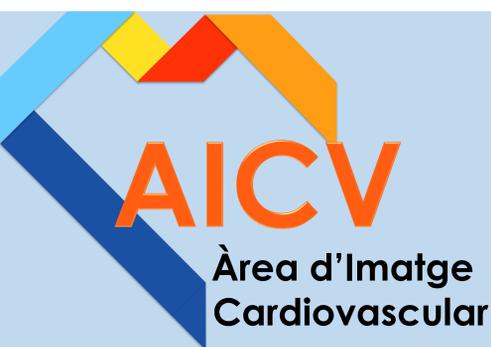


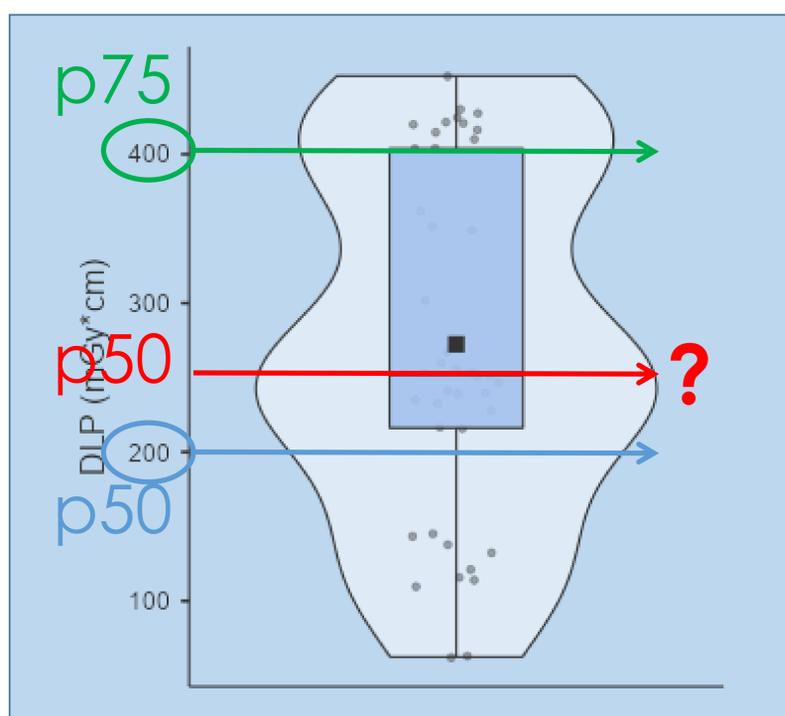
# Influencia del calcio coronario en un protocolo de angioTC coronaria: radiación ionizante y rendimiento diagnóstico tras su eliminación



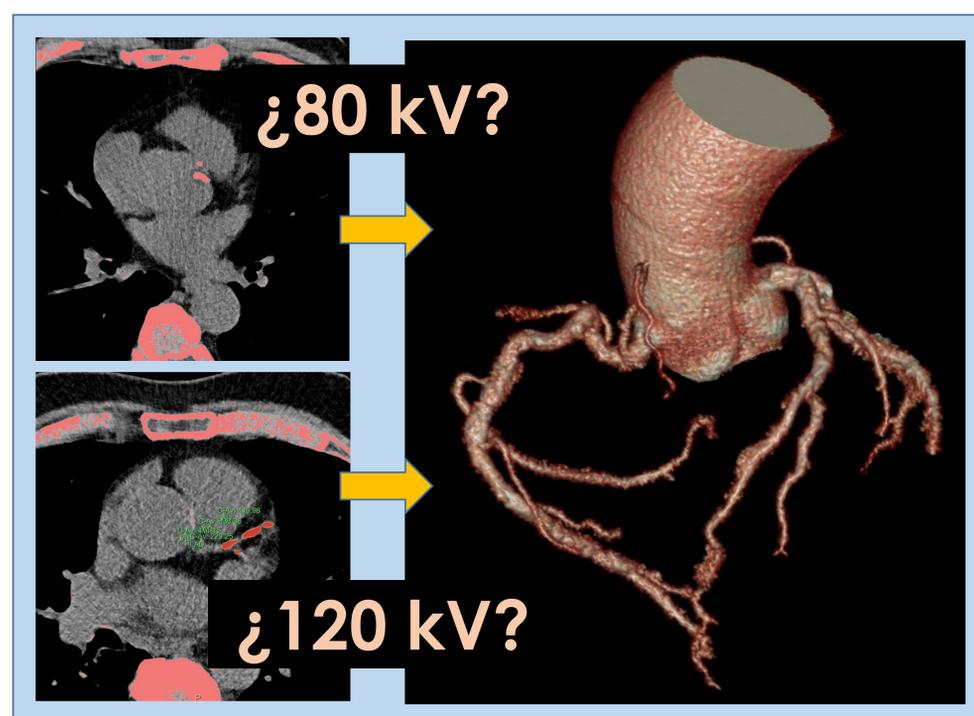
Hug Cuellar Calabria<sup>1</sup>, Anton Aubanell<sup>1</sup>,  
Gemma Burcet<sup>1</sup>, Marcela Juarez<sup>1</sup>, Albert Roque<sup>1</sup>,  
José Reyes-Juárez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitari Vall d'Hebron, Barcelona

## Objetivos



En el año 2017 el registro multicéntrico internacional de angioTC coronaria (aTCC) PROTECTION VI recomendó el valor de su percentil 75, 400 mGy\*cm, como el nivel de referencia superior para dicha técnica [1]. En una muestra de aTCC de nuestro centro pudimos observar que a pesar de mantenernos dentro del nivel de referencia propuesto, nuestro DLP mediano (253 mGy\*cm) era superior al del PROTECTION VI (195 mGy\*cm).



En nuestro protocolo estándar de aTCC la elección del kilovoltaje estaba sujeta al criterio del radiólogo responsable de la adquisición del estudio, que disponía del score de calcio adquirido previamente. Nuestra hipótesis era que hacíamos un uso preventivo innecesario de la energía de 120 kV para asegurar la calidad de imagen de los pacientes con calcificaciones coronarias, y que existía un margen para reducir la dosis de la aTCC sin merma del rendimiento diagnóstico.

### Objetivo 1

**Valorar la relación entre el calcio coronario y la elección del kilovoltaje en un protocolo estándar (PE) de TC cardíaca.**

### Objetivo 2

**Cuantificar la reducción de la radiación después vincular el kilovoltaje al índice de masa corporal (protocolo de baja dosis [PBD]) y valorar su rendimiento diagnóstico.**

# Material y métodos

## Protocolo baja dosis (PBD)



50 pacientes  
58 ± 16 años de edad; 23 ♀

## Protocolo Estándar (PE)



42 pacientes  
66 ± 15 años de edad; 22 ♀

DATOS: Peso, índice de masa corporal (IMC), frecuencia cardíaca

### Score de Calcio

### AngioTC Coronaria

Adaptación automática de la corriente del tubo a nivel predeterminado de ruido  
Adquisición secuencial con sincronización prospectiva y tolerancia del 10%:

*FC ≤ 70 latidos/minuto y ritmo sinusal : 78% (73%-83%)*

*FC > 70 latidos/minuto o ritmo no sinusal : 40% (35%-45%)*

“Bolus tracking” en aorta ascendente con umbral de 100 UH

Material de contraste: 350 mg I / mL

Reconstrucciones de 0,67 mm cada 0,3 mm con sistema iterativo de modelado y filtro cardíaco dedicado

Equipo TC 256 cortes

#### kV según IMC

- < 28 kg/m<sup>2</sup> → 80 kV
- 28-32 kg/m<sup>2</sup> → 100 kV
- >32 kg/m<sup>2</sup> → 120 kV

#### Inyección de contraste según IMC

- < 28 kg/m<sup>2</sup> → 55 ml a 5 ml/s
- 28-32 kg/m<sup>2</sup> → 61 ml a 5,5 ml/s
- >32 kg/m<sup>2</sup> → 66 ml a 6 ml/s

#### kV según criterio del radiólogo

- 80 kV
- 100 kV
- 120 kV

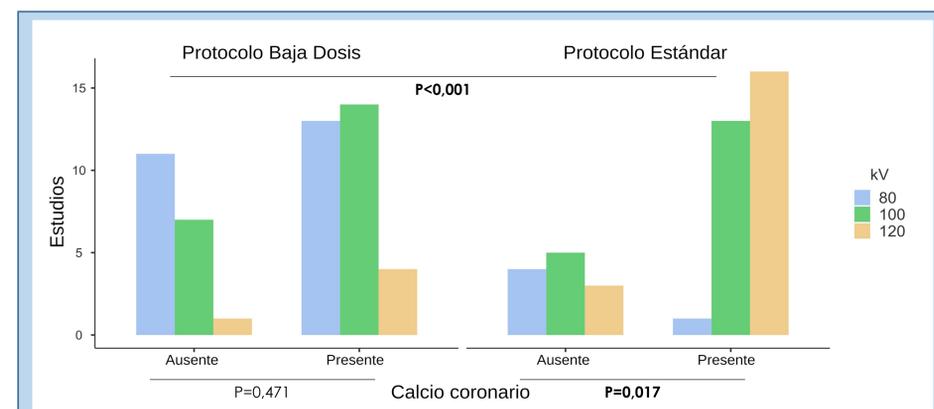
#### Inyección de contraste según criterio del radiólogo

- 55 ml a 5 ml/s
- 61 ml a 5,5 ml/s
- 66 ml a 6 ml/s

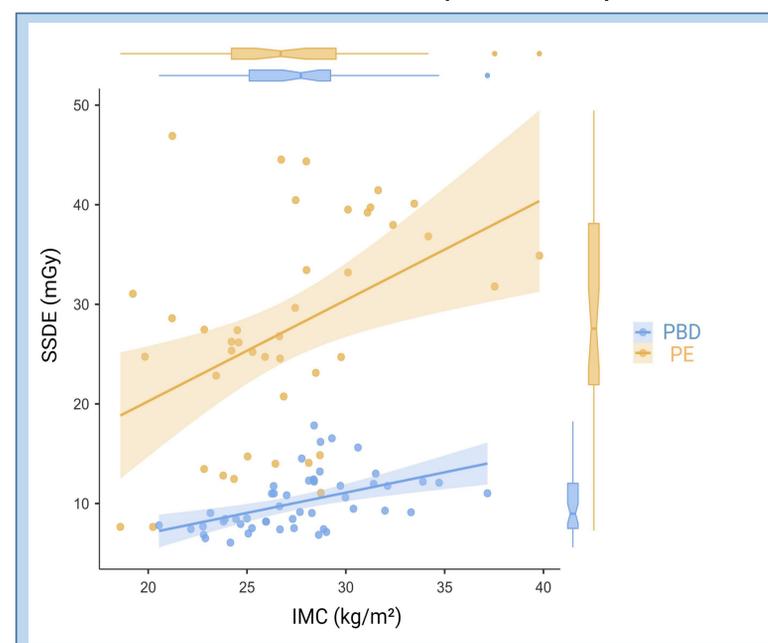
DATOS: Score de calcio, kV, DLP, dosis estimada específica para el tamaño del paciente (SSDE) [2], clasificación CAD-RADS [3]

# Resultados (I)

	PBD	PE	p
<b>No. de mujeres</b>	23/50 (46%)	22/42 (52%)	0,54
<b>Edad (años)</b>	58 ± 16	66 ± 15	<b>0,01</b>
<b>Peso (kg)</b>	78 ± 13	72 ± 14	0,07
<b>Talla (cm)</b>	168 ± 11	164 ± 10	0,1
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	27,6 ± 3,44	26,9 ± 4,7	0,33
<b>Kilovoltaje / grupo de IMC</b>			
80 kV / ≤ 28 kg/m <sup>2</sup>	24/50 (48%)	5/42 (12%)	<b>&lt;0,001</b>
100 kV / 28-32 kg/m <sup>2</sup>	21/50 (42%)	18/42 (43%)	
120 kV / ≥ 32 kg/m <sup>2</sup>	5/50 (10%)	19/42 (45%)	
<b>Diámetro torácico (cm)</b>	29,8 ± 2,59	28,9 ± 2,6	0,1
<b>FC (lpm)</b>	64 ± 10	60 ± 7	0,06
<b>Score de calcio (unidades Agatston)</b>	17 (0-154)	62 (0-293)	0,31
<b>Grupos de calcio</b>			
0	19/50 (38%)	12/42 (29%)	0,35
1-100	15/50 (30%)	12/42 (29%)	
101-400	5/50 (10%)	10/42 (24%)	
> 400	11/50 (22%)	8/42 (19%)	
<b>DLP (mGy*cm)</b>	97 (78-134)	253 (216-404)	<b>&lt;0,001</b>
sin calcio	80 (73-114)		0,14
con calcio	108 (83-135)		
sin calcio		234 (119-255)	<b>0,04</b>
con calcio		262 (230-414)	
<b>SSDE (mGy)</b>	9,2 (7,8-12,1)	26,5 (21,3-36,3)	<b>&lt;0,001</b>
sin calcio	8,5 (7,6-11,2)		0,21
con calcio	108 (83-135)		
sin calcio		23,8 (12,7-27)	<b>0,02</b>
con calcio		29,1 (24,7-38,9)	



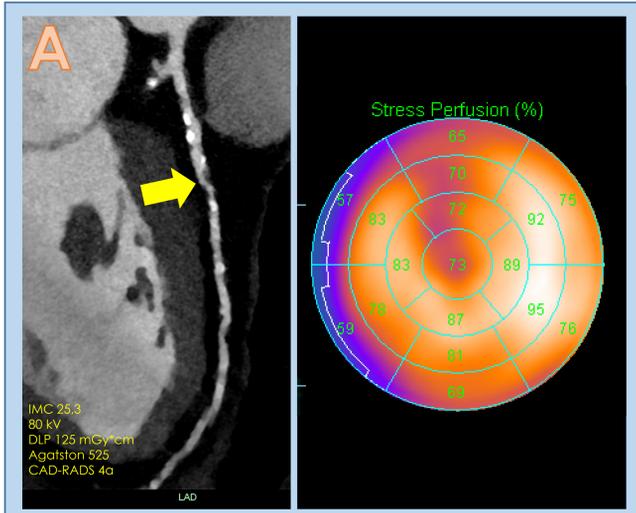
**Distribución del kilovoltaje según presencia de calcio y protocolo.** Los niveles de kilovoltaje más frecuentemente usados en el protocolo estándar y el de baja dosis fueron el de 120 kV (45% [19/42]) y el de 80 kV (48% [24/50]), respectivamente (P<0,001). La detección de calcio en el score del protocolo estándar se asoció a la elección de niveles superiores de kilovoltaje para adquirir la angioTC coronaria respecto a los pacientes sin calcio (P=0,017), mientras que en el protocolo de baja dosis no observamos diferencias (P=0,471).



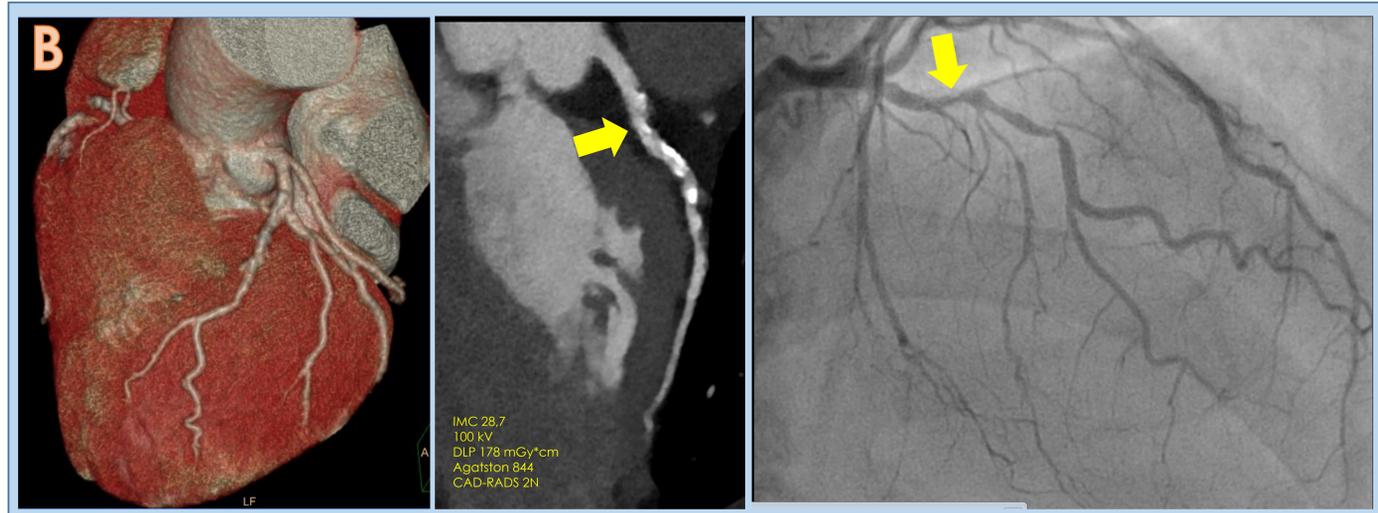
**Regresión lineal de la dosis estimada específica para el tamaño del paciente (SSDE) según el índice de masa corporal (IMC) en los protocolos estándar (PE) y de baja dosis (PBD).** La mediana de SSDE en el PBD fue de 9,2 mGy (RIQ, 7,8-12,1 mGy), un 65% inferior a la de PE, de 26,5 mGy (RIQ, 21,3-36,3 mGy; P<0,001), y sus valores presentaron una dispersión menor (P<0,001). Dichas diferencias entre protocolos eran similares para el DLP: 97 mGy\*cm (RIQ, 78-134 mGy\*cm) respecto a 253 mGy\*cm (RIQ, 216-404 mGy\*cm; P<0,001).

PBD: protocolo de baja dosis; PE: protocolo estándar; DLP: producto dosis-longitud; IMC: índice de masa corporal; PBD: protocolo de baja dosis; PE: protocolo estándar; RIQ: rango intercuartílico; SSDE: dosis estimada dependiente del tamaño

## Resultados (II)



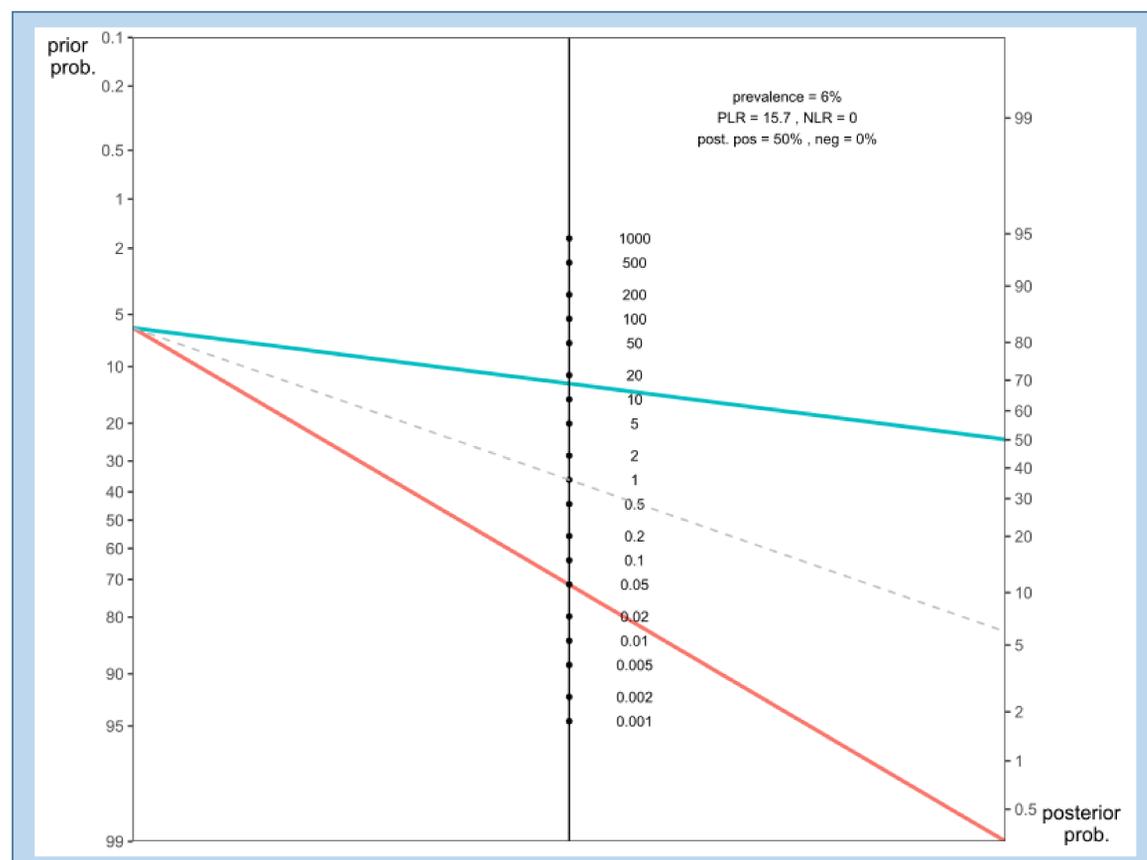
**Caso A.** El 12% de los pacientes del protocolo de baja dosis (6/50) fueron considerados positivos; cuatro con aTCC patológicas. Paciente diagnosticado con estenosis moderada (50-69%) en la descendente anterior, con hipoperfusión de esfuerzo reversible en la SPECT, considerado como verdadero positivo.



**Caso B.** El modificador CAD-RADS para estudio no completamente diagnóstico (N) fue usado en dos casos (4%), que fueron tratados como positivos. Estudio 2N a causa del exceso de calcio en la descendente anterior, a pesar de tratarse de un estudio de buena calidad global, aparente en las reconstrucciones de volumen y multiplanar curva. El cateterismo mostró una lesión focal, que fue tratado con un stent.

	Verdaderos positivos	Verdaderos negativos	Falsos positivos	Falsos negativos	Sensibilidad	Especificidad	Valor predictivo positivo	Valor predictivo negativo	Exactitud
Global	6% (3/50)	88% (44/50)	6% (3/50)	0% (0/50)	100%	94%	50%	100%	94%
Score >400	18% (2/11)	64% (7/11)	18% (2/11)	0% (0/11)	100%	78%	50%	100%	82%

**Tabla de rendimiento diagnóstico del protocolo de baja dosis** en el grupo general (n=50) y en el subgrupo de pacientes con calcificaciones importantes (score >400 unidades, n=11).



**Nomograma de Fagan.** La prevalencia real de enfermedad coronaria tras la comprobación clínica a los dos años resultó del 6%, y las razones de verosimilitud positiva y negativa de la técnica fueron de 15,7 y 0, respectivamente. Así, la probabilidad de un diagnóstico de enfermedad coronaria dos años después de un TC positivo era del 50%, mientras que la probabilidad de estar libre de enfermedad con un TC negativo era del 100%.

## Discusión

Los resultados de nuestro estudio mostraron que los radiólogos de la sección de imagen cardiovascular preferíamos aplicar niveles de kilovoltaje altos para la aTCC en los pacientes en que habíamos detectado calcificaciones coronarias al adquirir el score de calcio ( $P=0,017$ ).

Dicho comportamiento explicaría la diferencia en la mediana de DLP respecto al PROTECTION VI, ya que el ajuste del sistema de adaptación de la corriente del tubo estaba fijado al mismo nivel de ruido en todos los pacientes y protocolos. La desaparición de la influencia del calcio coronario en el nuevo protocolo de baja dosis, que vinculaba el kilovoltaje al índice de masa corporal, permitió una reducción del 65% de la dosis de radiación estimada específica para el tamaño respecto al protocolo estándar (97 mGy\*cm [RIQ,

78-134 mGy\*cm] respecto a 253 mGy\*cm [RIQ, 216-404 mGy\*cm];  $P<0,001$ ).

Según nuestros resultados, la eliminación del score de calcio en el protocolo de baja dosis no supondría un ahorro añadido significativo respecto al ya logrado con el control del kilovoltaje.

Además, las imágenes del score de calcio permitieron optimizar la extensión de la aTCC, evitando así radiación innecesaria derivada de longitudes de adquisición excesivas planificadas directamente sobre el escanograma.

El rendimiento clínico fue excelente a pesar de la reducción de dosis, con una sensibilidad, especificidad y eficacia finales para el diagnóstico de enfermedad coronaria del 100%, del 94% y del 94%, respectivamente.

## Conclusiones

### Conclusión 1

**El radiólogo elegía niveles más altos de kilovoltaje para la adquisición de la TC cardíaca ante la presencia de calcio coronario.**

### Conclusión 2

**La vinculación del kilovoltaje al índice de masa corporal permitió reducir un 62% la dosis de radiación en el protocolo de baja dosis, con un rendimiento diagnóstico excelente.**

## Referencias

1. Stocker TJ, Deseive S, Leipsic J, et al. Reduction in radiation exposure in cardiovascular computed tomography imaging: results from the PROspective multicenter registry on radiation dose Estimates of cardiac CT angIOgraphy IN daily practice in 2017 (PROTECTION VI). Eur Heart J. 2018;39(41):3715-3723. doi:10.1093/eurheartj/ehy546
2. American Association of Physicists in Medicine. Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT Examinations: report of AAPM Task Group 204. College Park, Md: American Association of Physicists in Medicine, 2011.
3. Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, et al. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary CT angiography: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2015;8(5):342-358. doi:10.1016/j.jcct.2014.07.003