



Valoración de las calcificaciones coronarias

P. Caro, R. Delgado, F. Dapena y A. Núñez

Servicio de Nefrología. Clínica Ruber. Madrid.

RESUMEN

La calcificación vascular es un potente predictor de mortalidad cardiovascular y global. Las calcificaciones de las arterias coronarias en pacientes renales son más frecuentes, más extensas y progresan más rápidamente que en la población general y constituyen un marcador de enfermedad coronaria de elevada prevalencia y significación funcional. La aparición de nuevas técnicas de imagen, como el TAC multidetector, permiten detectar y cuantificar las calcificaciones vasculares utilizando un score de calcificación similar al score de calcio del TAC emisor de electrones. Mediante TAC helicoidal de 16 filas de detectores hemos evaluado y cuantificado la presencia de calcificación de arterias coronarias y su relación con diferentes factores de riesgo cardiovascular en 44 pacientes en hemodiálisis. La prevalencia de calcificación fue del 84%, con un score de calcio medio de 1.580 ± 2.010 (r 0-9.844). El 66% de los pacientes presentaban valores de score de calcio > 400 . La calcificación coronaria era por lo general múltiple, afectando a más de 2 vasos y de manera prácticamente constante a la arteria descendente anterior (97%) aunque la arteria coronaria derecha presentó valores de score de calcio más elevados. La calcificación coronaria se relacionó con edad avanzada, sexo masculino, diabetes, mayor comorbilidad, tabaquismo, antecedentes de enfermedad cerebrovascular y tratamiento con quelantes del fósforo que contenían calcio y análogos de la vitamina D. La calcificación de las arterias coronarias es muy frecuente y extensa, normalmente múltiple y asociada a factores de riesgo cardiovascular modificables en los pacientes en hemodiálisis. El TAC Multidetector parece un método eficaz, fácil de reproducir y cómodo para el paciente que permite detectar y cuantificar las calcificaciones coronarias.

Palabras clave: **Calcificación coronaria. TAC multidetector. Score de calcio. Enfermedad cardiovascular. Hemodiálisis.**

MULTIDETECTOR ROW CT IN ASSESSMENT OF CORONARY ARTERY CALCIFICATION ON HEMODIALYSIS

SUMMARY

Vascular calcification is a strong predictor of cardiovascular and all-cause mortality. Coronary artery calcification is more frequent, more extensive and progresses more rapidly in CKD than in general population. They are also considered a marker of coronary heart disease, with high prevalence and functional significance. It suggests that detection and surveillance may be worthwhile in general clinical practice. New non-invasive image techniques, like Multi-detector row CT, a type of spiral scanner, assess density and volume of calcification at multiple sites and allow quanti-

Correspondencia: Dra. Pilar Caro Acevedo
Clínica Ruber
C/ Juan Bravo, 49
28006 Madrid (España)
E-mail: p_caro_acevedo@hotmail.com

tative scoring of vascular calcification using calcium scores analogous to those from electron-beam CT. We have assessed and quantified coronary artery calcification with 16 multidetector row CT in 44 patients on hemodialysis and their relationship with several cardiovascular risk factors. Coronary artery calcification prevalence was of 84% with mean calcium score of $1,580 \pm 2,010$ (r 0-9.844) with calcium score > 400 in 66% of patients. It was usually multiple, affecting more than two vessels in more than 50%. In all but one patient, left anterior descending artery was involved with higher calcium score level at right coronary artery. Advanced age, male, diabetes, smoking, more morbidity, cerebrovascular disease previous, and calcium-binders phosphate and analogous vitamin D treatment would seem to be associated with coronary artery calcification. Coronary artery calcification is very frequent and extensive, usually multiple and associated to modifiable risk factors in hemodialysis patients. Multi-detector-row CT seems an effective, suitable, readily applicable method to assess and quantify coronary artery calcification.

Key words: Coronary artery calcification. Multidetector row CT. Calcium score. Cardiovascular. Hemodialysis.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cardiovascular (ECV) es la primera causa de mortalidad entre los pacientes con enfermedad renal crónica¹, considerándose en la actualidad que la presencia de calcificaciones vasculares juega un papel relevante en el riesgo cardiovascular asociado a ERC.

Las calcificaciones vasculares (CV) están presentes en la mayoría de los pacientes urémicos. CV son más frecuentes, más precoces, más extensas y progresan más rápidamente que en la población general. Además, se asocian a factores de riesgo modificables, tienen consecuencias funcionales y estructurales y están directamente relacionadas con la morbi-mortalidad.

Para su valoración en la práctica clínica se utilizan Rx tórax, pelvis, columna, manos, xeroradiografías, angiografía coronaria, ultrasonidos, fondo de ojo, ecocardiograma, cálculo de la presión de pulso, examen histológico arterial y TAC.

La calcificación supone el 20-30% de la placa aterosclerótica y es parte importante del proceso global aterosclerótico. Esta asociación sirve de base para utilizar métodos no invasivos radiológicos sensibles para detectar depósitos de calcio en las arterias coronarias como indicador de placa aterosclerótica. Entre estos métodos se encuentran el TAC emisor de haz de electrones y el TAC helicoidal.

TAC Multidetector (TCMD) es un tipo de TAC helicoidal, que sincronizado con un ciclo cardíaco y durante un periodo de apnea, gracias a su alta resolución espacial y temporal permite visualizar las arterias coronarias.

El objetivo de este trabajo es describir la prevalencia y el grado de calcificación de las arterias corona-

rias mediante TAC Multidetector y su distribución en diferentes factores de riesgo cardiovascular en pacientes en hemodiálisis.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado un estudio observacional transversal de 44 pacientes en tratamiento con hemodiálisis periódica.

El criterio de inclusión fue ser paciente que llevara al menos tres meses en hemodiálisis periódica. Se excluyeron aquellos pacientes portadores de stent metálicos coronarios y/o presencia de arritmia en forma de extrasistolia frecuente o fibrilación auricular no controlada ya que la presencia tanto de stent metálicos como de alteraciones del ritmo cardíaco pueden originar artefactos en la imagen que dificultaría y limitarían la cuantificación del score de calcio.

En todos los pacientes se determinaban factores de riesgo cardiovascular: HTA, dislipemia, sobrepeso (IMC >25), tabaquismo, diabetes mellitus, anemia (Hb < 11 g/dl), hiperparatiroidismo (PTH-i >300 pg/ml), hiperfosfatemia (PO₄s > 5,5 mg/dl) y antecedentes personales de enfermedad coronaria y/o enfermedad cerebrovascular. Se calculó el índice combinado de comorbilidad de Charlson ajustado a ERC.

Con respecto al tratamiento del hiperparatiroidismo y /o hiperfosfatemia, se cuantificaba la dosis de calcio elemental que contenían los quelantes y dosis de análogos de la vitamina D que se les administraba a los pacientes.

Se calculó la media de la PAS, PAD y PP de tres sesiones consecutivas de hemodiálisis (prediálisis) y se determinaron parámetros analíticos sanguíneos de

Tabla I. Características demográficas y clínicas de los pacientes

	Pacientes (n = 44)	No calcificación (n = 7) (16%)	Calcificación coronaria (n = 37) (84%)	p
Edad (años)	M 68	57 ± 13	71 ± 10	0,003
Permanencia en HD (meses)	M 33	28 ± 18	31 ± 28	NS
Sexo				
Mujer	14	5 (72%)	9 (24%)	0,01
Hombre	30	2 (28%)	28 (76%)	
Etiología ERC				
Diabetes Mellitus	13	0	13	0,015
N Vascular	9	0	9	
No filiada	6	0	4	
N Tubulointersticial	6	1	1	
GNC	5	2	3	
N Tumoral	5	0	5	
Índice de Charlson		4 ± 3	8 ± 4	0,004
PP		57 ± 19	65 ± 17	NS

PP = Presión de Pulso.

Hb, Ca, P, PTH-i, albúmina, bicarbonato, colesterol total, HDL-colesterol, LDL-colesterol, triglicéridos y Kt/V (Daugirdas de segunda generación).

Los pacientes fueron examinados con el TAC helicoidal multidetector (TAC LightSpeed 16 GE®). La calcificación en las distintas arterias coronarias se cuantificó usando el método de Agatston midiendo el score de calcio (SCA). Según SCA se clasificaron los pacientes en tres grupos: No calcificación cuando el SCA = 0, Calcificación ligera-moderada con SCA 1-400 y calcificación severa si el SCA > 400.

Análisis estadístico

El análisis descriptivo de las distintas frecuencias se resumen con la media y desviación estándar expresado como media ± SD y en algunos casos utilizamos el rango como medida de dispersión. La comparación de medias la realizamos con *t* de Student para variables independientes dicotómicas y análisis de la varianza para variables categóricas. También empleamos el χ^2 para estudiar la relación de las variables cualitativas con la presencia de calcificación y su grado. El cálculo del intervalo de confianza de la prevalencia de calcificación coronaria se realizó utilizando la distribución binomial. Todos los análisis se realizaron mediante programa SPSS v 10.0 en la Unidad de Epidemiología Clínica del Hospital Universitario de La Princesa. En todos los casos consideramos como estadísticamente significativos los p-valores menores de 0,05.

RESULTADOS

Se han incluido un total de 44 pacientes, 14 mujeres y 30 hombres, todos de raza caucásica excepto 1 varón de raza afroamericana. La edad media fue de 68 años (r 34-88) con una permanencia media en hemodiálisis de 29 meses (r 3-106).

La etiología más frecuente de la enfermedad renal fue Diabetes Mellitus (30%) seguida de nefropatía vascular (20%).

Con respecto a los factores de riesgo estudiados, 13 pacientes eran diabéticos que supone un 30% del total de los pacientes, 41 de los 44 pacientes (93%) eran hipertensos, antecedentes de enfermedad coronaria estaba presente en 19 pacientes (43%), antecedentes de enfermedad cerebrovascular se observó en 12 pacientes (27%), 16 pacientes (36%) tenían sobrepeso, hábito tabáquico aparecía en 32 pacientes (72%), dislipemia estaba presente en 19 pacientes (43%). Las alteraciones del metabolismo fosfocálcico eran muy frecuentes con hiperfosfatemia en la mitad de los pacientes (22 vs 44 pacientes) e HPT secundario en 17 pacientes (38% de los casos).

Las características demográficas y clínicas de los pacientes se muestran en la tabla I.

TAC multidetector demostró la presencia de calcificación en arterias coronarias en 37 pacientes, que representa una prevalencia del 84% [IC 95% 72,15-96,03] y sólo 7 pacientes (16%) no mostraban calcificaciones (SCA = 0). Calcificación ligera-moderada (SCA 1-400) se encontró en 7 pacientes (15,9%) y calcificación severa (SCA > 400) en 30 pacientes (66,6%).

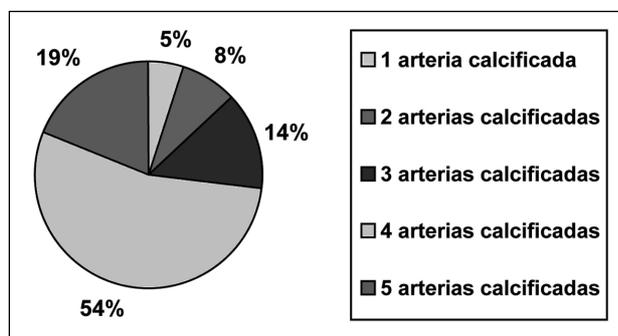


Fig. 1.—Distribución de la calcificación coronaria según el número de arterias afectadas.

Se cuantificó SCA de las distintas arterias coronarias: tronco principal de la coronaria izquierda, descendente anterior, circunfleja, coronaria derecha y descendente posterior. Todos los pacientes que presentaban calcificaciones, excepto uno, tenían calcificación a nivel de la arteria descendente anterior, aunque los SCA fueron ligeramente superiores a nivel de la arteria coronaria derecha (551 ± 617 vs 641 ± 1015). Por el contrario la arteria descendente posterior sólo estaba calcificada en 9 pacientes (20%) y siempre en grado ligero-moderado con SCA 27 ± 90 .

La calcificación coronaria era con mayor frecuencia múltiple, con afectación de más de un vaso en 95% de los pacientes y de ellos prácticamente la mitad (54%) presentaban afectación de 4 arterias coronarias (fig. 1).

El valor medio del SCA total fue de 1.586 ± 2.010 (r 0-9844). Los resultados del SCA se muestra en la tabla II.

Índice de Charlson (ICh) medio 7 ± 4 (r 0-16). Los pacientes sin calcificación tenían valores medios ICh 4 ± 3 , en el grupo de calcificación ligera-moderada aumentaba la media a 6 ± 4 y cuando la calcificación

era de grado severo presentaba valores medios de 8 ± 4 (p 0,004).

Para el tratamiento del HPT y/o hiperfosfatemia, 79,5% de los pacientes tomaban quelantes con calcio, carbonato cálcico (media de $2,6 \pm 1,5$ g de calcio elemental) o acetato cálcico ($0,9 \pm 0,7$ g media de calcio elemental) y el 52,3% de los pacientes seguían tratamiento con quelantes del fósforo sin calcio bien en forma de clorhidrato de sevelamer (dosis media $3,40 \pm 1,95$ g) o hidróxido de aluminio (dosis media $2,0 \pm 1,26$ g). Además 16 pacientes (36,3%) precisaban de ambos tipos de quelantes. Junto a estas medicaciones el 20% tomaban análogos de la vitamina D con una dosis media de $2,0 \pm 2,5$ mcgr en forma oral y $5,0 \pm 3,0$ mcgr en administración IV.

Hemos encontrado una distribución posiblemente no aleatoria y por tanto sugerente de relación entre el grado de calcificación coronario y el sexo masculino (p = 0,011), presencia de diabetes (p = 0,015), edad avanzada (p = 0,003), tabaquismo (p = 0,003), enfermedad cerebrovascular previa (p = 0,01) y tratamiento con quelantes del fósforo de contenido cálcico (p = 0,03) y vitamina D (p = 0,04). Los pacientes sin calcificaciones coronarias presentaban niveles más elevados de HDL-COL (p = 0,02) y KT/V (p = 0,02). El análisis de estas posibles relaciones con el SCA total se muestra en la tabla III y IV.

DISCUSIÓN

CV es un potente predictor de mortalidad cardiovascular y global^{2,3}. Las calcificaciones de las arterias coronarias (CAC) están presentes en la mayoría de los pacientes renales, incluso en pacientes jóvenes, son más frecuentes en diabéticos y diálisis, pueden aparecer en fases precoces de ERC y progresan rápidamente⁴⁻⁹.

Tabla II. Calcificación de las arterias coronarias

Arteria coronaria	SCA M ± DS	SCA Rango	No calcificación		Calcificación ligera-moderada		Calcificación severa	
			N	%	N	%	N	%
Territorio coronario izquierdo								
TPI	83 ± 146	0-832	14	32	29	65	1	2
ADA	551 ± 617	0-2.442	7	16	15	37	21	48
ACx	309 ± 617	0-3.088	12	27	22	50	10	23
Territorio coronario derecho								
ACD	642 ± 1.015	0-4.742	13	30	13	30	18	40
ADP	27 ± 90	0-368	35	80	9	20	0	0

Abreviaturas: SAC = Score de calcio; TPI = Tronco principal izquierdo; ADA = Arteria descendente anterior; ACx = Arteria circunfleja; ACD = Arteria coronaria derecha; ADP = Arteria descendente posterior.

VALORACIÓN DE LAS CALCIFICACIONES CORONARIAS

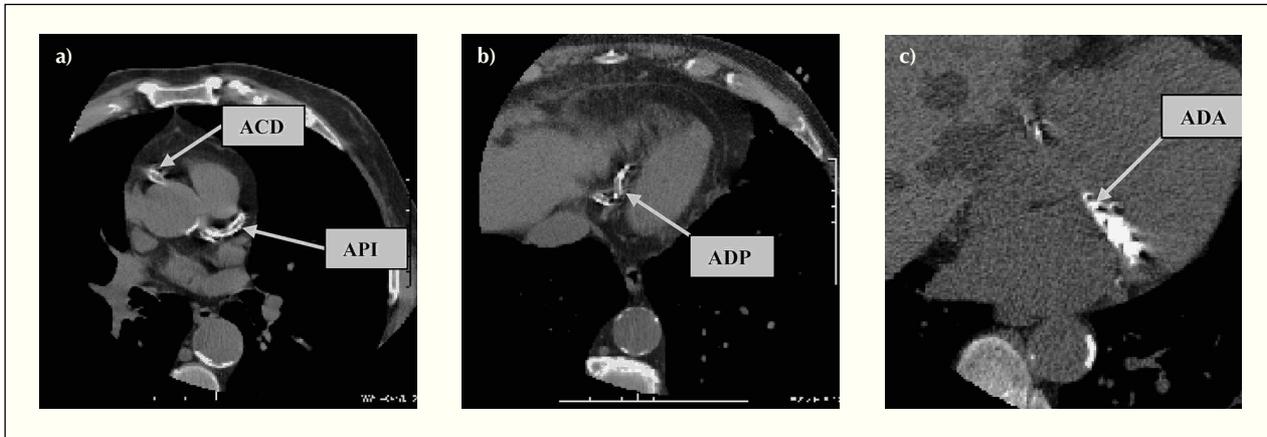


Fig. 2.—Imágenes TAC multidetector. Las flechas señalan las arterias coronarias calcificadas (ACD = arteria coronaria derecha; API = arteria principal izquierda; ADA = arteria descendente anterior; ADP = arteria descendente posterior).

Desde el punto de vista clínico, uno de los aspectos más destacables es la dificultad que existe para cuantificar las calcificaciones y analizar su evolución, por eso el interés actual en nuevos métodos de imagen como TAC multidetector.

TCMD es un modelo de TAC helicoidal que dispone de múltiples filas de detectores. Su principal ven-

taja es que proporciona gran resolución espacial (cortes < 1 mm de espesor) y rapidez (20-25 segundos) simultáneamente.

Gracias a la resolución espacial de este método, se soluciona la dificultad que ofrecen las arterias coronarias por su pequeño calibre, trayecto complejo y múltiples ramificaciones sin precisar contraste IV. La

Tabla III. Relación del score de calcio total con variables independientes

	No Calcificación		Calcificación Ligera moderada		Calcificación Severa		Media SCA	P
	N	%	N	%	N	%		
Diabetes Mellitus								
No	7	100	5	72	17	57	1.333	0,03
Sí	0	0	2	28	13	43	2.094	
Ant. Enf. Cerebrovascular								
No	7	100	7	100	12	40	1.265	0,01
Sí	0	0	0	0	18	60	2.470	
Tabaquismo								
No	0	0	1	14	11	37	1.454	0,03
Sí	7	100	6	86	19	63	1.635	
Tt ^e Quelante P con calcio								
No	1	14	0	0	8	27	1.265	0,003
Sí	6	86	7	100	22	72	2.933	
Tt ^e con Vitamina D								
No	5	71	5	71	25	83	1.319	0,04
Sí	2	29	2	29	5	17	2.804	
Hipofosfatemia (mg/dl)								
No	1	14	7	100	14	47	1.416	NS
Sí	6	86	0	0	16	53	1.750	
HPT (pg/dl)								
No	4	57	6	86	17	57	1.225	NS
Sí	3	43	1	14	13	43	2.182	

p < 0,05 significación estadística.

Tabla IV. Relación del score de calcio total con variables independientes analíticas

	No calcificación M ± SD	Calcificación ligera-moderada M ± SD	Calcificación severa M ± SD	P _t
Calcio sérico (mg/dl)	9,3 ± 0,9	9,1 ± 0,8	8,9 ± 0,9	NS
Fósforo sérico (mg/dl)	6,2 ± 2,0	3,7 ± 0,8	5,3 ± 1,7	NS
Ca x P (mg ² /dl ²)	57 ± 16	34 ± 8	46 ± 13	NS
PTH-i (pg/dl)	308 ± 19	186 ± 65	353 ± 318	NS
Hemoglobina (g/dl)	11 ± 2	12 ± 2	11 ± 2	NS
HDL-colesterol (mg/dl)	56 ± 21	54 ± 20	41 ± 15	0,02
LDL-colesterol (mg/dl)	105 ± 20	115 ± 51	188 ± 40	NS
KtV	1,5 ± 0,3	1,3 ± 0,4	1,2 ± 0,2	0,02
Albumina sérica (g/dl)	3,5 ± 0,6	3,7 ± 0,4	3,4 ± 0,6	NS
HCO ₃ venoso (mom/ml)	22 ± 4	26 ± 4	21 ± 4	0,04

p < 0,05 significación estadística.

rapidez del TCMD permite que, manteniendo el paciente una apnea, basten sólo 20 a 25 segundos para cubrir un corazón completo. Dispone de sistemas de sincronismo cardíaco que acopla la emisión de rayos X con un ciclo cardíaco al final de la diástole. Este periodo coincide con el corazón prácticamente quieto y corresponde al llenado de las arterias coronarias. El TCMD de 16 filas de detectores realiza 32 imágenes por segundo y cortes entre 0,6-1 mm de espesor. Utilizando medidas de SCA análogos a los utilizados por el TAC emisor de electrones, permite cuantificar la calcificación de arterias coronarias. La cuantificación total de calcio a nivel coronario es un marcador de aterosclerosis, permite estratificar el riesgo cardiovascular de los pacientes con mayor fiabilidad que los métodos habituales.

Lleva incorporado un software específico que cuantifica SCA. SCA se obtiene multiplicando el área de calcificación de un segmento por la densidad máxima de calcio en ese segmento (área de Agatston)¹⁰. SCA representa la carga total de placa arteroesclerótica, se correlaciona con el grado de enfermedad arterial coronaria obstructiva y permite predecir la evolución cardiovascular en la población general.

SCA = 0, implica que no existe placa arteroesclerótica calcificada, descartando lesión coronaria obstructiva significativa. SCA < 10 indica que aunque hay placa arteroesclerótica calcificada, es mínima, existiendo poca posibilidad de enfermedad arterial coronaria. SCA 11-100 representa placa arteroesclerótica ligera con moderado riesgo cardiovascular. SCA de 101-400 establece una placa arteroesclerótica con carga total de calcio moderada pero con alto riesgo de futuros acontecimientos cardíacos y SCA > 400 indica presencia de elevada carga total de calcio de la placa arteroesclerótica, con un elevado riesgo de presentar enfermedad obstructiva arterial, isquemia miocárdica sintomática y futuros acontecimientos cardiovasculares¹¹⁻¹⁴.

En nuestro estudio la prevalencia de calcificación coronaria ha sido muy elevada, del 84%, [IC 95% 72,15-96,03], y en el 68% de los pacientes la calcificación coronaria era de grado severo (SCA > 400) con una media de SCA de 1.586 ± 2.010 (r 475-9.844) en este grupo, niveles que indicarían presencia de enfermedad obstructiva arterial con un elevado riesgo cardiovascular. Estos resultados son superponibles a otros estudios^{6,7,8,15-20}.

Tabla V. Score de calcio total en arterias coronarias y su significación clínica

Score de calcio	Carga total de placa	Posibilidad de enfermedad arterial coronaria	Riesgo cardiovascular
0	No se identifica placa	Descarta enfermedad	Muy bajo
1-10	Mínima	Muy baja (< 10%)	Bajo
11-100	Ligera	Ligera o mínima estenosis coronaria	Moderado
101-400	Moderada	Moderada enfermedad obstructiva	Alto
> 400	Extensa	Alta (> 90% de al menos una estenosis significativa)	Muy alto

Hemos encontrado en nuestros enfermos que la calcificación coronaria era además múltiple, al afectar en la mayoría de los casos a más de un vaso coronario y en la mitad de los casos (54%) a cuatro arterias coronarias. La arteria coronaria izquierda descendente anterior es la que con mayor frecuencia se encontraba calcificada, similar a otros grupos^{8,21}.

A diferencia de la población general donde CAC sólo se ve en el contexto de aterosclerosis, en el paciente con ERC se observa la coexistencia de calcificación de la placa ateromatosa con la calcificación de la pared media del vaso (arterioesclerosis e incremento de la rigidez vascular) lo que explicaría los altos SCA observados en estos pacientes. Por desgracia, SCA de las arterias coronarias medidos por TMD no distingue si la calcificación está localizada a nivel de la íntima, media o ambas. Esta distinción entre ambas sería importante ya que confiere diferente composición de la placa de ateroma e implica diferencias en la supervivencia de los pacientes. Se ha observado peor pronóstico si está localizada en la íntima, pero siempre la supervivencia es peor en pacientes que presentan calcificación, del tipo que sea, comparado con los pacientes no calcificados³.

La tasa de mortalidad de origen cardíaco en ERC es del 40% siendo la cardiopatía isquémica responsable del 60%. La enfermedad coronaria es una manifestación más del proceso de aterosclerosis que pueden presentar los pacientes renales con una prevalencia de enfermedad coronaria asintomática alrededor del 20%-40%. Además la existencia de IAM en paciente dializados tiene muy mal pronóstico, con una mortalidad del 60% en el primer año después del infarto, 73 % en el segundo año y asciende al 90% al tercer año²². CAC se considera un marcador de enfermedad coronaria. Raggi y cols., reportaron que la presencia de infarto de miocardio, angina y enfermedad arterial coronaria previa era más frecuente en pacientes con calcificación coronaria extensa¹⁹.

Los factores de riesgo de la aterosclerosis son múltiples. Algunos son comunes a la población general, como la edad avanzada, hábito tabáquico, dislipemia, antecedentes familiares, sobrepeso y sedentarismo. Otros son mucho más prevalentes en ERC como HTA, Diabetes Mellitus, formación aumentada de AGE, niveles elevados de homocisteína, stress oxidativo, inflamación, acumulación de inhibidores endógenos de la síntesis de óxido nítrico, malnutrición, permanencia en diálisis, alteraciones del metabolismo fosfocálcico, infecciones crónicas, materiales bioincompatibles y endotoxinas del agua de diálisis.

Las alteraciones en el metabolismo mineral, en particular del fósforo y calcio sérico, son muy frecuentes en pacientes con ERC y juegan un papel importante en el desarrollo de la ECV al favorecer las

CV y asociarse con mayor riesgo de mortalidad²³⁻²⁵. Asimismo, el tratamiento de la hiperfosfatemia y /o HPT secundario se ha involucrado en el desarrollo de CV. Aunque varios grupos han asociado CV con una elevada ingesta de quelantes del fósforo de contenido cálcico^{6,26}, el estudio «Treat to Goal» es el primer estudio prospectivo randomizado que ha sido capaz de demostrar que la progresión de la calcificación coronaria y aórtica puede atenuarse y que la elección del quelante del fósforo puede influir en la extensión de la calcificación¹⁷. A pesar de las críticas que este estudio ha recibido, recientemente se ha publicado otro estudio comparando carbonato cálcico con sevelamer en pacientes nuevos en hemodiálisis y también muestra progresión de la CAC en el grupo que tomaba quelante con calcio y ausencia de progresión en el grupo de pacientes en tratamiento con sevelamer²⁷.

Por último en nuestro estudio hemos encontrado valores de SCA totales más elevados en pacientes que se les administraba quelantes del fósforo con calcio (carbonato o acetato cálcico) y vitamina D, con una dosis media de calcio elemental $2,6 \pm 1,5$ g/día, superior a las dosis recomendada en las Guías K-DOQI²⁸.

CONCLUSIONES

CAC son muy frecuentes y extensas, por lo general múltiples y asociadas a factores de riesgo modificables en los pacientes en hemodiálisis.

El TAC Multidetector parece un método eficaz, fácil de reproducir y cómodo para el paciente, que no sólo permite detectar sino que puede cuantificar las calcificaciones coronarias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Foley RN, Partfrey PS, Sarnak MJ: Clinical epidemiology of cardiovascular disease in chronic renal disease. *Am J Kidney Dis* 32(Supl. 3): S112-S119, 1998.
2. Blacher J, Guerin AP, Pannier B, Marchais SJ, London GM: Arterial calcification, arterial stiffness and cardiovascular risk in end-stage renal disease. *Hypertension* 38: 938-942, 2001.
3. London GM, Guerin AP, Marchais SJ y cols.: Arterial media calcification in end-stage renal disease: impact on all-cause and cardiovascular mortality. *Nephrol Dial Transplant* 18: 1731-1740, 2003.
4. Fabbian F, Benussi P, Cacici G, Cavallini LI y cols.: Relationship between Diabetes Mellitus and degree of coronary artery disease in uremic patient investigated with coronary angiography. *Int J Artif Organs* 26: 196-199, 2003.
5. Gradans F, Ivens K, Peters AJ y cols.: Angiography progression of coronary artery disease in patients with end-stage renal disease. *Nephrol Dial Transplant* 16: 1198-1202, 2001.
6. Goodman WG, Goldin J, Kuizon BD y cols.: Coronary-artery calcification in young adults with end-stage renal disease who are undergoing dialysis. *N Engl J Med* 342: 1478-1483, 2000.

P. CARO y cols.

7. Eifinger F, Whan F, Querfeld U y cols.: Coronary artery calcification in children and young adults treated with replacement therapy. *Nephrol Dial Transplant* 16: 1892-1894, 2001.
8. Oh J, Wunsch R, Turzer M y cols.: Advanced coronary and carotid arteriopathy in young adult with childhood-onset chronic renal failure. *Circulation* 106: 100-105, 2002.
9. Russo D, Palmeiro G, De Blasio AP y cols.: Coronary artery calcification in patients with CRF not undergoing dialysis. *Am J Kidney Dis* 44: 1024-1030, 2004.
10. Agatston AS, Janowitz WR, Hilder FJ y cols.: Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 15: 827-832, 1990.
11. Rumberger JA, Brundage BH, Rader DJ, Kondos G: Electron beam computed tomographic coronary artery calcium scanning: a review and guidelines for use in asymptomatic persons. *Mayo Clin Proc* 74: 243-252, 1999.
12. Wayhs R, Zelinger A, Raggi P: High coronary artery calcium scores pose and extremely elevated risk for hard events. *J Am Coll Cardiol* 39: 225-230, 2002.
13. Raggi P, Callister TQ, Cooil B y cols.: Identification of patients at increased risk of first unheralded acute myocardial infarction by electron-beam computed tomography. *Circulation* 101: 850-855, 2000.
14. Arad Y, Spadaro LA, Goodman K, Newstein D, Guerci AD: Prediction of coronary events with electron beam computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 36: 1253-1260, 2000.
15. Braun J, Oldendorf M, Moshage W y cols.: Electron beam computed tomography in the evaluation of cardiac calcification in chronic dialysis patients. *Am J Kidney Dis* 27: 394-401, 1996.
16. Haydar AA, Hujairi N, Pereira D y cols.: Coronary artery calcification is related to coronary atherosclerosis in chronic renal disease patients: a study comparing EBCT generated coronary artery calcium scores and coronary angiography. *Nephrol Dial Transplant* 19: 2307-2312, 2004.
17. Chertow GM, Burke SK, Raggi P y cols.: Sevelamer attenuates the progression of coronary and aortic calcification in hemodialysis patients. *Kidney Int* 62: 245-252, 2002.
18. Tamashiro M, Iseki K, Sunagawa O y cols.: Significant association between the progression of coronary artery calcification and dyslipidemia in patients on chronic hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 38: 64-69, 2001.
19. Raggi P, Boulay A, Chasan-Taber S y cols.: Cardiac calcification in adult hemodialysis patients. A link between end-stage renal disease and cardiovascular disease? *J Am Coll Cardiol* 39: 695-701, 2002.
20. Moe SM, O'Neill KD, Fineberg N y cols.: Assessment of vascular calcification in ESRD patients using spiral CT. *Nephrol Dial Transplant* 18: 1152-1158, 2003.
21. Schmermund A, Lange S, Schnert C y cols.: Electron beam tomography in coronary disease. Prevalence and distribution of coronary calcification and their relationship with coronary risk factors in 650 patients. *Dtsch Med Wochenschr* 120: 1229-1235, 1995.
22. Herzog CA, Ma Iz, Collins AJ: Poor long-term survival after acutemyocardial infarction among patients on long term dialysis. *N Eng J Med* 339: 799-805, 1998.
23. Block GA, Hulbert-Shearon TE, Levin NW, Port FK: Association of serum phosphorus and calcium x phosphate product with mortality risk in chronic hemodialysis patients: a national study. *Am J Kidney Dis* 31: 607-717, 1998.
24. Qunibi WY, Nolan CR, Ayus JC: Cardiovascular calcification in patients with end-stage renal disease: a century-old phenomenon. *Kidney Int* 82(Supl.): 73-80, 2002.
25. Block GA, Klassen PS, Lazarus ML y cols.: Mineral metabolism, mortality and morbidity in maintenance hemodialysis. *J Am Soc Nephology* 15: 2208-2218, 2004.
26. Guerin AP, London GM, Marchais SJ, Metivier F: Arterial stiffening and vascular calcifications in end-stage renal disease. *Nephrol Dial Transplant* 15: 1014-1021, 2000.
27. Block GA, Spiegel DM, Ehrlich J, Metha R, Lindbergh J y cols.: Effects of sevelamer and calcium on coronary artery calcification in patients new to hemodialysis. *Kidney Int* 68: 1815-1824, 2005.
28. K/DOQI Clinical practice guidelines for bone metabolism and disease in Chronic Kidney Disease. *Am J Kidney Dis* 42(4 Supl. 3): S1-S201, 2003.