

El SphygmoCor y el riesgo cardiovascular

La rigidez en las arterias de gran tamaño y las reflexiones de la onda aceleradas que conducen a un aumento de la tensión arterial en el corazón han sido asociadas con muchos de los factores de riesgo cardiovascular comunes, tales como la edad, la hipertensión arterial, el tabaquismo, los niveles de colesterol y la obesidad; no obstante, también se ha demostrado que estos son factores predisponentes independientes de morbilidad cardiovascular en varios grupos de la población.

Se ha comprobado que la tensión arterial central y las mediciones de la rigidez arterial constituyen parámetros importantes en la evaluación del riesgo cardiovascular. Asimismo, se ha señalado que la tensión sistólica central es un factor predisponente independiente de nuevos casos de enfermedad cardiovascular, independientemente de la tensión arterial sistólica humeral¹. El índice de aumento aórtico (AIx) y la velocidad de la onda de pulso (VOP) aórtica, mediciones de la rigidez aórtica y generalizada, han sido asociados con el envejecimiento y con los pacientes con hipertensión arterial, diabetes, hipercolesterolemia y nefropatía², todos ellos trastornos con una alta frecuencia de riesgo cardiovascular. Se ha demostrado que ambos parámetros son factores predisponentes independientes importantes en la mortalidad cardiovascular y de cualquier causa en pacientes con enfermedad renal terminal³. Además, se ha señalado que el AIx es un importante marcador de riesgo independiente de la arteriopatía coronaria⁴, y se ha indicado que la VOP es un factor predisponente independiente de morbilidad en pacientes hipertensos⁵ y diabéticos⁶.

Los aumentos de la rigidez arterial producen un incremento de la demanda del miocardio y de la tensión sistólica central junto con una disminución de la presión de perfusión de las arterias coronarias, lo cual aumenta de manera considerable el riesgo de infarto de miocardio, de accidente cerebrovascular y de insuficiencia cardíaca (para saber más acerca de este mecanismo véase la presentación Reflection Presentation: <http://www.atcormedical.com/downloads.html>).

El sistema SphygmoCor analiza las medidas de tensión arterial en el corazón y brinda información importante sobre el impacto clínico de la rigidez arterial y la reflexión de la onda, lo cual hace posible un análisis válido del riesgo cardiovascular. Además, con la VOP SphygmoCor se puede hacer una evaluación de la rigidez arterial aórtica.

Existen muchos factores asociados a la rigidez arterial, los cuales contribuyen al desarrollo de la misma.

La edad, la estatura y el sexo

Se sabe que la edad avanzada es un factor determinante importante de riesgo cardiovascular⁷. En las personas de edad avanzada, las arterias de gran tamaño se vuelven cada vez más rígidas y dilatadas, lo cual deriva en un incremento de la tensión arterial sistólica y de la tensión diferencial⁸; finalmente, esto puede producir trastornos tales como la hipertensión sistólica aislada⁹, que es la forma de hipertensión más común en los ancianos¹⁰. Varios estudios han indicado una asociación positiva entre la rigidez arterial (VOP aórtica e AIx) y la edad¹¹. Tanto las mediciones de tensión arterial central (la tensión diferencial (TD), la diferencia de presión entre el primer y el segundo pico sistólico (AP) y el AIx) como la VOP aórtica aumentan considerablemente con la edad; no obstante, el AIx y la VOP aórtica presentan características distintas⁹. Se ha demostrado que los cambios en el AIx son más marcados en las personas menores de 50 años de edad, mientras que los cambios en la VOP aórtica son más notables en los mayores de 50, y la tensión diferencial central y la diferencia de presión aumentan de forma lineal con la edad. La tensión diferencial central no sólo depende del volumen sistólico (un factor determinante importante de la tensión diferencial periférica) sino también de la rigidez de las arterias de gran calibre y la reflexión de la onda. El

aumento de la rigidez arterial por la edad conduce al aumento de la diferencia de presión y de la tensión sistólica (hipertensión sistólica aislada en los ancianos). Por tanto, se ha sugerido que para poder evaluar bien el impacto que tienen la edad y los factores de riesgo en las arterias de gran calibre es necesario evaluar ambos: la VOP y las mediciones centrales del análisis de la onda del pulso⁹. El software del SphygmoCor contiene rangos normales de referencia tanto para el análisis de la onda del pulso como para la VOP, lo cual permite al médico evaluar los resultados de cada paciente frente a rangos normales de referencia específicos para la edad y el sexo.

También se ha indicado que la baja estatura es un factor de riesgo independiente de la enfermedad cardiovascular^{9, 12}. Hasta cierto punto, es posible que este riesgo se deba a una longitud de trayectoria real más corta, la cual se traduce en una distancia de recorrido menor para las ondas de presión, con la resultante llegada de las ondas reflejadas al comienzo del ciclo cardíaco (posiblemente aún en la fase sistólica), lo cual causa un incremento en la tensión diferencial central y la poscarga ventricular izquierda¹².

El sexo también cumple un papel importante en el grado de rigidez arterial, ya que los estudios revelan que las mujeres sanas presentan niveles de rigidez arterial considerablemente más altos que los hombres^{9, 13}. Una explicación es la estatura media más baja de las mujeres; sin embargo, al corregir la estatura, el sexo continúa siendo un factor predisponente independiente del AIX^{9, 13}.

El tabaquismo

Dado su impacto en la función endotelial y la vasoconstricción, el tabaquismo es un factor de riesgo considerable en el desarrollo y la evolución de la enfermedad cardiovascular¹⁴. Aun en los jóvenes, las mediciones del AIX y la VOP, así como la tensión arterial central, son notablemente más altas después de fumar¹⁵. Además, los valores iniciales de las mediciones del AIX son considerablemente más altos en los fumadores crónicos, sin distinción de sexo, estado de salud general o estado físico¹⁵.

A pesar de estos aumentos en la tensión arterial central, por lo general, la tensión arterial humeral en los fumadores crónicos es engañosamente baja debido a la deficiente amplificación de la tensión¹⁵. Esto ilustra la importancia del sistema SphygmoCor, ya que el mismo brinda un conocimiento profundo de la tensión aórtica y de la rigidez arterial.

Es bien sabido que el tabaquismo pasivo tiene efectos perjudiciales y aumenta el riesgo de infarto de miocardio; además, estudios recientes han resaltado los efectos del tabaquismo pasivo en la rigidez arterial. Estos estudios han puesto de manifiesto que, en lo que respecta a la rigidez arterial, los efectos perjudiciales que tienen ciertos niveles de exposición al humo del tabaco ambiental son apenas más bajos que los del tabaquismo¹⁶. De igual manera, otros estudios han corroborado los efectos perjudiciales de fumar cigarrillos para la rigidez de las arterias de gran calibre y la reflexión de la onda¹⁷.

La obesidad

La obesidad se está transformando en una epidemia mundial, tanto en niños como en adultos, con una prevalencia de sobrepeso y obesidad que excede el 60% en los adultos de EE.UU., y este índice está creciendo rápidamente en los niños y adolescentes¹⁸. La obesidad es un factor de riesgo independiente de la enfermedad cardiovascular y también ha sido asociada a otras enfermedades de riesgo cardiovascular alto, tales como la diabetes tipo 2, la hipertensión arterial y la apnea del sueño¹⁹. En los últimos años, se ha demostrado la probabilidad de rigidez arterial que presentan las personas obesas, independientemente de la tensión arterial humeral, el origen étnico y la edad²⁰. Se ha comprobado que la adiposidad central es un factor determinante del AIX, independientemente de

otros factores tales como la edad y la tensión arterial media, y se ha sugerido que es importante considerar la distribución de la grasa corporal en la evaluación de la rigidez arterial generalizada en comparación con el peso corporal total²¹. También se ha indicado que la VOP aórtica está considerablemente asociada a la obesidad, y un estudio señaló que la VOP aórtica media era entre 4 y 9 m/s más alta en las personas obesas que en las de peso normal²².

Además, estudios que utilizaron el sistema SphygmoCor para evaluar la función endotelial han revelado que la obesidad se encuentra independientemente asociada a la disfunción endotelial²³. Se asoció la reducción de la adiposidad visceral con mejoras considerables en la función endotelial.

El ejercicio es una de las modificaciones de los hábitos típicamente recomendada para la obesidad. Se ha comprobado que el ejercicio reduce la rigidez arterial en las personas sedentarias⁸ así como en los pacientes con arteriopatía coronaria²⁵ e insuficiencia renal terminal²⁶. El ejercicio físico mejora la rigidez arterial²⁵, lo cual reduce el riesgo de isquemia miocárdica de manera eficaz al disminuir la demanda de oxígeno del miocardio e incrementar la perfusión coronaria²⁵.

Además, el ejercicio puede atenuar la rigidez arterial asociada al proceso de envejecimiento normal. Se ha demostrado que las personas con entrenamiento de resistencia presentan menor rigidez arterial que las personas sedentarias de la misma edad y tensión arterial⁸; y se ha señalado que la actividad física disminuye la expresión genética para la susceptibilidad al aumento de rigidez arterial generalizada (Aix)²¹.

El colesterol

Se ha comprobado que los niveles altos de colesterol están asociados con la tensión diferencial central alta y a la rigidez aórtica y arterial generalizada, a pesar de las tensiones arteriales periféricas relativamente bajas²⁷. Además, el colesterol de las LDL (pero no el de las HDL) es un factor determinante independiente de la rigidez arterial, que se observa mediante un incremento del Aix²⁷.

Se ha demostrado que la reducción de la concentración sérica de colesterol disminuye la mortalidad cardiovascular y total²⁸; y está comprobado que la disminución del colesterol se encuentra asociada a la disminución en la rigidez arterial²⁹. Se sabe que las estatinas reducen la VOP aórtica en un período de 2 años³⁰, y el ensayo clínico SEARCH (Estudio de la eficacia de las reducciones adicionales del colesterol y de la homocisteína) está investigando la simvastatina, junto con la homocisteína con ácido fólico/vitamina B12, para evaluar si los tratamientos hipolipemiantes intensivos tienen efectos favorables. El análisis de la onda del pulso ha sido incorporado en un subestudio del ensayo clínico SEARCH con el fin de evaluar si existen efectos favorables sobre la rigidez arterial³¹.

La dieta

La importancia de mantener una dieta saludable y variada ha sido muy fomentada para mejorar la salud. No obstante, se ingieren muchas sustancias que tienen un profundo efecto sobre el riesgo cardiovascular y la rigidez arterial. A continuación se encuentra un análisis de algunas de las sustancias que han indicado tener un efecto sobre la rigidez arterial y la tensión arterial central.

La cafeína

La cafeína es la sustancia farmacológica de mayor utilización en el mundo; por tanto, no se puede exagerar su efecto sobre la rigidez arterial. Varios estudios han demostrado que la ingesta de café provoca un incremento de la rigidez arterial^{21, 32, 33, 34 35}; sin embargo, un estudio reciente reveló que la rigidez arterial no se incrementa al beber café descafeinado³³. Tanto la tensión sistólica central

como la AP y el AIx han sido asociados con el consumo de café, aun después de una taza, sin presentarse un incremento similar en la tensión arterial humeral. Además, se ha señalado que la cafeína y el tabaquismo tienen un efecto sinérgico en la rigidez arterial³⁶.

El efecto perjudicial de la cafeína es también marcado en los pacientes hipertensos tratados, en quienes la rigidez aórtica aumentó durante aproximadamente tres horas. Dicho efecto tiene consecuencias aún más graves porque en muchos casos los pacientes con hipertensión arterial ya presentan una aorta más rígida que los pacientes normotensos. Esto resaltó la posibilidad de que los medicamentos antihipertensores no brinden protección adicional contra los efectos negativos de la cafeína³⁴.

La ingesta aguda de cafeína revela un efecto fundamental y desfavorable en la rigidez arterial y, por ende, en la carga ventricular izquierda; se ha sugerido que el consumo de café debería tenerse en cuenta en la disminución del riesgo cardiovascular³⁷.

El alcohol

Se sabe que existe una relación en forma de “U” entre el consumo de alcohol y el riesgo cardiovascular: las personas que no beben y las que beben demasiado presentan un riesgo más alto, mientras que el riesgo es menor en las personas que beben con moderación. Un estudio reciente indicó que existe una relación similar en forma de “U” entre el consumo de alcohol y la rigidez arterial (AIx)³⁸. La ingesta de vino tinto en pacientes con arteriopatía coronaria tuvo efectos favorables en las reflexiones de la onda y en la tensión sistólica central, y no se observaron cambios en la tensión arterial humeral³⁹. El resultado fue similar con el vino tinto sin alcohol³⁹. Este estudio resalta la importancia de medir la tensión arterial central en comparación con la tensión arterial convencional al analizar los efectos de distintos agentes sobre el aparato circulatorio.

El chocolate amargo

Se ha señalado que una dieta compuesta de niveles altos de flavonoides, que se encuentran en el chocolate amargo, presenta consecuencias cardiovasculares favorables. Se ha demostrado que el consumo de chocolate amargo disminuye rápidamente la rigidez arterial generalizada y las reflexiones de la onda (AIx) y ejerce un efecto favorable sobre la función endotelial, lo cual sugiere un efecto positivo sobre el aparato circulatorio⁴⁰.

Referencias

- 1 Roman, MJ, Kizer JR, Ali T, et al. Central blood pressure better predicts cardiovascular events than does peripheral blood pressure – The Strong Heart Study. American Heart Association Scientific Sessions 2005; Epidemiology: Traditional CVD risk factors.
- 2 Nichols W, Singh B Augmentation index as a measure of peripheral vascular disease state. *Curr Opin Cardiol* 2002;17:543-551.
- 3 London G, Blacher J, Pannier B, et al. Arterial wave reflections and survival in end-stage renal failure. *Hypertension* 2001;38:434-438.
- 4 Weber T, Auer J, O'Rourke MF, et al. Arterial stiffness, wave reflections, and the risk of coronary artery disease. *Circulation* 2004;109:184-189.
- 5 Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension* 2001;37:1236-1241.

- 6 Cruickshank K, Riste L, Anderson SG, *et al.* Aortic pulse-wave velocity and it's relationship to mortality in diabetes and glucose intolerance. *Circulation* 2002;106:2085-2090.
- 7 Grundy SM, Pasternak R, Greenland P, Smith S Jr, Fuster V. Assessment of cardiovascular risk by use of multiple-risk-factor assessment equations. A statement from healthcare professionals from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:1348-1359.
- 8 Vaitkevicius PV, Fleg JL, Engel JH, *et al.* Effects of age and aerobic capacity on arterial stiffness in healthy adults. *Circulation* 1993;88:1456-1462.
- 9 McEniery CM, Yasmin, Hall IR, *et al.* Normal vascular aging: differential effects of wave reflection and aortic pulse wave velocity. The Anglo-Cardiff Collaborative Trial (ACCT). *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1753-1760.
- 10 Oliver JJ, Webb DJ. Noninvasive assessment of arterial stiffness and risk to atherosclerotic events. *Arterioscl Thromb Vasc Biol* 2003;23:554-566.
- 11 Nichols WW, O'Rourke MF. McDonalds blood flow in arteries. Theoretical, experimental and clinical principles. 5th Ed. Hodder and Arnold, London 2005.
- 12 Smulyan H, Marchais SJ, Pannier B, *et al.* Influence of body height on pulsatile arterial hemodynamic data. *J Am Coll Cardiol* 1998;31:1103-1109.
- 13 Brown Y, Brown MJ. Similarities and differences between augmentation index and pulse wave velocity in the assessment of arterial stiffness. *Q J Med* 1999 92:595-600.
- 14 Mahmud A, Feely J. Effects of passive smoking on blood pressure and aortic pressure waveform in healthy young adults – influence of gender. *Br J Clin Pharmacol* 2003;57:37-43.
- 15 Mahmud A, Feely J. Effect of smoking on arterial stiffness and pulse pressure amplification. *Hypertension* 2003;41:183-187.
- 16 Barnoya J, Glantz SA. Cardiovascular effects of secondhand smoke: Nearly as large as smoking. *Circulation* 2005;111:2684-2698.
- 17 Vlachopoulos C, Alexopoulos N, Panagiotakos D, O'Rourke M, Stefanidis C. Cigar smoking has an acute detrimental effect on arterial stiffness. *Am J Hypertens* 2004;17:299-303.
- 18 Wyatt SB, Winters KP, Dubbert PM. Overweight and obesity: prevalence, consequences, and causes of a growing public health problem. *Am J Med Sci* 2006;331:166-74.
- 19 Poirier P, Giles TD, Bray GA, *et al.* Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effects of weight loss. *Atheroscler Thromb Vasc Biol* 2006;26:968-1976.
- 20 Safar ME, Czernichow S, Blacher J. Obesity, arterial stiffness, and cardiovascular risk. *J Am Soc Nephrol* 2006;17:S109-S111.
- 21 Greenfield J, Samaras K, Campbell L, *et al.* Physical activity reduces genetic susceptibility to increased central systolic pressure augmentation: A study of female twins. *J Am Coll Cardiol* 2003;42:264-70.
- 22 Wildman R P, Mackey R H, Bostom A, Thompson T, Sutton-Tyrrell K. Measures of obesity are associated with vascular stiffness in young and older adults. *Hypertension* 2003;42:468-473.
- 23 Suh H-S, Park Y-W, Kang J-H, *et al.* Vascular endothelial dysfunction tested by blunted response to endothelium-dependent vasodilation by salbutamol and is related factors in

- uncomplicated pre-menopausal obese women, *Int J Obes Relat Metab Disord* 2005;29:217-22.
- 24 Park S-H, Shim KW. Reduction in visceral adiposity is highly related to improvement in vascular dysfunction among obese women: An assessment of endothelial function by radial artery pulse wave analysis. *Yonsei Med J* 2005;46:511-518.
 - 25 Edwards DG, Schofield RS, Magyari PM, Nichols WW, Braith RW. Effect of exercise training on central aortic pressure wave reflection in coronary artery disease. *Am J of Hypertens* 2004;17:540-543.
 - 26 Mustata S, Chan C, Lai V, Miller JA. Impact of an exercise program on arterial stiffness and insulin resistance in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 2004;15:2713-2718.
 - 27 Wilkinson I, Prasad K, Hall I, *et al.* Increased central pulse pressure and augmentation index in subjects with hypercholesterolemia. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1005-11.
 - 28 Wilkinson I, Cockcroft J. Cholesterol, endothelial function and cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol* 1998;9:237-242.
 - 29 Ferrier K, Muhlmann M, Baguet J, *et al.* Intensive cholesterol reduction lowers blood pressure and large artery stiffness in isolated systolic hypertension. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:1020-5.
 - 30 Kontopoulos AG, Athyros VG, Pehlivanidis AN, *et al.* Long-term treatment effect of atorvastatin on aortic stiffness in hypercholesterolaemic patients. *Curr Med Res Opin* 2003;19:22-7.
 - 31 Cockcroft JR, Webb DJ, Wilkinson IB. Arterial stiffness, hypertension and diabetes mellitus. *J Hum Hypertens* 2000;14:377-380.
 - 32 Vlachopoulos C, Panagiotakos D, Ioakeimidis N, Dima I, Stefanadis C. Chronic coffee consumption has a detrimental effect on aortic stiffness and wave reflections. *Am J Clin Nutr* 2005;81:1307-1312.
 - 33 Mahmud A, Feely J. Acute effect of caffeine on arterial stiffness and aortic pressure waveform. *Hypertension* 2001;38:227-231.
 - 34 Vlachopoulos C, Hirata K, Stefanadis C, Toutouzas P, O'Rourke MF. Caffeine increases aortic stiffness in hypertensive patients. *Am J Hypertens* 2003;16: 63-66.
 - 35 Waring WS, Goudsmit J, Marwick J, Webb DJ, Maxwell RJ. Acute caffeine intake influences central more than peripheral blood pressure in young adults. *Am J Hypertens* 2003;16:919-924.
 - 36 Vlachopoulos C, Kosmopoulou F, Panagiotakos D, *et al.* Smoking and caffeine have a synergistic detrimental effect on aortic stiffness and wave reflections. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:1911-1917.
 - 37 Karatzis E, Papaioannou TG, Aznaouridis K, *et al.* Acute effects of caffeine on blood pressure and wave reflections in healthy subjects: Should we consider monitoring central blood pressure? *Int J Cardiol* 2005;98:425-430.
 - 38 Van Trijp MJCA, Bos WJW, van der Showw YT, *et al.* Alcohol and arterial wave reflections in middle aged and elderly men. *Eur J Clin Invest* 2005;35:615-621.

- 39 Karatzi KN, Papamichael CM, Karatzis EN, *et al.* Red wine acutely induces favourable effects on wave reflections and central pressures in coronary artery disease patients. *Am J Hypertens* 2005;18:1161-1167.
- 40 Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Alexopoulos N, *et al.* Effect of dark chocolate on arterial function in healthy individuals. *Am J Hypertens* 2005;18: 785-791.