



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

VALORACIÓN DE LOS PUENTES INTRAMIOCÁRDICOS POR  
ANGIOTOMOGRAFÍA CORONARIA

EVALUATION OF INTRAMYOCARDIAL BRIDGES BY CORONARY  
ANGIOTOMOGRAPHY

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA  
COMPUTARIZADA

AUTORA

BLANCA LILA TAPIA MONTENEGRO

ASESOR

EDUARDO ALEJANDRO PORTAL MURRUGARRA

LIMA – PERÚ

2025



**ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO**

**ASESOR**

Mg. EDUARDO ALEJANDRO PORTAL MURRUGARRA

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0003-1898-2754

**Fecha de aprobación:** 07 de marzo de 2025

**Calificación:** Aprobado.

## **DEDICATORIA**

*La presente monografía está dedicada a mi familia, en especial a mis hijos, mi motivo de superación. Dedico este trabajo, también a mis pacientes por ser la razón de mi desarrollo y formación profesional. A mis colegas por ser profesionales competitivos, por alentarme y apoyarme en todo momento.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Al Mg. Eduardo Portal Murrugarra por su valioso aporte en mi formación profesional y en su incondicional apoyo en el desarrollo de esta monografía.*

*A los licenciados encargados de la especialidad por su gestión, exigencia y cumplimiento de los diferentes cursos impartidos en la especialidad.*

*A la Universidad Peruana Cayetano Heredia por haber sido una institución que con su prestigio y su formación inculcó y desarrolló en nosotros el espíritu de investigador con profesionalismo y valores éticos.*

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

La presente monografía es autofinanciada por el autor.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS**

La autora declara no tener conflictos de interés.

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**MEDICINA**

VALORACIÓN DE LOS PUENTES INTRAMIOCÁRDICOS POR  
ANGIOTOMOGRAFÍA CORONARIA

EVALUATION OF INTRAMYOCARDIAL BRIDGES BY CORONARY  
ANGIOTOMOGRAPHY

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE SEGUNDA  
ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN TECNOLOGÍA EN TOMOGRAFÍA  
COMPUTARIZADA

AUTORA

BLANCA LILA TAPIA MONTENEGRO

ASESOR

EDUARDO ALEJANDRO PORTAL MURRUGARRA

LIMA - PERÚ

2025

**4% Similitud estándar** Filtros

3 Exclusiones →

**Fuentes**  
Mostrar las fuentes solapadas i

1	Internet	repositorio.upch.edu.pe	1%
4	bloques de texto	69	palabra que coinciden
2	Internet	pesquisa.bvsalud.org	<1%
2	bloques de texto	24	palabra que coinciden
3	Internet	www.coursehero.com	<1%
1	bloques de bloques	12	palabra que coinciden
4	Internet	www.massaludfacmed.unam.mx	<1%

## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	15
III. CUERPO.....	16
IV. CONCLUSIONES .....	18
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
ANEXOS	

## RESUMEN

El puente intramiocárdico es una anomalía coronaria congénita en la que parte del trayecto de la arteria coronaria ingresa al tejido miocárdico. Esta anomalía congénita es benigna, sin embargo, puede causar síntomas o no. Los efectos hemodinámicos están relacionados a las características del puente intramiocárdico como longitud, profundidad, curso de la arteria y compresión sistólica, características que son bien estudiadas por la tomografía. Objetivo: Describir la importancia de la angiotomografía coronaria en la valoración de los puentes intramiocárdicos. Tipo de estudio: Monografía. Metodología: Se ha realizado una revisión y análisis bibliográfico en Google académico, Elsevier, Pubmed, la Sociedad Europea de Cardiología, Revista del Colegio Americano de Cardiología y en los repositorios de universidades nacionales sobre puentes miocárdicos. Descripción de hallazgos: De la revisión de 26 artículos, el 80% tratan de la AngioTEM coronaria, otras técnicas diagnósticas y a la fisiopatología, otro 50% se refiere a la terapéutica. Conclusión: La angiotomografía coronaria aporta información anatómica, funcional y hemodinámica en la valoración de los puentes miocárdicos, en el diagnóstico y como guía quirúrgica disminuyendo las complicaciones en el paciente.

Palabras claves: Puente miocárdico, Segmento arterial tunelizado, Arteria tunelizada, Arteria coronaria mural, Angiotomografía coronaria

## **ABSTRACT**

Intramyocardial bridging is a congenital coronary anomaly in which part of the coronary artery enters the myocardial tissue. This congenital anomaly is benign; however, it may or may not cause symptoms. The hemodynamic effects are related to the characteristics of the intramyocardial bridging, such as length, depth, course of the artery, and systolic compression, characteristics that are well studied by CT. Objective: To describe the importance of coronary CT angiography in the assessment of intramyocardial bridging. Type of study: Monograph. Methodology: A bibliographic review and analysis of myocardial bridging was performed in Google Scholar, Elsevier, PubMed, the European Society of Cardiology, the Journal of the American College of Cardiology, and national university repositories. Description of findings: Of the review of 26 articles, 80% deal with coronary TEM angiography, other diagnostic techniques, and pathophysiology, while the remaining 50% refer to therapeutics. Conclusion: Coronary CT angiography provides anatomical, functional, and hemodynamic information for the assessment of myocardial bridging, diagnosis, and surgical guidance, reducing patient complications.

Keywords: Myocardial bridging, Tunneled arterial segment, Tunneled artery, Mural coronary artery, Coronary CT angiography

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. MARCO TEÓRICO**

#### **DEFINICIÓN DE PUENTE MIOCÁRDICO**

El puente miocárdico (PM), también conocido como puente intramiocárdico es una anomalía congénita de las arterias coronarias en la que parte del trayecto de la arteria coronaria epicárdica ingresa al miocardio(1,2,3). El PM podría generarse durante la morfogénesis, por una falla en la reabsorción de la musculatura que envuelve las arterias epicárdicas o puede ser la secuela de un restante evolutivo(4) Las arterias coronarias son las arterias encargadas de irrigar al corazón. De la válvula aórtica nacen la coronaria derecha e izquierda y de ahí se extienden ramificándose. Sus 3 grandes arterias son la arteria descendente anterior (DA), la circunfleja (CX)y la coronaria derecha (CD). Las anomalías coronarias congénitas tienen su origen en la cardiogénesis, etapa de desarrollo del corazón y las arterias coronarias(5).

#### **EPIDEMIOLOGÍA**

Los puentes miocárdicos fueron estudiados por primera vez en 1737 por Reyman en las autopsias que realizaba. Posteriormente, fueron descritos en las angiografías coronarias por Portsmann(3). El instituto nacional del corazón INCOR(6), el 2022 advirtió a la población que las enfermedades cardiovasculares son la segunda causa de muerte en el Perú, ocupando el 20% y en el mundo el 30%; siendo la primera causa de muerte a nivel mundial. Mientras que el Ministerio de Salud del Perú(7) el mismo año, refirió que el 50.8% de personas mayores de 60años tienen más riesgo de padecer enfermedad cardiovascular. Para el estudio de los PIM se emplean diferentes métodos de estudio como in vivo o autopsias. Las autopsias actualmente

realizadas han demostrado que la prevalencia de PIM son del 42%(3). Dentro de los estudios in vivo se encuentran los métodos invasivos y no invasivos. Los PIM pueden ser diagnosticados por la angiotomografía coronaria (CCTA) siendo la técnica no invasiva de elección(8) para el estudio anatómico y funcional de los PIM(9). La angiotomografía coronaria tiene una prevalencia variable de 3.5% a 58%; eso según la tecnología del tomógrafo usado para el estudio. En la angiografía coronaria la tasa de detección es de 0.8% y 4.9%(3).

### **CLASIFICACIÓN DEL PUENTE MIOCÁRDICO**

Los puentes miocárdicos fueron clasificados por primera vez en 2 grupos:

***SUPERFICIALES:*** de 1 a 2 mm de miocardio. Son el 75%. Suelen ser asintomáticos.

***PROFUNDOS:*** mayor a 2mm de miocardio, representan el 25%(1,4,10).

El puente intramiocárdico (PIM) estudiado por tomografía cardiaca computada (TCC) se clasifica en tres tipos: I o recubrimiento parcial, II y III o recubrimiento total, mayor a 0.7mm de profundidad(8). Para este estudio se tomará en cuenta la primera clasificación. En la TABLA N.º 1 se detalla la clasificación de los PM.

### **MORFOLOGÍA**

Los PM representan una anomalía congénita de trayecto y de flujo de las arterias coronarias. Las arterias subepicárdicas ingresan al miocardio ya sean superficiales o profundas. Las fibras miocárdicas por encima de ellas forman el puente sobre el segmento tunelizado. Los PM se pueden presentar en una o más arterias coronarias. Es más frecuente su presentación en una arteria coronaria (70%), en 2 diferentes arterias coronarias (20%) y en menor frecuencia afecta a 3 arterias coronarias (10%). Se localizan habitualmente en la descendente anterior (DA) en el 67% a

98% de los casos, habitualmente en los segmentos proximal y medio. La coronaria derecha (CD), circunfleja (CX) y los ramos intermedios se afectan en menor frecuencia(1,10,11). Las ramas diagonales de la DA y la obtusas marginales se ven afectadas en el 18% y 40% de los casos(12). En Diagrama No 1 (Anexos) se muestran imágenes tomográficas de los tipos de PM.

### **FISIOPATOLOGÍA**

Describe las características de los PM que influyen hemodinámicamente como la profundidad, longitud, orientación, en que arteria se localiza y el tipo de tejido circundante al segmento tunelizado(12).

*PROFUNDIDAD:* hace referencia a la cantidad de tejido miocárdico del puente y el tipo de tejido. Durante la sístole las fibras miocárdicas ejercen compresión sobre la arteria tunelizada(1)comprimiéndola hasta la fase diastólica, alterando así la perfusión miocárdica temprana, por consiguiente se genera isquemia(3).

*LONGITUD:* Además de representar el tamaño de arteria afectada; cuando la sangre pasa por el segmento tunelizado comprimido se genera un aumento de velocidad de flujo causando una caída de presión de las ramas (efecto “robo de rama”), por ende, cuanto más largo el segmento más riesgo de isquemia de las ramas colaterales después del PM(1).

*LOCALIZACIÓN:* El PM se encuentra relacionado con aterosclerosis proximal al puente, considerándose como un proceso proaterogénico sumado a la edad y otros riesgos coronarios(12). Dado que los PM se encuentran con mayor frecuencia en DA es importante identificarlos y tratarlos para evitar complicaciones.

*TIPO DE TEJIDO CIRCUNDANTE:* puede existir tejido conectivo, adiposo laxo o miocárdico(12).

*ANGULACIÓN*: la arteria se refunde en el miocardio creando un ángulo y luego la arteria retoma su trayecto epicárdico. Este ángulo se encuentra indirectamente conexo con la longitud y profundidad, por lo tanto los valores pequeños se interpreta como ángulos agudos y a mayor angulación hay mayor profundidad(2)

### **PRESENTACIÓN CLÍNICA**

Se ha documentado la relación entre PM y angina estable, síndrome coronario agudo (SCA) por causa del espasmo, aparición de aterosclerosis proximal, trombosis, disección, infarto de miocardio (IM) y las menos frecuentes como muerte súbita, arritmias ventriculares, síndrome de Tako-tsubo (13) entre otros(3,10) En la TABLA N.º 2 se detalla las diferentes manifestaciones clínicas del PM.

### **PRUEBAS DIAGNÓSTICAS**

En la actualidad contamos con varios métodos de diagnóstico de PM. Se clasifican en invasivos y no invasivos. Dentro de las pruebas invasivas se encuentra la angiografía coronaria (AGC, AC), ecografía intravascular (IVUS), Doppler intracoronario, reserva fraccionaria de flujo (FFR) e índice de onda libre instantánea (iFR).

### **ANGIOGRAFIA CORONARIA**

La angiografía coronaria o cateterismo coronario, es el estudio standart para la evaluación de las arterias del corazón. Esta técnica invasiva usa un catéter que ingresa por un acceso arterial con la técnica de Seldinger (14). En AGC se observa el efecto de ordeño o milking, el fenómeno de subida y bajada o “aparición de escalón hacia arriba y abajo” (4) como consecuencia de la presión sistólica en la arteria tunelizada (10–12). La AC depende del personal habituado con un ojo

adiestrado para revelar los PM profundos con un estrechamiento visible en sístole con una contracción del 70% del diámetro vascular y del 35% en diástole (10,11), sin embargo, con la Angiotomografía coronaria el estrechamiento llega a clasificar a los puentes en: sin compresión, con compresión menor al 50% y los de mayor o igual a 50% de compresión que son los que comúnmente presentan sintomatologías por la presencia de isquemia (15). Durante la AC también podrían utilizarse otras técnicas como ultrasonido intravascular cardiaco (IVUS), tomografía de coherencia óptica (OCT), flujo Doppler intravascular (DFW) y medidas de presión intravascular, pero, no son rutinarios por su poca disponibilidad. Solo el 5% de los PM son visualizados por AC con el efecto milking. El uso de vasodilatadores intracoronarios justo antes de realizar la angiografía, como la nitroglicerina, acrecientan la sensibilidad de la AC al incrementar el compromiso de la compresión del PM (10), incrementando los diagnósticos hasta un 40% (4); sin embargo, su uso depende de la hemodinámica del paciente. La angiografía ofrece imágenes bidimensionales con poca resolución espacial en comparación con la Angiotomografía coronaria, que se obtienen imágenes en los 3 planos y con reconstrucciones según la fase deseada. El estudio SCOT-HEART (2018) indicó por primera vez la Angiotomografía coronaria para la evaluación anatómica con opciones de esquema de tratamiento idóneos y por ende mejor pronóstico de los pacientes (14).

### **ANGIOTOMOGRAFIA CORONARIA**

De los métodos no invasivos destacamos la angiotomografía coronaria (ATCC, AngioTEM) considerada superior a la angiografía coronaria en sensibilidad, en equipos de 64 a 256 cortes(4). La angiotomografía es un método no invasivo capaz de detectar y caracterizar fácilmente los puentes intramiocárdicos incluyendo los

más pequeños, la pared de la arteria, la luz arterial, se puede medir la profundidad de la arteria dentro del miocardio, presenciar placas cálcicas, placas blandas, medir el vaso en sístole, diástole y la estrechura en el puente. Dada su capacidad tridimensional, su alta resolución espacial y de contraste la convierte en el método de estudio más sensible frente a la angiografía coronaria (16). Ver Gráfico 3 en anexos. La ATCC debido a su alta resolución espacial ofrece información anatómica como profundidad, longitud, diámetro, permitiendo diferenciar el trayecto normal del trayecto puente ya sea superficial o profundo(1,10,11). La información de la sístole y diástole que brinda la ATCC accede a la comparación del estrechamiento en el PM y los segmentos vecinos sin PM, dando la siguiente clasificación: PM sin compresión, PM con compresión < 50% y PM con compresión > 50%(15). Ver TABLA N.º 3.

El tecnólogo médico cumple un rol vital en la realización de los estudios de ATCC, aportando sus conocimientos en los protocolos de examen y reconociendo la presencia de PM. Para el diagnóstico de PM se emplea exactamente el protocolo utilizado para el estudio de las arterias coronarias, así como el software aplicado en el postproceso(16). El éxito de las AngioTEM coronarias no sólo se centra en la realización del estudio, sino también del postproceso de las imágenes obtenidas como son las reformaciones (17). Durante el postproceso, los tecnólogos médicos debemos representar las medidas de profundidad, longitud, grado de estenosis y representar los PIM en imágenes de diferentes planos tales como MPR curvada, MPR aplanada, axiales para medir el diámetro, MIP curvo, VRT y Cinematic. En la TABLA N.º 4 se detalla la clasificación de los métodos diagnósticos de PM y sus respectivas ventajas.

## **TRATAMIENTO**

En el caso de los pacientes con PM sintomático el tratamiento de primera línea es farmacológico con beta bloqueadores para aliviar los síntomas, ya que disminuyen la velocidad de flujo en el segmento túnel y reduce la compresión vascular. Los bloqueadores de los canales de calcio aportan un efecto parecido a los beta bloqueadores (3,11). La intervención percutánea implica la implantación de un stent. Este tratamiento se realiza para proteger el segmento túnel de la compresión sistólica y aumento del diámetro luminal mejorando hemodinámicamente, por ende, mejoran los síntomas. Las complicaciones de esta técnica son fractura del stent, perforación de la arteria, trombosis, reestenosis. El injerto de derivación de arteria coronaria también es una opción para reperfundir, aunque estudios han demostrado mejores resultados con injerto de vena safena. La miotomía supra arterial o “unteching” que puede realizarse con o sin bypass cardiopulmonar; esta técnica intenta recuperar la anatomía. En puentes profundos y largos no es recomendable(1,3,4,10,12). Ver TABLA N.º 5

## **PRONÓSTICO**

En los pacientes que no presentan isquemia o angina el pronóstico es favorable, pero se requiere de controles anuales, ya que la angina o isquemia podrían manifestarse(1). Los pacientes anginosos evolucionan bien al tratamiento farmacológico(3). Es fundamental identificar los pacientes con síndrome coronario agudo (SCA) y reconocer complicaciones como vasoespasmos o disección para tratamiento y evitar consecuencias fatales descritas en casos reportados como muerte súbita(1). El pronóstico puede variar cuando el paciente presenta factores

de riesgo como diabetes, HTA (hipertensión arterial), dislipidemia, fumadores, enfermedad arterial periférica y ACV(18).

## **1.2 JUSTIFICACIÓN:**

La mayoría de los puentes intramiocárdicos son asintomáticos, sin embargo, son más infrecuentes los sintomáticos En 1961, Polacek mencionó que los puentes intramiocárdicos ocurren en el 85.7 % de los corazones (12,15) según la prevalencia en las autopsias; en la angiografía coronaria la prevalencia es del 0.3% al 5% y gracias a la angiotomografía coronaria la prevalencia es de hasta 58%(15)La angiotomografía es capaz de detectar y caracterizar fácilmente los puentes intramiocárdicos, dada su capacidad tridimensional y su alta resolución espacial y de contraste (16).

La angiotomografía coronaria presenta grandes ventajas gracias a su alta resolución espacial, resolución temporal, disponibilidad y bajo costo. Permite valorar con más detalle la profundidad, estrechamiento, longitud, orientación, tipo de tejido circundante y la angulación en la que el vaso se introduce en el miocardio permitiendo estudiar el efecto hemodinámico en sístole y diástole que causan en el paciente, esto demuestra su alta sensibilidad (4).

Gracias al aporte de la tomografía computada cardíaca se puede determinar el mejor esquema de tratamiento para los pacientes sintomáticos y mejorar su condición (19). La angiotomografía coronaria es un estudio no invasivo, rápido, la angiografía se realiza en 7 segundos requiere de una frecuencia cardíaca menor a 70 o 65, la preparación propia de un estudio contrastado, no requiere sedación o anestesia. Tiene menor riesgo para el paciente en comparación con las complicaciones por acceso arterial de la angiografía coronaria. Actualmente, hay centros especializados

públicos y privados que realizan el estudio, haciéndolo más accesible a los pacientes.

### **1.3 ANTECEDENTES**

Cabrejos et al indica que la tomografía en la actualidad se ha convertido en una prueba diagnóstica útil en medicina. Los grandes avances en las diferentes tecnologías han logrado que se convierta en una herramienta de gran valor en cardiología, gracias a su alta resolución espacial, temporal, a la sincronización del electrocardiograma del paciente con la adquisición de las imágenes, y a los avances en los algoritmos de reconstrucción. Las tomografías del corazón y las arterias coronarias se han realizado desde la aparición del tomógrafo helicoidal, sin embargo, son mejor valoradas en los tomógrafos multicorte, de 64 filas de detectores a más; en la actualidad, en Perú se encuentran disponibles equipos multicorte de hasta 256 detectores(19).

Rodríguez et al menciona que en el Perú la prevalencia de PIM es de 1,16% a 3,1% de 2018 casos de anomalías coronarias estudiadas y diagnosticadas por AngioTEM en estudio realizado en el Instituto Nacional del Corazón, INCOR; en el cual se contempló al puente miocárdico como variante anatómica(5).

Soto L. menciona que la AC es el estudio estándar de las arterias coronarias, pero al ser un método invasivo tiene desventajas frente a la AngioTEM, que al no ser invasiva se convierte en un estudio de elección. En los países desarrollados, la AngioTEM se ha convertido en una prueba de rutina. Los avances en la resolución temporal de los tomógrafos han permitido explorar las arterias coronarias a pesar del movimiento cardíaco y sus pequeños diámetros(20).

Contreras-Alcázar et al describe que cerca del 1% de la población presenta una arteria tunelizada. Los efectos hemodinámicos que causan los PM se relacionan a la longitud, profundidad, tipo de tejido y orientación. Estos efectos pueden causar en el paciente aterosclerosis, infarto de miocardio y muerte súbita(21).

Pimentel R. en su estudio realizado del 2012 al 2014 concluye que de 40 pacientes con anomalía de trayecto de la arteria estudiados por AngioTEM, 37 presentaron puente miocárdico. El PM se distingue por la compresión sistólica que ejerce en el segmento tunelizado causando isquemia, vasoespasmo y arritmia. El PM se encuentra principalmente en la DA, segmentos proximal y medio(22).

Ramos J. señala que el puente miocárdico suele no presentar síntomas, los pacientes son generalmente asintomáticos con predicción positiva; pero no siempre es una anomalía congénita benigna al ocasionar cambios hemodinámicos como angor, isquemia, ateromatosis proximal, infarto de miocardio, arritmias, muerte súbita, etc. En el estudio realizado se encontró una incidencia de 11,4% de PM por AC. La arteria afectada por PM fue la DA en 100% en su tercio medio(18).

Avellán et al señala a la DA como la arteria con mayor frecuencia de presentar PM en su segmento medio. La prevalencia de PM por AC es de máximo 3% y por AngioTEM hasta 58%. El PM se asocia a angina, infarto de miocardio, taquicardia, miocardiopatía hipertrófica y muerte súbita. La AngioTEM brinda las características del PM como longitud, profundidad, tipo de tejido que lo rodea, ubicación y aterosclerosis(15).

García et al cita al puente miocárdico como una causa de la isquemia miocárdica, siendo ésta la primera causa de muerte en los países desarrollados. La mayoría de los PM se encuentran en la DA, específicamente en su segmento proximal y medio.

De un total de 39 pacientes el 20,5% fue diagnosticado con PM por AC y de un total de 56 pacientes que se realizaron AngioTem el 10,7% fueron diagnosticados con PM(23).

Andrea Santucci et al considera al PM una anomalía congénita benigna y habitual, presente en más del 30% de la comunidad. La AngioTEM tiene buena sensibilidad, del 20% al 50% de prevalencia. Se identifican 2 tipos de puentes, superficiales y profundos. Los puentes superficiales generalmente son asintomáticos. Los pacientes asintomáticos con PM pueden sentir angina o revelar cambios isquémicos por ECG de esfuerzo. Los PM con mayor longitud y profundidad pueden causar isquemia(1).

Martín Ibarrola expone la alta sensibilidad de la tomografía frente a la AC en la evaluación de la anatomía de las anomalías coronarias con una prevalencia de 42,8% por AngioTEM y 21,2% AC en el diagnóstico de PM. La arteria DA presentó mayor tensión de corte por PM en el segmento medio y menor tensión en el segmento proximal y distal(12).

David Sternheim et al menciona que se desconoce la prevalencia exacta de los PM en los habitantes, 1 de cada 3 adultos lo presentan, aproximadamente. La prevalencia de PM por AC es de 2%-6% y de 19%-22% por AngioTEM. Las autopsias tienen una prevalencia de 33%-42% en la asociación de PM(10).

Raquel Navas et al menciona que la prevalencia de PM varía según el método de estudio; en AC de 0,5% al 12%, AC con nitroglicerina intracoronaria hasta el 40% y por AngioTEM hasta el 76%. En este artículo se describe una clasificación diferente por AngioTEM. Tipo I con envoltura parcial, Tipo II con envoltura completa y Tipo III con envoltura total de miocardio >0,7mm. Las manifestaciones

clínicas son: isquemia, síndrome coronario agudo SCA, espasmo, trombosis, disección, Takotsubo, arritmias, cardiomiopatías y la muerte súbita(8).

Ghulam Murtaza et al refiere que la valoración de los PM por AC es baja, de 0,8% a 4,9% debido a que se exploran características colaterales como “la compresión sistólica y el efecto milking o de ordeño”. La prevalencia se extiende a 30% cuando se efectúa la AC con acetilcolina intracoronaria o cuando el paciente muestra miocardiopatía hipertrófica(3).

Nurdan Erol describe que los síntomas del PM surgen en la adultez. La prevalencia de PM es de 5% en AC, 21% por AngioTEM. Un PM común tiene de 1 a 10mm de profundidad y de 10 a 30mm de longitud. Los caracteres relacionados con el PM son la aterosclerosis proximal y la obstrucción dinámica producida por el miocardio que envuelve al puente(4).

Martín Ibarrola describe su reporte de un caso de múltiples puentes miocárdicos evaluados por AngioTEM, donde se demuestra un PM en DA, tercio medio; un PM en el ramo intermedio (RI), un PM en CX y 2 ramas distales tenía PM. En este caso, la tomografía proveyó información del origen, curso y anatomía de las coronarias que fueron relevantes para el diagnóstico de múltiples PM(24).

Cardinali Ré et al refiere que el PM se encuentra en la DA en 67-98%. Los pacientes con PM podrían manifestar isquemia miocárdica, síndrome coronario agudo (SCA), arritmias, Tako-tsubo, disfunción ventricular o muerte súbita(13).

Javadzadegan et al concluye en su estudio que hay una correlación directa entre la extensión del PM y las consecuencias hemodinámicas en el fragmento proximal al PM, debido a que disminuye la tensión de corte de la pared coronaria (WSS) y acrecienta el tiempo de residencia(25).

Rajendran et al detalla la prevalencia de los PM de 3.5% a 58% por AngioTEM. La prevalencia del PM varia ampliamente dependiendo del sexo, es más habitual en varones que en mujeres(2)

Teragawa et al confirma que el PM es causante de isquemia miocárdica y aterosclerosis proximal debido a la compresión mecánica del PM. La prevalencia mundial de PM es de 19%, por AC es de 6% y por AngioTEM 22%. La mayor frecuencia de ubicación fue en DA de 67% a 98%(11).

Giuseppe Tarantini et al menciona que la tomografía brinda detalles de las características anatómicas del PM gracias a su resolución espacial, resolución de contraste y su alta capacidad tridimensional, además de usar el mismo protocolo usado de rutina para las angiotomografías coronarias(16).

#### **1.4 PROBLEMÁTICA**

Los puentes miocárdicos pueden ser valorados con las diferentes técnicas invasivas y no invasivas. Las técnicas imagenológicas aportan información anatómica y funcional para el diagnóstico de los puentes miocárdicos y guiar el abordaje quirúrgico y minimizar las complicaciones(26). Los métodos diagnósticos en la actualidad son angiografía coronaria, tomografía cardiaca (TCC), tomografía por emisión simple (SPECT), resonancia magnética (RM), entre otros(3). La angiografía dentro de las limitaciones que presenta es que es un método invasivo por ende implica más riesgo para el paciente. La AC puede realizarse junto con otras tecnologías como IVUS, Doppler intracoronario o con nitroglicerina para incrementar su sensibilidad, sin embargo, esto conlleva a utilizar mayor recurso y elevar el costo del procedimiento. La RM se halla condicionada en el estudio de los PM debido a la baja resolución espacial. La perfusión miocárdica se solicita para

valorar los efectos de los PM como isquemia; presenta baja resolución espacial. Tanto la resonancia como la perfusión miocárdica no son estudios de rutina en el estudio de los PM. La angiotomografía coronaria es un estudio rápido, se realiza en 10 minutos aproximadamente con un paciente preparado y con tecnólogos capacitados en tomografía cardíaca, de menor costo en comparación a un estudio de angiografía coronaria, perfusión miocárdica o resonancia magnética. Es más accesible, en el Perú hay 25 instituciones que realizan angiotomografía coronaria, tanto públicas como privadas. En Lima se encuentran la mayoría de centros entre fuerzas armadas, Minsa, Essalud y privados. En cuanto a la tecnología de los tomógrafos, se cuenta con tomógrafos de doble fuente, doble energía, multislice de 256, 128 y 64 cortes para la realización de las angiotom coronarias. Los tomógrafos de doble fuente y los de 256 cortes realizan la adquisición del corazón en 1 segundo, 1 latido. El gran avance en tomografía ahora es el tomógrafo de conteo de fotones que obtiene imágenes de 0.2mm de espesor, con resolución temporal de 66 ms con mejor resolución.

¿Es la angiotomografía coronaria una técnica no invasiva importante en la valoración de las características anatómicas de los puentes intramiocárdicos?

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Describir la utilidad de la angiotomografía coronaria en la caracterización y diagnóstico de los puentes intramiocárdicos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar cuál de las arterias coronarias es más afectada por el puente miocárdico.
- Establecer el número de puentes miocárdicos que se pueden encontrar en las arterias coronarias de un paciente.
- Determinar la sensibilidad de la angiotomografía coronaria frente a la angiografía coronaria para la detección y valoración del puente miocárdico.
- Detallar la incidencia de puentes miocárdicos según sexo.
- Establecer las características anatómicas del puente miocárdico relacionadas con los efectos hemodinámicos.
- Hallar la frecuencia de los puentes miocárdicos según su clasificación.
- Describir los efectos clínicos relacionados con los puentes miocárdicos

### **III. CUERPO**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DE HALLAZGOS**

Se realizó una revisión acerca de la afectación de las arterias coronarias por el puente miocárdico, encontrándose que el 79.29% de los PM se encontraron en la arteria DA, 3.5% en CD y 0.8% en la arteria CX (Gráfico N.º 1). Además, se precisó el segmento de la DA más afectado encontrándose que el 0.8% se presentan en su segmento proximal, 10.8% en el segmento medio y 1.5% en el segmento distal.

El PM generalmente afecta a una arteria, sin embargo, se han reportado casos de 2 y 3 arterias coronarias con PM. Al revisar la estadística de los números de puentes miocárdicos que se pueden presentar en un paciente se encontró que 70% de PM se presentan en 1 arteria, 20% en 2 arterias y 10% en 3 arterias correspondiendo el mayor porcentaje de puentes miocárdicos en la arteria descendente anterior (Gráfico N.º 2).

Los artículos consultados en este estudio nos describen una serie de métodos invasivos y no invasivos para el diagnóstico de los puentes miocárdicos. Dentro de los estudios imagenológicos solicitados se mencionan la angiografía coronaria y la tomografía computada cardíaca encontrándose que la AngioTEM coronaria tiene una sensibilidad de 34.64% frente al 7.75% de la AC en el diagnóstico de PM. (Gráfico N.º 3).

La detección del puente miocárdico en relación al sexo es un dato importante. Según las investigaciones consultadas mencionaron que el puente miocárdico se presenta más en varones que en mujeres. En este estudio se encontró que el 29.3% de los puentes miocárdicos se detectaron en mujeres y 63.05% en varones, confirmando así lo descrito (Gráfico N.º 4).

Las características anatómicas de los PM son muy estudiadas porque se relacionan con los efectos hemodinámicos que causan. En este estudio se encontró que la profundidad con 75% es la característica más relacionada con los síntomas, le sigue la longitud con 70%. El tejido circundante con 40% y la angulación del PM con 30% de relación con los efectos clínicos (Gráfico N.º 5).

Según la clasificación del puente miocárdico se encontró que la mayoría de los puentes detectados son superficiales los cuales representan el 75% y los puentes profundos representan el 25%, estos últimos son los que generalmente presentan los síntomas del puente miocárdico (Gráfico N.º 6).

Después de revisar los artículos que describen los efectos clínicos de los puentes miocárdicos, se observó que los autores describían una serie de signos y síntomas, encontrándose: isquemia miocárdica en 85%, síndrome isquémico coronario agudo (SICA) con 75%, angina y arritmias con 70%, aterosclerosis proximal al PM en 65% al igual que muerte súbita, y 25% para presentación de Tako-tsubo (Gráfico N.º 7).

#### IV. CONCLUSIONES

Se concluye que la arteria descendente anterior es la arteria más afectada por el puente miocárdico y las arterias menos afectadas son la arteria coronaria derecha y la arteria circunfleja. El tercio medio y distal de la arteria descendente anterior son los más comprometidos por el puente miocárdico y el segmento proximal el menos afectado. Esta información es importante para el médico radiólogo o cardiólogo, que al momento de estudiar las arterias coronarias considerará el porcentaje según la localización de los puentes miocárdicos. Los tecnólogos médicos debemos conocer la afectación de las arterias por el puente miocárdico y representar la patología con sus características.

Este estudio describe la importancia de conocer la cantidad de puentes miocárdicos que se pueden presentar en un paciente ya que la cantidad aumenta el riesgo de presentar los efectos clínicos descritos. En el caso reportado de un paciente con puentes miocárdicos múltiples consultado en este estudio, la tomografía determinó el número, tipo y afectación del puente miocárdico. Se concluye que es más frecuente la presencia de 1 puente y menos frecuente 2 o 3 puentes miocárdicos en un paciente.

Al consultar los diferentes artículos citados en este estudio se encontró que la autopsia tiene la mayor sensibilidad en el diagnóstico de los puentes miocárdicos, pero este resultado no es útil para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes, por ello la sensibilidad de la angiotomografía cardiaca y de la angiografía coronaria son más relevantes. En este estudio se concluyó que la angiotomografía coronaria es más sensible que la angiografía coronaria en el diagnóstico de los puentes miocárdicos, Este es un gran aporte porque se considerará la tomografía como un

método de elección valioso en el estudio de los puentes intramiocárdicos. Si se aplica nitroglicerina intravascular justo antes de la angiografía coronaria, ésta incrementa su sensibilidad para el diagnóstico de PM, a pesar de eso, la AngioTEM coronaria sigue siendo un método de elección al no ser un método invasivo y a las diferentes representaciones multiplanares de las arterias.

En la literatura consultada para la realización de este estudio se encontró poca información que hacía referencia a la incidencia del puente miocárdico según el sexo, algunos autores mencionaban que no había diferencia para los grupos de sexo. Con este estudio realizado se concluye que hay mayor incidencia de puente miocárdico en el grupo de varones que en las mujeres.

Las características anatómicas del puente miocárdico se encuentran relacionadas a los efectos clínicos que presenta el paciente, sin embargo, no se determina la importancia de cada uno de los efectos. Algunos autores citados sólo mencionan la profundidad y la longitud de los puentes miocárdicos como las características más importantes. Considerando a los puentes profundos y largos como los sintomáticos. En este estudio concluimos que la profundidad es la característica más importante, le sigue con poca diferencia la longitud que concuerda con el resultado del estudio de Ashkan Javadzadegana et al. Las otras características del puente miocárdico relevantes son el tipo de tejido circundante y la angulación del puente miocárdico que forma la arteria cuando se introduce en el miocardio.

Considerando la clasificación de los puentes miocárdicos en superficiales y profundos se concluyó que los puentes superficiales son los que se detectan habitualmente. Es por este resultado que algunos autores consideran al puente miocárdico como una anomalía congénita benigna y sólo se consideran patológicos

a los puentes profundos, que según los resultados son en menor porcentaje. Según la manifestación clínica de los puentes miocárdicos se clasifican en asintomáticos y sintomáticos, encontrándose asintomáticos en 75% y los sintomáticos en 25%, confirmando así el porcentaje de los asintomáticos con la misma cifra para los superficiales y los sintomáticos el mismo porcentaje de los puentes profundos.

El puente miocárdico genera efectos clínicos para el paciente que debe ser estudiados para el inicio del tratamiento de los pacientes. En este estudio se concluyó que la isquemia miocárdica es el efecto más frecuente, le sigue el síndrome isquémico coronario agudo (SICA), angina, arritmias, aterosclerosis proximal al puente miocárdico y en menor porcentaje a la muerte súbita y Tako-tsubo.

En conclusión, podemos demostrar que la angiotomografía coronaria es un estudio radiológico diagnóstico no invasivo irrefutable en la valoración de los puentes miocárdicos y en el estudio de la evolución de los efectos clínicos y radiológicos que causan los puentes miocárdicos. Los resultados revelaron la alta sensibilidad de la angiotomografía coronaria frente a la angiografía coronaria, posicionándola por encima de la angiografía coronaria como método de elección en la detección y valoración de los puentes miocárdicos. Los hallazgos expusieron que el puente miocárdico afecta frecuentemente a la arteria descendente anterior, principalmente, en sus segmentos medio y distal, con una dominante incidencia de puentes miocárdicos en esta área. Habitualmente se encuentra 1 puente miocárdico por paciente y la prevalencia de los puentes miocárdicos es mayor en los varones. Las características anatómicas del puente miocárdico más importantes en el estudio tomográfico son la profundidad y longitud, las cuales se encuentran estrechamente

vinculadas con los efectos clínicos. Estos resultados posicionan a la angiotomografía coronaria como un método diagnóstico esencial en la valoración de los puentes miocárdicos. Los avances de la angiotomografía coronaria deberán centrarse en el desarrollo e investigación para potenciar los protocolos de adquisición y obtener mejores imágenes, en menor tiempo, con menor dosis y detectar los puentes más pequeños. Desarrollar técnicas alternativas para pacientes alérgicos al contraste. Detectar los puentes intramiocárdicos y representar sus características morfométricas, acortando el tiempo de postproceso. Contrastar la angiotomografía coronaria con la resonancia magnética cardíaca en el estudio de la función ventricular y miocárdica en pacientes con puentes miocárdicos. Actualmente, la tomografía de doble fuente representa el mayor avance en imágenes cardíacas, ofreciendo imágenes con mayor resolución espacial porque reduce el artefacto causado por las calcificaciones obteniendo imágenes más nítidas de las placas cálcicas, mejor detalle anatómico para la planificación de procedimientos intervencionistas y cirugías, permite estudiar la respuesta al tratamiento y tiene mejor resolución temporal. Sus limitaciones son el alto costo y la poca disponibilidad en nuestro medio.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Santucci A, Jacoangeli F, Cavallini S, d'Ammando M, de Angelis F, Cavallini C. The myocardial bridge: incidence, diagnosis, and prognosis of a pathology of uncertain clinical significance. *European Heart Journal Supplements*. 12 de noviembre de 2022;24(Supplement\_I):I61-7.
2. Rajendran R, Hegde M. The prevalence of myocardial bridging on multidetector computed tomography and its relation to coronary plaques. *pjr*. 2019;84:478-83.
3. Murtaza G, Mukherjee D, Gharacholou SM, Nanjundappa A, Lavie CJ, Khan AA, et al. An Updated Review on Myocardial Bridging. *Cardiovascular Revascularization Medicine*. 1 de septiembre de 2020;21(9):1169-79.
4. Erol Nurdan. Challenges in Evaluation and Management of Children with Myocardial Bridging. *CRD*. 2021;146(3):273-80.
5. Rodriguez Urteaga ZI, Murillo Pérez LE, Mendoza Paulini A, Talledo Paredes LS. Prevalencia de anomalías coronarias detectadas por tomografía computarizada en el Instituto Nacional Cardiovascular - INCOR. *Archivos Peruanos de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*. 31 de octubre de 2022;3(3):153-61.
6. PERU21 E. Enfermedades al corazón son la segunda causa de muerte en el Perú [Internet]. Perú 21. 2022 [citado 12 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://peru21.pe/vida/salud/enfermedades-al-corazon-son-la-segunda-causa-de-muerte-en-el-peru-enfermedades-cardiacas-noticia/>
7. Ministerio De Salud Del Perú. Ministerio de Salud. 2022 [citado 13 de abril de 2024]. El 50.8 % de personas de 60 años a más tienen muy alto riesgo de padecer de enfermedades cardiovasculares. Disponible en:

- <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/655525-el-50-8-de-personas-de-60-anos-a-mas-tienen-muy-alto-riesgo-de-padecer-de-enfermedades-cardiovasculares>
8. Navas-Campo DR, Caballero DLM, Franco DCMB, Lacámara DLS, Ondiviela DAR, Muñoz DDI. Papel de la angiote en el diagnóstico de los puentes coronarios intramiocárdicos. Seram [Internet]. 18 de mayo de 2021 [citado 22 de marzo de 2023];1(1). Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/4208>
  9. Bitar P, Paolinelli P, Furnaro F. Tomografía computada cardíaca: estado actual. Revista Médica Clínica Las Condes. enero de 2018;29(1):33-43.
  10. Sternheim D, Power DA, Samtani R, Kini A, Fuster V, Sharma S. Myocardial Bridging: Diagnosis, Functional Assessment, and Management. Journal of the American College of Cardiology. noviembre de 2021;78(22):2196-212.
  11. Teragawa H, Oshita C, Ueda T. The Myocardial Bridge: Potential Influences on the Coronary Artery Vasculature. Clin Med Insights Cardiol. 1 de enero de 2019;13:1179546819846493.
  12. Ibarrola M. Myocardial Bridges a Forgotten Condition: A Review. Clin Med Img Lib [Internet]. 30 de enero de 2021 [citado 15 de marzo de 2023];7(1). Disponible en: <https://www.clinmedjournals.org/articles/cmil/cmil-7-162.php?jid=cmil>
  13. Cardinali Ré BA, Olgiati FJ, Ortiz LM, Echazarreta D, Portis M. Puente miocárdico sintomático ¿El paciente debe resignarse a los síntomas? 2019;
  14. Danós Lizárraga DP. Rendimiento diagnóstico de la angiografía coronaria por tomografía (angioTEM) para la estenosis coronaria en pacientes del servicio de cardiología de la Clínica San Felipe entre enero 2016 y marzo 2018. [Internet].

[Lima, Perú]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2019. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/7106>

15. Avellán LF, Flores VA, Fernández AF, Simba JF. Puente miocárdico como causa de dolor torácico, valorado por cardio-tC. *Revista argentina de radiología*. 2024;88(1):34-7.

16. Tarantini G, Fovino L, Barioli A, Schiavo A, Fraccaro C. A Clinical Approach to Diagnosis and Treatment of Left Anterior Descending Artery Myocardial Bridge. *J Lung Health Dis*. 1 de junio de 2018;2(4):6-10.

17. Vallejos\_dr.pdf [Internet]. [citado 12 de abril de 2024]. Disponible en: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17079/Vallejos\\_dr.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17079/Vallejos_dr.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

18. Ramos Inga JC. Incidencia de puente miocárdico en pacientes sintomáticos sometidos a angiografía coronaria [Internet]. [Lima, Perú]: Universidad Nacional San Marcos; 2008 [citado 12 de abril de 2024]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/14382>

19. Schnittger I, Boyd JH, Tremmel JA. A Step Back in the Diagnosis and Management of Myocardial Bridging. *The Annals of Thoracic Surgery*. 1 de junio de 2020;109(6):1950.

20. Cabrejos CJPP, Avelino LNHH. Factores que influyen en la calidad de imagen de las angiotomografías coronarias [Internet]. [Lima, Perú]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2023. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/13572>

21. Soto Quispe L. Dosis de radiación efectiva por reconstrucción iterativa estadística adaptativa (ASIR-V) en angiotomografías coronarias en la Clínica

Internacional – sede San Borja. Agosto – octubre 2018. [Lima, Perú]: Universidad Nacional San Marcos; 2019.

22. Contreras-Alcázar K, Díaz-Taípe C, Rodríguez-Laura Z, García-Salazar D, Nieto-Alejo Y, Moreno-Loaiza O, et al. Reporte de un caso de puente intramiocárdico en arteria coronaria derecha. *Medwave*. 19 de diciembre de 2018;18(08):e7379-e7379.

23. Origen y trayecto anómalo de las arterias coronarias evaluadas por angiotomografía coronaria del 2012 al 2014 en la clínica internacional [Internet]. [citado 12 de abril de 2024]. Disponible en: [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4282/Pimentel\\_vr.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4282/Pimentel_vr.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

24. García Cuevas C, Mata Cuevas L, Roque Corzo J, Perez Gonzalez J, Companioni Sola Y, Corso Gonzalez L. Caracterización de pacientes con diagnóstico de puente intramiocárdico. *Cuba Salud*. 2022;8 pág.

25. Ibarrola M. Multiple myocardial bridges associated with left-ventricular dysfunction, intermittent left bundle branch block, and cardiac memory: A case report. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. marzo de 2019;24(2):e12594.

26. Javadzadegan A, Moshfegh A, Mohammadi M, Askarian M, Mohammadi M. Haemodynamic impacts of myocardial bridge length: A congenital heart disease. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. julio de 2019;175:25-33.

## ANEXOS

**Tabla 1 - CLASIFICACIÓN DE LOS PUENTES MIOCÁRDICOS**

---

<b>ARTERIA CORONARIA</b>	
EPICÁRDICA	Arteria con trayecto normal  Superficial: De 1 a 2mm de profundidad.  Asintomáticos
PUENTE MIOCÁRDICO	Profundo: mayor a 2mm de profundidad.  Longitud: mayor a 25mm  Sintomáticos

---

Autor: Sternheim et al 2021

**Tabla 2 - PRESENTACIÓN CLÍNICA**

---

<b>PRESENTACIÓN CLINICA</b>	
1.	Angina estable
2.	Síndrome coronario agudo
3.	Ateroesclerosis
4.	Trombosis
5.	Diseccción arterial
6.	Infarto de miocardio
7.	Muerte súbita
8.	Síndrome de Tako-tsubo

---

Autor: Murtaza et al 2020

**Tabla 3 - CLASIFICACIÓN POR ANGIOTEM CORONARIA**

---

<b>CLASIFICACION POR ANGIOTOMOGRAFIA CORONARIA</b>	
1-	PM sin compresión
2-	PM con compresión < 50%
3-	PM con compresión > 50% Relacionados con los síntomas isquémicos.

---

Autor: Avellán et al 2024

**Tabla 4 - MÉTODOS DIAGNÓSTICOS DEL PM**

<b>TIPOS DE TÉCNICAS</b>	<b>MÉTODOS DIAGNOSTICOS VÁLIDOS DE PM</b>		<b>VENTAJAS</b>
<b>TÉCNICAS NO INVASIVAS</b>	Angiotomografía	AngioTEM coronaria	Alta resolución espacial Representación anatómica
<b>TÉCNICAS INVASIVAS</b>	Angiografía coronaria	Ecografía intravascular IVUS	Identifica la placa proximal al puente
<b>TÉCNICAS INVASIVAS</b>	Evaluación funcional del PM	Tomografía de coherencia óptica OCT	Representa la compresión sistólica

Autor: Murtaza et al 2020

**Tabla 5 - TRATAMIENTO DEL PM**

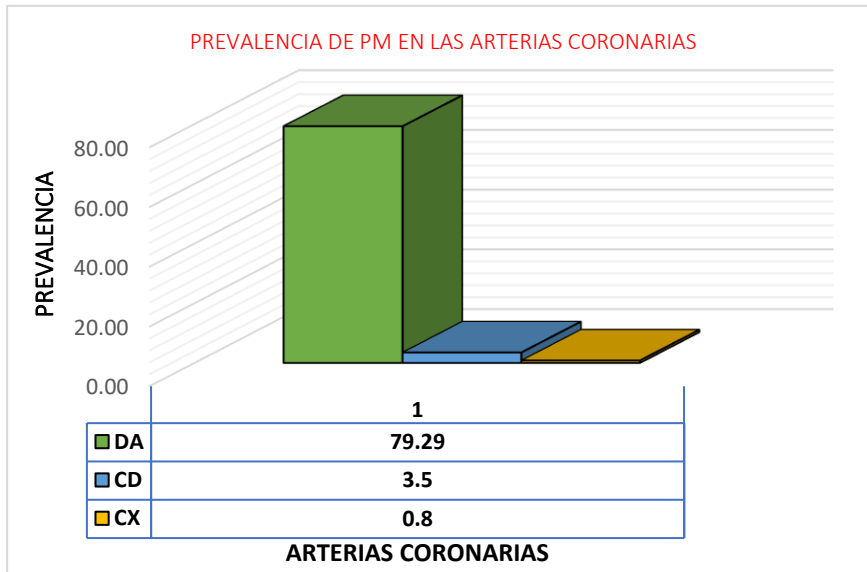
---

<b>TERAPEÚTICA</b>	
Primera línea	Beta bloqueadores
Terapia farmacológica	Bloqueadores de los canales de calcio
Intervención percutánea IPC	Colocación de un stent
Bypass coronario	Puede ser injerto arterial o venoso
Miotomía	Disección de las fibras miocárdicas subyacentes

---

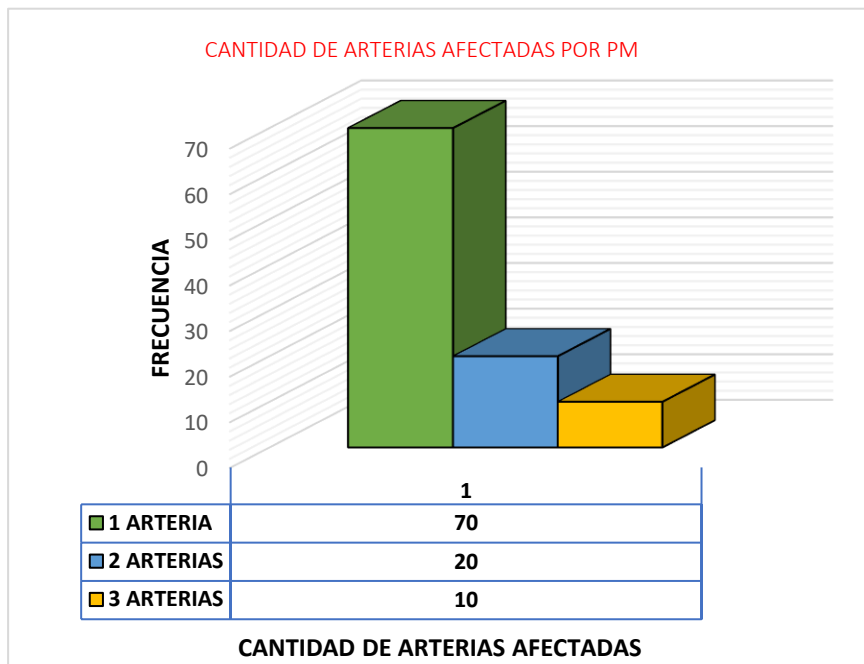
Autor: Sternheim et al 2021

**Gráfico N.º 1:** Representación de la prevalencia de puente intramiocárdico en las arterias coronarias



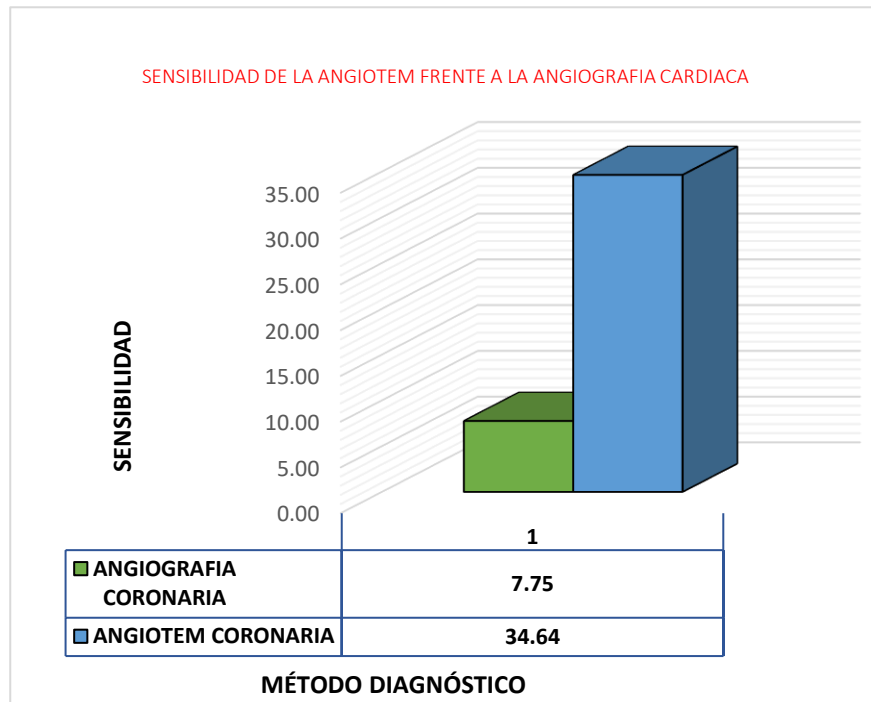
AUTOR: Elaboración propia

**Gráfico N.º 2:** Representación del número de arterias afectadas por puente intramiocárdico



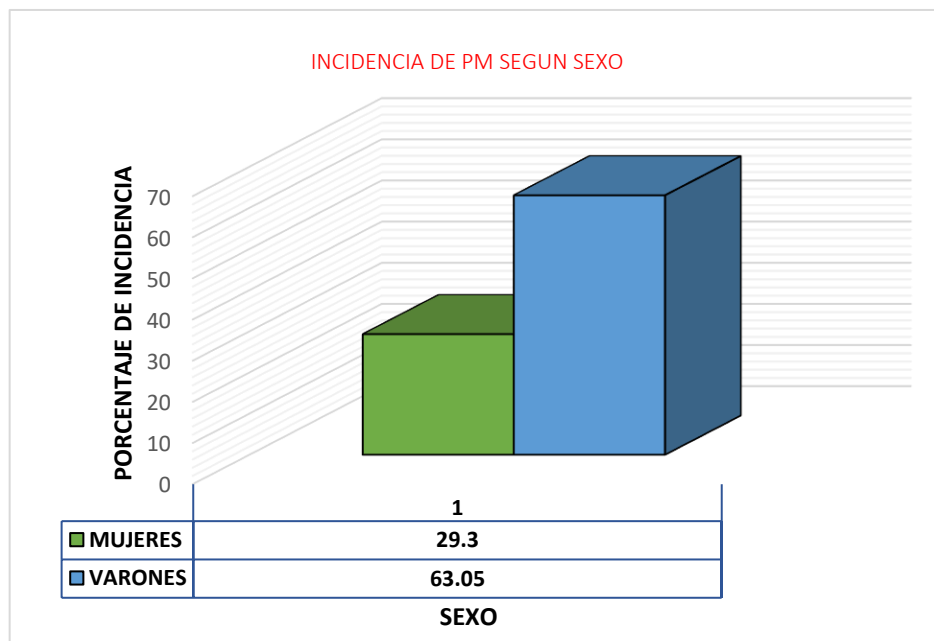
AUTOR: Elaboración propia

**Gráfico N.º 3:** Representación de la sensibilidad de la tomografía computada frente a la angiografía cardiaca en el diagnóstico de los PM



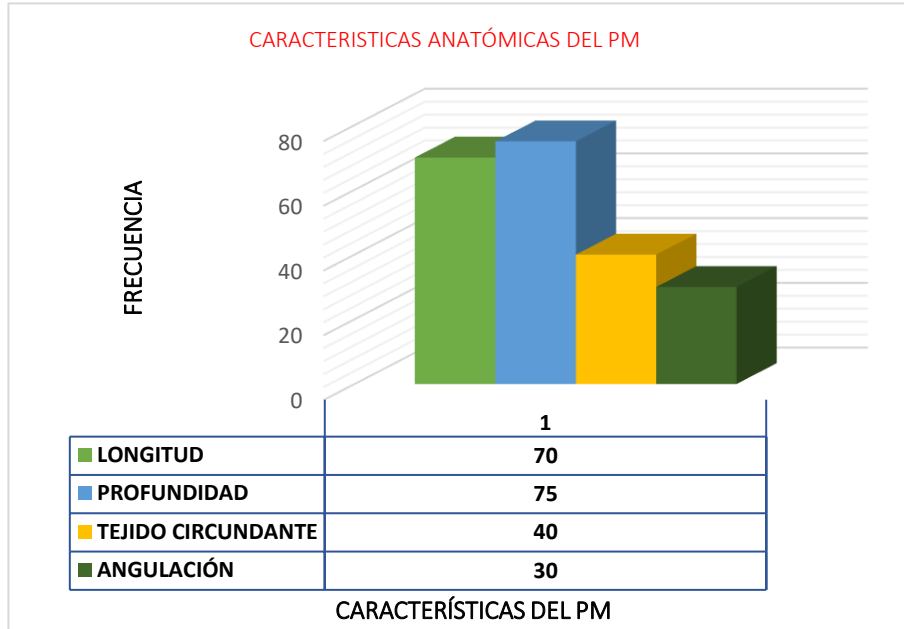
AUTOR: Elaboración propia

**Gráfico N.º 4:** Representación de la incidencia del PM según sexo



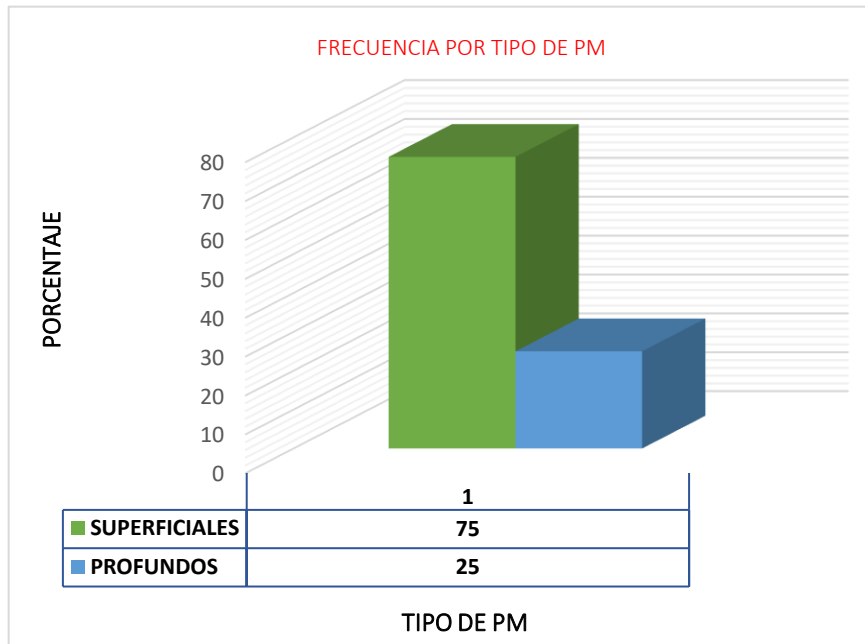
AUTOR: Elaboración propia

**Gráfico N.º 5:** Representación de la frecuencia de las características anatómicas del puente miocárdico



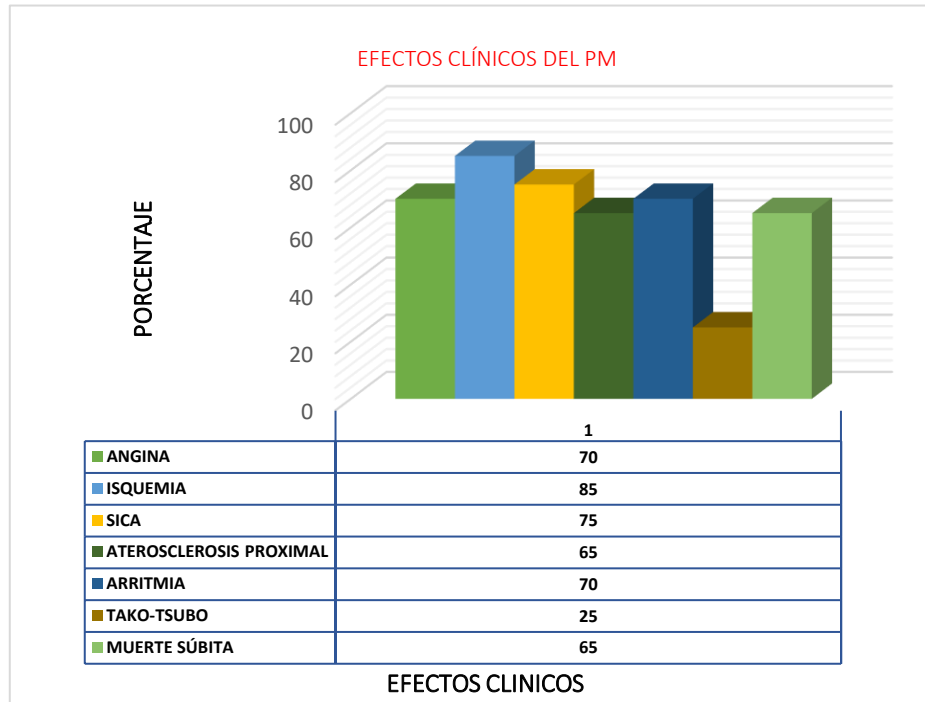
AUTOR: Elaboración propia

**Gráfico N.º 6:** Representación de la frecuencia de PM por su clasificación



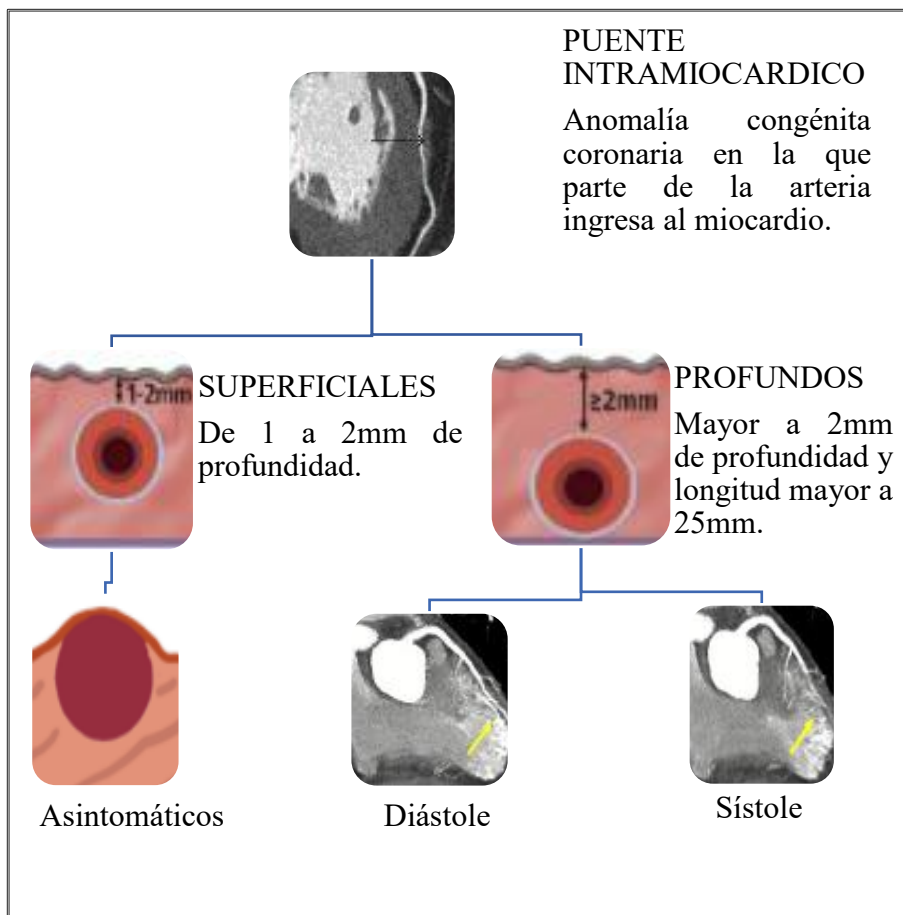
AUTOR: Elaboración propia

**Gráfico N.º 7:** Representación de la frecuencia del PM en relación a los efectos clínicos



**AUTOR:** Elaboración propia

## DIAGRAMA 1: PUENTE MIOCARDICO



AUTORES: Sternheim et al 2021, Navas et al 2021