


El incremento matutino de la presión arterial es predictor de hipertrofia ventricular izquierda como señal de daño de organo blanco, confirmado por ecocardiografía

The morning increase in blood pressure is a predictor of left ventricular hypertrophy as a sign of target organ damage, confirmed by echocardiography.

Edison Guzmán ^{1*}; Alexandra Saguy ²; Janine Taco ³

¹ Universidad Estatal de Bolívar. Campus Académico “Alpachaca” Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira, Guaranda, Ecuador.

² Hospital General José María Velasco Ibarra. Av. 15 de Noviembre 1598 y Eloy Alfaro, San Juan de Tena, Ecuador. alexitasc115@gmail.com

³ Universidad Estatal de Bolívar. Campus Académico “Alpachaca” Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira, Guaranda, Ecuador. jtaco@ueb.edu.ec

Autor de correspondencia; Edison.guzman@ueb.edu.ec
Available from: <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.04.12>

RESUMEN

El incremento matutino de la presión arterial (IMPA) es predictor independiente de eventos cardiovasculares, los estudios que evalúan el IMPA y daño de órgano blanco son escasos y solo están basados en población asiática. El objetivo de esta investigación fue determinar que el incremento matutino de la presión arterial es predictor de hipertrofia ventricular izquierda como señal de daño órgano blanco, confirmado por ecocardiografía en los pacientes que se realizaron un MAPA (MONITOREO AMBULATORIO DE LA PRESION ARTERIAL) de 24 horas, en el servicio de Presurometría del Hospital de la UAI (UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA) durante el periodo Enero - Abril 2018, se aplicó un estudio de tipo descriptivo observacional de cohorte transversal, con una base de 210 pacientes, de los cuales solo 127 pacientes cumplieron los criterios de inclusión, se obtuvieron los nombres y apellidos, DNI, sexo, fecha del MAPA, Presión arterial (PA) de 24 horas, PA diurna, PA nocturna, patrón circadiano, porcentaje de mediciones validas, se calculó el IMPA con las fórmulas más utilizadas y se tomó como IMPA a valores ≥ 135 mmHg y ≥ 15 mmHg. Posteriormente se consulta la base de datos de los ecocardiogramas, obteniéndose MVI y se tomó como elevada en mujeres > 162 g y en hombres > 224 g y el EPR se consideró elevado > 0.42 .

Los resultados demostraron que la edad promedio fue de 68 años, el 22% presentaron HTA sistólica de 24 horas con predominio del patrón no dipper con el 39%, el 13% presento un IMPA y todos estos tuvieron algún tipo de hipertrofia ventricular izquierda como señal de daño de órgano blanco, lo que demostró que la HVI es un buen método para determinar el daño de órgano blanco en la HTA.

Palabras clave: Hipertensión arterial; incremento matutino de la presión arterial; hipertrofia ventricular izquierda; variabilidad de la presión arterial.

ABSTRACT

The morning blood pressure surge (MBPS) is an independent predictor of cardiovascular events. Studies assessing MBPS and target organ damage are limited and primarily based on Asian populations. The objective of this research was to determine whether the morning blood pressure surge is a predictor of left ventricular hypertrophy as a sign of target organ damage, confirmed by echocardiography in patients who underwent 24-hour ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) at the UAI Hospital (Open Interamerican University) from January to April 2018. A descriptive observational cross-sectional study was conducted with a sample of 210 patients, of whom only 127 met the inclusion criteria. Data collected included names, identification numbers, gender, date of ABPM, 24-hour blood pressure, daytime blood pressure, nighttime blood pressure, circadian pattern, and the percentage of valid measurements. The MBPS was calculated using commonly used formulas and defined as values ≥ 135 mmHg and ≥ 15 mmHg. Subsequently, echocardiogram data were retrieved, left ventricular mass index (LVMI) was calculated, and it was considered elevated in women >162 g and in men >224 g. Left ventricular relative wall thickness (RWT) was considered elevated >0.42 .

Results showed that the average age was 68 years, 22% had 24-hour systolic hypertension with a predominance of the non-dipper pattern at 39%, and 13% had a morning blood pressure surge, all of whom exhibited some form of left ventricular hypertrophy as a sign of target organ damage, indicating that LVH is a reliable method for assessing target organ damage in hypertension

Keywords: Arterial hypertension; morning blood pressure surge; left ventricular hypertrophy; blood pressure variability.

INTRODUCCIÓN

La Hipertensión Arterial (HTA) es una enfermedad crónica frecuente que afecta 1280 millones de personas a nivel mundial, cerca de 2/3 partes pertenecen a países de ingresos bajos y medianos ¹, **es la causa principal de infartos agudos de miocardio y enfermedades cerebrovasculares, que son las principales responsables de la mortalidad a nivel global** ², causada por una hipertensión arterial no controlada, en latinoamérica, se realizó el estudio RENATA 2 en el cual se pudo observar que solo el 55.5% de pacientes hipertensos esta medicado farmacológicamente y de estos solo el 24.2% tiene la presión arterial controlada ³. Un tratamiento adecuado de la hipertensión arterial (valores de presión arterial menor de 140/90 mmHg) ⁴, debe poner mucho énfasis en la variabilidad de la presión arterial (cambios bruscos de cifras de presión arterial) ⁵, ya que se relaciona frecuentemente con el síndrome aterotrombótico hemodinámico sistémico (SHATS), que se caracteriza por la combinación de estrés hemodinámico y enfermedad vascular, que es un factor de riesgo de eventos cardiovasculares y daño orgánico (cerebro, retina, corazón, riñon y arterias) ⁵; ⁶. Uno de los parámetros para valorar la variabilidad hipertensiva es el incremento matutino de la presión arterial (IMPA), que ha tomado mucha fuerza en los últimos años debido a que la mayoría de sucesos cardíacos fatales (infarto agudo de miocardio, ictus isquémico) ocurren por la mañana debido al ritmo circadiano elevado, debido a la elevación de catecolaminas y cortisol, la agregación plaquetaria y disminución del sistema fibrinolítico que son los mecanismos implicados con mayor frecuencia ⁷, ⁸, uno de los primeros en utilizar este término fue el Dr. Kazuomi Kario desde el año 2003 ⁹, que observó que un IMPA ≥ 55 mmHg se relacionó con enfermedad cerebrovascular con un RR 2.7; en el 2009, además demostró que los pacientes con IMPA ≥ 17.90 mmHg

presentan un OR: 2.63 de presentar hipertrofia ventricular izquierda concéntrica (HVI)¹⁰; otra evidencia proviene de la base de datos llamado IDACO, donde se evidenció que un IMPA >28 mmHg en el despertar se asoció con RR de 1.45 de presentar eventos cardiovasculares y mortalidad global con un RR 1.23¹¹, a nivel de América existen pocos datos, uno de los últimos estudios se realizó en Argentina que evidenció un IMPA ≥ 15 mmHg se relacionaba con HVI y presentaba una prevalencia del 12%¹², como se puede observar la falta de control de la hipertensión arterial acompañado del IMPA predispone a daño de órgano blanco (hipertrofia ventricular izquierda del corazón)¹³ y aumento de riesgo de muchas complicaciones cardiovasculares.

El IMPA es predictor de hipertrofia ventricular izquierda como señal de daño de órgano blanco, confirmado por ecocardiografía, son datos de vital importancia ya que nos ayudaran a los profesionales de la salud a conocer datos epidemiológicos sobre el IMPA, los mismos que a nivel de Latinoamérica y del país son pocos, con estos datos nos permitirá adoptar una conducta más responsable en todo el personal médico para un manejo óptimo de la HTA con énfasis en la triada propuesta por Kario: control adecuado de presión arterial en las 24 horas, control del ritmo circadiano y el manejo de la variabilidad hipertensiva¹⁴, brindando esquemas de fármacos adecuados para el manejo de la variabilidad hipertensiva, como son el amlodipino y la indapamida^{15,5}, y el uso de fármacos de tipo antagonista de los receptores de angiotensina en dosis nocturnas¹⁶ para evitar daño de órgano blanco y poder iniciar un tratamiento eficaz en los pacientes que se encuentran en riesgo de hipertrofia ventricular izquierda, con lo que obtendremos una mejor calidad de vida de los pacientes, reducción de complicaciones y una disminución de costos de hospitalización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio realizado fue observacional de cohorte retrospectiva, a través de la evaluación de una base de datos construida ad hoc para este estudio, en base a la revisión de las historias clínicas del Hospital de la Universidad Abierta Interamericana, en el servicio de Presurometría, se formó la base de datos con todos los pacientes hipertensos que acudieron al servicio a realizarse un MAPA (monitoreo ambulatorio de la presión arterial) de 24 horas, desde el 01 de Enero del 2018 al 30 de Abril del 2018, obteniéndose una base de 210 pacientes, de los cuales solo 127 pacientes cumplieron los criterios de inclusión (pacientes que acuden para la realización de un MAPA, mediciones validas del MAPA del 50%, ecocardiograma entre los 6 meses antes o después de la realización del MAPA), y los criterios de exclusión (pacientes con valvulopatías y pacientes con insuficiencia cardiaca con FEY (fracción de eyección) reducida), luego de seleccionada la muestra, se plantearon las siguientes variables utilizadas: presión arterial sistólica (variable cuantitativa continua, medida en mmHg, ritmo circadiano 9.4 mmhg (variable cuantitativa continua, medida en mmHg), IMPA (variable cuantitativa continua, medida en mmHg), geometría ventricular (variable cuantitativa continua, medida en gramos), se procedió a calcular el IMPA mediante 3 formulas, de los cuales debían tener 2 valores elevado para ser considerado como IMPA elevado, las fórmulas fueron: IMPA 1= promedio de la PAS de las 2 h después del despertar, IMPA 2= promedio PAS de 2 horas al despertar – promedio PAS más baja nocturna y la siguiente, IMPA 3= PAS promedio de 2 horas al despertar – promedio de PAS nocturna, se tomó como IMPA valores mayores a 135 mmHg, 15 mmHg y 15 mmHg respectivamente⁵.

Posteriormente se consultó la base de datos de ecocardiografía, obteniéndose la fecha del estudio, DDVI(diámetro diastólico del ventrículo izquierdo), S(septum), PP(pared posterior); diámetro de la aurícula izquierda, diámetro de la aorta, se procedió a calcular la masa del ventrículo izquierdo en gramos, con la fórmula de modificado de Devereux: $MVI = 0,8 \times \{1,04 [(DdVI + PPdVI + SIVd)^3 - DdVI^3] \} + 0,6$ y el espesor parietal relativo con la fórmula: $(2 \times PPdVI) / DdVI$. Se consideró MVI(masa del ventrículo izquierdo) elevada en mujeres > 162 g y en hombres > 224 g, el EPR(espesor parietal relativo) se consideró elevado > 0.42 ¹⁷.

Una vez recolectada la información se procedió a relacionar el IMPA de los pacientes hipertensos de 24 horas con hipertrofia ventricular izquierda y la geometría ventricular. Para el procesamiento de los resultados se utilizó Microsoft Excel 2010, donde se obtuvieron los promedios, desviaciones estándar y las gráficas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de obtener la base de datos se obtuvieron los siguientes datos:

La edad promedio de nuestro pacientes fue del 68 años, el promedio de la presión arterial sistólica de 24 horas fue de 120.5 mmHg y de presión arterial diastólica fue de 73.7 mmHg que se considera valores normales, el promedio del ritmo circadiano (descenso de la presión arterial nocturna en relación a la matutina) fue de 8.8 mmHg presentando un patrón no dipper, el promedio de IMPA fue de 147.4 mmHg y 27.1 mmHg que se estaban elevados y el promedio de la masa ventricular en pacientes con IMPA elevado fue de 278.7 gramos que estaba elevado tanto para el sexo masculino y femenino.

VARIABLE	PROMEDIO	DS
EDAD	68	± 12.1
PAS PROMEDIO	120.5	± 13.6
PAD PROMEDIO	73.7	± 9.4
RITMO CIRCADIANO	8.8	±10.4
MASA	233.4	±87
EPR	0.5	±0.1
IMPA 1	147.4	±9.8
IMPA 2	27.1	±8.8
MASA IMPA	278.7	±100.9
EPR IMPA	0.5	±0.1

Tabla 1. Variables de estudio

Luego se procedió a filtrar los datos para determinar que pacientes presentan hipertensión arterial sistólica, evidenciando que el 22% (28 personas) tenían una HTA sistólica de 24 horas no controlada, además se observó hipertensión arterial sistólica diurna del 20% (25 pacientes) y por último la hipertensión sistólica nocturna con el 31% (40 pacientes).

	PAS PROMEDIO		PAS DIURNA		PAS NOCTURNA	
	No	%	No	%	No	%
NORMAL	99	78	102	80	87	69
ELEVADO	28	22	25	20	40	31
TOTAL	127	100	127	100	127	100

Tabla 2. Pacientes con hipertensión sistólica medido por mapa de 24 horas

En este estudio se encontró que 28 paciente (22%) que presentaron HTA sistólica de 24 horas medido por MAPA, el ritmo circadiano promedio fue de 9.4 mmHg, la más frecuente fue el patrón no dipper con el 39% (11 pacientes), seguido del patrón dipper con el 32% (9 pacientes), hiper dipper 18% (5 personas), y por ultimo dipper inverso con el 11% (3 personas).

PATRÓN	No	%
DIPPER	9	32
NO DIPPER	11	39
HIPER DIPPER	5	18
DIPPER INVERSO	3	11
TOTAL	28	100

Tabla 3. Patrón circadiano en pacientes con hipertensión sistólica, medido por mapa de 24 horas.

En este estudio también se pudo demostrar que de los 127 pacientes, el 13.3%(17 pacientes) con IMPA presentaron alguna alteración de la geometría ventricular izquierda con un promedio de masa de 278.7 g, la más frecuente fue la hipertrofia ventricular concéntrica con el 53% (9 pacientes), seguido de la hipertrofia excéntrica 29% (5 pacientes) y por último la remodelación concéntrica con el 18% (3 pacientes).

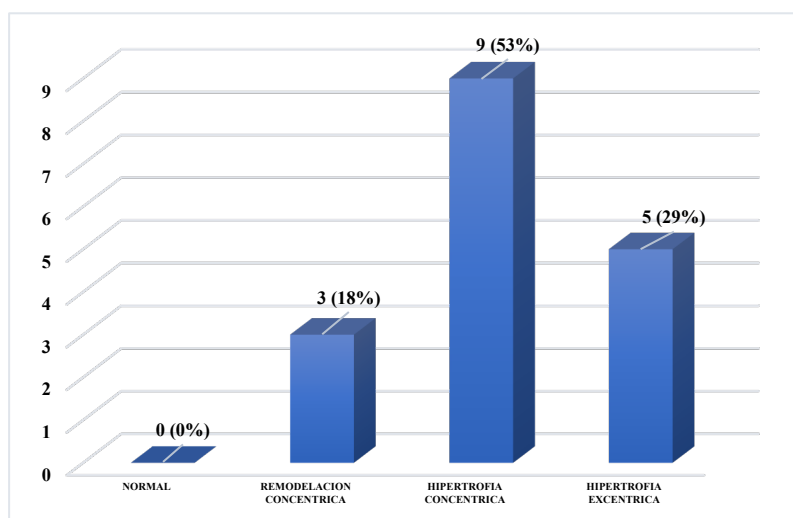


Figura 1. Pacientes con incremento matutino de la presión arterial y su geometría ventricular izquierda.

DISCUSIÓN

En nuestro estudio se evidenció una HTA sistólica de 24 horas en el 22% que se acercan a los valores que se observaron en el estudio RENATA 2, los cuales presentaron HTA en el 36.3%¹⁸ al igual que en el estudio realizado de la base de datos IDACO presento una hipertensión arterial sostenida en el 25,4%¹¹.

El patrón circadiano más frecuente en nuestro estudio fue el patrón no dipper con el 39%, que concuerda con un estudio realizado de la base de datos de CARDIORISC, que se observó un patrón no dipper en el 40.2%¹⁹. Este estudio demostró que el IMPA ≥ 15 mmHg se relacionó con aumento de la masa ventricular con una media de 278.7 g y una PAS promedio 147.4 mmHg, las cuales todas estaban elevadas, que concuerda con un estudio que evidencio un IMPA ≥ 15 mmHg, PAS de 147.1 ± 9.6 mmHg, y una MVI de 215.5 ± 28.5 g y un IMVI de 131.4 ± 16.6 g/m²²⁰.

Se observo en el estudio que todos los pacientes con un IMPA ≥ 15 mmHg tenían HVI con predominio del tipo concéntrica en el 53%, concuerda con un estudio que determinó que un IMPA ≥ 9.31 mmHg tenían mayor riesgo de hipertrofia concéntrica (OR: 1.99, IC:95%, P: 0,008), y ≥ 17.90 mmHg tenían mayor riesgo de hipertrofia concéntrica (OR: 2.63, IC: 95%, P: 0,008)¹⁰.

La frecuencia del IMPA en nuestro estudio fue del 13% que se relaciona con un estudio realizado en el Hospital Italiano de Buenos Aires que publicó una prevalencia de IMPA del 13,4%¹², y se acerca a un estudio realizado en el Hospital Virgen Macarena (Sevilla, España) realizado en el año 2019, que reporto un IMPA del 9% en pacientes con un accidente cerebrovascular lacunar²¹.

CONCLUSIONES

Este estudio encontró que todos los pacientes con incremento matutino de la presión arterial elevada presentaron hipertrofia ventricular izquierda, demostrando que el IMPA es un predictor de hipertrofia ventricular izquierda como señal de daño de órgano blanco mediado por HTA, con la necesidad de seleccionar un mejor esquema terapéutico con énfasis en el control de la variabilidad hipertensiva y así disminuir la presentación de eventos cardiovasculares.

Agradecimientos: Este trabajo se ha concretado por el apoyo de todo el personal del Hospital Universitario de la Universidad Abierta Interamericana y todo su personal, en especial del Dr. Ricardo Levin quien me asesoro durante esta investigación, además agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar quien me ha impulsado a continuar con la investigación como docente de esta prestigiosa institución educativa.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de interés

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Hipertensión [Internet]. OMS. 2023. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
2. Organización Mundial de la Salud. Las 10 principales causas de defunción [Internet]. OMS. 2020. [Clinical Biotec, Universidad Católica del Oriente \(UCO\) and Universidad Nacional Autónoma de Honduras \(UNAH\)](#)

Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>

3. Delucchi AM, Majul CR, Vicario A, Cerezo GH, Fábregues G. Registro nacional de hipertensión arterial. Características epidemiológicas de la hipertensión arterial en la argentina. estudio renata-2. *Rev Argent Cardiol.* 2017;85(4):340–6.
4. Laurent S, H Lip GY, McManus R, Narkiewicz K, Ruschitzka F, Schmieder RE, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for managing arterial hypertension. *Eur Hear J* [Internet]. 2018;39:3021–104. Available from: www.escardio.org/guidelines
5. Kario K. Morning Surge in Blood Pressure: A Systemic Hemodynamic Atherothrombotic Syndrome Phenotype. *Am J Hypertens* [Internet]. 2015;28(1). Available from: <https://academic.oup.com/ajh/article/28/1/7/2730190>
6. Arocha I. R. El Daño Orgánico en la Hipertensión Arterial [Internet]. *medecs.* 2022. Available from: <https://www.medecs.com.ar/2022/06/21/el-dano-organico-en-la-hipertension-arterial/>
7. Hernandez Fernandes E, Coelho D, Missel Correa JR, Kumpinski D. Alteraciones circadianas del sistema cardiovascular. *Rev Española Cardiol* [Internet]. 2000 Jan 1 [cited 2023 Oct 5];53(1):117–22. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300893200750688>
8. Gómez-Gómez B, Rodríguez-Weber FL, Díaz-Greene EJ, Gómez-Gómez B, Rodríguez-Weber FL, Díaz-Greene EJ. Fisiología plaquetaria, agregometría plaquetaria y su utilidad clínica. *Med Interna México* [Internet]. 2018 [cited 2023 Oct 6];34(2):244–63. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-48662018000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
9. Kario K, Hoshida S, Haimoto H, Yamagiwa K, Uchiba K, Nagasaka S, et al. Sleep Blood Pressure Self-Measured at Home as a Novel Determinant of Organ Damage: Japan Morning Surge Home Blood Pressure (J-HOP) Study. *J Clin Hypertens* [Internet]. 2015;17(5):340–8. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jch.12500>
10. Matsui, Y., Eguchi, K., Shibasaki, S., Shimizu, M., Ishikawa, J., Shimada, K., Kario K. Association between the morning-evening difference in home blood pressure and cardiac damage in untreated hypertensive patients. *J Hypertens* [Internet]. 2009;27(4):712–20. Available from: <https://europepmc.org/article/med/19516171>
11. Stolarz-Skrzypek K, Thijs L, Li Y, Hansen TW, Boggia J, Kuznetsova T, et al. Short-term blood pressure variability in relation to outcome in the International Database of Ambulatory blood pressure in relation to Cardiovascular Outcome (IDACO) HHS Public Access. *Acta Cardiol.* 2011;66(6):701–6.
12. Barochiner J, Aparicio LS, Cuffaro PE, Rada MA, Morales MS, Alfie J, et al. Morning rise in home blood pressure and target organ damage in hypertensive patients | Incremento matutino de la presión arterial domiciliar y daño de órgano blanco en paciente hipertensos. *Rev la Fac Ciencias Médicas (Córdoba, Argentina).* 2014;71(4):171–7.
13. Ennis IL, Del A, Yeves M. Palabras clave distintas formas de hipertrofia cardíaca patológica vs fisiológica capítulo 62 fisiopatología de la hipertrofia cardíaca: hipertrofia cardíaca fisiológica y patológica. 2004;

14. Kario K, Tomitani N, Matsumoto Y, Hamasaki H, Okawara Y, Kondo M, et al. Research and Development of Information and Communication Technology-based Home Blood Pressure Monitoring from Morning to Nocturnal Hypertension. *Ann Glob Heal*. 2016 Mar 1;82(2):254–73.
15. Zhang Y, Agnoletti D, Safar ME, Blacher J. Effect of Antihypertensive Agents on Blood Pressure Variability The Natrilix SR Versus Candesartan and Amlodipine in the Reduction of Systolic Blood Pressure in Hypertensive Patients (X-CELLENT) Study. *Hypertension* [Internet]. 2011; Available from: <http://cme.ahajournals.org>
16. Kario K, Hoshida S. Correspondence to Age-Related Difference in the Sleep Pressure-Lowering Effect Between an Angiotensin II Receptor Blocker and a Calcium Channel Blocker in Asian Hypertensives The ACS1 Study Clinical Trial-ACS1 Study. *Clin Trial-ACS1 Study* [Internet]. 2015;65(729–735). Available from: <http://hyper.ahajournals.org/lookup/suppl/doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA>.
17. Marwick TH, Gillebert TC, Aurigemma G, Chirinos J, Derumeaux G, Galderisi M, et al. Recommendations on the use of echocardiography in adult hypertension: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) and the American Society of Echocardiography (ASE) †. *Eur Hear J – Cardiovasc Imaging* [Internet]. 2015;16:577–605. Available from: <https://academic.oup.com/ehjcardioimaging/article/16/6/577/2397586>
18. Consejo Argentino de Hipertensión Arterial: SAC;FAC; SAHA; Consenso de Hipertensión Arterial. *Rev Argent Cardiol*. 2018;86(1115):1–80.
19. Sierra C, De La Sierra A, Sobrino J, Segura J, Banegas JR, Gorostidi M, et al. Monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA): características clínicas de 31.530 pacientes. *Med Clin (Barc)*. 2007 Jun 1;129(1):1–5.
20. Ikeda T, Gomi T, Shibuya Y, Matsuo K, Kosugi T, Oku N, et al. Morning rise in blood pressure predicts left ventricular hypertrophy in treated hypertensive patients. *Hypertens Res*. 2004;27(12):939–46.
21. Castilla-Guerra L, Domínguez Mayoral A, González-Iglesias L, Fernández-Moreno MC, Rico-Corral MA. Morning blood pressure surge in patients with recent ischaemic stroke: the neglected factor. *Hipertens y Riesgo Vasc*. 2022 Apr 1;39(2):56–61.

Received: 28 September 2023/ Accepted: 15 November 2023 / Published:15 December 2023

Citation. E Guzmán; A Saguay; J Taco.El incremento matutino de la presión arterial es predictor de hipertrofia ventricular izquierda como señal de daño de organo blanco, confirmado por ecocardiografía
Revis Bionatura 2023;8 (4) 12. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.04.12>

Additional information Correspondence should be addressed to Edison.guzman@ueb.edu.ec

Peer review information. Bionatura thanks anonymous reviewer(s) for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

All articles published by Bionatura Journal are made freely and permanently accessible online immediately upon publication, without subscription charges or registration barriers.

Bionatura ISSN. 13909355. **Scopus coverage years:** from 2016 to the Present

[Clinical Biotec](#), [Universidad Católica del Oriente \(UCO\)](#) and [Universidad Nacional Autónoma de Honduras \(UNAH\)](#)

Publisher's Note: Bionatura stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2023 by the authors. They were submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).