

G. MORA

Dimensión fractal o “dimensión desconocida”**Fractal dimension or “unknown dimension”***“... estamos entrando en la dimensión desconocida”*

ROD SERLING (serie de televisión de los años 60)

Ver artículo: página 131

Dr. Guillermo Mora Pabón, Médico Internista, Cardiólogo, Electrofisiólogo Fundación Santa Fe de Bogotá. Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C. (Colombia).
E-mail: gmorap@unal.edu.co

La aplicación de la geometría fractal a la medicina ha ido en aumento desde la descripción del método por Maldenbrot. Se ha aplicado por ejemplo en el análisis de mamografías (1), del centro de presión en lesión espinal (2), en patologías cardíacas (3) y otras más. En este número de Acta Médica Colombiana Rodríguez et al, presentan un trabajo titulado “Generalización geométrica fractal de ventriculografías izquierdas normales y con disfunción leve”. El objetivo era evaluar una “generalización basada en las permutaciones de los grados de similitud de los ventriculogramas que evolucionan entre normalidad y enfermedad leve, constituyendo una metodología objetiva y reproducible de ayuda diagnóstica” (4). Para ello los autores utilizan la dimensión fractal determinada por el método de *box-counting* y un concepto de “grados de similitud” que habían ya presentado en otros trabajos (5, 6). La conclusión fue que “se desarrolló una nueva metodología de aplicación reproducible y de ayuda diagnóstica objetiva, independiente de clasificaciones clínicas, con base en la generación geométrica de la dinámica ventricular”. De un modo muy simplista el método de *box-counting* es una de las formas de determinar la dimensión fractal de un objeto, mediante la medición de las irregularidades del borde con rejillas de diferentes tamaños. Esto se puede realizar de manera manual o por software comerciales (7).

Al analizar el artículo nos enfrentamos a un estudio matemático que dificulta la comprensión del mismo, sin embargo si este estudio es publicado en una revista médica, y no en una de matemáticas, el enfoque debe centrarse a cual es la validez de los datos y cuál es la utilidad clínica de ellos. Independiente de la exactitud de las fórmulas empleadas para determinar la dimensión fractal y del “prototipo fractal ventricular”, estamos enfrentados, según la conclusión de los autores, a un estudio que evalúa una prueba diagnóstica. De acuerdo

a esto debemos conocer que variaciones pueden existir en la prueba y entre los individuos sanos y enfermos a los que se les aplica.

En primer término los autores no informan si la prueba fue hecha en forma manual o de manera automatizada. Además no hay información si a la prueba se le hizo variabilidad inter o intraobservador para definir qué tan reproducible puede ser y por lo tanto no pueden afirmar en sus conclusiones que este método es “clínicamente objetivo y reproducible”.

El siguiente asunto a evaluar es la caracterización de los individuos sanos y enfermos ya que los autores presentan su método en pacientes con ventriculogramas normales y con disfunción leve. Ellos categorizan los dos grupos “de acuerdo al criterio del especialista según estándares convencionales”. Sin embargo no nos informan cual fue el punto de corte, esto es fundamental porque para unos autores la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) puede ser considerada normal si es mayor a 50% pero otros la consideran si es mayor a 55 o 60%. Esto quiere decir que si un paciente se le encuentra una FEVI de 53% para algunos será normal y para otros tendrá disfunción leve. Esta información podría derivarse de forma indirecta con los datos promedios de la FEVI de los pacientes enfermos y sanos pero no hay ninguna información al respecto. Por otra parte ¿cuáles son las características de la población a la que se le aplico la prueba? No hay ningún dato de edad, sexo, cardiopatía de base, factores de riesgo cardiovascular etc.

De igual manera si la prueba se evalúa dependiendo de la FEVI, como se presenta en el título, lo ideal es utilizar un estándar de oro para contrastar, que para este caso es la resonancia nuclear magnética (8). Los autores no la utilizaron y usaron la ventriculografía con medio de contraste que de entrada puede modificar los datos. Pero además no hay información de cómo se realizó la ventriculografía con medio de contraste, por ejemplo

si fue sólo en 1 proyección (oblicua derecha anterior como se hace habitualmente) o con 2 proyecciones (que incluye además la oblicua izquierda anterior y es la forma recomendada para evaluar la contractilidad global del ventrículo izquierdo determinada por ventriculografía con medio de contraste). Por otra parte ¿cómo se determinó la FEVI? ¿se hizo de manera subjetiva por el hemodinamista? (forma común de determinar la FEVI con esta técnica) ¿se hizo de forma automatizada con un software del angiógrafo con imágenes delineadas por el hemodinamista? Si se usó este último método ¿fue realizado una vez? ¿fue un promedio? ¿de cuántas medidas? De nuevo no hay información. En la discusión de su artículo los autores cambian la definición “los diagnósticos de normalidad y enfermedad leve fueron determinados por un especialista de acuerdo a los procedimientos de evaluación diagnóstica convencional, incluyendo la evaluación de la FE (FEVI), pero no siendo éste el único criterio, pues el objetivo era observar el comportamiento dinámico de la estructura ventricular como un todo, observando todas sus posibles alteraciones tanto a nivel morfológico como fisiológico”. En este punto la situación es aún más confusa pues sugieren que el ingreso de pacientes al estudio pudo ser por otros criterios (¿cuáles?) que incluirían alteraciones “fisiológicas” (¿cuáles?) con lo que un clínico queda más confundido.

Cuando evaluamos una prueba diagnóstica debemos saber las características intrínsecas de la prueba (sensibilidad y especificidad) o la capacidad de predecir que un individuo tenga o no la enfermedad (valores predictivos positivos o negativos). Sorprendentemente no hay ningún dato al respecto. En una publicación previa (6) el mismo grupo expone que “con esta metodología se obtienen caracterizaciones matemáticas para cada ventrículo particular y para cada grupo estudiado, lo que posibilita prescindir de metodologías estadísticas y hace innecesario el uso de grandes muestras para comprobar los resultados”. Según esta afirmación los análisis estadísticos son inútiles frente a su metodología, pero para un clínico son fundamentales al momento de interpretar un resultado y definir conductas ante un paciente en particular. ¿Es posible que este método no necesite análisis estadístico? La literatura muestra que otros autores, que utilizan análisis de dimensión fractal, si presentan información estadística de variabilidad inter-observador

(anotando que no es 100% reproducible) (7), área bajo la curva (1, 9), correlaciones o valores de significancia estadística (10). Si para los clínicos esta información es necesaria, la conclusión de que “esta metodología es de ayuda diagnóstica” no puede sostenerse.

Así que estamos frente a un trabajo matemático que no puede presentarse de ninguna manera como una ayuda diagnóstica, ya que tiene serias deficiencias para la aplicabilidad clínica dadas por pobre información de la prueba diagnóstica, pobre información de la prueba con la cual fue contrastada, información nula de la población a la que fue aplicada y sin ningún análisis estadístico.

Rodríguez et al, deben ser felicitados por su análisis geométrico de ventriculogramas, pero su publicación debe tener un mayor rigor metodológico para que pueda impactar en un cambio en el juicio clínico de un médico frente a su paciente.

Finalmente es de anotar que el estudio fractal es útil para el conocimiento médico y que es posible que la determinación de Rodríguez et al sea precisa, pero con la información de su estudio “estamos entrando en la dimensión desconocida”.

Referencias

1. Beheshti SM, Ahmadioubari H, Fatemzadeh E, Khalili M. An Efficient Fractal Method for Detection and Diagnosis of Breast Masses in Mammograms. *J Digit Imaging* 2014 Apr 29. [Epub ahead of print].
2. Doherty C, Bleakley C, Hertel J et al. Balance failure in single limb stance due to ankle sprain injury: An analysis of center of pressure using the fractal dimension method. *Gait Posture* 2014; Mar 30. pii: S0966-6362(14)00275-6.
3. Captur G, Lopes L, Patel V et al. Abnormal Cardiac Formation in Hypertrophic Cardiomyopathy - Fractal Analysis of Trabeculae and Preclinical Gene Expression. *Circ Cardiovasc Genet*. 2014 Apr 5. [Epub ahead of print].
4. Rodríguez J, Prieto S, Correa C, Soracipa Y, Mora J, Forero M, et al. Generalización geométrica fractal de ventriculografías izquierdas normales y con disfunción leve. *Acta Med Colomb* 2014; 39: 131-136.
5. Rodríguez J, Prieto S, Ortiz L et al. Comportamiento fractal de ventrículo izquierdo durante la dinámica cardíaca. *Rev Colomb Cardiol* 2006; 13: 165-70.
6. Rodríguez J, Prieto S, Correa C, et al. Diagnóstico fractal del ventriculograma cardíaco izquierdo. *Rev Colomb Cardiol* 2012; 19: 18-24.
7. Captur G, Muthurangu V, Cook C et al. Quantification of left ventricular trabecular using fractal analysis. *J Cardiovasc Mag Reson* 2013; 15: 36-45.
8. Adamopoulos S, Anker S, Auricchio A et al. Guía de la práctica clínica de la ESC sobre el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda y crónica 2012. *Rev Esp Cardiol* 2012; 65: 938 - e1 - e 59.
9. Moreira R, Moriel A, Murte LO et al. Fractal dimensión in quantifying the degree of myocardial cellular rejection after cardiac transplantation. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2011; 26: 155-63.
10. Helmlinger M, Pienn M, Urschler M et al. Quantification of tortuosity and fractal dimensión of the lung vessels in pulmonary hypertension patients. *Plos one* 2014; 9: e87515.