



DIAGNÓSTICO FRACTAL APLICADO A LA CARDIOLOGÍA FRACTAL DIAGNOSIS APPLIED TO CARDIOLOGY

Rubén Caycedo, MD.⁽¹⁾

Estadísticas mundiales y nacionales demuestran que en nuestra sociedad actual hay una clara prevalencia de enfermedades cardiovasculares. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), son la principal causa de muerte en el mundo, y afectan principalmente a países de bajos ingresos (1). En Colombia, la tasa de mortalidad para enfermedades cardiovasculares para 2008 fue de 28%, con 28.650 casos atribuibles a enfermedades isquémicas del corazón, de acuerdo con las estadísticas vitales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2). Por este motivo se manifiesta la importancia de crear nuevas metodologías que permitan no sólo diagnosticar sino también predecir enfermedades cardiovasculares y evaluar el impacto de diferentes intervenciones terapéuticas, motivo por el cual en el mundo se están empleando teorías físicas y matemáticas para el desarrollo de las mismas.

La enfermedad arterial oclusiva es el resultado final de la acumulación de placas de ateroma en las paredes de las arterias coronarias que irrigan el miocardio. Si bien los síntomas y signos de la enfermedad sólo se observan en estados avanzados, la enfermedad progresa durante varias décadas en el individuo hasta que finalmente algunas placas ateromatosas se rompen y, junto con la activación del sistema de coagulación, comienzan a limitar el flujo sanguíneo al corazón. La aterosclerosis coronaria estenosante avanzada se asocia con 90% de los casos de cardiopatía isquémica, patología que a su vez produce 80% de las muertes de origen cardíaco (3), y la enfermedad arterial oclusiva es la causa más común de muerte súbita.

En la naturaleza se ha evidenciado que utilizar medidas euclidianas para medir objetos irregulares presenta resultados contradictorios y poco exactos, pues por un lado, éstos varían dependiendo de la escala que se utilice y por otro, hacen generalizaciones basándose únicamente en el análisis de la parte del objeto que haya sido evaluado (4, 5). Debido a que casi todas las partes del cuerpo humano son irregulares, en la actualidad están siendo evaluadas a través de teorías construidas con el fin de caracterizar de manera apropiada objetos irregulares, esto es, geometría fractal. Es por ello que hoy en día existen estudios de aplicación de geometría fractal para la medición de células neoplásicas, ramificaciones pulmonares, neuronas, membranas alveolares y ramificaciones vasculares, entre otros (6, 7).

Una herramienta diagnóstica para la enfermedad arterial oclusiva es la angiografía coronaria, un método invasivo en el cual se evalúa el nivel de estenosis por comparación con un segmento adyacente de referencia que se presume libre de enfermedad, lo cual se denomina "lumenograma" (8). La angiografía coronaria por tomografía computarizada (ACTC), es otro método diagnóstico capaz de excluir enfermedad arterial oclusiva con alta especificidad, pero falla al identificar enfermedad en aproximadamente la mitad de los pacientes con resultados positivos. También varía ampliamente en la habilidad para identificar la severidad exacta de la estenosis luminal y por lo tanto su relevancia hemodinámica (9). Otros estudios son las pruebas de perfusión miocárdica y la prueba de estrés, las cuales tienen alta sensibilidad para estratificar riesgo; sin embargo, basar el manejo del paciente en el resultado de la estratificación de riesgo no asegura su mejoría, su bienestar o la supervivencia (10).

(1) Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Correspondencia: Rubén Caycedo, MD. Correo electrónico: uniacadc_fm bog@unal.edu.co

Recibido: 20/09/2012. Aceptado: 26/09/2012.

Por tanto, se evidencia la misma limitación en todos los estudios mencionados, uso de geometría euclidiana para medición de objetos irregulares, y de esta forma, se obvia por completo la irregularidad de la ramificación coronaria izquierda y se evalúa sólo una parte de la integridad de la red arterial. Por otro lado, debido a que estos métodos se encuentran sujetos al criterio del examinador, los resultados no son objetivos ni reproducibles.

En este trabajo destacable, Rodríguez y colaboradores presentan la dinámica fractal de la ramificación coronaria izquierda de cada paciente evaluando dimensiones fractales de un objeto en movimiento, a través de un conjunto de medidas en el tiempo. Estas medidas se tomaron con el método de box-counting y fueron evaluadas bajo conceptos de variabilidad y diferencia neta, evidenciando el impacto de la obstrucción sobre la totalidad de la ramificación coronaria. Los resultados obtenidos muestran que los pacientes sin enfermedad arterial oclusiva y enfermedad arterial oclusiva moderada, tienen mayor variabilidad en comparación con aquellos con enfermedad arterial oclusiva severa, caracterizada en general por diferencias netas distintas de cero.

En la actualidad no existe una metodología que integre la información de los exámenes que evalúan la fisiología y la morfología cardiacas, por lo que hay un gran debate frente a cual de las aproximaciones debe utilizarse para la evaluación y el manejo de un paciente. Por este motivo, es de resaltar que este trabajo abre las puertas al desarrollo de un modelo unificado en donde se integren diferentes exámenes para establecer un diagnóstico global que no dependa de la subjetividad del examinador. Por otro lado, este modelo permitiría, además, la evaluación de intervenciones terapéuticas de manera sencilla y acertada.

Bibliografía

1. WHO. Global atlas on cardiovascular disease prevention and control. Policies, strategies and interventions. 2011.
2. Robledo R, Escobar FA. Las enfermedades crónicas no transmisibles en Colombia. *Boletín del Observatorio en Salud* 2010; 3 (4): 1-9.
3. American Heart Association. Heart disease and stroke statistics, 2003 update. Dallas (Tex): American Heart Association; 2002.
4. Mandelbrot B. Introducción. En: Mandelbrot B. Los objetos fractales. Barcelona: Tusquets Eds. S.A.; 2000. p. 13-26.
5. Mandelbrot B. ¿Cuánto mide la costa de Bretaña? En: Mandelbrot B. Los objetos fractales. Barcelona: Tusquets Eds. S.A.; 2000. p. 27, 50.
6. Goldberger AL, West BJ. Fractals in physiology and medicine. *Yale Journal Biol.* 1987; 60: 421-35.
7. Glenny H, et al. Applications of fractal analysis to physiology. *J Appl Physiol.* 1991; 70 (6): 2351-2367.
8. Roza R, Merchán A, Calderón J. *Cardiología*. 1ª. edición. Ediciones Médicas Latinoamericanas, Bogotá 1999.
9. Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, et al. Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (Assessment by Coronary Computed Tomographic Angiography of Individuals Undergoing Invasive Coronary Angiography) trial. *J Am Coll Cardiol.* 2008; 52: 1724-1732.
10. Tamarappoo B, Hachamovitch R. Myocardial perfusion imaging versus CT coronary angiography: When to use which? *J Nucl Med.* 2011; 52 (7): 1079-86.