


Score de calcio coronario: cómo, cuándo, por qué y a quién

Nicolás Alejandro Almeida Arostegui 
Antonio Castellaccio
Eliseo Vañó Galvan

Correspondencia

Nicolás Alejandro Almeida Arostegui
Nico.almeida.a@gmail.com

Hospital Universitario Nuestra Señora del Rosario. Madrid, España

Citar como: Almeida Arostegui NA, Castellaccio A, Vañó Galvan. Score de calcio coronario: ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿por qué? y ¿a quién?. Rev Ecocardiogr Pract Otras Tec Imag Card (RETIC). 2024 Ago; 7(2): I-V. doi: <https://doi.org/10.37615/retic.v7n2a1>.

Cite this as: Almeida Arostegui NA, Castellaccio A, Vañó Galvan. Coronary Calcium Score: How? When? Why? and To Whom? Rev Ecocardiogr Pract Otras Tec Imag Card (RETIC). 2024 Aug; 7(2): I-V. doi: <https://doi.org/10.37615/retic.v7n2a1>.

Introducción

La enfermedad coronaria fue la causa más frecuente de muerte en el mundo en 2023⁽¹⁾. La aterosclerosis es un factor muy importante en esta enfermedad, empezando como depósitos de lípidos en las paredes de las arterias que posteriormente formarán placas de ateroma, y algunas de estas se calcificarán. La calcificación vascular ha mostrado una fuerte correlación con la carga de placa calcificada y no calcificada, así como un importante valor pronóstico en cuanto a morbilidad y mortalidad cardiovasculares.

En los últimos años, la medicina cardiovascular ha avanzado significativamente en la detección y el manejo de la enfermedad arterioesclerótica. Entre las herramientas de evaluación de riesgo disponibles, el score de calcio coronario (SCC) es una técnica sencilla y muy útil.

El SCC es una medida cuantitativa que se emplea para medir la carga de calcio en las arterias coronarias mediante tomografía computarizada (TC)⁽²⁾. Es una herramienta muy útil, ya que permite detectar la arteriosclerosis subclínica, estratificar a los individuos en función de su riesgo de eventos cardiovasculares y, a diferencia de las puntuaciones clínicas de riesgo cardiovascular, es una medida directa de la enfermedad arterioesclerótica.

El SCC es un estudio reproducible, con un tiempo muy corto de adquisición, sencillo de realizar para el personal técnico, que necesita poco tiempo de posproceso y también poco tiempo de lectura. Además, es una exploración que emplea dosis bajas de radiación y no requiere contraste intravenoso.

Evidencia y validación

Muchos estudios han demostrado la utilidad del SCC como predictor del riesgo cardiovascular e incluso como predictor de enfermedades no cardiovasculares. Un estudio observacional que siguió a una cohorte de 25.253 pacientes asintomáticos durante aproximadamente 7 años, en el que, entre otros parámetros, se valoró el SCC, demostró que el SCC era un factor predictor independiente de la mortalidad⁽³⁾. Además, la adición del SCC a otros factores de riesgo cardiovascular tradicionales aumentaba de forma importante la capacidad predictiva de eventos.

El riesgo relativo (RR) de mortalidad cardiovascular comparado con los individuos que tenían una SCC de 0 tenía una relación directamente proporcional con el aumento de la puntuación del SCC. Puntuaciones entre 101-299 tenían un RR de 4,5; entre 300-399, de 6,4; entre 400-699, de 9,2; entre 700-999, de 10,4, y más de 1000, de hasta 12,5 veces, todas estadísticamente significativas.

Una revisión sistemática reciente que analizó 45 artículos desde 2010 determinó que el SCC proporciona información pronóstica muy valiosa para predecir el riesgo de enfermedad coronaria en individuos asintomáticos⁽⁴⁾. Además, se encontró que la adición de la puntuación de SCC mejora la capacidad predictiva más allá de los factores de riesgo convencionales.

El SCC también podría estar asociado con un aumento del riesgo de enfermedades no cardiovasculares. Un estudio en el que se siguió a 6.814 pacientes durante 10 años demostró que aquellos pacientes con SCC elevadas (> 400) tenían mayor riesgo de desarrollar cáncer, enfermedad renal crónica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumonía y fracturas de cadera⁽⁵⁾.

Protocolo

El estudio de TC para el cálculo del SCC se puede realizar en la mayoría de los equipos. Como principio general, siempre se utilizan los protocolos que empleen la menor dosis de radiación ionizante posible, y para los estudios prospectivos la dosis efectiva media debería ser aproximadamente de 1,0-1,5 mSv^(2,6-8). El tiempo total de estudio es corto, aproximadamente entre 10 y 15 minutos.

El protocolo de adquisición habitualmente empleado en la TC helicoidal suele tener las siguientes especificaciones:

- Equipos con al menos 8 filas de detectores.
- Sincronización electrocardiográfica prospectiva.
- Espesor de corte de 2,5-3 mm.
- Intervalo de 1 mm.
- Adquisición: desde la cara inferior del arco aórtico hasta por debajo de la base del corazón.
- Kilovoltaje: 120 Kv.
- Miliamperios: dependerá del índice de la masa corporal.
- Reconstrucciones: filtro de partes blandas y del pulmón.

Si bien la sincronización del ECG para el SCC se suele programar en diástole, en nuestro centro, cuando la frecuencia cardíaca del paciente es mayor a 70 latidos por minuto, solemos emplear la sincronización en sístole para intentar disminuir los artefactos de movimiento.

Posprocesado e informe

Después de obtener las imágenes, el estudio se puede valorar de forma visual, pero este método es muy subjetivo. Existen programas de *software* específico que permiten calcular el SCC. Existen varios métodos, pero el más empleado y validado para realizar el cálculo es la puntuación de Agatston, que se basa en el área de placa (tiene que ser mayor o igual a 1 mm²), su atenuación radiológica (considera la calcificación a partir de 130 UH) y un factor en función a la atenuación de la placa: 1 (130-199 HU), 2 (200-299 HU), 3 (300-399 HU) y 4 (≥400 HU). La puntuación para cada placa se calcula multiplicando el área del depósito calcificado por el valor de la densidad correspondiente. La puntuación total de Agatston es la suma de todas las puntuaciones de los depósitos calcificados en todas las arterias coronarias.

Hay otras variantes del método de medición que buscan que el resultado final no sea una puntuación sino una medida física de la placa. Se puede calcular el volumen de placa, es decir, el volumen del espacio ocupado por el calcio como el producto del área ocupada por la placa por el espesor de corte. También se puede calcular la masa de la placa, el llamado "*mass score*", que calcula la masa del calcio a partir del volumen de la placa, un factor de calibración y la atenuación media de la placa. Estos métodos potencialmente serían más precisos, pero hay muchos menos datos sobre su utilidad clínica.

El postprocesado del SCC es rápido y sencillo, y no debería tardar más de 3-5 minutos. En nuestro centro, para intentar reducir aún más este tiempo, los encargados de realizar el posproceso son los propios técnicos del laboratorio de posproceso que han sido debidamente formados, por lo que los médicos que interpretamos el estudio solo validamos los resultados o realizamos modificaciones cuando lo creemos necesario.

Para la elaboración del informe, lo más importante es hacerlo de manera ordenada, y con una lectura sistemática. A continuación, proponemos un ejemplo:

- Topograma (*scout*): hay que revisar con detalle esta imagen ya que incluye los pulmones y las estructuras óseas que no se han incluido en el campo de visión (*field of view [FOV]*). Podemos detectar, entre otros: tumores pulmonares, fracturas, lesiones óseas primarias y secundarias.
- Arterias coronarias: además de las calcificaciones, debemos comprobar su origen para no pasar por alto anomalías coronarias congénitas y, en la mayoría de los casos, a pesar de que el estudio sea sin contraste iv, podremos determinar la dominancia.

- Hallazgos cardíacos extracoronarios: tamaño aproximado de aurículas y ventrículos, diámetros aórtico y pulmonar, derrame pericárdico, entre otros.
- Hallazgos extracardíacos: incluyen el pulmón, estructuras óseas y las regiones del abdomen superior que se hayan incluido en la región explorada.

En el informe recomendamos incluir siempre la puntuación total de Agatston y el percentil correspondiente. La Society of Cardiac Computed Tomography (SCCT) propuso en 2018 un consenso llamado *Coronary Artery Calcium Data and Reporting System* (CAC-DRS) para estandarizar el informe del SCC tanto en adquisiciones con sincronización electrocardiográfica como sin sincronización. Para valorar el calcio coronario con este sistema se puede partir (y esto actuará como modificador A o V) tanto del *score* de calcio como de la valoración visual,

- Hay cuatro categorías CAC-DRS, que van de 0 a 3.
- Si se emplea el *score* de Agatston, (AS) se clasificaría como:
 - CAC-DRS 0 = AS 0
 - CAC-DRS 1 = AS 1–99
 - CAC-DRS 2 = AS 100–299
 - CAC-DRS 3 = AS >300.
- Para la valoración visual las categorías de 0-3 se corresponden con los grados estimados: ninguna, leve, moderada y severa.
- Finalmente, hay otro modificador N que se refiere al número de vasos implicados y van del 1- 4 en función de la afectación: del tronco común, de la descendente anterior, de la circunfleja y de la coronaria derecha.

Limitaciones

El SCC tiene varias limitaciones que comentamos a continuación: los métodos de puntuación como el Agatston dan más peso en la puntuación final a las calcificaciones más densas, a pesar de que algunos estudios han demostrado que estas placas son más estables, si se comparan con las menos densas. Además, ya que el límite en este método para detectar calcio es 130 UH, se pueden obviar microcalcificaciones, perdiendo la oportunidad de detectar una posible enfermedad subclínica más precozmente⁽⁹⁾.

Indicaciones e interpretación de los resultados

El SCC es un marcador específico de aterosclerosis subclínica, y es importante para la estratificación del riesgo y para la toma de decisiones terapéuticas. Siguiendo las recomendaciones de la SCCT^(6,9) podemos estratificar los resultados del SCC basados en el *score* de Agatston de la siguiente manera:

- 0 muy bajo riesgo.
- 1-99 = riesgo leve.
- 100-299 = riesgo moderado.
- Más de 300 = riesgo moderado-severo.

Una revisión realizada en 2023 repasa las indicaciones y recomendaciones del SCC de siete sociedades a nivel mundial entre las que se incluyeron las recomendaciones de las sociedades de Norteamérica, Europa, Australia, Nueva Zelanda, China y Japón, así como de otras sociedades especializadas⁽¹⁰⁾.

La mayoría de estas guías concuerdan que el SCC es vital para reclasificar a los pacientes con riesgo intermedio hacia arriba o hacia abajo, y poder guiar el tratamiento con estatinas.

Por ejemplo, las guías del American College of Cardiology y la American Heart Association (ACC/AHA) recomiendan que en este grupo de pacientes en los que el riesgo es incierto según los factores clínicos, debemos considerar el SCC para guiar el tratamiento.

- Para los pacientes con un SCC de 0 nos indican bajo riesgo, y sugieren que se puede omitir la terapia con estatinas a menos que existan condiciones de riesgo alto (diabetes, historia familiar de enfermedad cardiovascular prematura, tabaquismo).
- En pacientes con un SCC de 1-99 se favorece la consideración de estatinas, especialmente en individuos mayores de 55 años, y en pacientes con un SCC ≥ 100 o \geq al percentil 75 se recomienda la iniciación de terapia con estatinas.

Por su parte, las guías europeas de la European Society of Cardiology y la European Atherosclerosis Society (ESC/EAS) recomiendan que hay que considerar el SCC como modificador de riesgo para los pacientes con riesgo bajo-moderado. En pacientes con SCC mayor a 100, estaría justificada la reclasificación ascendente y se debe considerar el tratamiento con estatinas

Según las recomendaciones de la ACC/AHA, el SCC generalmente no está indicado para los pacientes con riesgo bajo, salvo que existan factores de riesgo adicionales como historia familiar de eventos cardiovasculares prematuros.

A pesar de que las indicaciones variaban en algunos aspectos según las distintas sociedades, la mayoría de las guías coincide en dos puntos:

1. El SCC está indicado en pacientes mayores de 40 años, con riesgo intermedio y asintomáticos.
2. Un SCC de 0 sirve para disminuir la categoría de riesgo y no iniciar tratamiento con estatinas mientras que un SCC mayor de 100 indica que se ha de considerar el inicio del tratamiento con estatinas. Por otra parte, los puntos donde existen discrepancias están en el uso del SCC para iniciar el tratamiento con aspirina y para el tratamiento hipertensivo.

Sobre la realización de un nuevo SCC coronario de control en pacientes con un resultado de 0, las recomendaciones varían según las sociedades. La ACC/AHA recomienda repetir el SCC cada 5 a 10 años, mientras que la ESC sugiere no repetir la evaluación de CAC antes de los 5 años y, finalmente, la SCCT sugiere repetir la evaluación cada 5 años para una CAC = 0 y cada 3-5 años para una CAC > 0.

Coste-efectividad

Hay varios estudios que han evaluado el coste efectividad del SCC para guiar el tratamiento con estatinas. Un estudio en Canadá concluyó que el inicio del tratamiento con estatinas guiado por el SCC en comparación con la terapia universal con estatinas tuvo un efecto prácticamente neutro en los costes a 5 años y coste-efectivo a los 10 años para aquellos pacientes con riesgo intermedio de presentar enfermedades cardiovasculares⁽¹³⁾.

Futuras direcciones

El SCC, sin duda, seguirá siendo una herramienta muy útil en los próximos años. Pero debemos tener en cuenta que cada vez será más frecuente realizar una estimación del calcio coronario en los estudios de TC sin sincronización cardíaca, como, por ejemplo, en las TC de tórax que se piden por otras indicaciones (por ejemplo, para el screening de cáncer de pulmón), lo que llamamos "detección oportunista". Para esto, sin lugar a duda, nos ayudarán las herramientas de inteligencia artificial (IA), que van a poder calcular de manera automática el SCC cuando se hayan obtenido las imágenes.

Un estudio en el que se valoraron TC de tórax de 2.113 empleó un sistema de IA para el cálculo del SCC que posteriormente fue validado por un radiólogo. El algoritmo de la IA acertó en casi el 90% de los casos.

Además, en los casos en los que se notificaron estos resultados al clínico, aumentó la tasa de prescripción de estatinas en un 51%⁽¹⁴⁾.

Otro aspecto prometedor para el futuro cercano es la posibilidad de calcular el SCC incluso en TC con contraste intravenoso que se hayan realizado en equipos de energía dual. Un estudio en el que se valoraron 233 pacientes obteniendo el SCC de imágenes verdaderas sin contraste y de imágenes virtuales sin contraste obtenidas con TC espectral demostró una buena correlación entre las puntuaciones obtenidas. Por tanto, este sistema es una oportunidad para disminuir la dosis de radiación y el tiempo de los estudios de TC de coronarias⁽¹⁵⁾.

Conclusión

El SCC es una herramienta importante en la evaluación y el manejo de la enfermedad aterosclerótica subclínica ya que estima la carga de placa, siendo un potente predictor del pronóstico global. Además, es fácil de realizar e interpretar y emplea una dosis baja de radiación. También, permite una estratificación del riesgo cardiovascular, y ayuda a reclasificar los pacientes asintomáticos de riesgo intermedio. Además, puede guiar el inicio del tratamiento médico con estatinas.

Por eso, cada vez su uso será más frecuente en estudios sin sincronización cardíaca solicitados por otros motivos ("detección oportunista") y en un futuro cercano será posible calcularlo en estudios con contraste intravenoso.

Referencias

1. Instituto Nacional de Estadística (INE). Death statistics according to cause of death [Internet]. Madrid: INE; 2023 [cited 2024 Jun 29]. Disponible en: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/en/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175
2. Gupta A, Bera K, Kikano E, Pierce JD, Gan J, Rajdev M, Ciancibello LM, Gupta A, Rajagopalan S, Gilkeson RC. Coronary Artery Calcium Scoring: Current Status and Future Directions. *Radiographics*. 2022 Jul-Aug;42(4):947-967. <https://doi.org/10.1148/rg.210122>.
3. Budoff MJ, Shaw LJ, Liu ST, et al. Long-term prognosis associated with coronary calcification: observations from a registry of 25,253 patients. *J Am Coll Cardiol*. 2007;49(18):1860-1870. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.10.079>.
4. Greenland P, Blaha MJ, Budoff MJ, et al. Coronary calcium score and cardiovascular risk. *J Clin Med*. 2022;11(15):5842. *JACC*. 2018 Jul, 72 (4) 434-447 <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.05.027>.
5. Hand CE, Desai CS, Dardari ZA, Al-Mallah MH, Miedema MD, Ouyang P, Budoff MJ, Blumenthal RS, Nasir K, Blaha MJ. The association of coronary artery calcium with non-cardiovascular disease from the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2016 May; 9(5):568-576. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2015.09.020>.
6. Hecht HS, Cronin P, Blaha MJ, Budoff MJ, Kazerooni EA, Narula J, et al. 2016 SCCT/STR guidelines for coronary artery calcium scoring of noncontrast noncardiac chest CT scans: A report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography and Society of Thoracic Radiology. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2017;11(1):74-84. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2016.11.003>.
7. Sundaram B, Patel M, Bagot M. Kazerooni. Anatomy and Terminology for the Interpretation and Reporting of Cardiac MDCT: Part 1, Structured Report, Coronary Calcium Screening, and Coronary Artery Anatomy. *AJR Am J Roentgenol*. 2009 Mar;192(3):574-83. <https://doi.org/10.2214/AJR.08.1177>.
8. Kumar P, Bhatia M. Coronary Artery Calcium Data and Reporting System (CAC-DRS): A Primer. *J Cardiovasc Imaging*. 2023;31(1):1-17. <https://doi.org/10.4250/jcvi.2022.0029>.
9. Hecht HS, Blaha MJ, Kazerooni EA, Cury RC, Budoff M, Leipsic J, et al. CAC-DRS: Coronary Artery Calcium Data and Reporting System. An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT). *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2018;12(3):185-91. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2018.03.008>.
10. Golub IS, Termeie OG, Kristo S, Schroeder LP, Lakshmanan S, Shafter AM, et al. Major Global Coronary Artery Calcium Guidelines. *J Am Coll Cardiol Img*. 2023;16(1):98-117. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2022.06.018>.
11. Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, Buroker AB, Goldberger ZD, Hahn EJ, et al. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: Executive Summary. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74(10):1376-414. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.03.009>.
12. 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*. 2019;00:1-78. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz455>.
13. Qureshi H, Kaul P, Dover DC, Blaha MJ, Bellows BK, Mancini GBJ. Canadian Cost-Effectiveness of Coronary Artery Calcium Screening Based on the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *JACC Adv*. 2024;3(4):100886. <https://doi.org/10.1016/j.jacadv.2024.100886>.
14. Sandhu AT, Rodriguez F, Ngo S, Patel BN, Mastrodicasa D, Eng D, et al. Incidental Coronary Artery Calcium: Opportunistic Screening of Previous Nongated Chest Computed Tomography Scans to Improve Statin Rates (NOTIFY-1 Project). *Circulation*. 2023;147:703-714. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.122.062746>.
15. Yang P, Zhao R, Deng W, An S, Li Y, Sheng M, et al. Feasibility and accuracy of coronary artery calcium score on virtual non-contrast images derived from a dual-layer spectral detector CT: A retrospective multicenter study. *Front Cardiovasc Med*. 2023 Mar 2;10:1114058. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1114058>.