

## SphygmoCor et Risque Cardiovasculaire

La rigidité des grosses artères et les réflexions de l'onde accélérée qui imposent des pressions accrues sur le cœur ont été associées à de nombreux facteurs de risques cardiovasculaires, tels que l'âge, l'élévation de la pression artérielle, le tabac, les taux de cholestérol et l'obésité, mais elles se sont également avérées être, de façon importante, des facteurs prédictifs indépendants de morbidité et de mortalité cardiovasculaires dans plusieurs groupes de population.

Il a été démontré que la pression artérielle centrale et les mesures de rigidité artérielle sont d'importants paramètres dans l'évaluation du risque cardiovasculaire. Il a été montré que la pression systolique centrale est un facteur prédictif indépendant de maladie cardiovasculaire, indépendamment de la pression artérielle systolique brachiale<sup>1</sup>. L'index d'augmentation aortique (Aix) et la vitesse de l'onde de pouls aortique (VOP), mesures de la rigidité aortique et systémique, ont été associés à l'âge et aux patients atteints d'hypertension, de diabète, d'hypercholestérolémie et de maladies rénales<sup>2</sup>, toutes ayant une forte incidence sur le risque cardiovasculaire. Il a été montré que ces deux paramètres sont d'importants facteurs prédictifs indépendants de toutes les causes de mortalité, notamment de mortalité cardiovasculaire, chez les patients atteints d'insuffisance rénale terminale<sup>3</sup>. De plus, il a été montré que l'Aix est un important marqueur de risque indépendant de maladies coronariennes<sup>4</sup> et que la VOP est un facteur prédictif indépendant de morbidité et de mortalité chez les patients atteints d'hypertension<sup>5</sup> et de diabète<sup>6</sup>.

L'élévation de la rigidité artérielle provoque une augmentation de la demande myocardique et de la pression systolique centrale ainsi qu'une diminution de la pression de perfusion des artères coronaires ; Par là, elle augmente considérablement le risque d'infarctus, d'accident cérébrovasculaire et d'insuffisance cardiaque (pour plus de renseignement sur ces mécanismes voir Reflection Presentation – <http://www.atcormedical.com/downloads.html>).

Le Système SphygmoCor analyse le profil de pression artérielle au niveau du cœur et fournit des informations importantes sur l'impact clinique de la rigidité artérielle et de la réflexion de l'onde, permettant un examen éclairé du risque cardiovasculaire. De plus, la rigidité de l'aorte peut être évaluée par la VOP avec le SphygmoCor.

La rigidité artérielle est affectée par et associée à nombre de facteurs.

### Age, Taille et Sexe

Un âge avancé est connu pour être un déterminant important du risque cardiovasculaire<sup>7</sup>. A un âge avancé, progressivement les grosses artères se rigidifient et se dilatent, provoquant une augmentation de la pression artérielle systolique et de la pression pulsée<sup>8</sup> qui peuvent en dernier lieu conduire à des conditions telles que l'hypertension systolique isolée<sup>9</sup>, la forme la plus commune d'hypertension chez les personnes âgées<sup>10</sup>. Nombre d'études ont montré une relation positive entre la rigidité artérielle (VOP aortique et l'Aix) et l'âge<sup>11</sup>. Les mesures de pression centrale (pression pulsée (PP), augmentation de la pression (AP) et l'Aix) et la VOP aortique augmentent toutes de façon importante avec l'âge, mais l'Aix et la VOP suivent des modèles différents<sup>9</sup>. Il a été montré que les variations de l'Aix sont plus importantes chez des individus de moins de 50 ans, et que celles de la VOP sont plus marquées chez des individus de plus de 50 ans, tandis que la pression pulsée (PP) centrale et l'AP augmentent linéairement avec l'âge. La PP centrale ne dépend pas seulement du volume systolique (un important déterminant de la PP périphérique) mais également de la rigidité des grosses artères et de la réflexion de l'onde. Une augmentation de la rigidité artérielle avec l'âge conduit à une augmentation de la pression et à une augmentation de la pression systolique (hypertension systolique isolée des personnes âgées). Par conséquent, il a été suggéré que

pour évaluer totalement l'impact de l'âge et des facteurs de risque sur les grosses artères, la VOP et les mesures centrales à partir de l'AOP (amplitude de l'onde de pouls) nécessiteraient d'être évaluées<sup>9</sup>. Ces tables de références pour l'AOP et la VOP sont comprises dans le logiciel SphygmoCor permettant au médecin d'évaluer les résultats d'un patient donné par rapport à la table de références spécifiques à l'âge et au sexe.

Une petite taille a été signalé comme étant un facteur de risque indépendant pour les maladies cardiovasculaires<sup>9, 12</sup>. Dans une certaine mesure, ce risque peut être du à la faible longueur de chemin effectif, qui se traduit par une distance plus courte à parcourir pour les ondes de pression, avec pour conséquence l'arrivée d'ondes réfléchies plus précocement dans le cycle cardiaque (éventuellement alors qu'il est encore dans la phase systolique) provoquant une augmentation de la pression systolique centrale et de la postcharge du ventricule gauche<sup>12</sup>.

Le sexe joue aussi un rôle dans l'importance de la rigidité artérielle dans des études montrant que les femmes en bonne santé ont un niveau significativement plus élevé de rigidité artérielle que les hommes<sup>9, 13</sup>. Une des explications est la taille moyenne plus petite des femmes, cependant lorsque l'on corrige la taille, le sexe demeure un facteur prédictif indépendant de l'Aix<sup>9, 13</sup>.

### **Tabagisme**

En raison de son impact sur la fonction endothéliale et la vasoconstriction, le tabac est un facteur de risque significatif dans le développement et la progression des maladies cardiovasculaires<sup>14</sup>. Même chez les jeunes individus, les mesures de l'Aix et de la VOP sont significativement plus élevées après avoir fumé, comme c'est le cas pour les pressions artérielles centrales<sup>15</sup>. De plus, les mesures de l'Aix de base sont significativement plus élevées chez les fumeurs chroniques indépendamment du sexe, de l'état de santé général et des niveaux d'activité physique<sup>15</sup>.

Malgré ces augmentations de la pression artérielle centrale, la PA brachiale est en apparence généralement faible chez les fumeurs chroniques en raison de la faible amplification de la pression<sup>15</sup>. Cela illustre l'importance du Système SphygmoCor étant donné que ce dernier procure un véritable aperçu des pressions aortiques et de la rigidité artérielle.

Il est bien connu que le tabagisme passif a des effets nuisibles et augmente le risque d'infarctus et de récentes études ont mis en évidence les effets du tabagisme passif sur la rigidité artérielle. Ces études ont montré que certains niveaux d'exposition au tabagisme passif ont un effet nuisible à peine plus faible que le tabagisme actif<sup>16</sup>. D'autres études ont également démontré l'impact nuisible de la fumée du cigare sur la rigidité des grosses artères et de la réflexion de l'onde<sup>17</sup>.

### **Obésité**

L'obésité est devenue une épidémie mondiale aussi bien chez les enfants que chez les adultes, la prévalence du surpoids et de l'obésité dépassant 60% des adultes aux USA, ce taux augmentant rapidement chez les enfants et adolescents<sup>18</sup>. L'obésité est un facteur de risque indépendant pour les maladies cardiovasculaires et a également été associée à d'autres conditions exposées à un risque cardiovasculaire élevé, comme le diabète de type 2, l'hypertension et l'apnée du sommeil<sup>19</sup>. Ces dernières années, il a été démontré que les individus atteints d'obésité ont des risques d'avoir une rigidité artérielle élevée, indépendamment de la pression artérielle brachiale, de la race et de l'âge<sup>20</sup>. Il a été montré que l'adiposité centrale est un facteur déterminant de l'Aix, indépendamment d'autres facteurs tels que l'âge et la pression artérielle moyenne et il a été suggéré qu'il est important d'étudier la répartition de la graisse corporelle dans l'évaluation de la rigidité artérielle systémique, comparé au poids corporel total<sup>21</sup>. Il a été montré que la VOP aortique est également significativement associée à l'obésité, et une étude a rapporté que la VOP aortique médiane était de

4-9 m/s plus élevée chez les individus obèses comparativement aux individus ayant un poids normal<sup>22</sup>.

De plus, des études utilisant le système SphygmoCor pour évaluer la fonction endothéliale ont montré que l'obésité était indépendamment associée à un dysfonctionnement endothélial<sup>23</sup>. La réduction de l'adiposité viscérale a été associée à des améliorations importantes de la fonction endothéliale vasculaire.

Une des mesures comportementales communément prescrite pour l'obésité est l'exercice physique. Il a été démontré que l'exercice physique diminue la rigidité artérielle chez les individus sédentaires<sup>8</sup>, chez les patients atteints de coronaropathies<sup>25</sup> et lors d'une insuffisance rénale terminale<sup>26</sup>. L'exercice physique améliore la rigidité artérielle<sup>25</sup>, ce qui réduit efficacement le risque d'ischémie myocardique en diminuant la demande myocardique en oxygène, et en augmentant la perfusion coronaire<sup>25</sup>.

De plus, l'exercice peut atténuer la rigidité artérielle liée au processus normal de vieillissement. Il a été montré que les individus entraînés à l'endurance ont une plus faible rigidité artérielle, comparativement aux individus sédentaires du même âge et ayant une même pression artérielle<sup>8</sup>, et que l'activité physique réduit l'expression génétique de la prédisposition à la rigidité artérielle systémique élevée (AIX)<sup>21</sup>.

### **Cholestérol**

Il a été montré que des taux élevés de cholestérol sont associés à des pressions pulsées centrales élevées et à la rigidité aortique et artérielle systémique, malgré des pressions artérielles périphériques faibles<sup>27</sup>. De plus le LDL-cholestérol (et non pas le HDL-cholestérol) est un facteur indépendant de la rigidité artérielle, constaté par une augmentation de l'AIX<sup>27</sup>.

Il a été démontré que la diminution du taux de cholestérol sérique réduit la mortalité totale et cardiovasculaire<sup>28</sup>, et que la réduction du cholestérol est associée à une réduction de la rigidité artérielle<sup>29</sup>. Il a été montré que les statines réduisent la VOP aortique sur une période de 2 ans<sup>30</sup> et la simvastatine, associée à l'homocystéine et à de l'acide folique/Vitamine B12, sont étudiées dans l'essai SEARCH (Study of the Effectiveness of Additional Reductions in Cholesterol and Homocysteine) pour évaluer s'il existe des effets bénéfiques consécutifs à une réduction agressive des taux lipidiques. L'analyse de l'onde de pouls a été incluse dans une sous-étude de l'essai SEARCH pour évaluer s'il existe des effets bénéfiques sur la rigidité artérielle<sup>31</sup>.

### **Régime alimentaire**

Réussir et maintenir un régime alimentaire sain et varié a été fortement encouragé pour favoriser une bonne santé. Cependant, il existe beaucoup de substances ingérées qui ont des effets importants sur le risque cardiovasculaire et la rigidité artérielle. Une étude de plusieurs d'entre elles, qui a montré qu'elles ont un effet sur la rigidité artérielle et la pression artérielle centrale, sont mises en évidence ci-après.

#### Caféine

La caféine est la substance pharmacologique utilisée la plus répandue dans le monde, et son effet sur la rigidité artérielle ne peut par conséquent pas être négligée. De nombreuses études ont montré que l'ingestion de café contenant de la caféine provoque une augmentation de la rigidité artérielle<sup>21, 32, 33, 34 35</sup> alors qu'une étude récente a montré que la rigidité artérielle n'augmente pas avec la consommation de café décaféiné<sup>33</sup>. La pression systolique centrale et l'AP, ainsi que l'AIX ont toutes été associées à la consommation de café, même après la consommation d'une seule tasse, et

sans augmentation concomitante de la pression artérielle brachiale. De plus, la caféine et le tabac se sont avérés avoir un effet synergique sur la rigidité artérielle<sup>36</sup>.

L'effet nuisible de la caféine est également marqué chez les patients traités pour hypertension dont la rigidité aortique est majorée pendant une période d'environ 3 heures. L'importance de cet effet est aggravée, puisque souvent, les patients atteints d'hypertension ont déjà une aorte plus rigide que les patients normotensifs. Ceci a souligné que les traitements antihypertenseurs ne peuvent pas apporter une protection supplémentaire contre les effets négatifs de la caféine<sup>34</sup>.

Les effets d'un apport aigu de caféine engendrent un effet sous-jacent et défavorable sur la rigidité artérielle et par conséquent sur la charge ventriculaire gauche. Aussi, a-t-il été suggéré que la consommation de café doit être prise en considération pour diminuer le risque cardiovasculaire<sup>37</sup>.

### Alcool

Il est connu que l'association entre la consommation d'alcool et le risque cardiovasculaire est en forme de 'U', avec un risque plus élevé chez les non buveurs et les grands buveurs et un risque réduit chez les buveurs modérés. Une étude récente a montré qu'il existe une association similaire en forme de 'U' entre la consommation d'alcool et la rigidité artérielle (AIX)<sup>38</sup>. L'ingestion de vin rouge chez les patients atteints de coronaropathies s'est traduite par des effets favorables sur les réflexions d'onde et sur les pressions systoliques centrales, sans qu'aucune variation de pression artérielle brachiale n'ait été observée<sup>39</sup>. Un résultat similaire est également observé avec le vin rouge sans alcool<sup>39</sup>. Cette étude souligne l'importance de la mesure des pressions centrales comparativement à celles de la pression artérielle conventionnelle lors de l'examen des effets de différents agents sur le système cardiovasculaire.

### Chocolat noir

Un régime alimentaire comprenant des niveaux élevés de flavonoïde, que l'on trouve dans le chocolat, ont été signalé comme étant bénéfique sur la santé cardiovasculaire. Il a été montré que la consommation de chocolat noir réduit nettement la rigidité artérielle systémique et les réflexions d'onde (AIX) et exerce un effet bénéfique sur la fonction endothéliale, suggérant un effet bénéfique sur le système cardiovasculaire<sup>40</sup>.

---

## Références

- 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. 5<sup>th</sup> 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. *Arterioscler 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 Shouw 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.