







Rigidez vascular obtenida mediante fotopletimografía y riesgo cardiovascular en pacientes prehipertensos

Dr. Agustín Sánchez-Mengana¹ , MSc. Alexander Pascau-Simón² , Dra. María E. García-Céspedes² , Dr. Adrián A. Vitón-Castillo³ , Dr. Jorge C. Abad-Araujo⁴  y Dr. Miguel E. Sánchez-Hechavarría⁵ 

¹ Policlínico "Josué País García", Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba.

² Hospital General Docente Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso, Universidad de Ciencias Médicas. Santiago de Cuba, Cuba

³ Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Ernesto Che Guevara de la Serna", Universidad de Ciencias Médicas de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba.

⁴ Vicerrectoría Académica, Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba, Cuba

⁵ Departamento de Ciencias Clínicas y Preclínicas, Facultad de Medicina, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile.

⁶ Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Adventista de Chile. Chillán, Chile.

Full English text of this article is also available

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 15 de diciembre de 2020

Aceptado: 10 de febrero de 2021

Online: 4 de junio de 2021

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Abreviaturas

HTA: hipertensión arterial

RESUMEN

Introducción: La prehipertensión arterial se presenta en la población y aumenta el riesgo de desarrollar hipertensión arterial, de ahí que una identificación oportuna permita desarrollar acciones de prevención.

Objetivo: Identificar alteraciones de la rigidez arterial y el riesgo cardiovascular en pacientes prehipertensos.

Método: Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en un universo constituido por 48 pacientes con diagnóstico presuntivo de prehipertensión arterial, integrado por la población mayor de 18 años del Consultorio 2 del Policlínico Universitario Josué País García, Municipio Santiago de Cuba, en el periodo de noviembre de 2016 a marzo de 2017. El índice de rigidez arterial se obtuvo a partir del contorno de la onda de pulso arterial periférica, por el método de fotopletimografía con el equipo ANGIODIN® PD 3000.

Resultados: Predominaron los pacientes entre 18 y 34 años (50%) y los del sexo femenino (62,50%). El 52,08% de los prehipertensos presentaron índices de rigidez arterial moderado o grave. Un 6,67% de las féminas presentaron índices de rigidez arterial grave, mientras que en el 55,56% de los hombres fue moderado. El 50% de los pacientes presentó un riesgo cardiovascular moderado. En el 50% de las mujeres este riesgo fue bajo, y moderado en el 55,55% de los hombres.

Conclusiones: Se encontraron alteraciones de la rigidez arterial en individuos prehipertensos, evidenciadas por el predominio de los índices de rigidez arterial moderado y grave; de igual forma se identificó la prevalencia del riesgo cardiovascular moderado en la mayoría de los pacientes.

Palabras clave: Índice de rigidez arterial, Riesgo cardiovascular, Prehipertensión, Velocidad de la onda del pulso

Arterial stiffness assessed by photoplethysmography and cardiovascular risk in prehypertensive patients

ABSTRACT

Introduction: Prehypertension in the population increases the risk of developing

✉ ME Sánchez-Hechavarría
Alonso de Ribera, 2850. CP 4090541.
Concepción, Chile.

Correos electrónicos:
misanchez@ucsc.cl,
miguel.sanchez881119@gmail.com

Contribución de los autores

ASM: Concepción y diseño del estudio; recolección, conservación e interpretación de los datos; gestión y coordinación de la investigación, y redacción del manuscrito.

APS: Procesamiento de las señales biomédicas y análisis estadístico de los datos.

MEGC y JCAA: Concepción y diseño del estudio, e interpretación de los datos.

AAVC: Interpretación de los datos y ayuda en la redacción del manuscrito.

MESH: Concepción y diseño metodológico del estudio, interpretación de los datos y gestión y de la investigación.

Todos los autores revisaron críticamente el manuscrito y aprobaron el informe final.

hypertension. Hence, a timely identification allows for preventive actions to be taken.

Objective: *To identify arterial stiffness disorders and cardiovascular risk in prehypertensive patients.*

Method: *A descriptive cross-sectional study was conducted in a population consisting of 48 patients over 18 years of age with presumptive diagnosis of prehypertension belonging to the Family Doctor's Office 2 of Policlínico Universitario Josué País García, Santiago de Cuba Municipality, from November 2016 to March 2017. We were able to determine the arterial stiffness index through pulse wave velocity by means of photoplethysmography with an ANGIODIN® PD 3000 device.*

Results: *Patients between 18 and 34 years of age (50%) and women (62.50%) predominated. Some 52.08% of prehypertensive patients showed moderate or severe arterial stiffness indices; 6.67% of women presented severe arterial stiffness indices, while 55.56% of men had moderate arterial stiffness indices. Fifty percent of patients had moderate cardiovascular risk. In a 50% of women the risk was low, and in 55.55% of men was moderate.*

Conclusions: *We found arterial stiffness disorders in prehypertensive subjects evidenced by predominance of moderate and severe arterial stiffness index. We also identified prevalence of moderate cardiovascular risk in most individuals.*

Keywords: *Arterial stiffness index, Cardiovascular risk, Prehypertension, Pulse wave velocity*

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares representan la principal causa de mortalidad en los países industrializados y a nivel mundial, al igual que en Cuba, donde fueron las responsables de 26736 defunciones en 2019¹.

A lo largo de la historia, el pulso arterial se ha empleado para valorar la presencia de enfermedades, principalmente de origen cardiovascular. Desde 1774 Jean Baptiste encontró asociación entre los trastornos del pulso y las alteraciones estructurales de las válvulas mitral y tricúspide². El desarrollo científico-tecnológico ha favorecido cambios en la forma de evaluar los parámetros vitales, como el pulso, y ha pasado de métodos convencionales a técnicas más avanzadas y de mayores implicaciones para la práctica médica; como es el caso de la fotoplethysmografía, muy usada para determinar parámetros fisiológicos de forma no invasiva³. Esta técnica puede emplearse para valorar la velocidad de la onda de pulso y constituye una prueba diagnóstica útil para determinar la rigidez arterial, con un valor predictivo independiente de eventos cardiovasculares adversos^{4,5}.

La rigidez arterial constituye un indicador precoz de progresión de la enfermedad aterosclerótica, determinada principalmente por la edad, el sexo y la presión arterial, y se relaciona con los factores de riesgo cardiovascular⁶. El incremento de la rigidez

arterial se asocia con un aumento de la aparición de eventos cardiovasculares adversos, de ahí que su detección temprana permita el tratamiento adecuado de las estructuras vasculares antes de que ocurran complicaciones graves⁷.

La prehipertensión arterial (pre-HTA), definida como una presión arterial sistólica de 120-139 mmHg o diastólica de 80-89 mmHg, aumenta entre dos y tres veces el riesgo de desarrollar hipertensión arterial (HTA)⁸. Se ha descrito un aumento del 1% de enfermedad cardiovascular y de HTA en adultos de mediana edad con pre-HTA sin diabetes mellitus, y de 2-4 % en aquellos con diabetes u otro factor de riesgo⁹.

La HTA constituye una enfermedad *per se* y, a su vez, un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares; presenta alta prevalencia en la población y precisa de prolongada atención y control¹⁰. En Cuba, en 2019, se alcanzó una tasa general de HTA de 233 por cada 1000 habitantes, 251,7 por cada 1000 mujeres, y llegó hasta 759,2 por cada 1000 habitantes en el grupo de edad de 60-64 años, que fue el más afectado¹. Por su alta prevalencia y su carácter progresivo, la prevención y diagnóstico tempranos constituye una misión prioritaria del sistema nacional de salud.

Debido a que los pacientes con pre-HTA pueden desarrollar HTA, y que la tensión arterial tiene efecto en la distensibilidad arterial, la detección de rigidez arterial en pacientes prehipertensos adquiere

un gran valor diagnóstico y pronóstico; por lo que el objetivo del presente estudio ha sido identificar el índice de rigidez arterial y el riesgo cardiovascular en pacientes con pre-HTA.

MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en un universo constituido por 48 pacientes mayores de 18 años, con diagnóstico de pre-HTA, pertenecientes al Consultorio 2 del Policlínico Universitario “Josué País García”, municipio Santiago de Cuba, en el período de noviembre de 2016 a marzo de 2017.

Prehipertensión

Se consideró pre-HTA a la presencia de cifras tensionales, sistólica y diastólica, entre 120-139 mmHg y 80-89 mmHg, respectivamente.

Fotopletismografía

Al inicio de la sesión (08:30-12:00 horas), los participantes se ubicaron en una silla cómoda, en una habitación aislada, con temperatura controlable entre 24 y 27 grados Celsius, lo que permitió el descanso entre 10-15 minutos, hasta adaptarse a las condiciones del local. Para la fotopletismografía se empleó el registro obtenido del monitoreo de la onda de pulso arterial del primer dedo del miembro inferior derecho, al capturar las variaciones de volumen mediante el método de reflexión, con un fotodiodo de 850 nm y 3,5 mA, mediante el uso del pletismógrafo digital ANGIODIN® PD 3000 (Centro de Biofísica Médica, Santiago de Cuba, Cuba)¹⁰.

La señal obtenida se pasó por un filtro pasabandas analógico (filtro de Butterworth de 5^{to} orden) entre 0,1 y 15 Hz, y fue digitalizado a una resolución de 8 bits y 106 muestras por segundo. Los registros obtenidos fueron transmitidos, procesados y archivados mediante el software VAPLET® (Centro de Biofísica Médica, Santiago de Cuba, Cuba), que permite exportar la onda de pulso arterial y el ritmo latido a latido, y —posteriormente— separarlos para su análisis individual mediante otros sistemas¹¹.

Índice de rigidez arterial

El índice de rigidez arterial es un estimador de la velocidad, en metros por segundo (m/s), de la onda de pulso en el trayecto aórtico. Se mide a partir de la talla (en metros) del paciente y el tiempo (en segundos) que demora en encontrarse la onda sistólica

directa y la primera onda reflejada. Para su medición se empleó el algoritmo sugerido por Pascau Simón *et al.*¹¹. Según sus valores se clasifica en:

- Normal: entre 2,5 y 6 m/s.
- Leve o moderado: mayor de 6 y menor de 10 m/s.
- Grave: por encima de 10 m/s.

Riesgo cardiovascular

Para estratificar el riesgo cardiovascular se empleó la fórmula:

$$RCE = hf + alc + if + dg + ob + \frac{1}{2}tc + \frac{1}{2}abi + \frac{1}{2}cg$$

Las variables involucradas son en general de tipo lógica, donde:

- *hf*: hábito de fumar (sí = 1, no = 0, exfumador = 0,5)
- *alc*: consume bebidas alcohólicas frecuentemente (sí = 1, no = 0, riesgo = 0,5)
- *if*: inactividad física (sí = 1, no = 0)
- *dg*: glucemia o presencia de diabetes mellitus (normal = 0, anormal = 0,5; diabetes = 1)
- *ob*: obesidad presente (sobrepeso = 0,5; obesidad = 1)
- *tc*: criterios de Cornell (positivo = 1, negativo = 0)
- *abi*: índice de presiones tobillo-brazo (normal = 0, moderado = 0,5; grave = 1)
- *cg*: consumo de grasas (sí = 1, no = 0)

Ética

Para el desarrollo de la investigación se solicitó el consentimiento informado a cada paciente, así como la aprobación por parte del Comité de Ética y el Consejo Científico de la institución. Se tuvieron en cuenta los principios bioéticos y las pautas concebidas para la investigación donde participan seres humanos.

RESULTADOS

Predominaron los pacientes entre 18 y 34 años (50%) y los pacientes del sexo femenino (62,50%).

Se encontró que el 52,08% de los prehipertensos presentaron índices de rigidez arterial moderado (47,92%) o grave (4,16%). En un 6,67% de las mujeres este índice fue considerado grave, mientras que estuvo en el rango de moderado en el 55,56% de los hombres (**Tabla 1**).

El 50% del total de pacientes con pre-HTA presentó un riesgo cardiovascular moderado, mientras que

Tabla 1. Resultado de las frecuencias encontradas para el índice de rigidez arterial en miembros inferiores, mediante el contorno de la onda del pulso arterial.

| Sexo | Índice de rigidez arterial | | | | | | Total | |
|-----------|----------------------------|-------|----------|-------|-------|------|-------|------|
| | Normal | | Moderado | | Grave | | Nº | % |
| | Nº | % | Nº | % | Nº | % | | |
| Femenino | 15 | 50 | 13 | 43,33 | 2 | 6,67 | 30 | 62,5 |
| Masculino | 8 | 44,44 | 10 | 55,56 | 0 | 0 | 18 | 37 |
| Total | 23 | 47,92 | 23 | 47,92 | 2 | 4,16 | 48 | 100 |

Tabla 2. Distribución de los pacientes según su riesgo cardiovascular estratificado.

| Sexo | Riesgo cardiovascular estratificado | | | | | | Total | |
|-----------|-------------------------------------|-------|------|-------|----------|-------|-------|-------|
| | Muy bajo | | Bajo | | Moderado | | Nº | % |
| | Nº | % | Nº | % | Nº | % | | |
| Femenino | 1 | 3,33 | 15 | 50 | 14 | 46,67 | 30 | 62,50 |
| Masculino | 3 | 16,67 | 5 | 27,78 | 10 | 55,55 | 18 | 37,50 |
| Total | 4 | 8,33 | 20 | 41,67 | 24 | 50 | 48 | 100 |

en igual porcentaje (50%) de mujeres este riesgo fue bajo; sin embargo, en el 55,55% de los hombres se encontró un riesgo moderado (**Tabla 2**).

DISCUSIÓN

Gómez-Sánchez *et al.*⁶ en un estudio con 501 sujetos, encontraron un predominio del sexo femenino, lo cual coincide con la presente investigación. Sin embargo, sus resultados respecto a la edad difieren, pues tuvieron una media de $55,90 \pm 14,24$ años.

Nuestros resultados también coinciden con los de García Céspedes *et al.*¹⁰ quienes, al analizar la rigidez arterial como marcador de daño vascular en pacientes con HTA controlada, encontraron un predominio de pacientes con índice de rigidez arterial moderado y grave. Por su parte, Sánchez Hechavarría *et al.*¹², analizaron un grupo de estudiantes de medicina y deportistas de beisbol de alto rendimiento, e identificaron menor índice de rigidez arterial en los atletas; por lo que concluyeron que el ejercicio físico y la dieta permitieron la activación de mecanismos fisiológicos protectores contra la enfermedad cardiovascular.

El predominio de pacientes con alteración moderada o grave del índice de rigidez arterial equivale a

que la velocidad de la onda de pulso observada entre las ondas directas y las primeras ondas reflejas, medidas en el primer dedo de cada pie, fue mayor a 6 m/s. Esto significa que existe una significativa presencia de rigidez arterial entre la muestra de prehipertensos, lo que demuestra daño vascular y, por ende, predisposición a desarrollar enfermedades cardiovasculares.

Los mecanismos involucrados en la degeneración y ruptura de las fibras elásticas y su reemplazo por colágeno, así como la inflamación y otros factores, determinan cambios y alteraciones humorales. La respuesta generada ante estas modificaciones afecta propiedades físicas de los vasos sanguíneos, como distensibilidad y capacitancia, y causan un aumento de la rigidez arterial, con efecto directo sobre la evolución de la enfermedad cardiovascular; lo cual, unido a otros factores, trae consigo la elevación del riesgo cardiovascular, como se evidencia en los resultados de la presente investigación^{12,13}.

La identificación de pre-HTA y modificaciones del estado vascular requiere una atención especial, basada en un enfoque preventivo. Deben introducirse modificaciones en los estilos de vida, enfocados a dietas saludables, vida activa con práctica sistemática de ejercicio físico y pérdida de peso, entre otros^{14,15}. La implementación de intervencio-

nes educativas encaminadas a elevar los niveles de conocimiento y percepción de riesgo pueden constituir armas poderosas, al dotar al paciente prehipertenso de herramientas para disminuir la incidencia de complicaciones.

CONCLUSIONES

Se encontraron alteraciones de la rigidez arterial en individuos prehipertensos, evidenciadas por el predominio del índice de rigidez arterial moderado y grave; de igual forma se identificó la prevalencia del riesgo cardiovascular moderado en la mayoría de los pacientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud 2019. La Habana: Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud; 2020.
2. Díaz Martínez JC, Duque Ramírez M, Marín Velásquez JE, Aristizábal Aristizábal JM, Velázquez Vélez JE, Uribe Arango W. Costos asociados a la fibrilación auricular. *Rev Colomb Cardiol*. 2016; 23(Supp 5):192-7. [DOI]
3. Becerra-Luna B, Martínez-Memije R, Cartas-Rosado R, Infante-Vázquez O. Aumento en la efectividad de la identificación de cimbras y pies en el pulso fotopleto-mográfico al reconstruirlo mediante filtrado adaptativo. *Arch Card Mex*. 2017;87(1):61-71. [DOI]
4. Guerrero-García C, Rubio-Guerra AF, Arana-Pazos KC, Maceda-Serrano A, Narváez-Rivera JL, Mene-ses-Acero I, *et al*. Correlación entre el grosor íntima media con la velocidad de la onda del pulso, y el índice brazo tobillo en sujetos con síndrome metabólico. *Arch Med Fam*. 2019;21(2):45-9.
5. Lu YC, Lyu P, Zhu HY, Xu DX, Tahir S, Zhang HF, *et al*. Brachial-ankle pulse wave velocity compared with mean arterial pressure and pulse pressure in risk stratification in a Chinese population. *J Hypertens*. 2018;36(3):528-36. [DOI]
6. Gómez-Sánchez M, Patino-Alonso MC, Gómez-Sánchez L, Recio-Rodríguez JI, Rodríguez-Sánchez E, Maderuelo-Fernández JA, *et al*. Valores de referencia de parámetros de rigidez arterial y su relación con los factores de riesgo cardiovascular en población española. Estudio EVA. *Rev Esp Cardiol*. 2020;73(1):43-52. [DOI]
7. Ohkuma T, Ninomiya T, Tomiyama H, Kario K, Hoshida S, Kita Y, *et al*. Brachial-ankle pulse wave velocity and the risk prediction of cardiovascular disease: An individual participant data meta-analysis. *Hypertension*. 2017;69(6):1045-52. [DOI]
8. Mendoza-Vázquez G, Espinoza Gómez F, Guzmán-Silahua S, Nava-Zavala AH. Prehipertensión arterial y su relación con factores de riesgo cardiovascular. *El Residente*. 2017;12(2):48-57.
9. Hwang YC, Fujimoto WY, Kahn SE, Leonetti DL, Boyko EJ. Greater visceral abdominal fat is associated with a lower probability of conversion of prehypertension to normotension. *J Hypertens*. 2017;35(6):1213-8. [DOI]
10. García Céspedes ME, Copello Sánchez M, Pascau Simón A, Bell Castillo J, Romero García LI, Perera Santana FE. Rigidez arterial como marcador de daño vascular en pacientes con hipertensión arterial controlada. MEDISAN [Internet]. 2018 [citado 10 Dic 2020];22(9):1182-97. Disponible en: <http://www.medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/2382/pdf>
11. Pascau Simón A, Fernández-Brito Rodríguez J, Allen J. Nuevos modelos conceptual y matemático para el contorno de la onda de volumen del pulso arterial. *Rev Cub Invest Bioméd* [Internet]. 2011 [citado 11 Dic 2020];30(4):487-500. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v30n4/ibi07411.pdf>
12. Sánchez-Hechavarría ME, Carrazana-Escalona R, Planas-Rodríguez M, Cala-Calviño L, Barrios-Deler R, Núñez-Bouron AI, *et al*. Evaluación del estado nutricional y vascular en estudiantes y atletas de beisbol de alto rendimiento. *CorSalud* [Internet]. 2017 [citado 13 Dic 2020];9(2):88-94. Disponible en: <http://www.revcorsalud.sld.cu/index.php/cors/article/view/205/490>
13. Palma JL. Métodos no invasivos para la evaluación de las propiedades físicas de las grandes arterias en la hipertensión arterial. *Nefrología*. 2002; 22(Supp 3):16-20.
14. Ma M, Tan X, Zhu S. Prehypertension and its optimal indicator among adults in Hubei Province, Central China, 2013-2015. *Clin Exp Hypertens*. 2017;39(6):532-8. [DOI]
15. Booth JN 3rd, Li J, Zhang L, Chen L, Muntner P, Egan B. Trends in Prehypertension and Hypertension Risk Factors in US Adults: 1999-2012. *Hypertension*. 2017;70(2):275-84. [DOI]