

Club de revistas/Journal Club

Reseña sobre el artículo

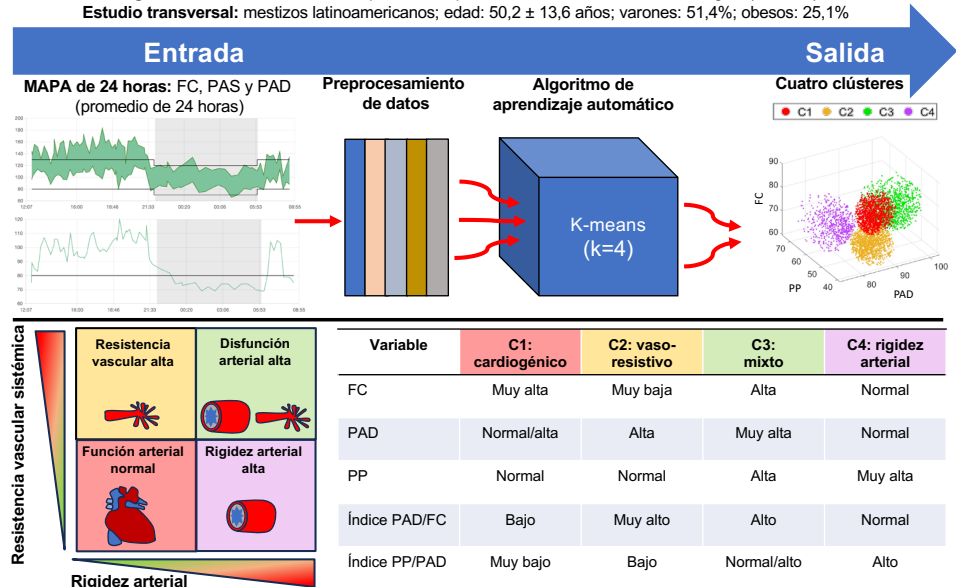
Dagnovar Aristizábal-Ocampo, Diego Álvarez-Montoya, Camilo Madrid-Muñoz, Ricardo Fernández-Ruiz, Jaime Gallo-Villegas. (2025). Circulatory phenotypes in hypertension identified by 24-h ambulatory blood pressure monitoring. *Journal of Hypertension*, September 15, 2025. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000004149>

Fenotipos circulatorios en hipertensión identificados mediante monitoreo ambulatorio de la presión arterial de 24 horas

Circulatory phenotypes in hypertension identified by 24-hour ambulatory blood pressure monitoring

Resumen gráfico: Fenotipos circulatorios en hipertensión identificados mediante monitoreo ambulatorio de la presión arterial de 24 horas

Registros de MAPA de 24 horas: pacientes hipertensos sin tratamiento farmacológico (n=9.195)
 Estudio transversal: mestizos latinoamericanos; edad: 50,2 ± 13,6 años; varones: 51,4%; obesos: 25,1%



Índice PAD/FC: medida indirecta de la resistencia vascular sistémica. Índice PP/PAD: medida indirecta de la rigidez arterial. MAPA: monitoreo ambulatorio de la presión arterial; FC: frecuencia cardiaca; PAS: presión arterial sistólica; PP: presión del pulso; PAD: presión arterial diastólica; C1, clúster 1 (rojo); C2, clúster 2 (naranja); C3, clúster 3 (verde); C4, clúster 4 (morado).

Desde que se describió la hipertensión arterial se había establecido que el 90 % de los casos son de origen idiopático. La presión arterial es el producto de la interacción entre el volumen de eyección del ventrículo izquierdo y el estado del sistema arterial. Sin embargo, la hipertensión es el resultado de diferentes mecanismos hemodinámicos. El progreso de la condición no es uniforme, lo que dificulta la diferenciación de las condiciones circulatorias con base exclusivamente en el valor numérico y en la clínica. La resistencia vascular sistémica (RVS), la elasticidad de grandes vasos (C_1) y el gasto cardiaco (CO) son los determinantes primarios de la presión arterial.

El monitoreo ambulatorio de la presión arterial (MAPA) y el uso de modelos matemáticos permiten inferir una serie de medidas de la circulación arterial, como son el volumen sistólico (SV), el gasto cardiaco (CO), la elasticidad arterial (C_1) y la resistencia vascular sistémica, que se obtiene de la relación entre la presión arterial media (PAM) y el gasto cardiaco (CO). La presión de pulso (PP) representa una medida indirecta de la rigidez arterial.

El estudio que se reseña, de tipo observacional, transversal, y basado en periodos de MAPA de 24 horas, se realizó en Medellín entre el 2017 y el 2022 (cinco años). De 29.743 MAPA se excluyó el 56,7 % por haberse hecho en menores de 18 años, en mujeres en embarazo y en pacientes en tratamiento antihipertensivo. De los 12.876 MAPA seleccionados, el 71,4 % (9.195) registró hipertensión arterial, y el 28,6 % (3.681) correspondió a personas con presión arterial normal.

Los valores obtenidos en los MAPA de PAD, PP y frecuencia cardíaca (FC) se utilizaron para alimentar un algoritmo de aprendizaje automático (K-Means), que identificó los siguientes cuatro fenotipos circulatorios en la población de estudio: C1-cardiogénico (33,7 %), caracterizado por un aumento en el gasto cardíaco (CO) y la FC; C2-vaso-resistivo (29,7 %), que implica un aumento en la resistencia vascular sistémica (RVS); C3-mixto (23,6 %), correspondiente a una combinación de características cardiogénicas y de vaso-resistencia, y C4-rigidez arterial (13 %), caracterizado por una disminución en la elasticidad arterial (C_p). Para validar los resultados hemodinámicos inferidos a partir de los MAPA, se les hizo ecocardiografía a 447 individuos, lo que reveló una buena correlación.

Con base en los fenotipos delineados, se plantea que la progresión hemodinámica de la hipertensión comienza con un aumento en el gasto cardíaco (CO) (cardiogénico), que progresa a un incremento de la resistencia vascular sistémica (RVS) (vasoconstricción) y, posteriormente, a una disminución en la elasticidad arterial (C_p) (rigidez arterial). Estos fenotipos permiten predecir el riesgo cardiovascular de cada individuo y guiar el tratamiento en forma personalizada, adaptándolo al perfil circulatorio de cada paciente.

La clasificación de la hipertensión arterial basada en estos cuatro fenotipos circulatorios representa un avance significativo en la práctica clínica. Actualmente la hipertensión arterial se diagnostica principalmente con base en el umbral numérico de >130/80 mmHg. Los pacientes que exceden este umbral se clasifican como hipertensos y reciben el mismo tratamiento, independientemente de su perfil hemodinámico. Este enfoque de umbral numérico a menudo conduce a un tratamiento empírico, lo que resulta en múltiples consultas antes de que la hipertensión esté controlada. Infortunadamente, este proceso puede causar frustración y desencadenar el abandono del tratamiento por parte de los pacientes, que, años después, pueden volver a consultar debido a eventos catastróficos relacionados con la hipertensión no controlada.

La progresión fisiopatológica de la hipertensión arterial basada en el MAPA y la FC comienza con una frecuencia cardíaca alta y función arterial normal (C1: cardiogénico), la cual pasa a una respuesta vasoconstrictiva (C2: vaso-resistivo) y termina en un fenotipo de rigidez arterial (C4: rigidez arterial). Esta progresión conduce a un aumento de la resistencia vascular sistémica y a la pérdida de la elasticidad arterial.

Estos tres fenotipos se derivan exclusivamente de la función arterial. El otro fenotipo (C3: mixto) corresponde a los elementos que aportan los mecanismos no arteriales (control de volumen, regulación autonómica del sistema nervioso central o respuestas endocrinas).

La combinación de la hipertensión arterial y un alto compromiso arterial ha demostrado ser un fuerte predictor de mortalidad. Una de las principales ventajas de la clasificación propuesta es que orienta la farmacoterapia para cada fenotipo así: C1- cardiogénico: tratamiento con betabloqueador predominantemente; C2-vasoresistivo: tratamiento con inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, o bloqueadores del receptor de angiotensinógeno II, o bloqueadores del canal de calcio (dihidropiridínicos); C4-rigidez arterial: tratamiento con bloqueadores del canal de calcio (dihidropiridínicos), o inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, o bloqueadores del receptor de angiotensina II, o diuréticos del tipo de la tiazida; y C3-mixto: tratamiento con una mezcla de dos medicamentos seleccionados con base en el fenotipo observado en el MAPA.

En conclusión, el MAPA de 24 horas es el estándar de oro para diagnosticar la hipertensión arterial, pues ayuda a evitar falsos positivos causados por el estrés de la consulta médica (*white-coat hypertension*) y detecta la hipertensión oculta. Esta sencilla

técnica de clasificación de fenotipos circulatorios permite la clasificación del estadio de la hipertensión arterial que, una vez se use ampliamente en la práctica clínica, ayudará a evaluar el riesgo cardiovascular de cada individuo y a implementar un tratamiento basado en el mecanismo fisiológico del fenotipo circulatorio detectado en el MAPA.

El artículo reseñado resume 30 años de investigación clínica sobre los mecanismos de la hipertensión arterial a cargo del Dr. Dagnovar Aristizábal y su grupo. En él se demuestra cómo la simplificación de conceptos complejos mediante el uso de la inteligencia artificial (K-Means) permite agrupar los datos en fenotipos circulatorios de significación clínica, lo que a su vez posibilita implementar la medicina de precisión para respaldar el diagnóstico y el tratamiento de la hipertensión arterial.

El uso de este método sencillo puede salvar muchas vidas al tratar la hipertensión arterial de manera efectiva, eliminando la necesidad de múltiples visitas médicas y otros procedimientos diagnósticos, y proporcionando un tratamiento preciso que antes se hacía por ensayo y error.

En resumen, este excelente trabajo muestra el potencial de la medicina del futuro, en cuyo marco la inteligencia artificial servirá como una herramienta indispensable para mejores diagnósticos y tratamientos.

Juan Guillermo McEwen O., MD, PhD

Profesor Titular, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia

Investigador, Corporación para Investigaciones Biológicas, Medellín, Colombia