



Monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA) Aplicaciones clínicas y valor diagnóstico

José Rolando Ayala-Hernández¹. ORCID: 0009-0008-3192-3939

¹Médico Internista. Profesor y Jefe de la Cátedra de Clínica y Terapéutica A, Servicio de Medicina I, Hospital Universitario de Caracas, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela

Correspondencia: Instituto de Medicina Tropical - Facultad de Medicina - Universidad Central de Venezuela.

Consignado el 09 de Octubre del 2025 a la Revista Vitae Academia Biomédica Digital.

RESUMEN

La monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA) se ha consolidado como una herramienta diagnóstica superior en el tratamiento de la hipertensión arterial. A diferencia de las mediciones aisladas en el consultorio, el MAPA permite obtener un registro continuo de 24 horas que refleja el comportamiento de la presión arterial en la vida cotidiana del paciente y reduce el

sesgo del “efecto de bata blanca”. La presión nocturna, en particular, se ha identificado como el predictor más fuerte de riesgo cardiovascular, lo que convierte al MAPA en un recurso indispensable para la estratificación de riesgo y el diagnóstico de fenotipos como hipertensión enmascarada, de bata blanca o nocturna aislada. Además de su capacidad diagnóstica, el MAPA ofrece ventajas frente al automonitoreo ambulatorio al proporcionar un mayor número de mediciones y permitir el análisis de patrones circadianos, variabilidad y carga de presión arterial. Su capacidad pronóstica es superior y ha demostrado utilidad en poblaciones especiales como diabetes, enfermedades renales y embarazadas. También es clave para evaluar la respuesta al tratamiento antihipertensivo y explorar estrategias como la cronoterapia, que busca optimizar la reducción de la presión arterial nocturna. La correcta implementación del protocolo y el uso de equipos validados son esenciales para garantizar la fiabilidad de los resultados. Aunque existen debates sobre el número mínimo de lecturas necesarias y sobre variables avanzadas como la variabilidad o el índice de rigidez arterial, el consenso internacional respalda al MAPA como una técnica fundamental para el diagnóstico preciso, la estratificación de riesgo y el control integral de la hipertensión arterial. Su aporte en la práctica clínica y en investigación, lo posiciona como una herramienta insustituible en la medicina cardiovascular contemporánea.

PALABRAS CLAVE: Hipertensión, Monitoreo de la presión arterial ambulatorio, Estratificación de riesgos, Ritmo circadiano, caída (dip).

AMBULATORY BLOOD PRESSURE MONITORING (ABPM) CLINICAL APPLICATIONS AND DIAGNOSTIC VALUE

SUMMARY

Ambulatory Blood Pressure Monitoring (ABPM) has been consolidated as a superior diagnostic tool in the treatment of hypertension. Unlike isolated office measurements, ABPM provides a continuous 24-hour record that reflects blood pressure behavior in the patient's daily life and reduces the bias of the “white coat effect.” Nocturnal blood pressure, in particular, has been identified as the strongest predictor of cardiovascular risk, making ABPM an indispensable resource for risk stratification and the diagnosis of phenotypes such as masked hypertension, white coat hypertension, or isolated nocturnal hypertension. In addition to its diagnostic capacity, ABPM offers advantages over home blood pressure monitoring by providing a greater number of readings and allowing the analysis of circadian patterns, variability, and blood pressure load. Its prognostic value is superior and has proven useful in special populations such as patients with diabetes, chronic kidney disease, and pregnant women. It is also key for evaluating the response to antihypertensive treatment and exploring strategies such as chronotherapy, which aims to optimize nocturnal blood pressure reduction. Proper protocol implementation and the use of validated devices are essential to ensure reliable results. Although debates remain regarding the minimum number of readings required and advanced variables such as blood pressure variability or arterial stiffness index, international consensus supports ABPM as a fundamental technique for accurate diagnosis, risk stratification, and comprehensive hypertension management. Its contribution to both clinical practice and research positions ABPM as an irreplaceable tool in contemporary cardiovascular medicine.

KEY WORDS: Hypertension, Blood Pressure Monitoring, Ambulatory, Risk Assessment Circadian Rhythm, dip

MONITORIZACIÓN AMBULATORIA DE LA PRESIÓN ARTERIAL (MAPA) APLICACIONES CLÍNICAS Y VALOR DIAGNÓSTICO

INTRODUCCIÓN

La monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA), también conocida por sus siglas en inglés ABPM (Ambulatory Blood Pressure Monitoring), se ha establecido como una herramienta diagnóstica fundamental y superior en el manejo de la hipertensión arterial (HTA). A diferencia de las mediciones convencionales de presión arterial (PA) realizadas en el consultorio, el MAPA permite obtener un registro de la presión arterial más exacto y fiable a lo largo de 24 horas. Este registro continuo revela el comportamiento tensional del paciente en su entorno habitual, lo cual minimiza el sesgo asociado con la toma de PA en un ambiente clínico y permite una evaluación más completa del perfil de PA (1)

La hipertensión sigue siendo la principal causa prevenible de mortalidad cardiovascular y por todas las causas a nivel mundial. Los valores de PA obtenidos mediante MAPA, especialmente durante los períodos de 24 horas, diurno y nocturno, se correlacionan de manera superior con la morbimortalidad cardiovascular en comparación con la PA clínica. De hecho, la evidencia sugiere que la presión nocturna es el estimador que posee la relación más estrecha con el riesgo cardiovascular (2-4).

Los estudios epidemiológicos han demostrado que la PA ambulatoria ayuda a estratificar con mayor precisión la gravedad de la hipertensión y a predecir el riesgo cardiovascular del paciente, probablemente porque refleja de manera más exacta la carga de PA sobre el corazón y los vasos. Por ello, las guías clínicas contemporáneas de sociedades como la *European Society of Hypertension* (ESH) y la *American Heart Association/American College of Cardiology* (AHA/ACC) recomiendan de manera unánime el uso de la MAPA como una tecnología de vanguardia (5-7).

FUNDAMENTOS DEL MAPA

Definición y metodología

El MAPA es un procedimiento no invasivo que registra múltiples mediciones de PA de forma repetida durante un ciclo completo de 24 horas. El dispositivo consiste, típicamente, en un brazalete que se coloca en el brazo no dominante del paciente y un sistema de registro externo (1)

La programación estándar del dispositivo está diseñada para capturar la actividad tensional del paciente durante sus actividades diarias y el sueño. El dispositivo se programa para realizar lecturas con una frecuencia mínima de: a. Diurna o durante la vigilia cada 15 a 30 minutos. b. Nocturna o durante el sueño: cada 30 a 60 minutos. Esto permite la obtención entre 50 y 100 mediciones

válidas, en total, en un estudio de 24 horas, lo que nos garantiza una cantidad de información suficiente para realizar análisis estadísticos robustos, para conocer el perfil completo del paciente (8,9).

La metodología no invasiva moderna fue desarrollada ya hace varias décadas, superando los sistemas iniciales que requerían un catéter intra-arterial. Fue precisamente con el inicio de esta técnica que se describió con más detalle el "síndrome de bata blanca"(1,10).

Un registro de MAPA se considera satisfactoriamente analizable si cumple con una serie de criterios preestablecidos, como tener una duración de 24 horas y alcanzar un porcentaje de mediciones exitosas. Por ejemplo, en el Registro Español de MAPA (ABPM Registry), se requiere que al menos el 70 % de las lecturas sistólicas y diastólicas programadas sean exitosas, con al menos una medición de PA por hora. En el contexto de investigación, algunas directrices sugieren lograr al menos 20 lecturas de vigilia y 7 nocturnas. Sin embargo, análisis detallados, como los del estudio IDACO, han demostrado que con 8 lecturas de vigilia y 4 nocturnas son suficientes para estimar el nivel de PA ambulatoria, diagnosticar HTA ambulatoria y evaluar el riesgo relativo de complicaciones cardiovasculares en estudios epidemiológicos, aunque esto no aplica para la práctica clínica individual (11,12).

Con respecto a esto, es necesario tomar en cuenta que, para lograr un análisis estadístico de datos, más completo, que garantice el comportamiento de curva normal, se logra con una mayor cantidad de tomas de presión arterial, lo que hace lógico concluir que el estándar de tomas cada 15 minutos en vigilia, y cada 30 minutos durante el sueño con un cumplimiento de al menos el 70 % de las tomas programadas, se asocia a un MAPA matemáticamente más robusto. Pero tomando en cuenta que el MAPA, habitualmente, en cualquiera de las otras propuestas proporcionará más información que la toma aislada en consultorio, o en automonitoreo ambulatorio de presión arterial (AMPA), quedará a criterio del médico si los valores obtenidos son suficientes para hacer diagnóstico o seguimiento adecuado del paciente (5,7,13).

VENTAJAS SOBRE OTROS MÉTODOS DE MEDICIÓN

El MAPA ofrece una evaluación de la PA que es superior a la medición aislada en el consultorio e incluso al automonitoreo domiciliario (AMPA o HBPM, por sus siglas en inglés), aunque no suplanta su uso.

1. Mayor cantidad de datos y mejor distribución estadística. Proporciona entre 50 a 100 mediciones en 24 horas, en contraste con las 2 a 6 tomas anuales en consultorio o incluso a las 10 a 30 en una semana a través del AMPA. Esta densidad de datos permite un análisis estadístico más robusto, acercándose a una distribución de curva normal adecuada (pasando de curvas platicúrticas a mesocúrticas o leptocúrticas), lo que es imposible de lograr con datos aislados. Esto es crucial para un mejor análisis de la respuesta antihipertensiva, o incluso para el diagnóstico definitivo de hipertensión (1,5,8,13).
2. Eliminación del efecto de bata blanca. El MAPA reduce el sesgo de elevación transitoria de la PA que ocurre con la presencia de personal sanitario, permitiendo una estimación más cercana de la PA real del paciente (6,10).

3. Evaluación nocturna. Es el único método que permite evaluar la PA durante el sueño. La hipertensión nocturna y los patrones de PA durante el sueño son considerados los indicadores más fuertes, y útiles, del riesgo cardiovascular determinado a través del MAPA(4,14,15).
4. Capacidad pronóstica superior. La PA promedio de 24 horas, y particularmente la PA nocturna, tiene un mayor rendimiento diagnóstico y de seguimiento, por el alto valor predictivo para determinar el riesgo de eventos cardiovasculares (CV) y mortalidad por todas las causas, comparado con la PA de consultorio. En una cohorte grande de casi 60.000 pacientes, del registro español de MAPA, el análisis de los estimadores de PA (24h, diurna y nocturna) mostró que su asociación con el riesgo de muerte por cualquier causa o por causa cardiovascular es superior a la obtenida con la PA de consultorio (4,11,14,15).

Aunque el AMPA (también conocido como HBPM) ha demostrado ser una herramienta eficaz para el control de la PA y que en algunos estudios (por ejemplo, el estudio IDH), puede ofrecer una fiabilidad mayor que el MAPA de 24 horas, con respecto a la obtención de cifras tensionales más ajustadas a los umbrales habituales, debido a la estimación de la PA de reposo, fuera del consultorio; debido a que las mediciones son realizadas a lo largo de varios días bajo condiciones estandarizadas (sentado y en reposo), sin embargo el MAPA es insustituible para capturar el comportamiento circadiano y la PA durante el sueño. Esto hace que sean métodos diagnósticos y de seguimiento complementarios (5,6,9).

Importancia de la técnica de medición

Es bien conocido que, la correcta técnica de medición es vital para las tomas de PA, ya sean en consultorio o AMPA. La mayoría de los estudios observacionales o estudios pivotaes de intervención, que son de importancia para la toma de decisiones en HTA se han basado en mediciones de PA de consultorio con los ocho puntos de toma adecuados (3,8,16).

Una gran diferencia con el MAPA es que, para registrar la actividad diaria, implica que el paciente realice sus actividades habituales con el dispositivo, en el brazo no dominante. Con esta información registrada en todos los ensayos observacionales, es que se ha determinado los umbrales para cada una de las variables estudiadas a través del monitor. Esto es uno de los factores que inciden, además de la cantidad de tomas, en que los valores de consultorio no deben ser extrapolados al análisis del MAPA (1,6,12)

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL MAPA

La interpretación de los resultados del MAPA va más allá de un simple valor promedio, abarcando umbrales de normalidad, fenotipos de HTA con análisis detallado de los patrones circadianos.

Valores de referencia y umbrales

Los umbrales de corte para clasificar la PA obtenida por MAPA buscan traducir la significancia pronóstica para decisiones clínicas individualizadas.

Las guías difieren ligeramente, pero los valores promedio de PA ambulatoria son consistentemente más bajos que los valores de PA de consultorio. Las guías americanas del 2017 y las guías europeas de hipertensión de 2024 establecen los siguientes valores de referencia para la PA ambulatoria, en comparación con otras mediciones:(17,18)

Medición	ESH 2024 (mmHg)	ACC/AHA 2017 (mmHg)
PA de consultorio	< 140/< 90	< 130/< 80
Automonitoreo domiciliario (AMPA)	< 135/< 85	< 130/< 80
PA de 24 horas (MAPA)	< 130/< 80	< 125/< 75
PA diurna/actividad (MAPA)	< 135/< 85	< 130/< 80
PA nocturna/reposo (MAPA)	< 120/< 70	< 110/< 65

Sin embargo, adicionalmente, las guías europeas de 2024 introducen un concepto novedoso al establecer un "piso" de valores normales, clasificando la PA ambulatoria en rangos (18)

- Presión no elevada (normotensión): < 115/65 mmHg (promedio 24h).
- Presión elevada (zona gris): 115-130/65-80 mmHg (promedio 24h).
- Hipertensión: > 130/80 mmHg (promedio 24h).

Para períodos específicos:

- Vigilia: > 135/85 mmHg indica hipertensión.
- Sueño: > 120/70 mmHg indica hipertensión.

Es fundamental recordar que la relación entre la PA y los eventos cardiovasculares es continua, lo que dificulta la detección de puntos de corte precisos que separen el riesgo bajo del alto. Sin embargo, la PA nocturna, incluso cuando se analiza en tertiles (PA sistólica nocturna <115 mmHg como referencia), muestra que los tertiles intermedios (115–130 mmHg) y superior (>130 mmHg) aumentan el riesgo de eventos en un 32% y 52% respectivamente. (4,14,15)

Fenotipos de hipertensión

El MAPA complementa la medición clínica y es esencial para definir los fenotipos de hipertensión que presentan una discordancia entre los valores de consultorio y los ambulatorios.

1. **Hipertensión de bata blanca/hipertensión clínica aislada:** Se define por PA elevada en el consultorio, pero valores normales fuera de él, verificados por MAPA.
 - **Prevalencia y Riesgo:** La prevalencia de bata blanca varía, pero puede representar entre el 30 % y el 40 % de la población hipertensa. El riesgo de eventos a futuro asociado a la bata blanca es poco, en pacientes con bajo riesgo CV general, pero no debe subestimarse. El riesgo de eventos cardiovasculares en pacientes con bata blanca y con un cálculo de riesgo preexistente alto es 2,25 veces mayor que en normotensos con perfiles de riesgo similares, lo que sugiere que el paciente bata blanca es un paciente hiperadrenérgico (6,10,12).
2. **Hipertensión enmascarada:** se define por PA normal en el consultorio, pero elevada fuera de él (por MAPA o AMPA).
 - **Prevalencia y riesgo:** la prevalencia de hipertensión enmascarada es altamente variable, generalmente baja (10 %-15 %) en poblaciones no seleccionadas, pero puede alcanzar el 20 %-30 % cuando hay suficiente probabilidad pretest que justifique el MAPA. La presencia de hipertensión enmascarada aumenta, significativamente, la probabilidad de futuros eventos cardiovasculares. Los datos sugieren que el riesgo asociado con la hipertensión enmascarada puede ser similar al de la hipertensión sostenida (valores elevados tanto en consultorio como en MAPA) (5,6,15).
3. **Hipertensión nocturna aislada:** presión normal durante el día, pero elevada durante el sueño. Se considera como un subconjunto de la hipertensión enmascarada y conlleva un riesgo pronóstico significativo, siendo la PA nocturna el predictor más fuerte de eventos (14,15).
4. **Hipertensión sostenida:** Valores elevados tanto en el consultorio como en el MAPA. (11,12)

En un estudio de cohorte del Registro Español de MAPA, la prevalencia de bata blanca fue del 29,1% y de hipertensión enmascarada fue del 8,5 %. En pacientes con diabetes, la prevalencia de estos fenotipos fue similar a la población sin diabetes, pero el riesgo de muerte CV en pacientes diabéticos fue consistentemente mayor en todos los fenotipos (incluida la normotensión). El MAPA es la mejor herramienta para el diagnóstico de bata blanca e hipertensión enmascarada ((4,11)

Patrones nocturnos (*dipping status*)

El patrón nocturno de PA, o *dipping status*, se refiere al descenso fisiológico de la PA durante el sueño en comparación con los valores de vigilia. Este patrón tiene un valor pronóstico fundamental.

Los cuatro patrones principales se clasifican según la caída porcentual de la PA (generalmente estudiada a través de la presión sistólica):

- **Dipper normal:** caída nocturna del 10 % al 20 % respecto a los valores diurnos (6,14).
- **Non-dipper (no dipper):** caída nocturna menor al 10 %. Este patrón se asocia con un mayor riesgo cardiovascular y cerebrovascular. Un metaanálisis encontró que el *dipping status* normal en el MAPA es un factor protector contra eventos cardiovasculares en pacientes con HTA primaria. Sin embargo, existe un porcentaje importante (alrededor 20 % en algunas

series de casos) de pacientes sin hipertensión, presentan patrón *non-dipper*, que no podría ser considerado en ese contexto como patológico(6,14)

- **Over-dipper (dipper extremo):** caída nocturna mayor al 20 %. Aunque menos común, una caída excesiva también puede aumentar el riesgo, especialmente de ictus (6,14).
- **Riser (patrón inverso):** La PA nocturna se eleva, o el cambio es negativo (aumento de PA nocturna con respecto a la diurna). Este patrón es patológico en todos los casos y confiere un riesgo cardiovascular aún mayor, con un aumento del riesgo de accidente cerebrovascular hemorrágico (6,14).

Tanto los valores absolutos (en mmHg) de la PA nocturna como el porcentaje de caída (valores relativos) son importantes predictores de riesgo cardiovascular. Por ejemplo, en análisis de valores relativos, el patrón *reverse dipper* confiere un 60 % más de riesgo cardiovascular después de 20 años en comparación con el *non-dipper*, que tiene un riesgo basal 10% superior (14,15,19).

Es importante destacar que la heterogeneidad del comportamiento del grupo *non-dipper*, puede limitar la reproducibilidad del *dipping status*, pues aproximadamente el 40 % de los pacientes con tratamiento estable pueden cambiar de patrón (*dipper/non-dipper*) en un segundo MAPA realizado meses después, lo cual se puede interpretar como secundaria a la calidad y cantidad del sueño (que es una variable importante de evaluar al momento de realizar el estudio) (12,14,20). Esto hace necesario una interpretación amplia, con otras variables adicionales, que arroja el MAPA que podrían dar más orientación acerca del riesgo CV con esta particularidad del patrón *non-dipper*.

Carga de presión arterial (BPL)

La carga de presión arterial (BPL, *Blood Pressure Load*) se define como el porcentaje de lecturas en un estudio MAPA de 24 horas que se encuentran por encima de un umbral específico, típicamente el límite superior de la PA ambulatoria normal (en palabras llanas, es equivalente a cuantas veces se eleva la PA por encima del umbral) (21)

La BPL se clasifica generalmente en:

- **Normal:** < 20 % de lecturas por encima del umbral.
- **Zona gris (intermedia):** 20 % a 40 %.
- **Patológico:** > 40 %.

Valor clínico y pronóstico. Aunque la BPL se ha estudiado desde los años 90 como un indicador de variabilidad, la literatura actual no demuestra un valor añadido claro y consistente de la BPL sobre los índices promedio de PA ambulatoria (24h, diurna, nocturna) para predecir resultados adversos en adultos (21).

A pesar de que las asociaciones de la BPL con el daño a órgano blanco, como la hipertrofia ventricular izquierda (HVI), han sido demostradas, la evidencia acumulada no sustenta su uso en la toma de decisiones clínicas. Esto es influido por la escasez de

estudios que aborden el impacto o el abordaje terapéutico de los valores de la carga, a partir del año 2000 (21,22).

Las guías de MAPA de la *European Society of Hypertension* (ESH) ya en el año 2014, estipularon que la BPL debe incluirse en los informes de investigación, pero es prescindible en los informes clínicos; en las guías más recientes no se ha vuelto a abordar el tema. No obstante, una BPL elevada se asocia con un mayor riesgo de HVI y también se ha correlacionado con marcadores de aterosclerosis carotídea (como el grosor íntima-media de la carótida común)(17,18).

VARIABILIDAD DE LA PRESIÓN ARTERIAL (VPA)

El MAPA permite la evaluación de la VPA, que se refiere a las fluctuaciones de la PA a lo largo del tiempo. La VPA a corto plazo (dentro de 24 horas, medida por MAPA) se calcula utilizando la desviación estándar (DE) o el *Average Real Variability* (ARV). A diferencia de la carga, este parámetro toma en cuenta que tanto se eleva la PA (en mmHg) (13).

Valor Clínico y Pronóstico. La VPA elevada es un factor de riesgo cardiovascular importante, independiente de la PA promedio. Esto sin desvirtuar que el nivel promedio de PA sigue siendo el índice pronóstico más fuerte. A pesar de esto, muchos estudios han proporcionado evidencia sobre la importancia pronóstica de la VPA independiente de los niveles de PA promedio (13).

- **Índices de VPA:** La DE de 24 horas y el ARV han demostrado ser herramientas útiles. En un estudio, el ARV se mostró ligeramente superior a la DE para predecir la HVI, si comparamos los análisis de bondad de ajuste de ambas mediciones (13,22)
- **Umbral:** Un punto de corte sugerido para la DE de 24 horas es 15 mmHg, por encima del cual se considera patológico (13).
- **Daño a órgano blanco:** La VPA elevada se ha asociado con daño a órgano blanco. Un estudio demostró que la VPA, medida por DE o ARV, tiene una muy buena capacidad para predecir la Hipertrofia Ventricular Izquierda (HVI). [22]
- **Riesgo específico:** La VPA ambulatoria también se ha relacionado con el riesgo de demencia. Un análisis post-hoc del estudio SPRINT, por ejemplo, observó que el grupo de tratamiento estándar, que presentaba una mayor VPA, tenía un riesgo significativamente mayor de desarrollar demencia en comparación con el grupo de tratamiento intensivo (PA más baja y más estable).

Aunque la VPA es de gran interés y se puede modificar con tratamientos farmacológicos específicos, su uso sistemático en la práctica clínica se ve limitado por la falta de evidencia de ensayos aleatorizados de intervención centrados únicamente en la reducción de la VPA y su impacto en el pronóstico. Actualmente, la VPA es un tema relevante para la investigación y los centros especializados.

Frecuencia cardíaca (FC)

La caída (dip) de la FC nocturna debe ser $> 10\%$. Complementar el *dipping status* de la PA con la caída de la FC es útil para pesquisar trastornos autonómicos que elevan el riesgo CV. La relación entre las alteraciones del dip de la PA sistólica y la FC puede duplicar el daño a órgano blanco (6,13).

Presión del pulso (PP)

La diferencia entre la PA sistólica y diastólica promedio de 24 horas > 53 mmHg es un marcador de riesgo para muerte por eventos CV mayores (25,26).

APLICACIONES CLÍNICAS DEL MAPA Y VALOR PRONÓSTICO

Diagnóstico de hipertensión y estratificación de riesgo

El MAPA es indispensable para el diagnóstico diferencial de los fenotipos de HTA, la capacidad del MAPA para predecir eventos CV es superior a la PA de consultorio, y esta capacidad pronóstica automáticamente obliga a establecer puntos de corte para la toma de decisiones (4,6,15).

La PA nocturna es el estimador más fuerte del riesgo, superando a la PA diurna y a la PA de 24 horas (14,15). En el análisis de la cohorte IDACO (una de las bases de datos internacionales más grandes), una PA de 24 horas y nocturna más alta se asociaron significativamente con mayores riesgos de muerte y eventos CV compuestos, incluso después de ajustar por otras mediciones (5,7). De hecho, para el riesgo de mortalidad total, el impacto pronóstico de la PA sistólica de 24 horas fue relativamente débil, pero el riesgo fue significativamente mayor con una PA sistólica nocturna más alta (14,15).

La estratificación del riesgo utilizando MAPA es vital en poblaciones de alto riesgo (11,12)

Evaluación de la respuesta al tratamiento

El MAPA es superior a las mediciones de consultorio para evaluar la respuesta al tratamiento antihipertensivo. Esto se debe a que la PA de consultorio tiene una correlación limitada con la PA promedio de 24 horas, y las reducciones de PA inducidas por el tratamiento pueden diferir significativamente en magnitud y calidad entre el consultorio y el monitoreo de 24 horas (4,6)

El metaanálisis de Parati *et al.* demostró que el impacto de la respuesta antihipertensiva, en disminución de mmHg, se evalúa mejor mediante MAPA; esto gracias a la mayor cantidad de mediciones y la capacidad de evaluar el efecto durante las 24 horas, incluyendo el crucial período nocturno (13).

Cronoterapia

La cronoterapia implica administrar medicamentos antihipertensivos en un momento específico (por la noche o por la mañana) para maximizar la reducción de la PA, especialmente la PA nocturna, y optimizar el perfil de *dipping*. Aunque la hipertensión nocturna y el patrón *non-dipping* se asocian con un mayor riesgo, existe controversia sobre el beneficio real de la cronoterapia (2).

Muchos estudios han comparado la dosificación nocturna frente a la matutina de antihipertensivos, con resultados heterogéneos. Un metaanálisis sistemático mostró que la dosificación nocturna puede tener efectos beneficiosos en la reducción de la PA. Sin embargo, la principal debilidad de estos estudios es que comparan la administración nocturna de toda la medicación (sea monoterapia o terapia combinada) Vs la administración total matutina, y no hay estudios que evalúen el impacto de esquemas mixtos (separando una dosis diurna y nocturna) para intentar garantizar una cobertura completa de 24 horas, que es lo que se realiza comúnmente en la práctica real (2,19).

MAPA EN POBLACIONES ESPECIALES

1. Pacientes con diabetes y enfermedad renal crónica (ERC)

La HTA es altamente prevalente en pacientes con diabetes y se asocia con un mayor riesgo de complicaciones microvasculares y macrovasculares.

- **Umbrales de riesgo:** Los datos del Registro Español de MAPA confirman que la HTA y sus fenotipos, se asocian con un mayor riesgo de mortalidad por todas las causas y por causas cardiovasculares, siendo este riesgo aún más elevado en pacientes con diabetes en comparación con los no diabéticos (4,11).
- **Tratamiento:** Los resultados apoyan las recomendaciones de las guías internacionales para un control estricto de la PA en pacientes con enfermedad metabólica, guiado por MAPA (17,18).
- **Fármacos:** Los bloqueadores de receptores de angiotensina (BRA/ARB) han demostrado reducir significativamente el índice de masa ventricular izquierda (IMVI), la mortalidad por todas las causas y la mortalidad cardiovascular en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) con hipertensión en hemodiálisis de mantenimiento (24).

2. Embarazo

Las guías europeas de 2024 recomiendan el uso de MAPA en mujeres embarazadas dirigido principalmente para excluir la hipertensión de bata blanca (18).

- **Limitaciones:** existen grandes limitaciones en esta población, incluyendo la escasez de puntos de corte de PA validados por trimestre y la falta de equipos validados específicamente para el embarazo (8,18).

- **Patrones de Dipping:** estudios de investigación sugieren que las mujeres embarazadas después de las 20 semanas de gestación tienen una tendencia a desarrollar un patrón *non-dipper* sistólico (aunque mantengan un patrón *dipper* diastólico), posiblemente en un esfuerzo por mantener la perfusión uteroplacentaria (19,27,28).
- **Prevalencia en preeclampsia:** En mujeres con preeclampsia aislada o preeclampsia superpuesta/HTA crónica, los valores promedio de PA (oficina, vigilia, sueño, 24h) y los valores centrales (SBPc, DBPc) son consistentemente más altos que en gestaciones normales (NG) (18).

3. Otros riesgos específicos

- **Neuropatía óptica isquémica anterior no arterítica:** Existe una asociación entre el patrón *non-dipping* y la neuropatía óptica, así como una asociación con el síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS). La monitorización de la PA nocturna por MAPA se ha estudiado en pacientes con características de cambios en el disco óptico sugestivos de neuropatía óptica (6,13).

CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y METODOLÓGICAS

La utilidad del MAPA depende críticamente de la correcta implementación del protocolo y la validación del equipo.

Validación de equipos

Es indispensable utilizar dispositivos de MAPA que hayan sido validados siguiendo estándares internacionales, como el Protocolo de la Asociación Europea (ESH-2010) o la norma ISO 81060-2:2018; esta última norma en el último año es la exigida por los diferentes entes que elaboran los registros de equipos adecuadamente validados, pero el protocolo ESH-2010 ha sido el más utilizado a nivel mundial, por la mayoría de los equipos actualmente validados e incluidos en esos mismos registros. Se ha señalado que una gran parte de los dispositivos de PA disponibles en el mercado no han pasado los protocolos de validación estandarizados (8,16,29).

Requisitos mínimos de lecturas

Las guías actuales para la práctica clínica recomiendan un número específico de lecturas, para asegurar una estimación fiable del nivel de PA en el paciente individual (17,18). Sin embargo, la base de datos IDACO, que incluye a más de 13.000 participantes, ha analizado cuántas lecturas son realmente necesarias para propósitos de investigación, donde la necesidad de maximizar el tamaño de la muestra puede llevar a relajar los criterios.

Los criterios recomendados en este estudio epidemiológicos son:

- **Vigilia:** Mínimo de 8 lecturas válidas.
- **Sueño:** Mínimo de 4 lecturas válidas.
- **Alternativa Diurna/Nocturna:** Mínimo de 6 lecturas diurnas y 3 nocturnas (5,7).

Estas cifras, considerablemente inferiores a las 20/7 lecturas recomendadas por algunas guías, han demostrado ser suficientes para estimar el nivel de PA ambulatoria, diagnosticar la HTA ambulatoria y evaluar el riesgo CV sin pérdida significativa de información (7).

No obstante, estos criterios no deben aplicarse a la práctica clínica individual, donde los médicos deben adherirse a las guías que buscan obtener el número máximo de lecturas posible para el manejo del paciente. Para alcanzar una precisión del 5 % en la estimación de la PA en pacientes individuales, se requieren muchas más lecturas (6).

Definición del período nocturno

La definición precisa del período nocturno, o de reposo, es crucial para el análisis del *dipping status*. Tres métodos comunes incluyen:

1. **Horario fijo:** se establece un intervalo de tiempo predefinido (ej. 00:00 a 06:00).
2. **Auto-reporte del paciente (diario):** el paciente anota las horas reales de sueño.
3. **Actigrafía:** un método más objetivo y preciso.

Incluir tiempos de transición (horas en que algunos pacientes están dormidos y otros despiertos) puede ser una fuente de inexactitud de los datos. Un estudio sugirió que los horarios fijos (ej. medianoche a 6 a.m.) pueden tener una mejor correlación con la PA de sueño si se garantiza que el paciente está dormido, aunque la actigrafía ofrece la mejor consistencia (8,12,20). El sueño influye significativamente en la caída nocturna de la PA; una duración de sueño percibida inferior a la habitual se asocia con un aumento progresivo de la PA nocturna (14).

Perspectivas futuras y variables en investigación

El MAPA sigue evolucionando como una herramienta diagnóstica y pronóstica, incorporando variables más sofisticadas que actualmente se limitan en gran medida al ámbito de la investigación, pero que han demostrado influencia en el análisis integral del riesgo cardiovascular, y el verdadero control del paciente hipertenso.

Variables avanzadas

1. **Índice de rigidez arterial ambulatoria (AASI):** Este índice es una estimación de la rigidez arterial obtenida a partir del MAPA y se ha correlacionado con la velocidad de la onda de pulso (VOP), un marcador de riesgo CV establecido y ampliamente recomendado por las guías de hipertensión. El AASI se calcula mediante la pendiente de la regresión lineal entre la PA

sistólica y diastólica a lo largo de 24 horas (AASI = 1 - m, donde 'm' es la pendiente). Se considera patológico un valor por encima de 0.5. El AASI se ha relacionado con eventos CV fatales y no fatales (25,26,29).

2. **Incremento matutino de la presión arterial (*morning surge*):** es una variable avanzada de la monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA) clasificada dentro de los patrones específicos de la variabilidad de la presión arterial (VPA). Este fenómeno se refiere a la magnitud del aumento de la presión arterial que ocurre durante la transición del sueño al despertar, un periodo en el que se observa un pico en la incidencia de eventos cardiovasculares (13).

En el contexto de la investigación, el *morning surge* ha sido asociado con un mayor riesgo de eventos cardiovasculares y mortalidad, particularmente accidentes cerebrovasculares de etiología hemorrágica, según estudios realizados en Japón y otros países asiáticos. Sin embargo, su significado pronóstico independiente sigue siendo un tema de debate, debido a que su grado de elevación tiene una correlación positiva con el descenso nocturno de la PA, un factor potencialmente protector, lo que dificulta la separación de los efectos independientes. Adicionalmente, se ha observado que el aumento matutino es considerablemente menor en poblaciones caucásicas en comparación con las asiáticas (13).

CONCLUSIONES

La monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA) es una herramienta de diagnóstico y gestión superior, que proporciona una evaluación integral de la PA que no se puede obtener mediante las mediciones convencionales de consultorio.

La evidencia actual, robusta y basada en grandes bases de datos internacionales (IDACO, Registro Español de MAPA), respalda la utilidad pronóstica del MAPA, especialmente para:

1. **Estratificación del riesgo cardiovascular:** Los promedios de PA ambulatoria se correlacionan mejor con la morbimortalidad que la PA de consultorio. La PA nocturna es el predictor de riesgo más fuerte.
2. **Diagnóstico de fenotipos de HTA:** Es esencial para identificar la hipertensión de bata blanca y la hipertensión enmascarada. La hipertensión enmascarada conlleva un riesgo similar al de la HTA sostenida.
3. **Evaluación de la eficacia terapéutica:** El MAPA evalúa la respuesta antihipertensiva durante las 24 horas de manera más precisa que la PA de consultorio.

Si bien el automonitoreo domiciliario (AMPA/HBPM) es el método de elección para la monitorización a largo plazo debido a su facilidad de uso y mayor aceptación por el paciente, el MAPA es la única vía para obtener la PA nocturna y el patrón de *dipping*.

En resumen, la implementación del MAPA en la práctica clínica permite una estratificación más precisa del riesgo cardiovascular y una optimización individualizada del tratamiento antihipertensivo. Sin embargo, aún se necesitan más estudios

epidemiológicos y de intervención, para lograr mejorar aún más en el impacto del MAPA en los aspectos terapéuticos del paciente hipertenso.

REFERENCIAS

1. De la Sierra A. Monitorización ambulatoria de la presión arterial. Situación actual y perspectivas futuras. *Med Clin (Barc)*. 2024;163:25–31.
2. Pinatih PTP, Vidyawati, Wiryawan IN. The effects of nighttime vs. morning dosing of antihypertensive medications on blood pressure reduction: a systematic review and meta-analysis [abstract]. *J Hypertens*. 2024 May;42 (Suppl 2):e5. doi:10.1097/01.hjh.0001026848.52989.7d.
3. Liu H, Zhao D, Sabit A, Pathiravasan CH, Ishigami J, Charleston J, et al. Arm Position and Blood Pressure Readings The ARMS Crossover Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern Med*. 2024;184(12):1436-42.
4. Böhm M, de la Sierra A, Mahfoud F, Schwantke I, Lauder L, Haring B, et al. Office measurement vs. ambulatory blood pressure monitoring: associations with mortality in patients with or without diabetes. *Eur Heart J*. 2024;45(31):2851–61.
5. Asayama K, Stolarz-Skrzypek K, Yang WY, Hansen TW, Brguljan-Hitij J, Odili AN, et al. What did we learn from the International Databases on Ambulatory and Home Blood Pressure in Relation to Cardiovascular Outcome? *Hypertens Res*. 2023;46(4):934–49.
6. Mancia G, Verdecchia P. Clinical value of ambulatory blood pressure: evidence and limits. *Circ Res*. 2016;118(6). doi:10.1161/CIRCRESAHA.116.303755.
7. Yang WY, Thijs L, Zhang ZY, Asayama K, Boggia J, Hansen TW, et al. Evidence-based proposal for the number of ambulatory readings required for assessing blood pressure level in research settings: an analysis of the IDACO database. *Blood Press*. 2018;27(6):341-50.
8. Stergiou GS, Parati G, Vlachopoulos C, Achimastos A, Andreadis E, Asmar R, et al. Methodology and technology for peripheral and central blood pressure and blood pressure variability measurement: current status and future directions – Position statement of the European Society of Hypertension Working Group on blood pres. *J Hypertens*. 2016;34(9):1665–77.
9. Cepeda M, Polley G, Ogedegbe C, Ogedegbe O, Shimbo D. Status of ambulatory blood pressure monitoring and home blood pressure monitoring for the diagnosis and management of hypertension in the United States. *Curr Hypertens Rep*. 2023;25(10):623-7.
10. Mancia G, Bertinieri G, Grassi G, Parati G, Pomidossi G, Ferrari A, et al. Effects of blood-pressure measurement by the doctor on patient's blood pressure and heart rate. *Lancet*. 1983;2(8352):695–8.
11. De la Sierra A, Banegas JR, Segura J, Gorostidi M, Ruilope LM. Ambulatory blood pressure monitoring and development of cardiovascular events in high-risk patients included in the Spanish ABPM Registry. *J Hypertens*. 2012;30(4):713–9.
12. De la Sierra A, Vinyoles E, Banegas JR, Parati G, de la Cruz JJ, Gorostidi M, et al. Short-term and long-term reproducibility of hypertension phenotypes obtained by office and ambulatory blood pressure measurements. *J Clin Hypertens (Greenwich)*.

2016;18(10):927–33.

13. Parati G, Bilo G, Kollias A, Pengo M, Ochoa JE, Castiglioni P, *et al.* Blood pressure variability: methodological aspects, clinical relevance and practical indications for management - a European Society of Hypertension position paper. *J Hypertens.* 2023;41(4):527–44.
14. Fagard RH, Celis H, Thijs L, Staessen JA, Clement DL, De Buyzere ML, De Bacquer DA. Daytime and nighttime blood pressure as predictors of death and cause-specific cardiovascular events in hypertension. *Hypertension.* 2008;51(1):55–61.
15. Yang WY, Melgarejo JD, Thijs L, Zhang ZY, Boggia J, Wei FF, *et al.* Association of office and ambulatory blood pressure with mortality and cardiovascular outcomes. *JAMA.* 2019;322(5):409–20.
16. Salam Atkins N, Stergiou G, Karpettas N, Parati G, Asmar R, *et al.* European Society of Hypertension International Protocol revision 2010 for the validation of blood pressure measuring devices in adults. *Blood Press Monit.* 2010;15(1):23–38.
17. Mancia G, Kreutz R, Brunström M, Burnier M, Grassi G, Januszewicz A, *et al.* 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). *J Hypertens.* 2023;41(12):1874–2071.
18. Kreutz R, Brunstrom M, Burnier M, Grassi G, Januszewicz A, Muiesan ML, *et al.* 2024 European Society of Hypertension clinical practice guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur J Intern Med.* 2024;126:1-15.
19. Pinatih PTP, Vidyawati, Wiryawan IN. Association of Dipping Status on Ambulatory Blood Pressure Monitoring with Cardiocerebrovascular Events in Patients with Essential Hypertension: A Meta-Analysis Study. [Abstract].
20. Campbell N, Kaczorowski J, Myers M. Systematic error in the determination of nocturnal blood pressure dipping status by ambulatory blood pressure monitoring. *Blood Press Monit.* 2002;7(1):15-9.
21. Eyal O, Ben-Dov IZ. The Role of Blood Pressure Load in Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Adults: A Literature Review of Current Evidence. *Diagnostics (Basel).* 2023;13(15):2485.
22. Hamdani G, Mitsnefes MM, Flynn JT, Becker RC, Daniels S, Falkner BE, *et al.* Pediatric and Adult Ambulatory Blood Pressure Thresholds and Blood Pressure Load as Predictors of Left Ventricular Hypertrophy in Adolescents. *Hypertension.* 2021;78(1):30–7.
23. Elvin Abdel Rain, *et al.* Left ventricular hypertrophy in controlled hypertension: Is blood pressure variability a factor? *J Hypertens.*
24. Dewi NLPY, Pamungkas KMN, Virnando R, Sindhughosa DA. Angiotensin receptor blocker significantly reducing left ventricular mass index, all-cause and, cardiovascular mortality in chronic kidney disease patient with hypertension undergoing maintenance hemodialysis: a network meta-analysis of randomized control trial. [Abstract].
25. Li Y, Wang JG, Dolan E, Gao PJ, Guo HF, Nawrot T, Staessen JA. Ambulatory arterial stiffness index derived from 24-hour ambulatory blood pressure monitoring. *Hypertension.* 2006;47(3):359–64.
26. Dolan E, Thijs L, Li Y, Atkins N, McCormack P, McClory S, *et al.* Ambulatory arterial stiffness index as a predictor of cardiovascular mortality in the Dublin Outcome Study. *Hypertension.* 2006;47(3):365–70.

27. Zambrano S, Lopez C. Variaciones circadianas en mujeres en edad fértil y embarazadas sanas. *Med Interna (Caracas)*. 2010;26(1):28–38.
28. López C, Ayala J, López L, Salazar F, Oberto C. Patrón circadiano de la presión arterial con monitoreo ambulatorio de presión arterial, y su asociación con el péptido natriurético cerebral en el embarazo. *Med Interna Caracas*. 2023;39(3):144-156. doi:10.71035/RSVMI.2023.39.3.8.
29. Asmar R, Stergiou G, De la Sierra A, Jelaković B, Millasseau S, Topouchian J, et al. Blood pressure measurement and assessment of arterial structure and function: an expert group position paper. *J Hypertens*. 2024;42(9):1465–81.