Comparación de la medida del diámetro de la aorta torácica ascendente entre el *score* de calcio y la angiotomografía

Comparison of the diameter of the ascending thoracic aorta between calcium score and angiotomography

Ricardo Gutiérrez-Castaño*, Javier J. Onofre-Castillo, Edgar N. Monroy-Sánchez, Fernando Ramírez-Trejo, Ana Córdova-Butler y Enrique Torres-Gómez

Departamento de Radiología e Imagen, Hospital Christus Muguerza Alta Especialidad, Monterrey, Nuevo León, México

RESUMEN

Introducción: el manejo de la enfermedad de la aorta torácica ascendente, en particular el de los aneurismas aórticos, se basa en el diámetro del vaso, lo que requiere una medición precisa y reproducible con imágenes no invasivas. La angiotomografía controlada por electrocardiograma es probablemente el método más preciso para evaluar esta enfermedad. No obstante, presenta limitaciones, como la necesidad de medios de contraste, una exposición a radiación ionizante considerable y la incapacidad de obtener mediciones en tiempo real durante el procedimiento. El score de calcio es un estudio tomográfico, no invasivo y sin contraste, con una exposición a la radiación menor, cuyo uso en la medición del diámetro de este vaso muestra considerable reproducibilidad en pacientes sin riesgo cardiovascular. **Material y métodos:** se realizó un estudio abierto, comparativo, observacional, retrospectivo, retrolectivo y unicéntrico, en el que se comparó la medida de la aorta torácica ascendente, intraluminal y total mediante el score de calcio y la angiotomografía coronaria, utilizando la diferencia de medias, correlaciones y regresiones lineales. **Resultados:** se analizó una muestra representativa de 42 pacientes, obteniendo una diferencia no significativa entre ambas mediciones: 31.47 mm con el score de calcio y 31.21 mm con angiotomografía, mediante prueba t de Student ($p = 0.7403$). **Conclusión:** ambos métodos fueron igualmente precisos en la medición de la aorta torácica ascendente, por lo que el score de calcio podría representar una alternativa para la angiotomografía.

Palabras clave: Aorta torácica ascendente. Electrocardiograma. Score de calcio. Angiotomografía coronaria.

Correspondencia:

*Ricardo Gutiérrez-Castaño

E-mail: rikardogutierrez@hotmail.com

1665-2118/© 2021 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Recibido: 12-08-2020

Aceptado: 19-02-2021

DOI: 10.24875/ARM.20000149

ABSTRACT

Introduction: The management of ascending thoracic aortic disease, particularly that of aortic aneurysms, is based on the diameter of the vessel, which requires accurate and reproducible measurement with non-invasive imaging. Electrocardiogram-controlled CT angiography is probably the most accurate method for evaluating this disease. However, it has limitations, such as the need for contrast media, radiation exposure, and the inability to obtain real-time measurements during the procedure. The calcium score is a non-invasive, non-contrast tomographic study with less radiation exposure, whose use in measuring aortic diameter shows considerable reproducibility in patients without cardiovascular risk. **Material and methods:** an open, comparative, observational, retrospective, retrolective and single-center study was carried out, in which the measurement of the ascending, intraluminal and total thoracic aorta was compared using the calcium score and coronary angiography, the statistic methods used were difference of means, linear correlations and regressions. **Results:** a representative sample of 42 patients was analyzed, obtaining a non-significant difference between both measurements: 31.47 mm with the calcium score and 31.21 mm with CT angiotomography, using Student's t test ($p = 0.7403$). **Conclusion:** both methods were equally accurate in measuring the ascending thoracic aorta, calcium score could represent an alternative for CT angiography.

Key words: Ascending thoracic aorta. Electrocardiogram. Calcium score. Coronary tomography.

INTRODUCCIÓN

La aorta es el vaso más grande dentro del cuerpo humano. Se origina en el ventrículo izquierdo del corazón y se posiciona anterior a la arteria pulmonar antes de arquearse hacia atrás y descender a lo largo del mediastino posterior¹. Desciende hasta la altura del cuerpo vertebral L4, donde se bifurca en las arterias ilíacas comunes izquierda y derecha. Es la arteria principal del cuerpo y distribuye sangre oxigenada a toda la circulación sistémica. La porción torácica de la aorta, o aorta torácica, incluye la aorta ascendente, el arco aórtico y la aorta torácica descendente antes de que cruce el diafragma, donde se convierte en la aorta abdominal². La aorta torácica suministra sangre oxigenada a numerosas estructuras,

incluyendo la cabeza, el cuello, las extremidades superiores y las estructuras torácicas³.

El tamaño de la aorta aumenta durante toda la vida de los individuos. La tasa de expansión normal es de aproximadamente 1-2 mm por año. Este aumento ocurre en todos los segmentos que, durante la infancia y en la adultez temprana, producen un aumento del diámetro luminal de toda la aorta⁴. En la edad adulta, el tamaño aórtico está relacionado con el ejercicio y la carga de trabajo. El envejecimiento de la aorta se acompaña de una pérdida de distensibilidad y un aumento de la rigidez de la pared causada por cambios estructurales, incluidos el aumento en el contenido de colágeno y la formación de aterosclerosis en la íntima con depósitos de

calcio, junto con necrosis quística, fragmentación de la elastina, fibrosis y necrosis de la media, y fibrosis de la adventicia⁵. La aterosclerosis aórtica ascendente también se ha asociado con la enfermedad de la válvula aórtica, el síndrome de Marfan y los aneurismas aórticos. Los cambios en la raíz aórtica debidos al envejecimiento que involucran la distensibilidad aórtica son la causa más común de insuficiencia aórtica⁶. La esclerosis aórtica se subdivide en cuatro etapas: engrosamiento de la íntima, formación de ateromas, presencia de placas sobresalientes y formación de trombos. Los factores de riesgo de la esclerosis aórtica son la hipertensión arterial sistémica, la hiperlipidemia, la diabetes *mellitus* y el tabaquismo.

Se han utilizado diferentes métodos de imagen, como la ecocardiografía, la tomografía computarizada y la resonancia magnética, para evaluar y dar seguimiento a la enfermedad de la aorta torácica⁷. Las decisiones sobre el manejo de los pacientes a menudo dependen de la comparación de los diámetros aórticos con respecto a los valores de referencia, especialmente para la definición y la clasificación de anomalías estructurales, como aneurismas, aortomegalia, ectasia, estenosis, coartación, hipoplasia o dilatación, en las que es esencial conocer los diámetros aórticos para emitir un diagnóstico y ofrecer opciones terapéuticas o profilácticas⁸.

La selección del estudio de imagen más apropiado puede depender de factores relacionados con el paciente (estabilidad hemodinámica, función renal, alergia al contraste) y de las capacidades institucionales (disponibilidad de las modalidades de imagen individuales, estado de la tecnología y experiencia del

departamento de imagenología)⁹. Asimismo, la exposición a la radiación debe ser minimizada¹⁰.

La angiotomografía ofrece diversas ventajas con respecto a otras técnicas de imagen, como la capacidad de obtener imágenes de toda la aorta, incluidos el lumen, la pared y la región periaórtica; identificar variantes anatómicas y el compromiso de los vasos ramificados; distinguir entre los diferentes síndromes aórticos agudos (hematoma intramural, úlcera aterosclerótica penetrante o disección aórtica), y requerir un tiempo relativamente corto para completar el proceso de imagen y la reconstrucción tridimensional. La tomografía computarizada helicoidal multidetector de nueva generación tiene una sensibilidad de hasta el 100% y una especificidad del 98-99%¹¹.

La angiotomografía controlada por electrocardiograma (ECG) es probablemente el método más preciso para evaluar la enfermedad aórtica torácica. Está ampliamente disponible y es menos dependiente del usuario que la resonancia magnética y el ECG. A pesar de lo anterior, presenta limitaciones, como la necesidad de medios de contraste, una exposición a la radiación considerable y la incapacidad de obtener mediciones en tiempo real durante el procedimiento. El *score* de calcio es un estudio tomográfico sin contraste que determina la presencia de calcio coronario, el cual inequívocamente predice la enfermedad coronaria arterial. Asimismo, esta técnica es sensible para evaluar cambios en la aorta, como la acumulación de placa focal o extensa, y la presencia de calcificaciones. También permite determinar el espesor y la densidad de la pared aórtica. Pese a que ambas técnicas utilizan el mismo protocolo de adquisición de

imágenes, el grado de asociación en la medición del diámetro de la aorta torácica ascendente, en población abierta, no ha sido determinado.

MÉTODO

De acuerdo con el registro de productividad del servicio de imagenología y radiología del Hospital Christus Muguerza Alta Especialidad, de mayo de 2018 a mayo de 2019 hubo 553 pacientes analizados simultáneamente por *score* de calcio y angiotomografía. A cada uno de estos archivos se le asignó un número progresivo en orden cronológico de su realización, partiendo de mayo de 2018. A continuación, por medio de un generador de secuencias aleatorias digital (NúmeroAleatorio®, <https://numero-aleatorio.com/generadores/>) se escogieron los números asignados hasta alcanzar el total estimado del tamaño de la muestra representativa.

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó la fórmula de variables finitas. Este cálculo se utiliza cuando el universo es finito (límite máximo de población a estudiar), es decir, que se puede cuantificar y la variable es de tipo categórica (pacientes)¹². Al sustituir las variables mencionadas en la fórmula para cálculo muestral de variables finitas se obtuvo un total de 42 participantes.

Todos los datos fueron analizados utilizando los *softwares* Windows® Excel® 2016 y GraphPad® Prism®, versión 8, para Windows®. Se utilizó estadística descriptiva para los datos generales de los grupos de estudio y las características clínicas y sociodemográficas de los participantes. Se calcularon la media

(promedio) como la medida de tendencia central y la desviación estándar en las variables cuantitativas. El intervalo de confianza del 95% se empleó como medida de variabilidad de la media.

Para determinar la normalidad en la distribución de las frecuencias se realizaron una prueba de Kolmogórov-Smirnov en los grupos con más de 50 observaciones y una prueba de Shapiro-Wilk en aquellos con menos de 50 observaciones. Para comparar la media de las variables cuantitativas entre ambos grupos se utilizaron la prueba t de Student como prueba paramétrica y la U de Mann Whitney como prueba no paramétrica. Se consideró estadísticamente significativo un valores de $p > 0.05$ (Figs. 1-2).

En todas las adquisiciones se utilizó un tomógrafo multidetector de 256 cortes modelo Revolution EVO® (GE Healthcare®). Se empleó un pulso electrocardiográfico automatizado, correspondiente a la diástole final, y en apnea. El tipo de escaneo fue helicoidal. El *score* de calcio fue seguido por el estudio de flujo de la angiotomografía de alta resolución. Los parámetros fueron: 100 kVp, 350-670 mAs, tiempo de rotación de 350 ms, grosor de corte de 0.6 mm, campo de visión de 30-35 mm, tamaño de matriz de 512 × 512 y colimación de 0.5 a 2.5 mm. Para la angiotomografía se inyectaron 60-80 ml de un agente de contraste (Omnipaque® 350, GE Healthcare®), conteniendo 350 mg/ml de yodo, a razón de 5 ml/s, seguido de una inyección de solución salina de 30 ml. La tomografía helicoidal se realizó con un retraso de 20-25 segundos después de comenzar la inyección.

Todas las mediciones se hicieron al final de la diástole y en apnea a la altura de la unión

sinotubular. El nivel de la ventana fue de 300-400 UH, con un ancho de ventana de 1500 UH para medir la luz aórtica con mayor precisión. La reconstrucción se logró cada 4 mm con el algoritmo de interpolación lineal de 180°. La reconstrucción multiplanar se generó en una estación de trabajo Smart Prep® (GE Healthcare®). Los cortes se ajustaron a mano en el nivel mencionado para obtener un plano oblicuo estrictamente perpendicular al curso de la aorta.

RESULTADOS

Se estudiaron 42 pacientes, 27 hombres (64%) y 15 mujeres (44%), con una media de edad de 57 años. El principal motivo para la realización del estudio fue el dolor torácico. El diagnóstico radiológico más frecuente fue el de enfermedad coronaria. Dos pacientes presentaron diámetros de la aorta torácica > 40 mm por angiotomografía, lo que se corresponde con hallazgos positivos para dilatación aórtica.

Se recolectaron las medidas correspondientes a los diámetros transversal y anteroposterior de la aorta ascendente a nivel de la unión sinotubular. El método utilizado para las mediciones fue implementado en una estación de trabajo en el módulo de cardioimagen, utilizando el *software* Smart Prep® (GE Healthcare®). Los cortes se ajustaron en modo manual y automáticamente en el nivel mencionado para obtener un plano oblicuo perpendicular al curso de la aorta torácica ascendente. A los 42 pacientes se les realizaron mediciones del diámetro aórtico total por el método de *score* de calcio, y del diámetro aórtico total e intraluminal por angiotomografía. Se añadió un segundo

FIGURA 1. Distribución normal de las variables medidas de *score* de calcio y medidas de angiotomografía coronaria total.

FIGURA 2. Distribución normal de las variables diámetro promedio intraluminal manual y diámetro promedio intraluminal automatizado.

apartado de mediciones automatizadas comparando los diámetros intraluminales ya recopilados de manera manual por angiotomografía.

El primer paso fue determinar la normalidad de las distribuciones, para lo que se utilizaron las pruebas de D'Agostino y Pearson y de Shapiro Wilk. En la prueba de D'Agostino y Pearson se obtuvo un valor de K2 de 3.594 para las medidas del *score* de calcio con un valor de $p = 0.1658$, y un K2 de 2.125 para la

FIGURA 3. Diferencia entre medias de las medidas de la aorta torácica ascendente según el *score* de calcio y la angiotomografía.

angiotomografía con un valor de $p = 0.3456$. En el caso de la prueba de Shapiro Wilk, se obtuvo un valor de W de 0.9619 para las medidas del *score* de calcio, con $p = 0.1726$, y una W de 0.9668 para la angiotomografía, con $p = 0.2575$. Todo esto se traduce en una p no significativa por ambos métodos de normalidad, lo que significa que las mediciones pasaron dichas pruebas. También se observó una distribución normal en el caso de las medidas de los diámetros intraluminal manual o automatizado.

Una vez establecida la normalidad de los datos recolectados, se procedió a utilizar una prueba paramétrica para comparar las medias de las mediciones. Para esta finalidad se implementó la prueba t de Student no pareada de dos colas. Para la comparación entre el diámetro aórtico total por *score* de calcio

FIGURA 4. Diferencia de medias entre el diámetro promedio intraluminal manual y el diámetro promedio intraluminal automatizado.

frente a angiotomografía se obtuvo un valor de $p = 0.7403$, que resultó ser no significativa por ser mayor de 0.05. Esto significa que no hubo diferencia significativa entre las medias de ambos estudios: 31.47 mm con *score* de calcio y 31.21 mm con angiotomografía. Esto demuestra que ambos estudios imagenológicos fueron muy similares y obtuvieron resultados consistentes para las mediciones del diámetro aórtico total. También se utilizó la prueba t de Student para la comparación de las medias de las mediciones obtenidas de modo manual o automatizado; en este caso se obtuvo un valor de $p = 0.6522$, muy por encima de 0.05. Esto demuestra de nuevo que ambas mediciones fueron muy consistentes (Figs. 3-4).

DISCUSIÓN

Los datos presentados muestran que las mediciones realizadas con los dos estudios tiene una buena consistencia, lo que se traduce en otra posible utilidad del *score* de calcio aparte de la cuantificación del calcio en las arterias coronarias. En un estudio realizado por Mao, et al.¹³ no se encontraron diferencias significativas entre el diámetro de la aorta ascendente total (lumen y pared) medido por el *score* de calcio con tomografía computarizada multidetector y *Electron Beam Computed Tomography* (EBT) ($p > 0.05$), y se reportó una variabilidad entre ambas técnicas (*score* y angiotomografía) muy baja (coeficiente de variación: 1.7%; $r = 0.99$; relación Bland Altman: 1.00; intervalo de confianza del 95%: 1.00-1.01). Esta utilidad podría emplearse en la población general como método de escrutinio para la detección de dilataciones aneurismáticas. La significancia de esto puede llegar a ser importante, ya que podría ser de utilidad la medición de la aorta torácica ascendente, aparte del cálculo del *score* de calcio en una prueba convencional. Las implicaciones pudieran ser un aumento de la detección de enfermedad aórtica aguda en un estadio temprano, un ahorro económico y una disminución de la dosis efectiva de radiación. Sin embargo, cabe señalar que este estudio no se realizó con la finalidad de detectar individuos enfermos. Por lo tanto, para esta finalidad sería conveniente realizar otro tipo de estudio de prueba diagnóstica con cálculo de sensibilidad, especificidad y curvas ROC (*receiver operating characteristic*).

CONCLUSIONES

El presente estudio demostró que no existe diferencia estadísticamente significativa entre

las mediciones del diámetro aórtico total por *score* de calcio o por angiotomografía (31.47 vs. 31.21 mm; $p = 0.7403$). Tampoco existe diferencia entre la medición del diámetro intraluminal de modo manual o automatizado ($p = 0.6522$). Esto se traduce en que la muestra estudiada tuvo mediciones muy precisas con ambos estudios, y a su vez el promedio de los diámetros intraluminales automáticos y manuales son muy similares.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

FINANCIAMIENTO

El presente estudio no representó ningún gasto económico puesto que se realizó con información recopilada de expedientes y del sistema de almacenamiento del departamento de imagenología de la institución (RIS, PACS).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal del servicio de imagenología del Hospital Christus Muguerza Alta Especialidad, por su valiosa calidad humana y espíritu de servicio.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

BIBLIOGRAFÍA

- David TE. Additional anatomic information on the aortic root. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;149:408-10.
- Kouchoukos NT, Dougenis D. Surgery of the thoracic aorta. *N Engl J Med.* 1997;336:1876-89.
- Murillo H, Lane MJ, Punn R, Fleischmann D, Restrepo CS. Imaging of the aorta: embryology and anatomy. *Semin Ultrasound CT MR.* 2012;33:169-90.
- Roman MJ, Devereux RB, Kramer-Fox R, O'Loughlin J. Two-dimensional echocardiographic aortic root dimensions in normal children and adults. *Am J Cardiol.* 1989;64:507-12.
- Erbel R, Eggebrecht H. Aortic dimensions and the risk of dissection. *Heart.* 2006;92:137-42.
- Maurer G. Aortic regurgitation. *Heart.* 2006;92:994-1000.
- Flachskampf FA. How exactly do you measure that aorta? *JACC Cardiovasc Imaging.* 2016;9:227-9.
- Hager A, Kaemmerer H, Rapp-Bernhardt U, Blücher S, Rapp K, Bernhardt TM, et al. Diameters of the thoracic aorta throughout life as measured with helical computed tomography. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;123:1060-6.
- Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography — an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med.* 2007;357:2277-84.
- McCollough CH, Bruesewitz MR, Kofler JM. CT dose reduction and dose management tools: overview of available options. *RadioGraphics.* 2006;26:503-12.
- Parker MS, Matheson TL, Rao AV, Sherbourne CD, Jordan KG, Landay MJ, et al. Making the transition: the role of helical CT in the evaluation of potentially acute thoracic aortic injuries. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;176:1267-72.
- García-García JA, Reding-Bernal A, López-Alvarenga JC. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investig Educ Med.* 2013;2:217-24.
- Mao SS, Ahmadi N, Shah B, Beckmann D, Chen A, Ngo L, et al. Normal thoracic aorta diameter on cardiac computed tomography in healthy asymptomatic adults: impact of age and gender. *Acad Radiol.* 2008;15:827-34.