecieron puntos de corte para cada uno de los parámetros, en particular, según las recomendaciones de las últimas guías clínicas de la European Atherosclerosis Society¹⁶. Los puntos de corte elegidos fueron triglicéridos (TG) > 150 mg/dl, colesterol LDL (cLDL) > 190 mg/dl (punto de corte establecido por las guías clínicas como posible sospecha de hipercolesterolemia familiar) y lipoproteína (a) (Lp[a]) > 50 mg/dl.

El análisis estadístico de datos se realizó mediante el paquete estadístico IBM SPSS Statistics for Windows, versión 25.0. (Armonk, IBM Corp, Estados Unidos).

Se cuantificó el número de casos con valores superiores a los puntos de corte establecidos para cada código postal y se estableció como grupo control a los pacientes con valores analíticos inferiores. Se calculó para cada código postal el porcentaje de casos con los criterios analíticos

seleccionados en el área. Solo se incluyeron en el estudio aquellas áreas cuya población era superior al 0,5% de la población total, para evitar una sobrerrepresentación de valores atípicos en los mapas.

El número de determinaciones de Lp[a] no fueron suficientes para ofrecer interés en la representación coroplética, ni para llevar a cabo la estratificación en códigos postales.

La elección de la escala colorimétrica para los mapas coropléticos fue ajustada en función de los máximos y mínimos porcentuales para cada uno de los parámetros estudiados.

Para la representación de los datos obtenidos se usó un sistema de información geográfica libre y de código abierto (QGIS Geographic Information System 3.16.3-Hannover, QGIS Association). El SIG es un programa informático que permite a los usuarios visualizar, analizar e interpretar datos geográficos para ayudarles a comprender y resolver los problemas relativos a las relaciones y los patrones. Permite identificar las zonas de alto riesgo que requieren atención y que exigen la adopción de medidas¹⁷.

Los mapas están delimitados por códigos postales y se obtuvieron del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Estos mapas cuentan con licencia de uso general Creative Commons Reconocimiento 4.0 (CC BY 4.0) (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, Licencia de uso general Creative Commons Reconocimiento 4.0, CC BY 4.0).

El análisis espacial fue realizado con el programa Kulldorff M. and Information Management Services (Inc. SaTScanTM v. 8.0, *Software for the spatial and space-time scan statistics*)¹⁸, con objeto de comprobar la presencia de clústeres de mayor riesgo cardiovascular e identificar su localización aproximada, de modo que, para cada conglomerado, se calculó la razón de verosimilitud asumiendo una distribución independiente de Bernoulli de los casos, lo que permitió un mapeo y una evaluación de conglomerados más enfocados, ya que utiliza directamente datos de ubicación¹⁹.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación del Centro Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla.

Resultados

El número de datos analíticos incluidos en el estudio fueron de 289.594 pacientes para cLDL, 365.384 pacientes para TG y 502 pacientes para Lp(a). La distribución de pacientes no es homogénea entre los diferentes códigos postales, como muestra la [figura 1](#), por lo que se han usado medidas de centralización para los cálculos; para evitar sobrerrepresentación de áreas con muy pocos casos, se ha establecido un punto de corte mínimo de 0,5% del total de los casos para la inclusión en el estudio de los códigos postales.

Mapas coropléticos

Los resultados para los diferentes puntos de corte ([tabla 1](#)) fueron de un total de 405 (0,11%) para TG > 880 mg/dl; 85.376 (23,37%) con TG entre 150-880 mg/dl; para cLDL > 190 mg/dl los casos fueron 5.907 (2,04%) y para Lp(a) > 50 mg/dl solo se encontraron 150 (29,88%).

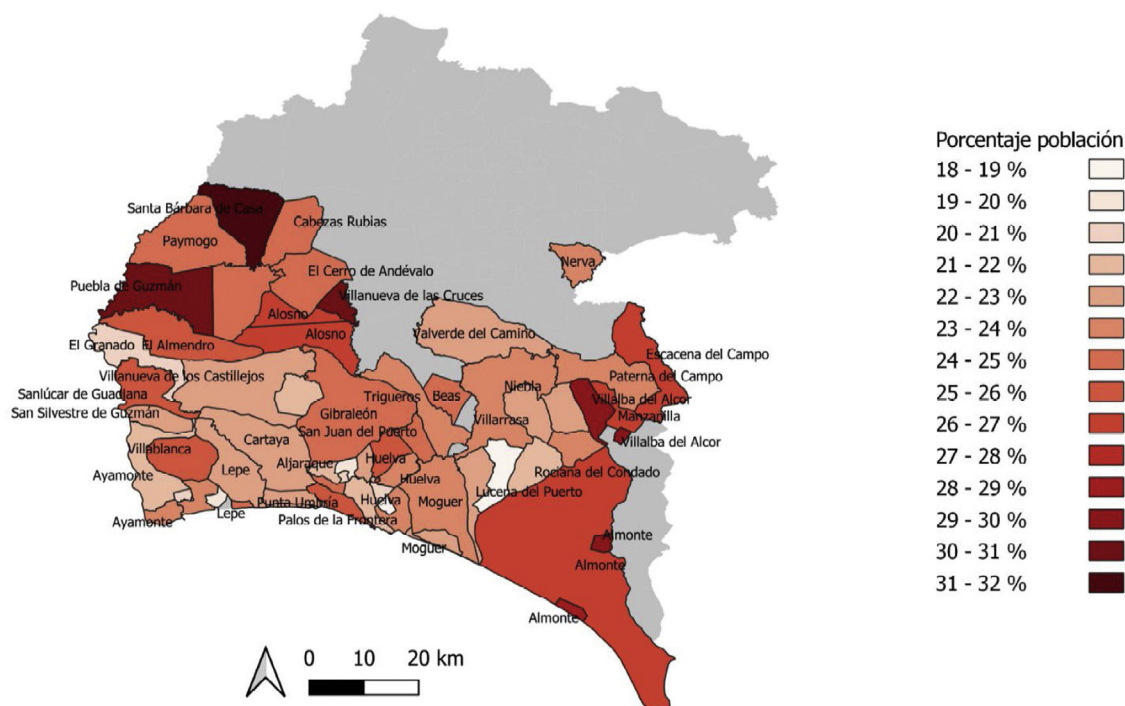


Figura 1 Porcentaje de población con valores de triglicéridos superiores 150 mg/dl por códigos postales en la provincia de Huelva.

Tabla 1 Número y porcentaje de pacientes con niveles superiores a los de los puntos de corte

Parámetro de estudio mg/dl	Número de determinaciones analíticas (%)
TG > 880	405 (0,11)
TG 150-880	85.376 (23,37)
cLDL > 190	5.907 (2,04)
Lp(a) > 50	150 (29,88)

cLDL: colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad; Lp(a): lipoproteína (a); TG: triglicéridos.

Las zonas con mayor y menor porcentaje de casos están recogidas en la [tabla 2](#). En la [figura 2](#) se representan los porcentajes de población con TG superior a 150 mg/dl. Las poblaciones con mayor porcentaje corresponden a las de Santa Bárbara de Casa (31,64%), Villanueva de las Cruces (30,58%) y Las Herrerías (30,46%); mientras que las poblaciones cuyos códigos postales representaban menor proporción de casos fueron Isla Cristina (19,57%), Bonares (18,83%) y Palos de la Frontera (18,22%).

Con el punto de corte de TG > 880 mg/dl, el número de casos totales detectados en toda la región fue de 405, lo que representa un 0,11% de la muestra de estudio e incluye a las poblaciones de Paymogo, Almonte y Cartaya con un 0,59; 0,56 y 0,40% de los casos, respectivamente. Debido al bajo número de casos, se estimó que no era representativa la realización de mapas coropléticos en este punto de corte.

El punto de corte establecido para el cLDL fue de 190 mg/dl. En la [figura 3](#) se representan los porcentajes de casos por códigos postales: los de mayor porcentaje de casos

se encuentran localizados en Nerva (4,30%), Lepe (3,15%) y Aljaraque (3,09%). Por otra parte, los códigos postales con menor incidencia se corresponden con las poblaciones de Isla Cristina (1,01%), Paymogo (0,59%) y Aroche (0,51%).

Las determinaciones de Lp(a) que se realizaron en el periodo de estudio fueron 524, insuficientes para la representación en mapas.

Análisis de clústeres espaciales

En el análisis de cLDL superior a 190 mg/dl se obtuvieron 2 clústeres ([tabla 3](#)) con significación estadística ($p < 0,001$). El primero incluyó una población de 66.922 determinaciones con un total de 1.749 de casos detectados; el número de casos esperados en el área fue de 1.381,99, lo que supuso un riesgo relativo (RR) por estar incluido dentro del área de 1,38. El segundo clúster consta de una población de 26.162 determinaciones, 638 de las cuales superaban el punto de corte: esto supone un RR de 1,2. El radio de área para el clúster 1 fue de 27,58 km y de 12,41 km para el clúster 2, representados en la [figura 4](#).

Para los valores de TG > 150 mg/dl se obtuvieron un total de 6 clústeres ($p < 0,001$) ([fig. 5](#)). El clúster 1 tiene una población de 18.113, con un total de casos de 4.917, con 4.260,4 casos esperados. El RR fue de 1,16, con un radio de 11,81 km. El clúster 2 tuvo 45.360 de población, 11.364 casos, 10.669,23 casos esperados y un RR de 1,08. La población del clúster 3 fue de 5.055, con 1.437 casos, 1.189 esperados y un RR de 1,21 con un radio de 5,46 km. El radio del clúster 4 fue el menor de los incluidos, con 0,1 km, y un RR de 1,09 en esta área. Los 2 últimos fueron los de mayor tamaño: el clúster 5 tuvo un radio de 19,06 km con un RR de

Tabla 2 Códigos postales con mayor y menor incidencia en función de puntos de corte y edad media de la población

Parámetro	Mayor incidencia						Menor incidencia					
	CP	Total	Casos	Porcentaje	Media edad	Municipio	CP	Total	Casos	Porcentaje	Media edad	Municipio
TG >150 mg/dL	21570	923	292	31,64	58,66	Santa Bárbara de Casa	21430	889	174	19,57	56,55	Isla Cristina
	21592	412	126	30,58	65,65	Villanueva de las Cruces	21830	4.200	791	18,83	54,06	Bonares
	21559	174	53	30,46	58,47	Puebla de Guzmán	21819	214	39	18,22	59,56	La Rábida
TG >880 mg/dL	21560	1.019	6	0,59	57,48	Paymogo	21120	569	1	0,18	51,84	Aljaraque
	21750	1.079	6	0,56	53,83	El Rocío	21850	791	1	0,13	54,06	Villarrasa
	21420	1.000	4	0,40	55,79	Pozo del Camino	21710	2574	3	0,12	56,66	Bollullos Par del Condado
LDL >190 mg/dL	21670	186	8	4,30	51,74	Nerva	21430	889	9	1,01	56,55	Isla Cristina
	21449	952	30	3,15	55,8	Lepe	21560	1.019	6	0,59	57,48	Paymogo
	21122	1519	47	3,09	53,95	Aljaraque	21580	982	5	0,51	59,71	Aroche

cLDL: colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad; CP: código postal; Lp(a): lipoproteína (a); TG: triglicéridos.

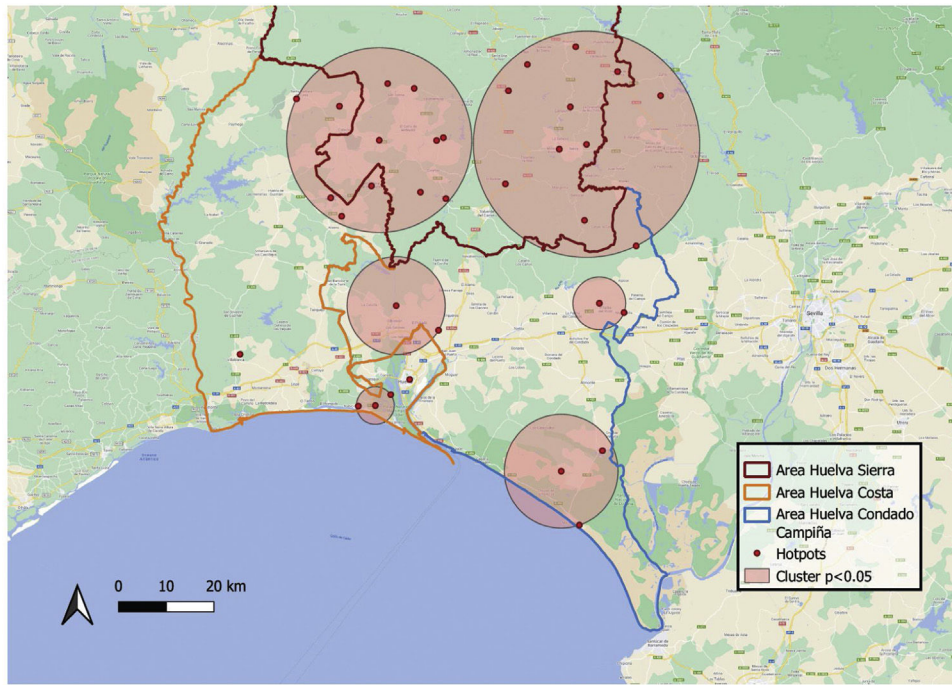


Figura 2 Clústeres de agrupación para valores de triglicéridos superiores a 150 mg/dl por códigos postales en la provincia de Huelva.

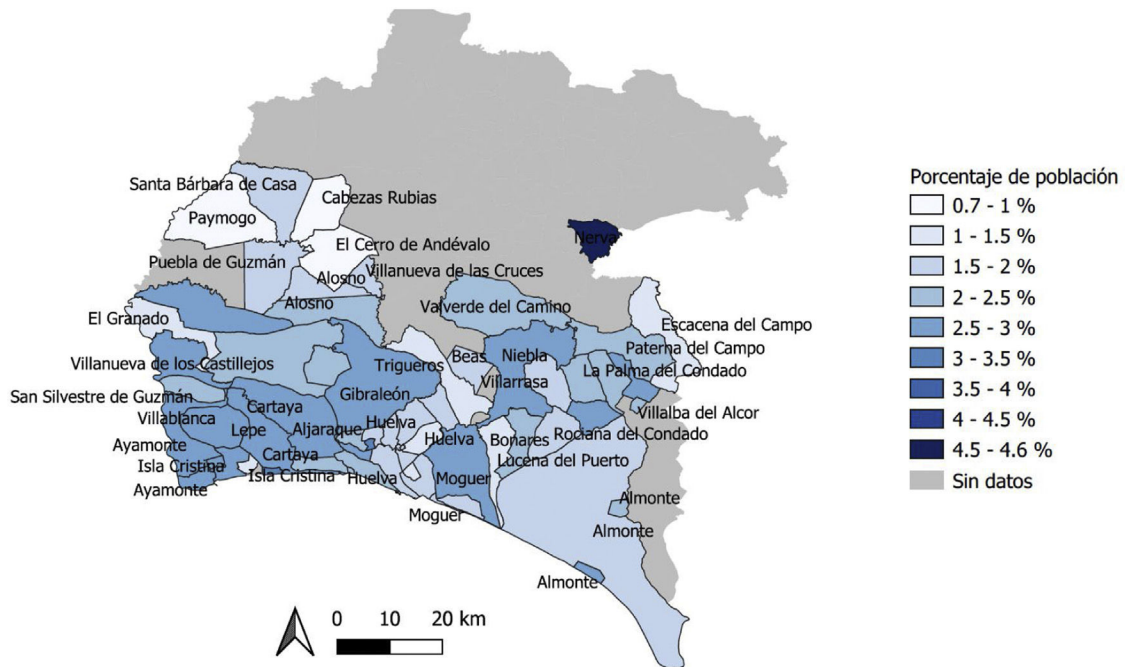


Figura 3 Porcentaje de población con valores de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (cLDL) superiores a 190 mg/dl por códigos postales en la provincia de Huelva.

1,16 mientras que el clúster 6 tuvo un radio de 23,34 y un RR de 1,13.

Discusión

Hemos encontrado zonas con muy diferente prevalencia para los puntos de corte seleccionados de cada variable y,

gracias a la representación en mapa cloropéticos (figs. 2 y 3), hemos conseguido una mejor visualización de los datos para obtener mayor impacto de los hallazgos. Además, se han detectado diversos clústeres con mayor número de casos del esperado en su área (figs. 4 y 5). Estos hallazgos pueden resultar muy útiles para identificar zonas geográficas sobre las que iniciar estrategias de prevención cardiovascular²⁰.

Tabla 3 Descripción de los clústeres encontrados

Clúster	cLDL > 190 mg/dl		TG > 150 mg/dl					
	1	2	1	2	3	4	5	6
Población	66.922	26.162	18.113	45.360	5.055	20.161	6.349	2.876
Número de casos	1.749	638	4.917	11.364	1.437	5.150	1.721	763
Casos esperados	1.381,99	540,27	4.260,4	10.669,23	1.189	4.742,11	1.493,36	676,47
Observados/esperados	1,27	1,18	1,15	1,07	1,21	1,09	1,15	1,13
Riesgo relativo	1,38	1,2	1,16	1,08	1,21	1,09	1,16	1,13
Porcentaje de casos en área	2,6	2,4	27,1	25,1	28,4	25,5	27,1	26,4
Número de localizaciones	20	7	3	3	2	1	12	11
Radio (km)	27,58	12,41	11,81	3,91	5,46	0,1	19,06	23,34
Valor de p	<0,001	0,0018	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,031

cLDL: colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad; TG: triglicéridos.

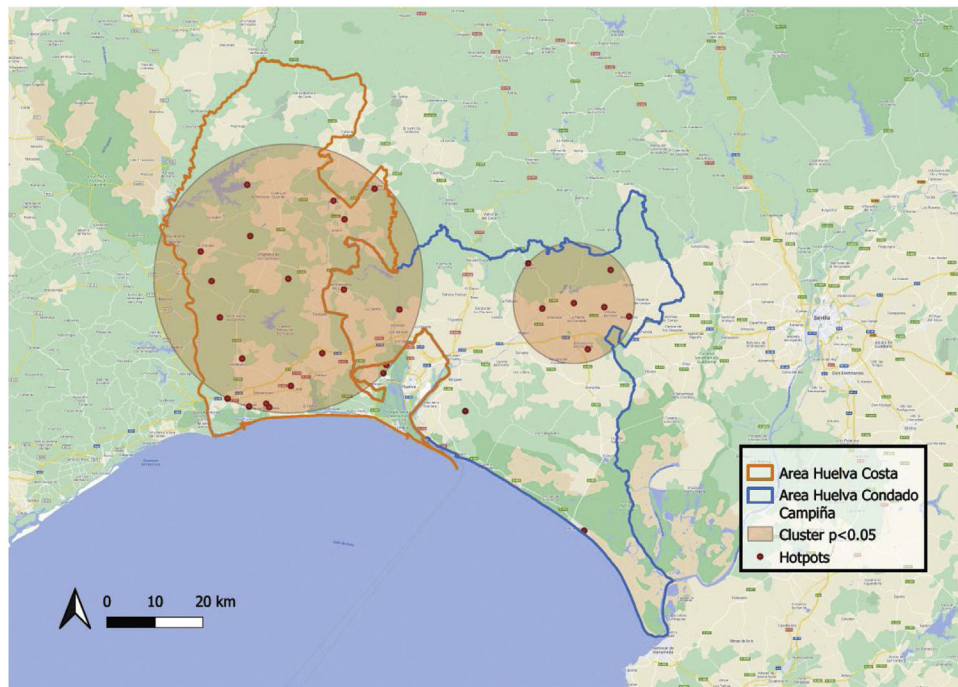


Figura 4 Clústeres de agrupación para valores de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (cLDL) superiores a 190 mg/dl por códigos postales en la provincia de Huelva.

La prevención cardiovascular continúa siendo uno de los grandes retos de nuestra sociedad, ya que este grupo de enfermedades genera una gran morbilidad²⁰.

La epidemia cardiovascular representa en nuestro país un grave problema de salud pública, que solo se podrá atajar implementando las adecuadas medidas preventivas²¹.

Este tipo de herramientas pueden resultar de gran ayuda en términos de prevención; sin embargo, a pesar de su potencial, todavía es raro que se utilice inteligencia geográficamente específica sobre intervenciones de salud pública en el mapeo de enfermedades²².

El riesgo cardiovascular continúa siendo un motivo de preocupación de las organizaciones sanitarias. Y en la población española es elevado. Su monitorización poblacional es fundamental en la planificación de medidas preventivas y asistenciales²³.

La hipertrigliceridemia (HTG) es un factor de riesgo que, no solo aumenta la incidencia de pancreatitis, sino que contribuye significativamente a un mayor riesgo cardiovascular residual y su importancia se justifica por su elevada prevalencia y por su relevancia clínica al asociarse con un aumento del riesgo de la ECV arteriosclerótica²⁴.

La elevada prevalencia de HTG tiene graves consecuencias socioeconómicas y sanitarias, al aumentar la morbilidad cardiovascular. La valoración de la prevalencia de HTG es muy importante para planificar mejor las políticas de intervención de prevención cardiovascular, optimizar los recursos de salud disponibles y mejorar la atención médica y la calidad de vida de los pacientes²⁴.

En un estudio multicéntrico llevado a cabo en hospitales de Andalucía y Ceuta²⁵, se observó la existencia de un triángulo geográfico de mayor prevalencia de

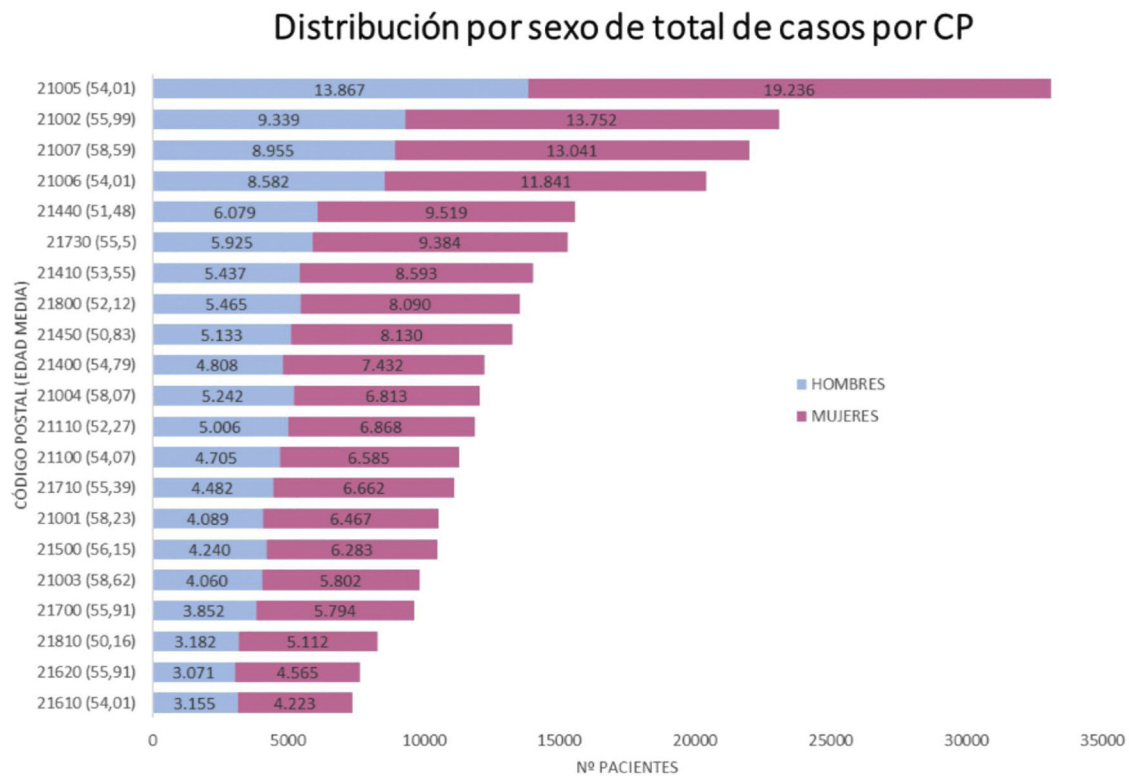


Figura 5 Número de pacientes agrupados por sexo de los principales códigos postales de la población de la provincia de Huelva y edad media por código postal.

hipercolesterolemias entre las provincias de Huelva, Sevilla y Cádiz. Se detectó que el 0,14% de la población de estudio tenían unos valores de cLDL > 250 mg/dL. En nuestro estudio, el 2,04% tienen unos valores de cLDL > 190 mg/dL. Estos datos distan mucho de una situación ideal.

Un tercio de los pacientes a los que se les solicitó la determinación de los niveles de Lp(a) (29,38%) presentaban valores superiores a 50 mg/dL. Esto se constata en el estudio español SAFEHEART²⁶, que se diseñó para analizar la situación y mejorar el conocimiento de la hipercolesterolemia familiar heterocigota en España y se determinó que el 30% de los pacientes que la presentaban tenían un valor de Lp(a) por encima de 50 mg/dL. Los pacientes con valores superiores a este punto de corte presentaban hipercolesterolemia familiar.

La elevación de Lp(a) en los hospitales del sur de España se encuentra infradiagnosticada, sin uniformidad de protocolos para su solicitud ni en la metodología analítica empleada²⁷.

Las tecnologías informáticas, como los SIG, proporcionan herramientas rentables para evaluar las intervenciones y políticas que pueden afectar a los resultados sanitarios²⁸. El uso de los SIG y la representación espacial de diversas cuestiones sanitarias hacen que los profesionales lleguen a conclusiones de forma más rápida y mejor en el ámbito tanto de la salud pública como de la toma de decisiones²⁹.

Los resultados de nuestro estudio se podrían completar en un futuro con la representación conjunta de eventos cardiológicos geolocalizados para estudiar si existe una correlación espacial entre los parámetros bioquímicos y los eventos.

Al igual que con la epidemia original de SARS-CoV de 2002/2003 y con la gripe estacional, durante la pandemia de covid-19, los sistemas y métodos de información geográfica han demostrado ser indispensables para la vigilancia y la respuesta oportunas y eficaces a la epidemia³⁰. Debemos tener en cuenta que con la facilidad y la velocidad con la que se elaboraron mapas durante la pandemia, muchos creadores de mapas parecían olvidarse de los principios fundamentales de los mapas coropléticos buenos y fáciles de leer, los cuales requieren conocimientos de datos geoespaciales para su correcta representación³¹.

Se pueden lograr avances en informática de la salud cuando los SIG se aplican a través de la investigación. Sin embargo, es necesario que se produzcan mejoras en la cantidad y calidad de la entrada de datos en estos sistemas para garantizar que se utilicen mejores mapas geográficos de salud, de modo que se puedan sacar conclusiones adecuadas entre la salud pública y los factores ambientales³².

Limitaciones del estudio

Entre las limitaciones de nuestro estudio podemos destacar la ausencia de algunas características, como son el nivel de vida del área geográfica analizada o el nivel de estudios de la población.

Conclusiones

Las técnicas de geolocalización son una herramienta de gran valor y han sido ampliamente usadas en

epidemiología de enfermedades con gran capacidad de propagación, sin embargo, su uso en prevención no ha sido tan amplio.

Las ECV son una prioridad en los sistemas sanitarios y el desarrollo de una prevención eficiente sigue siendo un objetivo primordial. Es por ello por lo que debemos hacer uso de nuevas tecnologías que nos ofrezcan otros puntos de vista diferentes para mejorar la prevención.

La detección de clústeres, así como la representación de mapas coropléticos, pueden ser de gran ayuda en la detección de áreas geográficas que requieran de una mayor atención para intervenir y mejorar el riesgo cardiovascular.

Financiación

Este estudio se ha llevado a cabo con fondos de una beca de investigación concedida en 2019 por la Sociedad Española de Aterosclerosis.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Al Servicio de Análisis Clínicos de Hospital Juan Ramón Jiménez y al Hospital Infanta Elena, ambos de Huelva.

Bibliografía

1. Amini M, Zayeri F, Salehi M. Trend analysis of cardiovascular disease mortality, incidence, and mortality-to-incidence ratio: Results from global burden of disease study 2017. *BMC Public Health* [Internet]. 2021 Dic 25;21:401. Disponible en: <https://bmcpubhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-021-10429-0>.
2. Manuscript A, Global, regional, and national disability-adjusted life years (DALYs) for 306 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 188 count. *Lancet*. 2016;386(10009):2145–91.
3. Instituto Nacional de Estadística (INE 2018). Tasa de mortalidad atribuida a las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes o las enfermedades respiratorias crónicas por comunidad autónoma, edad, sexo y periodo [Internet]. [consultado 9 Ago 2021]. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?tpx=46687#!tabs-mapa>.
4. OMS. Cardiovascular-diseases @ www.who.int [Internet]. [consultado 24 Abr 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab.1>.
5. De la Higuera González JM, Pereiro Hernández R, San Juan Lozano P, Aranda Lara JM, Aranda Lara P, Briones Pérez E, et al. Estudio DRECA: Dieta y riesgo de enfermedades cardiovasculares en Andalucía. [Internet]. 1999:1–146. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/library/plantillas/externa.asp?pag=../publicaciones/datos/114/pdf/DRECA.pdf>.
6. Grau M, Elosua R, Cabrera de León A, Guembe MJ, Baena-Díez JM, Vega Alonso T, et al. Factores de riesgo cardiovascular en España en la primera década del siglo XXI: Análisis agrupado con datos individuales de 11 estudios de base poblacional, estudio DARIOS. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64:295–304.
7. Nordestgaard BG, Chapman MJ, Ray K, Borén J, Andreotti F, Watts GF, et al. Lipoprotein(a) as a cardiovascular risk factor: Current status. *Eur Heart J*. 2010;31:2844–53.
8. Antón García F, Maiques Galán A, Franch Taix M, Aleixandre Martí E, Gómez Ortega AB, Sotoca Cobaleda R. Efectividad de la prevención cardiovascular en atención primaria. *Aten Primaria*. 2001;28:642–7.
9. Royo-Bordonada MA, Lobos Bejarano JM, Villar Alvarez F, Sans S, Pérez A, Pedro-Botet J, et al. Comentarios del Comité Español Interdisciplinario de Prevención Cardiovascular (CEIPC) a las guías europeas de prevención cardiovascular 2012. *Hipertens y Riesgo Vasc*. 2013;30:143–55.
10. Cascón-Katchadourian JD. Tecnologías para luchar contra la pandemia Covid-19: geolocalización, rastreo, big data, SIG, inteligencia artificial y privacidad. *Profes Inform*. 2020;29:1–20.
11. Chang AY, Cullen MR, Harrington RA, Barry M. The impact of novel coronavirus COVID-19 on noncommunicable disease patients and health systems: A review. *J Intern Med*. 2021;289:450–62.
12. Rytönen MJ. Not all maps are equal: GIS and spatial analysis in epidemiology. *Int J Circumpolar Health*. 2004;63:9–24.
13. Sepehrvand N, Alemayehu W, Kaul P, Pelletier R, Bello AK, Welsh RC, et al. Ambulance use, distance and outcomes in patients with suspected cardiovascular disease: A registry-based geographic information system study. *Eur Hear J Acute Cardiovasc Care*. 2020;9 1_suppl:45–58.
14. Malambo P, Kengne AP, De Villiers A, Lambert EV, Puaane T. Built environment, selected risk factors and major cardiovascular disease outcomes: A systematic review. *PLoS One*. 2016;11:1–13.
15. Macdonald J, Brevard PB, Lee RE, Wagner T. Link between diet and cardiovascular disease in Latin America and the Caribbean using geographic information systems. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Heal*. 2009;26:290–8.
16. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: Lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J*. 2020;41:111–88.
17. Chowdhury S, Chakraborty P. Universal health coverage - There is more to it than meets the eye. *Fam Med Prim Care* [Internet]. 2017;6:169–70. Disponible en: <http://www.jfmpc.com/article.asp?issn=2249-4863;year=2017;volume=6;issue=1;page=169;epage=170;aulast=Faizi>.
18. Kulldorff M. A spatial scan statistic. *Commun Stat - Theory Methods* [Internet]. 1997 Ene 1;26:1481–96. <http://dx.doi.org/10.1080/03610929708831995>.
19. Warden CR. Comparison of Poisson and Bernoulli spatial cluster analyses of pediatric injuries in a fire district. *Int J Health Geogr*. 2008;7:1–17.
20. Décano IR, Elosua R, Marrugat J. Epidemiología del síndrome coronario agudo en España: estimación del número de casos y la tendencia de 2005 a 2049. *Rev Esp Cardiol*. 2013;66:472–81.
21. Alfonso F, Segovia J, Heras M, Bermejo J. Prevención cardiovascular: ¿siempre demasiado tarde? 2008;61:5–7.
22. Hay SI, Battle KE, Pigott DM, Smith DL, Moyes CL, Bhatt S, et al. Global mapping of infectious disease. *Philos Trans R Soc B Biol Sci*. 2013;368(1614).
23. Medrano MJ, Cerrato E, Boix R, Delgado-Rodríguez M. Cardiovascular risk factors in Spanish population: Metaanalysis of cross-sectional studies. *Med Clin (Barc)* [Internet]. 2005;124:606–12. <http://dx.doi.org/10.1157/13074389>.
24. Ruiz-García A, Arranz-Martínez E, López-Uriarte B, Rivera-Tejido M, Palacios-Martínez D, Dávila-Blázquez GM, et al. Prevalencia de hipertrigliceridemia en adultos y factores cardiometabólicos asociados. Estudio SIMETAP-HTG. *Clín Invest Arterioscler*. 2020;32:242–55.

25. Arrobas Velilla T, Varo Sánchez G, Romero García I, Melguizo Madrid E, Rodríguez Sánchez FI, León Justel A, et al. Prevalencia de hipercolesterolemias severas observadas en los distintos hospitales de Andalucía y Ceuta. *Clin Invest Arterioscler*. 2021.
26. Bourbon M, Alves AC, Alonso R, Mata N, Aguiar P, Padró T, et al. Mutational analysis and genotype-phenotype relation in familial hypercholesterolemia: The SAFEHEART registry. *Atherosclerosis*. 2017;262:8–13.
27. Arrobas Velilla T, Fabiani de la Iglesia J, Martín Pérez S, Calbo Caballos L, Gómez Barrado JJ, León Justel A. Lipoproteína (a) en una selección de hospitales de Andalucía y Extremadura: ¿infradiagnosticada e infrautilizada? *Rev Española Cardiol* [Internet]. 2022 Apr;2–3. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893222000938>.
28. Tim US. The application of GIS in environmental health sciences: Opportunities and limitations. *Environm Res*. 1995;71:75–88.
29. Fradelos EC, Papathanasiou IV, Mitsi D, Tsaras K, Kleisiaris CF, Kourkouta L. Health based geographic information systems (GIS) and their applications. *Acta Inform Med*. 2014;22:402–5.
30. Kamel Boulos MN, Geraghty EM. Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: How 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. *Int J Health Geogr* [Internet]. 2020;19:1–12, <http://dx.doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>.
31. Juergens C. Trustworthy COVID-19 mapping: Geospatial data literacy aspects of choropleth maps. *KN - J Cartogr Geogr Inf* [Internet]. 2020, <http://dx.doi.org/10.1007/s42489-020-00057-w>.
32. Shaw NT, McGuire SK. Understanding the use of geographical information systems (GISs) in health informatics research: A review. *J Innov Health Informat*. 2017;24:228–33.