



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "IGNACIO CHAVEZ"

TESIS DE POSGRADO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN CARDIOLOGIA

TITULO:
FRACCION DE EYECCION DEL SENO CORONARIO. ESTUDIO PILOTO

PRESENTA:
DR. ALVARO JOSE TORRE GARCIA

DIRECTOR DE ENSEÑANZA:
DR. JUAN VERDEJO PARÍS

DIRECTOR DE TESIS:
DR. ARTURO ABUNDES VELASCO

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MEXICO, JULIO 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



ASESOR DE TESIS
DR. ARTURO ABUNDES VELASCO



DIRECTOR DE ENSEÑANZA
DR. JUAN VERDEJO PARÍS



DR. ALVARO JOSÉ TORRE GARCÍA

INDICE

I. Introducción.....	4
II. Marco teórico.....	5
II.I Antecedentes.....	5
II.II Planteamiento del problema.....	7
III. Justificación.....	7
IV. Objetivos.....	7
V. Hipótesis.....	8
VI. Material y métodos.....	8
VI.I Diseño de investigación.....	8
VI.II Población y muestra.....	9
VI.III Criterios de inclusión.....	9
VI.IV Criterios de exclusión.....	9
VI.V Procedimientos.....	9
VII. Variables.....	13
VIII. Análisis estadístico.....	22
IX. Resultados.....	23
X. Discusión.....	28
XI. Conclusiones.....	31
XII. Referencias.....	32

I. Introducción.

La cardiopatía isquémica junto con los eventos vasculares cerebrales son la principal causa de muerte en el mundo desde hace 15 años, sumando 15 millones de muertes anuales¹.

La angiografía coronaria es parte fundamental de la evaluación diagnóstica y terapéutica de los pacientes con cardiopatía isquémica. En la angiografía coronaria existen escalas conocidas como flujo TIMI (Thrombolysis in Myocardial Infarction) final que valora el flujo sanguíneo coronario epicárdico, y la escala TMP (TIMI Myocardial Perfusion) final que evalúa la microcirculación. Ambas son usadas como marcadores pronósticos, y debido a que describen la perfusión del miocardio se emplean para definir el éxito de la angioplastia coronaria percutánea, cuyo objetivo técnico es mejorar el flujo sanguíneo de la arteria coronaria enferma aumentando así la perfusión del miocardio.^{2,3}

En la angiografía coronaria unos cuantos latidos después de observar las arterias coronarias se inicia la opacificación del seno coronario. El seno coronario es una estructura tubular ubicada en el surco auriculoventricular posterior que forma parte del sistema venoso del corazón, en él confluye la sangre proveniente de la mayor parte del ventrículo izquierdo.⁴

El interés del seno coronario ha resurgido por su implicación para los electrofisiólogos en la resincronización cardíaca y en la ablación de arritmias, y recientemente para los cardiólogos intervencionistas debido a su utilidad en la cardiopatía isquémica.⁵⁻⁷

II. Marco teórico

II.I Antecedentes

Se ha demostrado en los pacientes con enfermedad arterial coronaria que el flujo sanguíneo del seno coronario se encuentra disminuido.⁸ De igual manera se ha documentado por ecocardiografía que el flujo del seno coronario aumenta posterior a la revascularización quirúrgica y percutánea exitosa en el contexto de enfermedad coronaria estable. Igual se ha documentado que en pacientes con miocarditis y coronarias normales el flujo del seno coronario se encuentra reducido.⁹⁻¹¹

Otra variable fisiológica del seno coronario es su tiempo de llenado, descrito como el tiempo que tarda la sangre en pasar de la circulación coronaria epicárdica al seno coronario. Haridasan et al¹² demostraron que el tiempo de llenado del seno coronario se encuentra disminuido en paciente con angina y arterias coronarias normales comparado con pacientes sin angina sometidos a coronariografía previa a valvuloplastía mitral.

Por lo anterior se han propuesto estas dos variables angiográficas como marcadores de perfusión global debido que dependen del flujo arterial epicárdico⁹ (flujo del seno coronario) y microvascular (flujo del seno coronario y tiempo de llenado del seno coronario) de una mayor porción de tejido miocárdico, en comparación al flujo TIMI y TMP que evalúan la perfusión de una sola arteria a la vez. Inclusive en teoría, podría desempeñarse mejor que el flujo TIMI y TMP en predecir desenlaces cardiovasculares posterior a la revascularización percutánea.

Sin embargo aún no se ha comparado el tiempo de llenado del seno coronario en pacientes con enfermedad arterial coronaria contra pacientes sin enfermedad arterial coronaria. Tampoco se encontró en la literatura algún estudio que documente la relación del tiempo de llenado del seno coronario con el flujo TIMI y TMP en paciente con enfermedad arterial coronaria epicárdica.

D`Cruz IA et al¹³ describieron la contracción del seno coronario medido por ecocardiograma modo M. Observaron que el seno coronario disminuye su diámetro cerca de su desembocadura en la aurícula izquierda a casi la mitad de su diámetro máximo, esto sucede durante la contracción atrial y se encuentra ausente en pacientes con fibrilación auricular. El mismo autor propone que el seno coronario, aparte de funcionar como sistema de drenaje pasivo de la circulación coronaria, podría participar de manera directa a través de un mecanismo de “fuelle”, es decir, como un sistema de drenaje activo de la circulación coronaria.¹⁴ Posteriormente se describe la contracción del seno venoso por angiografía y se teoriza que una contracción exagerada podría modificar la circulación coronaria y la perfusión, interviniendo inclusive en el fenómeno de no reflujo.¹⁵

De tal manera que resulta interesante saber si la contracción del seno coronario influye en el flujo arterial coronario. Debido a que el seno coronario se contrae igual en su eje longitudinal al acortar su diámetro¹⁶, se podría estudiar su capacidad de drenar la circulación arterial coronaria midiendo la diferencia en porcentaje entre el volumen máximo y mínimo, es decir “la fracción de eyección del seno coronario”, y su relación con el tiempo de llenado del seno coronario

medido como el tiempo que tarda la sangre de pasar de la circulación arterial coronaria a la circulación venosa coronaria.

II.II Planteamiento del problema

Hasta el momento no se ha descrito el cambio porcentual de volumen del seno coronario, por lo que tampoco se conoce si este cambio se correlaciona con el tiempo que tarda la sangre de pasar de la circulación arterial coronaria al sistema venoso cardiaco.

III. Justificación

Si existiese una relación entre el cambio de volumen del seno coronario y el tiempo de llenado del mismo apoyaría la hipótesis de la participación activa del seno coronario en el drenaje sanguíneo del corazón. Lo anterior justificaría la realización de estudios invasivos, como podría ser la medición de los cambios de presión en el seno venoso y su relación con la presión intracoronaria, el tiempo de llenado del seno coronario y el flujo TIMI-TMP antes y después de la angioplastia. De encontrar una relación habría razón suficiente para considerar la existencia de una “fracción de eyección del seno coronario” lo que tendría implicaciones importantes en la fisiología coronaria y motivaría estudios a gran escala por sus posibles aplicaciones en pacientes con cardiopatía isquémica.

IV. Objetivos

Objetivo general:

Estudiar la implicación del cambio de volumen del seno coronario en el drenaje activo de la circulación coronaria.

Objetivos específicos:

- Correlacionar el cambio porcentual de volumen del seno coronario medido por angiografía con el tiempo de llenado del seno coronario.
- Estudiar la relación entre el cambio porcentual de volumen del seno coronario medido por angiografía con el cambio porcentual de volumen medido por angiotomografía.
- Describir la relación del tiempo de llenado del seno coronario entre pacientes con y sin enfermedad arterial coronaria.
- Describir el cambio porcentual de volumen del seno coronario.

V. Hipótesis

H1: Existe correlación entre el cambio porcentual de volumen del seno coronario con el tiempo de llenado del seno coronario.

H0: No existe correlación entre el cambio porcentual de volumen del seno coronario y el tiempo de llenado del seno coronario.

VI. Material y métodos.

VI.I Diseño de investigación:

Se trata de un estudio unicéntrico, prospectivo, no aleatorizado, de casos consecutivos de pacientes sometidos a coronariografía en el departamento de hemodinámica del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez.

VI.II Población y muestra

La población se compone de pacientes mayores de 18 años de edad, ambos sexos, sometidos a coronariografía por cualquier causa en el Instituto Nacional de Cardiología reclutados de manera consecutiva del 1 Abril al 30 Junio del 2018.

VI.III Criterios de inclusión

- Se incluyeron pacientes de ambos sexos, mayores de 18 años edad sometidos a coronariografía en el Instituto Nacional de Cardiología.

- VI.III Criterios de exclusión.

- Se excluyeron aquellos pacientes que por la calidad de imagen se imposibilite una adecuada medición del seno venoso, sea por inadecuada opacificación del seno venoso o por cualquier otra razón a criterio del investigador. Se excluyeron igual pacientes con cardiopatía congénitas, incluyendo drenaje anómalo de venas pulmonares.

VI.IV Procedimientos

Se realizó el procedimiento de angiografía coronaria de la manera habitual a excepción que se realizaron grabaciones prolongadas en proyección anteroposterior craneal estándar a una velocidad de 15 cuadros/segundo hasta observar una adecuada opacificación del seno coronario y por lo menos el cambio

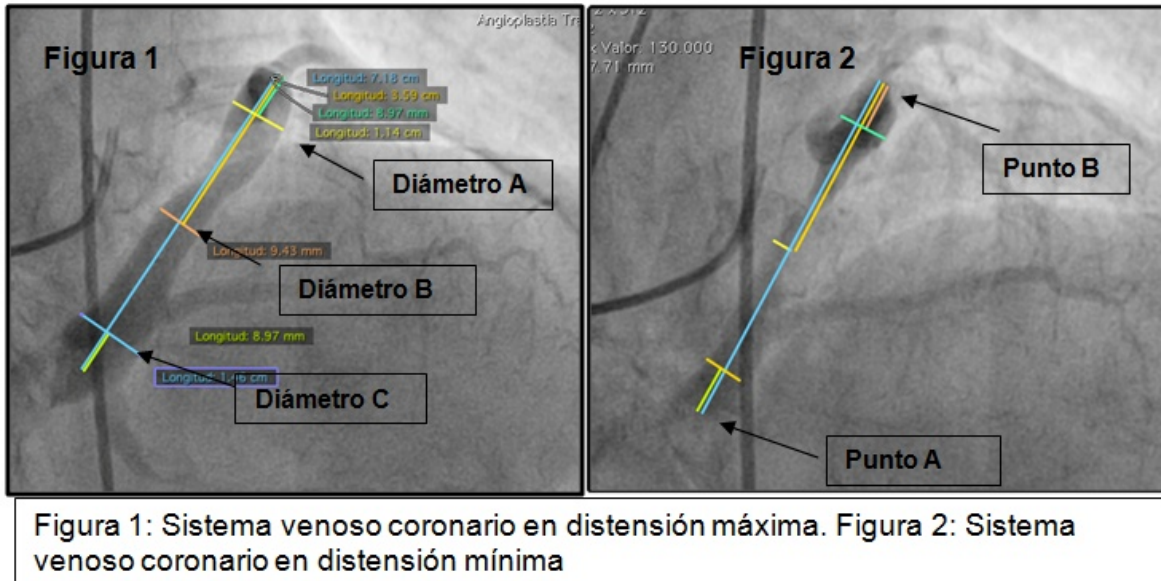
de volumen en un ciclo cardiaco. Las mediciones se realizaron una vez finalizado el procedimiento utilizando las grabaciones angiográficas en el programa OsiriX Lite versión 9.5.

En las imágenes en cine de la proyección anteroposterior craneal estándar se seleccionaron las imágenes con la máxima y mínima distensión del seno coronario a criterio del investigador. En ambas imágenes se realizaron las siguientes mediciones para calcular el volumen máximo y mínimo respectivamente.

- Longitud del seno venoso coronario: Debido a las variaciones anatómicas del sistema venoso coronario y trayecto oblicuo por el surco auriculoventricular, con el fin de estandarizar la medición y reproducirla, se definió la longitud trazando una línea recta por su eje longitudinal desde la desembocadura del seno coronario en la aurícula derecha (Punto A) hasta el punto más distal al primero (Punto B). En aquellos casos en donde fuera visible se definió el Punto B como el sitio de unión de la gran vena cardiaca con la vena lateral.

- Diámetros: Debido a que la contracción segmentaria del seno coronario no es de la misma magnitud a lo largo de su eje mayor, se calcularon tres diámetros. Para el diámetro A se trazó una línea perpendicular sobre el eje longitudinal a una distancia igual a un octavo de la longitud total partiendo desde el punto B y en dirección al punto A. Para el diámetro B se trazó una línea perpendicular sobre el eje longitudinal a la mitad de la longitud del seno coronario. Para el diámetro C se trazó una línea perpendicular sobre el eje longitudinal a una distancia igual a

un octavo de la longitud total partiendo desde el punto A y en dirección el punto B. (Figura 1 y 2)



- Volumen: Se calcularon 3 volúmenes usando el diámetro A,B y C, con la fórmula del cono ($V = \pi \times r^2 \times h/3$) y cilindro ($V = \pi \times r^2 \times h$) tanto en distensión máxima como mínima . El resultado se dividió entre 1000 para convertir el resultado a cm^3 . Se promediaron los 3 volúmenes máximos y mínimos con el que se obtuvo el volumen máximo y mínimo promedio.

- Cambio de volumen porcentual: Se calculó el cambio de volumen porcentual para los tres volúmenes máximo y mínimo (volumen con diámetro A, volumen con diámetro B y volumen con diámetro C) tanto para la fórmula del cono y cilindro de la siguiente manera.

Cambio de volumen porcentual = $(\text{Volumen máximo} - \text{Volumen mínimo} / \text{Volumen máximo}) \times 100$.

Finalmente se calculó el cambio de volumen porcentual promedio usando los 3 resultados tanto para la fórmula del cono y cilindro (cambio de volumen porcentual con el diámetro A, B y C respectivamente).

- Tiempo de llenado del seno venoso: Definido como el tiempo en segundos que tarda el contraste de pasar de la arteria coronaria epicárdica a través de la microcirculación y llegar al seno venoso. El tiempo de llenado del seno venoso se estimó mediante el conteo de cuadros desde el momento de llenado de la primera arteria diagonal o septal (lo que ocurra primero) al inicio del llenado del seno venoso. El primer cuadro es aquel en el que se visualiza la opacificación completa a lo ancho de la primera arteria diagonal o septal, el último cuadro como aquel en el que se visualice el contraste en el Punto B. Se calculó de la siguiente manera.

Tiempo de llenado del seno coronario = último cuadro - primer cuadro / 15.

Para dar validez al estudio se realizó el cálculo usando el cambio porcentual de volumen medido por angiotomografía. Para eso se seleccionaron estudios consecutivos de angio - TC (tomografía computada) de coronarias realizados con protocolo retrospectivo no modulado o con modulación regular que contaran con calidad de imagen suficiente para la cuantificación del volumen del seno coronario: atenuación suficiente a nivel del seno venoso coronario (mínimo 100 UH), nivel señal-ruido diagnóstico a lo largo de todas las fases del ciclo (a juicio del médico especialista en imagen cardiovascular). Se excluyeron aquellos pacientes con dilatación severa de atrio derecho o del seno coronario así como los pacientes con

vena cava persistente izquierda con drenaje a seno coronario. La totalidad de los estudios fueron realizados en un equipo de energía dual de 256 detectores (SIEMENS, Somatom Definition Flash). En todos los pacientes se administró material de contraste no iónico. Se aplicaron los protocolos de adquisición y se utilizaron técnicas de reducción de dosis de acuerdo a las guías de la SCCT.¹⁷

Para la cuantificación del volumen se utilizaron las reconstrucciones multifásicas obtenidas cada 10% a lo largo de todo el ciclo cardiaco (0-100%) con grosor de corte de 1.5 mm. Se seleccionaron las fases con máxima y mínima distensión del seno coronario. En reconstrucciones multiplanares doble oblicuas se obtuvo el eje real del seno coronario. Mediante la herramienta de Volumen de manos libres (SYNGOVIA 2.0, SEIEMENS), se trazó el área del seno coronario en cada corte cubriendo toda su extensión para obtener un volumen total del seno coronario definido como el volumen comprendido desde el inicio del trayecto horizontal en el surco atrioventricular inferior del seno hasta la desembocadura del seno en la aurícula derecha. Obteniendo así un volumen máximo y mínimo a lo largo del ciclo cardiaco.

VII. Variables

NOMBRE	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	DEFINICION OPERACIONAL	UNIDAD DE MEDICION
Género	Cualitativa	Nominal dicotómica	Masculino o femenino	

Edad	Cuantitativa	Discreta	Edad cumplida al momento de la selección de la muestra	años
Peso	Cuantitativa	Continua	Valor comentado en el expediente clínico	Kg
Talla	Cuantitativa	Continua	Valor comentado en el expediente clínico	metros
Índice de Masa Corporal	Cuantitativa	Continua	Valor comentado en el expediente clínico	Kg/m2
Frecuencia cardiaca al inicio de la coronariografía	Cuantitativa	Discreta	Valor comentado en el expediente clínico	latidos/min
Presión arterial sistólica al inicio de la coronariografía	Cuantitativa	Discreta	Valor comentado en el expediente clínico	mm de Hg
Presión arterial diastólica al inicio de la coronariografía	Cuantitativa	Discreta	Valor comentado en el expediente clínico	mm de Hg
DM2	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Diagnostico comentado en el expediente clínico	
HAS	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Diagnostico comentado en el expediente clínico	
Dislipidemia	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Diagnóstico comentado en el expediente clínico	

Tabaquismo	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Antecedente comentado en el expediente clínico	
Fibrilación auricular	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Diagnostico comentado en el expediente clínico	
Insuficiencia Cardíaca Congestiva	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Diagnostico comentado en el expediente clínico	
Fracción de eyección del ventrículo izquierdo por ecocardiograma	Cuantitativa	Continua	Valor comentado en el expediente clínico	porcentaje
Enfermedad Arterial Coronaria	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Oclusión $\geq 70\%$ del diámetro de la arteria coronaria descendente anterior o circunfleja, o $\geq 50\%$ del tronco coronario izquierdo por angiografía coronaria.	
Longitud máxima del seno coronario	Cuantitativa	Continua	Distancia a lo largo del eje longitudinal del seno coronario desde la desembocadura del mismo en la aurícula derecha (Punto A) hasta el punto mas distal al primero (Punto B) medida en la imagen con mayor distensión visual del seno venoso.	Milímetros

Longitud mínima del seno coronario	Cuantitativa	Continua	Distancia a lo largo del eje longitudinal del seno coronario desde la desembocadura del mismo en la aurícula derecha (Punto A) hasta el punto mas distal al primero (Punto B) medida en la imagen con menor distensión visual del seno venoso.	Milímetros
Diámetro A	Cuantitativa	Continua	Distancia trazada a lo ancho del seno coronario mediante una línea perpendicular sobre el eje longitudinal a una distancia igual a un octavo de la longitud del seno coronario, partiendo desde el punto B y en dirección al punto A	Milímetros
Diámetro B	Cuantitativa	Continua	Distancia trazada a lo ancho del seno coronario mediante una línea perpendicular a la mitad de la longitud del seno coronario.	Milímetros
Diámetro C	Cuantitativa	Continua	Distancia trazada a lo ancho del seno coronario mediante una línea perpendicular sobre el eje longitudinal a una distancia igual a un octavo de la longitud del seno coronario, partiendo desde el punto A y en dirección al punto B	Milímetros

Cambio porcentual del diámetro A	Cuantitativa	Continua	(Diámetro máximo A- diámetro mínimo A/ diámetro máximo A) x 100	porcentaje
Cambio porcentual del diámetro B	Cuantitativa	Continua	(Diámetro máximo B- diámetro mínimo B/ diámetro máximo B) x 100	porcentaje
Cambio porcentual del diámetro C	Cuantitativa	Continua	(Diámetro máximo C- diámetro mínimo C/ diámetro máximo C) x 100	porcentaje
Volumen máximo con diámetro A fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	$((3.1416 \times (\text{diámetro } A/2)^2 \times \text{longitud máxima})/3) / 100$	cm ³
Volumen máximo con diámetro A fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	$(3.1416 \times (\text{diámetro } A/2)^2 \times \text{longitud máxima}) / 100$	cm ³
Volumen mínimo con diámetro A fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	$((3.1416 \times (\text{diámetro } A/2)^2 \times \text{longitud mínima})/3) / 100$	cm ³
Volumen mínimo con diámetro A fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	$(3.1416 \times (\text{diámetro } A/2)^2 \times \text{longitud mínima}) / 100$	cm ³

Cambio volumen porcentual calculado con diámetro A y volumen fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	(volumen cono máximo A-volumen cono mínimo A/volumen cono máximo A) x 100	porcentaje
Cambio volumen porcentual calculado con diámetro A y volumen fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	(volumen cilindro máximo A-volumen cilindro mínimo A/volumen cilindro máximo A) x 100	porcentaje
Volumen máximo con diámetro B fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	$((3.1416 \times (\text{diámetro B}/2)^2 \times \text{longitud máxima})/3) / 100$	cm ³
Volumen máximo con diámetro B fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	$(3.1416 \times (\text{diámetro B}/2)^2 \times \text{longitud máxima}) / 100$	cm ³
Volumen mínimo con diámetro B fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	$((3.1416 \times (\text{diámetro B}/2)^2 \times \text{longitud mínima})/3) / 100$	cm ³
Volumen mínimo con diámetro A fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	$(3.1416 \times (\text{diámetro B}/2)^2 \times \text{longitud mínima}) / 100$	cm ³

Cambio volumen porcentual calculado con diámetro B y volumen formula cono	Cuantitativa	Continua	(volumen cono máximo B-volumen cono mínimo B/volumen cono máximo B) x 100	porcentaje
Cambio volumen porcentual calculado con diámetro B y volumen formula cilindro	Cuantitativa	Continua	(volumen cilindro máximo B-volumen cilindro mínimo B/volumen cilindro máximo B) x 100	porcentaje
Volumen máximo con diámetro C fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	$((3.1416 \times (\text{diámetro } C/2)^2 \times \text{longitud máxima})/3) / 100$	cm ³
Volumen máximo con diámetro C fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	$(3.1416 \times (\text{diámetro } C/2)^2 \times \text{longitud máxima}) / 100$	cm ³
Volumen mínimo con diámetro C fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	$((3.1416 \times (\text{diámetro } C/2)^2 \times \text{longitud mínima})/3) / 100$	cm ³
Volumen mínimo con diámetro C fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	$(3.1416 \times (\text{diámetro } C/2)^2 \times \text{longitud mínima}) / 100$	cm ³

Cambio volumen porcentual calculado con diámetro C y volumen fórmula cono	Cuantitativa	Continua	(volumen cono máximo C-volumen cono mínimo C/volumen cono máximo C) x 100	porcentaje
Cambio volumen porcentual calculado con diámetro C y volumen fórmula cilindro	Cuantitativa	Continua	(volumen cilindro máximo C- volumen cilindro mínimo C/volumen cilindro máximo C) x 100	porcentaje
Volumen máximo promedio del seno coronario fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	Volumen cono máximo A + volumen cono máximo B + volumen cono máximo C/3	cm ³
Volumen máximo promedio del seno coronario fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	Volumen cilindro máximo A + volumen cilindro máximo B + volumen cilindro máximo C/3	cm ³
Volumen mínimo promedio del seno coronario fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	Volumen cono mínimo A + volumen cono mínimo B + volumen cono mínimo C/3	cm ³

Volumen mínimo promedio del seno coronario fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	Volumen cilindro mínimo A + volumen cilindro mínimo B + volumen cilindro mínimo C/3	cm ³
Cambio de volumen porcentual promedio fórmula del cono	Cuantitativa	Continua	Cambio volumen porcentual cono diámetro A + cambio volumen porcentual cono diámetro B + cambio volumen porcentual cono diámetro C/3	porcentaje
Cambio de volumen porcentual promedio fórmula del cilindro	Cuantitativa	Continua	Cambio volumen porcentual cilindro diámetro A + cambio volumen porcentual cilindro diámetro B + cambio volumen porcentual cilindro diámetro C/3	porcentaje
Ultimo cuadro	Cuantitativa	Continua Discreta	Cuadro del cine angiográfico en el que se visualice el contraste en el Punto B	
Primer cuadro	Cuantitativa	Continua Discreta	Cuadro del cine angiográfico en el que se visualiza la opacificación completa a lo ancho de la primera arteria diagonal o septal, lo que ocurra primero.	
Tiempo de llenado del seno coronario	Cuantitativa	Continua	Ultimo cuadro - primer cuadro / 15	segundos

Volumen máximo por tomografía	Cuantitativa	Continua	Volumen máximo calculado por tomografía	cm ³
Volumen mínimo por tomografía	Cuantitativa	Continua	Volumen mínimo calculado por tomografía	cm ³
Cambio volumen porcentual por tomografía	Cuantitativa	Continua	(Volumen máximo calculado por tomografía/ volumen mínimo calculado por tomografía/volumen máximo) x 100	porcentaje

VIII. Análisis estadístico.

Se realizó análisis estadístico descriptivo de las características basales de los pacientes y de las características volumétricas del seno coronario. Se compararon dichas características entre los pacientes en quienes se realizó angiografía contra los pacientes en quienes se realizó angiotomografía. Se analizó la relación del cambio de volumen del seno coronario con el tiempo de llenado del mismo.

Las variables con distribución normal fueron analizadas con la prueba chi-cuadrada y t-student. Las variables con distribución no normal fueron analizadas con la prueba U de Mann-Witney. Un valor de p menor de 0.05 se consideró significativo. Los datos se analizaron utilizando SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

IX. Resultados.

Las características de los pacientes entre el grupo de angiografía y el grupo de angiotomografía fue similar a excepción de la presión sistólica de la arteria pulmonar por ecocardiografía en quienes fue mayor en los pacientes de angiotomografía (Tabla 1 y 2).

Tabla 1: Características basales de los pacientes del grupo de angiografía y angiotomografía		
		n=52
Edad	media, DE	60.96 (11.96)
Sexo Fem	n, %	27 (51.9)
Peso	media, DE	69.49 (12.75)
Talla	media, DE	1.61 (0.0855)
IMC	media, DE	26.72 (4.17)
TAS	media, DE	117.80 (12.19)
TAD	media, DE	72.86 (9.64)
FC	media, DE	71.92 (11.00)
DM2	n, %	22 (42.31)
HAS	n, %	36 (69.23)
Dislipidemia	n, %	16 (30.77)
Tabaquismo	n, %	17 (32.69)
FA	n, %	4 (8)
ICC	n, %	14 (26.92)
FEVI (n=43)	media, DE	53.67 (14.11)
PSAP (n=30)	media, DE	33.53 (15.57)
DE= Desviación estándar		

Tabla 2: Características basales entre los pacientes del grupo de angiografía y angiotomografía.				
		Angiografía n=26	Angiotomografía n=26	Valor de p
Edad	media, DE	63.65 (9.36)	58.26 (13.76)	0.15
Sexo Fem	n, %	13 (50)	14 (53.85)	0.9
Peso	media, DE	70.75 (14.06)	68.23 (11.4)	0.7
Talla	media, DE	1.62 (0.09)	1.60 (0.07)	0.5
IMC	media, DE	26.82 (4.19)	26.63 (4.23)	0.8
TAS	media, DE	118.5 (16.49)	117.11 (5.47)	0.9
TAD	media, DE	74.23 (12.35)	71.5 (5.78)	0.5
FC	media, DE	73.73 (13.90)	70.11 (6.83)	0.13
DM2	n, %	14 (53.85)	8 (30.77)	0.16
HAS	n, %	20 (76.92)	16 (61.54)	0.36
Dislipidemia	n, %	9 (34.62)	7 (26.92)	0.38
Tabaquismo	n, %	9 (34.62)	8 (30.77)	0.76
FA	n, %	2 (7.69)	2 (8.33)	0.9
ICC	n, %	5 (19.23)	9 (34.62)	0.34
FEVI (n=43)	media, DE	56.38 (9.28)	51.54 (16.61)	0.46
PSAP (n=30)	media, DE	28.26 (15.11)	38.80 (14.65)	0.02

Se midieron las siguientes características morfométricas del seno coronario por angiografía coronaria en 26 pacientes: Longitud máxima media 74.73 mm \pm 13.86, longitud mínima media 70.55 mm \pm 13.82, con un cambio de longitud porcentual de 3.62% (1.01-9.25). En 3 pacientes (11.5%) no existió acortamiento longitudinal o incluso aumentó la longitud al momento de pasar de la mayor a la menor distensión visual. Durante la mayor distensión el mayor de los tres diámetros fue el diámetro C con una media de 12.56 mm \pm 4.02, al igual que durante la menor

distensión con $8.09 \text{ mm} \pm 3.15$. El diámetro C fue el presentó el mayor cambio porcentual entre la distensión mayor y menor con un cambio del $35.02\% \pm 15.69$. Lo mismo usando la fórmula del cilindro con 8.18 cm^3 (4.34-16.01) , 2.53 cm^3 (1.77-5.61), 61.39% (42.6-72.26) respectivamente. El volumen máximo promedio calculado con los tres diámetros fue de 2.53 cm^3 (1.31-2.90) con la fórmula del cono y 7.59 cm^3 (3.92-8.69) con la fórmula cilindro. Y el volumen mínimo promedio con los tres diámetros fue de $1.11 \text{ cm}^3 \pm 0.71$ y 2.92 cm^3 (1.58-4.62) respectivamente. El cambio de volumen porcentual usando el promedio del cambio de volumen con los tres diámetros fue de 45.87 ± 17.74 tanto para la fórmula del cono y cilindro (Tabla 3).

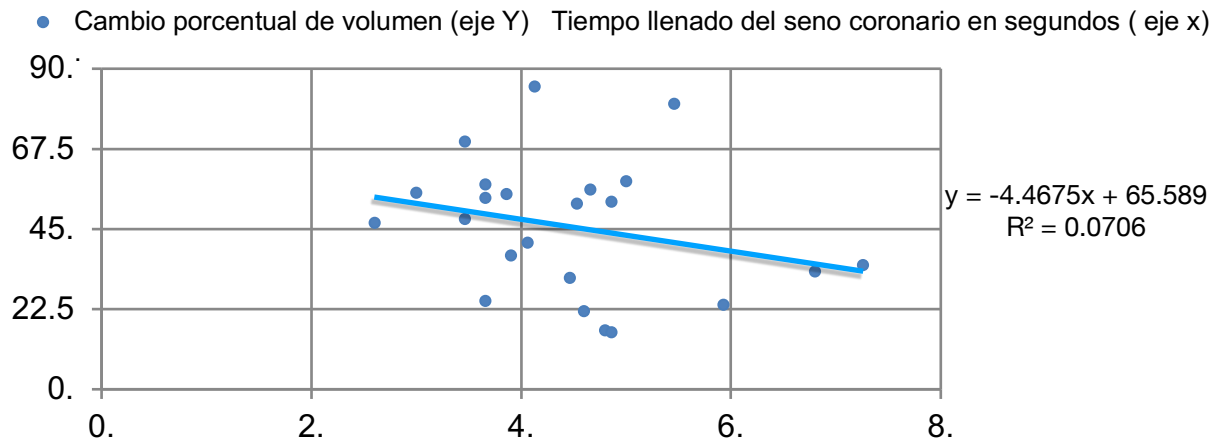
Tabla 3. Valores por angiografía			
		Media/Mediana	DE/IC25-75
Longitud máxima	mm	74.73	13.86
Longitud mínima	mm	70.55	13.82
Cambio porcentual de longitud*	%	3.62	1.01-9.63
Diámetro máximo A	mm	8.15	2.81
Diámetro mínimo A	mm	6.71	2.03
Cambio porcentual diámetro A*	%	16.59	6.15-26.77
Diámetro máximo B	mm	9.75	2.45
Diámetro mínimo B	mm	6.53	2.74
Cambio porcentual diámetro B*	%	29.72	20.21-51.23
Diámetro máximo C	mm	12.56	4.02
Diámetro máximo C	mm	8.09	3.15
Cambio porcentual diámetro c	%	35.02	15.69

Tiempo llenado seno coronario	seg	4.33	1.38
FORMULA DEL CONO			
Vol.max con diámetro A	cm3	1.44	0.89
Vol. min con diámetro A	cm3	0.92	0.54
Cambio % vol. diámetro A*	%	29.11	14.68-51.92
Vol.max con diámetro B*	cm3	1.67	1.24-2.62
Vol. min con diámetro B*	cm3	0.74	0.36-1.37
Cambio % vol. diámetro B*	%	55.88	40.80-76.36
Vol.max con diámetro C*	cm3	2.73	1.45-5.34
Vol. min con diámetro C	cm3	1.46	1.33
Cambio % vol. diámetro C	%	57.56	20.65
Vol max promedio diámetro A, B, C*	cm3	2.53	1.31-2.90
Vol min promedio diámetro A, B, C	cm3	1.11	0.71
Cambio % vol promedio diámetro A,B,C	cm3	45.87	17.74
FORMULA DEL CILINDRO			
Vol.max con diámetro A*	cm3	3.98	2.19-5.77
Vol. min con diámetro A	cm3	2.76	1.62
Cambio % vol. diámetro A*	%	29.11	14.68-51.92
Vol.max con diámetro B	cm3	6.06	3.38
Vol. min con diámetro B*	cm3	2.21	1.09-4.11
Cambio % vol. diámetro B*	%	55.88	40.80-76.36
Vol.max con diámetro C*	cm3	8.18	4.34-16.01
Vol. min con diámetro C*	cm3	2.53	1.77-5.61
Cambio % vol. diámetro C*	%	61.39	42.60-72.26
Vol max promedio diámetro A, B, C*	cm3	7.59	3.92-8.69
Vol min promedio diámetro A, B, C*	cm3	2.92	1.58-4.62
Cambio % vol promedio diámetro A,B,C	%	45.87	17.74
<p>* Variable con distribución no normal. En las variables con distribución normal se muestra la media y la desviación estándar (DE), en las variables con distribución no normal se muestra la mediana y el rango intercuartil.</p>			

No hubo diferencia estadísticamente significativa entre el cambio porcentual de volumen calculado por tomografía y con angiografía tanto para la fórmula del cono ni con la fórmula del cilindro (Tabla 4). No se encontró correlación al comparar la cambio porcentual de volumen con el tiempo de llenado del seno coronario, con una r^2 de 0.07. (Gráfica 1)

Tabla 4. Comparación de volúmenes y cambio porcentual de volumen medido por angiografía y angiotomografía.						
Valores por angiografía			Valores por TC			p
	Media/Mediana	DE/IC25-75		Media/Mediana	DE/IC25-75	
FORMULA DEL CONO						
Vol max promedio diámetro A, B, C *	2.53	1.31-2.90	Volumen máximo*	3.96	2.91-5.67	0.001
Vol min promedio diámetro A, B, C	1.11	0.71	Volumen mínimo*	2.22	1.38-2.94	0.001
Cambio % vol promedio diámetro A,B,C	45.87	17.74	Cambio % volumen	44.01	16.72	0.755
FORMULA DEL CILINDRO						
Vol max promedio diámetro A, B, C*	7.59	3.92-8.69	Volumen máximo*	3.96	2.91-5.67	0.01
Vol min promedio diámetro A, B, C*	2.92	1.58-4.62	Volumen mínimo*	2.22	1.38-2.94	0.43
Cambio % vol promedio diámetro A,B,C	45.87	17.74	Cambio % volumen	44.01	16.72	0.699
<p>* Variable con distribución no normal. En las variables con distribución normal se muestra la media y la desviación estándar (DE), en las variables con distribución no normal se muestra la mediana y el rango intercuartil.</p> <p>Unidad de volumen: cm³.</p>						

Gráfica 1



X. Discusión

Hasta nuestro conocimiento es el primer estudio en medir las características volumétricas del seno coronario. Saremi F et al¹⁶ reportaron el cambio de área por tomografía medido a una distancia de 15 mm del ostium, el área máxima fue de 52 mm² y mínima de 49 mm² con una $p = 0.26$, en su estudio en el 100% de los pacientes la longitud aumentó al aumentar el área, usando el momento de la contracción atrial y la mesodiástole como referencia. Comparándolo con nuestro estudio, creemos que la medición volumétrica del sistema venoso coronario podría tener mayor utilidad que la medición del área en un sólo punto, debido a como reportamos la magnitud de contracción no es la misma a lo largo del seno coronario, por lo que el cambio de volumen podría representar mejor el cambio de presión dentro del sistema. Igual encontramos que en el 11.5% de los pacientes no existió acortamiento longitudinal o incluso aumentó la longitud al momento de pasar de la mayor a la menor distensión visual, no se encontró relación con alguna

otra variable, la causa de este fenómeno y si tiene implicación clínica o pronóstica se desconoce.

Debido a que no se encontró antecedente de mediciones volumétricas del seno coronario ideamos una manera usando el promedio de tres diámetros y la fórmula geométrica del cono y del cilíndrico. Para darle validez al estudio se calculó el cambio de volumen por angiotomografía como referencia. Resulta interesante saber que no hubo diferencia usando tanto la fórmula del cono ni del cilindro. Aunque no hubo diferencia relevante entre ambos grupos los pacientes no fueron los mismos, la muestra es pequeña, y tampoco se utilizaron las mismas referencias anatómicas entre el grupo de tomografía y el grupo de angiografía. Aun así es importante destacar que usamos una sólo vista angiográfica en dos dimensiones (habitual durante los procedimientos de coronariografía) y la correlación con el método tomográfico tridimensional es buena.

Aunque no podemos demostrar de manera concluyente la relación del cambio porcentual del volumen del seno coronario (fracción de eyección del seno coronario) con su tiempo de llenado, expone por primera vez la idea que su cambio porcentual de volumen (no solo la variación del diámetro en un solo punto¹⁵) podría tener implicaciones importantes en la fisiología coronaria, creando un gradiente de presión dinámico entre la arteria coronaria y el sistema venoso coronario, funcionando así como un “fuelle” al drenar la sangre de la microcirculación, lo que tendría relevancia en la cardiopatía isquémica ,por ejemplo en el no-reflujo, un problema común en la cardiología intervencionista en donde aun no contamos con tratamientos comprobados eficaces.

Aunque no se midió la variabilidad inter e intraobservador de las mediciones angiográficas se percibió como limitante la dificultad para reproducir la medición de la longitud utilizando el Punto B, sin embargo el cambio de longitud fue del 5.57 % lo que podría no representar variaciones importantes en el volumen. De igual manera por las variaciones anatómicas y la dificultad para delimitar referencias angiográficas en la proyección utilizada, parte de las mediciones incluyeron la gran vena cardiaca. A pesar de ello el tiempo de llenado promedio reportado en otros estudios¹² donde utilizaron proyecciones oblicua anterior izquierda y derecha a 15 cuadros/segundo fue de 4.25 segundos \pm 0.72 en pacientes con angina y 3.46 segundos \pm 0.99 en pacientes sin angina (ambos sin lesión coronarias), comparado con nuestro estudio en donde fue de 4.33 segundos \pm 1.38.

Únicamente se reclutaron 7 pacientes sin enfermedad arterial coronaria significativa , por lo que no se realizó la correlación del tiempo de llenado del seno coronario entre los pacientes con y sin enfermedad arterial coronaria a falta de una n adecuada.

De tal manera, con base a los resultados encontrados proponemos a los interesados en esta línea de investigación lo siguiente:

1. Usar reconstrucción tridimensional del seno coronario utilizando software de angiografía rotacional para vencer la limitación de las referencias anatómicas.
2. En caso de registrar los cambios de presión por métodos invasivos del sistema venoso coronario el catéter se deberá situar en el sitio donde se midió el diámetro C, debido a que se identificó como el sitio con mayor cambio

porcentual de volumen a lo largo del sistema venoso coronario. Como otra opción se deberá registrar la presión en sitios diferentes a lo largo del sistema venoso debido a la existencia de contracción segmentaria como fue descrita.

3. Para la medición del tiempo de llenado del seno coronario se recomienda la angiografía a 30 cuadros/segundos debido a su mayor exactitud.
4. No se conoce aun la relación del tiempo de llenado del seno coronario entre los pacientes con y sin enfermedad arterial coronaria epicárdica.

XI. Conclusiones

Es posible medir el cambio porcentual del volumen del seno coronario por angiografía con proyección anteroposterior craneal estándar. El cambio de volumen porcentual es de 45.87 ± 17.74 . No se encontró relación entre el cambio porcentual de volumen del seno coronario y el tiempo de llenado del seno coronario, al menos en este estudio.

XII. Referencias.

1. WHO, Global Health Observatory (GHO) Data. <http://www.who.int/gho/en/>.
Published 2017.
2. Gibson CM, Cannon CP, Murphy SA, Marble SJ, Barron HV, Braunwald E. Relationship of TIMI myocardial perfusion grade to mortality after administration of thrombolytic drugs. *Circulation*. 2000;101:125e130.
3. Gibson CM, Pride YB, Buros JL, Kunadian V, Southard MC, Harrigan CJ; et al. "Relation of hyperemic epicardial flow to outcomes among patients with ST-segment elevation myocardial infarction receiving fibrinolytic therapy.". *Am J Cardiol*. 2008.101 (9): 1232–8.
4. Kwong RY. Global coronary blood flow reserve at the coronary sinus. Can old tricks find new roles?. *JACC Vol 70*. No 7.2017.
5. Ammar Habib, Nirusha Lachman, Kevin N. Christensen, Samuel J. Asirvatham; La anatomía del sistema venoso del seno coronario para el electrofisiólogo cardíaco, *EP Europace* , Volumen 11, Issue suppl 5, 1 de noviembre de 2009, páginas v15-v21
6. Verheye S et al. Efficacy of a device to narrow the coronary sinus in refractory angina. *N Engl J Med* 2015 Feb 5; 372:517.
7. Osama Ali Diab , Mostafa Helmy , Yasser Gomaa y Reem El-Shalakany. Efficacy and safety of coronary sinus aspiration during coronary

- angiography to attenuate the risk of contrast-induced acute kidney injury in predisposed patients. *Circ Cardiovasc Inter.* 2017;10: e004348.
8. Xiaozhi Zheng, Ping Ji, Hongwei Mao, Jianqun Hu. Reduced antegrade flow in the coronary sinus is a predictor of coronary artery stenosis in hypertensive patients. *J Ultrasound Med.* 2012 Jan; 31(1): 7–14.
 9. Lyubarova R, Boden WE, Fein SA, Schulman-Marcus J, Torossoff M. Successful percutaneous coronary intervention significantly improves coronary sinus blood flow as assessed by transthoracic echocardiography. *J Echocardiogr.* 2018 Jun; 16(2): 65-71.
 10. Nagaraja PS, Singh NG, Patil TA, et al. Transesophageal echocardiography estimation of coronary sinus blood flow for the adequacy of revascularization in patients undergoing off-pump coronary artery bypass graft. *Annals of cardiac Anaesthesia.* 2015;18(3): 380-384.
 11. Xiao-Zhi Zheng, Jing Wu, Quan Zheng, Wen-Zhang Zha. Coronary Sinus Flow Is Reduced and Recovered With Time in Viral Myocarditis Mimicking Acute Coronary Syndrome: A Transthoracic Doppler Echocardiographic Study. *J Ultrasound Med.* 2016 Jan; 35(1): 63–69.
 12. Haridasan V, Nandan D, et al. Coronary sinus filling time: a novel method to asses microcirculatory function in patients with angina and normal coronaries. *Indian Heart J.* 2013;65:142-146.

13. D'Cruz IA, Johns C, Shala MB: Dynamic cyclic changes in coronary sinus caliber in patients with and without congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1999;83:275–277.
14. Ivan A. D'Cruz, Arsalan Shirwany. Update on echocardiography of coronary sinus anatomy and physiology. *Echocardiography*. 2003 Jan; 20(1): 87–95.
15. Ricardo Krakover, Alexander Blatt, Alberto Hendler, Itzhak Zisman, Meir Reicher, Josef Gurevich, Eliahu Peleg, Zvi Vered, Edo Kaluski. Angiographic functional characterization of the coronary sinus. *Isr Med Assoc J*. 2005 Jun; 7(6): 374–376.
16. Farhood Saremi, Benjamin Thonar, Taraneh Sarlaty, Irene Shmayevich, Shaista Malik, Clyde W. Smith, Subramaniam Krishnan, Damián Sánchez-Quintana, Navneet Narula. Posterior interatrial muscular connection between the coronary sinus and left atrium: anatomic and functional study of the coronary sinus with multidetector CT. *Radiology*. 2011 Sep; 260(3): 671–679.
17. SCCT guidelines for the performance and acquisition of coronary computed tomographic angiography: A report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee Endorsed by the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*. 2016;10:435-49