

REC: CardioClinics

www.reccardioclinics.org

Artículo original

Implementación de mapas coropléticos y algoritmos bioquímicos desde el laboratorio clínico en la valoración del riesgo cardiovascular



Salomon Martin Perez^{a,*}, Teresa Arrobas Velilla^a, Juan Fabiani de la Iglesia^b, Miguel Angel Rico Corral^c, Cristobal Morales Portillo^{d,e} y Antonio Leon-Justel^f

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

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

^c Unidad de Hipertensión y Riesgo Cardiovascular, Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

^d Unidad de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

^e Unidad de Endocrinología y Nutrición, Hospital Vithas Sevilla, Sevilla, España

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

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 7 de enero de 2022

Aceptado el 28 de febrero de 2022

On-line el 18 de abril de 2022

Palabras clave:

Prevención primaria

Enfermedades cardiovasculares

Mapa

Algoritmos

Colesterol LDL

Triglicéridos

Lipoproteína (a)

RESUMEN

Introducción y objetivos: Cuantificar en las áreas sanitarias seleccionadas la prevalencia de pacientes con dislipemias graves y su geolocalización para implementar estrategias de prevención cardiovascular en atención primaria.

Métodos: Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo con datos de laboratorio para los niveles de triglicéridos, colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad y lipoproteína (a) posterior a la incorporación de algoritmos bioquímicos durante los años 2019 y 2020. Se estudió la existencia de clústeres de agrupación geográfica por códigos postales para cada parámetro junto con representación de mapas coropléticos.

Resultados: Los datos analíticos incluidos en el estudio fueron triglicéridos (n = 301.069), lipoproteínas de baja densidad (n = 91.316) y lipoproteína a lipoproteína (a) (n = 667). Se identificaron las áreas con mayor y menor porcentaje de casos para cada parámetro. Se detectaron dos clústeres de agrupación con significación estadística, uno para pacientes con niveles de triglicéridos > 150 mg/dl de 16,47 km de radio y otro para pacientes con colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad > 190 mg/dl de 6,23 km, con un riesgo relativo de 1,08 y 1,23, respetivamente.

Abreviaturas: cLDL, colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad; ECV, enfermedad cardiovascular; SIG, sistemas de información geográfica.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: salomon.martin.perez@gmail.com (S. Martin Perez).

<https://doi.org/10.1016/j.rccl.2022.02.007>

2605-1532/© 2022 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Conclusiones: Los estudios con uso de geolocalización han sido ampliamente usados en enfermedades infecciosas por la necesidad de conocer la epidemiología de enfermedades con rápida capacidad de propagación. En cambio, no han tenido tanto uso en otras patologías que cursan de modo silente como son las relacionadas con el riesgo cardiovascular. Estas nuevas herramientas pueden ayudar al control de dislipemias graves y a una mejor prevención cardiovascular desde atención primaria.

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

Implementation of choropleth maps and biochemical algorithms from the clinical laboratory in the assessment of cardiovascular risk

A B S T R A C T

Keywords:
Primary prevention
Cardiovascular diseases
Map
Algorithms
LDL-cholesterol
Triglycerides
Lipoprotein (a)

Introduction and objectives: To quantify in selected health areas the prevalence of patients with severe dyslipidemia and their geolocation in order to implement cardiovascular prevention strategies in primary care.

Methods: A retrospective cohort study was performed with laboratory data for triglyceride, low-density lipoprotein cholesterol and lipoprotein (a) levels following the incorporation of biochemical algorithms during 2019 and 2020. The existence of geographic clustering clusters by zip codes was studied for each parameter along with choropleth map representation. **Results:** The analytical data included in the study were triglycerides ($n = 301\,069$), low density lipoproteins ($n = 91\,316$) and lipoprotein to lipoprotein (a) ($n = 667$). Areas with the highest and lowest percentage of cases were identified for each parameter. Two grouping clusters with statistical significance were detected, one for patients with triglyceride levels > 150 mg/dL of 16.47 km radius and another for patients with low-density lipoprotein-bound cholesterol > 190 mg/dL of 6.23 km, with a relative risk of 1.08 and 1.23 respectively.

Conclusions: Studies using geolocation have been widely used in infectious diseases because of the need to know the epidemiology of diseases with a rapid capacity to spread. However, they have not been used as much in other pathologies that occur silently, such as those related to cardiovascular risk. These new tools can help to control severe dyslipidemia and improve cardiovascular prevention in primary care.

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

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares (ECV), principalmente las enfermedades cardíacas isquémicas y los accidentes cerebrovasculares, son la principal causa de mortalidad a nivel mundial y un factor muy importante que contribuye a la discapacidad¹.

En España, las ECV continúan encabezando el *ranking* de mortalidad en España. La tasa de mortalidad atribuida a las ECV en el año 2018 asciende a 258,639 por cada 100.000 habitantes. En Andalucía esta cifra aumenta hasta 270,109².

Debido a la importancia de las ECV en la salud pública, los organismos sanitarios trabajan activamente para la prevención de estas, un ejemplo fue el estudio DRECA³, estudio para determinar la prevalencia de los factores de riesgo para las ECV de la población andaluza llevado a cabo por el Servicio Andaluz de Salud en 1998. Los resultados mostraban un panorama altamente preocupante desde el punto de vista de la salud pública, alentando 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 ciudadanos.

Canarias, Extremadura y Andalucía presentan mayor número de factores de riesgo cardiovascular, significativamente más prevalentes según el estudio DARIO realizado sobre 10 comunidades españolas⁴.

Ensayos rigurosos han demostrado los beneficios de las intervenciones para el tratamiento y la prevención de ECV, además se han realizado análisis de coste-efectividad de las mismas con resultados positivos^{5,6}.

Tras la pandemia debida al SARS-CoV-2 se ha puesto en evidencia la importancia de la prevención en salud pública, y la necesidad de implementar nuevas estrategias que incorporen nuevas tecnologías que complementen y mejoren los enfoques tradicionales⁷.

Una herramienta que puede ser extremadamente útil para tener una visión más ajustada de la salud pública son los sistemas de información médica geográfica (SIG). Desde la década de 1990, este enfoque práctico se ha convertido en un sistema valioso de análisis de fenómenos médicos y

epidemiológicos que van desde el cólera hasta el cáncer⁸. Los SIG pueden mejorar significativamente la calidad y eficiencia en la investigación en salud, ya que se pueden establecer conexiones sustanciales entre la salud de la población y su ubicación geográfica⁹.

Durante muchos años las organizaciones gubernamentales, comunitarias, administrativas y políticas han tratado de comprender las relaciones que existen entre geografía y salud¹⁰. Por ello, los SIG han sido ampliamente utilizados en epidemiología. Si bien su uso en prevención de riesgo cardiovascular no es muy amplio, un estudio reciente lo ha utilizado para valorar la prevalencia del hipercolesterolemia familiar en más de 60 países¹¹.

El objetivo del estudio fue cuantificar la prevalencia de pacientes con dislipemias graves 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.

Métodos

Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo para examinar la prevalencia de dislipemias graves en nuestra área, para ello realizó una consulta a los sistemas informáticos de laboratorio del Hospital Virgen Macarena de Sevilla que contienen información de todos los test de interés realizados a la población en los años 2019 y 2020.

Se establecieron puntos de corte para cada uno de los parámetros en función de las recomendaciones de las guías clínicas según el riesgo que confiere. Triglicéridos > 150 mg/dl, colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (cLDL) > 190 mg/dl, punto de corte establecido por las guías clínicas como posible sospecha de hipercolesterolemia familiar, y lipoproteína (a) > 50 mg/dl. Estos puntos de corte están ajustados según las recomendaciones de las últimas guías clínicas de la *European Atherosclerosis Society*¹².

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

Se cuantificó en número de casos con valores superiores a los puntos de corte establecidos para cada código postal y se estableció como grupo control 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 sobrerepresentación de valores atípicos en los mapas.

El número de determinaciones de lipoproteína (a) no fueron suficientes para llevar a cabo la estratificación en código postales, así como tampoco la representación coroplética.

La escala colorimétrica elegida para la representación se ajustó a los valores porcentuales máximos y mínimos obtenidos 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

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

Parámetro de estudio	Número de determinaciones analíticas
TG > 880 mg/dl	1.190 (0,38%)
TG 150-880 mg/dl	75.588 (24,64%)
cLDL > 190 mg/dl	6.347 (6,95%)
Lp(a) > 50 mg/dl	243 (36,47%)

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

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. Ayuda a identificar las zonas de alto riesgo que requieren atención y que exigen la adopción de medidas¹³. Los mapas de las áreas sanitarias se obtuvieron del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía¹⁴. Los mapas están delimitados en códigos postales.

Se realizó un análisis espacial para comprobar la presencia de clústeres de mayor riesgo cardiovascular e identificar su localización aproximada. Para cada conglomerado, se calculó la razón de verosimilitud asumiendo una distribución independiente de Bernoulli de los casos que permitió un mapeo y una evaluación de conglomerados más enfocados, ya que utiliza directamente datos de ubicación¹⁵. Para ello se empleó el software Kulldorff M. and Information Management Services, Inc. SaTScanTM v8.0: Software for the spatial and space-time scan statistics¹⁶.

El estudio realizado cuenta con la aprobación del el Comité de Ética de la Investigación del Centro Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla.

Resultados

Mapas coropléticos

Los datos analíticos incluidos en el estudio fueron triglicéridos (n = 301.069), cLDL (n = 91.316) y lipoproteína a lipoproteína (a) (n = 667). En la [tabla 1](#) se muestra el número de casos para los diferentes parámetros y puntos de corte establecidos. Se obtuvieron 1.190 casos (0,38%) con triglicéridos (TG) > 880 mg/dl; 75.588 casos (24,64%) con TG entre 150-880 mg/dl; para cLDL > 190 mg/dl los casos fueron 6.347 (6,95%), y para lipoproteína (a) > 50 mg/dl solo se encontraron 243 (36,47%).

Las zonas con mayor y menor porcentaje de casos están recogidas en la [tabla 2](#). En la [figura 1](#) se representan los porcentajes de población con TG superior a 150 mg/dl. Las poblaciones con mayor porcentaje corresponden a las poblaciones de Villaverde del Río (28,24%), Alcalá del Río (28,12%) y Brenes (27,83%). Mientras que las poblaciones cuyos códigos postales representaban menor proporción de casos fueron Sevilla capital con dos áreas postales incluidas (21,13 y 20,61%).

Con el punto de corte TG > 880 mg/dl, el número de casos totales detectados en toda la región fue de 1.190, solo un

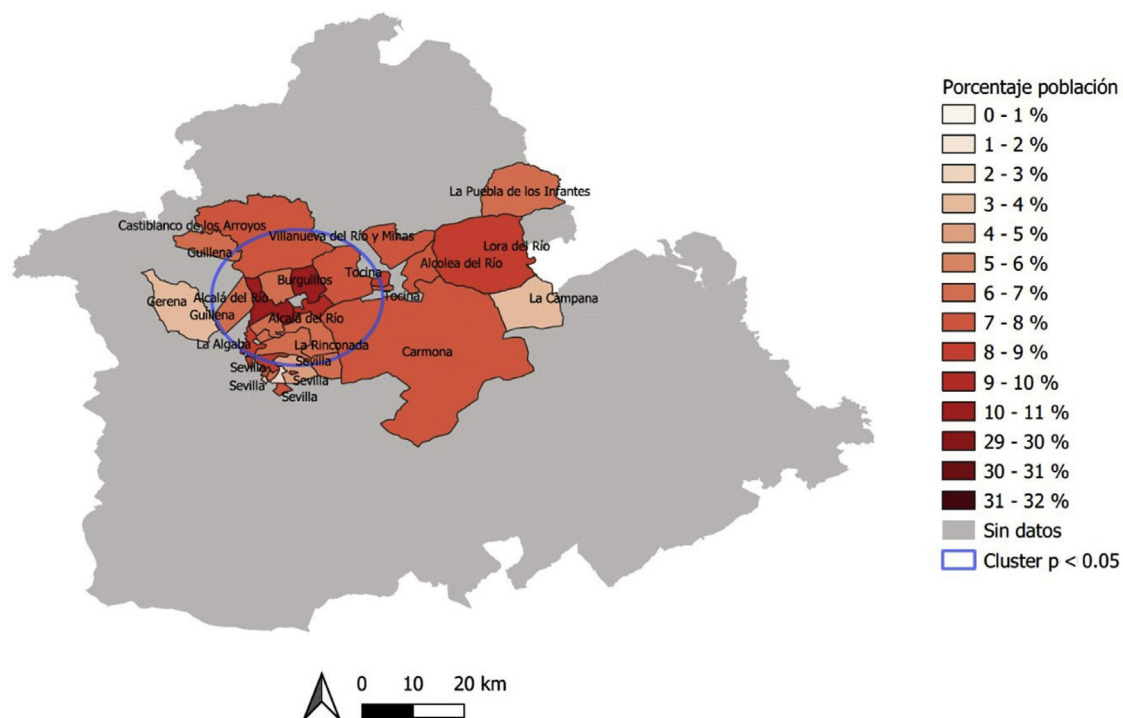


Figura 1 – Porcentaje de población con valores de triglicéridos superiores 150 mg/dl por códigos postales en la provincia de Sevilla.

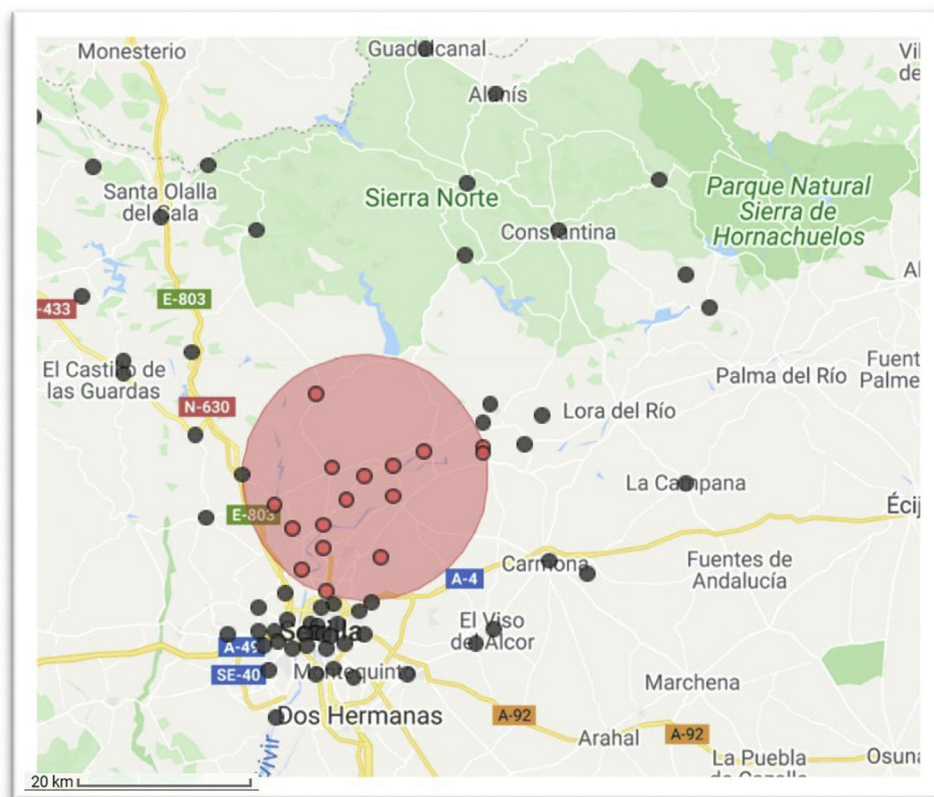


Figura 2 – Clústeres de agrupación para valores de triglicéridos superiores a 150 mg/dl por códigos postales en la provincia de Sevilla.

Tabla 2 – Códigos postales con mayor y menor incidencia en función de puntos de corte

Parámetro	Mayor incidencia			Menor incidencia		
	Porcentaje	CP	Población	Porcentaje	CP	Población
TG > 150 mg/dl	28,24%	41318	Villaverde del Río	21,13%	41003	Sevilla
	28,12%	41209	Alcalá del Río	21,07%	41860	Huevar del Aljarafe
	27,86%	41310	Brenes	20,61%	41007	Sevilla
TG > 880 mg/dl	7,17%	41002	Sevilla	0,00%	41907	Valencina de la Concepción
	2,80%	41013	Sevilla	0,00%	41920	San Juan de Aznalfarache
	2,54%	41449	Alcolea del Río	0,00%	41460	Navas de la Concepción
cLDL > 190 mg/dl	10,64%	41018	Sevilla	0,86%	41940	Tomares
	10,32%	41449	Alcolea del Río	0,00%	41390	Guadalcanal
	10,31%	41500	Alcalá de Guadaira	0,00%	41510	Bancarrón

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

Tabla 3 – Descripción de clústeres encontrados

	Clúster cLDL > 190 mg/dl	Clúster TG > 150 mg/dl
Población	32.661	121.483
Número de casos	2.611	31.500
Casos esperados	2.295,9	30.175,28
Observados / esperados	1,14	1,04
Riesgo relativo	1,23	1,08
Porcentaje de casos en área	8	25,9
Número de localizaciones	6	17
Valor de p	< 0,001	< 0,001

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

0,38% de la muestra de estudio, con dos códigos postales pertenecientes a Sevilla capital y otro a la población de Alcolea del Río. Se estimó que no tenía valor la representación del mapa coroplético por el bajo número de casos ([fig. 2](#)).

El punto de corte establecido para niveles de cLDL fue de 190 mg/dl. En la [figura 3](#) se representan los porcentajes de casos por códigos postales, encontrándose localizados aquellos con mayor porcentaje de casos en Sevilla capital, Alcolea del Río y Alcalá de Guadaira con un 10,64, 10,32 y 10,31%, respectivamente. Mientras que las poblaciones con menor incidencia fueron Tomares (0,86%), Guadalcanal y Bancarrón, sin encontrar ningún caso con niveles superiores al corte en estas dos últimas localizaciones.

El número de determinaciones de lipoproteína (a) es aún bajo en nuestra área sanitaria, con un total de 666 determinaciones, por lo que fue insuficiente para la representación en mapas coropléticos.

Análisis de clústeres espaciales

En el análisis de cLDL superior a 190 mg/dl se obtuvo un solo clúster ([tabla 3](#)) con significación estadística ($p < 0,001$) que incluyó seis localizaciones o *hotspots* dentro del área. En la [figura 4](#) de 6,23 km de radio, la población incluida dentro fue de 32.661, con un número de casos esperados según datos globales de la muestra de 2.295,9 y se encontró un total de 2.611 (8%), esto supone un riesgo relativo de 1,23. En la [figura 4](#) se muestra la representación del clúster, así como todas los

hotspots, siendo de color rojos los incluidos dentro del clúster de estudio.

Para los valores de TG > 150 mg/dl también se obtuvo un solo clúster ([tabla 3](#)) ($p = 0,001$) con 17 localizaciones dentro de un radio de 16,47 km ([fig. 3](#)). En una población de 121.483 con 30.175,28 casos esperados y un total de 31.500 casos hallados, esto supone un riesgo relativo por estar dentro el área del clúster de 1,08.

Discusión

Nuestro estudio identificó zonas de prevalencia con los puntos de cortes seleccionados para cada parámetro muy diferentes entre sí. Adicionalmente se detectaron dos clústeres de agrupación con significación estadística uno para cLDL superior a 190 mg/dl y otro para TG superior a 150 mg/dl. Estos hallazgos pueden servir como base para iniciar estrategias específicas de prevención cardiovascular ajustadas por zonas geográficas o incluso por centros de salud.

A pesar del potencial de estas herramientas, todavía es raro que se utilice inteligencia geográficamente específica sobre intervenciones de salud pública en el mapeo de enfermedades¹⁷.

Debido a la alta prevalencia de ECV, a pesar de las medidas de prevención llevadas a cabo por los países y sus organizaciones sanitarias, es necesario incrementar el nivel de control sobre estas, ya que con ello se reduciría notablemente la prevalencia. Por lo cual, no solo el riesgo cardiovascular es motivo de preocupación, sino que además hay una deficiente implementación de las medidas preventivas¹⁸.

Dado el conocimiento actual sobre cómo prevenir las ECV, es necesario pasar de la investigación epidemiológica etiológica a la investigación preventiva¹⁹.

La presencia hipertrigliceridemia en un tercio de la población estudiada contribuye significativamente no solo a desarrollar pancreatitis, sino a una posible aterosclerosis y un mayor riesgo cardiovascular residual. Esto es debido a que las partículas remanentes de triglicéridos son potencialmente aterogénicas, e indirectamente al impacto inflamatorio localizado de ácidos grasos libres en la función endotelial. Además, debido a que la hipertrigliceridemia está altamente relacionada con la obesidad, la resistencia a la insulina/diabetes, la hipertensión y con otros factores de riesgo importantes de

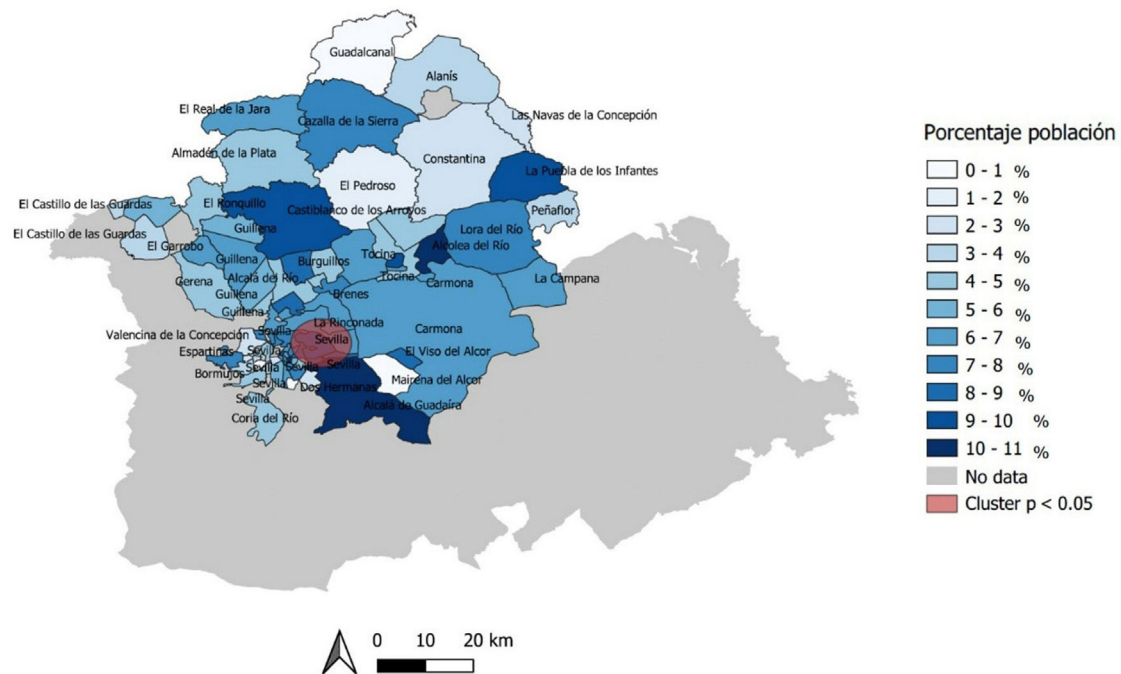


Figura 3 – Porcentaje de población con valores de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (cLDL) superiores a 190 mg/dl por códigos postales en la provincia de Sevilla.

enfermedad cardiovascular aterosclerótica, también hay un efecto de asociación²⁰.

Según datos de un estudio observacional multicéntrico de prevalencia de hipercolesterolemias graves observadas en hospitales de Andalucía y Ceuta²¹, se detectó que 2.791 pacientes (0,14%) tenían unos valores de cLDL > 250 mg/dl y en la población de menores de 18 años 3.804 pacientes (0,16%) tenían cLDL > 135 mg/dl. En este estudio se observó un triángulo geográfico de mayor prevalencia entre las provincias de Sevilla, Huelva y Cádiz, tanto en adultos como en niños. Estos resultados distan mucho de una situación ideal, y hacen necesaria la actuación continuada desde atención primaria, así como la incorporación de nuevas estrategias.

La patogenicidad que confiere la lipoproteína (a) se debe principalmente a las propiedades protrombóticas, proinflamatorias y proaterogénicas que influyen en el desarrollo y la progresión de una arteriosclerosis prematura debido a la alta homología estructural con el plasminógeno, lo que interfiere en la activación del mismo, la generación de plasmina y la fibrinólisis, así como la alta afinidad para unirse a los macrófagos que promueve la formación de células espumosas y la deposición de colesterol en placas ateroscleróticas²².

Se ha de destacar que más de un tercio de los pacientes a los que se le solicitó la determinación de los niveles de lipoproteína (a) (36,47%) presentaban valores superiores a 50 mg/dl. Este dato debe ser interpretado con cautela pues en el laboratorio se establecen unos algoritmos diagnósticos, de modo que si el valor de cLDL directo es superior a 250 mg/dl se procede a la determinación de lipoproteína (a) del paciente al menos una vez, como indican las nuevas guías clínicas²³. Esto se constata en el estudio español SAFEHEART²⁴ (Spanish Familial Hypercholesterolemia Cohort Study) donde un 30%

de los pacientes con valores superiores a este punto de corte presentaban hipercolesterolemia familiar.

Un tercio de las poblaciones estudiadas presentaron valores de cLDL superiores a 190 mg/dl y son por ello candidatos a realizar un estudio de lipoproteína (a)²⁵.

Otros estudios han hallado valores de lipoproteína (a) superiores al 30% de la población estudiada estando alineados con los resultados de nuestro estudio¹¹.

Este estudio se podría completar en un futuro con la representación conjunta de los eventos cardiológicos geolocalizados y con idea de estudiar posibles correlaciones entre eventos y niveles de marcadores de riesgo cardiovascular. El estudio geoestadístico basado en capas de información nos permite ampliar el abanico de estudio e integrarlo en un futuro con los datos ya procesados, lo que es una gran ventaja de esta tecnología.

Según los datos para la comunidad andaluza sería interesante ampliar el estudio a todas las provincias con objetivo de mejorar la prevención tanto primaria como secundaria, siendo esta de mayor importancia el control de los niveles de parámetros de riesgo cardiovascular.

Los SIG y de mapeo web han tenido un papel esencial para proporcionar una visualización rápida de la propagación geoespacial del SARS-CoV-2²⁶. Durante la pandemia de la COVID-19 se ha demostrado la importancia de realizar una vigilancia epidemiológica intensiva, y el uso de técnicas de geolocalización han demostrado ser valiosas herramientas para el control de la enfermedad. Por otra parte, 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

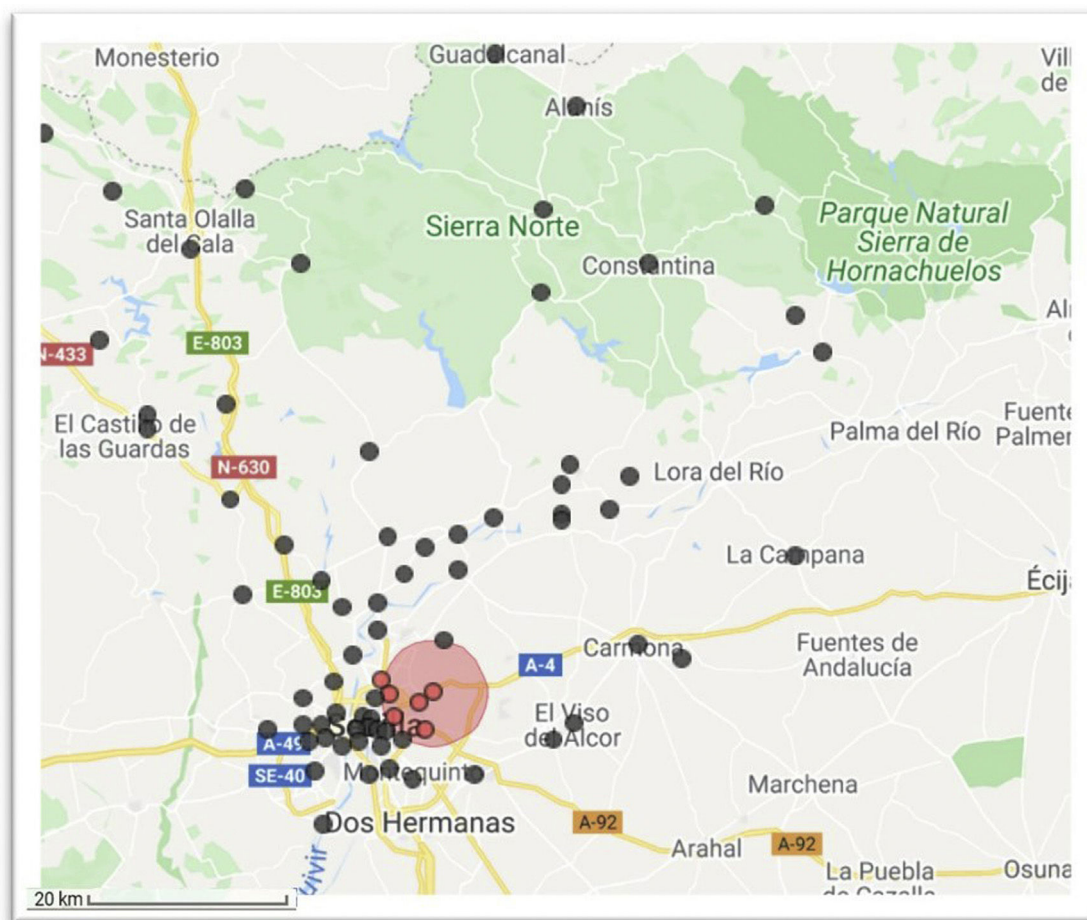


Figura 4 – Clústeres de agrupación para valores de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (cLDL) superiores a 190 mg/dl por códigos postales en la provincia de Sevilla.

requieren conocimientos de datos geospaciales para su correcta representación²⁷.

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 ambientales⁹.

Limitaciones

Puede suponer limitación para este estudio el hecho de que fue un estudio retrospectivo donde todos los pacientes incluidos acudieron a los centros sanitarios por lo que no se realizó un muestro aleatorio de la población.

Conclusiones

Los estudios con uso de geolocalización han sido ampliamente usados en enfermedades infecciosas por la necesidad de conocer la epidemiología de enfermedades con rápida capacidad de propagación. En cambio, no han tenido tanto uso en otras

patologías que cursan de modo silente como son las relacionadas con el riesgo cardiovascular.

Las ECV siguen siendo todo un desafío para los sistemas sanitarios, debemos aprovechar las nuevas oportunidades que nos ofrece la tecnología. El uso de mapas coropléticos, junto con la detección de clústeres, pueden ser de gran utilidad para la detección de zonas geográficas de mayor riesgo sobre las que haya que intervenir para mejorar el riesgo cardiovascular.

¿Qué se sabe del tema?

En nuestra área sanitaria no existe un programa específico de prevención cardiovascular ajustado por núcleos poblacionales.

La representación con mapas coropléticos ha sido ampliamente utilizada en epidemiología. Durante la pandemia de COVID-19 ha habido un auge en el uso de este tipo de herramientas.

La detección de clústeres de agrupación tiene gran importancia en el estudio de propagación de enfermedades de etiología infecciosa para su control, pero han sido usadas en mucho menor medida en enfermedades crónicas.

¿Qué novedades aporta?

El uso de herramientas de geolocalización como son la representación de mapas coropléticos y la detección de clústeres de agrupación a la prevención cardiovascular y su potencial uso como herramienta para la realización de intervenciones en el sistema de salud.

Financiación

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

Contribución de los autores

S. Martín Pérez: diseño, implementación de mapas. T. Arrobas Velilla: supervisión y redacción. J. Fabiani de la Iglesia: gestión de bases de datos. M.A. Rico Corral: bibliografía y redacción. C. Morales Portillo: bibliografía y redacción. A. León-Justel: supervisión y redacción.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76:2982-3021.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Tasa de mortalidad atribuida a las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes o las enfermedades respiratorias crónicas por comunidad autónoma, edad, sexo y periodo. 2018. [consultado 15 Feb 2022]. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?tpx=46687#!tabs-mapa>.
- De la Higuera González JM, Pereiro Hernández R, San Juan Lozano P. Estudio DRECA: Dieta y riesgo de enfermedades cardiovasculares en Andalucía. 1999 [consultado 22 Feb 2022]. Disponible en: <https://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluz-desalud/publicaciones/estudio-dreca-dieta-y-riesgo-de-enfermedades-cardiovasculares-en-andalucia>.
- Grau M, Elosua R, Cabrera De León A, 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.
- Probstfield JL. How cost-effective are new preventive strategies for cardiovascular disease? *Am J Cardiol*. 2003;91:22G-27G.
- Stewart J, Manmathan G, Wilkinson P. Primary prevention of cardiovascular disease: A review of contemporary guidance and literature. *JRSM Cardiovasc Dis*. 2017, <http://dx.doi.org/10.1177/2048004016687211>.
- Uohara MY, Weinstein JN, Rhew DC. The Essential Role of Technology in the Public Health Battle against COVID-19. *Popul Health Manag*. 2020;23:361-367.
- Gordon A, Womersley J. The use of mapping in public health and planning health services. *J Public Health Med*. 1997;19:139-147.
- Shaw NT, McGuire SK. Understanding the use of geographical information systems (GISs) in health informatics research: a review. *J Innov Health Inform*. 2017;24:940.
- Rytönen MJ. Not all maps are equal: GIS and spatial analysis in epidemiology. *Int J Circumpolar Health*. 2004;63:9-24.
- Vallejo-Vaz AJ, De Marco M, Stevens CAT, et al. Overview of the current status of familial hypercholesterolaemia care in over 60 countries - The EAS Familial Hypercholesterolaemia Studies Collaboration (FHSC). *Atherosclerosis*. 2018;277:234-255.
- Mach F, Baigent C, Catapano AL, et al. 2019 ESC/EAS. Guidelines for the management of dyslipidaemias: Lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J*. 2020;41:111-188.
- Faizi N, Kazmi S. Universal health coverage - There is more to it than meets the eye. *J Family Med Prim Care*. 2017;6:169-170.
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Conserjería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades. [consultado 28 Feb 2022]. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticay-cartografia/>.
- Warden CR. Comparison of Poisson and Bernoulli spatial cluster analyses of pediatric injuries in a fire district. *Int J Health Geogr*. 2008;7, <http://dx.doi.org/10.1186/1476-072X-7-51>.
- Kulldorff M. A spatial scan statistic. *Commun Stat Theory Methods*. 1997;26:1481-1496.
- Hay SI, Battle KE, Pigott DM, et al. Global mapping of infectious disease. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2013;368:20120250.
- Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) Developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR). *Eur Heart J*. 2016;37:2315-2381.
- De Backer G. Epidemiology and prevention of cardiovascular disease: Quo vadis? *Eur J Prev Cardiol*. 2017;24:768-772.
- Hernandez P, Passi N, Modarressi T, et al. Clinical Management of Hypertriglyceridemia in the Prevention of Cardiovascular Disease and Pancreatitis. *Curr Atheroscler Rep*. 2021;23:72.
- Arrobas Velilla T, Varo Sánchez G, Romero García I, et al. Prevalencia de hipercolesterolemias severas observadas en los distintos hospitales de Andalucía y Ceuta. *Clin Investig Arterioscler*. 2021;33:217-223.
- Saeed A, Kinoush S, Virani SS. Lipoprotein (a): Recent Updates on a Unique Lipoprotein. *Curr Atheroscler Rep*. 2021;23:41.
- Williamson EJ, Walker AJ, Bhaskaran K, et al. Factors associated with COVID-19-related death using OpenSAFELY. *Nature*. 2020;584:430-436.
- Bourbon M, Alves AC, Alonso R, et al. Mutational analysis and genotype-phenotype relation in familial hypercholesterolemia: The SAFEHEART registry. *Atherosclerosis*. 2017;262:8-13.

-
25. Langlois MR, Chapman MJ, Cobbaert C, et al. Quantifying atherogenic lipoproteins: Current and future challenges in the era of personalized medicine and very low concentrations of LDL cholesterol. A consensus statement from EAS and EFLM. *Clin Chem*. 2018;64:1006–1033.
 26. Zhou C, Su F, Pei T, et al. COVID-19: Challenges to GIS with Big Data. *Geography and Sustainability*. 2020;1:77–87.
 27. Juergens C. Trustworthy COVID-19 Mapping: Geo-spatial Data Literacy Aspects of Choropleth Maps. *KN J Cartogr Geogr Inf*. 2020:1–7.