PubliCE, (PubliCE) 1930

Monograph

Elasticidad de las Grandes y Pequeñas Arterias en Mujeres Saludables Pre Menopáusicas Activas y Sedentarias

Debra A Bemben[1] y Anette S Fjeldstad[1]

[1]*Department of Health and Exercise Science, University of Oklahoma, Norman, OK, Estados Unidos.*

RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias en mujeres aparentemente saludables sedentarias y recreacionalmente activas, y examinar si la edad afecta la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias. Este estudio transversal consistió de 43 mujeres pre menopáusicas sin enfermedades cardiovasculares (edad = 43.4 ± 4.7 años; media ± DE). Los sujetos fueron agrupados en dos grupos: grupo de sujetos sedentarios y grupo de sujetos recreacionalmente activos (30 min, 3 días a la semana de ejercicio de baja intensidad); asimismo los sujetos fueron agrupados según la edad en: grupo de 35-40 años, n = 11; grupo de 41-45 años, n = 14; grupo de 46-54 años, n = 16. Los sujetos se mantuvieron en reposo en posición supina mientras se llevaba a cabo el análisis de contorno de la onda de pulso en la arteria radial mediante un instrumento HDI/Pulsewave CR-2000 (Hypertension Diagnostic, Inc) para examinar la elasticidad arterial en las grandes y pequeñas arterias. El nivel de actividad física y el estatus de menopausia fueron valorados a partir de la información reportada por los propios sujetos. No se hallaron diferencias en la elasticidad de las grandes (14.5 ± 1.0 mL/mmHg × 10; 14.9 ± 0.9 mL/mmHg x 10; media ± DE) y pequeñas (5.5 ± 0.5 mL/mmHg × 100; 6.4 ± 0.4 mL/mmHg x 100) arterias entre los grupos de sujetos sedentarios y recreacionalmente activos. La elasticidad de las grandes arterias (12.8 ± 0.9 mL/mmHg × 10) fue significativamente menor en el grupo de mayor edad (p = 0.008) en comparación con el grupo de menor edad (17.6 ± 5.9 mL/mmHg × 10). Luego de realizar el ajuste por el índice de masa corporal, la elasticidad de las grandes arterias (p = 0.022) siguió siendo la menor en el grupo de mayor edad. Se observó una tendencia hacia una menor elasticidad de las pequeñas arterias en el grupo de mayor edad en comparación con el grupo de menor edad (p = 0.063). No se observaron diferencias en la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias entre las mujeres pre menopáusico sedentario y recreacionalmente activas. Esto sugiere que es necesaria una actividad física más vigorosa para obtener mayores beneficios a nivel vascular. La elasticidad de las grandes arterias se reduce con el avance de la edad, independientemente del índice de masa corporal.

Palabras Clave: elasticidad arterial, pre menopausia, índice de masa corporal, sedentarios

INTRODUCCION

La compliancia arterial se define como la capacidad de una arteria para expandirse y recobrar su diámetro normal con el pulso cardíaco y la relajación (Arnett et al., 1994). La reducción en la compliancia arterial o el incremento en la rigidez

arterial es común con el avance de la edad tanto en hombres como en mujeres (Mitchell et al., 2004) y puede derivar en el desarrollo de ateroesclerosis sin considerar la presencia de enfermedades coexistentes (Millasseau et al., 2002). La incrementada prevalencia de la obesidad en los Estados Unidos ha alcanzado proporciones pandémicas, y continúa incrementándose en todos los grupos de edades (Flegal et al., 2002, Ogden et al., 2002). La obesidad puede afectar negativamente la función cardiovascular mediante su asociación con la hipertensión (Wilson et al., 2002), la dislipidemia (Wilson et al., 2002) y la inflamación (Duprez et al., 2005).

En un estudio se halló que en adultos tanto jóvenes como ancianos, las medidas de la grasa corporal se encontraban entre los principales factores de predicción de rigidez de las grandes arterias (Wildman et al., 2003). La respuesta inflamatoria al incremento de la grasa corporal, puede tener un efecto negativo sobre la fisiología endotelial, lo cual puede derivar en la formación de placas ateroscleróticas (Avogaro and De Kreutzenberg, 2005). La inflamación ha sido asociada a la rigidez de las grandes arterias en poblaciones asintomáticas (Duprez et al., 2005).

Los estudios epidemiológicos han hallado que los hombres y las mujeres físicamente activos tienen una menor prevalencia de enfermedades cardiovasculares en comparación con sus pares sedentarios (Blair et al., 1989). Asimismo, se ha reportado que hay una ausencia o atenuación del incremento de la rigidez de las arterias centrales en adultos entrenados en resistencia (Arnett et al., 1994; Tanaka et al., 2000) y que el entrenamiento de la resistencia restaura los niveles de compliancia arterial en hombres sedentarios saludables de mediana edad y ancianos (Tanaka et al., 2000). La rigidez de las arterias centrales se incrementa con el avance de la edad en mujeres saludables sedentarias, y es significativamente menor en mujeres que realizan altos niveles de actividad física en comparación con las mujeres sedentarias (Tanaka et al., 1998).

La elasticidad arterial puede valorarse en forma no invasiva utilizando el Análisis de Contorno del Pulso (PCA) (Prisant et al., 2002), que es el análisis computarizado del pulso de la arteria radial y se lleva a cabo con un dispositivo CR-2000 (Hypertension Diagnostics, Eagan, Minnesota, USA). El análisis de la onda del pulso arterial de la arteria radial se basa en una modificación del modelo de Windkessel y permite la evaluación de los grandes conductos arteriales (C1) así como de las pequeñas arterias de la microcirculación (C2) (Cohn et al., 1995; Finkelstein and Cohn, 1992).

La técnica no invasiva más utilizada para valorar la función endotelial es la dilatación mediada por flujo (FMD). Sin embargo, los procedimientos de medición llevan mucho tiempo, el equipamiento necesario es muy costoso y además se requiere de un evaluador experimentado (Gokce et al., 2002). Otras técnicas disponibles para valorar la elasticidad arterial son la resonancia magnética, el ultrasonido y la medición indirecta tal como la presión del pulso (Havlik et al., 2003).

La mayoría de los estudios que han examinado los efectos del ejercicio sobre la elasticidad arterial se han llevado a cabo con hombre, y con frecuencia solo investigaron la elasticidad de las grandes arterias o de las arterias centrales. Para nuestro conocimiento, este es el primer estudio que ha examinado la elasticidad tanto de las grandes como de las pequeñas arterias en mujeres pre menopáusicas recreacionalmente activas y sedentarias.

Los objetivos de esta investigación fueron: (1) comparar la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias en mujeres adultas aparentemente saludables, recreacionalmente activas y sedentarias, y (2) examinar si la edad afecta la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias en mujeres pre menopáusicas.

Nuestra hipótesis fue que las mujeres recreacionalmente activas tendrían una mayor elasticidad arterial que las mujeres sedentarias. Además, hipotetizamos que la elasticidad arterial se reduce con el avance de la edad.

METODOS

Sujetos

Reclutamiento: Este estudio transversal consistió 43 mujeres pre menopáusicas sin enfermedades cardiovasculares (edad = 43.4 ±4.7 años, media ± DE). Los sujetos fueron reclutados mediante volantes repartidos en la Universidad de Oklahoma y las áreas circundantes.

Criterios de Inclusión y Exclusión: Los sujetos fueron excluidos del estudio si eran menores de 35 años o mayores de 55 años, tenían historia de enfermedad cardiovascular (CDV) o enfermedad de las arterias periféricas (PAD), realizaban terapia de reemplazo hormonal (HRT), tomaban antidepresivos o si eran post menopáusicas. Todos los sujetos dieron su consentimiento por escrito antes de participar en el estudio y todos los procedimientos fueron aprobados por el Comité de Revisión Institucional de la Universidad de Oklahoma.

Mediciones

Información Demográfica: La información acerca de la edad, factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, el nivel de actividad física y el estatus de menopausia fueron obtenidos durante una entrevista con un médico al comienzo del estudio. La talla fue medida con un estadiómetro (SECA Corporation; Columbia, MD) y el peso corporal fue medido con una balanza (SECA Corporation; Columbia, MD), luego de que los sujetos se quitaran los zapatos. El índice de masa corporal (BMI) fue calculado de acuerdo con la ecuación: masa corporal (kg) / talla^2 (m^2). La presión sanguínea y la frecuencia cardíaca fueron medidas concurrentemente con los índices de elasticidad arterial. El nivel de actividad física se determinó en base a la información brindada por los propios sujetos. Se clasificaron a los sujetos como recreacionalmente activos si realizaban actividad física de intensidad baja a moderada no más de tres veces por semana durante aproximadamente 20-30 minutos. Se clasificaron a los sujetos como sedentarios si no realizaban actividad física.

Análisis de Contorno del Pulso (PCA): El PCA se llevó a cabo en horas de la mañana luego de que los sujetos realizaran ayuno nocturno por al menos ocho horas, y antes de que realizaran cualquier actividad física vigorosa. Luego de que los sujetos permanecieran en reposo en posición supina durante aproximadamente 5-10 minutos, se obtuvieron los índices de elasticidad de las grandes arterias (C1) y de las pequeñas arterias (C2) utilizando un dispositivo HDI/PulswaveTM CR-2000 (Cardiovascular Profiling System, Hypertension Diagnostic, Inc., Eagan, Minnesota, USA). Se colocó un esfingomanómetro, de tamaño apropiado, alrededor de la parte superior del brazo izquierdo y un estabilizador rígido de plástico en la muñeca derecha para minimizar el movimiento de la arteria radial durante las mediciones. Con el antebrazo derecho apropiadamente inmovilizado en posición supina, se colocó un Sensor de Pulso de Onda (*Arterial Pulsewave^{TM} Sensor)* arterial sobre la piel, directamente sobre la arteria radial justo sobre el punto de mayor pulso. El sensor fue ajustado al mayor nivel de señal relativa, y las mediciones de C1 y C2 fueron obtenidas durante 30 segundos. Este dispositivo puede medir el decaimiento de la presión diastólica en las arterias grandes y el decaimiento de la onda reflectiva en las arterias pequeñas. Además de la C1 y C2, se registraron otros parámetros cardiovasculares tales como la presión sanguínea, la frecuencia de pulso, la resistencia sistémica vascular y la impedancia vascular total. Se períodos de medición de 30 segundos y todas las mediciones obtenidas durante estos períodos fueron promediadas. Esta aproximación no invasiva es repetitible y confiable tanto a corto como a largo plazo (Prisant et al., 2002).

Análisis Estadísticos

Se llevaron a cabo análisis estadísticos descriptivos con todas las mediciones. Los sujetos fueron agrupados en un grupo de sedentarios (no realizaba actividad física) y en un grupo de recreacionalmente activos (20-30 min, 3 veces por semana de actividad física de intensidad baja a moderada) y además fueron agrupados según la edad en: grupo de 35-40 años, n = 13; grupo de 41-45 años, n = 14 y grupo de 46-54 años, n = 16.

Los efectos de la edad y la actividad física sobre los índices de elasticidad arterial fueron evaluados mediante la utilización del Análisis de Covarianza ANCOVA de dos vías (edad × actividad física). Los datos fueron ajustados por el BMI y por el área de superficie corporal (BSA). Los efectos de la edad y del nivel de actividad física sobre la presión sanguínea fueron evaluados mediante la utilización del análisis de varianza ANOVA de una vía. Si se detectaba una diferencia significativa entre los grupos de edad, se realizaba el test *post hoc* de Bonferroni para determinar que grupos eran significativamente diferentes. Todos los valores se presentan como medias ± DE. Los análisis estadísticos fueron llevados a cabo con el programa SPSS 11.5 (Chicago, IL). La significancia estadística se estableció a $p<0.05$.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los datos demográficos de los sujetos. La edad media de los sujetos fue de 43.4 años, y el BMI alcanzó la categoría de sobrepeso, 27.5 kg/m^2, de acuerdo con la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (Organization, 1998).

Edad (años)	43.4 (4.7)
Talla (m)	1.64 (.06)
Masa (kg)	74.5 (22.4)
BMI (kg·m^{-2})	27.5 (7.8)
SBP (mmHg)	122.7 (15.0)
DBP (mmHg)	72.0 (9.2)
LAEI (ml/mmHg x100)	14.7 (4.4)
SAEI (ml/mmHg x100)	6.1 (2.1)

Tabla 1. *Características físicas de los sujetos (n = 43). Los datos son medias (± DE). Abreviaturas: SBP = presión sanguínea sistólica, DBP = presión sanguínea diastólica, LAEI = índice de elasticidad de las grandes arterias, SAEI = índice de elasticidad de las pequeñas arterias.*

De acuerdo con la información reportada por lo sujetos, el 42% de los mismos fue clasificado como sedentario. La Tabla 2 presenta los niveles de actividad física y los índices de elasticidad arterial. No se observaron diferencias significativas (p>0.05) en la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias entre el grupo de sedentarios y el grupo de sujetos recreacionalmente activo.

Nivel de Actividad	LAEI (ml/mmHg x100)	SAEI (ml/mmHg x100)
Sedentarios (n = 18)	14.5 (1.0)	5.5 (0.5)
Rec. Act. (n = 25)	14.9 (0.9)	6.4 (0.4)

Tabla 2*. Índices de elasticidad arterial para las mujeres sedentarias y recreacionalmente activas. Los datos son medias (± DE) ajustados por el índice de masa corporal. Abreviaturas: LAEI = índice de elasticidad de las grandes arterias, SAEI = índice de elasticidad de las pequeñas arterias, Rec. Act. = recreacionalmente activas.*

La Tabla 3 muestra los índices de elasticidad arterial para los tres grupos de edad. La elasticidad de las grandes arterias fue significativamente menor en el grupo de mayor edad (p = 0.08) en comparación con el grupo de menor edad. Luego de realizar el ajuste por el índice de masa corporal, la elasticidad de las grandes arterias (p = 0.022) continuó siendo la más baja en el grupo de mayor edad. El posterior ajuste por el área de superficie corporal no alteró los resultados. La elasticidad de las pequeñas arterias tendió a ser menor en el grupo de mayor edad en comparación con el grupo de menor edad, pero esta diferencia no alcanzó significancia estadística (p = 0.063).

Grupos de Edad	LAEI (ml/mmHg x100)	SAEI (ml/mmHg x100)
35-40 (n =13)	17.7 (5.9)	7.1 (2.2)
41-45 (n = 14)	14.2 (2.9)	5.9 (1.9)
46-54 (n = 16)	12.7 (2.6) *	5.3 (1.9)

Tabla 3*. Comparación de los índices de elasticidad arterial entre los grupos de edades. Los datos son medias (± DE) ajustados por el índice de masa corporal. Abreviaturas: LAEI = índice de elasticidad de las grandes arterias, SAEI = índice de elasticidad de las pequeñas arterias*

Los valores de la presión sanguínea sistólica en el grupo de menor edad (114.9 ± 10.7 mmHg; media ± DE) de mediana edad (119.4 ± 12.3 mmHg) y de mayor edad (132.0 ± 15.9 mmHg) fueron significativamente diferentes (p = 0.004). Estas diferencias se observaron entre el grupo de menor edad y de mayor edad (p = 0.005), y entre el grupo de mediana edad y de mayor edad (p = 0.045). Los valores de la presión sanguínea diastólica en los grupos de menor edad (68.9 ± 7.1 mmHg), de mediana edad (69.3 ± 9.13 mmHg) y de mayor edad (76.8 ± 9.2 mmHg) fueron significativamente diferentes (p

= 0.025). Estas diferencias se observaron entre el grupo de menor edad y de mayor edad (p = 0.054), mientras que la diferencia entre el grupo de mediana edad y de mayor edad no alcanzó significancia estadística (p = 0.065). No se observaron diferencias significativas en la presión sistólica (p = 0.55) o diastólica (p = 0.61) entre los grupos de sujetos sedentarios y recreacionalmente activos.

DISCUSION

Esta investigación examinó los efectos de la actividad física sobre la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias en mujeres pre menopáusicas aparentemente saludables. Nuestros hallazgos sugieren que las no existen diferencias en la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias entre mujeres pre menopáusicas recreacionalmente activas y sedentarias. Asimismo, los resultados indican que la elasticidad de las grandes arterias se reduce con el avance de la edad.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Tanaka et al (2000) quienes determinaron que la elasticidad de las arterias centrales era menor en hombres de mediana edad y ancianos en comparación con la de los hombres jóvenes, pero que no había diferencias en la elasticidad arterial entre los hombres recreacionalmente activos y los hombres sedentarios a ninguna edad.

En un estudio previo llevado a cabo por el mismo autor se concluyó que no se observa una reducción relacionada con la edad en la elasticidad de las arterias centrales en mujeres que realizaban un alto nivel de actividad física y en comparación con mujeres sedentarias (Tanaka et al., 1998). Esto sugiere que un alto nivel de actividad física puede prevenir la reducción asociada con la edad en la elasticidad arterial en mujeres. La técnica utilizada en este estudio para medir la elasticidad arterial fue la tonometría por aplanación. En este estudio también se concluyó que la elasticidad de las arterias centrales, pero no de las arterias periféricas, se reduce con el avance de la edad en mujeres sedentarias. Un estudio llevado a cabo por Shmitz et al (2001) en donde se midió la elasticidad arterial mediante ultrasonido en hombres y mujeres de mediana edad, también respalda nuestros hallazgos de que la actividad física habitual no atenúa la reducción en la elasticidad arterial. Otro estudio llevado a cabo por Havlik et al (2003), contradice estos hallazgos. Sus resultados sugieren que tanto una mínima cantidad de actividad física como una moderada cantidad de actividad física puede ser suficiente como para incrementar la elasticidad arterial en hombres y mujeres ancianos. En este estudio se utilizó la velocidad de la onda del pulso aórtico para medir la elasticidad arterial. Esto sugiere la posibilidad de que un incremento relativamente pequeño en la cantidad de actividad física pueda provocar efectos beneficiosos sobre la elasticidad arterial en sujetos ancianos sedentarios.

En nuestra investigación, la elasticidad de las pequeñas arterias no fue diferente entre las mujeres sedentarias y las mujeres recreacionalmente activas, y la reducción en la elasticidad arterial de las pequeñas arterias no alcanzó significancia estadística. Se ha sugerido que el mecanismo fisiológico detrás de la reducción en la elasticidad arterial con el avance de la edad es más rápido en las grandes arterias en comparación con las pequeñas arterias musculares (Hayashi et al., 2005; Snijder et al., 2004). Las grandes arterias tienen una función de “amortiguación” que reduce las fluctuaciones en el flujo, mientras que las pequeñas arterias no exhiben los mismos cambios pulsátiles en el diámetro, y por lo tanto pueden no sufrir adaptaciones que deriven en la reducción de la elasticidad arterial (Boutouyrie et al., 1992).

La elevación de la presión sanguínea está asociada con el avance de la edad (Seals, 2003), con un estilo de vida sedentario (Fagard and Cornelissen, 2007) y con la reducción de la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias (Prisant et al., 2001), por lo tanto es importante examinar estas variables. En nuestro estudio no se observaron diferencias significativas en la presión sanguínea entre el grupo de sujetos sedentarios y el grupo de sujetos recreacionalmente activos. Sin embargo, la presión sistólica y la presión diastólica se incrementan con el avance de la edad. Los sujetos con la mayor presión sistólica tienen también la mayor reducción en la elasticidad de las grandes arterias. Es importante señalar que sin considerar la diferencia en la presión sanguínea entre los tres grupos de edad, todos los grupos fueron clasificados como normotensivos. Esto puede sugerir que el pequeño incremento en la presión sanguínea sistólica que ocurre con el avance de la edad puede tener un impacto negativo sobre la función vascular.

La principal limitación de este estudio es el diseño transversal, lo cual no permite establecer una relación causa efecto entre la elasticidad arterial y el nivel de actividad física. Otra limitación es que el PCA es una medida no invasiva de la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias, y una medición invasiva podría haber sido más precisa. Una tercera limitación es que no se midió objetivamente el nivel de actividad física, y que la clasificación del nivel de actividad física y la historia de salud fueron valoradas en base al informe de los propios sujetos, lo cual puede estar sujeto a sesgos y subclasificación. Es posible que el pequeño rango de edad y el tamaño relativamente pequeño de nuestra muestra hayan limitado la detección de una asociación entre la actividad física y la elasticidad arterial.

CONCLUSION

Direcciones Futuras: Se requiere de un estudio en donde se realice un entrenamiento supervisado con mujeres para examinar los efectos del ejercicio sobre la elasticidad arterial. Hasta aquí y en base a nuestros resultados no es posible extraer conclusiones acerca de la significancia de la relación entre ejercicio recreacional y elasticidad arterial.

En conclusión, estos hallazgos muestran que no existen diferencias significativas en la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias entre mujeres pre menopáusicas saludables sedentarias y recreacionalmente activas. Por otra parte, la elasticidad de las grandes arterias se reduce con el avance de la edad y esto es independiente del BMI.

Puntos Clave

- No existen diferencias significativas en la elasticidad de las grandes y pequeñas arterias entre mujeres sedentarias y recreacionalmente activas.
- La elasticidad de las grandes arterias se reduce con el avance de la edad.
- Los sujetos con altos valores de presión sistólica tienen la mayor reducción en la elasticidad de las grandes arterias.

REFERENCIAS

1. Arnett, D.K., Evans, G.W. and Riley, W.A (1994). Arterial stiffness: a new cardiovascular risk factor?. *American Journal of Epidemiology 140, 669-682*
2. Avogaro, A. and De Kreutzenberg, S.V (2005). Mechanisms of endothelial dysfunction in obesity. *Clinica Chimica Acta 360, 9-26*
3. Blair, S.N., Kohl, H.W. and Paffenbarger, R.S (1989). Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of men and women. *Journal of the American Medical Association 262, 2395-2401*
4. Boutouyrie, P., Laurent, S., Benetos, A., Girerd, X. J., Hoeks, A.P.G. and Safar, M.E (1992). Opposing effects of ageing on distal and proximal large arteries in hypertensives. *Journal of Hypertension 10, S87-S91*
5. Cohn, J. N., Finkelstein, S., Mcveigh, G., Morgan, D., Lemay, L., Robinson, J. and Mock, J (1995). Noninvasive pulse wave analysis for the early detection of vascular disease. Hypertension. *26, 503-508*
6. Duprez, D.A., Somasundaram, P.E., Sigurdsson, G., Hoke, L., Florea, N. and Cohn, J.N (2005). Relationship between C-reactive protein and arterial stiffness in an asymptomatic population. *Journal of Human Hypertension 19, 515-519*
7. Fagard, R.H. and Cornelissen, V.A (2007). Effects of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation 14, 12-17*
8. Finkelstein, S. and Cohn, J.N (1992). First- and third-order models for determining arterial compliance. *Journal of Hypertension 10 (Suppl), S11-S14*
9. Flegal, K.M., Carroll, M.D., Ogden, C.L. and Johnson, C.L (2002). Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000. *Journal of the American Medical Association 288, 1723-1727*
10. Gokce, N., Keaney, J.F.J., Hunter, L.M., Watkins, M.T., Menzoian, J.O. and Vita, J.A (2002). Risk stratification fpr postoperative cardiovascular events via noninvasive assessment of endothelial function: a prospective study. *Circulation 105, 1567-1572*
11. Havlik, R.J., Simonsick, E.M., Sutton-Tyrrell, K., Newman, A., Danielson, M.E., Brock, D.B., Pahor, M., Lakatta, E., Spurgeon, H. and Vaitkevicius, P (2003). Association of Physical Activity and Vascular Stiffness in 70-to 79-Year-Olds: The Health ABC Study. *Journal of Aging and Physical Activity 11, 156-166*
12. Hayashi, K., Sugawara, J., Komine, H., Maeda, S. and Yoko, T (2005). Effects of aerobic exercise training on the stiffness of central and peripheral arteries in middle-aged sedentary men. *The Japanese Journal of Physiology 55, 235-239*
13. Millasseau, S.C., Kelly, R.P., Ritter, J.M. and Chowienczyk, P.J (2002). Determination of age-related increases in large artery stiffness by digital pulse contour analysis. *Clinical Science 103, 371-377*
14. Mitchell, G.F., Parise, H., Benjamin, E.J., Larson, M.G., Keyes, M.J., Vita, J.A., Vasan, R.S. and Levy, D (2004). Changes in arterial stiffness and wave reflection with advancing age in healthy men and women. *Hypertension 43, 1239-1245*
15. Ogden, C.L., Flegal, K.M., Carroll, M.D. and Johnson, C.L (2002). Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999-2000. *Journal of the American Medical Association 288, 1728-1732*
16. Organization, W.H (1998). Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation of obesity, Geneva, 1997, World Health. *Organization. Obesity Research 6, 51S-210S*
17. Prisant, L.M., Pasi, M., Jupin, D. and Prisant, M.E (2002). Assessment of repeatability and correlates of arterial compliance. *Blood Pressure Monitoring 7, 231-235*
18. Prisant, L.M., Resnick, L.M. and Hollenberg, S.M (2001). Arterial elasticity among normotensive subjects and treated and untreated hypertensive subjects. *Blood Pressure Monitoring 6, 233-237*
19. Schmitz, K.H., Arnett, D.K., Bank, A., Liao, D., Evans, G.W., Evenson, K.R., Stevens, J., Sorlie, P. and Folsom, A.R (2001). Arterial distensibility and physical activity in the ARIC study. *Medicine & Science in Sports & Exercise 33, 2065-2071*
20. Seals, D.R (2003). Habitual Exercise and the Age-Associated Decline in Large Artery Compliance. *Exercise and Sport Sciences Reviews 31, 68-72*

21. Snijder, M.B., Henry, R.M.A., Visser, M., Dekker, J.M., Ferreira, I., Bouter, L.M., Yudkin, J.S., Westerhof, N. and Stehouwer, C.D.A (2004). Regional body composition as a determinant of arterial stiffness in the elderly: The Hoorn Study. *Journal of Hypertension 22, 2339-2347*
22. Tanaka, H., Desouza, A. and Seals, D.R (1988). Absence of age-related increase in central arterial stiffness in physically active women. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular . *Biology 18, 127-132*
23. Tanaka, H., Dinenno, F.A., Monahan, K.D., Clevenger, C.M., Desouza, A. and Seals, D.R (2000). Aging, habitual exercise, and dynamic arterial compliance. *Circulation 102, 1270-1275*
24. Wildman, R.P., Mackey, R.H., Bostom, A., Thompson, T. and Sutton-Tyrrell, K (2003). Measures of obesity are associated with vascular stiffness in young and older adults. *Hypertension 42, 468-473*
25. Wilson, P.W., D'agostino, R. B., Sullivan, L., Parise, H. and Kannel, W.B (2002). Over-weight and obesity as determinants of cardiovascular risk: the Framingham experience. *Archives of Internal Medicine 162, 1867-1872*