

VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y HEMODINÁMICAS CENTRALES PREDICTORAS DE LA PRESIÓN ARTERIAL EN UN GRUPO DE JÓVENES UNIVERSITARIOS NORMOTENSOS

ANTHROPOMETRIC AND CENTRAL HEMODYNAMIC VARIABLES PREDICT BLOOD PRESSURE IN A GROUP OF NORMOTENSIVE UNIVERSITY STUDENTS

¹José Aníbal Pizzorno, ²Eduardo Roque Perna, ³Mabel Itatí Rivero, ⁴Julián Nicolás Acosta, ⁵Julia Bártoli.

¹Master en Enfermedades Cardiovasculares. Prof. Carrera de Medicina. Especialista en Hipertensión Arterial SAHA-Academia Nacional de Medicina. Jefe del Laboratorio No Invasivo de Fisiología Aplicada. Universidad Nacional del Nordeste. Jefe de Terapia Intensiva Hospital Angela I. de Llano. Corrientes. Argentina. josepizzorno@gmail.com

²Médico Especialista en Cardiología. Subjefe Unidad Coronaria. Instituto de Cardiología de Corrientes. Corrientes. Argentina. pernaucic@hotmail.com

³Médica Especialista en Tocoginecología. Docente de las Cátedras de Ginecología y de Anatomía y Fisiología Patológicas. Carrera de Medicina. Laboratorio No Invasivo de Fisiología Aplicada. Universidad Nacional del Nordeste. Jefa de Docencia e Investigación Hospital Angela I. de Llano. Corrientes. Argentina. mabelrivero@hotmail.com.ar

⁴Becario de investigación. Laboratorio No Invasivo de Fisiología Aplicada. Facultad de Medicina. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina. julian_nicolas90@hotmail.com

⁵Médica adscripta de Investigación. Laboratorio No Invasivo de Fisiología Aplicada. Facultad de Medicina. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina. juliabartoli@gmail.com

Los autores declaran no poseer ningún tipo de conflicto de intereses con respecto a la realización del presente trabajo

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

Dr. José Aníbal Pizzorno.
Gobernador Torrent 1651.
3400 Corrientes. Provincia de Corrientes.
Teléfono: 03794754638
e-mail: josepizzorno@gmail.com

RESUMEN

Introducción La presión arterial (PA), parámetro hemodinámico periférico de altísimo valor clínico, depende a su vez, de parámetros hemodinámicos centrales medibles con Cardiografía por Impedancia (CGI).

Objetivos Determinar las variables antropométricas y hemodinámicas centrales predictoras independientes de la PA en un grupo de jóvenes normotensos, estudiantes de medicina de la U.N.N.E.

Material y Métodos Diseño observacional, transversal. Muestro no probabilístico por conveniencia de estudiantes de medicina, de 18 a 26 años, normotensos, entre abril 2012 y julio 2013, en Corrientes. Se realizaron mediciones antropométricas, de PA, y hemodinámicas con CGI en posición sentada. Las variables que se relacionaron con la PA ($p < 0,10$) en el *test* de Pearson se incluyeron en un modelo de regresión lineal múltiple para determinar predictores independientes de PA sistólica (PAS) y diastólica (PAD) ($p < 0,05$). **Resultados** Población 74 estudiantes (Mujeres 62 %); edad $21,99 \pm 1,74$ años; PAS $116,05 \pm 10,57$ mmHg; PAD $68,155 \pm 6,46$ mmHg. De siete variables que en la R de Pearson se asociaron a la PAS, solo la descarga sistólica (DS) $p: 0,037$ y el índice de complacencia arterial (ICA) $p: 0,000$ fueron predictores en el análisis multivariado ajustado para edad, sexo, índice de masa corporal (IMC), superficie corporal (SC) y circunferencia de cintura (CC). Para la PAD solo el período eyectivo (PE) $p 0,003$ fue predictor en el análisis multivariado ajustado; y exclusivamente en mujeres el IMC y el PE.

Conclusiones En nuestra población la DS y el ICA predijeron la PAS y el PE la PAD. En mujeres el IMC y el PE predijeron la PAD.

PALABRAS CLAVE presión arterial, hemodinámica, cardiografía por impedancia, antropometría, hipertensión, adultos jóvenes.

ABSTRACT

Introduction Blood pressure (BP) is a high clinical value peripheral hemodynamic variable, which depends upon central hemodynamic variables that can be measured with Impedance Cardiography (ICG).

Objectives To determine anthropometric and central hemodynamic variables that independently predicts BP in a group of young normotensive medical students of the U.N.N.E. **Materials and Methods** Observational, cross-sectional study. Non-probabilistic convenience sampling of normotensive medical students of 18-26 years old between April 2012 and July 2013, in Corrientes. We measured anthropometric variables, BP and hemodynamic variables with ICG in a seating position. The variables that were correlated with BP ($p < 0,10$) by Pearson R were included in a multiple linear regression model in order to determine independent predictors of systolic BP (SBP) and diastolic BP (DBP) ($p < 0,05$). **Results** Population: 74 students (62 % females); mean age $21,99 \pm 1,74$ years; SBP $116,05 \pm 10,57$ mmHg; DBP $68,155 \pm 6,46$ mmHg; Seven variables were related with SBP but only stroke volume (SV) $p 0,0037$ and arterial compliance index (ACI) $p 0,000$ were predictors adjusted by age, gender, body mass index (BMI), body surface area (BSA) and waist circumference (WC). For DBP, only ejection time (ET) $p 0,003$ was a predictor in multivariate adjusted analysis; and exclusively in women ET and BMI were independent predictors. **Conclusion** In our population SV and ACI predicted SBP and ET predicted DBP. Among women BMI and ET predicted DBP.

KEY WORDS blood pressure, hemodynamics, impedance cardiography, anthropometry, hypertension, young adults.

Introducción

La hipertensión como un proceso, se inicia desde la concepción y se cree que sutiles cambios estructurales y funcionales están presentes desde mucho tiempo antes de que se evidencie el aumento de las cifras tensionales por encima de los valores considerados óptimos.

La presión arterial (PA) tiene como principales determinantes hemodinámicos al volumen minuto (VM) y a la resistencia vascular sistémica (RVS). También existen otros factores que influyen sobre sus valores, como la complacencia arterial (CA), que pueden medirse en forma no invasiva mediante la cardiografía de impedancia (CGI).

Numerosos y conocidos estudios prospectivos han demostrado que cifras elevadas de PA disminuyen la expectativa de vida. Teniendo en cuenta esto, la Metropolitan Life Insurance Company (1) y el VII Joint National Committee (2) definen como presión normal a aquella que no produce aumento de riesgo cardiovascular.

Existe evidencia de que el nivel de PA no refleja todo el deterioro hemodinámico subyacente, pudiéndose encontrar cambios marcados en la RVS incluso en hipertensos leves. (3) En relación a esto, se demostró que la llamada Presión Normal Alta, también denominada Prehipertensión, está asociada con mayor riesgo de eventos cardiovasculares (4) y que el nivel a partir del cual el riesgo se eleva es por encima de 115/75 mmHg (5).

Se sabe que determinadas características antropométricas influyen sobre el estado cardiovascular, y las medidas antropométricas más usadas en la práctica clínica son el peso, la altura, el índice de masa corporal (IMC) y la circunferencia de la cintura (CC). Con ellos se busca fundamentalmente certificar un paciente con sobrepeso u obesidad abdominal (androide). La obesidad (IMC mayor o igual a 30) y el sobrepeso (IMC mayor o igual a 25) se asocian a hipertensión arterial (HTA), y aún dentro de rangos de PA normales hay una correlación directa lineal de la PA con el IMC. A su vez, aumentos de peso aún dentro de rangos de no obesidad o sobrepeso aumentan las cifras de PA, tanto es así que en Estados Unidos se vio que el 70 % de los hipertensos "de novo" (recién diagnosticados) son por causa de aumentos de peso. Por cada 5 kg de aumento de peso, aumenta 4,5 mmHg la PA sistólica (PAS) (6).

Es importante contar con una metodología incruenta, de fácil realización y de costo relativamente bajo, capaz de detectar en el sistema circulatorio –principalmente en corazón y arterias– los cambios iniciales morfológicos y fundamentalmente los funcionales, porque sería este el momento más apropiado para corregir la disfunción en la circulación, si existiera.

En la actualidad la CGI reúne la mayoría de las condiciones de calidad que se requiere para ser un buen método. Nos permite estudiar la función cardíaca y arterial en variadas situaciones,

brindando la posibilidad además de hacer reiteradas mediciones debido a su inocuidad y su bajo costo (7,8,9).

A pesar de la disponibilidad de esta técnica, existe poca información acerca de los parámetros hemodinámicos centrales que se relacionan con la PAS y la PAD en individuos jóvenes normotensos. Creemos que sería de gran utilidad en Fisiología Circulatoria conocer las variables que determinan la PA en individuos jóvenes además de las ya clásicamente descriptas VM y RVS.

Por ello, nos propusimos determinar las variables antropométricas, y las hemodinámicas centrales medidas con Cardiografía por Impedancia (CGI), predictoras independientes de la PA en un grupo de estudiantes de medicina de la U.N.N.E. normotensos.

Materiales y métodos

DISEÑO

Cuantitativo, observacional, transversal, analítico.

POBLACIÓN

Se evaluó una población de estudiantes universitarios. Los criterios de inclusión fueron ser alumnos de la Facultad de Medicina de la UNNE, tener entre 18 y 26 años inclusive y ser normotensos; Los de exclusión fueron padecer enfermedad manifiesta, estar bajo efecto de drogas o sustancias que incidan sobre la hemodinamia al momento del estudio.

PERÍODO Y LUGAR

Abril de 2012- Julio de 2013. Laboratorio No Invasivo de Fisiología Aplicada (LANIFA). Facultad de Medicina, UNNE, Corrientes.

MUESTRA

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

A todos aquellos alumnos que accedieron a participar se les solicitó el consentimiento informado. Nuestro estudio forma parte de un proyecto mayor de investigación acreditado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste; el mismo fue aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina como requisito para su acreditación.

PROCEDIMIENTOS

Medidas antropométricas: el peso y la talla se midieron con la persona descalza y con ropa liviana en una báscula marca Roma con estadiómetro incorporado con capacidad de hasta 150 Kg y 200 cm.

Para la medición de la PA de consultorio se utilizó la técnica oscilométrica, con un tensiómetro automático marca Omron modelo HEM-742INT validado y certificado por la Federación Argentina de Cardiología.

Para la medición de parámetros hemodinámicos se utilizó un equipo de CGI marca Piccinini-García. El software Zlogic calcula automáticamente los valores de los diferentes parámetros hemodinámicos que se muestran a continuación:

- a. Frecuencia cardíaca (FC) (pulsos/min): cantidad de latidos por minuto.
- b. Descarga sistólica (DS) (mL/pulso): volumen de sangre eyectado por el ventrículo izquierdo en un latido.
- c. Índice de descarga sistólica (IDS) (mL/pulso/m²): DS ajustada por superficie corporal (SC).
- d. Volumen minuto (VM) o gasto cardíaco (L/min): volumen de sangre que eyecta el ventrículo izquierdo durante 1 minuto (calculado multiplicando DS por FC).
- e. Índice cardíaco (IC) (L/min/m²): volumen minuto ajustado por SC.
- f. Resistencia vascular sistémica (RVS) [dinas.s.cm⁽⁻⁵⁾]: fuerza que se opone al flujo de la sangre a través del sistema circulatorio.
- g. Índice de resistencia vascular sistémica (IRV) [dinas.s.cm⁽⁻⁵⁾/m²]: RVS ajustada por SC.
- h. Complacencia arterial (CA) (mL/mmHg): Cambio de volumen sobre el cambio de presión: DS/presión de pulso (PP).
- i. Índice de complacencia arterial (ICA) (mL/mmHg/m²): CA ajustada por SC.
- j. Aceleración de la contractilidad (AC) (ohm/s²): valor máximo en la segunda derivada de la impedancia (d²Z/dt²) max refleja la máxima aceleración del flujo sanguíneo en la aorta.
- k. Índice de aceleración cardíaca (IAC) (/100/s²): expresa la AC normalizado por impedancia basal.
- l. Contenido de fluidos de tórax (CFT) [kohms⁽⁻¹⁾]: mide indirectamente la cantidad de líquidos que se encuentran en el tórax, siendo un indicador indirecto de la precarga cardíaca.
- m. Período cardíaco (RR) (ms): tiempo desde el pico de una onda R de ECG al siguiente.
- n. Período pre-eyectivo (PPE) (ms): tiempo sistólico previo a la eyección, es decir, la contracción isovolumétrica.

- o. Período eyectivo (PE) (ms): Tiempo de la fase de eyección de la sístole.

Las variables "b", "c", "d" y "e" se refieren a la dinámica de los fluidos; "f", "g", "h" e "i" son parámetros de función arterial determinantes de la poscarga ventricular; "j" y "k" son parámetros referentes a la contractilidad; "l" podría interpretarse como un indicador indirecto de la precarga ventricular; por último, "m", "n" y "o", y sus diferentes relaciones, en particular la relación entre "n" y "o", son también indicadores indirectos de la contractilidad ventricular.

Se establecieron los valores basales de PA, FC y parámetros hemodinámicos centrales estando los individuos en posición sentada, en un ambiente relajado y a temperatura templada tras un reposo estandarizado de 15 minutos.

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Se confeccionó una base de datos en Microsoft Excel 2010, y se realizó el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS Statistics 20. Se realizaron estadísticos descriptivos y se compararon las medias entre sexo masculino y femenino mediante t de Student para muestras independientes. Las variables cualitativas se expresaron como porcentajes y las cuantitativas como medias con su desvío estándar (DE). Se correlacionaron las variables hemodinámicas medidas con CGI con la PAS y PAD en reposo mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Del análisis univariado (r de Pearson), se introdujeron las variables que se correlacionaron con la PA con una significación de $p < 0,10$ en un modelo de regresión lineal múltiple ajustado por edad, sexo, circunferencia de cintura (CC), índice de masa corporal (IMC) y SC, para determinar los predictores independientes PAS y PAD, considerándose significativos aquellos con $p < 0,05$.

Resultados

La muestra consistió de 74 individuos, de los cuales 46 (62 %) fueron de sexo femenino y los restantes 28 (38 %) de sexo masculino. Las características de la población se pueden ver en la tabla 1.

Los parámetros hemodinámicos obtenidos por CGI que se correlacionaron significativamente con la PAS se muestran en la tabla 2.

En el análisis de regresión lineal múltiple para la PAS ajustado por edad, sexo, IMC, SC y CC, el modelo con los 12 predictores tuvieron un R^2 corregido de 0,459, $F(12, 61) = 6,158$, $p = 0,000$. Los residuos fueron independientes (Durbin-Watson = 2,201) y tuvieron una distribución normal (media = -0,000; DE = 0,91) comprobada mediante Kolmogorov-Smirnov.

La DS y el ICA fueron los únicos predictores independientes de la PAS (Tabla 3).

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA SEGÚN SEXO

Característica	Total [N=74]	F [N=46]	M [N=28]
Edad (años)	22,0±1,7	22,0±1,9	22,0±1,5
IMC (kg/m ²)*	22,1±2,7	21,1±2,1	23,8±2,7
CC (cm)*	75,7±9,5	71,0±7,3	83,5±7,4
SC (m ²)*	1,7±0,2	1,6±0,1	1,9±0,1
PASc (mmHg)*	116,1±10,6	111,4±8,9	123,8±8,5
PADc (mmHg)	68,2±6,5	67,6±6,4	69,0±6,6
PPc (mmHg)*	47,9±9,1	43,7±6,5	54,8±8,6
PAMc (mmHg)*	84,1±6,8	82,2±6,7	87,3±6,0

Los datos son medias ± desvío estándar. c: presiones de consultorio.

*Diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos (p < 0,05).

TABLA 2. VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y HEMODINÁMICAS CORRELACIONADAS CON LA PAS

Variable	r de Pearson	Sig.
Sexo	0,573	0
IMC (kg/m ²)	0,432	0
CC (cm)	0,516	0
SC (m ²)	0,552	0
FC (pulsos/min)	-0,264	0,023
DS (mL)	0,338	0,003
ICA (mL/mmHg/m ²)	-0,368	0,001
CFT (kohm)	0,557	0
AC (m/s ²)	-0,349	0,002
RR (ms)	0,283	0,014
PPE (ms)	-0,27	0,02

TABLA 3. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PREDICTOR DE LA PAS

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Sig.	Intervalo de confianza de 95,0 % para B	
	B	Error típ.		Límite inferior	Límite superior
(Constante)	109,844	38,303	0,006	33,251	186,436
Edad (años)	-0,312	0,572	0,587	-1,456	0,831
Sexo	2,6	3,723	0,488	-4,844	10,045
IMC (kg/m ²)	0,2	0,801	0,804	-1,402	1,802
SC (m ²)	2,026	13,197	0,878	-24,363	28,416
CC (cm)	0,122	0,257	0,635	-0,391	0,636
FC (pulsos/min)	0,032	0,23	0,889	-0,427	0,491
DS (mL)	0,132	0,062	0,037	0,008	0,255
ICA (mL/mmHg/m ²)	-15,684	3,853	0,000	-23,388	-7,98
CFT (kohm)	0,192	0,304	0,53	-0,416	0,801
AC (m/s ²)	0,034	0,047	0,468	-0,059	0,128
RR (ms)	0,003	0,021	0,9	-0,038	0,044
PPE (ms)	-0,1	0,064	0,126	-0,228	0,029

Los parámetros antropométricos y hemodinámicos que se correlacionaron significativamente con la PAD se presentan en la tabla 4.

TABLA 4. VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y HEMODINÁMICAS CORRELACIONADAS CON LA PAD.

Variable	r de Pearson	Sig.
CC (cm)	0,276	0,017
IRV (dyn.seg.cm-5/m ²)	0,205	0,079
PE (ms)	-0,261	0,025

El modelo de regresión lineal múltiple para la PAD ajustado por edad, sexo, IMC, SC y CC incluyendo estas variables además del IRV y el PE, tuvo un R² corregido de 0,155, F (7,66) = 2,917, p = 0,010. Los residuos fueron independientes (Durbin-Watson = 2,142), y tuvieron una distribución normal (media = -0,000; DE = 0,95) comprobada mediante Kolmogorov-Smirnov.

Sólo el PE predijo la PAD (Tabla 5).

TABLA 5. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PREDICTOR DE LA PAD

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Sig.	Intervalo de confianza de 95,0 % para B	
	B	Error típ.		Límite inferior	Límite superior
(Constante)	66,528	12,785	0	41,001	92,054
Edad (años)	0,077	0,41	0,851	-0,741	0,896
Sexo	0,446	2,316	0,848	-4,177	5,07
IMC (kg/m ²)	0,214	0,611	0,728	-1,005	1,432
CC (cm)	0,295	0,181	0,108	-0,067	0,657
SC (m ²)	-8,118	8,415	0,338	-24,919	8,683
IRV (dyn.seg.cm-5/m ²)	0,002	0,001	0,156	-0,001	0,004
PE (ms)	-0,064	0,021	0,003	-0,106	-0,023

En el subanálisis por sexo los modelos de predicción para la PAS no fueron significativos en ningún sexo, y para la PAD sólo en mujeres; el modelo tuvo un R² corregido de 0,378; F (8,37) = 4,41; p = 0,001; fueron predictores independientes el IMC (B no estandarizado = 1,678; p = 0,034) y el PE (B no estandarizado = -0,132; p = 0,001).

Discusión

El objeto de nuestro estudio fue determinar que parámetros antropométricos y hemodinámicos predicen la presión arterial en universitarios jóvenes normotensos.

En tal sentido, Pizzorno y col (10) encontraron en 2005 en el mismo medio en el que fue realizado nuestro estudio, que el IMC estaba relacionado en hombres con un aumento de 14 % de riesgo de incidencia de PA anormal (mayor a 120/80 mmHg),

y que el IMC se comportaba como predictor independiente de la PAS y PAD en el sexo masculino mientras que la CC lo hacía en el sexo femenino.

Yalcin y col (11) en el mismo año, encontraron que la CC predecía la PAS y la PAD en hombres, mientras que el IMC sólo predecía la PAD en los mismos; y en mujeres tanto la CC como el IMC predecían tanto la PAS como la PAD en mayor grado que en hombres.

Ortiz-Galeano y col (12) en el año 2012 determinaron en mujeres como predictores independientes de la PAS al IMC y al índice de fuerza muscular, mientras que el IMC, el índice de fuerza muscular y la capacidad aeróbica lo fueron de la PAD.

Nuestros resultados con respecto a los datos antropométricos sólo evidenciaron al IMC como predictor independiente de la PAD en mujeres, pero no en hombres ni en la muestra completa. Esto contrasta con lo encontrado años atrás en el mismo medio (10), lo que podría explicarse por la muestra más pequeña de nuestro estudio actual. En cuanto a los parámetros hemodinámicos, encontramos que en nuestros 74 universitarios estudiados se puede predecir un 46% de la variabilidad en la PAS mediante los valores de: DS, cuyo aumento de 10 mL provocaría un aumento de 1,32 mmHg en la PAS; y del ICA, cuyo descenso de 1 mL/mmHg/m² causaría un incremento de alrededor de 15,7 mmHg en la PAS. En referencia a la PAD, sólo pudo predecirse alrededor del 16% de su variabilidad, y el único predictor identificado en la muestra total fue el PE que se correlacionó en forma inversa.

Nuestros hallazgos hemodinámicos en sujetos normales sugerirían tal vez la importancia de sus alteraciones como posibles estimadoras de riesgo en el desarrollo de futura HTA. En concordancia con esto Simone y Devereux (13) hallaron en un

grupo de 294 hipertensos seguidos durante 10 años que el cociente: índice de descarga sistólica/presión de pulso (ICA) además de otros factores como la edad y el índice de masa ventricular izquierda fueron predictores independientes para todos los eventos cardiovasculares en el análisis multivariado. Fagard y Staessen (14), a su vez, concluyeron que su inverso, el cociente presión de pulso/índice de descarga sistólica como indicador de rigidez arterial, fue predictor independiente de eventos cardiovasculares y mortalidad en 192 individuos hipertensos no complicados seguidos durante 10 años. McEniery y col (15) describieron también en 2005 una mayor DS y rigidez arterial en individuos con hipertensión sistólica aislada comparado con sujetos normotensos. Así mismo Slotwiner, Devereux y Pickering (16) encontraron cambios en este índice de rigidez arterial en hipertensos leves, en los que otros parámetros como la RVS y el VM se encontraban normales.

Creemos que nuestro estudio podría ser un aporte al conocimiento de las variables que influyen en las cifras de PA en jóvenes no hipertensos. Sin embargo reconocemos que el mismo tiene algunas limitaciones: las inherentes al diseño de corte transversal, y al muestreo por conveniencia utilizado. A su vez, la toma de la PA en una sola ocasión podría no ser indicativa de las cifras usuales de los sujetos, sin embargo, esta limitación podría verse atenuada por el hecho de la inclusión sólo de pacientes normotensos y la técnica de medición en un ambiente relajado, templado y luego de un período de reposo estandarizado.

En conclusión, se pudieron determinar los factores hemodinámicos, como el ICA y la DS, que se comportaron como predictores independientes de la PAS en el total de la muestra, mientras que el PE lo fue para la PAD. En cuanto a los factores antropométricos, sólo encontramos al IMC como predictor independiente de la PAD en mujeres.

Bibliografía

1. Metropolitan life insurance company. Blood pressure: insurance experience and its implications. New York: Metropolitan life insurance Co, 1961.
2. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, et al. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: The JNC 7 Report. *JAMA* 2003;289(19):2560-2571.
3. Galarza C et al.: Diastolic pressure underestimates age-related hemodinámica impairment. *Hypertension* 1997;30(4):809-816.
4. Ramachandran SV, Larson MG, Leip EP, Evans JC, O'Donnel CJ, Kannel WB et al. Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease. *N Engl J Med* 2001;345(18):1291-1297.
5. Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet* 2002;360(9349):1903-13.
6. Whaley M, Blair S. Epidemiology of physical activity, physical fitness and coronary heart disease. *J Cardiovasc Risk* 1995;2:289-295.
7. Cybulski G, Strasz A, Niewiadomski W, Gasiorowska A. Impedance cardiography: Recent advancements. *Cardiol J* 2012;19(5):550-556.
8. Sodolski T, Kutarski A. Impedance cardiography: A valuable method of evaluating haemodynamic parameters. *Cardiol J* 2007;14:115.126.
9. Ochoa JE, McEwen JG, Aristizábal O. D. Principios de la evaluación hemodinámica no invasiva con cardiografía de impedancia. *Rev Colomb Cardiol* 2009; 16: 91-102.
10. Pizzorno J, Perna E, Rivero M, Villalba MT. "Males and BMI are Independent Predictors of Pre-Hypertensive State and Hypertension in 20-Year-Old Young University People". *Clinical and allExperimental Hypertension* 2005; 4:322-323.
11. Yalcin BM, Sahin EM and Yalcin E. Which anthropometric measurements is most closely related to elevated blood pressure? *Family Practice* 2005; 22: 541-547.
12. Ortiz-Galeano I, Sánchez-López M, Notario-Pacheco B, Miota Ibarra J, Fuentes Chacón R y Martínez-Vizcaino V. Relación entre estatus ponderal, nivel de condición física y componentes de la presión arterial en mujeres de entre 18 y 30 años de edad. *Rev Esp Salud Pública* 2012; 86: 523-531.
13. Simone G, Roman M, Devereux R et al. Stroke volume/pulse pressure ratio and cardiovascular risk in arterial hypertension. *Hypertension* 1999;33:800-805
14. Fagard R, Pardaens K, Staessen J et al. The pulse pressure-to-stroke index ratio predicts cardiovascular events and death in uncomplicated hypertension. *J Am Coll Cardiol* 2001;38: 227-231.
15. McEniery C, Sharon Wallace Y, Maki-Petaja K, McDonnell B, Sharman J, Retallick C. Increased Stroke Volume and Aortic Stiffness Contribute to Isolated Systolic. *Hypertension* 2005;46:221-226.
16. Slotwiner D, Devereux R, Pickering T et al. Relation of age to Leith ventricular function and systemic hemodynamics in uncomplicated mild hipertensión. *Hypertension* 2001; 37:1404-1409.