



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

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "IGNACIO CHAVEZ"

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

TITULO:

**EFECTO DE LA ATENUACIÓN DEL STENT CORONARIO EN TC SIMPLE  
SOBRE SU EVALUABILIDAD A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA COMPUTADA DE  
256 CORTES.**

**P R E S E N T A:**

DR. JOAQUÍN ALVARADO GUERRERO.

DIRECTOR DE ENSEÑANZA:  
DR. JUAN VERDEJO PARIS

DIRECTOR DE TESIS:  
DR. MOISES JIMENEZ SANTOS.

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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "IGNACIO CHÁVEZ"



TESIS.  
TITULACIÓN DE CARDIOLOGÍA CLÍNICA.

**EFFECTO DE LA ATENUACIÓN DEL STENT CORONARIO EN TC SIMPLE  
SOBRE SU EVALUABILIDAD A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA COMPUTADA DE  
256 CORTES.**

---

Dr. Juan Verdejo París.  
Director de Enseñanza  
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

---

Dr. Moisés Jiménez Santos.  
Tutor de Tesis  
Adscrito del servicio de Tomografía Cardíaca.  
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"

---

Dr. Joaquín Alvarado Guerrero.  
Residente tercer año cardiología – Tesista.  
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"

## INDICE

1. Resumen.....	4
2. Antecedentes.....	5
3. Planteamiento del problema.....	11
4. Justificación.....	11
5. Objetivos.....	12
6. Hipótesis.....	13
7. Material y métodos.....	13
7.1 Diseño de investigación.....	13
7.2 Población y muestra.....	13
7.3 Criterios de inclusión.....	13
7.4 Procedimientos.....	14
8. Variables.....	14
9. Análisis estadístico.....	17
10. Resultados.....	17
11. Discusión.....	22
12. Conclusiones.....	23
13. Referencias.....	24

## 1. Resumen.

Introducción. La re-estenosis del stent actualmente con el uso de stents liberadores de fármaco es de alrededor del 10%. La angiotomografía se ha posicionado como una alternativa no invasiva a la angiografía coronaria para la valoración de los stents aunque se ve limitada por los artefactos metálicos del stent al momento de su valoración. Consideramos que la atenuación del stent en la fase del score de calcio puede predecir la evaluabilidad del stent a través de angiotomografía (AngioTC) coronaria.

Material y métodos. De manera retrospectiva se analizaron los stents de los pacientes con antecedente de angioplastia coronaria con endoprótesis coronaria a los cuales se les realizó angioTC de 256 cortes y de manera posterior angiografía. Se midió la densidad del stent, densidad central del stent y score del stent posteriormente se revisó si el stent fue valorable en la angiotomografía. Se analizó si condiciones como el diámetro del stent o la frecuencia cardíaca alteraban el rendimiento de la angiotomografía. Así mismo se revisó la exactitud diagnóstica de la angioTC de 256 cortes comparada con coronariografía convencional.

Resultados. Se analizó del 2010 al 2017 un total de 62 stents. Se encontraron 9 stents no valorables tenían un diámetro significativamente menor que los stents valorables ( $2.7 \pm 0.44$  vs  $3.3 \pm 0.54$ ; 95%,  $p < 0.01$ ) y una mayor densidad central ( $512 \pm 276$  vs  $282 \pm 142$ ; 95%,  $p < 0.01$ ). En el análisis del rendimiento diagnóstico de la angioTC con parámetros que condicionan artefactos en la interpretación no se encontró diferencia significativa. En el rendimiento diagnóstico de re-estenosis

del stent por angioTC se tuvo sensibilidad del 69%, especificidad del 87%, valor predictivo positivo del 64% y valor predictivo negativo del 89% con índice kappa de 83%.

Conclusiones. Se encontró que a mayor densidad central en TC simple exista, el stent no será evaluable por angioTC. La angiotomografía es un buen método para descartar re-estenosis intrastent por su alto valor predictivo negativo.

## **2. Antecedentes.**

Las enfermedades cardiovasculares son la causa líder de muerte en el mundo, responsable de más de 54 millones de muertes en 2013<sup>1</sup>. En México la cardiopatía isquémica de igual manera representa la principal causa de muerte en la población adulta<sup>2</sup>.

Actualmente la intervención coronaria percutánea e implementación de stents es la terapia líder de revascularización coronaria en pacientes con enfermedad arterial coronaria. Se realizó angioplastia coronaria percutánea en aproximadamente 954 000 pacientes y 1 029 000 cateterismos cardiacos diagnósticos en Estados Unidos en el 2010<sup>3</sup>.

La reestenosis posterior a angioplastia e implante del stent se ha considerado como el problema más importante del tratamiento intervencionista. El uso de stents liberadores de fármaco (SLF) en vez de stents metálicos desnudos (SMD) redujo las tasas de re-estenosis intrastent (RIS) de 20-30% a menos del 10%.

La RIS es el resultado de daño arterial con la proliferación de tejido neointimal posterior. La reestenosis binaria angiográfica se define como el estrechamiento luminal de más del 50% en angiografía de seguimiento<sup>4</sup>. La reestenosis clínica se define como estenosis de más del 50% acompañado de historia positiva de angina de pecho relacionada al vaso intervenido, datos de isquemia en reposo o durante el ejercicio relacionados al vaso intervenido y resultados anormales de cualquier prueba invasiva diagnóstica y funcional que correlacione con un FFR anormal y necesidad de revascularización subsecuente ó una lesión de más del 70% aun con ausencia de signos y síntomas de isquemia<sup>5</sup>.

En la era del SMD la RIS se reportó con una media de 5.5 meses posterior a la colocación del stent, con SLF el tiempo de ACTP a detección de RIS es de aproximadamente 12 meses.

Los factores de riesgo para RIS son diabetes mellitus, lesiones complejas (B2/C), vasos pequeños, stents largos y pobre expansión del stent. Los posibles mecanismos de RIS son resistencia o hipersensibilidad al fármaco, pobre expansión del stent, distribución de los struts no uniforme, fractura del stent, barotrauma del segmento intervenido y placas no cubiertas.

Los patrones morfológicos de RIS en SMD son los tipos no focales y SLF es focal, el cual se relaciona con mejor pronóstico<sup>4</sup>.

La ESC recomienda la imagen intracoronaria (IVUS/TCO) para el análisis de RIS. La imagen intracoronaria facilita la identificación de los mecanismos de reestenosis. Aproximadamente en el 60% RIS no es evaluable el mecanismo

etiológico más allá de la presencia de hiperplasia intimal. La tomografía por coherencia óptica (TCO) es la técnica preferida de estudio. Las limitaciones clave de la imagen intracoronaria son el tiempo adicional del procedimiento<sup>6</sup>. El costo del procedimiento que llega a limitar la práctica del cardiólogo intervencionista<sup>7</sup>.

La evaluación de los stents coronarios es un reto por los artefactos que genera el metal de los struts del stent y esporádicamente por los marcadores radio-opacos del stent. Los primeros intentos por visualizar el lumen de los stents coronarios fueron en 1996 usando sin lograr una imagen de calidad para su análisis<sup>8</sup>.

La tomografía computada multidetector (TC Multidetector) de 64 cortes introducida en el 2004, produce imágenes con resolución espacial submilimétrica obtenidas con sincronización con el ciclo cardiaco. Esta modalidad ha demostrado resultados favorables en la evaluación de enfermedad arterial coronaria comparados con angiografía coronaria invasiva y ultrasonido intravascular, y un resultado negativo realmente excluye obstrucción luminal importante<sup>9</sup>. La TC multidetector también se ha validado como una herramienta útil para evaluar el estado de los injertos de bypass coronario y stents coronarios<sup>10</sup>. Se han realizado múltiples análisis de exactitud diagnóstica de la angiotomografía coronaria comparada con la angiografía invasiva, Ehara et al, concluyeron que la RIS binaria puede ser excluida con alta probabilidad con angiotomografía coronaria de 64 cortes con una moderada tasa de falsos positivos<sup>11</sup>. Carrabba et al realizaron un meta-análisis de exactitud diagnóstica de RIS por angiotomografía coronaria, se encontró una sensibilidad del 86%, especificidad de 93%, una razón de verosimilitud positiva de 93% y negativa de 12.32% para RIS binaria, concluyeron



que la tomografía multidetector de 64 cortes tiene adecuada exactitud diagnóstica para RIS con un valor predictivo negativo particularmente alto (97%). Sin embargo, había una proporción considerable de stents no interpretables, en especial aquellos con diámetro menor a 3 mm. De acuerdo a esto la tomografía multidetector de 64 cortes puede ser una alternativa no invasiva para descartar RIS<sup>12</sup>. Pugliese, et al en un estudio clínico con tomografía computada de doble fuente encontró que el valor predictivo negativo fue del 100% para stents con diámetro mayor a 3 mm y 90% para stents menores de 2.75 mm. A demás el diámetro menor a 2.75 mm lleva a falsos positivos frecuentes<sup>13</sup>.

La mayoría de los stents usados en la práctica clínica son hechos de acero inoxidable 316 L o cromo de cobalto<sup>14</sup>, los stents hechos de platino pueden tener peores artefactos debido a la densidad incrementada del material, sin embargo siguen siendo evaluables<sup>15</sup>. El tamaño del stent y su arquitectura es en la mayoría de los casos un factor más importante que el material para observar el lumen del stent<sup>14</sup>. Los stents menores de 3 mm presentan con mayor frecuencia artefactos comparados con stents de diámetros mayores evaluados con TC multidetector de 256 cortes<sup>15</sup>. Los artefactos por la densidad del metal incluyen al endurecimiento del rayo ó “beam hardening” y el llamado artefacto por florecimiento o “blooming”; los primeros pueden simular placa no calcificada en proximidad al stent y los segundos pueden hacer que material denso del stent parezca que tiene un lumen menor al que realmente tienen<sup>16</sup>.

De acuerdo a los criterios de uso apropiado de tomografía computada cardiaca para la evaluación del riesgo en pacientes sintomáticos portadores de stent con diámetro mayor a 3 mm, el uso de la tomografía se considera incierto. En diámetro menor a 3 mm se considera inapropiado. En cuanto a pacientes asintomáticos y portadores de stent con diámetro mayor a 3 mm se considera indicación apropiada. Se considera criterio de uso inapropiado en stent con diámetro menor a 3 mm independientemente del tiempo transcurrido del implante. En stents con diámetro mayor a 3 mm colocado en un periodo menor a dos años se considera uso inapropiado por otro lado, en periodo mayor a dos años del implante se considera criterio de uso incierto.

La evaluación de la permeabilidad del stent es posible en casi todos los casos, pero la evaluación de RIS es muy dependiente del tamaño y composición del stent. La presencia de contraste distal al stent no es un signo definitivo de permeabilidad; en estos casos, es la reducción de contraste dentro de la luz del stent a comparación del vaso más allá del stent lo que da la información mas útil. Los recientes avances tecnológicos que han mejorado la resolución espacial han permitido mejorar la evaluación de los stents coronarios<sup>17</sup>.

Se han investigado diversos métodos para mejorar la evaluabilidad del stent y la exactitud diagnóstica de RIS por medio de TC multidetector. Kitaga et al investigaron el uso de medir la densidad del lumen coronario con la TC multidetector para detectar RIS. Se observó que el medir las diferencias de las densidades entre el lumen del vaso de referencia y la del lumen intra-stent usando TC multidetector es una técnica útil para detectar la RIS<sup>18</sup>. Yoshimura et usaron un

índice de restenosis intra-stent utilizando las densidades del lumen proximal y distal a la región con stent y usaron una corrección dependiendo el diámetro del stent. Se encontró mejoría de los valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo. Se concluyó que el uso del índice de restenosis del stent es superior a la estimación visual<sup>19</sup>.

Gao Y, et al buscaron si los cambios en la opacificación coronaria normalizado a la aorta (opacificación coronaria corregida) a través de los stents podía ayudar a identificar la severidad de RIS comparándola con coronariografía invasiva como referencia. Se encontró que la diferencia de opacificación coronaria correlaciona con la severidad de RIS y puede ayudar a diferenciar la RIS obstructiva (mas de 50%) de la no obstructiva (menor de 50%), incluso en stents menores de 3 mm de diámetro<sup>20</sup>. En la angiotomografía computada convencional los artefactos de metal hacen difícil la evaluación de la RIS. Amanuma et al, investigaron si la técnica de substracción a partir de la angiotomografía de arterias coronarias mejora la exactitud diagnóstica y encontraron que aumenta de manera significativa la exactitud diagnóstica para RIS (de 90 a 94%), incluso se pudieron evaluar stents de 2.5 mm<sup>21</sup>.

El score de calcio coronario se detecta utilizando un protocolo estandarizado que incluye una exploración secuencial prospectiva según el electrocardiograma, con un grosor de corte de 2.5 mm. El score de calcio no requiere contraste intravenoso y se realiza con baja exposición a la radiación (1 a 2 mSv). La cuantificación del calcio arterial coronario por TC incluye la medición del área y densidad de todos los focos de calcificación, definidos utilizando un umbral de 130 unidades

Hounsfield. La suma de las ponderaciones del área y de la densidad a lo largo de las arterias coronarias es la puntuación del score de calcio cuya medición son las unidades Agatston<sup>22</sup>.

### **3. Planteamiento del problema**

Los artefactos en la imagen por tomografía computada condicionados por el metal del stent hacen difícil la evaluación de la RIS por angiotomografía<sup>8</sup>. En algunos casos, a pesar de optimizar la técnica de adquisición de la angiotomografía de arterias coronarias, no es posible evaluar la permeabilidad de los stents debido al importante artefacto que existe derivado de los componentes metálicos del mismo.

Consideramos que a mayor atenuación del stent en la fase del score de calcio sin el uso de contraste, menor será la evaluabilidad del stent y por lo tanto la exactitud diagnóstica para RIS sera menor.

### **4. Justificación.**

Actualmente el método de elección para revascularización coronaria es la angioplastia percutánea. La RIS es una limitante de la angioplastia percutánea actual. Aún con los SLF hay una tasa de alrededor del 10% de RIS. Los métodos invasivos como ultrasonido intravascular, tomografía de coherencia óptica y angiografía coronaria convencional son el estándar de oro para la evaluación de RIS sin embargo implican que por el hecho de ser invasivos tienen riesgo de complicaciones y generan alto costo. La angiotomografía coronaria es una alternativa clara para descartar la RIS dado su alto valor predictivo negativo. La

limitante más importante esta representada por los artefactos metálicos generados por el material metálico del stent.

Consideramos que la cuantificación de la atenuación del stent en la serie del calcio coronario sin administración de contraste será un predictor para su evaluabilidad en la angiotomografía de arterias coronarias; también podría existir un punto de corte de atenuación para predecir aquellos stents evaluables de los que no.

## **5. Objetivos**

### Objetivo general:

Determinar si la atenuación del stent en la serie del calcio coronario (TC simple) sin el uso de medio de contraste predecirá la evaluabilidad del stent en la angiotomografía de arterias coronarias dual de 256 cortes (AngioTC).

### Objetivos específicos:

- Determinar si existe diferencia en el rendimiento diagnóstico de re-estenosis intra-stent por AngioTC comparado con angiografía coronaria invasiva en condiciones que predisponen artefactos.
- Determinar si existe diferencia entre la valoración del stent en condiciones que predisponen a desarrollar artefactos en la tomografía.
- Determinar la exactitud diagnóstica con AngioTC comparada con angiografía coronaria invasiva para el diagnóstico de RIS.

## **6. Hipótesis**

H1: Mientras mayor sea la atenuación sin contraste del stent en la TC simple será menos evaluable la re-estenosis intrastent por AngioTC.

H0: La densidad de atenuación sin contraste del stent no modifica la evaluabilidad de la re-estenosis intrastent por AngioTC.

## **7. Material y métodos.**

### 7.1 Diseño de investigación

Se trata de un estudio en único centro, retrospectivo, de evaluación de prueba diagnóstica en pacientes del Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”

### 7.2 Población y muestra

Pacientes con antecedente de angioplastia con stent a los que se les realizó AngioTC y que de manera posterior de realizó angiografía coronaria invasiva en un periodo no mayor a dos meses del 2010 al 2017 en el Instituto Nacional de Cardiología “Ignacio Chávez”.

La muestra es no probabilística, obtenida de la base de datos del departamento de tomografía del Instituto Nacional de Cardiología.

### 7.3 Criterios de inclusión.

Se incluyeron pacientes de ambos géneros, mayores de 18 años de edad con antecedente de angioplastia percutánea con stent a los cuales se realizó angiotomografía de coronarias y de manera posterior angiografía coronaria

invasiva en no mas de 2 meses. Se excluyeron los pacientes con angiografía coronaria de más de 2 meses posteriores a la angiotomografía y a pacientes sin conocer la marca del stent colocado.

#### 7.4 Procedimientos

Con la finalidad de este estudio se analizaron los stents de los pacientes que cumplían los criterios de inclusión.

Con el programa *syngo.CT scoring Siemens Healthcare, Erlangen, Germany* se midió el score de calcio de cada stent, la densidad del stent y la densidad central del stent en la TC simple. Se observó si los stents eran valorables o no para permeabilidad y RIS mayor al 50% de acuerdo a la densidad del stent, densidad central del stent, puntaje en unidades Agatston del stent y grosor del strut en la AngioTC. Se analizó la presencia de RIS por medio de AngioTC y de manera posterior se comparó con los hallazgos de la coronariografía invasiva.

#### 8. Variables

<b>NOMBRE</b>	<b>TIPO DE VARIABLE</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>UNIDAD DE MEDICION</b>
<b>Género</b>	Cualitativa	Nominal dicotómica	Masculino o femenino	<b>MEDICION</b>
<b>Edad</b>	Cuantitativa	Continua intervalo	Edad cumplida al momento de la selección de la	Años.

			muestra.	
<b>DM2</b>	Cualitativa	Nominal	Diagnostico comentado en el expediente clínico	SI/NO
<b>HAS</b>	Cualitativa	Nominal	Diagnostico comentado en el expediente clínico	SI/NO
<b>Dislipidemia</b>	Cualitativa	Nominal	Diagnóstico comentado en el expediente clínico	SI/NO
<b>Tabaquismo</b>	Cualitativa	Nominal	Antecedente comentado en el expediente clínico	SI/NO
<b>Frecuencia Cardiaca.</b>	Cuantitativa	Continua	Numero de latidos por minuto al momento de realizar el estudio	Latidos por minuto.
<b>Peso</b>	Cualitativa	Continua	Comentado en el expediente clínico	Kg
<b>IMC</b>	Cuantitativa	Continua	Comentado en el expediente clínico	Kg/cm2
<b>Diametro de</b>	Cuantitativa	Absoluta	Anchura del stent en	Mm



<b>stent</b>			el lumen del vaso	
<b>Grosor strut</b>	Cuantitativa	Absoluta	Anchura del sostén metálico del stent	Mm
<b>Material del stent.</b>	Cualitativa	Nominal	Componente metálico del que esta hecho la estructura del stent.	
<b>Permeabilidad del stent.</b>	Cualitativa	Dicotómica.	Presencia de contraste distal al sitio de implante del stent.	SI/NO
<b>% de restenosis del stent.</b>	Cualitativo	Ordinal	Grado de estenosis luminal del stent evaluado por TC/Cate	Porcentaje
<b>Densidad del stent.</b>	Cuantitativo	Continuo Intervalos	Atenuación del stent medido a través de la colocación de una región de interés	Unidades Hounsfield.
<b>Densidad central del stent.</b>	Cuantitativo	Continuo Intervalos	Atenuación intraluminal del stent Medido a través de la colocación de una región de interés	Unidades Hounsfield.

<b>Score del stent.</b>	Cuantitativo	Continuo	Producto de la	Unidades
		Intervalos	densidad del material	Agatston.
			del stent por su área.	

## 9. Análisis estadístico.

Se realizó análisis estadístico con el programa STATA 12.1. Se analizó si el stent fue valorable para RIS comparando la AngioTC con la coronariografía diagnóstica. Se compararon dos grupos; la AngioTC diagnóstica y la no diagnóstica. Las variables cuantitativas fueron analizadas con t student. Las variables cualitativas con  $\chi^2$ . Se tomó significancia estadística valor de p menor de 0.05. Se analizó la evaluabilidad del stent por AngioTC con diversas variables. Se compararon dos grupos; los stents valorables y no valorables. Las variables cualitativas se analizaron mediante t de student, las variables cualitativas con  $\chi^2$ . Se tomó significancia estadística valor de p menor de 0.05.

El rendimiento diagnóstico de RIS y permeabilidad del stent con AngioTC comparada con coronariografía diagnóstica se realizó a través de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo e índice kappa.

## 10. Resultados.

De marzo del 2010 a noviembre del 2017 se incluyeron 36 pacientes con una muestra de 62 stents en total. Dentro de la muestra la mayoría de los pacientes fueron hombres (83%) no obesos (IMC  $27 \pm 3.3$ ) con una media de edad de 61 años (Rango de 40-82 años). En sus antecedentes un tercio de los pacientes

tenían diabetes mellitus (30%), la mitad tenían dislipidemia y tabaquismo (50%) y la mayoría tenían hipertensión arterial (77%). (tabla 1).

Hubo 1.7 stents por cada paciente con una media de diámetro de 3.2 mm, densidad del stent de 426 UH, densidad central de 306 UH, Score del stent de 660 unidades Agatston (UA), grosor del strut de 0.103 mm. La mayor parte de los stents se localizaron en la porción proximal y media de la descendente anterior, seguido de porción media de la coronaria derecha y menos stents en la primera diagonal.

**Tabla 1 Datos demográficos.**

	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Hombres</b>	30	83
<b>Edad (rango)</b>	61 (40-82)	—
<b>DM2</b>	11	30
<b>Dislipidemia</b>	18	50
<b>Hipertensión Arterial</b>	28	77
<b>Tabaquismo</b>	18	50
<b>IMC (media)</b>	27	-
<b>Peso (media)</b>	71	-

La mayor parte de los stents eran de acero inoxidable (61%) y menos del 10% de los stents eran de platino (tabla 2).

**Tabla 2. Parámetros Stents.**

<b>Numero de stents</b>	62
<b>Stents por paciente. (media ±DS)</b>	1.7
<b>Diámetro de stent (media ±DS)</b>	3.2mm ± 0.5
<b>Densidad del stent (media ±DS)</b>	426 UH ±162
<b>Densidad central (media ±DS))</b>	306.2 ±UH 172
<b>Score del stent (media ±DS)</b>	660 UA ± 345
<b>Grosor del strut (media ±DS)</b>	0.103 mm ± 0.09
<b>Localización del stent. ***</b>	
<b>1 (%)</b>	2 (3.23)
<b>2</b>	10 (16.13)
<b>3</b>	2 (3.23)
<b>5</b>	3 (3.23)
<b>6</b>	12 (19.35)
<b>7</b>	12 (19.35)
<b>8</b>	5 (8.06).
<b>9</b>	2 (3.23)
<b>11</b>	4 (6.45)
<b>12</b>	3 (4.84)
<b>13</b>	6 (9.6)
<b>Material del stent</b>	
<b>Acero Inoxidable (%)</b>	38 (61.29)
<b>Cobalto</b>	18 (29.03)
<b>Platino</b>	6(9.68)

\*\*\* Diagrama de segmentación coronaria de la Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT).<sup>16</sup>

En el análisis de la evaluabilidad del stent se encontró que no fueron valorables 9 stents de 62 totales. Los stents no valorables tenían un diámetro significativamente menor que los stents valorables ( $2.7 \pm 0.44$  vs  $3.3 \pm 0.54$ ; 95%,  $p < 0.01$ ) y una mayor densidad central ( $512 \pm 276$  vs  $282 \pm 142$ ; 95%,  $p < 0.01$ ). El resto de parámetros evaluados no mostraron diferencia significativa. Se realizó un análisis multivariado encontrando que únicamente la mayor densidad central se asoció a la no evaluabilidad del stent ( $p < 0.01$ ). (tabla 3)

Tabla 3 Evaluabilidad del stent.

Variables.	No Evaluable. n= 9 X ± DS	Evaluable. n= 53 X ± DS	P
IMC.	27.71 ± 4.2	25.7 ± 3.1	0.10
Peso.	74 ± 12	71 ± 12	0.4
Frecuencia cardiaca.	62 ± 11	60 ± 8	0.20
Diametro stent	2.7 ± 0.44	3.3 ± 0.54	<b>&lt;0.01</b>
Densidad del stent.	475 ± 242	418 ± 146	0.33
Densidad central ~UH	<b>512 ± 276</b>	<b>282 ± 142</b>	<b>0.0014</b>
Grosor strut	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.2
Score de stent	526 ± 524	685 ± 302	0.2

En el análisis del rendimiento diagnóstico de la AngioTC con parámetros que condicionan artefactos en la interpretación (IMC, peso, frecuencia cardiaca, diámetro del stent, densidad del stent, grosor del strut y material del stent) no se encontró diferencia significativa. Así mismo el uso de isosorbide no mostro diferencia en el diagnóstico de RIS. (tabla 4).

Tabla 4. Re-estenosis del stent.

Variables.	No Diagnóstico n= 9 X± DS	Diagnóstico n= 44 x± DS	p
IMC.	24.88 ± 3.5	25.98 ± 3.0	0.34
Peso.	64.66 ± 11.92	72.47 ± 10	0.05
Frecuencia cardiaca.	64.33 ± 6.3	60.23 ± 9	0.20
Diametro stent.	3.11 ± .33	3.34 ± .57	0.25
Densidad del stent.	374.11±11	427.70 ±156	0.3
Densidad central	247.55 ± 103.6	289.74 ± 149	0.4
Grosor strut	0.11 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.08
	<b>No diagnóstico n (%)</b>	<b>Diagnóstico n (%)</b>	<b>P</b>
Isosorbide	8 (88%)	41 (95%)	0.42
Material de stent.			0.12
Acero Inoxidable	8 (88%)	23 (58%)	
Cobalto	1 (11%)	16 (36%)	
Platino	0	5 (9.43%)	

Con respecto al rendimiento diagnóstico de permeabilidad del stent por AngioTC comparado a coronariografía invasiva se encontró una sensibilidad del 100%, especificidad del 42%, valor predictivo positivo (VPP) del 93% y valor predictivo negativo (VPN) del 100% con índice kappa del 93.5%. En cuanto a RIS se tuvo sensibilidad del 69%, especificidad del 87%, valor predictivo positivo del 64% y valor predictivo negativo del 89% con índice kappa de 83%. (Figura 1 y 2).

<b>Permeabilidad del Stent.</b>			
	(+)	(-)	Total
<b>AngioTc</b>			
(+)	3	4	7
(-)	0	55	55
<b>Total</b>	3	59	62
<b>Sensibilidad</b>	<b>100% VPP</b>		<b>93%</b>
<b>Especificidad</b>	<b>42% VPN</b>		<b>100%</b>

Figura 1. Exactitud diagnostica Permeabilidad stent.

<b>Re-estenosis intrastent.</b>			
	(+)	(-)	Total
<b>AngioTc</b>			
(+)	35	4	39
(-)	5	9	14
<b>Total</b>	40	13	62
<b>Sensibilidad</b>	<b>69% VPP</b>		<b>64%</b>
<b>Especificidad</b>	<b>87% VPN</b>		<b>89%</b>

Figura 2. Exactitud diagnostica Re-estenosis intrastent.

## 11. Discusión

En el análisis de la evaluabilidad de la RIS el hallazgo mas significativo fue que a mayor densidad central del stent en TC simple, el stent no pudo ser evaluado por AngioTC, esto puede deberse al efecto de endurecimiento del rayo (“beam hardening”). Este resultado confirma la hipótesis central del presente trabajo. Las otras dos variables novedosas, densidad del stent y el score del stent, no tuvieron significancia estadística. El diámetro menor del stent limitó la evaluación del stent en nuestro estudio. La media de los stents no valorables fue de 2.7 mm. Se sabe que los stents menores a 3 mm son menos evaluables. No se encontró que el índice de masa corporal ni el peso alteraran la evaluabilidad del stent, cabe señalar que en ninguno de los grupos comparados había pacientes obesos. La frecuencia cardiaca en ambos grupos fue menor a 65 latidos por minuto, esto hizo que esta variable no ocasionara mayor impacto. El grosor del strut no mostró cambios en la evaluabilidad, se ha visto que el grosor más grueso genera artefactos de manera más prevalente.

El hecho de que la adquisición del score de calcio no requiere contraste iodado y la dosis de radiación es mínima, hace posible que se pueda utilizar la densidad central del stent por TC simple como predictor de evaluabilidad del stent. Este dato es innovador pues no se encontró nada al respecto en la literatura. En el grupo en el que no se pudieron evaluar los stents, el promedio de densidad central del stent fue de 512 UH.

En cuanto al rendimiento diagnóstico de la angioTC no encontramos que el índice de masa corporal, peso, frecuencia cardíaca, material del stent, grosor del strut y diámetro del stent alteren el rendimiento de la angioTC.

Estudios previos han demostrado alteración del rendimiento diagnóstico por AngioCT principalmente con el diámetro del stent menor a 3 mm y mayor grosor de los struts. La frecuencia cardíaca en los dos grupos fue menor de 65 latidos por minuto, por lo que no se observaron artefactos por movimiento cardíaco en las series analizadas. En los grupos comparados, las cifras del IMC no mostraron obesidad por lo cual no se presentó alteración en el rendimiento diagnóstico.

Las variables novedosas de nuestro estudio; densidad del stent, score del stent, densidad central del stent en la CT simple no presentaron alteración en el rendimiento diagnóstico.

En cuanto a la permeabilidad del stent se encontró un muy buen índice de acuerdo (93%) entre AngioCT y la coronariografía invasiva.

La exactitud diagnóstica para RIS observada por AngioCT, comparada con angiografía invasiva es muy similar a los estudios previos, por su alto valor predictivo negativo, 89% en nuestro estudio, lo cual hace a este método diagnóstico muy útil para descartar la RIS.

## **12. Conclusiones**

Se encontró que a mayor densidad central del stent en TC simple se observe, el stent no será evaluable por AngioTC; de esta forma podríamos predecir en



realidad, si sería de utilidad realizar la AngioTC en pacientes portadores de stents con densidades centrales elevadas medidas en la TC simple, evitando la exposición innecesaria del paciente a la administración de medio de contraste yodado y radiación ionizante.

El grosor del strut, IMC, peso, frecuencia cardiaca, material, diámetro, densidad central, densidad y score del stent no modifican el rendimiento diagnóstico de reestenosis intrastent por angioTC.

La angiotomografía es un buen método para descartar RIS por su alto valor predictivo negativo.

### **13. Referencias.**

1. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the burden of disease study 2013. *Lancet*. 2015; 385: 117-171.
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, censo de población 2015.
3. Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ, Go A, Arnett DK, Blaha MJ, et al. Executive Summary: Heart Disease and Stroke Statistics—2016 Update. *Circulation*. 2016. e296.
4. Dangas GD, Claessen BE, Caixeta A, Sanidas EA, Mintz GS, Mehran R. In-stent restenosis in the drug-eluting stent era. *J Am Coll Cardiol* 2010, 56: 1897-1907.

5. Cutlip DE, Windecker S, Mehran R, et al. Clinical endpoints in coronary stent trials: a case for standardized definitions. *Circulation* 2007; 115:2344-51.
6. Raber L, Mintz G, Konstantinos K, Johnson TW, Holm N, et al. Clinical use of intracoronary imaging. Part:1 guidance and optimization of coronary interventions. An expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions. *European Heart Journal*. 2018. 1-20.
7. Koskinas KC, Nakamura M, Raber L, Colleran R, Kadota R, et al Current use of intracoronary imaging in interventional practice: results of a European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) and Japanese Association of Cardiovascular Interventions and Therapeutics (CVIT) clinical practice survey. *Eurointerventions* 2018.
8. Schemermund A, Haude M, Baumgart D, Gorge G, et al. Non invasive assessment of coronary Palmaz-Schatz stents by contrast enhanced electron beam computed tomography. *Eur Heart J* 1996, 17:1546-1553.
9. Hamon M, Biondi-Zoccai GG, Malagutti P, et al Diagnostic performance of multislice computed tomography of coronary arteries as compared with conventional invasive coronary angiography: a meta-analysis.
10. Gaspar T, Halon DA, Lewis BS, et al. Diagnosis of coronary in-stent restenosis with multidetector row spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:1573-1579.
11. Ehara M, Kawai M, Sumerly JF, Matsubara T, et al. Diagnostic accuracy of coronary in-stent Restenosis using 64-slice computed tomography.

- Comparison with invasive coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49:951-9
12. Carrabba N, Schuijf JD, de Graaf F, Parodi G. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography for the detection of in-stent restenosis: A meta-analysis. *J Nucl Cardiol* 2010; 17:470-8.
  13. Pugliese T, Weustink AC, Van Mieghem C, Alberghina F, et al. Dual source coronary computed tomography angiography for detecting in-stent restenosis, *Heart* 2008, 94:848-854.
  14. Andre F, Muller Dirk, Korosglou G, Hosch W, et al. In vitro assessment of coronary stents in 256-multislice computed tomography angiography. *BMC research notes*. 2014, 7:38.
  15. Hicketier T, Wenning J, Doerner J, Maintz D, et al. Fourth update on CT angiography of coronary stents: in vitro evaluation of 24 novel stent types. *Acta Radiologica*. 2017. 0 1-6.
  16. Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, Cury R, et al. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary CT angiography: A report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*. 8 (2014) 342e358.
  17. Taylor AJ, Cerqueira M, McB Hodgson J, Mark D, O'Gara P, et al, ACCF/SCCT/AHA/ASE/ASNC/SCAI/SCMR 2010 Appropriate use criteria for cardiac computed tomography. *J Am Coll Cardiol*. 2010. 56:000-000.
  18. Kitawa T, Yamamoto H, Horiguchi J, Hirai N, et al. Usefulness of measuring coronary lumen density with multi-slice computed tomography to detect in-stent restenosis. *Internacional Journal of Cardiology*. 2008. 124, 239-243.

19. Yoshimura M, Nao Tomoko, Miura T, Okada M. New quantitative method to diagnose coronary in-stent restenosis by 64-multislice computed tomography. *Journal of Cardiology*. 2015. 65, 57-62.
20. Gao Y, Lu B, Hui Hou Z, Yu F, et al. Coronary in-stent restenosis: Assessment with corrected coronary opacification difference across coronary stents measured with CT angiography. *Radiology*. 2015. 275: 2.
21. Anuma M, Kondo T, Sano T, Takayanagu T, et al. Assessment of coronary in-stent restenosis: Value of subtraction coronary computed tomography angiography.
22. Voros S, Rivera JJ, Berman DS, et al. Guidelina for minimizing radiation exposure during acquisition of coronary artery calcium scan with the use of multidetector computed tomography; a report by the society for atherosclerosis imaging and prevention tomography imaging and prevention councils in collaboration with the society of cardiovascular computed tomography, *J Cardiovasc, Comput Tomogr* 5:75, 2011.