



Validez del volumen de calcio coronario en el diagnóstico de la estenosis coronaria significativa

Validity of the coronary calcium volume in the diagnosis of the significant coronary stenosis

Sandra M. Pérez Ruiz, Vladimir Mendoza Rodríguez, Luis R. Llerena Rojas, Fausto Fabián Crespo y Eddy W. Olivares Aquiles

Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

RESUMEN

- Introducción** La detección de calcio en las arterias coronarias confirma la presencia de aterosclerosis.
- Objetivos** Determinar la validez del volumen total de calcio (Ca) coronario por el método de Callister en el diagnóstico de la estenosis coronaria significativa (ECS).
- Método** Se realizó un estudio descriptivo, transversal en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular de Cuba, de enero a julio 2010. Se estudiaron consecutivamente 158 pacientes programados para coronariografía invasiva (CI). Previo a este examen se realizó la cuantificación del volumen y el puntaje de calcio coronario por paciente a través de la tomografía de 64 cortes. Se determinaron los índices de eficiencia diagnóstica para diferentes puntos de corte de volumen de calcio coronario para diagnosticar la estenosis.
- Resultados** El 98 % de los pacientes y arterias con volumen de calcio 0 mm³ no tuvieron estenosis coronaria significativa, sin embargo, ésta estaba presente en el 100 % de los pacientes en los que el volumen fue mayor que 400 mm³ ($p < 0,0001$). Para punto de corte 0 mm³ el volumen obtuvo altos valores de sensibilidad (S) (99%), y para punto de corte 400 mm³ alta especificidad (E) y valor predictivo positivo (VPP) (ambos 100%) para diagnosticar estenosis coronaria significativa. Los puntos de cortes óptimos del volumen de calcio (51 mm³) y el score de Agaston (40 UA) por paciente, para detectar la oclusión arterial, mostraron una validez diagnóstica similar (AUC=0.9064 vs 0.91, $p=0,6$).
- Conclusiones** El volumen de calcio coronario posee una validez diagnóstica similar al score de Agatston en la detección de estenosis coronaria significativa.

Palabras clave: Tomografía computarizada; coronariografía invasiva; volumen de calcio; estenosis coronaria significativa.

ABSTRACT

- Introduction** The presence of calcium in coronary arteries confirms the presence of atherosclerosis.
- Objective** To determine the validity of coronary calcium (Ca) total volume by the Callister's method in the diagnosis of significant coronary stenosis.
- Method** A descriptive transversal study was performed at the Cuban Cardiology and Cardiovascular Surgery Institute, from January to July 2010, to determine the effectiveness of both the coronary calcium volume using Callister's method and the score of Agatston, the two being assessed through CT systems with up to 64 rows, in the diagnosis of significant coronary stenosis. One hundred and fifty-eight patients scheduled for invasive coronary angiography were studied consecutively. Were determined the diagnosis efficiency index for different cut off values of coronary calcium volume to predict stenosis.
- Results** The 98 % of patients and arteries with a calcium volume of 0 mm³ did not have a significant coronary stenosis, nevertheless, this condition was present in 100 % of patients with a calcium volume higher than 400 mm³ ($p < 0,0001$). In the cut off value of 0 mm³ the volume got high sensitivity (99%), and for 400 mm³ high specificity (100%) to diagnosis significant coronary stenosis. The optime cut off of calcium volume and Agaston's score for each patient to predict arterial occlusion were 51 mm³ and 40 UA with $p=0,6$.
- Conclusions** The coronary calcium volume has diagnosis validity, similar to the score created by Agatston in detecting significant coronary stenosis.

Key words: Computed tomography; invasive coronary angiography; calcium volume; significant coronary stenosis

Correspondencia: Dr. Luis R. Llerena Rojas. Departamento de Tomografía Multicortes. Instituto de Cardiología y cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba. Correo electrónico: hemorx@infomed.sld.cu

INTRODUCCIÓN

La cardiopatía isquémica es una de las enfermedades más deletéreas que ha conocido la humanidad; y continuará siendo un problema de salud por las siguientes tres razones: la primera, mayor supervivencia tras las complicaciones agudas; la segunda, envejecimiento progresivo

de la población; y la tercera, el estilo de vida "occidental" (tabaco, sobrepeso, sedentarismo, diabetes, dieta y el estrés).¹ Más de 12 millones de personas en EE.UU. tienen antecedentes de padecer cardiopatía isquémica; cada año 1,1 millón de sujetos sufren ataques cardiacos y cerca del 40 % mueren durante estos.² En Cuba, la tasa cruda de mortalidad general fue de 8,1 por mil

habitantes en el 2010. La primera causa de muerte fue la enfermedad isquémica del corazón, con una tasa de 146,3 por 100 000 habitantes.³ Según Thompson y Stanford, en pacientes que han experimentado eventos cardíacos agudos y severos, el calcio coronario está casi siempre presente en cantidades que exceden al de aquel encontrado en individuos asintomáticos.⁴ En el año 1990, Agatston y col.⁵ diseñan un método para cuantificar el calcio por medio de la tomografía, el cual permite realizar el diagnóstico de placas ateromatosas calcificadas con una sensibilidad cercana a 100%; además de aportar importante información pronóstica pues actualmente se considera como un factor de riesgo independiente de eventos cardiovasculares futuros. Numerosos autores plantean que aunque la correlación carga de calcio y presencia de estenosis coronaria significativa (ECS) no es 1:1, sí existe una relación directa entre los resultados del puntaje de calcio a través del método de Agatston y el grado de severidad de la enfermedad aterosclerótica coronaria demostrada por angiografía invasiva.^{6,7-10} En el año 1998 con el objetivo de mejorar la reproducibilidad de la cuantificación del calcio coronario, Callister y col,¹¹ introducen el método volumétrico. No existe precedente de estudios comparativos de la efectividad de ambos métodos para diagnosticar ECS, lo que motivó a realizar esta investigación para determinar la efectividad del volumen de calcio coronario cuantificado por tomografía de 64 cortes para diagnosticar estenosis coronaria significativa.

MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular en el período comprendido entre enero de 2010 y julio de 2010.

La muestra en estudio la constituyeron 158 pacientes mayores de 30 años de edad con indicación clínica de estudio angiográfico invasivo. Previo a la coronariografía se cuantificó el volumen de calcio por arterias y total por paciente a través de la tomografía de 64 cortes basado en el método de Callister y se realizó la determinación del puntaje de calcio mediante el score de Agatston. Ambos estudios se realizaron previo consentimiento informado.

Criterios de inclusión

–Pacientes sintomáticos con sospecha de cardiopatía isquémica e indicación de estudio angiográfico invasivo y con ritmo cardíaco regular.

Criterios de exclusión

–Pacientes menores de 30 años o que se negaron a participar en el estudio.
–Artefactos en la imagen por movimientos secundarios a: arritmias, respiración y movimientos corporales.

Las imágenes en la tomografía fueron cualitativa y cuantitativamente interpretados por dos especialistas dedicados al tema. Las coronariografías se realizaron por punción percutánea empleando la técnica de Seldinger y con catéteres diseñados por Judkins. Se realizaron no menos de dos vistas ortogonales de cada arteria coronaria con técnica adecuada para el diagnóstico.

El resultado final fue dado por dos especialistas dedicados a la hemodinámica y que desconocían de los resultados del volumen de las placas. Cuando hubo incongruencia en los resultados, el diagnóstico final se dio por consenso.

Se consideró ECS si la reducción del diámetro del vaso fue mayor o igual a 50%.

Medición del volumen de calcio, empleando el método de Callister¹¹

Se determinó el volumen total por paciente y por cada arteria considerando:
Categorías del volumen de Ca total y por arterias;
Normal: 0 mm³ Ligeramente: 1-100 mm³ Moderado: 101- 400 mm³ Severo: > 400 mm³

Medición del score de calcio, empleando el método de Agatston

El score de Agatston es calculado para cada lesión individual, multiplicando el área (mm²) por un cofactor (entre 1 y 4) que depende del valor pico de UH en la lesión considerada.

$$\text{Score de Agatston} = \sum \text{Área}(n) \times \text{cofactor}(n)$$

El cofactor es 1 si la densidad pico está entre 130–199 UH; 2 entre 200–299UH; 3 entre 300–399 UH y 4 para una lesión con densidad igual o mayor de 400 UH. La suma de todos los scores por arteria es el score del vaso coronario, luego se suman el total de scores para calcular el score de calcio total por paciente.

Los resultados obtenidos en la coronariografía invasiva y la tomografía fueron arrojados en la planilla de recolección de datos primarios.

Métodos estadísticos

La posible asociación entre las variables cualitativas se buscó mediante la prueba de Chi cua-

drado de Pearson. La prueba test de ANOVA se usó para comparar las medias de variables cuantitativas por los diferentes niveles de variables cualitativas. La correlación de Spearman se calculó para medir correlación lineal entre variables cuantitativas.

Para evaluar la efectividad del volumen de calcio coronario total por pacientes y específico por arteria en el diagnóstico de las estenosis coronarias significativas se calculó el índice de concordancia de Kappa entre el "Patrón Oro" (coronariografía invasiva) y la cuantificación del volumen de calcio total y por arterias para los diferentes puntos de corte. Además se determinaron los índices de eficiencia diagnóstica para cada punto de corte (0 mm³, 50 mm³, 100 mm³ y 400 mm³). Se calculó el valor de corte óptimo de volumen de Ca de cada una de las arterias y del total por pacientes y del score total por pacientes para diagnosticar ECS.

Para comparar la validez diagnóstica del puntaje de calcio coronario a través del método de Agatston contra el volumen de calcio por el método de Callister se graficaron las dos curvas ROC para los puntos de corte óptimos respectivos y se compararon las áreas bajo la curva con el test de Chi cuadrado.

RESULTADOS

Se incluyeron 158 pacientes con una edad media de 61,10 años y una desviación estándar de $\pm 10,28$ años. Hubo un ligero predominio del sexo femenino (58,9%) del total de pacientes estudiados. La hipertensión, el tabaquismo y la dislipidemia fueron los factores de riesgo predominantes (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de los factores de riesgo en la población estudiada.

Factores de riesgo	NÚMERO	%
HTA	114	72
Diabetes	33	21
Dislipidemia	57	36
Hábito de fumar	95	60
Obesidad	34	22
APF	40	25

HTA Hipertensión arterial, APF Antecedentes patológicos personales

La media de volumen de calcio coronario en los pacientes estudiados fue 132 ± 12 mm³ y el número total de lesiones consideradas como ECS fue 180. La arteria descendente anterior fue la más afectada por la aterosclerosis con un volumen total de $83 \pm 13,3$ mm³, encontrándose en este vaso 64 lesiones estenóticas significativas (Figuras 1 y 2).

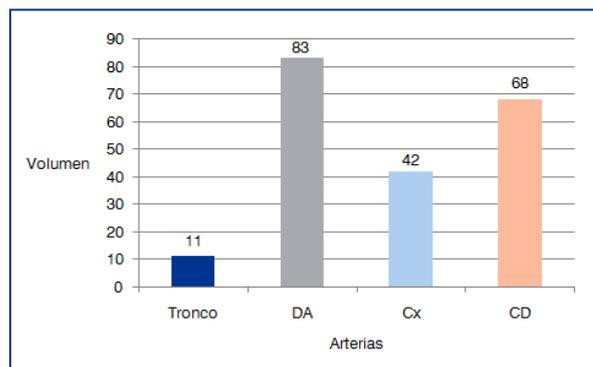


Figura 1. Volumen medio de calcio (mm³) en el tronco de la coronaria izquierda; arteria descendente anterior (DA); circunfleja (Cx) y coronaria derecha (CD).

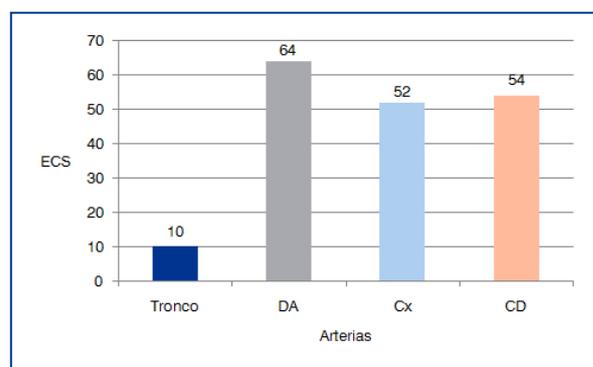


Figura 2. Número de estenosis coronarias significativas (ECS) en el tronco de la coronaria izquierda; arteria descendente anterior (DA); circunfleja (Cx) y coronaria derecha (CD).

El 96% y 100% de los pacientes incluidos en las categorías 101-400mm³ y ≥ 401 mm³ respectivamente, se les diagnosticó lesiones significativas en la angiografía invasiva. En el grupo de pacientes con volumen total entre 1-100 mm³ hubo una menor presencia de ECS (54%) (Tabla 2).

Al distribuir también las arterias por categorías según el volumen de calcio, el mayor número de éstas se encontraba en el grupo de 0 mm³ de calcio. De éstas sólo el 2% tenían lesiones angiográficamente significativas. La sola presencia de calcio en el árbol arterial coronario aumenta bruscamente el número de ECS. En la serie estudiada del total de arterias con calcio mayor o igual que 401mm³ el 90% tenían ECS (Tabla 3). Para punto de corte 0 mm³ la S y el VPN fueron 99% y 98% respectivamente con razón de verosimilitud negativa (RVN) de 0,02, mostrando alta validez para descartar las ECS. Por el contrario para puntos de corte más altos el volumen de Ca coronario, es más útil para plantear la presencia de ECS, mostrando una E y VPP de 100 % y RVN de 0,65 para punto de corte 400mm³ (Tabla 4).

Tabla 2. Volumen total de calcio por pacientes y presencia de ECS en la coronariografía invasiva.

Volumen	Número	ECNS	%	ECS	%
0 mm ³	55	54	98	1	2
1- 100 mm ³	48	22	46	26	54
101-400 mm ³	27	1	4	26	96
≥ 401 mm ³	28	0	0	28	100
Total	158	77	49	81	51

ECNS: estenosis coronaria no significativa;
ECS: estenosis coronaria significativa; p < 0,0001

Tabla 3. Volumen total de calcio por pacientes y presencia de ECS en la coronariografía invasiva.

Volumen	Número	ECNS	%	ECS	%
0 mm ³	359	351	98	8	2
1- 100 mm ³	163	85	52	78	48
101-400 mm ³	89	14	16	75	84
≥ 401 mm ³	21	2	10	19	90
Total	632	452	71,5	180	28,5

ECNS: estenosis coronaria no significativa;
ECS: estenosis coronaria significativa; p < 0,0001

De las áreas bajo la curva ROC, la mayor se encontró en el punto de corte 50mm³(Figuras 3-6), lo cual justifica que el punto de corte óptimo para el volumen de calcio por paciente fue 51 mm³ con un área bajo la curva ROC de 0,90. Para el volumen total en la descendente anterior(DA); coronaria derecha(CD), circunfleja(Cx) y tronco de la coronaria izquierda(TCI) los valores de corte óptimos fueron 48 mm³; 40 mm³; 25 mm³ y 35 mm³ respectivamente (Tabla 5).

Se calculó el punto de corte óptimo del score de calcio para diagnosticar ECS que fue 40 UA, con área bajo la curva ROC de 0,91. Se comparó ésta con el área del punto de corte óptimo del volumen y no se encontraron diferencias significativas entre ambos métodos para diagnosticar ECS. Sin embargo el score de Agatston resultó tener mayor sensibilidad y el volumen mayor especificidad, por lo cual consideramos que la realización de ambos métodos incrementaría la validez diagnóstica de la tomografía cardiaca para diagnosticar ECS sin provocar costos adicionales.

DISCUSIÓN

La edad media de los pacientes estudiados en el trabajo fue de 61,10 años. En esta población predominaron los factores de riesgo mayores descritos en el estudio Framingham (la hipertensión, el tabaquismo y la dislipidemia) lo cual hace a estos individuos susceptibles de desarrollar eventos cardiovasculares futuros.

En esta investigación la arteria descendente anterior fue la más afectada por la aterosclerosis

Tabla 5. Puntos de corte óptimos y áreas bajo la curva ROC para el volumen total y por arterias.

	DA	CD	Cx	TCI	Total
PCO(mm3)	48	40	25	35	51
Sensibilidad	69	70	64	62	74
Especificidad	85	87	77	74	90
ABCR	0,85	0,87	0,84	0,84	0,90
Prevalencia	64	54	52	10	180

ABCR: área bajo la curva ROC; CD: coronaria derecha; Cx: circunfleja; DA: descendente anterior; PCO: punto de corte óptimo; TCI: tronco de la coronaria izquierda

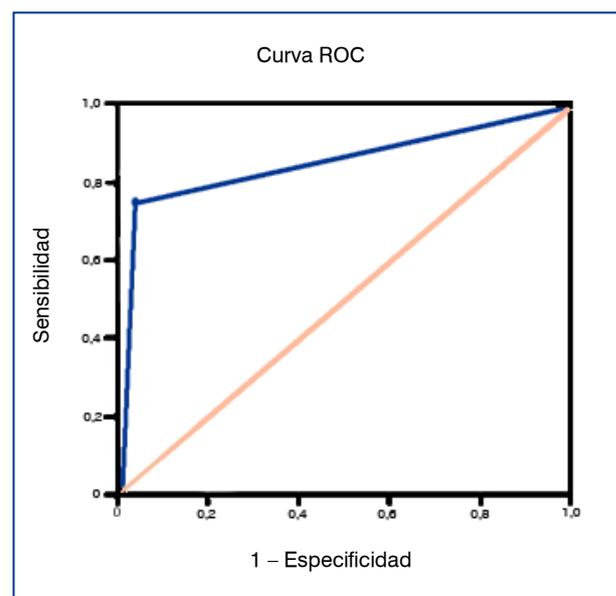


Figura 3. Curva ROC para punto de corte 0 mm³. Área bajo la curva = 0,879 ± 0,028 (0,825-0,934).

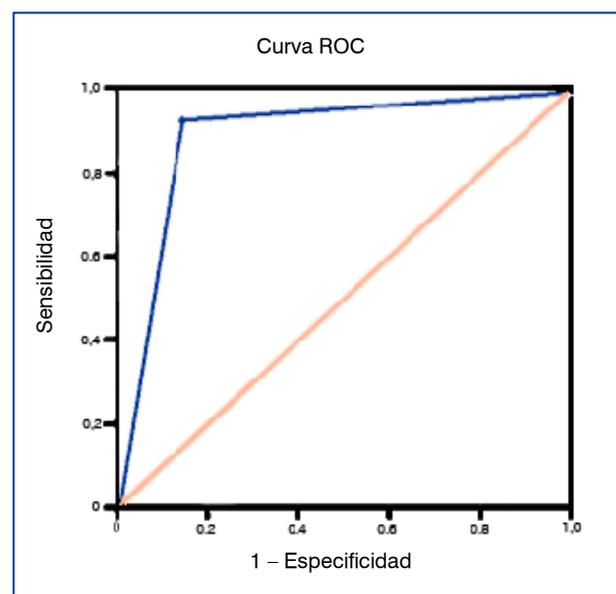


Figura 4. Curva ROC para punto de corte 50 mm³. Área bajo la curva = 0,91 ± 0,026 (0,858-0,960).

Tabla 4. Valor del volumen de calcio por pacientes para detectar ECS en CI según diferentes puntos de cortes.

Valor de corte	0 mm ³	50 mm ³	100 mm ³	400 mm ³
VP	54	69	54	28
FP	23	12	1	0
VN	80	74	76	77
FN	1	3	27	53
Sensibilidad (%)	99 (96-100)	85 (77-94)	67 (56-78)	35 (24-46)
Especificidad (%)	70 (59-81)	96 (91-100)	98 (96-100)	100 (99-100)
VPP (%)	78 (69-86)	96 (91-100)	98 (94-100)	100 (98-100)
VPN (%)	98 (93-100)	86 (78-93)	74 (65-83)	59 (50-68)
RVP	3,31 (2,35-4,66)	22 (7-66)	5 (7-361)	
RVN	0,02 (0,00-0,12)	0,15 (0,09-0,26)	0,34 (0,25-0,46)	0,65 (0,56-0,77)
Índice de Kappa	0,69 (0,59-0,80)	0,81 (0,72-0,90)	0,64 (0,54-0,76)	0,34 (0,23-0,45)
Índice de validez	85 (79-91)	0,81 (0,72-0,90)	82 (76-89)	66 (59-74)
p-Kappa	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Prevalencia	34,8	45,5	51,2	51,2

VP: verdaderos positivos; VPN: valor predictivo negativo; VPP: valor predictivo positivo. FN: falsos negativos; FP: falsos positivos; UA: unidades Agatston; VN: verdaderos negativos; RVP: razón de verosimilitud positiva; RVN: razón de verosimilitud negativa.

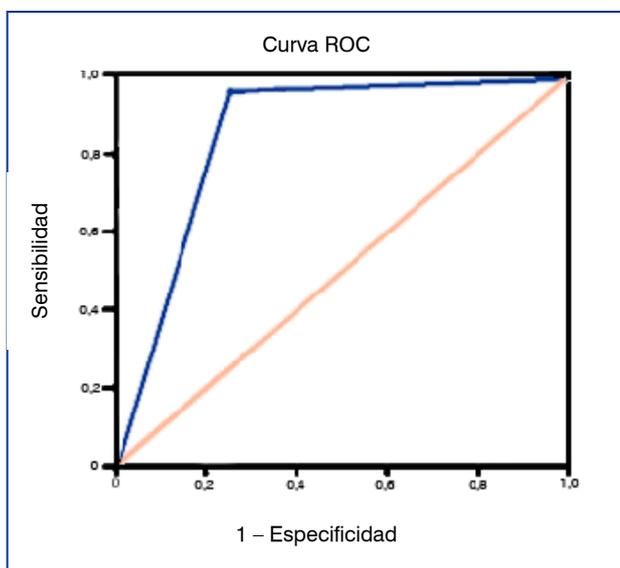


Figura 5. Curva ROC para punto de corte 100 mm³. Área bajo la curva = 0,86 ± 0,030 (0,802-0,918).

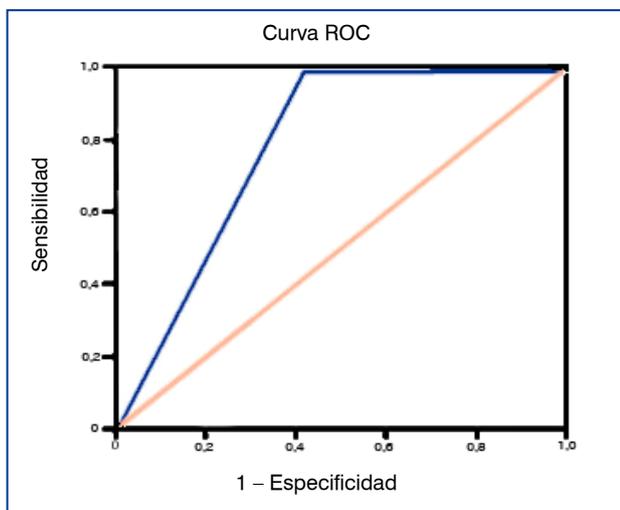


Figura 6. Curva ROC para punto de corte 400 mm³. Área bajo la curva = 0,796 ± 0,035 (0,73-0,87).

al cuantificarle mayor volumen de calcio (83 mm³) y mayor número de ECS (64) que representa el 35% del total de ECS diagnosticadas por coronariografía invasiva. Resultados similares fueron reportados por Lau y col.¹² y Arjmand y col.⁸ en 50 y 65 pacientes estudiados con score de calcio respectivamente. Se considera que este hecho puede estar relacionado con la disposición de este vaso y el mayor número de ramas, factores que en conjunto favorecen que la arteria esté sometida a mayor estrés parietal con la consiguiente disfunción endotelial y depósito de calcio.⁸ Por el contrario el tronco de la coronaria izquierda fue el segmento del árbol coronario con menor volumen de calcio, como promedio 11mm³ y menor número de ECS (10) para un 5% del total de ECS. Si se tiene en cuenta que éste es un vaso más corto, en el cual predominan las fibras musculares lisas y hay menos adventicia, se justifica que se calcifique menos que el resto, sin embargo una vez presente la aterosclerosis implica un pronóstico serio, por el gran territorio en riesgo de sufrir isquemia miocárdica. Llama la atención que la prevalencia de pacientes con ECS en la población estudiada fue de 51%, lo que significa que prácticamente la mitad de los sujetos (49%) fueron sometidos a un proceder invasivo sin cumplir criterio definitivo para revascularización percutánea. Se debe recordar que aun cuando la CI tiene la ventaja de ser el patrón de referencia para el diagnóstico de severidad de las estenosis coronarias, la indicación de la misma debe basarse en el hallazgo de isquemia de alto riesgo en las pruebas no invasivas.

El método de *Callister*¹¹ introducido en el año 1998 para medir el volumen de las placas de ateroma calcificadas tiene mejor reproducibilidad para cuantificar este mineral que el diseñado por

Agatston en el año 1990, sin embargo, no existe precedente de estudios comparativos de la efectividad de ambos métodos para predecir ECS, razón por la cual consideramos que nuestra investigación es una novedad en el perfil de la tomografía cardíaca.

Al distribuir los pacientes en cuatro categorías de volumen total de calcio, de la misma manera que se ha descrito en la literatura con el *score*, el mayor número de estos (55) para un 35% del total, se encontraba en el grupo de 0 mm³ de calcio en las arterias coronarias, y el 98% de los pacientes de este grupo no tenían ECS. Resultados semejantes se han obtenido por otros autores,^{9, 12} usando el *score* diseñado por Agatston. No existen estudios que utilicen el volumen total de calcio por pacientes distribuidos en categorías como con el *score*.

Un *score* negativo de calcio tiene alto valor predictivo negativo (VPN) de ECS en sujetos asintomáticos aún cuando estén presentes los factores de riesgo cardiovasculares. En general, los pacientes con puntaje de calcio 0 UA tienen baja probabilidad de presentar ECS. Se plantea que sólo un 5 % de estos, por lo general con factores de riesgo (tabaquismo, diabetes mellitus, antecedentes familiares de cardiopatía isquémica) pueden tener ECS por placas blandas o fibrosas no detectadas por medio del método de Agatston que infraestima el grado de aterosclerosis coronaria.⁹

Rubinshtein y col.¹³ realizaron un estudio en 125 pacientes consecutivos con dolor precordial y *score* de calcio de 0 UA. A estos se les realizó angiografía coronaria por tomografía donde se encontró ECS solamente en el siete por ciento de ellos, en los cuales las placas están compuestas por tejido lipídico y muy escaso tejido fibroso. En conclusión, la ausencia de calcio coronario parece ser un excelente filtro para excluir la presencia de ECS en pacientes sintomáticos con probabilidad pretest baja o intermedia de ECS. Aún así se recomienda que para descartar con certeza ECS en un paciente sintomático con 0 UA de *score* de calcio, otros test no invasivos de detección de isquemia como la ergometría o el *SPECT* deben ser considerados.¹³

Budoff y col,¹⁴ un científico estadounidense que se ha dedicado a la imagenología cardíaca con tomografía, estudió 25,253 individuos con un seguimiento de siete años, y encontró que el 0.4% de los sujetos con *score* de calcio cero murieron de causa cardíaca, comparado con el 3.3% de los individuos con calcio *score* positivo

($p=0.001$). Este y otros estudios realizados por Kondos GTy col.¹⁵ y Church TS y col.¹⁶ han enfatizado el riesgo incrementado de enfermedad coronaria con el aumento del calcio coronario, con similitud en el comportamiento de ambos sexos. Ellos concluyeron que la ausencia o presencia de muy bajos niveles de calcio (<10 UA) tiene el mismo valor pronóstico en ambos sexos. Interesantemente, aún en presencia de factores de riesgo cardiovascular, el valor predictivo negativo de un *score* de 0 ó mínimo (<10) es alto.

Se aprecia que a medida que aumenta el volumen de calcio total por paciente, se incrementa el por ciento de lesiones estenóticas severas en cada categoría. Este hallazgo coincide con el encontrado por Weber y col,⁹ utilizando el *score* de Agatston, los que observaron que los pacientes con puntaje de calcio global en las arterias coronarias mayor que 400 UA se asociaron con más frecuencia a ECS, 85% contra 15% con puntaje ligero (<10).

La prevalencia de ECS en el total de las arterias de este trabajo fue de 28.5%. Más de la mitad de las arterias (56%) no tenían calcio y sólo el 2% de éstas tenían lesiones coronarias significativas, lo cual está en relación con la presencia de placas no calcificadas obstructivas formadas principalmente por tejido lipídico. El 90% de los vasos coronarios con más de 400 mm³ de calcio tenían ECS lo que ha sido evidenciado por Herzog C y col.¹⁷ que hicieron este análisis con el *score* de Agatston.

Un estudio positivo de calcio es casi 100% específico de placas coronarias ateromatosas, pero no tan específico de enfermedad obstructiva, pues, tanto las lesiones obstructivas como las que no lo son, tienen calcificaciones en la íntima. La presencia de calcio en las arterias coronarias es extremadamente sensible para diagnosticar enfermedad aterosclerótica.¹⁸ Sin embargo, la ausencia no la excluye pues a través del método de Agatston sólo es posible detectar las placas calcificadas con densidad superior a 130 UH, no así las blandas y fibrosas o las que contienen calcio pero con menor umbral de detección.¹⁹ En esta serie la S y VPN para diagnosticar ECS para valor de corte 0 fue de 99% y 98% respectivamente, con un área bajo la curva ROC de 0,87 mostrando alta validez para descartar las ECS.

A medida que aumentaron los puntos de corte, la especificidad, el valor predictivo positivo y la razón de verosimilitud negativa se incrementaron. Para valores de corte de 400 mm³ la E y el VPP fueron 100%. Resultados similares fueron repor-

tados por Budoff y col.²⁰ en un metaanálisis de 1851 pacientes sintomáticos estudiados para diagnóstico de ECS, con una S y E de 96% y 40% respectivamente para valor de corte mayor que 0 UA.

El mismo autor, al aumentar el valor de corte a 80 UA, encontró disminución de la sensibilidad a 79%, mientras se incrementó la especificidad a 72%.

Por el alto valor predictivo negativo del score y del volumen de calcio coronario, podemos afirmar que en aquellos pacientes sintomáticos, con probabilidad baja e intermedia de cardiopatía isquémica y con ausencia de calcio en el árbol coronario, se puede descartar la presencia de ECS, sin necesidad de realizar angiografía invasiva. Los pacientes con síntomas típicos o isquemia documentada con volumen de calcio por encima de 400 mm³ son buenos candidatos para cateterismo cardíaco.¹²

En los pacientes asintomáticos con volumen mayor o igual que 400 mm³, se recomienda realizar pruebas de detección de isquemia (SPECT, pruebas ergométricas o eco de estrés) y proceder según sus resultados.²¹

La cuantificación de calcio coronario por métodos volumétricos o no, la coronariografía mínimamente invasiva y las tecnologías del futuro con la posibilidad de realizar estudios con baja dosis de radiación y de contraste yodado posibilitarán realizar diagnóstico de cardiopatía isquémica en poblaciones asintomáticas con factores de riesgo pues estas técnicas brindan importante información diagnóstica y pronóstica en los pacientes, como son: presencia o no de lesiones ateroscleróticas, grado de severidad de las obstrucciones, composición de las placas, localización, distribución, área, volumen, carga aterosclerótica, remodelado arterial y geometría de los vasos.²²⁻²⁴

CONCLUSIONES

El volumen de calcio coronario posee una validez diagnóstica similar al score de Agatston en la detección de estenosis coronaria significativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Conroy RM, Pyorala K, Fitzgerald AP, Sans S, Menotti A, De Backer G, et al. Estimation of ten-year risk of fatal cardiovascular disease in Europe: the SCORE project. *Eur Heart J*. 2003; 24: 987-1003.
2. Elliott M, Braunwald E. ST- Elevation Myocardial Infarction: Pathology, Pathophysiology, and Clinical features. In: Braunwald Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular

- Medicine. 8th ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company; 2007.
3. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud. La Habana: Dirección Nacional de Estadísticas; 2010.
4. Leber AW, Becker A, Knez A, von Ziegler F, Sirol M, Nikolaou K, et al. Accuracy of 64-slice computed tomography to classify and quantify plaque volumes in the proximal coronary system: a comparative study using intravascular ultrasound. *J Am CollCardiol*. 2006; 47: 672-7.
5. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FG, Zusmer NR, Viamonte M, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am CollCardiol*. 1990;15: 827-32.
6. Mendoza V, Llerena LR, Llerena LD, López L, Milián V, Linares R, et al. Precisión de la tomografía de 64 cortes en el diagnóstico de estenosis coronaria significativa. *Rev Cub de Medicina*. 2007; 46:1-7.
7. Naghavi M, Libby P, Falk E. From vulnerable plaque to vulnerable patient – a call for new definitions and risk assessment strategies. Part I. *Circulation*. 2003; 108: 1664-72.
8. Arjmand A, Akhlaghpour S, Shadmani M, Ebrahimi M, Shakiba M, Shojaei M, et al. Agreement Determination between Coronary Calcium- Scoring and Coronary Stenosis Significance on CT- angiography. *Iran J Radiol*. 2006; 3: 85-90.
9. Weber C, Begemann P, Wedegartner U, Meinertz T, Adam G. Calcium scoring and coronary angiography performed with multislice CT-Clinical experience. *Rofo*. 2005; 177: 50-9.
10. Shemesh J, Apter S, Rozenman J. Calcification of coronary arteries: detection and quantification with double helix CT. *Radiology*. 1995;197:779-83.
11. Callister TQ, Cooil B, Raya SP. Coronary artery disease: improve reproducibility of calcium scoring with an electron beam CT volumetric method. *Radiology*. 1998; 208: 807-14.
12. Lau G, Lloyd J, Max C, Schieb, David B, Brieger LA, et al. Coronary artery stenoses: detection with calcium scoring, ct angiography, and both methods combined. *IntRadiol*. 2005; 235:415-22.
13. Rubinshtein R, Gaspar T, Halon DA, Goldstein J, Peled N, Lewis BS, et al. Prevalence and extent of obstructive coronary artery disease in patients with zero or low calcium score undergoing 64-slice cardiac multidetector computed tomography for evaluation of a chest pain syndrome. *Am J Cardiol*. 2007;99: 472-75.
14. Budoff MJ, Shaw LJ, Liu ST. Long-term prognosis associated with coronary calcification: observations from a registry of 25, 253 patients. *J Am CollCardiol*. 2007; 49: 1860-70.
15. Kondos GT, Hoff JA, Sevrukov A. Electron beam tomography coronary artery calcium and cardiac events: a 37 month follow-up of 5635 initially asymptomatic low to intermediate risk adults. *Circulation*. 2003; 107: 2571-76.
16. Church TS, Levine BD, McGuire DK. Coronary artery calcium score, risk factors, and incident coronary heart disease events. *Atherosclerosis*. 2007; 190: 224-31.
17. Herzog C, Britten M, Balzer JO, Mack MG, Zangos S, Ackermann H, et al. Multidetector-row cardiac CT: diagnostic value of calcium scoring and CT coronary angiography in patients with symptomatic, but atypical chest pain. *EurRadiol*. 2004; 14:169-77.
18. Mieres JH, Shaw LJ, Arai A. The role of non-invasive testing in the clinical evaluation of women with suspected coronary artery disease: American Heart Association consensus statement. *Circulation*. 2005; 111: 682-96.
19. Rumberger JA, Brundage BH, Rader DJ. Electron beam computed tomographic coronary calcium scanning: a review and guidelines for use in asymptomatic persons. *Mayo Clin Proc*. 1999; 74: 243-52.
20. Budoff MJ, Diamond GA, Raggi P, Arad Y, Guerci AD, Callister TQ, et al. Continuous probabilistic prediction of angiographically significant coronary artery disease in the detection of coronary artery disease: a multicenter study. *Circulation*. 1996; 93:898-904.

21. Schmermund A, Denktas AE, Rumberger JA, Christian TF, Shee PF, Bailey KR, et al. Independent and incremental value of coronary artery calcium for predicting the extent of angiographic coronary artery disease: comparison with cardiac risk factors and radionuclide perfusion imaging. *J Am Coll Cardiol.* 1999; 34: 777-86.
22. Aldrovandi A, Maffei E, Palumbo A, Seitun S, Martini C, Brambilla V, et al. Prognostic value of computed tomography coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease: a 24-month follow-up study. *Eur Radiol.* 2009; 19: 1653-60.
23. Motoyama S, Sarai M, Harigaya H, Anno H, Inoue K, Hara T, et al. Computed tomographic angiography characteristics of atherosclerotic plaques subsequently resulting in acute coronary syndrome. *J Am Coll Cardiol.* 2009; 54: 49-57.
24. Vladimir Mendoza-Rodríguez, Luis R. Llerena, Adolfo Rodríguez-de la Vega, Yoandry Rodríguez-Díaz. Volumen de placas coronarias calcificadas por tomografía computarizada y presencia de estenosis significativa por angiografía coronaria. *Arch Cardiol Mex* 2010;80: 181-186 .

Recibido: 23 de agosto del 2011.

Aceptado: 29 de septiembre del 2011.