



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE
LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

CENTRO MÉDICO NACIONAL “20 DE NOVIEMBRE”

**SERVICIO DE ANGIOLOGÍA, CIRUGIA VASCULAR Y
ENDOVASCULAR**

**ASOCIACIÓN DE ESCALA DE CALCIFICACIÓN ARTERIAL MEDIA
CON COMPLICACIONES MAYORES A CORTO PLAZO EN
PACIENTES REVASCULARIZADOS CON ISQUEMIA CRÓNICA QUE
AMENAZA LA EXTREMIDAD**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL:
TÍTULO DE ESPECIALISTA**

**EN:
ANGIOLOGÍA Y CIRUGIA VASCULAR**

**PRESENTA:
MÓNICA GUADALUPE LEÓN GONZÁLEZ**

**TUTOR:
DR. IGNACIO ESCOTTO SANCHEZ**

RPI: 302.2024

Ciudad de México, Ciudad Universitaria, junio, 2024





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Título de tesis: Asociación de escala de calcificación arterial media con complicaciones mayores a corto plazo en pacientes revascularizados con isquemia crónica que amenaza la extremidad

RPI: 302.2024



Dr. Arnoldo Raúl Esparza Ávila

Encargado de la Subdirección de Enseñanza e Investigación



Dr. Christian Gabriel Toledo Lozano

Encargado de la Coordinación de Investigación



Dr. José Luis Aceves Chimal

Encargado de la Coordinación de Enseñanza



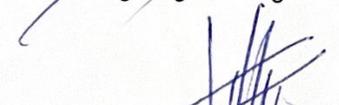
Dr. Juan Miguel Rodríguez Trejo

Jefe del servicio de Angiología, Cirugía Vascular y Endovascular



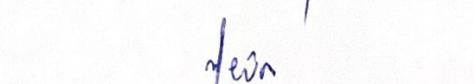
Dr. Juan Miguel Rodríguez Trejo

Profesor Titular del Curso de Angiología, Cirugía Vascular y Endovascular



Dr. Ignacio Escotto Sánchez

Asesor de Tesis



Dra. Mónica Guadalupe León González

Tesista





GOBIERNO DE
MÉXICO



CENTRO MEDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"
Subdirección de Enseñanza e Investigación
Coordinación de Enseñanza
División de Posgrado
Servicios Escolares

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO

TESIS PARA TITULACION

La vulneración de los derechos de autor es un delito contra la propiedad de intelectual catalogado como plagio, el cual puede tener graves consecuencias, como la anulación de la matrícula y la anulación del título. y, por consiguiente, puede ser sancionada.

La adopción de ideas ajenas vertidas en un texto y presentarlas en uno propio se califica como plagio o robo de propiedad intelectual, el cual puede ser por copiar directamente, por hacer una traducción y no indicarla como tal o tomar una idea ajena sin indicar su bibliografía, lo cual va en contra del código de honor de la ciencia.

Bajo protesta de decir verdad, los firmantes al calce de este documento deberán lo siguiente:

1. Se realizó revisión de la bibliografía publicada en la literatura nacional e internacional, seleccionando la considerada apropiada para respaldar el conocimiento científico en el que se basa la tesis titulada Asociación de escala de calcificación arterial media con complicaciones mayores a cabo plavo en pacientes revascularizados con isquemia crónica que amenaza la extremidad y esta bibliografía fue citada apropiadamente en el texto.
2. Los hallazgos de la investigación fueron contrastados con la información científica publicada, la cual fue debidamente citada en el texto.
3. Para la divulgación de la información científica, nos conduciremos en todo momento protegiendo los derechos de autor, en términos de los artículos 1, 18 y 19 y demás disposiciones aplicables a la ley federal de derechos de autor, así como de su reglamento.

Nombre y firma autógrafa del tutor Dr. Ignacio Escotto Sánchez

Nombre y firma autógrafa del Médico Residente tesista Mónica Guadalupe León González

Nombre y firma autógrafa del Jefe de Servicio Susa Miguel Rodríguez Trejo

Fecha de entrega de tesis 17-07-24

El llenado de este documento deberá ser realizado a mano por las personas que lo firman



Agradecimientos

Agradezco a mis papás, a mis hermanos y a Lorenzo que han sido mi ejemplo a seguir y apoyo más importante en la vida.

A mis amigos dentro y fuera del hospital, por ser mi equipo, por que siempre estuvieron para escucharme, cuidarme, aconsejarme y acompañarme. Gracias por su amistad, por los buenos momentos y su compañía en momentos difíciles.

A todos mis amigos residentes, quienes hicieron de los momentos difíciles recuerdos de compañerismo y se convirtieron en familia durante estos años.

A mis residentes de mayor y menor jerarquía, de quienes aprendí mucho.

A mis profesores durante la residencia, Dr. Juan M. Rodriguez Trejo, Dr. Ignacio Escotto, Dr. Nefthalí Rodriguez, Dra. Daphne González, Dr. Gabriel Hernández, Dra. Claudia Martinez, por su tiempo, paciencia, enseñanzas, consejos y por exigirme a ser mejor dentro y fuera del hospital.

Resumen

Introducción: En México la diabetes mellitus (DM) y la enfermedad renal crónica (ERC) representan enfermedades crónicas de alta prevalencia asociadas a complicaciones como la isquemia crónica que amenaza la extremidad (ICAE) que conlleva a alta demanda de recursos humanitarios y económicos.

La escala de calcificación arterial media (CAM) propuesta por Ferraresi et al en 2021 utilizando radiografías de pie, ha demostrado su utilidad al asociarse con mal pronóstico y complicaciones en pacientes con ICAE.

Objetivo: Determinar la asociación de escala de calcificación arterial media con complicaciones mayores en pacientes revascularizados con isquemia crónica.

Material y Métodos: Se realizó un estudio de cohorte histórica analítica, se revisaron expedientes de todos los pacientes con ICAE sometidos a revascularización periférica. Se revisaron radiografías posteroanterior (PA) y lateral de pie afectado y se aplicó la escala de CAM, para valorar su asociación a complicaciones mayores postoperatorias.

Resultados: Se incluyeron 25 pacientes, con una edad media de 67 años. Dentro de las comorbilidades, la predominante fue hipertensión arterial sistémica (HAS) (92%), seguida de DM (88%). La escala de CAM fue 0 en 16%, leve en 24%, moderado en 52% y severo en 8%. Posterior al procedimiento de revascularización, 8 pacientes requirieron amputación mayor, de los cuales el 87% pertenecía al grupo de escala CAM moderada o severa. Los pacientes con CAM moderado o severo tuvieron una relación de prevalencia (RP) 4.6 veces mayor de tener una amputación mayor que aquellos con CAM leve y la mayoría (71%) fue en los primeros 2 meses postquirúrgicos.

Conclusión: Las amputaciones mayores fueron más prevalentes en pacientes con CAM moderado/severo. Esta escala, puede utilizarse para complementar la valoración prequirúrgica, añadiendo un valor pronóstico adicional sobre el riesgo de pérdida de extremidad.

Palabras clave: Isquemia crónica, amputación, enfermedad arterial periférica, revascularización.

Índice

Glosario de abreviaturas	8
Introducción	9
Antecedentes	10
Planteamiento del problema.....	12
Justificación	13
Hipótesis de trabajo	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
Objetivos Secundarios	14
Metodología	14
Diseño del estudio	14
Población	14
Universo	14
Tiempo de estudio	15
Tiempo de ejecución	15
Criterios de Selección	15
Criterios de Inclusión	15
Criterios de exclusión	15
Criterios de eliminación	15
Tamaño de Muestra	15
Tipo de muestreo	15
Cálculo de tamaño de muestra.....	15
Tabla de Variables	16
Técnicas y procedimientos	18
Metodología de Análisis estadístico	18
Aspectos Éticos y Legales	19
Aspectos de Bioseguridad	19

Conflictos de Interés	19
Involucrados y responsabilidades	19
Recursos y financiamiento	20
Cronograma de actividades	20
Resultados	21
Discusión	25
Conclusiones	27
Referencias	28

Glosario de abreviaturas

CAM: calcificación arterial media

DM: diabetes mellitus

ERC: enfermedad renal crónica

HAS: hipertensión arterial sistémica

ICAE: isquemia crónica que amenaza la extremidad

Introducción

La ICAE representa una condición grave que pone en riesgo la viabilidad de los tejidos debido a una perfusión sanguínea insuficiente. Esta enfermedad, considerada el estadio final de una enfermedad arterial periférica, derivada de patologías como la aterosclerosis, la DM y otras afecciones vasculares, se caracteriza por dolor isquémico en reposo o pérdida de tejido por más de 2 semanas, y conlleva un alto riesgo de amputación si no se maneja adecuadamente. (1)

De acuerdo a la literatura, en 2010 se estimó que más de 200 millones de personas en el mundo viven con enfermedad arterial periférica, con un aumento importante en los últimos años derivada de incremento en expectativa de vida con factores de riesgo asociados a ICAE.(2) Se estima que el 5-10% de los pacientes con EAP desarrollaran ICAE en 5 años. (3)

En México y en el mundo, existe una gran variabilidad en la forma de manejo y tratamiento de estos pacientes, derivado de diferencias en disponibilidad de recursos económicos y practicas propias de cada servicio de cirugía vascular.

El estudio de las generalidades de la ICAE es esencial para comprender los mecanismos subyacentes, los factores de riesgo y las opciones terapéuticas disponibles. Entre estas opciones, la revascularización ha demostrado ser una intervención clave para restaurar el flujo sanguíneo y mejorar los resultados clínicos en pacientes afectados. No obstante, identificar a los pacientes con mayor riesgo de amputación post-revascularización sigue siendo un desafío clínico significativo.

La calcificación arterial media (CAM) ha surgido como un factor clave en su patogénesis, diferenciándose de la aterosclerosis en estudios de imagen.(4) Asociada a factores como diabetes, enfermedad renal crónica y edad, la CAM se ha asociado a enfermedad de vasos infrageniculares e inframaleolares. La escala de CAM propuesta por Ferraresi et al en 2021 (5), utilizando radiografías de pie, ha demostrado su utilidad al asociarse con mal pronóstico de complicaciones en pacientes con ICAE, dejando a la discusión amputaciones mayores postquirúrgicos.

En este contexto, la presente tesis se propone investigar la asociación entre la escala de CAM observada en radiografías de pie y el riesgo de amputaciones en pacientes que han sido sometidos a procedimientos de revascularización. La calcificación arterial media, un indicador de enfermedad arterial avanzada, podría servir como un marcador pronóstico útil para evaluar el riesgo de eventos adversos en esta población vulnerable. (6)

A través de un análisis exhaustivo de las características clínicas y radiológicas de los pacientes, este trabajo pretende contribuir al conocimiento existente y ofrecer nuevas perspectivas para la evaluación y el manejo de la ICAE. Conocer la asociación de esta escala con complicaciones mayores, permite identificar una estrategia de estratificación clínica para realizar una mejor selección del procedimiento terapéutico, permitiendo considerar enfoques alternativos, como la amputación primaria o el manejo paliativo. La audiencia principal de este estudio son los profesionales de la salud en manejo de estos pacientes, quienes podrán beneficiarse de los hallazgos para mejorar la toma de decisiones clínicas y optimizar los resultados terapéuticos en sus prácticas futuras.

Antecedentes

La forma más severa de enfermedad arterial periférica es la ICAE, la cual conlleva un alto riesgo de morbilidad y mortalidad. ICAE se define como la presencia de dolor isquémico en reposo, gangrena o ulceración de extremidades >2 semanas.(1)

El dolor isquémico en reposo se caracteriza por dolor en el antepie que empeora en decúbito, por definición debe persistir durante más de dos semanas y estar acompañado de uno o más parámetros hemodinámicos anormales (índice tobillo-brazo (ITB) menor a 0.4, una presión sistólica máxima en tobillo menor a 50 mmHg, o una presión sistólica máxima en el dedo menor a 30 mmHg). (1)

De acuerdo a las guías internacionales, la pérdida de tejido en ICAE se define como gangrena de cualquier parte del pie o una úlcera sin cicatrización presente por lo menos durante dos semanas, acompañada de evidencia objetiva de enfermedad arterial periférica (parámetros hemodinámicos anormales).(1)

Se han identificado dos tipos de calcificación arterial: 1) el daño a la íntima causado por depósitos de aterosclerosis predominante en vasos de mediano y largo calibre o flujo anormal (bifurcaciones) y 2) el daño difuso a la media causado por calcificación que puede afectar cualquier territorio arterial, pero llama la atención por ser encontrado en vasos de pequeño calibre (arteria mamaria interna, arteria radial, digital y vasos infrageniculares).(4)

En los estudios de imagen la aterosclerosis se caracteriza por un daño en parches en comparación con la calcificación arterial media (CAM) que tiene una apariencia continua, linear que afecta a toda la circunferencia del vaso. (7)

Además de la apariencia en estudios de imagen, la CAM es un daño vascular sistémico diferente a la aterosclerosis con aumento en la rigidez de la pared arterial que puede derivar en falla cardíaca diastólica, disminución en perfusión orgánica y ICAE. Se caracteriza por una acumulación de fosfato de calcio y formación de cristales de hidroxapatita con petrificación progresiva de la capa media de la pared arterial.(8) Los factores de riesgo asociados a el desarrollo de ICAE por CAM son principalmente diabetes mellitus (DM), enfermedad renal crónica (ERC) y la edad. (8)

La prevalencia de CAM no está documentada, usualmente es un hallazgo incidental o es mal diagnosticada por aterosclerosis. En los últimos años, mayor atención se ha dado a realizar un diagnóstico correcto y reconocer CAM como un factor importante de daño cardiovascular con impacto en la mortalidad incluso mayor que la aterosclerosis de la íntima.(4) Los pacientes con DM y ERC usualmente presentan enfermedad arterial periférica distal en vasos infrapoplíteos.(5) Dentro de los pacientes sintomáticos con enfermedad arterial periférica, el 25% tienen enfermedad de vasos pequeños, es decir, vasos por debajo del tobillo. Esto se relaciona con mala evolución clínica, mala respuesta a manejo médico, quirúrgico, cierre de heridas, salvamento de extremidad y supervivencia.(5)

Diversos métodos para detectar y cuantificar la calcificación vascular se han desarrollado.(9) La escala más estudiada es la escala de Agatson, la cual utiliza tomografía computarizada para evaluar calcio en enfermedad coronaria. La escala de Adragao, desarrollada para pacientes con ERC, valora la calcificación en radiografía de pelvis y manos como predictor de mortalidad cardiovascular y riesgo de enfermedad coronaria, enfermedad arterial periférica y hospitalizaciones asociadas. (10)

Para la valoración de escala CAM, Ferraresi et al en 2021, desarrollaron una escala utilizando radiografía de pie en dos posiciones (laterolateral y anteroposterior) indicando 5 sitios vasculares: 1) arteria *dorsalis pedis* desde la articulación del tobillo hasta los huesos metatarsales, 2) arteria plantar lateral desde su bifurcación de la arteria tibial posterior a la parte visible distal del arco plantar,3) la primera arteria metatarsal desde su origen hasta la articulación metatarsofalángica, 4)arteria primer dedo lateral o medial, 5) arterias de articulación metatarsofalángica a punta de los dedos. (5)

En cada de estas áreas, se valora la presencia o ausencia de calcificación, su longitud y su apariencia consistente con CAM. En la arteria dorsal, lateral plantar y primera metatarsal, un hallazgo considerado positivo está indicado por

calcificación >2cm. En las arterias de los dedos, un hallazgo positivo se otorga por >1cm de calcificación. Cada sitio vascular se califica con 0 o 1 punto, la escala de CAM es la suma de estos puntos en cada uno de los 5 sitios, con una escala de 6 puntos de 0 a 5. (5) Posteriormente se dividieron en 3 grupos: CAM leve (0-1 punto), moderada (2-4 puntos), severa (5 puntos). (6)

Otros estudios, han reportado que una escala CAM de 5 puntos (severo) puede estar asociada a mal pronóstico para cierre de heridas, necesidad de reintervenciones, supervivencia, amputaciones mayores, sin especificación en cuanto al tiempo libre de amputación.(4,11) En nuestro país, no se ha medido la asociación de esta escala y los desenlaces postoperatorios en estos pacientes.

Estudiar la asociación de la escala de CAM con resultados postquirúrgicos en pacientes con ICAE puede ser una herramienta útil, fácil y accesible de bajo costo para identificar pacientes con ICAE en los que el manejo estándar tiene una alta probabilidad de falla y así considerar otras opciones como amputación primaria, manejo paliativo o intento de arterialización.

Planteamiento del problema

En México la DM y la ERC representan enfermedades crónicas de alta prevalencia asociadas a complicaciones como la ICAE que conlleva a alta demanda de recursos humanitarios y económicos.

La ICAE presenta desafíos clínicos significativos, la necesidad de comprender mejor sus factores predictivos es crucial para mejorar los resultados de los pacientes.

Conocer la asociación de escala CAM con complicaciones mayores, permitirá identificar una estrategia de estratificación clínica que permita realizar una mejor selección del procedimiento terapéutico.

La escala CAM propuesta por Ferraresi et al en 2021 (5), utilizando radiografías de pie, ha demostrado su utilidad al asociarse con mal pronóstico de complicaciones en pacientes con ICAE, dejando a la discusión amputaciones mayores a corto plazo.

Basado en esto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la asociación de escala de calcificación arterial media con complicaciones mayores a corto plazo en pacientes revascularizados con isquemia crónica que amenaza la extremidad?

Justificación

La ICAE constituye una manifestación severa de la enfermedad arterial periférica, con un elevado riesgo de complicaciones graves como la amputación. La calcificación de la capa media de la arteria desempeña un papel crucial en la patogénesis de la enfermedad arterial periférica, siendo un marcador significativo de la gravedad y la progresión de la enfermedad arterial en estos pacientes (5).

La investigación de la asociación entre la escala CAM y las complicaciones mayores en pacientes sometidos a revascularización permitirá desarrollar una estrategia clínica más precisa para la estratificación de riesgos. Esta estratificación mejorada podría facilitar una selección más informada de los procedimientos terapéuticos, optimizando así los resultados a largo plazo y reduciendo las tasas de complicaciones postoperatorias. Identificar biomarcadores como la CAM que predicen la evolución clínica podría transformar la gestión de la ICAE, ofreciendo herramientas más efectivas para la toma de decisiones clínicas y mejorando la calidad de vida de los pacientes afectados.

Hipótesis de trabajo

H1: La asociación de escala CAM con complicaciones mayores en pacientes revascularizados con ICAE es mayor de 3 (RP >3)

Objetivo General

-Determinar la asociación de escala de CAM con amputaciones mayores en pacientes revascularizados con ICAE.

Objetivos Específicos

-Describir las características sociodemográficas de los pacientes incluidos en el análisis.

-Identificar los puntajes de CAM prequirúrgicos de cada paciente con ICAE revascularizado.

-Determinar a que grupo de CAM pertenece cada paciente de acuerdo al puntaje de CAM.

-Identificar la cantidad de pacientes con amputación mayor.

-Identificar asociación de escala CAM con amputación mayor.

Objetivos Secundarios

- Identificar comorbilidades asociadas en los pacientes incluidos en el análisis.
- Identificar la mediana de edad de los pacientes estudiados.
- Identificar el sexo prevalente en los pacientes estudiados.
- Conocer la prevalencia de tabaquismo en los pacientes estudiados.
- Conocer la prevalencia de hipertensión arterial sistémica en los pacientes estudiados.
- Conocer la prevalencia de enfermedad renal crónica en los pacientes estudiados.
- Conocer la prevalencia de diabetes mellitus en los pacientes estudiados.
- Identificar a cual clasificación Rutherford pertenecen los pacientes.
- Conocer el tipo de procedimiento de revascularización periférica que se realizó a cada paciente.
- Identificar el tipo de amputación que se realizó a cada paciente.
- Conocer a cuantos pacientes se les realizó amputación mayor en menos de 60 días postquirúrgicos.
- Conocer la asociación de amputación mayor en menos de 60 días postquirúrgicos con escala CAM.

Metodología:

Diseño del estudio

Estudio de cohorte histórica analítica.

Población

Pacientes con ICAE candidatos a revascularización periférica en el servicio de Angiología y Cirugía vascular y endovascular del Centro Médico Nacional "20 Noviembre" de marzo 2022 a diciembre 2023.

Universo

Pacientes ingresados al Centro Médico Nacional "20 Noviembre" con diagnóstico de ICAE Rutherford Categoría 5 y 6 candidatos a revascularización periférica en el servicio de Angiología y Cirugía vascular y endovascular de marzo 2022 a diciembre 2023.

Tiempo de estudio

Se revisarán expedientes de pacientes ingresados con diagnóstico de ICAE de Marzo 2022 a diciembre 2023, que fueron revascularizados, con seguimiento postquirúrgico mínimo de 60 días.

Tiempo de ejecución

1 mes a partir de recepción de RPI

Criterios de Selección

Criterios de Inclusión

Pacientes masculinos y femeninos mayores de 18 años con diagnóstico de isquemia crónica que amenaza la extremidad.

Criterios de exclusión

Pacientes con cirugía de revascularización de miembro pélvico ipsilateral previa.

Pacientes con antecedente de traumatismo en miembros pélvicos.

Pacientes con ICAE Rutherford categoría 1-4.

Criterios de eliminación

Pacientes con información incompleta en expediente clínico de acuerdo a las variables del estudio.

Tamaño de Muestra

Tipo de muestreo

Muestreo no probabilístico. Muestreo por conveniencia de acuerdo con criterios de selección

Cálculo de tamaño de muestra

El tamaño de muestra se calculó utilizando la fórmula para el cálculo de dos proporciones, considerando el riesgo de desarrollar amputación mayor. La fórmula utilizada es:

$$n = (Z_{\{\alpha/2\}} + Z_{\{\beta\}})^2 [P_1(1 - P_1) + P_2(1 - P_2)] / (P_1 - P_2)^2$$

Para este estudio, se utilizaron las proporciones basadas en estudios previos. (11)
Sustituyendo estos valores en la fórmula, tenemos:

$$n = (1.96 + 0.84)^2 [0.11(1 - 0.11) + 0.50(1 - 0.50)] / (0.11 - 0.50)^2$$

$$n = (2.8)^2 [0.11 \times 0.89 + 0.50 \times 0.50] / (-0.39)^2$$

$$n = 7.84 [0.0979 + 0.25] / 0.1521$$

$$n = 7.84 \times 0.3479 / 0.1521$$

$$n = 2.7269 / 0.1521$$

$$n = 17.93$$

Por lo tanto, se requiere una población de estudio de aproximadamente 18 pacientes para cada grupo. Esto resulta en una población total de 54 pacientes (18 pacientes por cada uno de los 3 grupos de la escala de CAM).

Por dificultad para reunir una muestra completa, se consideró utilizar una muestra más pequeña de 9 pacientes por grupo, resultando en una población total de 27 pacientes. Esta decisión se tomó para simplificar y asegurar la viabilidad del estudio, aunque puede afectar el poder estadístico del mismo.

Tabla de Variables

Nombre variable	Definición	Tipo de variable	Unidad de medida
Edad	Años de los pacientes al momento del ingreso hospitalario de acuerdo a registro en expediente	Cuantitativa continua	Años
Sexo	Categorización biológica de los individuos basada en características físicas y cromosómicas.	Cualitativa nominal dicotómica	Hombre/ Mujer
Exfumador	Individuos que fumaron tabaco en el pasado pero que han dejado de fumar en últimos 2 meses.	Cualitativa nominal dicotómica	Si/No

Tabaquismo activo	Tabaquismo actual	Cualitativa nominal dicotómica	Si/No
Hipertensión arterial sistémica	Diagnóstico establecido de HAS con manejo médico	Cualitativa nominal dicotómica	Si/No
Enfermedad Renal Crónica	Diagnóstico establecido de ERC con manejo médico	Cualitativa nominal dicotómica	Si/No
Diabetes mellitus	Diagnóstico establecido de DM con manejo médico	Cualitativa nominal dicotómica	Si/No
Clasificación Rutherford	Clasificación para evaluar la gravedad de la enfermedad arterial periférica (EAP)	Cuantitativa continua	Categoría 5 Categoría 6
Escala de CAM	Escala para evaluar la calcificación de la capa media de las arterias	Cuantitativa continua	0-5
Grupo de acuerdo a escala de CAM	Grupo de acuerdo a suma de puntos totales en escala CAM	Cualitativa ordinal	No CAM (0 puntos) Leve (1 punto) Moderado (2-4 puntos) Severo (5 puntos)
Tipo procedimiento	Clasificación de las intervenciones o tratamientos que los pacientes reciben	Cualitativa nominal dicotómica	Abierto/ endovascular
Amputación salvamento extremidad	Amputación de ortijos, transmetatarsiana	Cualitativa nominal dicotómica	Si/No
Amputación mayor	Amputación supracondílea o infracondílea	Cualitativa nominal dicotómica	Si/No
Tipo de amputación mayor	Tipo de amputación que recibió el paciente	Cualitativa nominal dicotómica	Supracondílea Infracondílea
Amputación mayor a 60 días	Amputación supracondílea o infracondílea en menos de 60 días postquirúrgicos de revascularización	Cualitativa nominal dicotómica	Si/ No

Técnicas y procedimientos

Posterior a autorización de protocolo por comités institucionales, el registro de pacientes del servicio de Angiología y Cirugía vascular y endovascular se seleccionaron los expedientes clínicos de aquellos pacientes que cumplieron con criterios de selección.

Colección de información: del expediente clínico se registraron las siguientes variables: edad, sexo, historia de tabaquismo, tabaquismo activo, HAS, ERC, DM, clasificación Rutherford, escala MAC, tipo procedimiento de revascularización, uso de litotricia intravascular, amputación menor (salvamento extremidad), amputación mayor.

La escala de CAM se sacó con radiografías de pie indicando 5 sitios vasculares (arteria *dorsalis pedis* desde la articulación del tobillo hasta los huesos metatarsales, arteria plantar lateral desde su bifurcación de la arteria tibial posterior a la parte visible distal del arco plantar, la primera arteria metatarsal desde su origen hasta la articulación metatarsofalángica, arteria primer dedo lateral o medial, arterias de articulación metatarsofalángica a punta de los dedos. Se asignó una puntuación en cada de estas áreas, valorando la presencia o ausencia de calcificación, su longitud y su apariencia consistente con CAM. En la arteria dorsal, lateral plantar y primera metatarsal, un hallazgo considerado positivo es indicado por calcificación >2cm. En las arterias de los dedos, un hallazgo positivo se otorgó por >1cm de calcificación. Cada sitio vascular se calificó con 0 o 1 punto, la escala de CAM es la suma de estos puntos en cada uno de los 5 sitios, con una escala de 6 puntos de 0 a 5. Posteriormente se dividieron en: No CAM (0 puntos), CAM leve (1 punto), moderada (2-4 puntos), severa (5 puntos).

Todas las variables fueron recolectadas en una base de datos realizada en Microsoft Excel para su posterior análisis estadístico.

Metodología de Análisis estadístico

El análisis descriptivo de las variables cuantitativas se realizó utilizando medidas de tendencia central (media) y dispersión (rango). Para evaluar la normalidad de la distribución de las variables cuantitativas, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes.

Se utilizó el cálculo del razón de prevalencia (RP) con tablas de contingencia de 1 grado de libertad para determinar la prevalencia de amputaciones mayores en diferentes subgrupos de pacientes. Para evaluar la probabilidad de amputación en relación con la escala CAM y otras variables, se realizaron dos modelos de

regresión logística: regresión logística para amputación de cualquier tipo y regresión logística para amputación mayor.

El análisis estadístico se realizó utilizando el software SPSS versión 25.0 para Mac. La significancia estadística se determinó con un intervalo de confianza del 95%.

Aspectos Éticos y Legales

El estudio se ajustó a los lineamientos establecidos en la declaración de Helsinki y aprobados por la secretaria de salud y por el Centro Médico Nacional "20 Noviembre en materia de investigación clínica, ajustándose al artículo 17 inciso C así como a la NOM 012-SSA3-2012 donde se indica que en la investigación que se propone es sin riesgo puesto que únicamente se valoró información documental. El estudio fue evaluado y aprobado como protocolo retrospectivo y/o sin riesgo en sesión conjunta por los comités de investigación.

Aspectos de Bioseguridad

El estudio se ajustó a los lineamientos establecidos en la declaración de Helsinki y aprobados por la secretaria de salud y por el Centro Médico Nacional "20 Noviembre en materia de investigación clínica, ajustándose al artículo 17 inciso C así como a la NOM 012-SSA3-2012 donde se indica que en la investigación que se propone es sin riesgo puesto que únicamente se valoró información documental. El estudio fue evaluado y aprobado como protocolo retrospectivo y/o sin riesgo en sesión conjunta por los comités de investigación.

Conflictos de Interés

Los participantes declaramos que no hay conflicto de intereses.

Involucrados y responsabilidades

Dr. Ignacio Escotto Sánchez

Medico adscrito servicio Angiología, Cirugía vascular y endovascular.

Asesoría metodología y análisis de información.

Dra. Mónica Guadalupe León González

Médico residente servicio Angiología, Cirugía vascular y endovascular.

Colección y análisis de información.

Recursos y financiamiento

Recursos materiales: Laptop, Material oficina.

Recursos financieros: El estudio no requiere recursos financieros.

Cronograma de actividades

Actividad	Responsable	Periodo de tiempo
Evaluación por comités	Dra. Mónica Guadalupe León González Dr. Ignacio Escotto Sánchez	Marzo- mayo 2024
Desarrollo del estudio	Dra. Mónica Guadalupe León González Dr. Ignacio Escotto Sánchez	Mayo 2024-junio 2024
Análisis información y tesis	Dra. Mónica Guadalupe León González Dr. Ignacio Escotto Sánchez	Junio 2024
Determinar la asociación de escala de calcificación arterial media con complicaciones mayores a a corto plazo postoperatorios en pacientes revascularizados con ICAE.	Dra. Mónica Guadalupe León González Dr. Ignacio Escotto Sánchez	Junio 2024
Tesis de especialidad	Dra. Mónica Guadalupe León González Dr. Ignacio Escotto Sánchez	Julio 2024

Resultados

En la búsqueda inicial, se encontraron un total de 68 pacientes con ICAE ingresados al servicio de angiología y cirugía vascular. De estos pacientes se excluyeron y eliminaron todos aquellos con cirugía de revascularización de miembro pélvico ipsilateral previa, pacientes con antecedente de traumatismo en miembros pélvicos y pacientes con información incompleta en expediente clínico.

Se incluyeron en el estudio un total de 25 pacientes con ICAE que fueron sometidos a revascularización periférica. La edad media fue de 67.5 años, con un rango entre 51 y 87 años de edad. El género predominante fue el masculino con 17 pacientes (68%), en total se registraron 8 pacientes femeninos (32%).

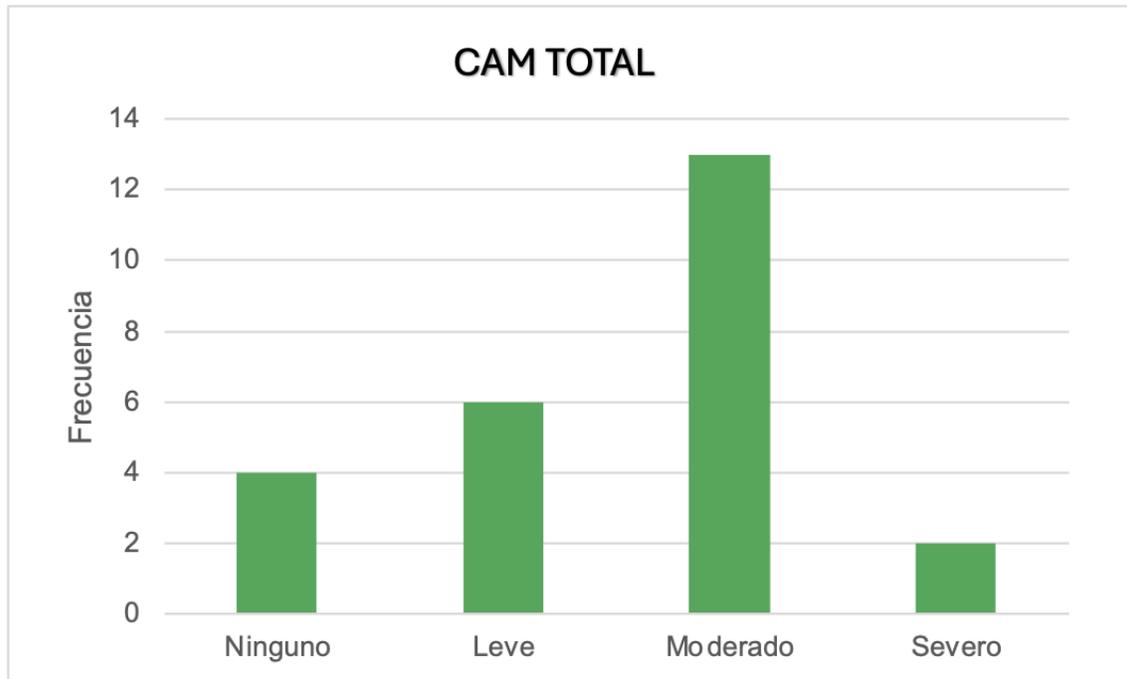
Con respecto a los antecedentes, 12 (48%) de los pacientes tenía antecedente de historia de tabaquismo, 3 de ellos (12%) aun persistían con tabaquismo activo durante su internamiento. En cuanto a la HAS, 23 de los pacientes (92%) tenían antecedente de cursar con ella, así como 9(36%) de los pacientes estudiados en esta cohorte tenían enfermedad renal crónica, y 22 pacientes (88%) tenían diabetes mellitus. Las características demográficas se describen en la tabla 1.

Característica	Valor	Característica	Valor
Edad mediana (años)	66 (51-87)		
Género (n, %)		Historia de tabaquismo (n, %)	
Masculino	17(68)	Sí	12(48)
Femenino	8(32)	No	13(52)
Rutherford	(n,%)		
5	20(80)	Tabaquismo activo(n,%)	
6	5(30)	Sí	3(12)
		No	22 (88)
DM(n, %)		ERC (n,%)	
Sí	22 (88)	Sí	9 (36)
No	3(12)	No	16(64)
Amputación mayor (n,%)		HAS (n,%)	
Sí	8 (32)	Sí	23 (92)
No	17 (66)	No	2(8)
Nivel de amputación((n,%)		Mortalidad (n, %)	
Supracondílea	5(20)	Sí	1(4)
Infracondílea	3(12)	No	24 (96)
CAM (n,%)			
0 (no CAM)	4(16)		
1 (leve)	6 (24)		
2-4 (moderado)	5 (20)		
5 severo	10 (40)		

CAM: Calcificación arterial media, ERC: Enfermedad renal crónica, HAS: hipertensión arterial sistémica.

Tabla 1. Características demográficas población.

Se encontró que los pacientes fueron clasificados en la escala de Rutherford tenían la siguiente distribución: 20 pacientes (80%) como categoría 5 y 4 pacientes (20%) como categoría 6. La escala de CAM fue 0 en 4 pacientes (16%), se encontró de manera leve en 6 pacientes (24%), moderado en 13 pacientes (52%) y severo en 2 pacientes (8%).



CAM: calcificación arterial media

Figura 1. Gráfica de barras representando el número de pacientes en cada grado de CAM encontrado.

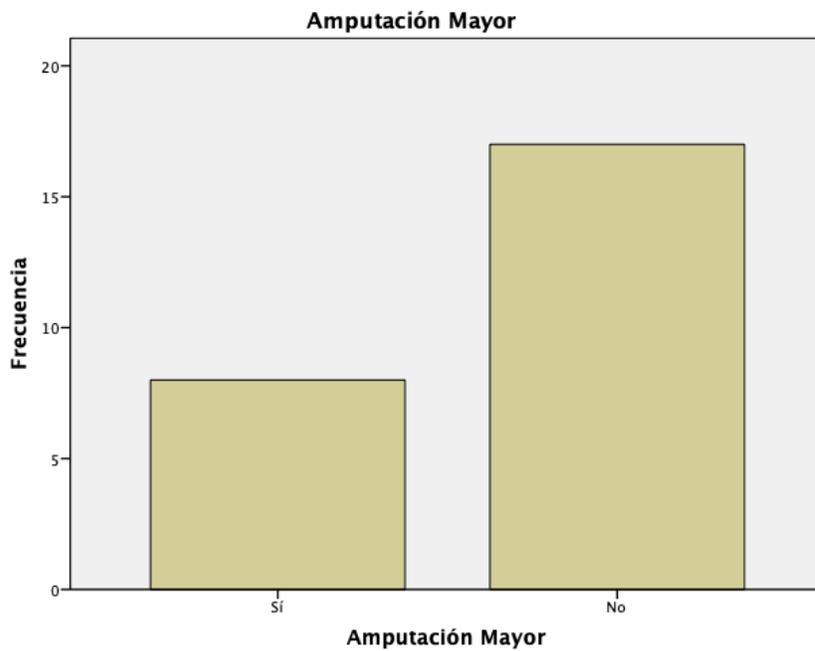


Figura 2. Gráfica de barras representando la frecuencia de pacientes que requirieron de amputación mayor.

Posterior al procedimiento quirúrgico, 8 pacientes requirieron de amputación mayor (32%). En total, solo 7 pacientes (28%) no requirieron de algún tipo de amputación, ya sea mayor o menor, 3 pacientes (12%) requirieron de amputación infracondílea, mientras que 5 de ellos (20%) requirieron de una amputación supracondílea. El tiempo de seguimiento promedio de 104 días, con un rango de entre 0 a 614 días. Solo se reportó un caso de mortalidad postoperatoria (4%).

Para el cálculo de razón de prevalencia, se dividieron los pacientes en grupos de CAM leve (0-1 punto, 10 pacientes) y CAM moderado/ severo (2-5 puntos, 15 pacientes). Las amputaciones mayores fueron más prevalentes en pacientes con CAM moderado/severo vs pacientes con CAM leve (7 vs 1, RR 4.67). (Figura3) En el grupo de pacientes con CAM moderado/severo, el 71% (n=5) de las amputaciones mayores fueron en un periodo menor a 2 meses.

Comparación de Amputaciones Mayores y No Amputaciones Mayores entre Grupos

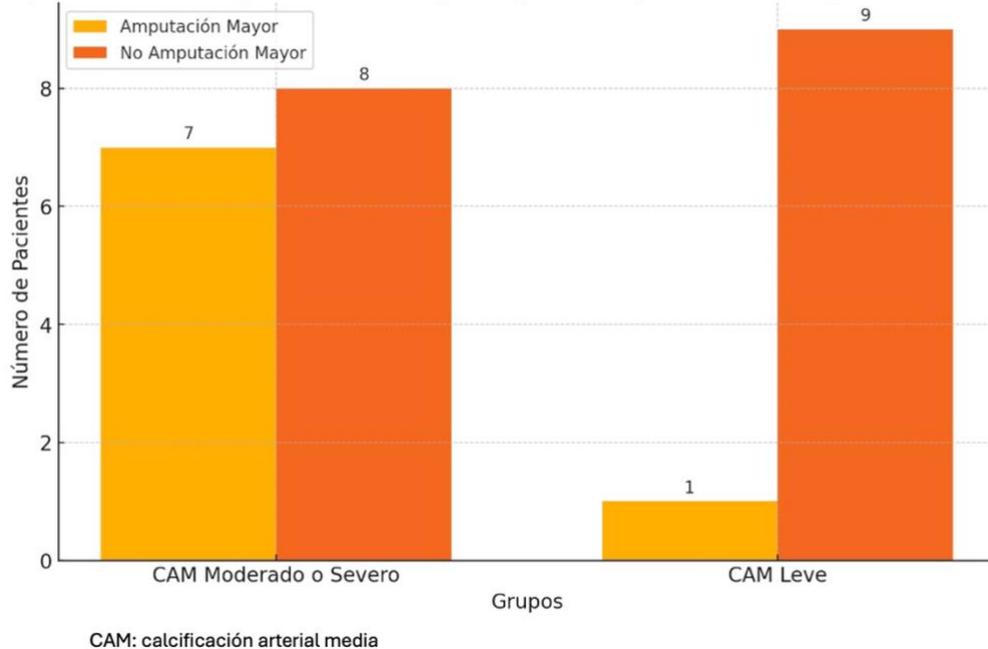


Figura 3. Amputación mayor por grupo de escala CAM.

Se llevó a cabo una regresión logística para determinar los efectos de la escala CAM en la probabilidad de los pacientes de ser sometidos a una amputación de cualquier tipo (mayor o salvamento de extremidad). El modelo de regresión logística no fue estadísticamente significativo ($\chi^2(1) = 3.075, p = 0.08$).

Por otra parte, se realizó una regresión logística para calcular la probabilidad de que los pacientes con un CAM alto requirieran de una amputación mayor. El modelo de regresión logística fue estadísticamente significativo ($\chi^2(1) = 9.726, p = 0.002$). El modelo explicó 45% (pseudo R^2) de la varianza de la necesidad de

amputación mayor y clasificó de manera adecuada 84% de los casos. La sensibilidad fue el 87.5% y la especificidad del 82.4%. Se realizó además una curva ROC para representar la capacidad del modelo de predecir la necesidad de amputación. El área bajo la curva fue de .846(95% IC 0.676 a 1), el cual es un nivel excelente de discriminación (Figura 4).

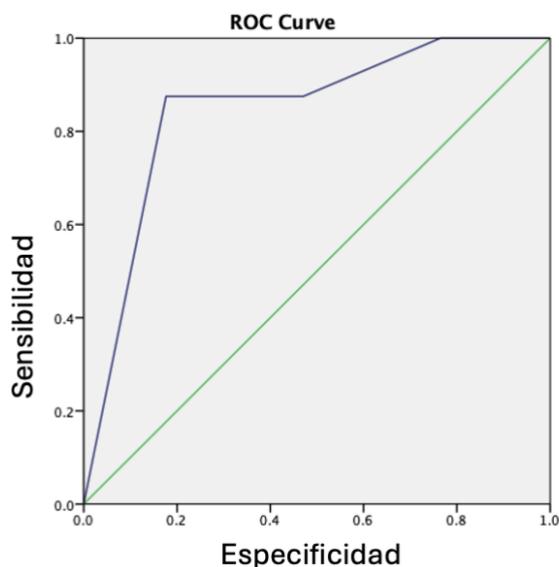


Figura 4. Curva Roc para la predicción del MAC para la amputación mayor.

Discusión

Se ha descrito que, en los países de ingresos altos, los hombres tienen una mayor prevalencia de la EAP. En cambio, en los países de ingresos bajos y medianos, parece que las mujeres presentan una mayor prevalencia de EAP. (2) En nuestro estudio la edad media de los pacientes fue de 67 años con predominio en género masculino (68%).

Los factores de riesgo modificables para la EAP han sido estudiados extensamente e incluyen el tabaquismo, DM, HAS, la hipercolesterolemia y la contaminación del aire.(1,12) El tabaquismo es indiscutiblemente un factor de riesgo significativo en el desarrollo y progresión de la EAP. La DM también está fuertemente asociada con el desarrollo de la EAP, y el riesgo aumenta con la duración de la enfermedad en los individuos afectados. Los pacientes con DM son ampliamente reconocidos por tener un riesgo significativamente mayor de

amputación.(13) En nuestra población estudiada, 88% de los pacientes tenían DM y 36% ERC.

La escala CAM es una herramienta simple y práctica que se obtiene de radiografías de pie, lo cual la hace accesible a la mayoría de los niveles de atención como predictor de amputación mayor en pacientes con ICAM. En nuestro estudio, la escala CAM predominante fue moderada (2-3 puntos) en 52%.

La CAM es un fenómeno de EAP observado principalmente en pacientes con DM2 y ERC.(14,15) A diferencia de la aterosclerosis, que afecta la íntima arterial con depósitos discontinuos, la CAM se caracteriza por la calcificación difusa de la media arterial, creando una apariencia continua alrededor de toda la circunferencia del vaso. Este tipo de calcificación fue descrito por primera vez por Mönckeberg en 1903 y se ha encontrado en varias partes del cuerpo, incluyendo las arterias renales, coronarias y en el pie, particularmente en la primera arteria metatarsiana dorsal.(16) Ocurre como resultado de osteogénesis de la capa medial con pérdida de distensibilidad vascular y rigidez arterial.

Los estudios han mostrado que pacientes con un puntaje alto de CAM tienen una mayor probabilidad de experimentar amputaciones importantes tras procedimientos de revascularización infrainguinal. En un análisis, se observó que aquellos con un puntaje de CAM de 5 tenían un riesgo significativamente mayor de amputación en comparación con aquellos con puntajes más bajos.(11) En nuestro estudio, los pacientes con CAM moderado o severo tuvieron un riesgo 4.67 veces mayor de tener una amputación mayor que aquellos con CAM leve y la mayoría (71%) fue dentro de los primeros 2 meses postquirúrgicos.

En un modelo de regresión de riesgos proporcionales de Cox, los pacientes con puntajes de CAM de 2 a 4 presentaban un índice de riesgo (HR) de 3.4, mientras que aquellos con un puntaje de 5 tenían un HR de 4.9 para la amputación mayor.(6)

La escala CAM es una herramienta de estratificación de riesgo que puede complementar los sistemas de clasificación actuales mediante la evaluación de la carga de la enfermedad calcificada, con un impacto mínimo en el costo o el tiempo para el sistema médico.

El estudio realizado cuenta con una serie de limitaciones, las cuales incluyen la naturaleza retrospectiva del mismo. Este tipo de metodología lo hacen vulnerable a tener un posible sesgo de selección.

Al tratarse de un estudio retrospectivo realizado en un solo centro, los datos están influenciados por los patrones de práctica institucionales, y se requieren estudios prospectivos multicéntricos para validar estos hallazgos. Además, este estudio

solo incluyó a pacientes con ICAE cuyos registros médicos contenían radiografías del pie cerca del momento del procedimiento de revascularización índice. Por lo tanto, no es posible extrapolar la validez de la escala MAC a pacientes que no tuvieron radiografías del pie en esta serie.

Conclusiones

La escala CAM es una herramienta accesible para valorar la calcificación de vasos inframaleolares, que puede complementar los sistemas de clasificación actuales al evaluar la carga de la enfermedad CAM sin aumentar significativamente los costos o el tiempo para el sistema de salud. Esta escala proporciona un valor pronóstico adicional y ofrece información objetiva mejorada sobre el riesgo de pérdida de extremidad, incluso después de procedimientos de revascularización en pacientes con ICAM. Esta información es valiosa para mejorar la toma de decisiones compartida y establecer expectativas realistas con el paciente antes de la revascularización.

Referencias

1. Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White J V., Dick F, Fitridge R, et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg*. 2019;69(6):3S-125S.e40.
2. Fowkes FGR, Rudan D, Rudan I, Aboyans V, Denenberg JO, McDermott MM, et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. *Lancet (London, England)*. 2013 Oct;382(9901):1329–40.
3. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, Bakal CW, Creager MA, Halperin JL, et al. ACC/AHA 2005 guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): executive summary a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Va. *J Am Coll Cardiol*. 2006 Mar;47(6):1239–312.
4. Lanzer P, Hannan FM, Lanzer JD, Janzen J, Raggi P, Furniss D, et al. Medial Arterial Calcification: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78(11):1145–65.
5. Ferraresi R, Ucci A, Pizzuto A, Losurdo F, Caminiti M, Minnella D, et al. A Novel Scoring System for Small Artery Disease and Medial Arterial Calcification Is Strongly Associated With Major Adverse Limb Events in Patients With Chronic Limb-Threatening Ischemia. *J Endovasc Ther*. 2021;28(2):194–207.
6. Liu IH, Wu B, Krepiy V, Ferraresi R, Reyzelman AM, Hiramoto JS, et al. Pedal arterial calcification score is associated with the risk of major amputation in chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg [Internet]*. 2022;75(1):270-278.e3. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2021.07.235>
7. Smith CD, Bilmen JG, Iqbal S, Robey S, Perdra M. Medial artery calcification as an indicator of diabetic peripheral vascular disease. *Foot Ankle Int*. 2008;29(2):185–90.
8. Villa-Bellosta R, Egido J. Phosphate, pyrophosphate, and vascular calcification: a question of balance. *Eur Heart J*. 2017 Jun;38(23):1801–4.
9. Nelson AJ, Raggi P, Wolf M, Gold AM, Chertow GM, Roe MT. Targeting Vascular Calcification in Chronic Kidney Disease. *JACC Basic to Transl Sci*. 2020;5(4):398–412.
10. Adragão T, Pires A, Birne R, Curto JD, Lucas C, Gonçalves M, et al. A plain X-ray vascular calcification score is associated with arterial stiffness and mortality in dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24(3):997–1002.
11. DiBartolomeo AD, Browder SE, Bazikian S, Thapa D, Kim S, Yohann A, et al. Medial arterial calcification score is associated with increased risk of major limb amputation. *J Vasc Surg [Internet]*. 2023;78(5):1286–91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2023.07.052>
12. Martínez-Aguilar E, Orbe J, Fernández-Montero A, Fernández-Alonso S, Rodríguez JA, Fernández-Alonso L, et al. Reduced high-density lipoprotein cholesterol: A valuable, independent prognostic marker in peripheral arterial disease. *J Vasc Surg*. 2017 Nov;66(5):1527-1533.e1.
13. Prompers L, Schaper N, Apelqvist J, Edmonds M, Jude E, Mauricio D, et al. Prediction of outcome in individuals with diabetic foot ulcers: focus on the

- differences between individuals with and without peripheral arterial disease. The EURODIALE Study. *Diabetologia*. 2008 May;51(5):747–55.
14. O'Neill WC, Han KH, Schneider TM, Hennigar RA. Prevalence of nonatheromatous lesions in peripheral arterial disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2015;35(2):439–47.
 15. Krishnan P, Moreno PR, Turnbull IC, Purushothaman M, Zafar U, Tarricone A, et al. Incremental effects of diabetes mellitus and chronic kidney disease in medial arterial calcification: Synergistic pathways for peripheral artery disease progression. *Vasc Med (United Kingdom)*. 2019;24(5):383–94.
 16. Valdivielso JM. Calcificación vascular: Tipos y mecanismos. *Nefrología*. 2011;31(2):142–7.