



ARTÍCULO ESPECIAL

Henry Marie Coandă y el "efecto Coandă"

Henry Marie Coandă and the "Coandă effect"

Daniel José Piñeiro

Profesor Titular de Medicina, Universidad de Buenos Aires.

Recibido el 16 de octubre de 2009; aceptado el 12 de noviembre de 2009.

Estos aeroplanos que tenemos hoy, no son más que la perfección del juguete infantil hecho de papel. En mi opinión, debemos buscar una máquina voladora completamente diferente, basada en otros principios de vuelo. Imagino una aeronave futura, la cual despegará verticalmente. Esta máquina voladora no deberá tener partes móviles, esta idea viene de la gran potencia de los ciclones.

Henry Marie Coandă

Introducción

Como señala Ioan Coman, "casi todos los cardiólogos que día a día emplean la ecocardiografía conocen a Inge Edler, pero casi ninguno recuerda el nombre de su colega en Lund, Carl Hellmuth Hertz, cuya contribución fue igualmente importante, al trasladar las herramientas industriales existentes a los dispositivos médicos". Muchos de los logros actuales se deben a personajes como Carl Hellmuth Hertz y aún más a inventores casi por completo ignorados: científicos dedicados a áreas completamente diferentes que produjeron brillantes ideas luego transferidas a la medicina y que son la base de la tecnología actual. Es éste el caso del científico rumano Henry Marie Coandă, con quien está en deuda la evaluación hemodinámica con Doppler gracias al "efecto Coandă".¹

Henry Marie Coandă

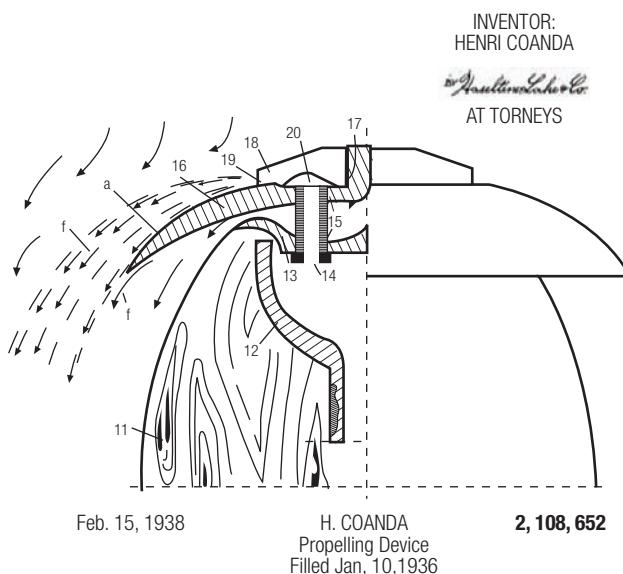
Henry Marie Coandă nació en Bucarest, Rumania, el 7 de junio de 1886 y murió en la misma ciudad el 25 de noviembre de 1972 (Figura 1). Su padre, Constantin Coandă, era general y profesor de matemáticas de la escuela de ingeniería, y su madre, Aída Danet, era hija del médico francés Gustave Danet. Henry estudió en la escuela comunal Petrache Poenaru, en los liceos San Sava y de Iasi. Se graduó como sargento mayor y prosiguió sus estudios en la escuela de artillería e ingeniería militar y naval de Bucarest y luego en la *Technische Hochschule* de Berlín. A los 19 años de edad construyó un misil-aeroplano para el ejército rumano. Entre 1907 y 1908 continuó sus estudios en el Instituto Montefiore de Lieja, Bélgica. En 1908 regresó a Rumania para servir como oficial en activi-

Correspondencia: Daniel José Piñeiro. Arenales 2463 Piso 2 Depto. D. Buenos Aires CP 1124AAM. Argentina. Correo electrónico: dpineiro@siacardio.org

Figura 1. Henry Marie Coandă (Bucarest, 1886-1972). (Tomado de http://www.thelivingmoon.com/47brotherthebig/03filesPart_001.html; consulta: 10 de diciembre de 2009.)



Figura 2. Bosquejo original de la patente del Propelling device de Henri Marie Coandă.⁵



dad, pero al poco tiempo abandonó la carrera militar. En 1909 ingresó en la *École Nationale Supérieure d'Ingenieurs en Construction Aéronautique* de París donde se graduó en 1910 como ingeniero aeronáutico. Con el apoyo de Gustave Eiffel y Paul Painlevé realizó experimentos que le permitieron descubrir el efecto que hoy lleva su nombre. En 1910 diseñó, construyó y piloteó el Coandă 1910, el primer avión impulsado por un termorreactor. Ese mismo año sufrió un grave accidente al perder el control de su avión en el aeropuerto de Issy-les-Moulineaux. Luego de este incidente abandonó sus experimentos debido a la falta de interés y apoyo. Entre 1911 y 1914 trabajó en Inglaterra como Director Técnico de la Bristol Aeroplane Company diseñando numerosos aviones conocidos como aeroplanos Bristol-Coandă. En 1912, uno de esos aviones ganó el primer premio en el Concurso Internacional de Aviación Militar en el Reino Unido. En 1915 regresó a Francia, donde trabajó durante la Primera Guerra Mundial para la Delaunay-Belleville en Saint Denis. En los años de entreguerras continuó viajando e inventando; entre sus invenciones se incluye el primer trineo a reacción y el primer tren ferroviario aerodinámico. En 1935 usó el principio que lleva su nombre como base para idear un "aerodeslizador", muy similar en su forma a un "plato volador". Este invento lo desarrolló más adelante la Avro Canadá y lo adquirió la Fuerza Aérea de Estados Unidos que lo convirtió en un proyecto clasificado. En 1969 regresó a Rumania como Director del Instituto para la Creación Técnica y Científica y en 1971 reorganizó el Departamento de Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Politécnica de Bucarest. Henri Marie Coandă murió a la edad de 86 años. El Aeropuerto Internacional de Bucarest lleva su nombre.²

El "efecto Coandă"

El "efecto Coandă" es la tendencia de un "jet" de un fluido a ser atraído hacia una superficie cercana.³ Si bien

Thomas Young había descrito el fenómeno ya en 1800 en una conferencia en la *Royal Society*, fue Henri Marie Coandă quien identificó una aplicación durante los experimentos con su avión Coandă 1910.^{2,4} En 1934, Coandă patentó en Francia un "método y aparatos para la desviación de un fluido en otro fluido" y en 1938 obtuvo la patente en Estados Unidos de un *propelling device* basado en el efecto que él había descrito (Figura 2).^{2,5}

El "efecto Coandă" es el resultado de la constrictión que ejerce el medio circundante (fluido) sobre el "jet" (también fluido). Cuando una pared cercana no permite que el fluido circundante sea atraído hacia el "jet" (es decir, sea "arrastrado"), el "jet" avanza hacia la pared. El fluido del "jet" y fluido circundante deben ser esencialmente la misma sustancia y el ángulo que forman la superficie y el "jet" no debe ser demasiado agudo.²

El "efecto Coandă" tiene múltiples aplicaciones, desde la aeronáutica, la generación de energía hidroeléctrica y la meteorología hasta el diseño de equipos de aire acondicionado.² En medicina se ha recurrido al "efecto Coandă" para explicar diversas situaciones fisiopatológicas, como la asimetría de la presión del pulso de los miembros superiores en la estenosis supravalvular aórtica, el flujo ductal en la arteria pulmonar, el flujo de ambas venas cava en la aurícula derecha, la hemodinámica de los angiomas renales y cerebrales, la fonación y la desigualdad de la ventilación de los pulmones en pacientes intubados.⁶⁻¹³ Sin embargo, es probable que el concepto del "efecto Coandă" se emplee con más frecuencia en la interpretación de fenómenos hemodinámicos evaluados mediante la ecocardiografía con Doppler codificado con color (Doppler a color).

El "efecto Coandă" y la ecocardiografía

La valoración de la gravedad de las insuficiencias valvulares ha sido uno de los principales objetivos de la

Figura 3. Ejemplos clínicos de un “jet” libre (izquierda) y un “jet” que impacta la pared (derecha). LA, aurícula izquierda; LV, ventrículo izquierdo; PV, vena pulmonar.¹⁸

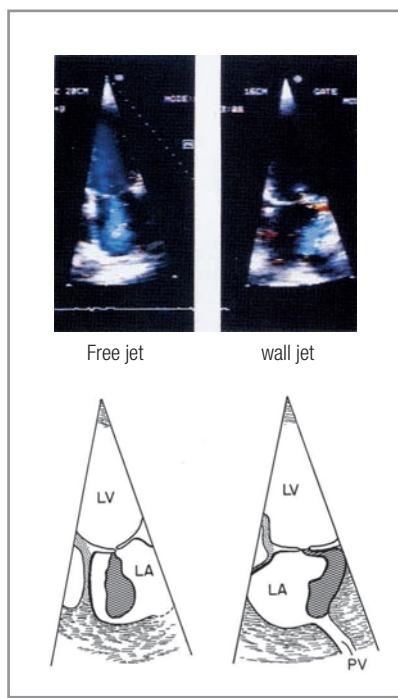
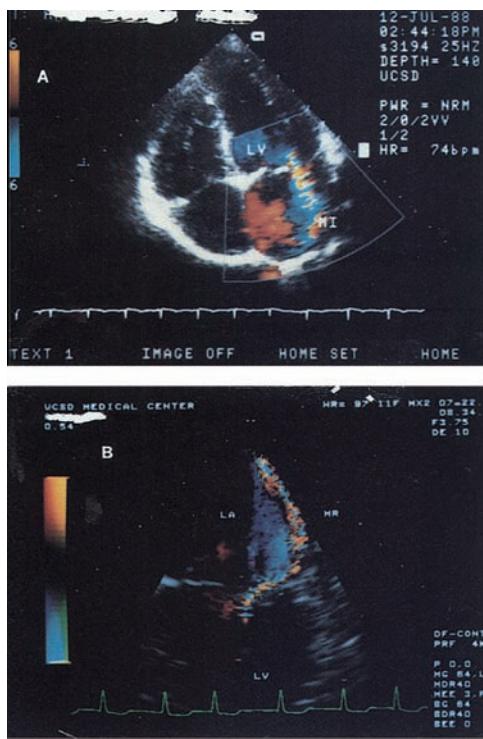


Figura 4. Imágenes Doppler a color que muestran un ejemplo in vivo de desviación del “jet” y adherencia a una superficie fisiológica. Izquierda, vista apical de una insuficiencia mitral y un “jet” de regurgitación libre. Derecha, vista transesofágica de una insuficiencia mitral con un “jet” de regurgitación que se adhiere a la superficie posterior de la valva mitral posterior y luego a la pared de la aurícula izquierda. LA, aurícula izquierda; LV, ventrículo izquierdo; MR, insuficiencia mitral.¹⁹



ecocardiografía, en particular desde el advenimiento de las modalidades basadas en el efecto Doppler, ya sea pulsado o continuo, pero sobre todo a partir de la introducción del Doppler a color. En el decenio de 1980 se consideraba que el área del color en el estudio con Doppler a color era una herramienta sensible y específica para precisar la gravedad de las insuficiencias valvulares.^{14,15} En 1990 Thomas y colaboradores verificaron que el *momentum* (flujo x velocidad) es el mejor predictor del área del “jet”. Sin embargo, ya entonces estos autores señalaban que “más problemático serán (...) los ‘jets’ excéntricos que inciden en las paredes adyacentes y consecuentemente transmiten el *momentum* a la pared”.¹⁶ Moises y colaboradores fueron los primeros en estudiar *in vitro* el “efecto Coandă” como un fenómeno que opera en la insuficiencia mitral y provoca que los “jets” se desvén y adhieran a la pared o las valvas.¹⁷ En un artículo posterior de 1991, el grupo de Thomas y colaboradores, aunque sin hacer referencia específica al “efecto Coandă”, señalaron que “...la explicación más simple para el aspecto más pequeño de ‘jets’ de pared en el presente estudio sería simplemente que éstos transfieren *momentum* a la pared auricular izquierda muy cercana a la válvula y por lo tanto se convierten en ‘jets’ más pequeños físicamente. Aunque esto es sin duda un factor, puede que no sea la respuesta completa. Las distorsiones en la forma tridimensional de un ‘jet’ de regurgitación también pueden desempeñar un papel importante. En las proximidades de un límite de sólidos, los ‘jets’ preferentemente se extienden en forma lateral a lo largo de la pared con una dimensión delgada perpendicular a la pared”¹⁸ (Figura 3). En 1992 se publica el artículo de Chao y colaboradores que establece definitivamente la importancia del “efecto Coandă” (Figura 4).¹⁹ Si bien en las Recomendaciones para la evaluación de la gravedad de las insuficiencias valvulares con ecocardiografía 2D y Doppler de la American Society of Echocardiography no se menciona de manera específica el “efecto Coandă”, se señala que “los jets que impactan una pared parecen significativamente menores que los jets dirigidos centralmente de similar gravedad, principalmente porque aquéllos se aplatan sobre la pared de la cámara receptora”.²⁰ Recientemente, Ginghină realizó una exhaustiva revisión del “efecto Coandă” y concluyó que “...influye en el tamaño del ‘jet’ y la codificación en un color hasta determinar (‘jets’ excéntricos) áreas menores del ‘jet’ por Doppler a color, mayor varianza y codificación reversa de la velocidad. Este fenómeno puede alterar la interpretación de las imágenes del Doppler a color y es necesario tenerlo en consideración para una apropiada valoración ecocardiográfica de las insuficiencias valvulares y otros flujos anormales”.²¹

Conclusiones

De nueva cuenta, en palabras de Coman, cabe concluir que “la ecocardiografía es ‘hija’ de los físicos: esta es una verdad que, a veces quizás celosos, los médicos oclutamos u olvidamos”.¹ Matemáticos y físicos como Daniel Bernoulli (1700-1782) (también médico), Leonhard Paul Euler (1707-1783), Giovanni Battista Venturi (1746-1822), Gotthilf Heinrich Ludwig Hagen (1797-1839), Jean Louis Marie Poiseuille (1799-1869) (también médico),

Christian Andreas Doppler (1803-1853), Carl Hellmuth Hertz (1920-1990) y Henry Marie Coandă, entre muchos otros, merecen un gran reconocimiento.

Referencias

1. Coman IM. The bright minds beyond our machines: Henry Coandă and his ideas. *J Cardiovasc Med* (Hagerstown) 2007;8:251-2.
2. http://es.wikipedia.org/wiki/Henri_Coandă (consulta: 10 de diciembre de 2009).
3. www.es.wikipedia.org
4. Tritton DJ. Physical Fluid Dynamics, Van Nostrand Reinhold, 1977 (reprinted 1980), Section 22.7, The Coanda Effect.
5. Young T. Outlines of experiments and inquiries, respecting sound and light. 1800.
6. Coanda HM. Propelling device. United States Patent 2.108.652. 1938.
7. French JW, Guntheroth WG. An explanation of asymmetric upper extremity blood pressures in supravalvular aortic stenosis: the Coanda effect. *Circulation* 1970;42:31-6.
8. Guntheroth W, Miyaki-Hull C. Coanda effect on ductal flow in the pulmonary artery. *J Ultrasound Med* 1999;18:203-6.
9. Ashrafini H. The Coanda effect and preferential right atrial streaming. *Chest*. 2006;130:300.
10. Collard M, Guey A, Pinet A, et al. Circulatory effect of a renal vascular malformation of angioma type: an example of Coanda effect at the level of the renal vascular system. *J Radiol Electrol Med Nucl* 1974;55:361-4.
11. Kumabe T, Kaneko U, Ishibashi T, et al. Two cases of giant serpentine aneurysm. *Neurosurgery* 1990;26:1027-32.
12. Erath BD, Plesniak MW. The occurrence of the Coanda effect in pulsatile flow through static models of the human vocal folds. *J Acoust Soc Am* 2006;120:1000-11.
13. Tao C, Zhang Y, Hottinger DG, et al. Asymmetric airflow and vibration induced by the Coanda effect in a symmetric model of the vocal folds. *J Acoust Soc Am* 2007;122:2270-8.
14. Qudaisat IY. Coanda effect as an explanation for unequal ventilation of the lungs in an intubated patient? *Br J Anaesth* 2008;100:859-60.
15. Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, et al. Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:82-8.
16. Helmcke F, Nanda NC, Hsiung MC, et al. Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthogonal planes. *Circulation* 1987;75:175-83.
17. Thomas JD, Liu CM, Flachskampf FA, et al. Quantification of jet flow by momentum analysis. An in vitro color Doppler flow study. *Circulation* 1990;81:247-59.
18. Moises VA, Chobot V, Maciel B, et al. The Coanda effect -a phenomenon which causes jets to deviate and adhere to a wall or valve: In vitro color Doppler studies (abstract). *Circulation* 1989;80 (suppl II):II-578.
19. Chen CG, Thomas JD, Anconina J, et al. Impact of impinging wall jet on color Doppler quantification of mitral regurgitation. *Circulation* 1991;84:712-20.
20. Chao K, Moises VA, Shandas R, et al. Influence of the Coanda effect on color Doppler jet area and color encoding. In vitro studies using color Doppler flow mapping. *Circulation* 1992;85:333-41.
21. Zoghbi WA, Enriquez SM, Foster E, et al. American Society of Echocardiography. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:777-802.
22. Ginghină C. The Coandă effect in cardiology. *J Cardiovasc Med* (Hagerstown). 2007;8:411-3.