

# Primer Estudio Nacional de la presión de pulso

(Estudio realizado con tonometría de aplanamiento)

\* Eduardo Zuleta Arcila

\*\* Jorge Rodriguez Montes de Oca

\*\*\* Dr. Renzo Barbini

## SUMMARY

It was made a descriptive study, of transversal court, in an aleatory sample of 119 persons, between 17 and 92 years old. It was formed two groups > and 60 years old.

The primary objective was investigate the importance of systolic pressure, pulse pressure and Augmentation, in the group of persons > 60 years old. On this way, the conclusions confirm that systolic pressure, pulse pressure and Augmentation are parameters that measure increase of arterial pressure, the stiffness of arterial tree, in the group > 60 years old without difference of sex. Sfigmocardigraphy is an important tool for determination of central pulse pressure and index augmentation that allows to confirm its epidemiologic, clinic and prognostic significance, besides for redefine the anti-hypertensive treatment, according with international literature

## RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo, de corte transversal, en una muestra aleatoria de 119 personas, entre los 17 y 92 años de edad, formándose dos grupos etáreos, > y < de 60 años.

El objetivo primario fue investigar la importancia de la presión sistólica, presión de pulso y augmentation, en el grupo de personas > de 60 años.

De esta manera, las conclusiones confirman que tanto la presión sistólica, presión de pulso, y augmentation son parámetros que miden el incremento de la presión arterial, la dureza del árbol arterial, en el grupo > de 60 años sin distinción de sexo. La esfigmocardigrafía es una

herramienta importante para la determinación de la presión de pulso central y el índice de augmentation permitiéndose la confirmación de su significación epidemiológica, clínica y pronóstica, así como para redefinir el tratamiento antihipertensivo, en concordancia con la literatura internacional.

## INTRODUCCION:

La tonometría de aplanamiento es una técnica empleada en Oftalmología para medir la presión intra-ocular. Pressman y Newgard (1) fueron los primeros en utilizar la tonometría para determinar las ondas de la presión arterial. Ello demostró ser un importante avance con respecto a otros métodos para la determinación en forma no invasiva de la presión arterial a nivel del pulso (2).

Posteriormente, Kelly y colaboradores (3) emplearon los transductores de un solo elemento introducidos por Huntly Millar en 1989. Estos dispositivos han sido ampliados con múltiples unidades (4). Sato y colaboradores en 1993(5), introdujeron el instrumento denominado "Jentow". Chen y colaboradores en 1997 (6), London, Roman y Hayoz (7-9), usaron unidades simples sostenidas a mano.

Bajo condiciones óptimas para el aplanamiento arterial, la onda de presión medida en forma no invasiva es virtualmente idéntica a la obtenida con un transductor de alta fidelidad dentro de la arteria (10,11).

La relación entre las ondas de presión en diferentes localizaciones se expresa mejor como una función de transferencia validada matemáticamente, en donde los componentes armónicos en las dos localizaciones están relacionadas en la amplitud y fases como una función de frecuencia o armonía (12).

La similitud en la función de transferencia es consistente con una diferencia sistemática en la evidencia de una reflexión de onda a nivel central, pudiéndose determinar valiosos índices de la interacción ventricular-vascular a

\* Profesor Principal de la Universidad Federico Villarreal Ex-  
Presidente de la Sociedad Peruana de Hipertensión Arterial  
Cardiólogo asistente de la Clínica Stella Maris

\*\* Cardiólogo asistente del Hospital Militar Central  
Co-responsable del Programa de Hipertensión Arterial del Hospital  
Militar Central

\*\*\* Residente de Cardiología del Instituto del Corazón

partir de la separación de la onda aórtica central, en periodos sistólico y diastólico. El índice de tensión y tiempo(13) es la integral de la presión y el tiempo durante la sístole; es un indicador de la demanda de oxígeno y sangre en el miocardio del ventrículo izquierdo. El índice del tiempo diastólico es la integral de la presión y el tiempo durante la diástole; es un indicador de la capacidad de la perfusión ventricular izquierda a través de las arterias coronarias (14-16). La tasa de viabilidad sub-endocárdica es la relación entre el índice del tiempo diastólico contra el índice del tiempo sistólico, y es una medida de la propensión a desarrollar isquemia miocárdica en base a las fuerzas hemodinámicas alteradas (17,18). Se ha demostrado que la isquemia sub-endocárdica ocurre aún cuando las arterias coronarias están patentes, cuando dicho índice cae por debajo de 0.7 (19). La presión diastólica media es otra medida de la capacidad para la perfusión coronaria (20), mientras que tanto la presión sistólica media como la presión al final de la sístole han sido tomadas como índices de la carga sistólica ventricular izquierda y consumo de oxígeno (21,22).

En este estudio se consideró una muestra aleatoria para realizar un análisis descriptivo a partir de un corte transversal en un grupo de individuos de ambos sexos, separados en dos grandes grupos con relación a la edad (< ó > a 60 años), habiendo sido comparados en función a la presión de pulso, presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y augmentation con la finalidad de observar el comportamiento de estos parámetros, comparándolos con información previa de la literatura internacional, que puedan servir de base a futuras investigaciones en nuestro medio.

#### MATERIAL Y METODO :

Se realizó un estudio descriptivo de un corte transversal de una muestra aleatoria que incluyó 119 individuos entre 17 y 92 años, formándose dos grupos etáreos, con edades < ó > a 60 años, de ambos sexos.

Como el objetivo fue conseguir datos de diferentes parámetros en un amplio rango de personas con edades extremas, sin consideración de padecer o no alguna enfermedad cardiovascular.

Los parámetros que se investigaron fueron :

Presión de pulso, < y > 60 mm Hg.

Presión sistólica, < y > 140 mm Hg.

Presión diastólica, < y > 90 mm Hg.

Augmentation, < y > 18 mm Hg.

Se cruzaron datos referentes a los parámetros mencionados, por binomios y triadas.

Todos fueron estudiados por tonometría de aplanamiento con unidad PWV que incorpora un micromanómetro Millar en su punta y un registrador SphymoCor Px ligado a una computadora de marca ACER , Pentium II, con ambiente Windows 98 y con impresora Epson color 440.

El protocolo de trabajo del esfigmocardiograma sigue el Manual de Operaciones que consiste en :

1. Llenar la ficha de datos clínicos y antropomórficos de las personas
2. Inicio del estudio de las ondas de pulso que son obtenidas por tonómetro de aplanamiento de acuerdo con los índices de control de calidad
3. Registro de las ondas de pulso para generar la muestra de reporte de trabajo
4. Realización de un estudio similar después de aproximadamente dos minutos
5. Análisis automático del reporte y tendencias de las curvas obtenidas e impresión de los registros conseguidos

Se analizaron los datos obtenidos usando el Paquete Estadístico SPSS v. 9.0, en donde se realizó análisis de regresión lineal y de multivariantes. El nivel de confianza fue al 95 %.

Se presentan los resultados mediante Tablas y Figuras.

Nuestro agradecimiento a la Srta. Fiorella Zuleta Burga por su destacable colaboración en los estudios esfigmocardiográficos y en la elaboración de la base de datos del estudio.

#### RESULTADOS:

**TABLA 1**

**DISTRIBUCION POR GRUPOS ETAREOS**

GRUPOS	NUMERO	%
< 60 AÑOS	65	53.7
> 60 AÑOS	54	46.3

**TABLA 2**

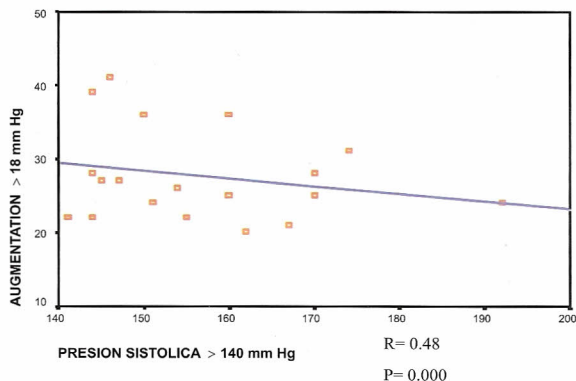
**DISTRIBUCION POR SEXO**

SEXO	NUMERO	%
FEMENINO	60	51.2
MASCULINO	59	48.8

**TABLA 3**

DISTRIBUCION DE PARAMETROS POR GRUPOS ETAREOS			
PARAMETRO	GRUPO ETAREO	NUMERO	%
PRESION SISTOLICA > 140 mm Hg	> 60 AÑOS	17	14
PRESION SISTOLICA < 140 mm Hg	< 60 AÑOS	60	50.4
PRESION DE PULSO > 60 mm Hg	> 60 AÑOS	27	22.7
PRESION DE PULSO < 60 mm Hg	< 60 AÑOS	62	52
PRESION DIASTOLICA > 90 mm Hg	> 60 AÑOS	04	3.4
PRESION DIASTOLICA < 90 mm Hg	< 60 AÑOS	59	49.6
AUGMENTATION > 18 mm Hg	> 60 AÑOS	30	25.2
AUGMENTATION < 18 mm Hg	< 60 AÑOS	59	49.6

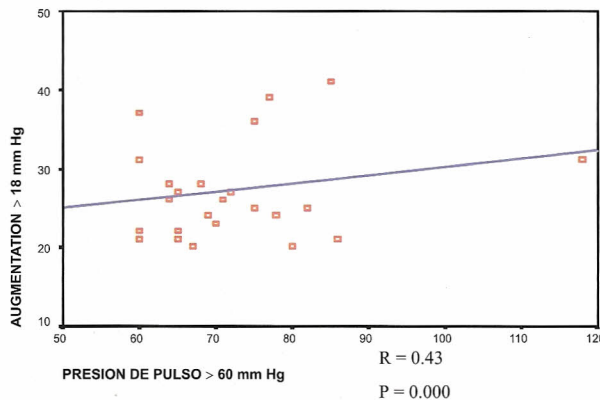
**FIGURA 1**  
REGRESION LINEAR ENTRE PRESION SISTOLICA > 140 mm Hg y AUGMENTATION > 18 mm Hg



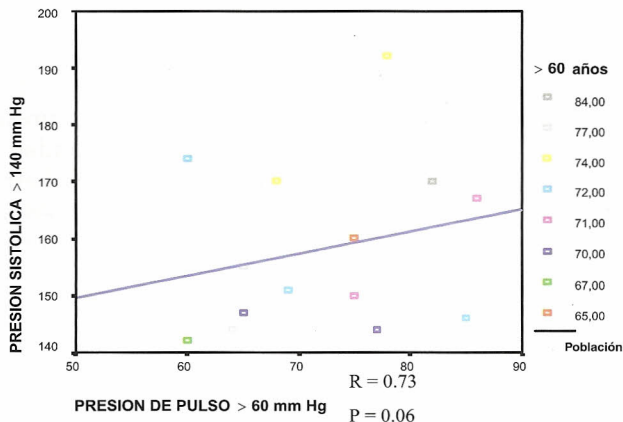
**DISCUSION :**

Al analizar el estudio, se observó que 65 personas eran < de 60 años y 54 personas > de 60 años (tabla 1). El sexo se distribuyó en 59 varones y 60 mujeres, lo cual determina uniformidad en la muestra.

**FIGURA 2**  
REGRESION LINEAR ENTRE PRESION DE PULSO > 60 mm Hg y AUGMENTATION > 18 mm Hg



**FIGURA 3**  
ANALISIS MULTIVARIABLE ENTRE PRESION SISTOLICA > 140 mm Hg, PRESION DE PULSO > 60 mm Hg, EN > 60 AÑOS



**FIGURA 4**  
ANALISIS MULTIVARIABLE ENTRE PRESION SISTOLICA < 140 mm Hg, PRESION DE PULSO < 60 mm Hg, EN EDAD < 60 AÑOS

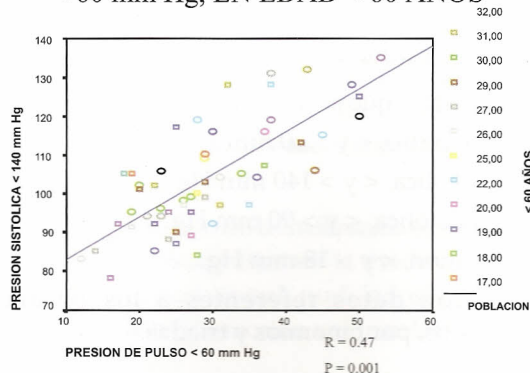


FIGURA 5

ANALISIS MULTIVARIABLE ENTRE PRESION SISTOLICA > 140 mm Hg, PRESION DE PULSO > 60 mm Hg, y AUGMENTATION > 18 mm Hg

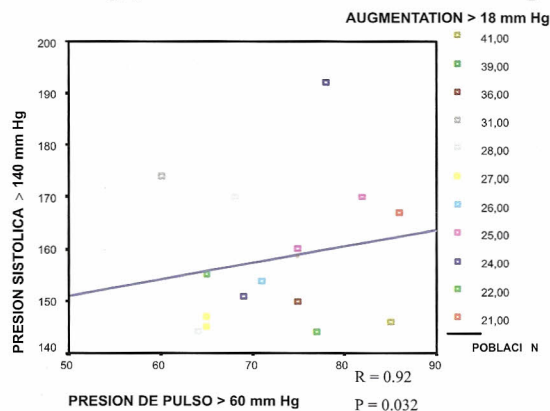


FIGURA 7

ANALISIS MULTIVARIABLE ENTRE PRESION DIASTOLICA > 90 mm Hg, PRESION DE PULSO > 60 mm Hg, EN EDAD > 60 AÑOS

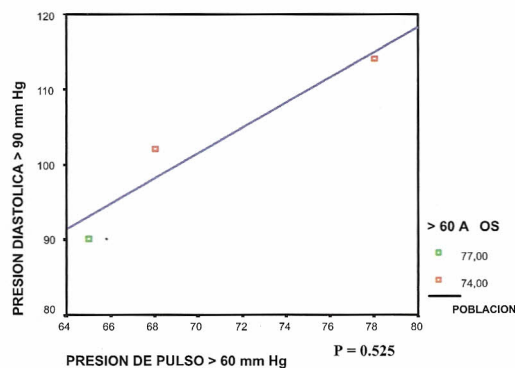


FIGURA 6

ANALISIS MULTIVARIABLE ENTRE PRESION SISTOLICA < 140 mm Hg, PRESION DE PULSO < 60 mm Hg, y AUGMENTATION < 18 mm Hg

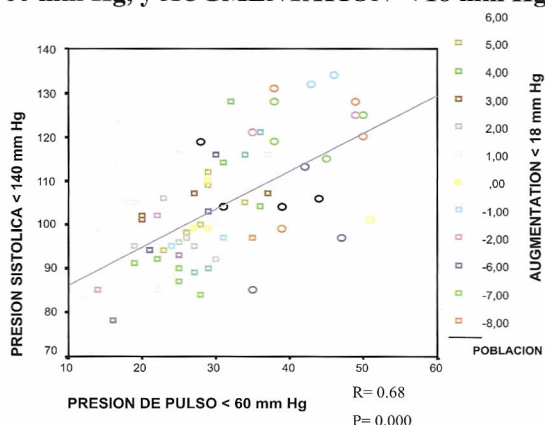
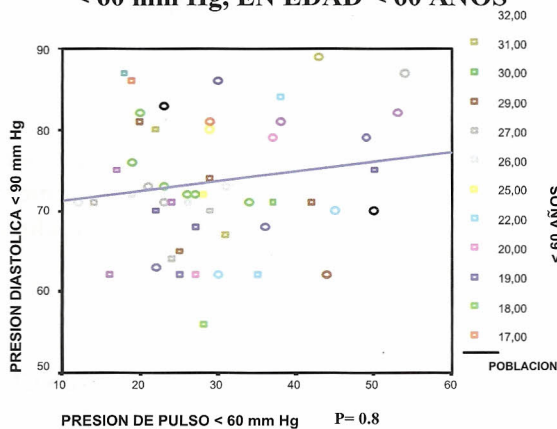


FIGURA 8

ANALISIS MULTIVARIABLE ENTRE PRESION DIASTOLICA < 90 mm Hg, PRESION DE PULSO < 60 mm Hg, EN EDAD < 60 AÑOS



Cuando se realiza la discriminación en la población de estudio con relación a los parámetros presión de pulso > 60 mm Hg, presión sistólica > 140 mm Hg, augmentation > 18 mm Hg y presión diastólica > 90 mm Hg, se aprecia que no existe proporcionalidad entre los grupos etáreos considerados, siendo mayor el número de personas del grupo < de 60 años para el caso de analizar por debajo de los umbrales de separación de los diferentes parámetros. Asimismo, podemos observar que en el grupo de edad > de 60 años, la presión de pulso > 60 mm Hg representa la cuarta parte de la muestra total, la presión sistólica > 140 mm Hg es la sexta parte de la población estudiada, Augmentation > 18 mm Hg es la cuarta parte de la muestra y la presión diastólica > 90 mm Hg solamente comprende a cuatro personas (tabla 3). Se enfatiza que los análisis de regresión lineal y de

datos multivariantes muestran una mayor significación en el grupo < de 60 años en todos los parámetros de estudio con valores por debajo de los umbrales señalados, (fig. 1 a 8) sin que ello signifique restar importancia estadística de los datos analizados en el grupo de edad > de 60 años, con parámetros por encima del umbral, ya que la tendencia estadística es proporcional con el tamaño muestral. En todo caso, los datos referentes al grupo > de 60 años con variables por encima de los límites fijados están de acuerdo con lo reportado en la literatura internacional. Se ha publicado que probablemente la presión de pulso en la aorta ascendente muestre una mas fuerte asociación con futuros eventos cardiovasculares (23). También es importante señalar que en las poblaciones de características como aquella estudiada en el Ensayo Syst-Eur en pacientes hipertensos sistólicos

aislados tratados y no tratados se incrementa el riesgo cardiovascular, lo que demuestra la importancia de la presión sistólica (24).

Queremos también resaltar la importancia que tiene el Índice de augmentation y la onda refleja, en pacientes > 60 años, con endurecimiento del árbol arterial, referida en publicaciones desde 1993 en estudios no-invasivos de arterias carótidas y femorales (25).

Posteriormente, se ha reportado que el endurecimiento arterial y la onda refleja se evidencian siguiendo al bloqueo agudo de depósito de calcio en el tejido intracelular, en hipertensos esenciales (26).

La presión de pulso es un predictor significativo de mortalidad cardiovascular estimada a largo plazo, lo que muestra su importancia en la clínica y epidemiología (27).

La Esfigmografiografía es, por lo tanto, una herramienta determinante de la presión de pulso que es poderoso factor predictivo independiente de eventos recurrentes después de Infarto miocárdico con función ventricular disminuída, que esta en relación con pacientes mayores que cursan con presiones diastólicas bajas (28).

Por las informaciones analizadas en este estudio, creemos que para futuras investigaciones es necesario realizarlas basándose en los parámetros anteriormente expuestos para los propósitos de epidemiología, clínica y estrategia en terapia antihipertensiva.

## CONCLUSIONES :

- 5.1 La Presión de Pulso, Presión sistólica y Augmentation, son parámetros que miden el incremento de la Presión arterial y la dureza del árbol arterial en personas > de 60 años.
- 5.2 La Presión diastólica > de 90 mm Hg no tiene significación clínica en personas > de 60 años, pero presiones diastólicas decapitadas con Presión de Pulso > 60 mm Hg tienen relevante valor pronóstico.
- 5.3 En personas de ambos sexos, los parámetros Presión de Pulso, Presión sistólica y Augmentation tienen similar comportamiento en > de 60 años para predecir incremento del riesgo cardiovascular.
- 5.4 Los valores disminuídos de la Presión de Pulso, Presión sistólica y Augmentation en personas < de 60 años, han servido para demostrar la importancia clínica de los valores elevados.
- 5.5 Para el estudio de la presión arterial en poblaciones es necesario realizar la Esfigmografiografía para determinar la Presión de Pulso a nivel central, así como el Índice de Augmentation considerando la importancia epidemiológica, clínica y pronóstica de estos parámetros.
- 5.6 Al redefinir la estrategia terapéutica de la Hipertensión arterial, se debe realizar el estudio de la Presión sistólica, Presión de Pulso e Índice de Augmentation actualizando un mejor manejo de esta entidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Pressman, G L and Newgard, P M, 1963. *A transducer for the continuous external measurement of arterial blood pressure*. IEEE. Transaction of Biomedical Electronics **10**, 73-81.
2. Drzewiecki, G M , Melbin, J, and Noordergraaf, A, 1983 : *Arterial tonometry : review and analysis*. Journal of Biomechanics **6**, 141-53.
3. Kelly, R P, Hayward, C S, Ganis, J, Daley, J E, Avolio, A P, O' Rourke, M F : *Non-invasive registration of the arterial pressure pulse waveform using high-fidelity applanation tonometry*. J Vasc Med Biol 1989; **1** : 142-9.
4. Kemmotsu, O, Uceda, M, Otsuka, H, et al, 1991. *Blood pressure measurement by arterial tonometry in controlled hypotension*. Anesthesia and Analgesia **73**, 54-8.
5. Sato, T, Nicholson, M, Kawamoto, A, et al, 1993 : *Accuracy of continuous blood pressure monitor based on arterial tonometry*. Hypertension **21**, 866-74.
6. Chen, C H, Nevo, E, Fetis B, et al, 1997 : *Estimation of central aortic pressure waveform by mathematical transformation on radial tonometry pressure : validation of generalized transfer function*. Circulation **95**, 1827-36.
7. London, G M, Guerin, A P, Panner B, et al, 1995. *Influence of sex on arterial hemodynamics and blood pressure. Rol of body height*. Hypertension **26** (3) :514-29.
8. Roman, M J, Pickering, T G, Schwarz, J E, et al, 1995 : *Association of carotid atherosclerosis and left ventricular hypertrophy*. Journal of the American College of Cardiology **25**, 83-90.
9. Hayoz, D, Delacretáz, E, Do, D, et al, 1994 : *Accuracy of non-invasive blood pressure measurement in the lower limbs by applanation tonometry*. Journal of Hypertension **12** (Suppl 3), S7.
10. Kelly, R, Hayward C, Ganis J, et al, 1989 : *Non-invasive registration of the arterial pressure pulse waveform using high-fidelity applanation tonometry*. J Vasc Medicine and Biol **1**, 142-9.
11. Chen, C H , Ting, C T, Nusbacher A, Nevo, E, Kass, D A, Pack P, et al. *Validation of carotid artery tonometry as a means of estimating augmentation index of ascending aortic pressure*. Hypertension 1996; **27**: 168-175.

12. Nichols, W W and O'Rourke, M F, 1990 : *Mc Donald's blood flow in arteries*. 3<sup>rd</sup>. Ed London : Edward Arnold.
13. Sarnoff, S J, Braunwald, E, Welch, G H, et al, 1958 : *Hemodynamics determinants of oxygen consumption of the heart with special reference in the tense-time index*. American Journal of Physiology **192**, 148-56.
14. Feigl, E D, 1983 : *Coronary physiology*. Physiological Reviews **63**, 1-205.
15. Nichols, W W, O'Rourke, M F, Conti, C R, et al, 1987 : *Age related changes in left ventricular-arterial coupling*. In Yin, F.C.P. (ed.), *Vascular ventricular coupling*. New York : Springer-Verlag, 79-114.
16. O'Rourke, M F, 1994 : *Arterial haemodynamics and ventricular-vascular interaction in hypertension*. Blood pressure **3**, 33-7.
17. Buckberg, G D, Fixler, D E, Archie, J P, et al, 1972. *Experimental sub-endocardial ischemia in dogs with normal coronary arteries*. Circulation Research **30**, 67-81.
18. O'Rourke, M F, 1982 : *Vascular impedance in studies of arterial and cardiac function*. Physiological Reviews **62**, 570-623.
19. Buckberg, G D, Towers B, Plagia, D E, et al, 1972. *Subendocardial ischemia after cardiopulmonary by-pass*. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery **64**, 669-84.
20. O'Rourke, M F, 1982 : *Angina pectoris, coronary artery spasm and calcium entry blocking agents*. Australian and New Zealand Journal of Medicine **12**, 465-6.
21. Weber, K and Janicks, J S, 1971. *Myocardial oxygen consumption: The role of the wall force and shortening*. American Journal of Physiology **233**, H-421.
22. Suga, H, Sagawa K, 1974. *Instantaneous pressure-volume relationships and the ratio in the exercised, supported canine left ventricle*. Circulation Research **35**, 117-26.
23. Chae, C U, Pfeffer, M A, Glymm, M, Mitchell, G F, Taylor, J O, Hennekens, C H. *Increased pulse pressure and the risk of heart failure in the elderly*. JAMA 1999; **281**, 631-639.
24. Staessen, J A, Gasowski, J, Wang J G, Thy S L, Den Hond E, Boissel J P, et al : *Risks of untreated and treated systolic hypertension in the elderly : meta-analysis of outcome trials*. Lancet 2000; **355**, 865-872.
25. Benetos, A, Laurent, S, Hoeks, A P, Bontouyrie, P H, Safar, M E. *Arterial alterations with aging and high blood pressure. A non-invasive study of carotid and femoral arteries*. Arterioscler Thromb 1993; **13**, 90-97.
26. Pannier, B M, Laflèche, A B, Girerd X J M, London, G M, Safar, M E. *Arterial stiffness and wave reflections following acute calcium blockade in essential hypertension*. Am J Hypertens 1994; **7**: 168-176
27. Benetos, A, Safar, M, Rudrichi, A, Smulyan, H, Richard, J L, Ducimetiere, P, et al : *Pulse pressure predictor of long-term cardiovascular mortality in French male population*. Hypertension 1997; **30**, 1410-1415.
28. Mitchell, G F, Moyé, L, Braunwald, E, Rouleau, J L, Bernstein, V, Geltman, E, Flaker, G, Pfeffer, M. : *Sphygmomanometrically determined Pulse Pressure is a powerful independent predictor of recurrent events after Myocardial Infarction in patients with impaired left ventricular function*. Circulation 1997; **96**: 4254-4260.