

## IMÁGENES EN CARDIOLOGÍA

# Tomografía axial computarizada coronaria en la estratificación de riesgo

## Coronary computed axial tomography in the stratification of risk

Solón Navarrete-Hurtado<sup>a,b,c,\*</sup> y José-Julián Carvajal-Rivera<sup>a,b,d</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Cardiología, Clínica Fundadores, Bogotá, Colombia

<sup>b</sup> Hospital Central de la Policía Nacional, Bogotá, Colombia

<sup>c</sup> Imagen Cardiaca- Cardiolab Limitada, Bogotá, Colombia

<sup>d</sup> Hospital Universitario Mayor de Mederi, Bogotá, Colombia

Disponible en Internet el 2 de julio de 2019

### PALABRAS CLAVE

Calcio;  
Riesgo de enfermedad coronaria;  
Tratamiento

### KEYWORDS

Calcium;  
Risk of coronary heart disease;  
Treatment

**Resumen** El puntaje de calcio de la arteria coronaria es una herramienta para reclasificar el riesgo de eventos cardiovasculares, la cual tiene mayor utilidad en la población de riesgo intermedio, cuyas escalas son imprecisas. Los datos epidemiológicos indican que el uso del puntaje de calcio de la arteria coronaria para detectar aterosclerosis y estimar el riesgo de eventos clínicos futuros, aporta mayor información en la estimación del riesgo. La técnica de adquisición es no invasiva, sencilla, rápida, de baja radiación y costo-efectiva. Puede ser útil en la optimización de recursos al emplear estrategias terapéuticas donde tienen mayor impacto y al evitar su uso en las poblaciones que no se beneficiarían de estos tratamientos. En los grupos de bajo y alto riesgo no hay datos que avalen su uso.

© 2019 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Coronary computed axial tomography in the stratification of risk

**Abstract** The CAC Score is a tool to reclassify the risk of cardiovascular events and has greater utility in the intermediate risk population where the risk scales are not precise. Epidemiological data support the use of CAC Score for the detection of atherosclerosis and estimate the risk of future clinical events as it provides incremental information in the estimation of risk.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [solon.navarrete@gmail.com](mailto:solon.navarrete@gmail.com) (S. Navarrete-Hurtado).

The acquisition technique is simple, fast, non-invasive, with the use of low radiation and is cost effective. The CAC Score can be useful in the optimization of resources using therapeutic strategies where they have greater impact and avoid their use in populations that do not benefit from these treatments. In the groups of low and high risk there is no data that supports its use. © 2019 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

La enfermedad arterioesclerótica es la causa principal de muerte en el mundo; por tanto, es de suma utilidad para el clínico y para la salud pública poder predecir, calcular y prevenir el riesgo de estos eventos cardiovasculares<sup>1</sup>. La palabra "estratificar" hace referencia a disponer en estratos. En Medicina cardiovascular alude a establecer, a través de factores de riesgo conocidos, cuáles son los niveles de riesgo para el desarrollo de eventos clínicos de un individuo en particular.

Intentar extrapolar todos los cambios evolutivos de la enfermedad arterioesclerótica y la predicción de sus consecuencias clínicas, es un reto actual aún sin respuesta satisfactoria. Por esta razón, estratificar para predecir y pronosticar el riesgo se ha convertido en la meta principal de la Medicina clínica, dado el impacto económico que genera en los sistemas de salud.

Por tradición, desde hace varios años se utiliza el puntaje de Framingham para estimar el riesgo de evento cardiovascular. Este es un modelo estadístico multivariable en el que se usan factores de riesgo, que incluyen edad, género, niveles de colesterol total, colesterol HDL, valores de presión arterial, glucemia e historia de diabetes para predecir el riesgo de enfermedad coronaria<sup>2</sup>. Esta metodología avalada por las guías de manejo en la que se utilizan los factores de riesgo tradicionales, ayuda a estratificar en diferentes grupos de riesgo, pero infortunadamente es poco precisa y categoriza a gran cantidad de pacientes en "riesgo intermedio"<sup>3</sup>. Otras estrategias de predicción del riesgo cardiovascular como el *Prospective Cardiovascular Munster* (PROCAM), *HeartScore* (Systemic Coronary Risk Evaluation) y *CARDIOVASCULAR RISK Management* (CARRISMA) también se han utilizado con el mismo propósito. En razón a que las estrategias empleadas habitualmente para estimar el riesgo son limitadas para predecir los eventos clínicos, se hacen necesarias otras herramientas de predicción para afinar más la capacidad clínica e implementar estrategias tendientes a reducir la carga de la enfermedad.

Es así como la imagen cardiaca se ha impuesto en los últimos años como una técnica eficaz para refinar la capacidad predictiva y conseguir una mejor estratificación del riesgo cardiovascular en diferentes poblaciones (pacientes asintomáticos, pacientes con enfermedad coronaria establecida y durante los síndromes coronarios agudos) tal es el caso de la tomografía coronaria multicorte<sup>4</sup>.

Así mismo, el puntaje de calcio de la arteria coronaria ha surgido como una herramienta útil para refinar y

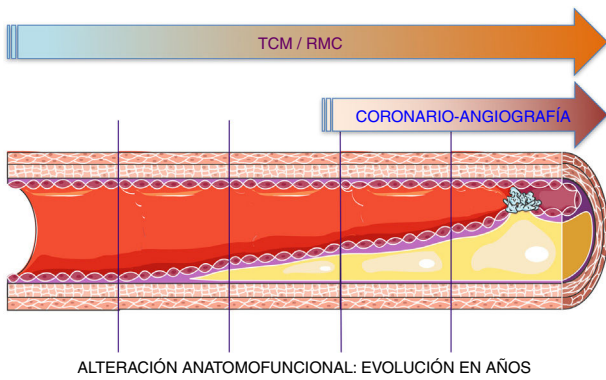
reestratificar el riesgo de enfermedad cardiovascular y orientar las conductas terapéuticas preventivas en la evaluación clínica del paciente<sup>5</sup>.

Esta revisión se enfocará en el uso del puntaje de calcio de la arteria coronaria para la estimación del riesgo en prevención primaria, así como en el fundamento de la fisiopatología de la placa aterosclerótica, la descripción de la técnica para la realización del puntaje de calcio de la arteria coronaria, la racionalidad epidemiológica de su utilización y su implementación en la práctica clínica.

## Fisiopatología de la placa aterosclerótica y la calcificación coronaria

El estudio de la biopatología de la pared arterial y el desarrollo de la placa aterosclerótica han permitido esquematizar y clasificar la placa de ateroma. Se observa que la aparición del calcio es un elemento que está prácticamente presente en toda la evolución de la enfermedad arteriosclerótica<sup>6</sup>. Los diferentes estudios anatomoclínicos e histopatológicos han demostrado también que la presencia de calcio no es exclusiva de las placas estables de larga evolución, sino que se puede concentrar en etapas muy tempranas de la enfermedad. El proceso arterioesclerótico tiene una evolución de décadas e inicia con el engrosamiento intimal, el depósito y la acumulación de colesterol, la formación de la capa fibrosa que la separa del lumen vascular coronario y la inflamación subyacente a la activación celular, que puede llevar a la erosión de la placa. Con la exposición del contenido de la placa al torrente sanguíneo se produce activación y agregación plaquetaria, activación de la cascada de la coagulación y trombosis, que clínicamente se expresa con síndrome coronario agudo, inestabilidad eléctrica y muerte súbita<sup>7</sup>. Algunas placas evolucionan hacia la organización y su curación con calcificación de la misma, la cual puede crecer hacia la luz del vaso, reducir el diámetro del mismo e interferir, por tanto, con el flujo sanguíneo al producir isquemia miocárdica. El proceso de calcificación es activo y biológicamente regulado y tiene muchas similitudes con el proceso de formación del hueso<sup>8</sup>.

Los cambios histopatológicos descritos en el desarrollo de la enfermedad arterioesclerótica están presididos de alteraciones de la función endotelial, en tanto que las alteraciones del flujo sanguíneo coronario secundarias a la obstrucción mecánica se hacen evidentes a través de diferentes exámenes diagnósticos. En este sentido, las técnicas de imagen invasivas, como la angiografía coronaria,



**Figura 1** Representación de la utilidad de la tomografía coronaria multicorte y de la resonancia magnética cardíaca en la evaluación y función del árbol coronario. La angiografía coronaria permite evaluar la luz del vaso, pero la tomografía coronaria multicorte también permite estudiar el compromiso de la pared vascular desde etapas muy tempranas del desarrollo de la enfermedad aterosclerótica.

facilitan la evaluación del lumen: “lumenografía”, pero con el advenimiento de la evaluación de la reserva de flujo fraccional coronario, también es posible evaluar la repercusión funcional de la obstrucción. Por su parte, técnicas de imagen no invasivas como la tomografía coronaria multicorte, así como la resonancia magnética cardíaca, además de los datos funcionales, proporcionan información del estado de la pared vascular (fig. 1).

Esta racionalidad fisiopatológica de la biología vascular indica que si bien el calcio se aprecia habitualmente en las etapas tardías de la enfermedad y que es un indicador de arterioesclerosis, se puede utilizar como medida subrogada de la carga arterioesclerótica coronaria que además reflejaría la “edad arterial”, puesto que el contenido de calcio aumenta con la edad<sup>8,9</sup>. La distribución de la placa aterosclerótica conlleva un gradiente en su repartición en el árbol

coronario y es más prevalente en los segmentos proximales de las arterias descendente anterior y circunfleja, así como más frecuente en los segmentos medios y distales de la coronaria derecha<sup>10</sup>. Por otra parte, en la misma arteria es posible encontrar placas en diferentes etapas evolutivas. Por consiguiente, la calcificación coronaria es una característica casi patognomónica de la arterioesclerosis y por lo descrito aquí debe considerarse como un proceso dinámico susceptible de modificarse por los factores ambientales en relación con los factores de riesgo y por las intervenciones terapéuticas<sup>11</sup> (fig. 2).

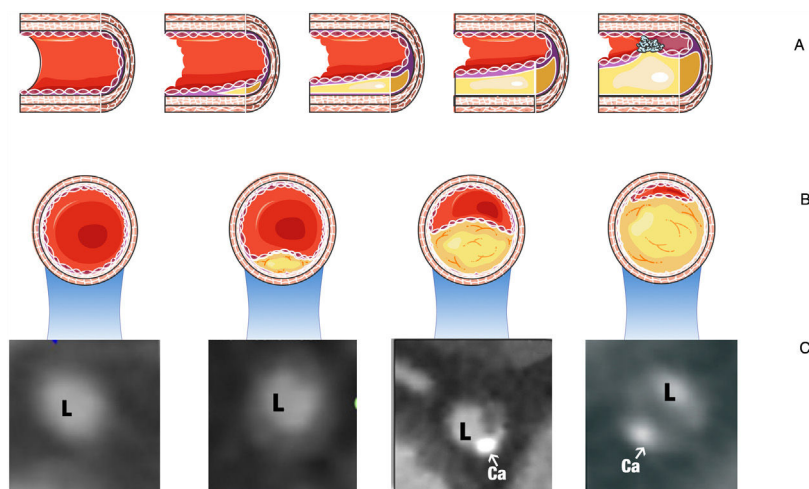
La posibilidad de tener una técnica de imagen que aporte información sobre la pared arterial, la luz vascular y su alteración funcional por la enfermedad arterioesclerótica sería de gran utilidad en la predicción de los eventos clínicos futuros, y es así como la angiografía coronaria por tomografía multicorte como técnica de imagen no invasiva puede proporcionar dicha información.

### Fundamento epidemiológico

Se han propuesto múltiples algoritmos con el fin de ayudar en la práctica clínica a la identificación y estratificación de pacientes en riesgo cardiovascular. De todos estos, el uso del calcio coronario se vislumbra como una herramienta de predicción de riesgo cardiovascular muy poderosa, que representa la arterioesclerosis calcificada en las arterias coronarias y se ha correlacionado con desenlaces cardiovasculares<sup>12</sup>.

El valor pronóstico del puntaje de calcio de la arteria coronaria en la evaluación del riesgo cardiovascular ha sido validado en múltiples estudios, incluidos el Dallas Heart, Rotterdam, St. Francis y el Heinz Nixdorf Recall<sup>13-16</sup> y tal vez el más representativo e importante, el Multi-ETHnic Study of Atherosclerosis (estudio MESA)<sup>17</sup>.

En el reporte inicial del registro del estudio MESA se evaluaron en total 6.814 pacientes con seguimiento a 3 años y



**Figura 2** Esquema representativo de la evolución de la placa aterosclerótica. Panel superior (A) cortes longitudinales de la arteria. Panel intermedio (B) cortes transversales del segmento correspondiente donde se observa el compromiso del lumen vascular y la presencia del calcio en la placa. En el panel inferior (C) la visualización por tomografía coronaria multicorte ( ) correspondiente a cada corte transversal. L= lumen; Ca= calcio.

**Tabla 1** Resumen de la tasa de eventos absoluta en 14.856 pacientes (puntaje de Framingham: Escala de riesgo de Framingham)

Puntaje	Equivalente escala de riesgo de Framingham	Tasa de eventos cardiovasculares a 10 años %
0	Muy bajo	1,1-1,7%
1-100	Bajo	2,3-5,9%
101-400	Intermedio	12,8-16,4%
>400	Alto	22,5-28,6%
>1000	Muy alto	37%

análisis de subgrupos de hasta 14,5 años. Al comparar los pacientes con puntaje de calcio de la arteria coronaria de 0, aquellos con puntaje entre 101-300 tenían un cociente de riesgo (hazard ratio) de 7,73 y aquellos con puntaje mayor a 300 tenían cociente de riesgo de 9,97. En el análisis posterior de subgrupos se evidenció que aquellos con puntaje de calcio de la arteria coronaria de 0, tienen bajo riesgo para eventos cardiovasculares, incluso con factores de riesgo importantes, en contraste con aquellos con puntaje de calcio de la arteria coronaria elevado y sin factores de riesgo que tienen un riesgo de eventos cardiovasculares mayor (MACE)<sup>18</sup>. En los cuatro grupos raciales y étnicos evaluados cada vez que se doblaba el puntaje de calcio, se incrementaba el riesgo de cualquier evento coronario entre 21,18% y 39%<sup>19</sup>. La Monte, *et al.*, hicieron un seguimiento a 10.746 pacientes en promedio a 3,5 años y observaron que aquellos pacientes con puntaje de calcio de la arteria coronaria > 400 tuvieron un cociente de riesgo para eventos cardiovasculares mayor de 8,7 para hombres y 6,3 para mujeres<sup>20</sup>. Por su parte, Wayhs *et al.*, reportaron que aquellos pacientes con puntaje de calcio de la arteria coronaria > 1.000 tenían una tasa de eventos cardiovasculares adversos anual del 25%, dándole también importancia a los valores elevados en el manejo médico intensivo y la intervención temprana<sup>21</sup>.

Cuando se compara la evolución en pacientes jóvenes y adultos mayores se encuentra, de igual forma, que en los grupos de 45 a 54 años el aumento del puntaje de calcio de la arteria coronaria está acompañado de un incremento en el riesgo cardiovascular, en tanto que en el grupo de pacientes entre 75 y 84 años con un puntaje de calcio de la arteria coronaria de 0, existe baja probabilidad de eventos cardiovasculares adversos a futuro<sup>22</sup>.

Yeboah *et al.*, llevaron a cabo un análisis de subgrupo del estudio MESA, y determinaron que de los factores de riesgo en la evaluación del riesgo cardiovascular en los cuales incluyeron puntaje de calcio de la arteria coronaria, engrosamiento de la íntima media de la carótida, índice tobillo-brazo, proteína c reactiva y factores de riesgo familiar, el puntaje de calcio de la arteria coronaria fue el factor de riesgo independiente de mejor predicción para adicionar a la evaluación de riesgo cardiovascular por escala de Framingham<sup>23</sup> (tabla 1).

La ausencia de placa calcificada confiere bajo riesgo de eventos a 10 años (1,1 – 1,7%), independiente de los factores de riesgo del paciente. En 44.052 pacientes asintomáticos

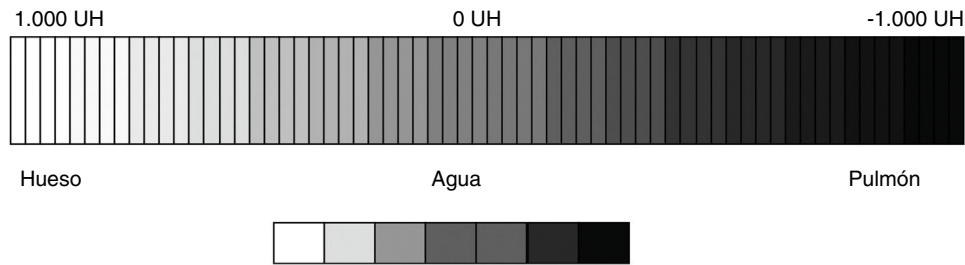
con un seguimiento promedio  $5,6 \pm 2,6$  años, la tasa de supervivencia a 5 años fue de 99,7% sin factores de riesgo y del 99% para los individuos con más de tres factores de riesgo con un puntaje de calcio de la arteria coronaria igual a 0<sup>18</sup>.

### Tomografía coronaria multicorte: aspectos metodológicos y técnicos

El objetivo de la tomografía coronaria multicorte es proporcionar imágenes del corazón que estén libres de artefactos de movimiento y que correspondan a una fase específica del ciclo cardíaco. Solo entonces, la aplicación de la angiografía por tomografía computarizada o la cuantificación de la calcificación coronaria por puntaje de calcio de la arteria coronaria, podrán ser llevados a cabo de manera confiable y sus resultados podrán ser reproducibles. Para lograr este objetivo se debe estar en capacidad de sincronizar la adquisición de datos y de reconstruir imágenes con el corazón en movimiento. Una vez esto se alcance se debe tratar de obtener la mayor resolución temporal. La sincronización se realiza normalmente mediante la señal ECG del paciente, que se graba simultáneamente con CT adquisición de datos. Enfoques alternativos como derivar la señal de movimiento directamente de los datos brutos del paciente o de un conjunto de imágenes reconstruidas, también está en uso actualmente. Las frecuencias cardíacas típicas para la toma de tomografía coronaria multicorte se encuentran en el rango de 40 lpm a 120 lpm y corresponden a una duración del ciclo cardíaco entre 0,5 s y 1,5 s. Para evitar la distorsión de la imagen debido al corazón en movimiento, se prefiere tener no más del 10% del ciclo para reconstruir las imágenes; la resolución temporal debe ser del orden de 50 ms a 150 ms, según sea la frecuencia cardíaca. Como esto no siempre es posible, las frecuencias cardíacas altas (más de 70 lpm) son comúnmente evitadas y se deben tratar de alcanzar mediante la premedicación con betabloqueadores<sup>24</sup>.

### Toma del puntaje de calcio de la arteria coronaria

La técnica de tomografía coronaria multicorte para obtener el puntaje de calcio de la arteria coronaria es sencilla y rápida. No requiere una preparación previa del paciente ya que no se utiliza medio de contraste yodado. De acuerdo con el tipo de escáner utilizado, la duración del procedimiento es aproximadamente de 5 a 20 segundos. Las imágenes de tomografía coronaria multicorte del corazón pueden mostrar calcio en lugares distintos a las arterias coronarias, particularmente la aorta, el anillo mitral, los músculos papilares, el miocardio y el pericardio. La cuantificación inicial del puntaje de calcio generalmente se hace de manera interactiva en una computadora provista de estaciones de trabajo por tecnólogos de Radiología capacitados. La interacción con el *software* de la computadora consiste en resaltar cuáles calcificaciones son parte de las paredes de las arterias coronarias y cuáles no. La revisión del médico en el momento de la toma de las imágenes tiene el objetivo de asegurar que solo se califiquen las calcificaciones coronarias. Las calcificaciones ostiales aórtica y coronaria no están incluidas y las calcificaciones coronarias distorsionadas por artefactos de movimiento cardíaco se incluyen tal cual, sin edición.



**Figura 3** Valores de atenuación de los rayos X; como referencia el agua es de 0 UH, el aire de 1.000 UH y el hueso de 1.000 UH.

Los rayos X sufren un proceso de atenuación al atravesar el cuerpo, efecto que se expresa en unidades Hounsfield (UH), que para el agua se toma como referencia el valor de cero (0), para el aire el valor de -1.000 UH y para el hueso el valor de 1.000 UH (fig. 3).

Las imágenes de puntaje calcio se describieron por primera vez en 1989, pero en 1990, Agatston propuso un método para cuantificar el calcio coronario en TC de 16 cortes. Este algoritmo, se basa en atenuación de rayos X expresada en UH y el área de depósitos de calcio todavía se usa ampliamente. La definición original de la puntuación de Agatston cubre una porción de 3 mm de espesor y una resolución temporal de 100 ms, con adquisición de imágenes desencadenada al 80% del intervalo RR del electrocardiograma. Cualquier área mayor o igual a 1 mm<sup>2</sup> con un número CT mayor o igual a 130 UH, se define como "calcificación". El requisito de un área calcificada para tener un área de al menos 1 mm<sup>2</sup> con el fin de ser contado, está destinado a minimizar la influencia del "ruido" en la cuantificación del calcio coronario en forma de píxeles individuales con un CT de densidad por encima del umbral de 130 UH.

La fórmula con la cual se cuantifica el puntaje de calcio se calcula de la siguiente manera:

$$S = W \times A$$

S= score de Agaston

W= factor de ponderación

A= área de calcificación en mm<sup>2</sup>.

Se asigna un valor arbitrario de ponderación (W) a la fórmula de cálculo basada en las máximas UH de la siguiente manera:

$$1 = 130 - 199 \text{ UH}$$

$$2 = 200 - 299 \text{ UH}$$

$$3 = 300 - 399 \text{ UH}$$

$$4 = > 400 \text{ UH}$$

El total de la puntuación de Agatston (que no tiene unidades) se calcula sumando todas las puntuaciones de lesiones de todas las divisiones de imagen. En el momento en que se diseñó por primera vez el puntaje de Agatston, los escáneres solo podían adquirir 20 cortes por escaneo, que generalmente era arreglado para cubrir la porción craneal del corazón, y con ella los segmentos proximal y medio de las arterias coronarias. Esta limitación era desventajosa en aquellos pacientes con calcio solo en las porciones distales de las arterias coronarias. Generaciones posteriores de escáneres podrían adquirir suficientes cortes para obtener imágenes de todo el corazón en un escaneo (típicamente 12 cm, o 40 contiguos, sin superposición) rodajas de 3 mm de espesor, en dirección craneocaudal del eje z), y se adaptó la definición del puntaje de Agatston para incluir el mayor número de rebanadas<sup>25</sup>. La manera más sencilla de inter-

**Tabla 2** Categorías del puntaje de calcio de la arteria coronaria. Estas indican el grado de calcificación coronaria y guardan correlación directa con el riesgo de eventos coronarios

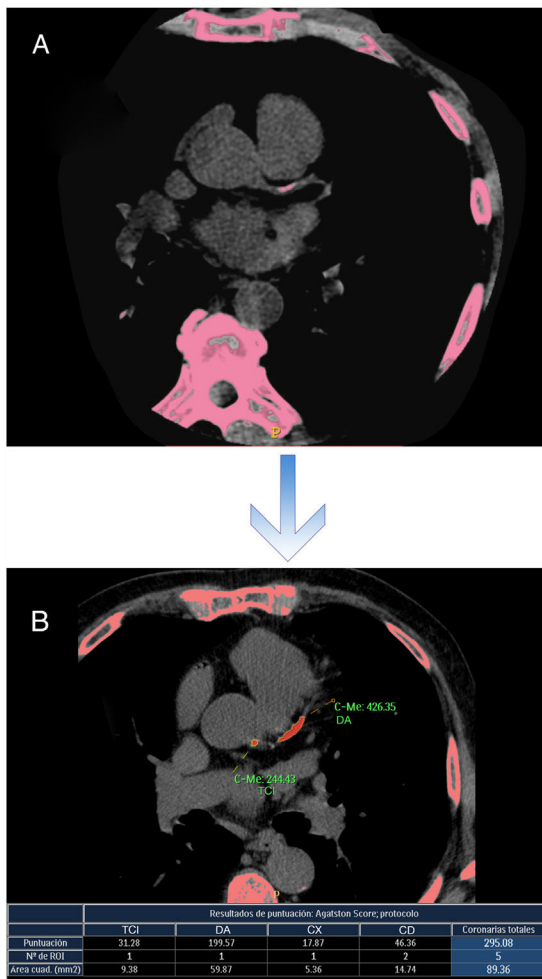
Score de calcio	Categorías
0 UA	No
1-99 UA	Leve
100-400 UA	Moderada
>400 UA	Severa

pretar el puntaje de calcio de la arteria coronaria (medida en unidades Agatston=UA) es considerar el valor absoluto calculado; como se aprecia en la tabla 2 un valor de 0 es considerado normal, no existe calcificación y denota excelente pronóstico. Como su valor es una variable continua, puede alcanzar valores de varios miles, en cuyo caso un valor mayor de 400 corresponde a una calcificación severa y se correlaciona directamente con eventos clínicos cardiovasculares. Los sistemas informan automáticamente los resultados del puntaje de calcio de la arteria coronaria (fig. 4).

### Implementación práctica del puntaje de calcio de la arteria coronaria

Se ha revisado que el calcio coronario está estrechamente ligado a la eventos clínicos cardiovasculares, de manera tal que el empleo del puntaje de calcio de la arteria coronaria puede aportar información para redefinir el riesgo y así implementar las medidas terapéuticas adecuadas al paciente correcto en el momento preciso, con el propósito de reducir la carga de la enfermedad cardiovascular. Por otra parte, las diferentes escalas de riesgo son útiles en las poblaciones con factores de riesgo comunes, pero fallan cuando se aplican a un individuo en particular ya que se basan en cohortes prospectivas. Se ha encontrado que las predicciones de riesgo son precisas a nivel poblacional y que necesariamente no son extrapolables a un paciente en particular. Así mismo, la predicción perfecta del riesgo es inalcanzable aún sumando diferentes factores de riesgo más recientes y finalmente, la evaluación directa de la enfermedad sin expresión clínica (aterosclerosis subclínica) ofrece certeza mayor respecto al tratamiento a iniciar en cada paciente<sup>26</sup>. Al examinar las diferentes guías de manejo en prevención se aprecia que hay dos diferencias básicas: la primera tiene que ver con el umbral de riesgo para el inicio de la terapia con estatinas y la segunda está en relación con la intensidad de las mismas. Las guías, además,





**Figura 4** Se ilustra la manera como el sistema de tomografía coronaria multicorte detecta la presencia de calcio (A) y mediante el *software* realiza el cálculo e informa de manera inmediata el puntaje de calcio de la arteria coronaria (B) con el valor correspondiente.

recomiendan que la decisión de comenzar el tratamiento con estatinas debe ser informada, aclarada y discutida con el paciente en lo relativo al riesgo-beneficio del tratamiento<sup>5</sup>. Por ello es importante afinar la predicción en pacientes que por su edad, por ejemplo mayor de 65 años, poblacionalmente estaría indicado el uso de fármacos por su riesgo global pero si al calcular un puntaje de calcio de la arteria coronaria de 0 no estarían indicadas estas medidas farmacológicas, y caso contrario con un individuo muy joven con un puntaje de calcio de la arteria coronaria muy alto que lo reclasificaría automáticamente en alto riesgo con indicación para recibir intervención farmacológica.

La recomendación en la estimación del riesgo sigue unos pasos relacionados con la lógica epidemiológica, a saber:

- Integración de los factores de riesgo: inicialmente se consideran los factores de riesgo tradicionales y la estimación del riesgo global.
- Consideración de otros factores de riesgo (puntaje de calcio de la arteria coronaria): genéticos, ambientales y nuevos.

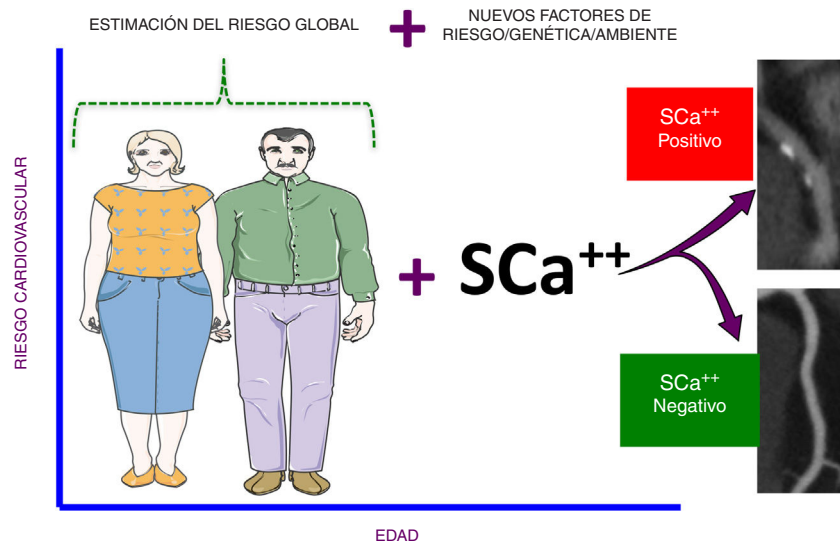
- Integración de la información para la toma de la decisión clínica.

Desde el punto de vista clínico, mediante el puntaje de calcio de la arteria coronaria es posible evaluar el impacto de aquellos factores de riesgo poco conocidos (influencia genética y factores de riesgo ambientales), que no son del todo identificados, en conjunto con la sumatoria de los factores de riesgo tradicionales, para conocer la posible aparición de enfermedad arteriosclerótica subclínica (fig. 5). La presencia del calcio confiere un predictor robusto de eventos cardiovasculares comparativamente con el paciente en quien no se documenta calcio coronario. La existencia de calcio en el árbol coronario es un elemento “integrador” de todos los factores de riesgo a los que el individuo ha estado expuesto a lo largo de su vida<sup>10</sup>.

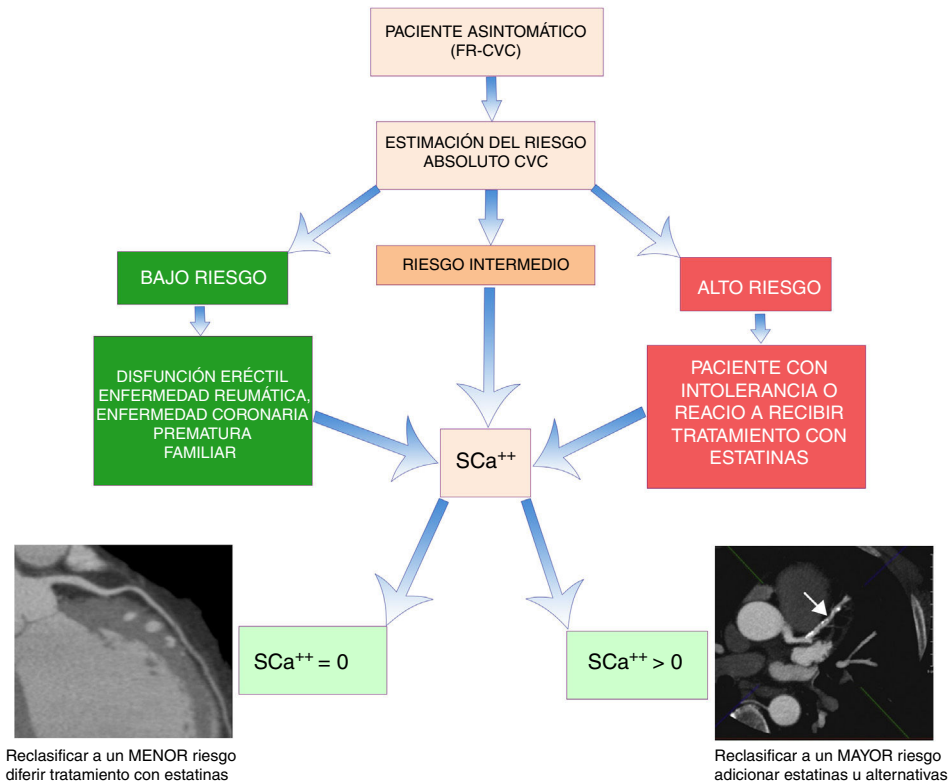
La guías de la Sociedad de Tomografía Cardiovascular como consenso para el uso de puntaje de calcio de la arteria coronaria definen cuatro oportunidades para su aplicabilidad clínica<sup>27</sup>:

- Predecir con mayor precisión el riesgo cardiovascular de un paciente, en concreto, mucho mejor que las escalas de riesgo global, y facilitar al médico recomendar una estrategia de tratamiento y a los pacientes adoptar las recomendaciones impartidas.
- Proporcionar información que permite modificar los tratamientos establecidos ya que es un marcador de riesgo de aterosclerosis en un paciente individual.
- Mejorar las adherencias a los cambios del estilo de vida y adoptar estilos de vida saludables tendientes a modificar los factores de riesgo cardiovascular.
- Optimizar la adherencia en los pacientes asintomáticos en riesgo de enfermedad arteriosclerótica cardiovascular, en el contexto de prevención primaria.

El puntaje de calcio de la arteria coronaria tiene mejor eficiencia de predicción en las escalas de riesgo con aplicación poblacional en la que se categoriza a los pacientes en rango intermedio, ya que permite la reclasificación en bajo o alto riesgo<sup>27,28</sup>. En el grupo etario de entre 45 y 75 años, asintomáticos, con riesgo absoluto del 5 al 20% de eventos en los próximos 10 años, sin enfermedad coronaria establecida, donde el potencial preventivo de las intervenciones farmacológicas en incierto, el puntaje de calcio de la arteria coronaria permite su reclasificación en bajo o alto riesgo. Cuando se considere que el riesgo absoluto del paciente es menor del 5% no se indica el puntaje de calcio de la arteria coronaria, pero si además se encuentran otros marcadores de riesgo como disfunción eréctil, enfermedad reumática o historia familiar de enfermedad coronaria prematura, está indicado estimar el puntaje de calcio de la arteria coronaria para reclasificar al paciente. Así mismo, en los pacientes con intolerancia a las estatinas pero en quienes su tratamiento está indicado o en pacientes renuentes a tomarlas, el puntaje de calcio de la arteria coronaria guiaría a una estrategia terapéutica alternativa. En el otro extremo están los pacientes de alto riesgo en quienes el puntaje de calcio de la arteria coronaria aporta información adicional y los pacientes con enfermedad coronaria sintomática o enfermedad documentada anteriormente (infarto previo, revascularización percutánea o quirúrgica) (fig. 6).



**Figura 5** Aproximación práctica para el uso del puntaje de calcio de la arteria coronaria. Primero se evalúa el riesgo cardiovascular global y se cuantifican los factores de riesgo tradicionales. Los demás factores, como los nuevos factores de riesgo, la carga genética y la influencia ambiental se evalúan en conjunto con la presencia de calcio.



**Figura 6** Algoritmo práctico para la utilización del puntaje de calcio de la arteria coronaria en la estimación del riesgo cardiovascular. En cada paciente se estiman los factores de riesgo y se calcula el riesgo absoluto poblacional para eventos cardiovasculares. Los pacientes de bajo y alto riesgo no tienen indicación para el puntaje de calcio de la arteria coronaria, salvo circunstancias especiales. El puntaje de calcio de la arteria coronaria permite reestratificar pacientes para implementar las medidas farmacológicas y no farmacológicas correspondientes.

**Conclusión**

Las técnicas de imagen han revolucionado la cardiología moderna. En tal sentido, la tomografía coronaria multicorte con el puntaje de calcio de la arteria coronaria, proporciona

en la actualidad una mejor estratificación del riesgo cardiovascular. El SCAC Score, parafraseando un artículo publicado recientemente, se puede considerar como la “mamografía del corazón”<sup>29</sup>, ya que expresa el compromiso coronario a la exposición de los factores de riesgo. Desde el punto de vista

epidemiológico se avala su uso para refinar la reclasificación de los pacientes en riesgo intermedio, lo cual permite orientar las medidas higiénico-dietéticas y farmacológicas donde realmente se tiene impacto clínico y por tanto constituye una técnica costo-efectiva.

## Financiación

Ninguna.

## Conflicto de intereses

Ninguno.

## Bibliografía

- Cooper R, Cutler J, Desvigne-Nickens P, Fortmann SP, Friedman L, Havlik R, et al. Trends and disparities in coronary heart disease, stroke, and other cardiovascular diseases in the United States: findings of the national conference on cardiovascular disease prevention. *Circulation*. 2000;102:3137-47.
- Greenland P, LaBree L, Azen SP, Doherty TM, Detrano RC. Coronary artery calcium score combined with Framingham score for risk prediction in asymptomatic individuals. *JAMA*. 2004;291:210-5.
- Rumberger JA, Brundage BH, Rader DJ, Kondos G. Electron beam computed tomographic coronary calcium scanning: a review and guidelines for use in asymptomatic persons. *Mayo Clinic Proc*. 1999;74:243-52.
- Greenland P, LaBree L, Azen SP, Doherty TM, Detrano RC. Coronary artery calcium score combined with Framingham score for risk prediction in asymptomatic individuals. *JAMA*. 2004;291:210-5.
- Stone NJ, Robinson JG, Lichtenstein AH, Bairey Merz CN, Blum CB, Eckel RH, et al. American College of cardiology/American heart association Task Force on practice G 2013 ACC/AHA guideline on the treatment of blood cholesterol to reduce atherosclerotic cardiovascular risk in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63:2889-934.
- Burke AP. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions. *Atheroscler Thromb Vasc Biol*. 2000;20:75-1262.
- Hacker M, Becker C. The incremental value of coronary artery calcium scores to myocardial single photon emission computer tomography in risk assessment. *J Nucl Cardiol*. 2011;18:700.
- Bostrom K. Insights into the mechanism of vascular calcification. *Am J Cardiol*. 2001;88, 20E-2E.
- Janowitz WR, Agatston AS, Kaplan G, Viamonte M Jr. Differences in prevalence and extent of coronary artery calcium detected by ultrafast computed tomography in asymptomatic men and women. *Am J Cardiol*. 1993;72:54-247.
- Michos ED, Blaha MJ, Blumenthal RS. Use of the coronary artery calcium score in discussion of initiation of statin therapy in primary prevention. *Mayo Clinic Proc*. 2017;92:41-1831.
- Rodriguez-Granillo GA, Garcia-Garcia HM, Mc Fadden EP, et al. In vivo intravascular ultrasound-derived thin-cap fibroatheroma detection using ultrasound radiofrequency data analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:42-2038.
- Hecht H. Coronary artery calcium scanning: Past, present and future. *JACC Cardio Imaging*. 2015;8:96-579.
- Paixao ARM, Berry JD, Neeland IJ, Ayers CR3, Rohatgi A1, de Lemos J.A.1, et al. Coronary artery calcification and family history of myocardial infarction in the Dallas heart study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014;7:86-679.
- Elias-Smale SE, Proença RV, Koller MT, Kavousi M, van Rooij FJ, Hunink MG, et al. Coronary calcium score improves classification of coronary heart disease risk in the elderly: the Rotterdam study. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:14-407.
- Arad Y, Goodman KJ, Roth M, Newstein D, Guerci AD. Coronary calcification, coronary disease risk factors, C-Reactive protein, and atherosclerotic cardiovascular disease Events The St. Francis heart study. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:158e-65e.
- Erbel R, Mohlenkamp S, Moebus S, Schmermund A, Lehmann N, Stang A, et al. Coronary risk stratification, discrimination, and reclassification improvement based on quantification of subclinical coronary atherosclerosis Heinz Nixdorf Recall study. *J Am Coll Cardiol*. 2010;56:406-1397.
- Mali KS, Budoff M, Katz R. Impact of subclinical atherosclerosis on cardiovascular disease events in individuals with metabolic syndrome and diabetes: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Diabetes Care*. 2011;34:90-2285.
- Nasir K, Rubin J, Blaha MJ, Shaw LJ, Blankstein R, Rivera JJ, et al. Interplay of coronary artery calcification and traditional risk factors for the prediction of all cause mortality in asymptomatic individuals. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2012;5:73-467.
- Detrano R, Guerci A, Carr J, Bild DE, Burke G, Folsom AR, et al. Coronary calcium as a predictor of coronary events in four racial or ethnic groups. *N Eng J Med*. 2008;358:45-1336.
- La Monte MJ, FitzGerald SJ, Church TS, Barlow CE, Radford NB, Levine BD, et al. Coronary artery calcium score and coronary heart disease events in a large cohort of asymptomatic men and women. *Am J Epidemiol*. 2005;162:9-421.
- Wayhs R, Zelinger A, Raggi P. High coronary artery calcium scores pose an extremely elevated risk for hard events. *J Am Coll Cardiol*. 2002;39:225-30.
- Tota-Maharaj R, Blaha MJ, Blankstein R, Silverman MG, Eng J, Shaw LJ, et al. Association of coronary artery calcium and coronary heart disease events in young and elderly participants in the multi-ethnic study of atherosclerosis: a secondary analysis of a prospective, population-based cohort. *Mayo Clin Proc*. 2014;89:9-1350.
- Yeboah J, McClelland RL, Polonsky TS, Burke GL, Sibley CT, O'Leary D, et al. Comparison of novel risk markers for improvement in cardiovascular risk assessment in intermediate-risk individuals. *JAMA*. 2012;308:95-788.
- Kachelriebe M. Physics of and approaches to cardiovascular computed tomography. En: Gerber T, Kantor B, Williamson E. *Computed tomography of the cardiovascular system*. 1st Edition. London: Informa. 2007. Chapter 2. p. 17-26.
- Gerbert T, Becker C, Kantor B. Measurements of coronary artery calcium by computed tomography. En: Gerber T, Kantor B, Williamson E. *Computed Tomography of the cardiovascular system*. 1st Edition. London: Informa. 2007. Chapter 8. 107-116.
- McEvoy JW, Diamond GA, Detrano RC, Kaul S, Blaha MJ, Blumenthal RS, et al. Risk and the physics of clinical prediction. *Am J Cardiol*. 2014;113:35-1429.
- Hecht H, Blaha MJ, Berman DS, Nasir K, Budoff M, Leipsic J, et al. Clinical indications for coronary artery calcium scoring in asymptomatic patients: expert consensus statement from the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2017;11:68-157.
- Hamilton-Craig CR, Chow CK, Younger JF, Jelinek VM, Chan J, Liew GY. Cardiac Society of Australia and New Zealand position statement executive summary: coronary artery calcium scoring. *Med J Australia*. 2017;207:61-357.
- Qazi AH, Zallaghi F, Torres-Acosta N, Thompson RC1, O'Keefe JH3. Computed tomography for coronary artery calcification scoring: mammogram for the heart. *Prog Cardiovasc Dis*. 2016;58:36-529.