

CAPÍTULO 53

Determinación del riesgo cardiovascular mediante la velocidad de onda de pulso medida con un dispositivo propio.

SERGIO RICO MARTÍN

Durante las últimas décadas se ha producido una disminución en la morbilidad y mortalidad por enfermedad cardiovascular (ECV). Sin embargo sigue siendo una de las principales causas de muerte en el mundo (Go *et al.*, 2014). El control de factores de riesgos cardiovascular y el uso de nuevos agentes terapéuticos son insuficientes para controlar la enfermedad cardiovascular, por lo que es necesario llevar a cabo otras acciones (Nabel y Braunwald, 2012).

Uno de los objetivos de la prevención primaria es identificar a los sujetos con alto riesgo de sufrir acontecimientos cardiovasculares, para lo cual se emplean diferentes escalas (Mancia *et al.*, 2013). Estas herramientas permiten clasificar a cada paciente como de riesgo “bajo”, “moderado” o “alto”. En los pacientes de riesgo bajo y alto se adopta una actitud terapéutica concreta, sin embargo la mayoría de la población con más de 40 años se clasifica como riesgo “moderado”, categoría con un pronóstico y actitud terapéutica peor definida. Además, un gran número de infartos de miocardio aparecen en pacientes que están clasificados en esta categoría, en parte debido a la existencia de otros factores de riesgo no contemplados en las tablas (Hozawa, 2011). Debido a la falta de sensibilidad de estas escalas se ha impulsado el desarrollo de herramientas (biomarcadores y técnicas de imagen) (Stone *et al.*, 2014), permitiendo definir mejor el pronóstico de la enfermedad y realizar un tratamiento más preciso (Greenland, Abrams, Aurigemma, Bond, Clark, Criqui, Crouse, Friedman, Fuster, Herrington, Kuller, Ridker, Roberts, Stanford, Stone, Swan, Taubert y Wexler, 2000).

Las técnicas más empleadas en la detección de la arteriosclerosis subclínica son: la determinación del índice tobillo-brazo (ITB), ecografía carotídea para la medición del grosor de la íntima media (GIM) con la cuantificación de placas ateroscleróticas, cuantificación del calcio coronario por técnicas de TAC helicoidal, angio-RMN de distintos territorios, valoración de la función endotelial, y la medición de la velocidad de la onda de pulso (VOP) (Bisoendial, Hovingh, De Groot, Kastelein, Lansberg y Stroes, 2002). La utilidad clínica de cada prueba condujo a que distintas Sociedades Científicas recomienden su uso (Greenland *et al.*, 2000; Mancia *et al.*, 2013). Sin embargo en la práctica, estas técnicas permanecen reservadas a laboratorios vasculares o como herramientas de investigación, sin haber alcanzado la generalización necesaria a la clínica diaria. Las causas que han contribuido a este hecho son variadas: exposición a radiaciones ionizantes, alto coste económico, precisar un entrenamiento previo, dificultad en la técnica o interpretación de la prueba, equipos de gran volumen y escasa movilidad o requerir de un tiempo para su realización del que raramente se dispone en la consulta médica.

La utilización de procedimientos no invasivos para la medición de la arteriosclerosis subclínica es útil para la identificación de los pacientes que tienen riesgo intermedio o alto de desarrollo de la enfermedad arterial coronaria (Peters, Den Ruijter, Bots y Moons, 2012), aunque también puede proporcionar criterios de valoración seguros en la evaluación de estrategias terapéuticas (Kobayashi, Akishita, Yu, Hashimoto, Ohni y Toba, 2004). De este modo, los procedimientos de este tipo ofrecen un gran potencial como parte de nuestro repertorio rutinario de diagnóstico para la evaluación de individuos con riesgo cardiovascular y para el diseño de terapias personalizadas.

La rigidez arterial es uno de los primeros cambios patológicos detectables dentro de la pared arterial y es un fuerte predictor de futuros eventos cardiovasculares (Cavalcante, Lima, Redheuil y Al-Mallah, 2011; Vlachopoulos, Aznaouridis y Stefanadis, 2010). La medición de la VOP es una prueba con una gran rentabilidad (Bisoendial *et al.*, 2002). La VOP es un indicador de rigidez arterial y es considerada como un marcador predictor que refleja el riesgo de producirse daño cardiovascular al aumentar esta (Laurent, Cockcroft, Van Bortel, Boutouyrie, Giannattasio, Hayoz, Pannier, Vlachopoulos, Wilkinson y Struijker-Boudier, 2006; Vlachopoulos *et al.*, 2010).

La aorta es el vaso más utilizado para estudiar la rigidez arterial, la VOP entre carótida y femoral (VOPcf) se considera el "*gold standard*" de la medida de la rigidez arterial, con valor predictivo para el desarrollo de acontecimientos cardiovasculares (Khoshdel, Carney, Nair y Gillies, 2007; Laurent *et al.*, 2006). Existen diferentes métodos para evaluar VOP de la aorta, incluyendo ultrasonido Doppler, transducción de pulso mecánico eléctrico, tonometría, impedancia, y oscilometría. El Complior® (Alam Medical, París, Francia) y SphygmoCor® (AtCor Medical, West Ryde, Australia) han sido los dispositivos más comúnmente utilizados. El Complior® Analyse utiliza sensores de presión no invasiva para medir la VOP y el tiempo de tránsito (TT) (Asmar, Topouchian, Pannier, Benetos y Safar, 2001). SphygmoCor® Technology se centra en un algoritmo que obtiene la onda de presión en la aorta ascendente de una medida externa tomada en la arteria radial y, aunque basado en las presiones arteriales centrales, puede también medir la rigidez arterial (Karamanoglu, O'Rourke, Avolio y Kelly, 1993). Sin embargo, dificultades tales como el coste de los equipos, la capacitación del personal, habilidades para la localización del pulso arterial y la falta de disponibilidad de tiempo para la realización de la técnica, limitan el uso de estas técnicas. Además, algunos pacientes pueden sentirse incómodos al exponer el área inguinal durante la toma de la presión en femoral (Rajzer, Wojciechowska, Klocek, Palka, Brzozowska-Kiszka y Kawecka-Jaszcz, 2008; Van Bortel, Laurent, Boutouyrie, Chowienczyk, Cruickshank, De Backer, Filipovsky, Huybrechts, Mattace-Raso, Protogerou, Schillaci, Segers, Vermeersch y Weber, 2012). Hasta ahora, algunos dispositivos automatizados para medir VOP han sido comercializados, pero la complejidad en su utilización, el coste y el tiempo requerido para la realización de la medición han limitado su éxito (Shirai, Song, Suzuki, Kurosu, Oyama, Nagayama, Miyashita, Yamamura y Takahashi, 2011; Tomiyama, Koji, Yambe, Shiina, Motobe, Yamada, Shido, Tanaka, Chikamori y Yamashina, 2005).

Además de la aorta cualquier localización arterial tiene interés potencial para medir la rigidez. En este sentido desde hace unos 10 años en Japón y otros países asiáticos se determina la VOP entre el brazo y pierna (VOPbp), comunicándose una rentabilidad diagnóstica y pronóstico similar a VOPcf (Amoh-Tonto, Malik, Kondragunta, Ali y Kullo, 2009; Tanaka, Munakata, Kawano, Ohishi, Shoji, Sugawara, Tomiyama, Yamashina, Yasuda, Sawayama y Ozawa, 2009). Actualmente estos y otros parámetros de rigidez vascular son un interesante campo de investigación, aunque se precisa definir su significación fisiopatológica y establecer el valor predictivo de estos parámetros en la epidemiología y terapia cardiovascular (Beckman, Higgins y Gerhard-Herman, 2006).

Con el objetivo de solventar los inconvenientes anteriormente mencionados hemos desarrollado un dispositivo simple usando un método oscilométrico (llamado VOPITB: Velocidad Onda de Pulso Índice Tobillo Brazo) que mide de forma independiente la VOP en el brazo y la pierna en relación con el electrocardiograma (ECG). Nuestra hipótesis nos dice que la VOP en las extremidades refleja la rigidez de las grandes arterias y podría constituir un marcador de riesgo cardiovascular.

VOPITB ha sido validado (Munoz-Torrero, Tardío-Fernández, Valverde-Valverde, Duque-Carrillo, Vega-Fernández, Joya-Vázquez y Vega-Fernández, 2014) con mediciones intravasculares de VOP y confirmada su variabilidad inter e intraobservador de $r=0,87$ y $r=0,91$ respectivamente. Además en un estudio preliminar se ha valorado su utilidad clínica en 220 pacientes. Recientemente se ha publicado un estudio (Rico, De Nicolás, Moyano, Mogollón, Vega, Calderón, Bacaicoa, Tardío y Sánchez, 2016) en el que se ha correlacionado nuestro dispositivo con la cuantificación de calcio coronario determinada con angio-tac coronario, observándose una relación similar a la obtenida con otras técnicas (GIM y VOPcf) de detección de arteriosclerosis subclínica.

REFERENCIAS

- Amoh-Tonto, C. A.; Malik, A. R.; Kondragunta, V.; Ali, Z. y Kullo, I. J. (2009). Brachial-ankle pulse wave velocity is associated with walking distance in patients referred for peripheral arterial disease evaluation. *Atherosclerosis*, 206(1), 173-178.
- Asmar, R.; Topouchian, J.; Pannier, B.; Benetos, A. y Safar, M. (2001). Pulse wave velocity as endpoint in large-scale intervention trial. the complior study. Scientific, quality control, coordination and investigation committees of the complior study. *Journal of Hypertension*, 19(4), 813-818.
- Beckman, J. A.; Higgins, C. O. y Gerhard-Herman, M. (2006). Automated oscillometric determination of the ankle-brachial index provides accuracy necessary for office practice. *Hypertension*, 47(1), 35-38.
- Bisoendial, R. J.; Hovingh, G.K.; De Groot, E.; Kastelein, J. J.; Lansberg, P. J. y Stroes, E. S. (2002). Measurement of subclinical atherosclerosis: Beyond risk factor assessment. *Current Opinion in Lipidology*, 13(6), 595-603.

- Cavalcante, J. L.; Lima, J. A.; Redheuil, A.; y Al-Mallah, M. H. (2011). Aortic stiffness: Current understanding and future directions. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(14), 1511-1522.
- Go, A. S.; Mozaffarian, D.; Roger, V. L.; Benjamin, E. J.; Berry, J. D.; Blanda, M. J.; Dai, S.; Ford, E. S.; Fox, C. S.; Franco, S.; Fullerton, H. J.; Gillespie, C.; Hailpern, S. M.; Heit, J. A.; Howard, V. J.; Huffman, M. D.; Judd, S. E.; Kissela, B. M.; Kittner, S. J.; Lackland, D. T.; Lichtman, J. H.; Lisabeth, L. D.; Mackey, R. H.; Magid, D. J.; Marcus, G. M.; Marelli, A.; Matchar, D. B.; McGuire, D. K.; Mohler, E. R.; Moy, C. S.; Mussolino, M. E.; Neumar, R. W.; Nichol, G.; Pandey, D. K.; Paynter, N. P.; Reeves, M. J.; Sorlie, P. D.; Stein, J.; Towfighi, A.; Turan, T. N.; Virani, S. S.; Wong N. D.; Woo, D. y Turner, M. B. (2014). Heart disease and stroke statistics--2014 update: A report from the American heart association. *Circulation*, 129(3), e28-e292.
- Greenland, P.; Abrams, J.; Aurigemma, G. P.; Bond, M. G.; Clark, L. T.; Criqui, M. H.; Crouse, J. R.; Friedman, L.; Fuster, V.; Herrington, D. M.; Kuller, L. H.; Ridker, P. M.; Roberts, W. C.; Stanford, W.; Stone, N.; Swan, H. J.; Taubert, K. A. y Wexler, L. (2000). Prevention conference V: Beyond secondary prevention: Identifying the high-risk patient for primary prevention: Noninvasive tests of atherosclerotic burden: Writing group III. *Circulation*, 101(1), E16-22.
- Hozawa, A. (2011). Attributable fractions of risk factors for cardiovascular diseases. *Journal of Epidemiology / Japan Epidemiological Association*, 21(2), 81-86.
- Karamanoglu, M.; O'Rourke, M. F.; Avolio, A. P. y Kelly, R. P. (1993). An analysis of the relationship between central aortic and peripheral upper limb pressure waves in man. *European Heart Journal*, 14(2), 160-167.
- Khoshdel, A. R.; Carney, S. L.; Nair, B. R. y Gillies, A. (2007). Better management of cardiovascular diseases by pulse wave velocity: Combining clinical practice with clinical research using evidence-based medicine. *Clinical Medicine & Research*, 5(1), 45-52.
- Kobayashi, K.; Akishita, M.; Yu, W.; Hashimoto, M.; Ohni, M. y Toba, K. (2004). Interrelationship between non-invasive measurements of atherosclerosis: Flow-mediated dilation of brachial artery, carotid intima-media thickness and pulse wave velocity. *Atherosclerosis*, 173(1), 13-18.
- Laurent, S.; Cockcroft, J.; Van Bortel, L.; Boutouyrie, P.; Giannattasio, C.; Hayoz, D.; Pannier, B.; Vlachopoulos, C.; Wilkinson, I. y Struijker-Boudier, H. (2006). Expert consensus document on arterial stiffness: Methodological issues and clinical applications. *European Heart Journal*, 27(21), 2588-2605.
- Mancia, G.; Fagard, R.; Narkiewicz, K.; Redon, J.; Zanchetti, A.; Bohm, M.; Christiaens, T.; Cifkova, R.; De Backer, G.; Dominiczak, A.; Galderisi, M.; Grobbee, D. E.; Jaarsma, T.; Kirchhof, P.; Kjeldsen, S. E.; Laurent, S.; Manolis, A. J.; Nilsson, P. M.; Ruilope, L. M.; Schmieder, R. E.; Sirnes, P. A.; Sleight, P.; Viigimaa, M.; Waeber, B.; Zannad, F.; Redon, J.; Dominiczak, A.; Narkiewicz, K.; Nilsson, P. M.; Burnier, M.; Viigimaa, M.; Ambrosioni, E.; Caulfield, M.; Coca, A.; Olsen, M. H.; Schmieder, R. E.; Tsioufis, C.; Van De Borne, P.; Zamorano, J. L.; Achenbach, S.; Baumgartner, H.; Bax, J. J.; Bueno, H.; Dean, V.; Deaton, C.; Erol, C.; Fagard, R.; Ferrari, R.; Hasdai, D.; Hoes, A. W.; Kirchhof, P.; Knuuti, J.; Kolh, P.; Lancellotti, P.; Linhart, A.; Nihoyannopoulos, P.; Piepoli, M. F.; Ponikowski, P.; Sirnes, P. A.; Tamargo, J. L.; Tenders, M.; Torbicki, A.; Wijns, W.; Windecker, S.; Clement, D. L.; Coca, A.; Gillebert, T. C.; Tenders, M.; Rosei, E. A.; Ambrosioni, E.; Anker, S. D.; Bauersachs, J.; Hitij, J. B.; Caulfield, M.; De Buyzere, M.; De Geest, S.; Derumeaux, G. A.; Erdine, S.; Farsang, C.; Funck-Brentano, C.; Gerc, V.; Germano, G.; Gielen, S.; Haller, H.; Hoes, A. W.; Jordan, J.; Kahan, T.; Komajda, M.;

- Lovic, D.; Mahrholdt, H.; Olsen, M. H.; Ostergren, J.; Parati, G.; Perk, J.; Polonia, J.; Popescu, B.A.; Reiner, Z.; Rydén, L.; Sirenko, Y.; Stanton, A.; Struijker-Boudier, H.; Tsioufis, C.; Van De Borne, P.; Vlachopoulos, C.; Volpe, M. y Wood, D. A. (2013). 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: The task force for the management of arterial hypertension of the European society of hypertension (ESH) and of the european society of cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 34(28), 2159-2219.
- Munoz-Torrero, J. F.; Tardío Fernández, M.; Valverde Valverde, J; M.; Duque Carrillo, F.; Vega Fernández, J. M.; Joya Vázquez, P. y Vega Fernández, J. (2014). Pulse wave velocity in four extremities for assessing cardiovascular risk using a new device. *Journal of Clinical Hypertension (Greenwich, Conn.)*, 16(5), 378-384.
- Nabel, E. G. y Braunwald, E. (2012). A tale of coronary artery disease and myocardial infarction. *The New England Journal of Medicine*, 366(1), 54-63.
- Peters, S. A.; Den Ruijter, H. M.; Bots, M. L. y Moons, K. G. (2012). Improvements in risk stratification for the occurrence of cardiovascular disease by imaging subclinical atherosclerosis: A systematic review. *Heart (British Cardiac Society)*, 98(3), 177-184.
- Rajzer, M. W.; Wojciechowska, W.; Klocek, M.; Palka, I.; Brzozowska-Kiszka, M. y Kawecka-Jaszcz, K. (2008). Comparison of aortic pulse wave velocity measured by three techniques: Complior, SphygmoCor and arteriograph. *Journal of Hypertension*, 26(10), 2001-2007.
- Rico, S.; De Nicolás, J. M.; Moyano, S. L.; Mogollón, M. V.; Vega, J.; Calderón, J. F.; Bacaicoa, M. A.; Tardío, M. y Sánchez, J. F. (2016). Leg minus arm pulse wave velocity measured with own device correlates with coronary calcium score. *Revista Clínica Española*, 216(4), 191-197.
- Shirai, K.; Song, M.; Suzuki, J.; Kurosu, T.; Oyama, T., Nagayama, D.; Miyashita, Y.; Yamamura, S. y Takahashi, M. (2011). Contradictory effects of beta1- and alpha1- adrenergic receptor blockers on cardio-ankle vascular stiffness index (CAVI)-CAVI independent of blood pressure. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 18(1), 49-55.
- Stone, N. J.; Robinson J. G.; Lichtenstein, A. H.; Bairey, C. N.; Blum, C. B.; Eckel, R. H.; Goldberg, A. C.; Gordon, D.; Levy, D.; Lloyd-Jones, D. M.; McBride, P.; Schwartz, J. S.; Shero, S. T.; Smith, S. C.; Watson, K.; Wilson, P. W.; Eddlean, K. M.; Jarrett, N. M.; LaBresh, K.; Nevo, L.; Wnek, J.; Anderson, J. L.; Halperin, J. L.; Albert, N. M.; Bozkurt, B.; Brindis, R. G.; Curtis, L. H.; DeMets, D.; Hochman, J. S.; Kovacs, R. J.; Ohman, E. M.; Pressler, S. J.; Sellke, F. W.; Shen, W. K.; Smith S. C. y Tomaselli G. F. (2014). 2013 ACC/AHA guideline on the treatment of blood cholesterol to reduce atherosclerotic cardiovascular risk in adults: A report of the American college of Cardiology/American heart association task force on practice guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*, 63(25 Pt B), 2889-2934.
- Tanaka, H.; Munakata, M.; Kawano, Y.; Ohishi, M.; Shoji, T.; Sugawara, J.; Tomiyama H.; Yamashina, A.; Yasuda, H.; Sawayama, T. y Ozawa, T. (2009). Comparison between carotid-femoral and brachial-ankle pulse wave velocity as measures of arterial stiffness. *Journal of Hypertension*, 27(10), 2022-2027.
- Tomiyama, H.; Koji, Y.; Yambe, M.; Shiina, K.; Motobe, K.; Yamada, J.; Shido, N.; Tanaka, N.; Chikamori, T. y Yamashina, A. (2005). Brachial -- ankle pulse wave velocity is a simple and independent predictor of prognosis in patients with acute coronary syndrome. *Circulation Journal: Official Journal of the Japanese Circulation Society*, 69(7), 815-822.

- Van Bortel, L. M.; Laurent, S.; Boutouyrie, P.; Chowienzyk, P.; Cruickshank, J. K.; De Backer, T.; Filipovsky, J.; Huybrechts, S.; Mattace-Raso, F. U.; Protogerou, A. D.; Schillaci, G.; Segers, P.; Vermeersch, S. y Weber, T. (2012). Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity. *Journal of Hypertension*, 30(3), 445-448.
- Vlachopoulos, C.; Aznaouridis, K. y Stefanadis, C. (2010). Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Cardiology*, 55(13), 1318-1327.

APUNTES BIOGRÁFICOS

Sergio Rico Martín (Coria, 21 de mayo 1989) es Diplomado y Graduado en Enfermería, Máster en Investigación Socio Sanitaria y Doctor (todo ello por la Universidad de Extremadura). En la actualidad trabaja como profesor ayudante en la Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional de Cáceres, impartiendo varias asignaturas. Su línea de investigación está encaminada al estudio de la rigidez arterial en seres humanos.

Contacto: sergiorico@unex.es